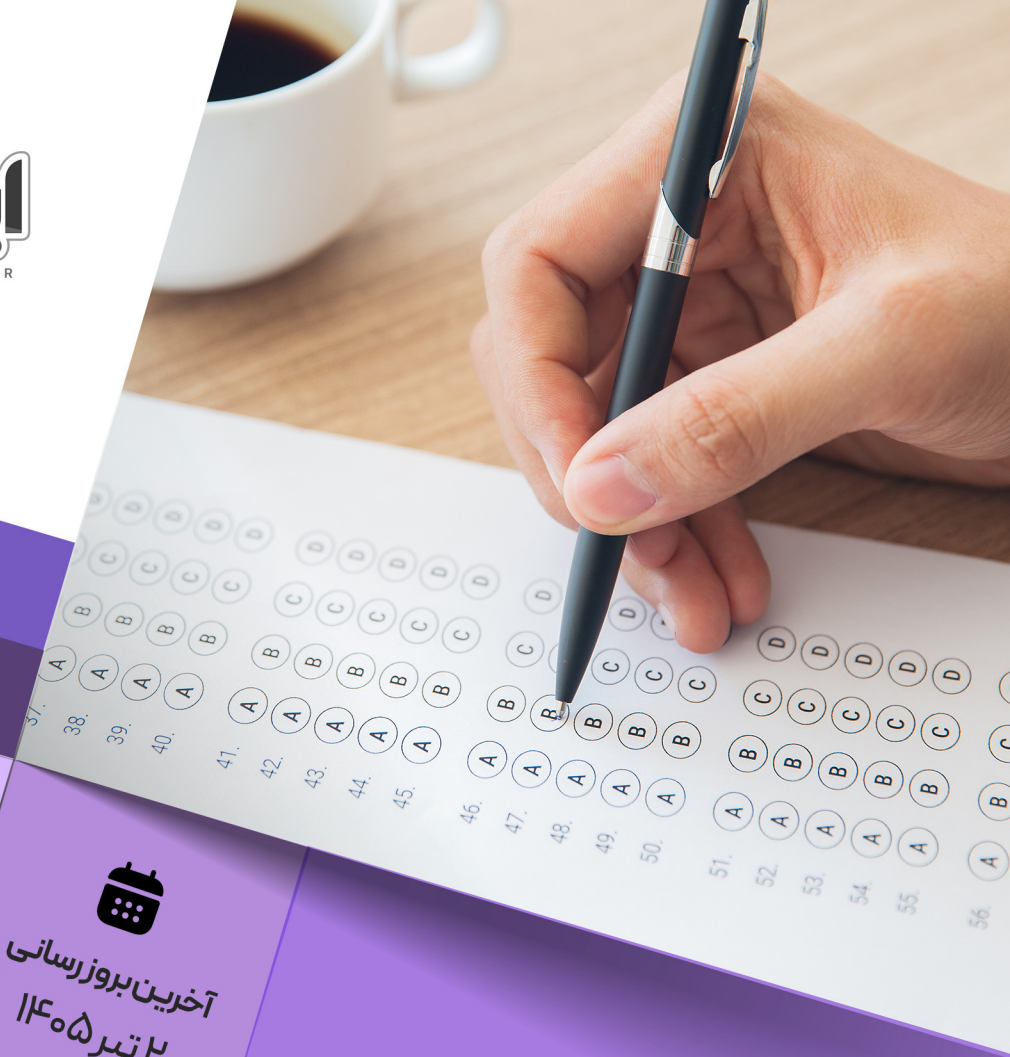
ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR



IranArze.ir
@iranarze

تعداد صفحات
1518

آخرین بروزرسانی
۲ تیر ۱۴۰۵

جزوه

نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه
مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی
ویرایش ۱۴۰۳ - جلد ۱ تا ۱۰

- ویژه آمادگی برای آزمون کارشناس رسمی دادگستری رشته راه و ساختمان
- پوشش دهی مباحث مهم و پرکاربرد به زبان ساده و روان
- با قابلیت مطالعه در کمترین زمان ممکن

انتشار یا استفاده غیر تجاری از این جزوه، بدون حذف لوگوی ایران عرضه "مجاز" می باشد
IRANARZE.IR

فهرست مطالب

- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۱ - صفحه ۳
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۲ - صفحه ۲۰۷
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۳ - صفحه ۴۱۴
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۴ – صفحه ۶۲۷
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۵ – صفحه ۷۲۷
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۶ – صفحه ۸۸۲
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۷ – صفحه ۹۹۲
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۸ – صفحه ۱۰۸۹
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۹ – صفحه ۱۱۷۷
- فصل اول: نشریه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه جلد ۱۰ - صفحه ۱۲۷۹

ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
بازنگری سوم

جلد اول
کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی
ضابطه شماره ۱-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir www.bhrc.ac.ir

دانلود سوالات آزمون

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می‌رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت، درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه، مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه شده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی و اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند ویا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است:

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب- نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد اول) مشتمل بر فصل اول (کلیات)، فصل دوم (سلامت ایمنی و محیط زیست) و فصل سوم (مستند سازی) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش، حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران، مشارکتی فعال و جدی داشته‌اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد اول- کلیات، سلامت، ایمنی، محیط زیست و مستند سازی

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
محمد	شکرچی زاده (مجری طرح)	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران	فصل اول
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل اول
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل اول و ترسیم تصاویر
حسن	سلطانعلی (رئیس کارگروه)	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران	فصل دوم و سوم
کتایون	نعمت‌پور	وزرات صنعت، معدن و تجارت	دکترای مهندسی محیط زیست	فصل دوم
امیر مسعود	شهبازی منشادی	سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور	کارشناس ارشد مهندسی برق	فصل دوم
حمید	ابراهیمی	سازمان بین المللی نبوش	کارشناس ارشد مهندسی ایمنی	فصل دوم
حامد	سرتیپی	شرکت فراعمران نگار	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل سوم
علی	خدابنده ابهری	شرکت نگین شهر آینده	دکترای مهندسی معماری	فصل سوم
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندسی عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندسی عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندسی عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی

آقای مهندس علیرضا احسانی

آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی

آقای مهندس حسن تابش

آقای مهندس احمد جاودان

آقای مهندس احمد خراسانچیان

آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری

آقای مهندس سیدعلی طاهری

آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ

آقای دکتر مهدی قالیبافیان

آقای مهندس مصطفی کتیرایی

آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند

آقای مهندس جواد مجلسی

آقای مهندس قباد میزانی

خانم مهندس منیر وزیرنیا

آقای مهندس سید اکبر هاشمی

آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل اول- کلیات ۱

۱-۱- کاربرد ۳

۱-۲- استانداردها ۳

۱-۳- آماده‌سازی آغاز عملیات اجرایی ۴

۱-۳-۱- نقاط نشانه و مبدأ ۴

۱-۳-۲- ساختمان‌ها و تأسیسات تجهیزات کارگاه ۴

۱-۴- مستندسازی ۴

۱-۵- ساخت و تولید مصالح در کارگاه ۴

۱-۶- HSE ۵

فصل دوم- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۷

۲-۱- کلیات ۹

۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۹

۲-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۹

۲-۲- ضوابط عمومی محیط کار ۱۳

۲-۲-۱- ارزیابی ریسک و تهیه HSE پلان ۱۳

۲-۲-۲- حصارکشی ۱۳

۲-۲-۳- جلوگیری از سقوط مواد و اشیا ۱۴

۲-۲-۳-۱- راهرو سرپوشیده موقت ۱۴

۲-۲-۳-۲- سقف موقت ۱۵

۲-۲-۳-۳- سرپوش حفاظتی ۱۵

۲-۲-۳-۴- پاخورهای حفاظتی ۱۶

۲-۲-۴- روشنایی ۱۶

۲-۲-۵- انبار کردن مواد، مصالح و تجهیزات ۱۷

۲-۲-۶- تخلیه و بارگیری وسایل نقلیه موتوری ۲۰

۲-۲-۷- ایمنی معابر مجاور کارگاه ۲۰

۲-۲-۸- آراستگی ۲۱

۲-۲-۹- قفل کردن و برچسب زدن ۲۲

۲-۲-۱۰- مجوز کار (مجوز ایمنی) ۲۲

۲-۲-۱۱- شرایط اضطراری ۲۳

۲-۲-۱۲- ساختمان موقت کارگاه ۲۴

۲-۲-۱۳- ایمنی محوطه و معابر تردد در داخل کارگاه ۲۴

۲-۲-۱۴- راه شیب‌دار و گذرگاه ۲۵

۲-۲-۱۵- راه‌پله موقت ۲۵

۲-۲-۱۶- راه‌های دسترسی موقت ۲۵

۲-۲-۱۷- حفاظ‌های ایمنی ترافیکی ۲۶

۲-۳- جوشکاری و برشکاری ۲۷

۲-۳-۱- مشخصات عمومی ۲۷

۲-۳-۲- جوشکاری و برشکاری با گاز ۲۹
۲-۳-۳- عملیات جوشکاری و برشکاری با برق..... ۳۱
۲-۳-۴- حفاظت و ایمنی در آزمون غیرمخرب جوش به روش پرتونگاری (رادیوگرافی)RT ۳۲
۲-۳-۵- حفاظت و ایمنی در آزمون غیر مخرب جوش به روش فراصوت (اولتراسونیک UT)..... ۳۴
۲-۴- پیشگیری از آتش سوزی و سوختگی..... ۳۵
۲-۴-۱- مشخصات عمومی ۳۵
۲-۴-۲- مایعات قابل اشتعال ۳۵
۲-۴-۳- سایر مواد و مصالح قابل اشتعال ۳۷
۲-۴-۴- وسایل گرم‌کننده موقت ۳۸
۲-۴-۵- پخت قیر..... ۳۹
۲-۴-۶- وسائل و تجهیزات اطفاء حریق در کارگاه ۳۹
۲-۴-۶-۱- مشخصات عمومی..... ۳۹
۲-۴-۶-۲- خاموش کننده‌های دستی ۴۰
۲-۴-۶-۳- خاموش کننده چرخدار ۴۲
۲-۴-۶-۴- توپ اطفای حریق..... ۴۲
۲-۴-۶-۵- بازرسی و نگهداری خاموش‌کننده‌ها ۴۳
۲-۵- وسایل دسترسی و جایگاه‌های کار در ارتفاع ۴۴
۲-۵-۱- مشخصات عمومی ۴۴
۲-۵-۲- جایگاه‌های کار..... ۴۴
۲-۵-۳- نرده (حفاظ) گذاری جایگاه‌های کار ۴۵
۲-۵-۴- داربست ۴۵
۲-۵-۴-۱- مشخصات عمومی..... ۴۵
۲-۵-۴-۲- مشخصات داربست‌های فلزی لوله‌ای ۴۸
۲-۵-۴-۳- جایگاه کار در داربست‌ها..... ۴۹
۲-۵-۴-۴- شرایط دسترسی به تراز بالاتر در تمام داربست‌ها..... ۵۰
۲-۵-۴-۵- نصب دستگاه‌های بالابر روی داربست ۵۰
۲-۵-۴-۶- بازرسی و کنترل داربست ۵۰
۲-۵-۴-۷- داربست دیوارکوب ۵۱
۲-۵-۴-۸- داربست نردبانی ۵۱
۲-۵-۴-۹- داربست‌های برجی متحرک و ثابت..... ۵۱
۲-۵-۴-۱۰- داربست‌های آویزان (معلق) با راه اندازی ماشینی (کلایمر)..... ۵۲
۲-۵- ۵- نردبان..... ۵۴
۲-۵-۵-۱- مشخصات عمومی استفاده از نردبان‌ها..... ۵۴
۲-۵-۵-۲- نردبان یک طرفه قابل حمل..... ۵۵
۲-۵-۵-۳- نردبان دو طرفه..... ۵۶
۲-۵-۵-۴- نردبان ثابت ۵۶
۲-۵-۵-۵- نردبان چوبی..... ۵۶
۲-۵-۵-۶- پلکان منهول..... ۵۷
۲-۵-۵-۷- نردبان طنابی ۵۷
۲-۵-۵-۸- سایر نردبان‌ها..... ۵۷
۲-۵-۵-۹- رعایت حریم خطوط برق..... ۵۹

۲-۵-۶- روش دسترسی با طناب..... ۵۹
۲-۵-۷- بالابر سیار (سکو متحرک برای کار در ارتفاع) ۶۰
۲-۶- سامانه حفاظت از سقوط ۶۱
۲-۶-۱- سامانه محدود کننده (جلوگیری از) سقوط ۶۱
۲-۶-۱-۱- نرده (جان پناه) حفاظتی موقت..... ۶۲
۲-۶-۱-۲- پوشش حفاظتی موقت دهانه‌های باز ۶۳
۲-۶-۱-۳- تجهیزات محدودکننده دامنه حرکت کاربر ۶۳
۲-۶-۲- سامانه توقف سقوط (متوقف‌کننده سقوط)..... ۶۴
۲-۶-۳- تور ایمنی حفاظت از سقوط افراد..... ۶۷
۲-۶-۴- حفاظت از سقوط بر روی بام (سقف) شیبدار ۶۸
۲-۷- ماشین آلات (موتوری)، تجهیزات ساختمانی و ابزارها..... ۶۹
۲-۷-۱- مشخصات عمومی ۶۹
۲-۷-۲- وظایف رانندگان و متصدیان ۷۳
۲-۷-۳- میدان دید ۷۶
۲-۷-۴- مشخصات محل تخلیه و بارگیری و راه‌های دسترسی ۷۸
۲-۷-۵- الزامات تخلیه و بارگیری..... ۷۹
۲-۷-۶- حفاظت در برابر برق گرفتگی و حریق..... ۸۱
۲-۷-۷- سایر ضوابط ماشین آلات..... ۸۲
۲-۷-۸- ابزارهای دستی و قدرتی..... ۸۴
۲-۷-۸-۱- مشخصات کلی ۸۴
۲-۷-۸-۲- ابزارهای دستی ۸۵
۲-۷-۸-۳- ابزارهای قدرتی..... ۸۶
۲-۷-۸-۴- ابزارهای بادی (پنوماتیکی) ۸۶
۲-۷-۸-۵- جک هیدرولیکی ۸۷
۲-۷-۹- بازرسی، نگهداری و تعمیر..... ۸۸
۲-۸- وسایل موتوری بالابر و ادوات باربرداری ۸۸
۲-۸-۱- مشخصات عمومی ۸۸
۲-۸-۲- بازرسی‌های مستمر و دوره‌ای..... ۹۰
۲-۸-۳- وسایل بستن و بلند کردن بار (اسلینگ‌ها)..... ۹۱
۲-۸-۳-۱- مشخصات عمومی..... ۹۱
۲-۸-۳-۲- زنجیرها..... ۹۲
۲-۸-۳-۳- کابل‌های فلزی ۹۲
۲-۸-۳-۴- طناب‌های لیفی ۹۳
۲-۸-۳-۵- قرقره‌های شیاردار..... ۹۴
۲-۸-۳-۶- قلاب‌ها..... ۹۴
۲-۸-۳-۷- بازرسی وسایل بستن بار ۹۴
۲-۸-۳-۸- نگهداری و انبار داری وسایل بستن بار ۹۵
۲-۸-۴- عبور بار از فراز کارگاه و معابر و بناهای مجاور..... ۹۵
۲-۸-۵- جرثقیل برجی (تاورکرین)..... ۹۶
۲-۸-۵-۱- نقشه جانمایی (سایت پلان) ۹۶
۲-۸-۵-۲- تکیه‌گاه پایه جرثقیل برجی ثابت ۹۷

۲-۸-۵-۳- پایه جرثقیل برجی ۹۷
۲-۸-۵-۴- وزنه های تعادل، بالاست ۹۸
۲-۸-۵-۵- شاریوت ۹۸
۲-۸-۵-۶- ابزارهای محدودگر عملیات ۹۹
۲-۸-۵-۷- اتاقک راننده (کابین) ۹۹
۲-۸-۵-۸- کنترل اثر باد بر عملکرد جرثقیل ۱۰۰
۲-۸-۵-۹- وظایف متصدی (اپراتور) ۱۰۰
۲-۸-۵-۱۰- وظایف علامت‌دهنده (کمک اپراتور) ۱۰۱
۲-۸-۵-۱۱- علائم دستی و صوتی ۱۰۲
۲-۸-۵-۱۲- راه‌های دسترسی ۱۰۲
۲-۸-۵-۱۳- جابجایی پرسنل با جرثقیل ۱۰۲
۲-۸-۵-۱۴- کار در نزدیکی خطوط برق ۱۰۳
۲-۸-۵-۱۵- سایر ضوابط جرثقیل‌های برجی ۱۰۳
۲-۸-۶- جرثقیل‌های متحرک ۱۰۴
۲-۸-۷- بالابرهای ساختمانی (چرخ چاه) ۱۰۵
۲-۸-۸- ضوابط آسانسورهای موقت کارگاهی باری (حمل مصالح و نفرات) ۱۰۶
۲-۸-۸-۱- مشخصات عمومی ۱۰۶
۲-۸-۸-۲- متصدی آسانسورکارگاهی ۱۰۷
۲-۸-۸-۳- محفظه (کابین) آسانسورکارگاهی ۱۰۷
۲-۸-۸-۴- کنترل‌گرها ۱۰۸
۲-۸-۸-۵- بازرسی ۱۰۸
۲-۹- سلامت شغلی و حفاظت محیط زیست ۱۱۰
۲-۹-۱- مشخصات (عمومی) ۱۱۰
۲-۹-۲- معاینه شغلی ۱۱۲
۲-۹-۳- مرکز بهداشت ۱۱۳
۲-۹-۴- تاسیسات و تسهیلات بهداشتی کارگاه ۱۱۳
۲-۹-۴-۱- تاسیسات بهداشتی کارگاه ۱۱۳
الف- آب آشامیدنی و بهداشتی ۱۱۳
ب- نور و روشنایی ۱۱۴
۲-۹-۴-۲- تسهیلات بهداشتی کارگاه ۱۱۵
الف- آشپزخانه، سردخانه و انبار مواد غذایی ۱۱۵
ب- غذاخوری ۱۱۵
پ- سرویس بهداشتی و روشویی (دستشویی) ۱۱۵
ت- حمام ۱۱۶
ث- محل‌های ویژه شستشوی البسه کار ۱۱۶
ج- محل‌های تعویض لباس (رختکن) ۱۱۷
چ- محل اقامت و استراحت کارگران ۱۱۷
۲-۹-۵- حمل دستی بار ۱۱۸
۲-۹-۶- عوامل زیان آور و آلاینده محیط کار ۱۱۹
۲-۹-۶-۱- پسماند ۱۱۹
۲-۹-۶-۲- آلودگی صوتی ۱۲۰

۲-۹-۶-۳- آلاینده‌های هوا ۱۲۱
۲-۹-۶-۴- آزبست ۱۲۲
۲-۹-۶-۵- ذرات سیلیس و گرد و غبار ۱۲۲
۲-۹-۶-۶- فیوم جوشکاری ۱۲۳
۲-۹-۶-۷- پرتوهای یونساز ۱۲۳
۲-۹-۶-۸- پرتوهای غیر یون‌ساز ۱۲۳
۲-۹-۶-۹- تنش گرمایی ۱۲۴
۲-۹-۶-۱۰- ارتعاش ۱۲۵
۲-۹-۶-۱۱- سایر ملاحظات سلامت و زیست محیطی ۱۲۶
۲-۹-۶-۱۲– بروز بیماری‌های همه گیر ۱۲۸
۲-۹-۶-۱۳- پساب ناشی از شستشوی بتن در تجهیزات ۱۳۰
۲-۱۰- تجهیزات حفاظت فردی (PPE) ۱۳۲
۲-۱۰-۱- مشخصات عمومی ۱۳۲
۲-۱۰-۲- حفاظت از سر (کلاه ایمنی) ۱۳۳
۲-۱۰-۳- عینک ایمنی و سپر محافظ صورت ۱۳۴
۲-۱۰-۴- کفش ایمنی ۱۳۵
۲-۱۰-۵- چکمه و نیم‌چکمه لاستیکی ۱۳۶
۲-۱۰-۶- گتر حفاظتی پا ۱۳۶
۲-۱۰-۷- دستکش حفاظتی (حفاظت دست و بازو) ۱۳۶
۲-۱۰-۸- لباس کار ۱۳۷
۲-۱۰-۹- ماسک تنفسی ۱۳۸
۲-۱۰-۱۰- محافظ گوش ۱۳۹
۲-۱۰-۱۱- تجهیزات سیستم توقف سقوط ۱۳۹
۲-۱۰-۱۲- جلیقه نجات ۱۴۰
۲-۱۰-۱۳- تجهیزات حفاظت فردی در برابر پرتوهای یونساز ۱۴۰
۲-۱۱- علایم ۱۴۱
۲-۱۱-۱- انواع علائم ۱۴۱
۲-۱۱-۲- مفهوم رنگ در علائم ۱۴۱
۲-۱۱-۳- مفهوم شکل در علائم ۱۴۲
۲-۱۱-۴- طراحی علایم و برچسب‌ها ۱۴۴
۲-۱۱-۵- علائم صوتی ایمنی ۱۴۷
۲-۱۱-۶- علائم ایمنی کلامی ۱۴۷
۲-۱۱-۷- علائم ایمنی حرکات دست ۱۴۷
۲-۱۱-۸- نوار خطر ۱۴۷
۲-۱۲- تاسیسات برق موقت (دوران ساخت) ۱۵۱
۲-۱۲-۱- مشخصات عمومی ۱۵۱
۲-۱۲-۲- حریم شبکه برق ۱۵۲
۲-۱۲-۳- اتصال زمین ۱۵۴
۲-۱۲-۴- جریان باقی‌مانده ۱۵۵
۲-۱۲-۵- برق‌گیر (صاعقه گیر) ۱۵۵
۲-۱۲-۶- سیم‌کشی، کلیدها و پریزهای موقت ۱۵۵

۲-۱۲-۷- لامپ‌های الکتریکی ۱۵۶
۲-۱۲-۸- تابلوهای برق موقت ۱۵۷

فصل سوم- مستندسازی ۱۵۹
۳-۱- کلیات ۱۶۱
۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۱۶۱
۳-۱-۲- دامنه مسئولیت ۱۶۱
۳-۱-۳- تعاریف و اصطلاحات ۱۶۲
۳-۲- روش انجام ۱۶۳
۳-۳- ساختار ارائه مستندات ۱۶۴
۳-۴- الگوی مستندسازی پروژه ۱۶۵
۳-۴-۱- فصل دوم- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۱۶۵
۳-۴-۲- فصل چهارم- تخریب ۱۶۵
۳-۴-۳- فصل پنجم- ژئوتکنیک ۱۶۵
۳-۴-۴- فصل ششم- بتن و اجرای آن ۱۶۷
۳-۴-۵- فصل هفتم- فولاد و اجرای سازه‌های فولادی ۱۶۷
۳-۴-۶- فصل هشتم- عملیات بنایی ۱۶۸
۳-۴-۶-۱- عملیات بنایی ۱۶۸
۳-۴-۶-۲- جداکننده‌ها ۱۶۸
۳-۴-۶-۳- سقف‌های کاذب ۱۶۹
۳-۴-۶-۴- کف‌های کاذب ۱۶۹
۳-۴-۷- فصل نهم- نمای ساختمانی ۱۶۹
۳-۴-۷-۱- نمای خارجی ۱۶۹
۳-۴-۷-۲- نمای سنگی ۱۶۹
۳-۴-۷-۳- نمای آجری ۱۷۰
۳-۴-۷-۴- نمای سیمانی ۱۷۰
۳-۴-۷-۵- نمای سرامیک ۱۷۰
۳-۴-۷-۶- نمای شیشه‌ای ۱۷۰
۳-۴-۷-۷- نمای بتنی پیش‌ساخته ۱۷۰
۳-۴-۷-۸- نمای کامپوزیت ۱۷۱
۳-۴-۷-۹- نماهای خاص ۱۷۱
۳-۴-۸- فصل دهم- عایق کاری ۱۷۱
۳-۴-۸-۱- رطوبتی ۱۷۱
۳-۴-۸-۲- حرارتی ۱۷۲
۳-۴-۸-۳- صوتی ۱۷۲
۳-۴-۸-۴- پرتو (در مراکز درمانی) ۱۷۲
۳-۴-۹- فصل یازدهم- پوشش‌ها ۱۷۳
۳-۴-۹-۱- کفپوش‌ها ۱۷۳
۳-۴-۹-۲- دیوارپوش‌ها ۱۷۳
۳-۴-۹-۳- پوشش‌های زینتی و حفاظتی ۱۷۳
۳-۴-۱۰- فصل دوازدهم- در و پنجره ساختمانی ۱۷۴

۳-۴-۱۱- فصل سیزدهم- محوطه سازی ۱۷۴
۳-۴-۱۲- فصل چهاردهم- بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود..... ۱۷۴
۳-۴-۱۲-۱- موارد عمومی..... ۱۷۴
۳-۴-۱۲-۲- ساختمان های بتن آرمه ۱۷۵
۳-۴-۱۲-۳- ساختمان های فولادی ۱۷۵
۳-۴-۱۲-۴- ساختمان های بنایی..... ۱۷۵
۳-۴-۱۲-۵- بهسازی پی و شالوده ۱۷۵
۳-۴-۱۲-۶- تجهیزات و ادوات استهلاک انرژی ۱۷۵
۳-۴-۱۲-۷- جدا سازی لرزه‌ای ۱۷۵
۳-۴-۱۳- سایر مستندات ۱۷۶
۳-۵- کتیبه شناسنامه ساختمان..... ۱۷۶
۳-۵-۱- اطلاعات مندرج در کتیبه ۱۷۶
۳-۵-۲- محل نصب کتیبه..... ۱۷۷
۳-۵-۳- ابعاد و الزامات نصب کتیبه ۱۷۷
۳-۵-۴- مسئولیت ۱۷۸
۳-۶- فهرست نگهداری و تعمیرات..... ۱۸۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- راهرو سرپوشیده موقت ۱۵
شکل ۲-۲- سرپوش حفاظتی ۱۶
شکل ۲-۳- قفل کردن و برچسب زدن ۲۲
شکل ۲-۴- اجزای داربست متعارف (لوله و بست فلزی) ۴۶
شکل ۲-۵- داربست مدولار ۴۶
شکل ۲-۶- داربست نردبانی ۵۲
شکل ۲-۷- داربست برجی متحرک ۵۳
شکل ۲-۸ داربست آویزان (کلایمر) ۵۴
شکل ۲-۹- نکات مهم در استفاده از نردبانها ۵۸
شکل ۲-۱۰- دسترسی با طناب ۵۹
شکل ۲-۱۱- بالابر سیار ۶۱
شکل ۲-۱۲- نرده (جان پناه) حفاظتی موقت ۶۲
شکل ۲-۱۳- سامانه محدودکننده دامنه حرکت کاربر ۶۴
شکل ۲-۱۴- اجزای اصلی سامانه توقف سقوط ۶۷
شکل ۲-۱۵- تور ایمنی ۶۸
شکل ۲-۱۶- حفاظت از سقوط بر روی بام (سقف) شیبدار ۶۹
شکل ۲-۱۷- نقاط کور دید برخی از ماشین آلات پروژههای ساختمانی ۷۸
شکل ۲-۱۸- نوار خطر ۱۴۸
شکل ۲-۱۹- خط هوایی فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) ۱۵۴
شکل ۲-۲۰- خط هوایی فشار قوی (۶۳ کیلو ولت و بالاتر) ۱۵۴
شکل ۳-۱- ابعاد و الزامات نصب کتیبه- فاصله مناسب خواندن ۱۷۸
شکل ۳-۲- ابعاد و الزامات نصب کتیبه – ارتفاع نصب ۱۷۹
شکل ۳-۳- نحوه درج نشان‌واره (لوگو) در حاشیه پایینی کتیبه ۱۷۹
شکل ۳-۴- الف- ابعاد گذاری الگو (نمونه طراحی) یک کتیبه ۱۸۰
شکل ۳-۴-ب- الگو (نمونه اجرا شده) یک کتیبه ۱۸۱

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱- میزان نور و روشنایی در محیط‌های کاری ۱۷
جدول ۲-۲- محتویات جعبه کمک‌های اولیه ۱۱۲
جدول ۲-۳- حداکثر بار مجاز به تفکیک گروه سنی و جنس کارگران - حمل و جابجایی بار در شرایط حمل به‌صورت یک نفره ۱۱۸
جدول ۲-۴- حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای افقی ۱۱۹
جدول ۲-۵- حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای عمودی ۱۱۹
جدول ۲-۶- حدود مجاز آلودگی صوتی در پهنه‌های مختلف ۱۲۰
جدول ۲-۷ – انواع مواد هوابرد و آلاینده‌های هوای محیط کار ۱۲۱
جدول ۲-۸- پرتوهای غیر یونیزان به لحاظ عوارض فیزیولوژیک ۱۲۴
جدول ۲-۹- انواع علائم کارگاهی ۱۴۱
جدول ۲-۱۰- مفاهیم رنگ‌های مورد استفاده در علائم ۱۴۲
جدول ۲-۱۱- علائم تصویری ۱۴۲
جدول ۲-۱۲- نمونه علائم تصویری ۱۴۳
جدول ۲-۱۳-پیام و نحوه درج آن در علامت ۱۴۶
جدول ۲-۱۴- نمونه علائم هشدار ایمنی و عنوان پیام ۱۴۶
جدول ۲-۱۵– علائم ایمنی کلامی ۱۴۷
جدول ۲-۱۶- علائم حرکت دست ۱۴۸
جدول ۲-۱۷– حریم زمینی ۱۵۳
جدول ۲-۱۸- حریم هوایی ۱۵۳
جدول ۳-۱- قالب‌های ارایه مستندات ۱۶۴
جدول ۳-۲- فهرست نگهداری و تعمیرات ۱۸۲

فصل اول

کلیات

۱-۱- کاربرد

مشخصات، استانداردها و ضوابط ارائه‌شده در این ضابطه برای استفاده در حوزه وجوه عمومی و مشارکت عمومی-خصوصی برای اجرای عملیات ساختمانی در ساختمان‌های متعارف با کاربری مسکونی، اداری، تجاری، آموزشی، فرهنگی، ورزشی، انبار، بهداشتی و خدماتی می‌باشد. لازم به توضیح است در حوزه وجوه عمومی و مشارکت عمومی-خصوصی استفاده از ضوابط سازمان برنامه و بودجه نسبت به مقررات ملی ساختمان ارجح بوده و در صورت وجود هر گونه اختلاف میان ضوابط سازمان برنامه و بودجه و سایر آیین نامه‌ها و مقررات مطالب ارائه شده در این ضوابط ملاک عمل می‌باشد. در این ضابطه فرض بر آن است که الزامات مربوط به طراحی، نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی توسط مشاور ارائه گردیده و وظیفه نظارت بر حسن اجرای آن‌ها بر عهده دستگاه نظارت است. بدیهی است تمام عملیات اجرایی باید توسط پیمانکار انجام پذیرد. اگرچه در متن این ضابطه، وظایف هر یک از طرفین اجرا به تفکیک بیان شده، مواردی که احتمالاً به این تفکیک پرداخته نشده و یا به‌صورت توصیه بیان شده است با تشخیص و تایید مشاور و با مسئولیت پیمانکار انجام می‌شود. در ساختمان‌های با کاربری‌های با اهمیت زیاد بر طبق تعریف استاندارد ملی ۲۸۰۰، مانند بیمارستان‌ها، مساجد و مانند آن، علاوه بر رعایت الزامات فنی این ضابطه در صورت نیاز به ضوابط خاص (از جمله اتاق های عمل و بخش ویژه بیمارستان و غیره) باید به سایر ضوابط نظام فنی و اجرایی مراجعه و یا موارد توسط مهندس مشاور در شرایط خصوصی پیمان درج گردد.

چنانچه با توجه به شرایط پروژه، الزاماتی سختگیرانه‌تر از مفاد این ضابطه مدنظر باشد، اولویت با مشخصات فنی خصوصی است. در مواردی که نیاز به تفسیر یا تعدیل مفاد این ضابطه باشد و یا با توجه به شرایط خاص ضمن انجام کار، مشخصات فنی دیگری مورد نیاز باشد، مشاور باید مراتب را برای بررسی و اظهار نظر به مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی ارائه نماید تا در صورت تأیید مورد استفاده قرار گیرد.

در صورتی که موارد مطرح شده در این ضابطه جای تفسیر داشته، یا جزئیات اجرایی و شکل‌های ارائه‌شده فاقد ابعاد و یا مشخصات مصالح باشند، مشاور موظف است جزئیات و مشخصات فنی لازم را در نقشه‌های اجرایی و مدارک فنی ارائه نماید.

ضوابط شماره ۱۱۰، ۱۱۲، ۱۲۸، ۱۳۸، ۳۶۰، ۷۱۴ و سایر موارد مربوط، مکمل موضوعات این ضابطه می‌باشد.

۱-۲- استانداردها

در ارائه جزئیات اجرایی، تعیین و تشخیص ویژگی‌های مصالح مصرفی و روش‌های آزمایش مواد ساختمانی، ارجحیت با استانداردهای ملی است که در فصول این ضابطه به آن‌ها ارجاع داده شده است. چنانچه ویرایش‌های جدیدی از استانداردهای ملی در مدت اعتبار این ضابطه به تصویب برسد، مفاد آن‌ها جایگزین موارد مذکور در این ضابطه خواهد شد. بدیهی است در صورت نبود یا کمبود استانداردهای ملی، استفاده از استانداردهای بین‌المللی نظیر ASTM، EN و ISO که در متن این ضابطه به آن‌ها اشاره شده، ملاک عمل خواهد بود.

در صورت استفاده از سایر ضوابط نظام فنی و اجرایی، در مدت زمان اعتبار این ضابطه، باید به آخرین نسخه آن‌ها ارجاع داده شود و چنانچه در مفاد آن‌ها با یکدیگر تعارضی وجود داشته باشد همواره آخرین نسخه ضوابط ابلاغ شده ملاک عمل خواهد بود.

۱-۳- آماده‌سازی آغاز عملیات اجرایی

۱-۳-۱- نقاط نشانه و مبدأ

برای پیاده کردن قسمت‌های مختلف پروژه و تعیین حدود قانونی کار و مرز عملیات قرارداد براساس نقشه‌های اجرایی، باید به تعداد کافی نقاط نشانه و مبدأ از طرف کارفرما و دستگاه نظارت طی صورتجلسه‌ای، هنگام تحویل زمین در اختیار پیمانکار قرار داده شود. پیمانکار موظف است نسبت به حفظ و حراست این نشانه‌ها ضمن عملیات اجرایی و تا پایان کار و تحویل موقت اقدام نماید. در صورت نیاز، پیمانکار موظف است براساس نشانه‌های اصلی نسبت به ایجاد نشانه‌های فرعی و کمکی اقدام نماید. این نشانه‌ها باید توسط پایه‌های بتنی به ابعاد حداقل ۱۵x۱۵ و ارتفاع ۷۰ سانتیمتر ساخته شوند و حداقل ۲۰ سانتیمتر از آن‌ها، از سطح زمین تسطیح شده اجرای عملیات بالاتر باشد. پس از اتمام عملیات اجرایی و تحویل کامل، پیمانکار موظف است نسبت به جمع‌آوری و پاک سازی نقاط نشانه با هماهنگی دستگاه نظارت اقدام نماید.

۱-۳-۲- ساختمان‌ها و تأسیسات تجهیزات کارگاه

پیمانکار باید بر اساس نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی نسبت به اجرای ساختمان‌ها، مستحدثات و تأسیسات مربوط به تجهیز کارگاه اقدام نماید. پیمانکار باید پس از تحویل زمین مطابق با مشخصات عمومی، نقشه جانمایی و استقرار ساختمان‌ها و تأسیسات کارگاه را تهیه و به تصویب دستگاه نظارت برساند. ساختمان‌ها و تأسیسات مربوط به تجهیز کارگاه باید دارای استحکام کافی برای تحمل بارهای ثقلی و لرزه‌ای و از نظر فضا جوابگوی نیازهای پروژه بوده و الزامات فصل سیزدهم این ضابطه را برآورده کند.

۱-۴- مستندسازی

در مواردی که نیاز به تهیه نقشه‌های چون‌ساخت باشد، این نقشه‌ها باید حین اجرای کار توسط پیمانکار تهیه و به تصویب دستگاه نظارت رسانده شود. تمام مدارک و مستندات لازم که در مفاد این ضابطه به آن‌ها اشاره شده، باید به‌صورت مستمر توسط پیمانکار تهیه و به دستگاه نظارت تسلیم گردد.

۱-۵- ساخت و تولید مصالح در کارگاه

مواد و مصالح تولیدی در محل کارگاه‌های ساختمانی نظیر بتن باید با مشخصات فنی پذیرفته شده در این ضابطه تطابق داشته و با نظارت مستمر دستگاه نظارت تهیه گردد.

HSE -۶-۱

پیمانکار باید تمام الزامات و دستورالعمل‌های ذکر شده در این ضابطه و سایر قوانین و مقررات بالادستی را رعایت نماید. در غیر این صورت تمام هزنیه‌ها و عواقب وارد شده از حیث عدم رعایت الزامات مربوط به HSE بر عهده پیمانکار می‌باشد.

فصل دوم

سلامت، ایمنی و محیط زیست

۲-۱- کلیات

۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

ضوابط ایمنی، بهداشت و محیط زیست[1] به صورت عام در این فصل و ضوابط مرتبط با عملیات اجرایی، در انتهای سایر فصول ضابطه آورده شده است تا ارکان اجرایی پروژه (کارفرما، مهندس مشاور و پیمانکار)، تصویری جامع از اقدامات اجرایی و وظایف مربوط در این زمینه داشته باشند. در تهیه ضوابط این فصل، رویکرد تدوین‌کنندگان، تجمیع ضوابط و ارایه آن در قالب یک ساختار منسجم و یکپارچه برای تسهیل اقدامات و تدقیق وظایف ارکان اجرای پروژه‌های ساختمانی بوده است.

هدف از ضوابط این فصل، به طور کلی حفظ و صیانت از سلامت نیروی انسانی، تاسیسات و تجهیزات و ماشین‌آلات در کارگاه و مجاورین کارگاه‌های ساختمانی است.

۲-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

ایمنی: ایمنی عبارت است از مصون و محفوظ بودن تمام کارگران و پرسنلی که به نحوی در کارگاه ساختمانی با عملیات ساختمانی ارتباط دارند و نیز مصون و محفوظ بودن تمام افرادی که در مجاورت یا نزدیکی (شعاع موثر) کارگاه ساختمانی عبور و مرور، فعالیت یا زندگی می‌کنند. حفاظت و مراقبت از ابنیه، خودروها، تاسیسات، تجهیزات و نظایر آن در داخل یا مجاورت کارگاه ساختمانی از زمره موارد ایمنی به شمار می‌آیند.

پرتوهای غیر یون‌ساز: پرتوهایی هستند که انرژی کافی برای یونیزه‌کردن اتم‌ها و شکستن پیوندهای شیمیایی را ندارند. این پرتوها شامل فرابنفش، فروسرخ (مادون قرمز)، امواج الکترومغناطیسی و پرتوهای مایکرو ویو و رادیویی و ... می‌باشند.

تاسیسات بهداشتی کارگاه: ساختمان و تاسیسات کارگاهی در ارتباط با تامین شرایط بهداشتی محیط کار از قبیل ساختمان کارگاه، سیستم روشنائی، تهویه، آب آشامیدنی، فاضلاب و دفع زباله.

تسهیلات بهداشتی کارگاه: تمام تسهیلات جنبی کارگاه که برای حفظ سلامت شاغلین و افراد وابسته به آنان در کارگاه موجود و یا دایر می‌شود، از قبیل آشپزخانه، محل غذا خوری، انبار مواد غذائی، سردخانه، حمام، رختکن، تسهیلات شستشوی البسه کارگران، دستشوئی، آبخوری، سرویس بهداشتی، تسهیلات مربوط به ارائه خدمات بهداشتی درمانی درکارگاه، تسهیلات مربوط به ایاب و ذهاب کارگران و دیگر پرسنل کارگاهی.

حدود مواجهه شغلی[2]: حدود مجاز مواجهه شغلی حد مجاز قابل قبول عوامل مخاطره آمیز شغلی است که میزان آلاینده‌ها و عوامل زیان‌آور (از قبیل آلاینده‌های شیمیایی، سروصدا، روشنایی نامناسب، حمل بارهای سنگین، وضعیت

1- Health Safty Environment(HSE)
2- Occupational Exposure Limit(OEL)

نامناسب بدن، امواج و پرتوهای زیانبار، دمای بالا یا پایین، رطوبت نامناسب، فشار بالا یا پایین هوا، استرس‌های روانی، عوامل بیولوژیک و ...) با حدود مذکور[۱] سنجیده می‌شود و میزان آلاینده‌های محیط کار نباید از آن تجاوز کند.

حفاظت: حفاظت عبارت است از اقدامات و عملیاتی که به منظور نگهداری و مراقبت از افراد، اشیا، اموال، ابنیه، وسایل و تجهیزات در مقابل خطرات ناشی از اجرای عملیات ساختمانی به‌کار برده می‌شود.

دزیمتر[۲]: دزیمترگرمالیانی، نوعی آشکارساز برای سنجش دز پرتوهای رادیواکتیو است که میزان تابش پرتوهای یونیزان را با اندازه‌گیری شدت نور مرئی، با گرم شدن آشکارساز اندازه‌گیری می‌کند. این دزیمتر به‌طور دقیق دز تجمعی را ثبت می‌کند که این ویژگی برای مقایسه اندازه‌گیری‌های میدانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

راهرو سرپوشیده موقت: سازه‌ای است حفاظتی که به‌صورت موقت در پیاده‌روها یا سایر معابر عمومی یا در محوطه باز کارگاه برای پیشگیری از بروز حوادث ناشی از پرتاب شدن مصالح، وسایل و تجهیزات ساختمانی و حفظ ایمنی عابران و شاغلان کارگاه نصب می‌شود.

دسترسی با طناب[۳]: روشی که از دو زیر سامانه مجزا و ایمن برای دسترسی استفاده می‌کند، یکی به‌منظور مراقبت و ایمنی و دیگری به‌عنوان پشتیبان ایمن برای رفتن و یا بیرون آمدن از محیط حین کار، همچنین برای موقعیت‌گیری‌کار و یا عملیات امداد و نجات.

سازه موقت: به بناهایی گفته می‌شود که برای یک دوره زمانی کمتر از ۵ سال به‌منظور تأمین دفاتر اداری یا فنی، اسکان موقت کارکنان، انبار موقت یا کارگاه موقت احداث می‌گردد و در پایان عملیات پروژه جمع آوری می‌گردد.

سامانه توقف سقوط (متوقف‌کننده سقوط)[۴]: سامانه‌ای که به‌منظور توقف سقوط از ارتفاع، به حداقل رساندن نیروهای توقف سقوط، کنترل کل مسافت سقوط در برخورد با زمین یا موانع دیگر و نگهداشتن مناسب فرد سقوط‌کرده در حالت پس از سقوط طراحی شده است.

سامانه محدود کننده (جلوگیری از) سقوط[۵]: در سامانه محدودکننده، برای جلوگیری از سقوط، حرکت (جابجایی) کاربر را محدود می‌کنند به عبارتی از ورود کاربر به محدوده دارای خطر سقوط جلوگیری می‌کنند، لذا در این سیستم اصولاً سقوطی حادث نمی‌شود.

شخص صاحب صلاحیت[۶]: شخص صاحب صلاحیت، شخصی حقیقی یا حقوقی است با تجربه و دانش علمی و عملی و مهارت لازم که حسب مورد، پروانه اشتغال یا مجوز فعالیت خود را از مرجع صاحب صلاحیت (بیان شده در بند فوق) دریافت کرده و توانایی ارائه خدمات تخصصی در حوزه صلاحیت مربوط را دارد و می‌تواند نسبت به انجام کار محول شده

۱- حدود مجاز مواجهه شغلی توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مشخص می‌شود.

2- Thermoluminescent Dosimeter(TDL)

3- Rope access

۴- Fall arrest system

5- Restraint system

6- Competent person

یا مسئولیت پذیرفته شده اقدام کند. در موارد خاص که برای تخصصی، مرجع صاحب صلاحیت (و دستگاه صادر کننده مجوز صلاحیت) وجود ندارد، تعیین شاخص‌های تایید صلاحیت، بر عهده دستگاه نظارت خواهد بود.

علائم: تابلوهای علائم و برچسب‌های ایمنی ابزاری هستند برای پیشگیری از حوادث، آسیب‌ها یا بیماری‌های ناگهانی و غیرمترقبه برای کارگران یا افرادی که در معرض آسیب یا شرایط، خطرناک محیط کارگاه قرار می‌گیرند.

علائم ایمنی حرکات دست: این علائم برای هدایت جابه‌جایی وسایل نقلیه و دستگاه‌هایی چون جرثقیل که ممکن است خطرساز باشند به‌کار می‌روند.

علائم صوتی ایمنی: پیام‌هایی شنیداری که انتشار آن‌ها با فرکانس ثابت یا متغیر صدا انجام می‌شود برای اینکه علائم صوتی در فواصل طولانی‌تر قابل شنیدن باشد (مانند آژیر خطر).

فضای بسته[1]: فضای محدودی است که به‌طور کامل یا نسبی محصور شده و ورود و خروج در آن به سختی انجام می‌شود و تهویه طبیعی به درستی انجام نمی‌گیرد. فضاهای بسته به‌اندازه‌ای جا دارند که امکان حضور فرد شاغل در آن وجود دارد، ولی برای کارهای طولانی مدت (مداوم) برای نیروی انسانی طراحی نشده‌اند و امکان آسیب رساندن در آن وجود دارد.

کار در ارتفاع: هر کار یا فعالیتی که موقعیت انجام آن، در ارتفاع بیش از ۱٫۲ متر نسبت به سطح مبنا انجام گیرد.

لوکس: واحد شدت نور بوده و عبارت است از شدت روشنایی یک شمع در فاصله یک متر از سطح.

مجوز انجام کار (پرمیت)[2]: مجوز یا پروانه انجام کار (مجوز ایمنی)، سازوکار و ابزاری کنترلی برای ارزیابی مخاطرات قبل از انجام کار و کنترل عملیات اجرایی حین انجام کار با هدف ایمن سازی محیط کار و پیشگیری از بروز حوادث به‌ویژه در فعالیت‌های با ریسک بالا و همچنین فعالیت‌های خلاف رویه عادی در کارگاه است. مجوز کار یا پرمیت یک اظهارنامه رسمی است که توسط مسئول مربوط (دستگاه نظارت یا شخص مسئول در ساختار سازمانی پیمانکار) صادر می‌شود و شروع عملیات منوط به صدور آن است.

مدیریت ریسک[3]: مدیریت ریسک عبارت است از شناسایی مخاطرات احتمالی، ارزیابی ریسک‌هایی که ممکن است از مخاطرات فوق به‌وجود آیند، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در مورد اقدامات کنترلی به منظور اجتناب یا کاهش سطح ریسک‌ها، اجرای اقدامات کنترلی، مشاهده و بازبینی موثر بودن اقدامات و مستندسازی آن‌ها. مسئولیت پیمانکار مدیریت ریسک در حوزه عمل کارگاه ساختمانی و وظیفه مهندس مشاور نظارت بر حسن اجرای برنامه مدیریت ریسک پروژه است.

مراجعِ صاحب صلاحیت: مرجع صاحب صلاحیت مرجعی است که طبق قانون، صلاحیت تدوین، تصویب یا ابلاغ ضوابط و مقررات مشخصی و صدور پروانه فعالیت حرفه‌ای را دارد. به‌صورت عمومی در ساختار دستگاه‌های حاکمیتی کشور، سازمان‌های ذیل در زمینه‌های مرتبط با محتوای این فصل فعالیت دارند:

الف- ایمنی و حفاظت فنی حین کار؛ وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و شورایعالی حفاظت فنی

1- Confined Space
2- Work Permit (WP)
3- Risk management

ب- سلامت (بهداشت) حرفه‌ای؛ وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (مرکز سلامت محیط و کار)

پ- محیط زیست؛ سازمان حفاظت محیط زیست و شورایعالی محیط زیست

ث- حفاظت در برابر اشعه؛ سازمان انرژی اتمی

ج- استاندارد مصالح، تجهیزات و ماشین آلات؛ سازمان ملی استاندارد

چ- مهارت کارگران و اپراتورهای ماشین آلات؛ سازمان فنی و حرفه‌ای

ح- مقابله با حریق و آتش سوزی؛ سازمان خدمات ایمنی و آتش نشانی

خ- صدور مجوز تردد ماشین آلات عمرانی؛ اداره راهنمایی و رانندگی

د- صدور پروانه ساخت و ساز در محیط‌های شهری؛ شهرداری محل پروژه

در صورت ابهام پیمانکار، دستگاه نظارت موظف به تدقیق مرجع صاحب صلاحیت (که در بندهای این فصل بدان اشاره شده)، بر اساس ضوابط و قوانین جاری در کشور خواهد بود.

معابر مجاور کارگاه: معابر مجاور کارگاه عبارتند از مسیرهای تردد پیاده‌روها و خودروها که در مجاورت محدوده‌کارگاه (حصارهای پیرامونی کارگاه) در محیط‌های شهری و غیرشهری قرار گرفته‌اند.

منطقه کاری: به ناحیه‌ای اطلاق می‌شود که عملیات اجرایی و کار با ماشین‌آلات عمرانی یا بدون آن‌ها در آن انجام می‌شود.

وسیله حفاظت فردی[1]: وسیله‌ای است فردی برای حذف تماس مستقیم با عوامل زیان‌آور محیط کار و تقلیل اثرات مخاطره آمیز در محل کار.

1- PPE(Personal Protective Equipment)

۲-۲- ضوابط عمومی محیط کار

۲-۲-۱- ارزیابی ریسک و تهیه HSE پلان

پیمانکار مکلف است با بهره‌گیری از شخص صاحب صلاحیت، در حیطه وظایف و مسئولیت خود نسبت به شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات و عوامل زیان‌آور فعالیت‌ها و اقدامات مرتبط با کارگاه ساختمانی در طول مدت اجرای پروژه اقدام نموده و براساس اولویت‌های حاصل شده از فرایند ارزیابی ریسک مربوط، برنامه‌ها و دستورالعمل‌های لازم و اقدامات پیش‌گیرانه مناسب برای حذف مخاطرات و کنترل خطرات و عوامل زیان‌آور احتمالی محل‌های کار را به مورد اجرا گذارد؛ به عبارت دیگر مدیریت ریسک را به‌عمل آورد.

۲-۲-۲- حصارکشی

۲-۲-۲-۱- کارگاه ساختمانی باید به‌طور مطمئن و ایمن محصور شده و از ورود افراد متفرقه و غیرمسئول به داخل آن جلوگیری به‌عمل آید. نصب تابلوها و علائم هشداردهنده قابل رویت در شب و روز، در اطراف کارگاه ساختمانی ضروری است.

۲-۲-۲-۲- ارتفاع حصار حفاظتی موقت نباید از کف معبر عمومی و یا فضای مجاور آن کمتر از ۱/۹ متر باشد. حصار حفاظتی موقت باید در فواصل حداکثر ۲ متر دارای پایه‌های قائم بوده و ساختمان و اجزای آن باید فاقد اجزا و یا گوشه‌های تیز و برنده باشد، تا در صورت تماس و یا برخورد عابرین و یا کارگران با حصار برای آن‌ها حادثه‌ای به‌وجود نیاید.[۱]

۲-۲-۲-۳- غیر از پرسنل شاغل در کارگاه، باید از ورود افراد دیگری بدون اجازه به کارگاه ساختمانی جلوگیری به عمل آید. در صورتی‌که ورود اشخاص دیگری ضرورت داشته باشد (از جمله بازدید نمایندگان کارفرما و خریداران و ...) باید ضمن کسب مجوز ورود از مدیریت کارگاه، مهمانان در بدو ورود نسبت به خطرات محیط کار توجیه شده و از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با نوع خطرات در هنگام تردد در کارگاه استفاده نمایند. در زمان حضور مهمانان و بازدیدکنندگان در کارگاه، همراهی شخص صاحب صلاحیت، با گروه بازدید کننده ضروری است.

۲-۲-۲-۴- برای پیش‌گیری از بروز خطرهایی که نمی‌توان به طریقی دیگر ایمنی در برابر آن‌ها را تضمین نمود یا برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه به محوطه محصور شده (منطقه خطر)، همچنین برای حفظ علائم نصب شده، باید مراقب یا مراقبینی در تمام طول روز و شب به‌کار گمارده شوند.

۱- دستگاه نظارت موظف است تا نقشه های ارائه شده توسط پیمانکار برای حصار حفاظتی را با توجه به ضوابط و مقررات «آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها (حفاظت از و سایل نقلیه و تامین ایمنی عابران پیاده)»، ضابطه شماره ۱۳۹ دفتر نظام فنی- اجرایی سازمان برنامه و بودجه، کنترل نموده و ا صلاحات مورد نیاز را به پیمانکار ابلاغ نماید.

۲-۲-۳- جلوگیری از سقوط مواد و اشیا

۲-۲-۳-۱- راهرو سرپوشیده موقت

الف- راهرو سرپوشیده موقت باید در موارد زیر در امتداد معبر عمومی مجاور کارگاه ساختمانی نصب گردد:

الف-۱- چنانچه فاصله ساختمان دردست تخریب از معبر عمومی کمتر از ۴۰ درصد ارتفاع اولیه آن باشد.

الف-۲- در صورتی‌که فاصله ساختمان دردست احداث یا تعمیر و بازسازی کمتر از ۲۵ درصد ارتفاع نهایی آن باشد.

الف-۳- در مواردی‌که فاصله ساختمان در دست تخریب، احداث یا تعمیر و بازسازی از معابر عمومی بیش از حد نصاب‌های مقرر در بند الف-۱ باشد، اما با توجه به شرایط و مقتضیات خاص، به نظر دستگاه نظارت یا مرجع صاحب صلاحیت، راهرو سرپوشیده موقت ضروری تشخیص داده شود.

ب- راهروهای سرپوشیده موقت باید دارای شرایط زیر باشند:

ب-۱- ارتفاع راهرو سرپوشیده نباید کمتر از ۲٫۵ متر و عرض آن نیز نباید کمتر از ۱٫۵ متر و یا عرض پیاده‌روی موجود باشد.

ب-۲- راهرو باید فاقد هرگونه مانع بوده و دارای نور کافی (اعم از طبیعی یا مصنوعی) در تمام اوقات باشد.

ب-۳- سقف راهرو باید توانایی تحمل حداقل ۷۰۰ کیلوگرم بر مترمربع فشار (بار مرده و بار زنده) را داشته باشد. به علاوه سایر قسمت‌های آن نیز باید تحمل بار وارده و فشار مذکور را داشته باشد. در صورت نیاز به مقاومت بیشتر از ۷۰۰ کیلوگرم بر مترمربع، سقف راهرو و سایر قسمت‌های آن باید بر اساس ضوابط و تایید دستگاه نظارت، توانایی تحمل هرگونه ریزش و سقوط احتمالی اشیا و مصالح ساختمانی را داشته باشد.

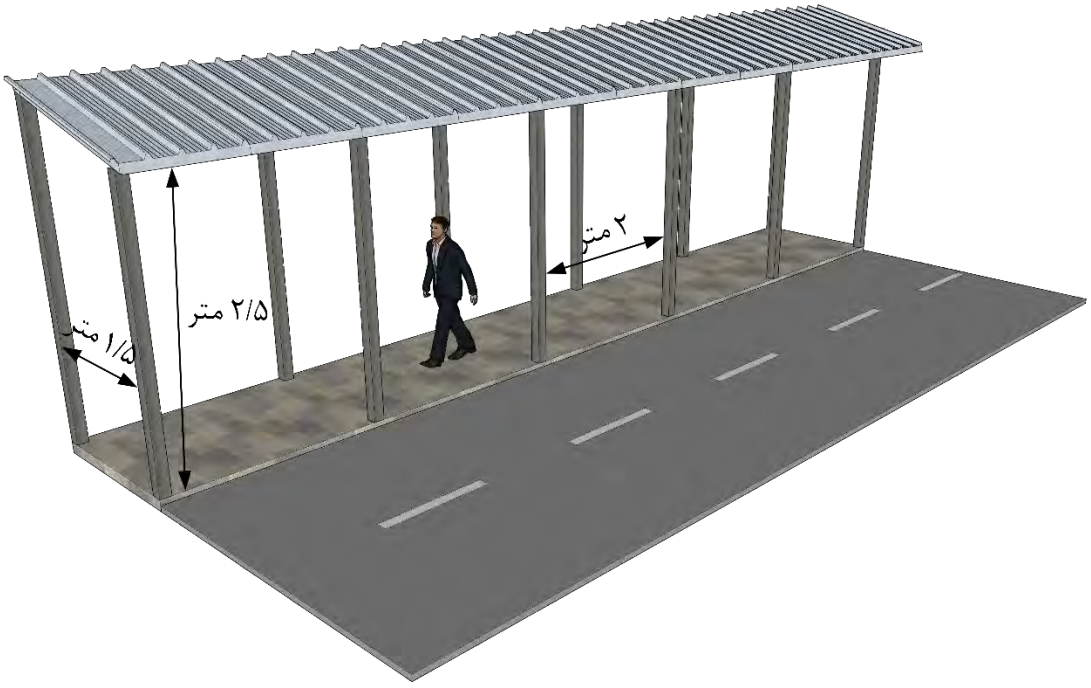
ب-۴- لبه‌های بیرونی سقف راهرو باید دارای دیواره شیب‌داری از چوب یا فولاد مقاوم به ارتفاع حداقل ۱ متر باشد. زاویه این حفاظ باید نسبت به سقف حداقل ۳۰ و حداکثر ۴۵ درجه به طرف خارج اختیار شود.

ب-۵- در صورت استفاده از تخته‌های چوبی در سقف راهرو، باید ضخامت آن‌ها حداقل ۵۰ میلی‌متر بوده و به ترتیبی در کنار هم قرار گیرند که از ریزش مصالح ساختمانی به داخل راهرو جلوگیری به‌عمل آید. استفاده از مصالح غیرمقاوم مانند توری سیمی، گونی و از این قبیل ممنوع است. در هر صورت باید تدابیری اتخاذ شود تا از ریزش هرگونه ابزار، مواد و مصالح، آب و ضایعات از سقف و دیواره بیرونی راهروی سرپوشیده، جلوگیری به‌عمل آید.

ب-۶- در صورتی‌که راهرو دارای درهای جانبی برای ورود و خروج مصالح و نخاله‌های ساختمانی و غیره باشد، این درها باید همواره بسته باشند، مگر آنکه مراقبت کافی از آن‌ها در صورت باز بودن به‌عمل آید.

ب-۷- اطراف راهروی سرپوشیده موقت که در مجاورت کارگاه ساختمانی یا پرتگاه قراردارد باید دارای حفاظ یا نرده‌ای مطابق بند ۲-۶-۱-۱ باشد. نرده حفاظتی راهروهای سرپوشیده موقتی که در معابر عمومی احداث می‌شوند

باید فاقد لبه‌های تیز و برنده باشد و برای جلوگیری از تردد و عبور کودکان از لابلای نرده‌ها و بالانرفتن از آن‌ها، نرده‌های میانی، باید عمودی اجرا شده و فاصله بین آن‌ها حداکثر ۱۱ سانتیمتر باشد.



شکل ۲-۱- راهرو سرپوشیده موقت

۲-۲-۳-۲- سقف موقت

چنانچه قبل از اجرای سقف‌های دائم، یا در زمان تخریب ساختمان، نیاز به ایجاد سکوی کار در محل باشد، باید از الوارهایی با ضخامت ۵ و عرض ۲۵ سانتیمتر که در کنار هم محکم به یکدیگر بسته و متصل شده باشند، استفاده شود. فاصله تکیه‌گاه تخته‌ها (دهانه تخته گذاری) نباید بیش از ۲/۴ متر باشد.

۲-۲-۳-۳- سرپوش حفاظتی

برای جلوگیری از سقوط مصالح ساختمانی و ابزار کار بر روی خودروهای عبوری، تاسیسات عمومی مجاور، عابران و شاغلان کارگاه ساختمانی (اعم از در دست تخریب، احداث و یا تعمیر و بازسازی)، باید یک سرپوش حفاظتی با عرض و استحکام کافی از شبکه فلزی یا از جنس الوار چوبی با شرایط زیر در دیواره اطراف مکان مورد نظر نصب شود.

الف- دستگاه نظارت اثرات وزن نخاله‌ها و مواد ریخته شده و وزش باد بر روی سرپوش‌های حفاظتی و نقشه‌های ارائه شده توسط پیمانکار را بررسی نموده و در صورت نیاز اقدامات اصلاحی را به پیمانکار ابلاغ نماید. سرپوش حفاظتی باید با توجه به ارتفاع و وضعیت ساختمان چنان طراحی و ساخته شود که در اثر ریزش مصالح و ابزار کار بر روی آن هیچ‌گونه خطری متوجه افراد، تجهیزات و مستحدثاتی که در زیر آن قرار دارند، نشود. در صورت استفاده از شبکه‌های فلزی به

عنوان حفاظ باید سطح چشمی‌های شبکه مذکور، حداکثر ۱۱ سانتیمتر مربع باشند. استفاده از مصالحی مانند گونی، توری سیمی و سایر مصالح فاقد مقاومت در سرپوش‌های حفاظتی مجاز نمی‌باشد.

ب- زاویه سرپوش حفاظتی نسبت به سطح افقی باید بین ۳۰ تا ۴۵ درجه به سوی ساختمان باشد.

پ- ضایعات و نخاله‌های مصالح انباشته شده بر روی سرپوش‌های حفاظتی باید در فواصل زمانی مشخص به روش ایمن تخلیه شوند تا در اثر سنگینی وزن، به‌ویژه در زمان بارش برف، باعث آسیب‌دیدگی سرپوش و ریزش نخاله‌های انباشته بر روی آن به پایین نشوند.

ت- برای جلوگیری از ریزش مصالح و ابزار و همچنین حفظ محیط زیست و زیبایی منظر شهر، باید جداره خارجی ساختمان در دست احداث با استفاده از پرده‌های برزنتی یا پلاستیکی مقاوم پوشانده شود. نحوه اجرا و مصالح به‌کار رفته باید به‌گونه‌ای باشد که به‌هنگام وزش باد، سطح بادگیر ایجاد نشود. علاوه بر آن باید پرتگاه‌ها قبل از اجرای پوشش جداره خارجی، حفاظ‌گذاری شده و برای پیشگیری از سقوط کارگران ایمن سازی شده باشد.

شکل ۲-۲- سرپوش حفاظتی

۲-۲-۳-۴- پاخورهای حفاظتی

در مواردی که احتمال سقوط و ریزش مصالح و ابزار کار از روی جایگاه‌ها و سکوهای کار یا لبه پرتگاه‌ها و دهانه‌های باز وجود داشته باشد، برای جلوگیری از لغزش و ریزش این موارد، اقدام به نصب پاخور چوبی (حفاظ موقت قرنیز شکل) به ضخامت حداقل ۲/۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۵ سانتیمتر بر روی سطح بستر می‌شود. در صورت استفاده از ورق فولادی، لبه‌های آن نباید تیز و برنده باشد. شماتیک پاخورهای حفاظتی در شکل ۲-۲ ملاحظه می‌شود.

۲-۲-۴- روشنایی

۲-۲-۴-۱- محوطه‌های محل رفت و آمد و کار شاغلان و خودروهای در تردد در کارگاه، باید دارای روشنایی مناسب و کافی باشد و در صورت ناکافی بودن نور طبیعی، روشنایی باید به روش مصنوعی تامین شود.

۲-۲-۴-۲- روشنایی باید به‌طور کلی یکنواخت بوده و از جهات مختلف بتابد تا از ایجاد سایه‌های تند جلوگیری شده و باعث خیره شدن چشم نشود.

۲-۲-۴-۳- منابع تأمین روشنایی مصنوعی نباید طوری نصب شوند که خود باعث ایجاد مخاطراتی در محیط کار شوند و باید استانداردها و ضوابط فنی در نصب و اجرای آن‌ها رعایت شود.

۲-۲-۴-۴- میزان نور و روشنایی در محیط‌های کار باید مطابق با جدول ۲-۱ تامین شود.

جدول ۲-۱- میزان نور و روشنایی در محیط‌های کاری

فعالیت کاری	لوکس
فضاهای عمومی با محیط تاریک	۲۰ - ۵۰
گذرگاه‌ها و راهروهای کارهای موقت	۵۰-۱۰۰
فضاهای کاری برای کارهای هر از چند گاهی	۱۰۰ -۲۰۰

۲-۲-۴-۵- به منظور تأمین روشنایی در مواقع قطع برق در محیط کارگاه، باید سیستم روشنایی اضطراری مناسب با منبع تولید نیرو و سیم‌کشی مستقل از شبکه عمومی و حداقل شدت روشنایی ۱۰ لوکس فراهم شود.

۲-۲-۵- انبار کردن مواد، مصالح و تجهیزات

انبارکردن مواد، مصالح و تجهیزات ساختمانی باید با رعایت موارد ذیل صورت گیرد:

۲-۲-۵-۱- مصالح، کالاها و تجهیزات پروژه باید طوری در داخل انبارها و یا کارگاه گذارده شوند که عبور و مرور کارگران و تردد وسایل نقلیه به راحتی ممکن باشد و ضمناً مواد مزبور باید طوری چیده شوند که خطر سقوط و بروز سوانح وجود نداشته باشد.

۲-۲-۵-۲- انبارهای روباز باید در برابر رطوبت، ریزش باران و باد و طوفان و انتشار آلاینده‌ها در محیط محافظت شوند.

۲-۲-۵-۳- در ساختمان انبارهای موقت سرپوشیده در کارگاه باید موارد ذیل لحاظ شود:

الف- تمام تأسیسات و اماکن کارگاهی که به منظور انبار کردن مصالح به‌کار می‌روند، باید دارای پایداری لازم در مقابل نیروهای وارده (ثقلی و جانبی) باشند. دیوارها، سقف و کف انبار باید از مصالح مقاوم و مناسب ساخته شده باشد.

ب- از انباشتن مصالح ساختمانی بیش از حد مجاز طراحی روی سقف‌های اجرا شده و یا سقف‌های موقف، همچنین در مجاورت تیغه‌ها و دیوارهای کم عرض باید خودداری شود.

پ- درب انبارها باید از جنس فلز و سطح داخلی آن صاف و بدون شکاف بوده و بازشوی آن رو به خارج باشد.

۲-۲-۵-۴- محل استراحت و خوابگاه کارگران نباید در داخل محوطه انبار کارگاه قرار داشته باشد.

۲-۲-۵-۵- برداشتن مصالح انبار شده توسط کارگر باید از بالاترین قسمت شروع شود و از کشیدن و برداشتن آن‌ها از قسمت‌های تحتانی که باعث ریزش و ایجاد حادثه می‌شود، خودداری شود.

۲-۲-۵-۶- اگر روکش‌های پشم‌های معدنی کاغذی باشد قابلیت اشتعال دارند؛ لذا باید مراقبت‌های لازم برای پیشگیری از حریق در انبارکردن این مواد صورت پذیرد.

۲-۲-۵-۷- تخته‌های فوم پلیمری باید به‌دور از هرگونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگ‌ها، حلال‌ها یا زباله‌های قابل اشتعال) نگهداری شوند. محل انبارش فوم‌ها درکارگاه ساختمانی باید به‌گونه‌ای باشد که از احتمال ریزش یا تماس براده‌های داغ یا جرقه‌های ناشی از جوشکاری یا هرگونه جسم داغ دیگر با آن‌ها پیش‌گیری شود. محل انبار اصلی در حد امکان باید دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هرگونه شعله یا حریق احتمالی جلوگیری شود. توصیه می‌شود که از انبارکردن تخته‌های فوم پلیمری با حجم بیش از ۶۰ مترمکعب خودداری شود. در صورت نیاز به انبارکردن احجام بیش از ۶۰ مترمکعب، تخته‌ها باید به قسمت‌های با حجم حداکثر ۶۰ مترمکعب تقسیم شوند و بین هر دو قسمت حداقل ۲۰ متر فاصله وجود داشته باشد. کلیه کارگران و کارکنان باید نسبت به عدم استفاده از هر گونه شعله و نیز عدم استعمال سیگار در مجاورت محل نگهداری تخته‌ها توجیه شوند و نصب تابلوی «استعمال دخانیات ممنوع» در مجاورت محل انبارش فوم‌ها الزامی است. سایر تدابیر پیشگیری از حریق باید مطابق با بند ۲-۴ به‌عمل آید.

۲-۲-۵-۸- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال از قبیل مواد سوختنی، روغن، رنگ، تینر، چسب، کاغذ دیواری، چوب، گونی و مانند آن باید با رعایت بند ۲-۴ صورت گیرد.

۲-۲-۵-۹- انبارهای حاوی مصالح و مواد قابل اشتعال در کارگاه باید مجهز به کلیدها، فیوزها و سایر ادوات و وسایل الکتریکی از نوع ضدجرقه و ضدشعله و به وسایل تهویه طبیعی و در صورت لزوم تهویه مصنوعی ضد شعله باشد. همچنین در محل انبارهای موقت، باید تجهیزات خاموش کننده قابل حمل، متناسب با نوع آتش احتمالی مطابق بند ۲-۴-۶ موجود و در دسترس باشد. خاموش کننده‌های آتش نباید در فاصله بیش از ۳۰ متری از هم نصب شده باشند.

۲-۲-۵-۱۰- مواد سمی، خطرناک و دارای قابلیت اشتعال، باید دارای برگه اطلاعات ایمنی بوده و برچسب‌ها و علائم هشداردهنده بر روی محفظه آن‌ها نصب شده باشد.

۲-۲-۵-۱۱- تمام قسمت‌های انبار باید عاری از تجمع هرگونه مواد قابل احتراق (آتش‌زا) غیرضروری باشد و مواد زائد باید از محل برچیده شوند یک دستورالعمل منظم برای تمیز کردن و کنترل محوطه باید تهیه و به‌کارگرفته شود.

۲-۲-۵-۱۲- با توجه به اینکه تنفس گرد و غبار سیمان می‌تواند برای شاغلان کارگاه و مجاورین مشکل‌زا باشد، از پراکنده شدن ذرات سیمان در هوا با تدابیر مختلف جلوگیری نمود. لذا در تخلیه و جابجایی سیمان‌های بسته بندی شده لازم است اقدامات لازم برای جلوگیری از پاره شدن کیسه‌های سیمان به‌عمل آورده شود و در صورت پاره شدن آن، بلافاصله سیمان ریخته شده از محوطه کارگاه جمع‌آوری شده و درکیسه‌های سربسته نگهداری شود. همچنین باید تدابیر حفاظتی لازم برای جلوگیری از تماس پوست و چشم کارگران با سیمان حین تخلیه و بارگیری سیمان در انبار به‌عمل آورده شود.

۲-۲-۵-۱۳- آجر و سفال نباید با بیش از ۲ متر ارتفاع انباشته شود و اطراف آن برای جلوگیری از ریزش، به‌ویژه در محیط‌های شهری، باید با موانع مناسب محصور شود.

۲-۲-۵-۱۴- در نگهداری شن و ماسه در محوطه کارگاه به‌ویژه در معابر عمومی، ضروری است روی مصالح انباشته شده با پارچه‌های برزنتی پوشانده شود تا پراکنده شدن ذرات گرد و غبار حاوی سیلیس در محیط به حداقل برسد.

۲-۲-۵-۱۵- انبار شن و ماسه و سنگ باید مرتباً مورد بازدید قرار گیرد تا روند برداشتن، موجبات ریزش آن‌ها را بر روی کارگران و ایجاد حادثه فراهم نکند.

۲-۲-۵-۱۶- از انباشتن مصالحی از قبیل شن، ماسه، خاک و غیره، در کنار دیوارها و تیغه‌ها تا حد امکان باید خودداری شود. هم چنین در صورت انباشتن مصالح مذکور در کنار دیوارها، باید به ترتیبی عمل شود که فشار بیش از حد به دیوارها وارد نشود. دستگاه نظارت باید میزان فشار جانبی مصالح بر روی دیوار را کنترل نموده و در صورت نیاز، اقدامات اصلاحی را به پیمانکار ابلاغ نماید. دستگاه نظارت باید با توجه به شرایط خاک و عمق خاکبرداری و سایر شرایط محیطی، نحوه دپوی مصالح را کنترل نموده و در صورت نیاز، اقدامات اصلاحی را به پیمانکار ابلاغ نماید.

۲-۲-۵-۱۷- از انبار کردن و انباشتن مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه‌های گودبرداری، دهانه چاه‌ها، گودال‌ها، کانال ها، پرتگاه‌ها و نظایر آن‌ها باید جلوگیری به عمل آید.

۲-۲-۵-۱۸- تخته‌ها و الوارها باید به‌گونه‌ای به دیوار تکیه داده شود که احتمال سقوط و لغزش آن‌ها وجود نداشته باشد. الوارها باید روی چوب‌های عرضی قرار داده شوند، به‌طوری که کاملاً روی زمین قرار نگیرند و چنانچه ارتفاع الوارهای انبار شده از ۱ متر تجاوز کند، در هر ۱ متر ارتفاع، باید الوارهای عرضی بین ردیف‌ها قرار داده شود. همچنین انبارداری چوب‌ها نباید به‌گونه‌ای باشد که باعث پوسیدگی آن شود.

۲-۲-۵-۱۹- تخته‌های نئوپان و موارد مشابه باید به‌صورت افقی بر روی زمین قرار داده شوند و در صورتی‌که لازم است به‌طور عمودی قرار گیرند، باید از تکیه‌گاه‌های مطمئن مانند خرک استفاده شود. دیواری که برای تکیه دادن تخته‌ها و الوارها استفاده می‌شود باید استقامت و استحکام کافی متناسب با بار وارده را داشته باشد.

۲-۲-۵-۲۰- آهن‌آلات و لوله‌های فلزی باید، طوری روی هم انباشته شوند که امکان غلتیدن آن‌ها و ایجاد حادثه وجود نداشته باشد.

۲-۲-۵-۲۱- ورق‌های فلزی باید به‌طور افقی روی هم قرار گرفته و ارتفاع آن از ۱ متر تجاوز ننماید.

۲-۲-۵-۲۲- به کارگرانی که با اشیاء و مواد برنده از قبیل ورق‌های فلزی و جام‌های شیشه و خُرده‌شیشه و غیره کار می‌کنند باید دستکش‌های متناسب با نوع کار داده شود. همچنین تمام کارگرانی که در تخلیه و بارگیری مصالح فعالیت دارند باید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب از جمله کفش، کلاه ایمنی، لباس کار، دستکش، ماسک تنفسی مطابق بخش ۲-۱۰ استفاده نمایند.

۲-۲-۶- تخلیه و بارگیری وسایل نقلیه موتوری

در بارگیری و تخلیه مصالح توسط وسایل نقلیه موتوری ویژه حمل و جابجایی مصالح ساختمانی باید موارد بیان شده در بند ۲-۷-۴ و ۵ رعایت شود.

۲-۲-۷- ایمنی معابر مجاور کارگاه

۲-۲-۷-۱- مسدود یا محدود نمودن موقعیت پیاده‌روها و سایر معابر و فضاهای عمومی از طریق قرار دادن و انبار کردن وسایل کار، مصالح ساختمانی و نخاله‌های ساختمانی مجاز نیست و چنانچه انجام این امر برای مدت موقت و معین[۱] اجتناب ناپذیر باشد، باید با شرایط زیر اقدام شود.

الف- اخذ مجوز لازم از مرجع صاحب صلاحیت[۲].

ب- عدم بروز مخاطره برای عابران، خودروها، تأسیسات عمومی، بناها و درختان مجاور کارگاه ساختمانی در انتخاب مکان و نحوه قرار دادن، چیدن یا ریختن وسایل و مصالح در معابر.

پ- فراهم بودن دسترسی سریع به تاسیسات و تجهیزات شهری از قبیل آب و برق و گاز، فاضلاب، شیرهای آتش‌نشانی برای امداد گران.

ت- کور نکردن میدان دید و فراهم بودن امکان رویت علائم راهنمایی و رانندگی برای رانندگان.

ث- گماردن یک یا چند نگهبان با پرچم اعلام خطر در فواصل مناسب.

ج- قرار دادن نرده‌های حفاظتی متحرک در فاصله مناسب از محوطه خطر و نصب چراغ‌های چشمک‌زن یا سایر علائم هشداردهنده.

چ- نصب وسایل کنترل مسیر و همچنین تابلوها و علایم هشدار دهنده با قابلیت رویت در شب و روز از فاصله مناسب.

ح- مراقبت کافی به منظور جلوگیری از لغزش، فرو ریختن یا ریزش احتمالی مصالح.

خ- انجام اقدامات مقتضی برای جلوگیری از انتشار آلاینده‌های محیطی از قبیل گرد و غبار، پخش شدن مصالح و نخاله‌های انباشته شده.

د- انجام تدابیر حفاظتی برای جلوگیری از پرتاب اشیاء و ابزار و نخاله‌ها بر روی معابر یا کارگران شاغل در کارگاه مطابق بند ۲-۲-۳-۳

ذ- تامین راه عبور موقت در محل مناسب در صورت محدود یا مسدود شدن راه عبور عمومی و نصب علائم هشداردهنده با تأیید مرجع صاحب صلاحیت.

۱- تفسیر مدت موقت و معین بودن فعالیت یا موضوع بر عهده دستگاه نظارت است.

۲- در محیط‌های شهری، نیاز به اخذ تاییدیه از شهرداری است. در محیط‌های غیر شهری با توجه به موقعیت محل پروژه، تعیین مرجع صاحب صلاحیت با توجه به ضوابط و دستگاه مسئول در حوزه جغرافیایی محل پروژه، بر عهده دستگاه نظارت است.

ر- قراردادن پل موقت عبور عابر پیاده با مقاومت و ایستایی لازم، با عرض حداقل ۱٫۵ متر یا عرض پیاده‌رو و با نرده حفاظتی مناسب بر روی محل‌های حفاری شده در معابر عمومی با اخذ تاییدیه مرجع صاحب صلاحیت.

ز- تعبیه پل موقت با مقاومت کافی و عرض مناسب برای عبور خودروها با تایید شخص صاحب صلاحیت بر روی محل‌های حفاری شده در مسیر تردد خودروها.

۲-۲-۷-۲- بیرون‌زدگی هر یک از اجزای سازه‌های موقت از قبیل حصار حفاظتی موقت کارگاه، سرپوش حفاظتی و داربست از محدوده بنای در دست ساخت ممنوع است مگر با رعایت شرایط زیر:

الف- فاصله عمودی بیرون‌زدگی از روی سطح پیاده‌رو نباید کمتر از ۲٫۵ متر و از روی سطح سواره‌رو کمتر از ۴٫۵ متر باشد.

ب- در مواردی که پایه‌های داربست در معابر عمومی قرار گیرد، باید با استفاده از وسایل موثر از جابه‌جا شدن و حرکت پایه‌های آن جلوگیری شود. همچنین باید دور پایه‌ها با مصالح ضربه‌گیر با قابلیت دید در شب به‌صورت مناسبی پوشانده شود تا در صورتی‌که عابران در حین عبور و مرور با آن برخورد کنند دچار صدمه یا آسیب نشوند.

پ- درها و پنجره‌ها نباید از داخل کارگاه به سمت گذر عمومی باز شوند.

ت- از روی معابر و فضاهای عمومی و خصوصی مجاور کارگاه ساختمانی نباید هیچ باری به‌وسیله دستگاه‌های بالابر عبور داده شود و چنانچه انجام این کار اجتناب‌ناپذیر باشد، باید با کسب مجوز از مرجع صاحب صلاحیت و کسب رضایت صاحب‌نفعان املاک مجاور مطابق بند ۲-۸-۴ انجام شود. حین انجام عملیات باربرداری باید تمهیدات ایمنی لازم به‌عمل آید، به‌گونه‌ای که این معابر و فضاها با استفاده از وسایل مناسب، محصور، محدود و یا مسدود شده، همچنین علائم هشداردهنده موثر از قبیل تابلوها، پرچم‌های مخصوص یا چراغ‌های چشمک‌زن مطابق بخش ۲-۱۱ به‌کار برده شود.

۲-۲-۸- آراستگی

۲-۲-۸-۱- برای پیشگیری از بروز حوادثی چون سقوط اشیا و افراد، لیز خوردن، برخورد با موانع، آتش‌سوزی و مانند آن، حفظ نظم و ترتیب و آراستگی کارگاه باید به‌درستی انجام شود.

۲-۲-۸-۲- باید تدابیر لازم در زمینه جمع‌آوری سیم‌ها، کابل‌ها، تجهیزات، وسایل و ابزارهای کار بعد از اتمام کار روزانه و قراردادن آن‌ها در جعبه ابزار یا محل‌های مشخص که حتی المقدور قفسه‌بندی و دسته‌بندی شده، به‌عمل آورده شود.

۲-۲-۸-۳- باید دستورالعمل‌های لازم برای نظافت محیط‌های کاری در کارگاه، جمع‌آوری نخاله‌ها و ضایعات در فواصل زمانی کوتاه و ترجیحاً روزانه و تفکیک آن‌ها با هدف سهولت بازیافت و استفاده مجدد از آن‌ها، بارگیری و تخلیه از کارگاه به‌طور مرتب به‌عمل آورده شود. جارو و نظافت کردن محل‌های کار تا جایی که امکان دارد باید در فواصل نوبت‌های کاری انجام شده و به ترتیبی صورت گیرد که از انتشار گرد و غبار جلوگیری شود.

۲-۲-۸-۴- رسیدگی به وضعیت تاسیسات بهداشتی و نظافت و گندزدایی مرتب آن‌ها بر اساس یک برنامه زمانی و مسئول مشخص در کارگاه باید مطابق بخش ۲-۹ به‌عمل آورده شود.

۲-۲-۸-۵- برای کاهش و پیشگیری از سقوط اشیا و حوادث مرتبط، پاکسازی، تخلیه و برداشتن ضایعات، نخاله‌ها و ابزارهای دستی و تجهیزات بنایی و ساختمانی از لبه پرتگاه‌ها و راه‌پله‌ها هنگام فعالیت یا پس از پایان کار روزانه ضروری است.

۲-۲-۸-۶- تمام اشیاء تیز و برنده باید از سطح محوطه باز و طبقات و راه‌ها و مسیرهای دسترسی جمع‌آوری و در بخش مشخصی از کارگاه نگهداری شود تا از ترکیدگی لاستیک ماشین آلات، وسایل چرخ‌دار و رفتن به داخل پای کارگران جلوگیری شود.

۲-۲-۹- قفل کردن و برچسب زدن[1]

در صورت نیاز به تعمیر، تعویض یا جابجایی تجهیزات، وسایل و ماشین آلاتی چون ابزارهای دستی و برقی، داربست، بالابر سیار، جایگاه کار معلق (آویزان)، جرثقیل برجی، الکتروموتورها و مانند آن، باید با نصب علامت، برچسب یا تابلوهای مشخصی با عباراتی چون «غیر قابل استفاده»، «در دست تعمیر»، «خارج از سرویس» و مانند آن، هشدارهای لازم به بهره‌برداران از آن‌ها داده شود تا در صورت استفاده دچار حادثه نشوند. در مواردی که نیاز به قرنطینه سازی و یا محدود کردن منطقه‌ای باشد، باید با نوارهای هشدار دهنده یا موانع، مسیر را مسدود کرد.

شکل ۲-۳- قفل کردن و برچسب زدن

۲-۲-۱۰- مجوز کار (مجوز ایمنی)

۲-۲-۱۰- ۱- قبل از شروع عملیات ساختمانی باید پروانه‌ها و مجوزهای لازم به منظور اجرای عملیات ساختمانی، تخلیه و انبار کردن مصالح و تجهیزات، پارک ماشین‌آلات ساختمانی در پیاده‌روها، خیابان‌ها و سایر فضاهای عمومی، استفاده از تسهیلات عمومی و همچنین کار در شب از مرجع صاحب صلاحیت اخذ شود.

۲-۲-۱۰-۲- برای انجام فعایت‌های پرخطر و دارای ریسک بالا از قبیل کار گرم (جوشکاری و برشکاری و...)، کار در

1- Lockout/ Tagout

فضای بسته، کار در ارتفاع، برپایی و برچیدن داربست، برپایی و برچیدن جرثقیل برجی، باربرداری، عملیات تخریب، حفاری، امور نگهداری و تعمیرات جزیی و اساسی ماشین‌آلات برقی، بالابرها، ماشین‌آلات عمرانی و مانند آن، باید مجوز (پروانه) کار از دستگاه نظارت در کارگاه اخذ شده و کلیه هماهنگی‌های پیشگیرانه لازم توسط شخص صاحب صلاحیت به عمل آمده باشد.

۲-۲-۱۰-۳- عملیات قطع یا جابجایی انشعاب آب، برق، گاز و سایر تاسیسات زیربنایی که در اجرای عملیات ساختمانی از جمله تخریب و گودبرداری ضرورت می‌یابد، باید توسط سازمان‌های مسئول و با لحاظ ضوابط ایمنی انجام شود.

۲-۲-۱۰-۴- پیمانکار موظف است تمام نقشه‌ها و مشخصات فنی (از نظر ایستایی) وسایل و سازه‌های حفاظتی از قبیل راهرو سرپوشیده موقت، حصارحفاظتی موقت، توقفگاه و گذرگاه وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی و همچنین شمع‌ها، سپرها، پایه‌های پل‌ها، حفاظ‌ها و دست‌اندازها و وسایل و تجهیزاتی از این قبیل را قبل از ساخت، نصب و به کارگیری به تأیید دستگاه نظارت و در صورت نیاز، به تأیید مرجع صاحب صلاحیت[1] نیز برساند.

۲-۲-۱۰-۵- پیمانکار نباید به کارگری اجازه دهد خارج از ساعت عادی کار، به‌تنهایی مشغول به‌کار باشد. در صورت انجام کار در ساعت غیرعادی، باید روشنایی کافی، امکان برقراری ارتباط و نیز تمام خدمات مورد نیاز کارگران فراهم شود.

۲-۲-۱۰-۶- هرگونه قطع یا جابجایی درختان ممنوع بوده و منوط به کسب مجوز از مرجع صاحب صلاحیت[2] است.

۲-۲-۱۱- شرایط اضطراری

۲-۲-۱۱-۱- باید دستورالعمل اجرایی در وضعیت بحرانی و خطرناک با توجه به نوع کار، شرایط محیطی و موقعیت پروژه و مسئولیت‌های پرسنل شاغل تدوین شود تا به موقع در جهت واکنش به شرایط اضطراری به اجرا گذاشته شود. همچنین باید در زمینه توجیه و آموزش پرسنل در زمینه نحوه اجرای دستورالعمل‌های یادشده اقدامات لازم به‌عمل آورده شود.

۲-۲-۱۱-۲- در کارگاه ساختمانی باید مکان‌های خاصی به نام فضای امن با علائم و تابلوهای مربوط مشخص شود تا در مواقع بروز خطر، کارگران در آن محل‌ها تجمع یابند. ضمناً مسیرهای منتهی به فضاهای امن باید علامت‌گذاری و کارگران در زمینه نحوه دسترسی به این فضاهای امن توجیه شده باشند.

۲-۲-۱۱-۳- در کارگاه باید یک خط تلفن اضطراری یا بی‌سیم برای خبردهی به مراکز امدادرسان مانند آتش‌نشانی و اورژانس و... هنگام بحران یا بروز آتش سوزی فراهم باشد.

۲-۲-۱۱-۴- ساختمان و محوطه کارگاه باید به آژیر اعلام خطر و چراغ‌های اضطراری گردان برای استفاده در شرایط بحرانی مجهز باشد.

۱- در کارگاه‌های پروژه های واقع در محیط های شهری، نقشه‌های مذکور باید به تایید شهرداری نیز برسد.

۲- در محیط‌های شهری، نیاز به اخذ تاییدیه از شهرداری است. در محیط‌های غیر شهری با توجه به موقعیت محل پروژه، تعیین مرجع صاحب صلاحیت با توجه به ضوابط و دستگاه مسئول در حوزه جغرافیایی محل پروژه، بر عهده دستگاه نظارت است.

۲-۲-۱۲- ساختمان موقت کارگاه

۲-۲-۱۲-۱- کلیه مستحدثات کارگاه ساختمانی از قبیل ساختمان اداری، انبار مصالح، اقامتگاه‌های پرسنل، راه‌های ارتباطی به کارگاه و مانند آن که مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید در برابر نیروهای وارده مقاوم و مستحکم باشند. پیمانکار موظف است خلاصه محاسبات فنی ضمیمه نقشه‌های تسلیمی به دستگاه نظارت در زمان تجهیزکارگاه و تغییرات آن در طول پروژه را مستند و در آرشیو مدارک نگهداری نماید.

۲-۲-۱۲-۲- در جانمایی و تجهیزکارگاه باید بررسی‌های لازم از طریق استعلام از دستگاه‌های ذی‌ربط به‌عمل آید تا تاسیسات و ساختمان‌های موقت در مسیر جاری شدن سیلاب نباشند. همچنین وضعیت بادخیزی و طوفان‌های غالب و میزان تأثیر آن‌ها بر تاسیسات و ساختمان‌های کارگاه باید ارزیابی شود و تمهیدات لازم برای ایمنی آن‌ها در نظر گرفته شود. در تجهیز کارگاه در مناطق کوهستانی باید محل تجهیز کارگاه در محدوده سقوط بهمن قرار نداشته باشد.

۲-۲-۱۲-۳- در تمام قسمت‌هایی از کارگاه که از سطح زمین یا کف طبقات ارتفاع داشته باشند باید راه دسترسی مناسب نظیر پلکان و نرده حفاظتی، نردبان و نظایر آن تعبیه شود. پلکان‌ها و نقاط مشابه که لغزندگی آن‌ها مخاطرات بیشتری نسبت به سایر مکان‌ها ایجاد می‌کند باید از مصالح غیرلغزنده ساخته شود. سطوح برف‌گیر و یخ‌زننده پلکان‌ها، معابر پیاده، راهروهای سر باز و نظایر آن باید به‌صورت مرتب از برف و یخ پاک شده و یا با مصالحی ساخته شوند که مانع از هرگونه یخ‌زدگی این سطوح شود.

الف- پلکان و سکوهایی که از مصالح مشبک ساخته شده‌اند ابعاد چشمه‌های آن نباید از ۱۱ میلی‌متر تجاوز کند تا اشیا متفرقه امکان سقوط از آن را نداشته باشند.

ب- ساختمان کارگاه‌های موقت، پیش‌ساخته، کانکس‌ها و نظایر آن باید مجهز به سیستم اتصال مؤثر زمین و تجهیزات اطفای حریق متناسب با ابعاد فضا باشد.

پ- قرار گرفتن کانکس‌ها در لبه پرتگاه‌ها از جمله لبه گودها ممنوع بوده و باید با توجه به وضعیت و مشخصات خاک محل، با فاصله ایمن از لبه گودها و پرتگاه‌ها مستقر گردند.

۲-۲-۱۳- ایمنی محوطه و معابر تردد در داخل کارگاه

۲-۲-۱۳-۱- محوطه‌های باز، محل‌های تردد پرسنل کارگاه، مسیرهای حمل‌ونقل مصالح و تجهیزات باید حتی المقدور صاف، هموار و عاری از هرگونه برآمدگی و یا فرورفتگی و لغزندگی باشد.

۲-۲-۱۳-۲- تمام دهانه‌های باز در محوطه باز کارگاه اعم از محل‌های تأسیسات زیرزمینی، منهول‌ها، چاه‌ها، چاله‌ها و گودال‌ها و نظایر آن باید به‌وسیله مصالح مقاوم از قبیل تخته‌های چوبی، دریچه‌های فلزی یا نرده‌های حفاظتی مناسب مسدود یا محفوظ گردند.

۲-۲-۱۴- راه شیب‌دار و گذرگاه

۲-۲-۱۴-۱- راه شیب‌دار در کارگاه ساختمانی برای عبور و مرور افراد و حمل‌ونقل وسایل، تجهیزات و مصالح ساختمانی باید دارای زاویه حداکثر ۱۱٫۵ درجه (شیب ۲۰ درصد) باشد. راه‌های شیب‌دار و گذرگاه‌هایی که فقط برای عبور افراد ایجاد می‌شوند، باید دارای حداقل ۰٫۶ متر عرض باشند.

الف- راه شیب‌دار و گذرگاه باید دارای استحکام و مقاومت کافی بوده و دارای ضریب ایمنی بارگذاری حداقل ۲٫۵ نسبت به حداکثر بارهای وارده باشد. در صورت استفاده از تخته چوبی برای پوشش کف، ضخامت آن نباید از ۵ سانتیمتر کمتر باشد. در اطراف باز راه‌های شیب‌دار و معابر که احتمال سقوط آزاد را در بردارد، باید نرده حفاظتی مطابق بند ۲-۶-۱-۱ نصب شود.

ب- راه شیب‌دار و گذرگاهی که علاوه بر افراد، برای عبور گاری، چرخ دستی و یا فرغون نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید دارای حداقل ۱ متر عرض و حداکثر ۱۸ درصد شیب (زاویه حدود ۱۰ درجه) و سطح هموار باشد. فاصله عمودی بین پاگردهای متوالی سطح شیب‌دار نباید بیش از ۳٫۵ متر باشد.

پ- عرض راه شیب‌دار و معابری که برای حمل و جابجایی وسایل سنگین یا وسایل نقلیه استفاده می‌شوند، نباید کمتر از ۳٫۵ متر باشد و در طرفین آن باید موانع محکم و مناسب نصب شود. عرض راه شیب‌دار که در گودبرداری‌ها ایجاد می‌شود باید حداقل ۴ متر بوده و جداره‌های آن نیز به نحو مقتضی پایدار شود.

۲-۲-۱۵- راه‌پله موقت

در زمان احداث ساختمان تا زمان اجرای رمپ و پاگرد پله‌های دائمی، برای حمل مصالح، رفت‌وآمد کارگران و دسترسی به زیرزمین و طبقات، باید حداقل یک راه‌پله موقت نصب شود و در تمام مدتی که عملیات ساختمانی ادامه دارد، به دقت از آن محافظت و نگهداری شود. پله‌های راه‌پله موقت باید ضمن استحکام در مقابل بارهای وارده، با رعایت موارد زیر نصب شود:

۲-۲-۱۵-۱- پله‌های موقت باید دارای ابعاد یکسان بوده و عرض آن‌ها حداقل ۱ متر، پهنای کف آن‌ها حداقل ۲۸۰ میلی‌متر، ارتفاع آن‌ها حداقل ۱۴۰ میلی‌متر و حداکثر ۲۲۰ میلی‌متر باشد.

الف- از چوب، فلز، بتن و نظایر آن طوری ساخته شود که ضمن جلوگیری از لغزش و سقوط افراد، دارای استحکام و مقاومت کافی بوده و ضریب ایمنی بارگذاری آن حداقل ۲٫۵ نسبت به حداکثر بارهای وارده باشد.

ب- اطراف باز راه‌پله‌های موقت باید بلافاصله بعد از برپایی و نصب، با حفاظ مناسب مطابق بند ۲-۶-۱-۱ محافظت شود.

۲-۲-۱۶- راه‌های دسترسی موقت

در احداث راه موقت برای تردد ماشین آلات و وسایل نقلیه و بهره‌برداری از آن در محوطه کارگاه، برای تامین ایمنی ماشین آلات و شاغلان کارگاهی، باید اقدامات ذیل به‌عمل آورده شود:

۲-۲-۱۶-۱- باید قبل از شروع عملیات عمرانی نسبت به طراحی و احداث ایمن راه‌های دسترسی و اصلی کارگاه براساس اصول فنی و مهندسی اقدام شود. باید تابلوها، علایم و نشانه‌های ایمنی و هشدار دهنده در مسیرهای خطرناک و نا ایمن براساس بخش ۲-۱۱ و ضوابط راهنمایی و رانندگی در مسیرهای دسترسی به کارگاه‌ها نصب شود. همچنین ضروری است محدودیت‌های سرعت مجاز وسایل نقلیه (اعم از ماشین آلات کارگاهی و عبوری) در سطح کارگاه مطابق با ضوابط مرجع صاحب صلاحیت[1] تعیین شده و نسبت به درج تابلوهای محدودیت سرعت اقدام شود.

۲-۲-۱۶-۲- در احداث مسیرهای دسترسی موارد ذیل باید مدنظر قرار گیرد:

الف- در نظرگرفتن مشخصات وسایل نقلیه عبوری برای زیرسازی و انتخاب مصالح مناسب برای سطح راه

ب-کم کردن نیاز به دور زدن و اجتناب از لبه‌های تیز، خم و کنج‌ها

پ- شیب‌بندی مناسب برای تخلیه آب ناشی از بارندگی با زهکشی مناسب

ت- نصب علایم ایمنی هشداردهنده و آگاه کننده برای عابرین و وسایل نقلیه

ث-تأمین روشنایی محوطه به تعداد لازم و کافی

ج- تخصیص پیاده رو مخصوص عابرین پیاده

چ- تعمیر و نگهداری راه (عدم وجود برآمدگی و فرورفتگی)

۲-۲-۱۶-۳- در زمان خاکبرداری و جابه‌جایی مصالح ساختمانی، باید راه‌های ورود و خروج مطمئن، بی‌خطر و مناسب ایجاد شود. برای مقابله با خطرهای ناشی از حرکت وسایل یاد شده، لازم است علائم و وسایل هشداردهنده مناسب، مخصوصاً در موقع حرکت به سمت عقب نصب شوند.

۲-۲-۱۶-۴- ایجاد موانع مستحکم در اطراف پرتگاه‌ها برای جلوگیری از ورود چرخ‌های ماشین آلات به منطقه خطر الزامی است. خاکریز اطمینان[2]، بلوک‌های ضربه‌گیر، قلاب‌های ایمنی، یا وسایل سد کننده مشابه دیگر را باید در مکان‌های خطرناک که خطر سقوط و واژگونی ماشین آلات وجود دارد، ایجاد یا نصب کرد.

۲-۲-۱۷- حفاظ‌های ایمنی ترافیکی

مشخصات فنی علایم و نشانه‌ها و حفاظ‌های ایمنی ترافیکی باید مطابق موارد ذیل باشد:

الف- از جنس مقاوم و مناسب تهیه شده باشد.

ب- ابعاد و اندازه آن باید کافی و برای دید در روز از روشنایی و انعکاس مناسبی برخوردار باشد.

پ- ابعاد و اندازه علائم و نشانه‌ها باید مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی و ملی باشد.

ت- در حفاظ‌های ترافیکی باید از نوار شبرنگ استاندارد و مناسب استفاده شده باشد.

۱- وزارت راه و شهرسازی و راهنمایی و رانندگی

2- Berm

ث- حداقل و حداکثر ارتفاع حفاظ‌های ترافیکی برای عابرین پیاده باید ۱۱۵ و ۱۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

ج - حداقل پهنای نوار شبرنگ روی حفاظ‌ها باید ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

چ - حداقل ارتفاع نصب اولین نوار شبرنگ از سطح زمین روی حفاظ ترافیکی برای عابرین باید ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۲-۳- جوشکاری و برشکاری

۲-۳-۱- مشخصات عمومی

۲-۳-۱-۱- تمام دستگاه‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری و برشکاری به‌کار برده می‌شوند، باید به‌طور مرتب و بر اساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده مورد بازدید، آزمایش و دقت سنجی قرار گرفته و در صورت وجود نقص و یا فرسودگی، تعمیر و یا از فرآیند کار خارج گردند.

۲-۳-۱-۲- تمام دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید در مکانی نگهداری و انبار شوند که از صدمات فیزیکی و شیمیایی محافظت شوند.

۲-۳-۱-۳- تمام دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید به‌طور کاملاً ایمن نصب و بهره‌برداری شود. وضعیت ایستائی دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید به‌گونه‌ای باشد که از هرگونه حرکت اتفاقی جلوگیری به عمل آید.

۲-۳-۱-۴- انجام عملیات جوشکاری و برشکاری منوط به اخذ مجوز انجام کار مطابق بند ۲-۲-۱۰ است. در مجوز انجام کار باید حداقل اطلاعات ضروری از قبیل نوع فرایند، مخاطرات شغلی، اقدامات کنترلی و مدت زمان انجام کار ذکر شود.

۲-۳-۱-۵- برای انجام عملیات جوشکاری یا برشکاری در ارتفاع، رعایت اصول ایمنی به‌منظور جلوگیری از برق‌گرفتگی و سقوط افراد و اشیا الزامی است.

۲-۳-۱-۶- روش انجام عملیات جوشکاری و برشکاری باید به‌گونه‌ای باشد که علاوه بر فرد جوشکار یا برشکار، خطری برای سایرین در بر نداشته باشد. قبل از شروع عملیات جوشکاری یا برشکاری حرارتی، باید تمام وسایل و ابزارهای اندازه‌گیری فشار، شدت جریان و نظایر آن و همچنین شیلنگ‌های گاز و هوا کنترل شوند. دستگاه‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری و برشکاری به‌کار برده می‌شود باید به‌طور مرتب و براساس دستورالعمل کارخانه سازنده مورد بازرسی و کنترل قرار گیرند. بر روی کلیهٔ دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید مشخصات فنی درج شده باشد.

۲-۳-۱-۷- کارگران جوشکار و برشکار باید هنگام کار، لباس کار مقاوم در برابر آتش و جرقه بر تن داشته و نیز مجهز به سایر وسایل حفاظت فردی از جمله کفش، عینک، نقاب و دستکش ساق‌دار حفاظتی مطابق شرایط مندرج در بخش ۲-۱۰ باشند. همچنین لباس‌کار جوشکاران باید عاری از مواد روغنی، نفتی و سایر مواد قابل احتراق و اشتعال باشد.

۲-۳-۱-۸- فیلتر و پوشش بیرونی در سپرهای حفاظتی دستی و نصب شده روی کلاه ایمنی و عینک حفاظتی که برای حفاظت چشم و صورت جوشکار در برابر پرتوهای مضر فرابنفش و فروسرخ هنگام جوشکاری و برشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید در مقابل پاشش مواد مذاب و ذرات سرباره، سایش و خردشدن موضعی، مقاوم بوده و از جنس شیشه یا پلاستیک شفاف نسوز باشد.

۲-۳-۱-۹- اقدامات کنترلی باید به نحوی انجام گیرد تا از انتشار آلاینده‌های ناشی از عملیات جوشکاری و برشکاری به سایر قسمت‌های کارگاه جلوگیری به عمل آید.

۲-۳-۱-۱۰- در مکان‌هایی که مواد قابل احتراق و اشتعال نگهداری می‌شود و یا در نزدیکی مواد یا دستگاه‌هایی که بخار و یا گازهای قابل اشتعال و قابل انفجار ایجاد می‌کنند، باید از عملیات جوشکاری و برشکاری حرارتی جلوگیری به عمل آید.

۲-۳-۱-۱۱- در مواردی که امکان دور کردن مواد قابل احتراق و اشتعال از محوطه جوشکاری و برشکاری حرارتی وجود ندارد، برای جلوگیری از خطرات احتمالی باید این مواد با صفحات و مواد مقاوم در برابر آتش محصور و پوشانده شده و ضمن فراهم آوردن وسایل اطفای حریق مناسب و کافی، یک فرد کمکی نیز در محل حاضر باشد.

۲-۳-۱-۱۲- هرگونه درز یا شکاف، حفره و پنجره‌های باز و یا شکسته در کف و دیواره‌های محل جوشکاری یا برشکاری باید به‌طور مناسب پوشیده یا بسته‌شود تا خطر ریزش یا پاشش ذرات ناشی از جوشکاری و برشکاری به طبقات زیرین و یا واحدهای مجاور از بین برود.

۲-۳-۱-۱۳- در پایان هر شیفت کاری عملیات جوشکاری و برشکاری، باید اطراف محل کار بازرسی و فقط پس از اطمینان از عدم وجود جرقه، شعله و یا سرباره داغ، کارگران محل کار را ترک کنند.

۲-۳-۱-۱۴- قبل از شروع عملیات جوشکاری و برشکاری در فضاهای بسته و محدود باید از تهویهٔ مناسب محیط کار اطمینان حاصل شود. در مکان‌هایی که تأمین سیستم تهویه مناسب امکان‌پذیر نمی‌باشد، استفاده از تجهیزات مستقل تنفسی الزامی است. لوله‌های مورد استفاده برای تهویهٔ گازهای خروجی ناشی از جوشکاری و برشکاری در فضاهای بسته و محدود باید از مواد غیرقابل اشتعال ساخته شده باشد.

۲-۳-۱-۱۵- در مواقعی که جوشکاری روی فلزات دارای پوشش قلع، روی و نظایر آن صورت می‌گیرد، باید سریعاً دود و گازهای ناشی از جوشکاری به طریق مناسب و موثر به خارج از محل کار هدایت شوند.

۲-۳-۱-۱۶- سیلندرهای گاز و دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری باید همواره خارج از فضاهای بسته قرار گرفته باشند.

۲-۳-۱-۱۷- عملیات جوشکاری یا برشکاری حرارتی بر روی ظروف و مخازن خالی که قبلاً حاوی مواد قابل اشتعال و انفجار بوده و یا محتویات آن شناخته شده نیست، ممنوع بوده و حتی نباید به‌عنوان تکیه‌گاه و زیرپایی مورد استفاده قرار گیرند. جوشکاری و برشکاری بر روی این‌گونه ظروف در صورتی مجاز است که ابتدا داخل آن به‌طور کامل به‌وسیله بخار یا مواد موثر دیگر شستشو شده و دریچه‌های آن کاملاً باز باشد و یا قسمتی از حجم آن با آب پر شود.

۲-۳-۱-۱۸- به‌طورکلی هیچ نوع ظرف بسته، حتی اگر عاری از مواد قابل اشتعال و انفجار باشد، نباید جوشکاری یا برشکاری حرارتی شود، مگر آنکه از قبل منفذی در آن ایجاد شود.

۲-۳-۱-۱۹- در پایان کار و مواقعی که عملیات جوشکاری و برشکاری انجام نمی‌گیرد باید دستگاه‌ها از منابع اصلی برق یا گاز جدا شوند.

۲-۳-۱-۲۰- تجهیزات جوشکاری و برشکاری که در فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از شرایط نامساعد جوی به‌طور ایمن محافظت گردند.

۲-۳-۱-۲۱- به‌دلیل احتمال وجود برخی مواد مضر در روپوش و یا وجود آزبست، جوشکاران باید از تماس مستقیم پوست دست و بدن خود با پوشش روی الکترودها خودداری کنند.

۲-۳-۱-۲۲- انجام کلیهٔ عملیات چربی‌زدایی یا تمیزکاری با هیدروکربن‌های کلردار هنگام جوشکاری، برشکاری و فرآیندهای مرتبط ممنوع است.

۲-۳-۱-۲۳- قراردادن الکترود در جیب لباس کار ممنوع است. برای نگهداری الکترود باید از کیف مخصوص این‌کار استفاده شود.

۲-۳-۱-۲۴- جوشکار باید با استفاده از ماسک تنفسی، از استنشاق گازهای مضر و فیوم ناشی از جوشکاری پرهیز کند. در فعالیت‌هایی مانند آهنگری در کارگاه که سروصدای زیادی دارد باید از تجهیزات حفاظتی گوش استفاده شود. باید با استفاده از تدابیر مناسب، جلوی آسیب به بدن در حین جوشکاری گرفته شود.

۲-۳-۲- جوشکاری و برشکاری با گاز

۲-۳-۲-۱- شیلنگ و اتصالات رابط باید استاندارد بوده و فاقد نشتی، پوسیدگی، ترک و یا هر نوع نقص دیگری باشد. برای اتصال شیلنگ به سیلندرها باید از بست استاندارد استفاده شود و از به‌کارگیری سیم به جای بست خودداری شود. اتصالات و مهره‌های اتصال باید قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرند و در صورت وجود هرگونه عیب یا نشتی، تعویض گردند. تمام محل‌های اتصال از سیلندر گاز تا مشعل را باید قبل از روشن نمودن مشعل با کف صابون مورد آزمایش نشتی قرار داد. استفاده از اتصالات مسی در عملیات جوشکاری و برشکاری با گاز استیلن مجاز نیست.

۲-۳-۲-۲- شیر سیلندرها باید با دست و بدون استفاده از چکش و آچار باز شود و در صورت لزوم از آچارهای مخصوص استفاده شود.

۲-۳-۲-۳- سیلندرهایی که مورد استفاده نباشند، باید طوری در فضای آزاد خارج از بنا قرار داده شوند که از تابش مستقیم نور خورشید یا درجه حرارت بالا و نیز وارد آمدن ضربه، محافظت شوند. محل نگهداری و ذخیره‌سازی سیلندرهای گاز باید ضد آتش و مجهز به سیستم تهویه ایمن و تجهیزات اطفای حریق مناسب باشد.

۲-۳-۲-۴- سیلندرها نباید از هیچ ارتفاعی به پایین پرتاب شوند. برای بالا بردن و پایین آوردن آن‌ها، باید از کلاف‌های مخصوص استفاده شود. جابجایی سیلندرهای گاز با اهرم کردن شیر یا سرپوش حفاظتی آن ممنوع می‌باشد.

۲-۳-۲-۵- سیلندرها باید از محل جوشکاری و برشکاری فاصله کافی داشته باشند به‌طوری که جرقه، براده یا شعله به آن‌ها نرسد. در صورتی‌که این امر امکان‌پذیر نباشد باید از موانع ضد آتش استفاده شود. سیلـندرهای گاز بـاید دور از مواد قابل اشتعال و انفجار نگهداری و استفاده شود.

۲-۳-۲-۶- به منظور پیشگیری از خطر اشتعال و انفجار سیلندرهای گاز اکسیژن، باید از آلودگی شیرآلات و اتصالات تمام دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری گازی به روغن و گریس خودداری شود.

۲-۳-۲-۷- سیلندرهای گاز باید به‌طور قائم و مطمئن در جای خود محکم گردند تا از افتادن احتمالی آن‌ها جلوگیری شود. کلاهک (سرپوش) حفاظتی شیرهای آن‌ها باید به‌جز در هنگام استفاده، بسته باشند. بهره‌برداری از سیلندرهای گاز فقط به صورت ایستاده مجاز است و به‌هیچ‌عنوان نباید در حالت افقی یا وارونه از گاز داخل آن برای عملیات جوشکاری و برشکاری استفاده شود.

۲-۳-۲-۸- چنانچه سیلندرها دارای نشت گاز باشند، باید بلافاصله از محل کار دور و در فضای باز و کاملاً دور از شعله یا جرقه یا منابع حرارت‌زا، به آهستگی و به تدریج تخلیه شوند. باید از به‌کار بردن سیلندری که شیر آن نسبت به بدنه تغییر وضعیت داشته باشد، خودداری شود.

۲-۳-۲-۹- در صورتی‌که نیاز به گرم کردن شیر یا سیلندر استیلن باشد، باید از آب گرم استفاده شود و استفاده از شعله مستقیم مجاز نمی‌باشد.

۲-۳-۲-۱۰- در هنگام تعویض مشعل برشکاری و جوشکاری، باید جریان گاز از طریق شیر و رگلاتور قطع شود. از روش‌های خطرناک و غیر ایمن از قبیل خم کردن شیلنگ برای انسداد آن باید خودداری شود. استفاده از سیلندر گاز بدون رگلاتور استاندارد ممنوع است.

۲-۳-۲-۱۱- برای روشن کردن مشعل برشکاری و جوشکاری باید از فندک یا شعله پیلوت (گیرانه) استفاده شود.

۲-۳-۲-۱۲- سیلندرهای اکسیژن و انواع گازها باید به‌صورت ادواری و براساس آیین‌نامه‌های حفاظتی و استانداردهای ملی توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازدید و آزمایش قرار گیرد.

۲-۳-۲-۱۳- پرکردن سیلندرهای اکسیژن و انواع گازها باید توسط مراکز مجاز و معتبر صورت پذیرد. کارخانجات و تولیدکنندگان سیلندرهای گاز و همچنین صنایع سیلندر پرکنی مکلف به درج نام شیمیایی و نام تجاری گاز بر روی بدنه

سیلندر بوده و استفاده از سیلندرهای گاز که نام شیمیائی و نام تجاری محتویات آن بر روی سیلندر درج نشده باشد، ممنوع است.

۲-۳-۲-۱۴- استفاده از سیلندرهای گاز که دارای آسیب‌دیدگی یا خوردگی بوده و یا در معرض آتش‌سوزی قرار داشته‌اند، ممنوع است.

۲-۳-۲-۱۵- سیلندر گاز پر یا خالی نباید به‌عنوان غلتک یا تکیه‌گاه استفاده شود. قراردادن اشیا بر روی انواع سیلندرهای گاز ممنوع است. سیلندرهای گاز پر و خالی و همچنین سیلندر انواع گازها باید جدا از یکدیگر و در محل ایمن نگهداری شوند.

۲-۳-۲-۱۶- رنگ شیلنگ‌ها باید مطابق با استاندارد شماره ۳۷۹۲ و رنگ بدنه سیلندرهای گاز باید براساس استاندارد شماره ۷۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.

۲-۳-۲-۱۷- استفاده از سیلندرهای گاز به‌عنوان بخشی از مدار الکتریکی جوشکاری قوس الکتریکی ممنوع است.

۲-۳-۲-۱۸- هریک از لوله‌هایی که گاز را از مولد یا سیلندر به مشعل‌های جوشکاری و برشکاری انتقال می‌دهد باید مجهز به شیر یکطرفهٔ فشاری باشد تا از برگشت گاز به مخزن جلوگیری شود.

۲-۳-۳- عملیات جوشکاری و برشکاری با برق

۲-۳-۳-۱- در هنگام انجام عملیات جوشکاری برقی در فضاهای بسته و مرطوب، دستگاه جوشکاری باید در خارج از محیط بسته قرار داشته باشد.

۲-۳-۳-۲- در موقعیت‌هایی که احتمال تماس بدن جوشکار با هادی‌های برق‌دار وجود دارد، باید اجزای هادی عایق‌بندی شود. پیچاندن کابل جوشکاری به دور اعضای بدن ممنوع است.

۲-۳-۳-۳-کلیهٔ تجهیزات جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی و مقاومتی ثابت یا سیار و همچنین قطعات کار باید متصل به سیستم اتصال به زمین مؤثر باشد. جایگاه‌های کار فلزی در هنگام عملیات جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی، باید نسبت به زمین عایق گردیده و یا به سیستم اتصال به زمین مؤثر، مجهز گردند.

۲-۳-۳-۴-تمام قسمت‌های برق‌دار دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی و مقاومتی و تابلوهای برق آن‌ها باید به‌منظور جلوگیری از تماس تصادفی، محافظت شود. استفاده از هر نوع هادی به‌جز کابل جوشکاری برای تکمیل مدار جوشکاری ممنوع است.

۲-۳-۳-۵- مقدار جریان مورد استفاده در دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید متناسب با نوع کار انتخاب شود.

۲-۳-۳-۶- کابل‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید از نوع انعطاف‌پذیر و متناسب با نوع کار باشد. کابل‌ها باید دارای روکش عایق محکم و مقاوم و فاقد هرگونه خوردگی و زدگی باشند و در حین کار در برابر هرگونه لهیدگی، قطع‌شدگی و وارد آمدن آسیب به پوشش عایق آن محافظت شوند.

۲-۳-۳-۷- قبل از جابجایی دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید نسبت به قطع کردن منبع برق آن‌ها اقدام شود.

۲-۳-۳-۸-گیره‌های الکترود باید مجهز به صفحات یا سپرهای حفاظتی باشد تا از دست کارگر در مقابل حرارت حاصل از قوس الکتریکی محافظت گردد.

۲-۳-۳-۹- در مکان‌های مرطوب که عملیات جوشکاری و برشکاری با قوس الکتریکی انجام می‌گیرد، استفاده از دستکش، لباس و کفش عایق الکتریسیته و دیگر وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار الزامی است.

۲-۳-۴- حفاظت و ایمنی در آزمون غیرمخرب جوش به روش پرتونگاری (رادیوگرافی)RT

اقدامات حفاظتی در برابر پرتو باید در سایت محل اجرای آزمون برای حفاظت از پرتوکاران و سایر افراد حاضر در کارگاه به شرح ذیل به‌عمل آورده شود.

۲-۳-۴-۱- برای انجام عملیات پرتونگاری جوش‌ها باید از پیمانکار دارای پروانه اشتغال از مرجع صاحب صلاحیت استفاده شود.

۲-۳-۴-۲- پیمانکار پرتونگاری باید دارای مسئول کارشناس فیزیک بهداشت باشد و نماینده مسئول فیزیک بهداشت در سایت باید معرفی شود تا بر نحوه تخصیص دزیمترهای فردی (TLD) به پرتوکاران و استفاده صحیح از آن‌ها اطمینان حاصل کند. هرگونه پرتوگیری بیش از ۴ میلی سیورت (Sv)[1] و هرگونه پرتوگیری غیرعادی پرتوکاران باید طبق ضوابط مرجع صاحب صلاحیت سریعاً مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲-۳-۴-۳- قبل از شروع عملیات پرتونگاری باید تمام تجهیزات پرتونگاری و سیستم‌های ایمنی مربوط بررسی و صحت عملکرد آن‌ها مطابق استانداردهای اعلام شده توسط مرجع صاحب صلاحیت کنترل شود.

۲-۳-۴-۴- قبل از شروع هرگونه فعالیت باید مجوز پرتونگاری (توسط مسئول فیزیک بهداشت پیمانکار پرتونگاری) صادر شود. به سایر پیمانکاران و کارگران اطراف محل پرتونگاری، باید قبل از شروع کار به روش‌های مناسب اطلاع رسانی شود تا نسبت به خطرات و اقدامات حفاظتی توجیه گردند.

۲-۳-۴-۵- تیم پرتونگاری باید پیش از شروع عملیات، مرزهای ناحیه کنترل‌شده (اطراف، بالا، پایین) را با موانع فیزیکی و طرق مقتضی مشخص و مسدود نموده و بر روی مرز، علائم هشداردهنده که بیانگر خطر پرتوگیری و ممنوعیت ورود افراد متفرقه باشد، نصب نماید. فواصل این مرزبندی باید به نحوی باشد که آهنگ دز بر روی مرزها از ۲۵ میکروسیورت

۱- سیورت، یکای SI در معادل (Dose Equivalent) در فیزیک پزشکی است.

بر ساعت تجاوز نکند. انجام عملیات پرتونگاری و فعالیت‌هایی چون نگهداری منابع پرتو، تعمیر تجهیزات، نقل و انتقال منابع پرتو، بدون تجهیز پرتوکاران و سایت به وسائل مونیتورینگ فردی و محیطی ممنوع است. هر یک از پرتونگاران باید دارای یک عدد دزیمتر فردی TLD، یک عدد دزیمتر فردی قرائت مستقیم و یک عدد دزیمتر هشداردهنده باشند. هر تیم پرتونگاری نیز باید دارای حداقل یک دزیمتر محیطی با دامنه اندازه‌گیری مناسب باشد.

۲-۳-۴-۶- اعضای تیم پرتونگاری باید قبل از شروع به عملیات پرتونگاری داخل ناحیه کنترل شده را کاملا بازرسی نمایند تا از عدم حضور افراد عادی در این ناحیه مطمئن گردند. همچنین باید در تمام مدت پرتونگاری، تردد افراد را به نحوی کنترل نمایند که از توقف بی‌مورد و ورود ناگهانی آن‌ها به ناحیه کنترل شده جلوگیری شود. در صورت بروز هرگونه نقص یا آسیب در تجهیزات پرتونگاری در خلال عملیات و یا ایجاد خرابی و اشکال در دزیمتر محیطی، باید عملیات پرتونگاری متوقف شود.

۲-۳-۴-۷- پرتوکاران باید دارای تاییدیه حفاظت در برابر اشعه از سازمان انرژی اتمی ایران بوده و حداقل سن آن‌ها ۱۸ سال باشد. پرتونگاران باید نسبت به وسائل پرتونگاری و نحوه استفاده از آن‌ها، قواعد کاری مصوب مرجع صاحب صلاحیت، دستورالعمل‌های شرایط اضطراری و روش‌های بازیابی و مهار چشمه، دستورالعمل حفاظت و ایمنی و دستورالعمل‌های مونیتورینگ فردی و محیطی آگاه و مسلط باشند. همچنین باید به‌طور منظم تحت آزمایش‌ها و معاینات پزشکی مربوط قرار گیرند.

۲-۳-۴-۸- تیم پرتونگاری باید حداقل متشکل از ۲ پرتونگار صاحب صلاحیت باشد. همواره یکی از دو پرتوکار موظف است تا از ورود افراد به ناحیه کنترل شده انجام عملیات پرتونگاری هنگامی که آهنگ دز در آن ۲۵ میکروسیورت بر ساعت و یا بالاتر است جلوگیری کند و با انتخاب و استفاده از یک دزیمتر محیطی مناسب، وضعیت آهنگ پرتو در مرز ناحیه کنترل شده و سایر مناطق را تحت نظارت داشته باشد. در صورت عدم امکان برقراری وضعیت ایمن، باید بلافاصله به تخلیه افراد از محیط اقدام شود.

۲-۳-۴-۹- پرتوکاران باید تجهیزات ایمنی در شرایط اضطراری شامل انواع محدودکننده‌های اشعه (کالیماتور) از جمله روپوش و جلیقه سربی، ساق بند سربی، دستکش سربی، عینک سربی، چندین کیسه ساچمه سربی یا ورق سربی، انبرهای بلند درسایزهای مختلف و کانتینر اضافی و خاموش کننده دستی پایه کف، گازکربنیک و مخزن خازن را در دسترس داشته باشد.

۲-۳-۴-۱۰- برای حمل مواد پرتوزا باید از خودروهای مخصوص که با نصب علایم هشداردهنده مشخص شده‌اند، استفاده شود.

۲-۳-۴-۱۱- دستورالعمل‌های مربوط به ایمنی پرتونگاری شامل دستورالعمل کنترل سوانح دوربین‌های حاوی چشمه‌های پرتونگاری، دستورالعمل آمادگی برای سوانح محتمل در عملیات پرتونگاری و ایمنی در شرایط اضطراری، دستورالعمل ایمنی و حفاظت در برابر پرتوهای یون‌ساز، دستورالعمل حمل‌ونقل دوربین‌های حاوی چشمه‌های پرتونگاری

با وسایل نقلیه و دستورالعمل مونیتورینگ فردی و محیطی تماماً به تایید مرجع صاحب صلاحیت (سازمان انرژی اتمی) برسد و تیم پرتونگاری نسبت به اجرای آن‌ها توجیه و مسلط باشد.

۲-۳-۴-۱۲- هر گونه جابجایی و استفاده از منبع (چشمه) باید با نظارت مسئول فیزیک بهداشت پیمانکار پرتو نگاری انجام شود.

۲-۳-۴-۱۳- در خاتمه هر پرتودهی و در پایان عملیات پرتونگاری باید با استفاده از یک دزیمنتر محیطی، میدان پرتو اندازه‌گیری شود و از برگشت چشمه به داخل کانتینر دوربین اطمینان حاصل شود. در هنگام برگرداندن دوربین به انبار محل نگهداری، باید از قفل بودن دوربین و صحت عملکرد سیستم‌های ایمنی و قفل، همچنین قرار گرفتن درپوش‌های ایمنی بر روی آن اطمینان حاصل نمود و با یک دزیمتر محیطی و اندازه‌گیری آهنگ دز از استقرار چشمه در داخل کانتینر دوربین در وضعیت ایمن مطمئن شد.

۲-۳-۴-۱۴- باید از طریق بازرسی دوره‌ای از حمل‌ونقل و انبارداری صحیح منابع پرتو (دوربین پرتونگاری) در طول عملیات اطمینان حاصل نمود.

۲-۳-۴-۱۵- تجهیزات مورد استفاده در عملیات پرتونگاری باید مورد بازرسی و کنترل‌های دوره‌ای قرار گیرد تا از صحت و عملکرد دقیق و کالیبره بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود.

۲-۳-۴-۱۶- تمام لباس‌های حفاظتی پرتوکاران باید به‌طور مستمر از نظر آلودگی به پرتو مورد رسیدگی قرار گرفته و لباس‌های آلوده به مواد رادیو اکتیو باید جدا از سایر لباس‌های کارگران شاغل در کارگاه نگهداری شده و به روش‌های مقتضی طبق ضوابط پاکسازی یا معدوم شود.

۲-۳-۴-۱۷- منابع آلوده به پرتو یا مشکوک به آلودگی اعم از تجهیزات و وسایل، لباس‌ها نباید در سایت کارگاه شسته شوند. همچنین باید نسبت به عدم آلودگی حیوانات یا پوشش‌های گیاهی که در معرض احتمالی تابش پرتو قرار می‌گیرند، باید اقدامات حفاظتی لازم اطمینان حاصل شود.

۲-۳-۴-۱۸- گزارش سوانح ایجاد شده در سایت در حین عملیات پرتونگاری صنعتی باید همراه با اقدامات کنترلی و حفاظتی به‌عمل‌آمده و مستندات نتایج ثبت شده توسط دزیمترهای فردی و محیطی در اسرع وقت به مرجع صاحب صلاحیت ارایه شود.

۲-۳-۵- حفاظت و ایمنی در آزمون غیر مخرب جوش به روش فراصوت (اولتراسونیک UT)

در صورت استفاده از تمیزکننده شیمیایی برای پاک کردن مواد موجود در سطح جوش و یا استفاده از برس سیمی، باید تجهیزات حفاظتی لازم در صورت مضر بودن ماده شیمیایی برای دستگاه تنفس یا تماس با پوست بدن و برای جلوگیری از ورود ذرات فلزی پراکنده در هوا در اثر برس‌زنی به داخل ریه و چشم، مطابق بخش ۲-۱۰ عمل شود.

۲-۴- پیشگیری از آتش سوزی و سوختگی

۲-۴-۱- مشخصات عمومی

۲-۴-۱-۱- در تمام محل‌هایی که خطر آتش‌سوزی وجود دارد از قبیل منطقه نگهداری مواد شیمیایی، انبار مصالح سوختنی، مواد قابل اشتعال و انفجار و مانند آن، استعمال دخانیات، روشن‌کردن آتش‌های روباز، روشن کردن وسایل روشنایی غیر محصور و وسایل گرمایشی غیر ایمن، وسایل روشنایی غیر محفوظ، همراه داشتن کبریت و اشیای مولد آتش و جرقه و هر نوع ماده دیگری که بتواند ایجاد انفجار و حریق نماید، یا فعالیت‌هایی مانند جوشکاری و برشکاری که جرقه‌های آتش‌زا به‌وجود می‌آورد، مطلقاً ممنوع است. در این نقاط ممنوعه باید تابلوهای هشداردهنده از قبیل «خطر آتش‌سوزی»، «سیگار نکشید» و «آتش روشن نکنید» و یا علایم قابل رویت دیگر نصب شوند.

۲-۴-۱-۲- هنگام انبارکردن مواد قابل اشتعال، باید فاصله ایمن از اطراف لامپ‌ها و چراغ‌ها تا مواد انبار شده رعایت شود. این فاصله باید حداقل ۱ متر برای چراغ‌های صنعتی و ۰/۵ متر برای چراغ‌های فلورسنت در نظر گرفته شود.

۲-۴-۱-۳- هنگام کار با مواد شیمیایی قابل اشتعال باید وسایل خاموش‌کننده آتش، مناسب با نوع مواد شیمیایی آماده و در دسترس باشد.

۲-۴-۱-۴- شعله‌های باز، مشعل، کبریت مشتعل، جرقه‌های برشکاری و جوشکاری، مواد گدازآور و مانند آن نباید در مجاورت دهانه‌های مجاری فاضلاب، خطوط اصلی گاز و مجاری مشابه قرار داده شوند.

۲-۴-۱-۵- در کلیه محل‌هایی که پسماندها و ضایعات مصالح قابل احتراق از قبیل الیاف و پارچه‌های آغشته به مواد نفتی و نظایر آن (گازوئیل، روغن، گریس و چسب و ...) همچنین پسماند و مواد دیگری که ممکن است به خودی خود آتش بگیرند (مانند ذغال چوب و خاکه آن)، باید به‌طور روزانه از محل کارگاه جمع‌آوری شده و در صندوق‌های فلزی سرپوش‌دار نگهداری شوند تا در فواصل زمانی منظم به محل‌های مجاز حمل شود. سوزاندن این مواد در محل کارگاه ساختمانی مجاز نیست.

۲-۴-۲- مایعات قابل اشتعال

در خصوص مایعات قابل اشتعال رعایت موارد زیر الزامی است:

۲-۴-۲-۱- رنگ‌ها، حلال‌ها و دیگر مایعات قابل اشتعال باید در مکان‌های خاص دور از حرارت، جرقه، تابش نور مستقیم خورشید و محل‌هایی که احتمال وقوع آتش سوزی دارد، نگهداری شوند.

۲-۴-۲-۲- مایعاتی که نقطه شعله‌زنی[۱] آن‌ها کمتر از ۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، باید بر روی سکوهای سیمانی،

۱- نقطه شعله زنی (Flash point): درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت، یک ماده سوختی مایع (یا در حال تبدیل به مایع) به اندازه کافی بخار شده و به محض نزدیک شدن شعله یا جرقه به آن باعث شعله‌ور شدن و شروع حریق می شود. با دور کردن منبع احتراق از محل، بخار فوق الذکر آتش نخواهد گرفت. موادی با نقطه شعله زنی کمتر از ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد، بسته به استانداردی که اعمال می شود قابل اشتعال و مایعاتی با نقطه شعله زنی بالای این دما قابل احتراق تلقی می گردند.

بتونی، آجری و یا جایگاه‌های فلزی نگهداری شوند و نباید آن‌ها را روی سطح زمین قرار داد مگر اینکه به‌صورت محدود در ظرف‌های کمتر از ۱۸ لیتر و داخل ظروف یا مخازن حفاظت شده نگهداری شوند.

۲-۴-۲-۳- قبل از سوختگیری باید موتور ماشین‌آلات ساختمانی خاموش شود و از ریختن مواد سوختنی روی اگزوز و قسمت‌های داغ موتور جلوگیری شود. خروجی و سرریز مخازن سوخت نباید در جایی تعبیه شده باشد که مواد مذکور روی موتور، اگزوز، تابلو برق، کلید برق، باطری و سایر منابع ایجاد جرقه، ریخته شود. همچنین باید تدابیر لازم برای جلوگیری از ورود سرریز این مواد به داخل معابر مجاور کارگاه، جوی‌های آب، منابع آب زیرزمینی و فضاهای سبز (درختان و پوشش‌های گیاهی) به‌عمل آورده شود.

۲-۴-۲-۴- در مکان‌هایی که بخار مایعات قابل اشتعال وجود دارد، نباید از وسایلی که تولید جرقه یا شعله می‌کند، از قبیل کبریت، فندک، سیگار، پیلوت گاز، چراغ و وسایل برقی جرقه‌زا استفاده شود.

۲-۴-۲-۵- ظروف محتوی مایعات سریع‌الاشتعال باید از جنس نسوز و نشکن و دارای درب کاملاً محکم و محفوظ بوده و بر روی آن‌ها برچسب‌گذاری شده باشد.

۲-۴-۲-۶- انبارکردن مایعات قابل اشتعال در مخازن روزمینی باید با تایید دستگاه نظارت و رعایت فاصله ایمن (حداقل بیش از ۳ متر) از بقیه دفاتر و تاسیسات کارگاه، به‌ویژه محل انبار مواد قابل اشتعال باشد. همچنین باید اطراف مخزن، گود بوده و یا وصل به حوضچه‌هایی باشد که در صورت سوراخ شدن و یا ایجاد پارگی در دیوار مخزن و ریزش یا نشت مواد سوختی، گنجایش محتویات آن را با توجه به شرایط ذیل داشته باشد:

الف- ۱۰ درصد بیش از ظرفیت مخزن در صورتی‌که تنها مخزن موجود در کارگاه باشد.

ب- ۸۰ درصد ظرفیت دو یا چند مخزن در صورتی‌که ظرفیت این مخازن که دارای یک گود یا حوضچه مشترک هستند از ۲۵۰,۰۰۰ لیتر تجاوز نکند.

پ- ۵۰ درصد ظرفیت دو یا چند مخزن در صورتی‌که از ۲۵۰,۰۰۰ لیتر تجاوز نماید.

ت- مخزن طوری ساخته شده باشد که امکان پیدایش فشار یا خلا در روی سطح مایع وجود نداشته باشد.

ث- با صاعقه گیر محافظت شده باشد.

ج- با تجهیزات اطفای حریق متناسب با نوع مواد و به تعداد کافی مجهز باشد

۲-۴-۲-۷- مخازن مدفون مواد قابل اشتعال باید دارای شرایط زیر بوده و مشخصات آن به تایید شخص صاحب صلاحیت رسیده باشد.

الف- در زیر خاک با وضع محکم و ثابتی قرار گیرد و سقف آن با قشری خاک به ضخامت حداقل ۶۰ سانتیمتر خاک پوشیده شده باشد.

ب- بدنه خارجی مخزن در مقابل زنگ زدگی محافظت شود.

پ- لوله پر کننده آن به خارج ساختمان ادامه داشته و دهانه آن به‌غیر از مواقع پر کردن، بسته و قفل باشد.

ت- به‌جز از راه یک لوله تهویه که باید همیشه باز نگهداشته شود، با فضای خارج مربوط نباشد. لوله تهویه باید حداقل از سطح زمین ۲/۵ متر ارتفاع داشته و از دودکش‌ها، منابع حرارتی و اماکنی که در آنجا شعله پخش می‌شود و یا نقاطی که ممکن است بخار در آن جمع و متراکم شود، فاصله مناسب داشته باشد. قطر آن نباید از ۲۰ میلی‌متر تجاوز کند مشروط بر اینکه لوله برگشت بخار در مخازن وجود داشته باشد. در غیر این صورت قطر آن حداقل باید ۲۵ میلی‌متر باشد.

ث- دارای یک لوله اندازه‌گیری میزان مایع محتوی مخزن باشد که در غیر مواقع اندازه‌گیری، سر آن بسته و قفل شده باشد.

ج- این مخازن باید در برابر فشار حداقل ۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، مقاومت داشته باشد.

۲-۴-۲-۸- بشکه‌ها یا ظروف خالی مورد استفاده برای پر کردن مایعات خطرناک باید شرایط ذیل را داشته باشند:

الف- چنانچه مخصوص پرکردن مایعات قابل اشتعال است دارای سرپیچ و یا روپوش محکمی باشد تا مانع از خروج بخار مایعات مذکور شود.

ب- چنانچه برای پر کردن اسید و یا سایر مایعات غیر قابل اشتعال به‌کار می‌رود باید قبلاً تمیز و خشک شده باشد.

پ- بشکه‌های خالی را از هر نوع که باشد باید به‌صورت جدا از بشکه‌های پر انبار نمود.

ت- چنانچه بشکه‌ها و یا ظروف مایعات خطرناک غیر قابل اشتعال برای به‌کار بردن مجدد قابل مصرف نباشد باید آن‌ها را در هم کوبیده و یا پاره و غیرقابل استفاده نمود. در مورد بشکه‌ها و ظروف مایعات قابل اشتعال، باید قبل از پاره کردن، آن‌ها را با بخار آب کاملاً شسته و خشک نمود.

ث- بشکه‌ها و ظروفی که برای مایعات خطرناک به‌کار می‌رود باید قبل از ُپرکردن از نظر نشت و سایر نقائص به طور دقیق مورد معاینه قرار گیرد و اگر در نظر است با مایع دیگری پر شود قبلاً باید محصول خنثی کننده و بخار آب و یا آب جوش کاملاً شسته شده و خشک شود.

۲-۴-۲-۹- در موقع تعمیر تانک‌ها و مخازن مواد خطرناک و قابل احتراق و اشتعال و انفجار از قبیل مخازن بنزین، گازوئیل، روغن و غیره باید مخازن مذکور تخلیه و سپس به خوبی شستشو شوند به‌طوری‌که هرگونه مواد زائد و خطرناک از جدار داخلی آن زائل شود. برای خروج گازهای موجود احتمالی باید دریچه‌های مخازن باز بوده و با وسایل لازم، تهویه باید شود. باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از ورود رواناب آلوده به مشتقات نفتی به معابر، فضاهای سبز و محوطه باز کارگاه به‌عمل آورده شود.

۲-۴-۳- سایر مواد و مصالح قابل اشتعال

۲-۴-۳-۱- هنگام کار با حلال‌ها، رنگ‌ها و پلیمرهای سمی، مواد نانویی و اجرای پوشش سطوح با مواد شیمیایی (مانند چسب موکت و کاغذ دیواری) یا سایر مواد مصالح و قابل اشتعال (مانند پوشش‌های پلاستیکی) باید موارد ذیل رعایت شوند:

الف- محل کار به‌طور طبیعی تا حد تامین هوای سالم براساس حدود مواجهه مجاز اعلام شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تهویه شود. چنانچه از تهویه مصنوعی استفاده شود، باید دستگاه ضد جرقه مکنده هوا در خارج از فضای کار، قبل از شروع کار به روشن شود.

ب- استعمال دخانیات و استفاده از کبریت، فندک و هر نوع عملیاتی که ایجاد جرقه می‌کند باید اکیداً ممنوع شود.

پ- استفاده از بنزین و دیگر مواد سریع الاشتعال به‌عنوان رقیق کننده چسب، خطرناک و ممنوع است.

ت- کپسول‌های اطفای حریق مناسب از نوع پودر شیمیایی باید در دسترس و آماده به‌کار باشد.

۲-۴-۳-۲- برخی پلیمرها از جمله عایق‌های پلیمری فومی، پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات در هنگام آتش‌سوزی و یا در معرض حرارت بالا، تجزیه شده و گازهای سمی از جمله کلرید هیدروژن، سیانید هیدروژن و ایزوسیانیدهای سمی از خود متصاعد نموده و منجر به مسمومیت می‌شوند؛ بنابراین باید از کاربرد این مواد در معرض حرارت بالا جلوگیری به عمل آید و در صورت بروز حریق و سوختن این مواد و تولید دود، از استنشاق آن خودداری شود.

۲-۴-۳-۳- مواد ناسازگار مانند روغن و اکسیژن که ممکن است خطر آتش سوزی هم‌زمان ایجاد کنند باید با استفاده از موانع خاص که حداقل ۱ ساعت در برابر آتش سوزی تحمل داشته باشد از یکدیگر جدا شوند.

۲-۴-۳-۴- هر نوع ظرف بزرگ و کوچک و وسایل دیگری که مواد خطرناک در آن‌ها نگهداری می‌شود باید دارای رنگ ساده و مشخصی بوده و دارای برگه اطلاعات ایمنی مواد، برچسب‌های هشداردهنده و دستورالعمل‌های لازم برای به کار بردن محتویات آن به نحو ایمن باشد.

۲-۴-۳-۵- تراشه‌های چوب، خاک اره‌ها و غیره هنگام عملیات نجاری و نصب وسایل و تجهیزات چوبی باید مرتباً از محل کارگاه خارج شوند و کف کارگاه و محیط کار همواره تمیز و عاری از هر گونه ضایعات سریع‌الاشتعال باشد.

۲-۴-۴- وسایل گرم‌کننده موقت

هنگام استفاده از وسایل گرم‌کننده موقت، موارد زیر باید رعایت شود:

۲-۴-۴-۱- وسایل گرم‌کننده موقت از قبیل بخاری‌ها در موقع استفاده باید به نحو مطمئن روی کف قرار داده شوند، به‌طوری که امکان واژگون شدن آن‌ها وجود نداشته باشد.

۲-۴-۴-۲- وسایل گرم‌کننده برقی باید استاندارد و ساخت کارخانجات معتبر باشد. استفاده از وسایل برقی دست ساز مجاز نیست.

۲-۴-۴-۳- استفاده از وسایل گازسوز و نفت‌سوز بدون دودکش در فضاهای کاملاً بسته و بدون تهویه کافی هوا ممنوع است. لوله دودکش بخاری‌ها باید به نحو صحیح، اصولی و ایمن نصب شده و از مجاورت آن‌ها با مواد قابل اشتعال پرهیز شود.

۲-۴-۴-۴- باید از ریختن نفت در بخاری‌های نفتی، در هنگام روشن بودن آن‌ها جلوگیری به عمل آید.

۲-۴-۴-۵- انبار نمودن و چیدن قطعات چوب و الوار و دیگر مواد قابل اشتعال در مجاورت بخاری‌ها ممنوع است.

۲-۴-۵- پخت قیر

اقدامات پیشگیری از آتش‌سوزی و سوختگی در عملیات پخت قیر در کارگاه‌های ساختمانی باید مطابق الزامات فصل عایقکاری انجام شود.

۲-۴-۶- وسائل و تجهیزات اطفاء حریق در کارگاه

۲-۴-۶-۱- مشخصات عمومی

الف- در تمام محدوده‌های کارگاه ساختمانی (اعم از محل‌کار، دفاتر اداری، انبار و ...) و سایر مکان‌های مرتبط با آن از قبیل تاسیسات رفاهی و بهداشتی، باید وسایل و تجهیزات کافی اطفای حریق استاندارد، متناسب با نتایج ارزیابی خطر حریق آن محل در دسترس باشد. همچنین باید در تمام ساعات شبانه روز، شخص یا اشخاص صاحب صلاحیت، که با روش استفاده صحیح به کارگیری وسایل و تجهیزات اطفای حریق آشنا هستند، در کارگاه حضور داشته باشند تا در صورت بروز حریق و در شرایط اضطراری، بتوانند اقدامات مورد نیاز برای اطفای حریق را به‌عمل آورند. در این حالت باید لباس‌ها، پوشش‌های محافظتی و ماسک‌های تنفسی آتش‌نشانی نیز در کارگاه به تعداد کافی در دسترس باشد.

ب- در نقاطی که در نزدیکی کارگاه ساختمانی مراکز آتش‌نشانی وجود دارد، در کارگاه باید وسیله ارتباط با مراکز مزبور فراهم باشد تا در سریع‌ترین زمان ممکن و وجود شرایط اضطراری اطلاع رسانی شود.

پ- باید با اتخاذ تدابیری در کارگاه، در هر منطقه کاری یا طبقه، به تناسب خطرات و وسعت محل، همواره حداقل یک نفر و حتی‌المقدور تعدادی از کارگران شاغل در آن محل که آموزش‌های لازم در زمینه پیشگیری و اطفای حریق را زیر نظر شخص مورد تایید سازمان آتش نشانی یا سازمان‌های مشابه فراگرفته و نسبت به روش صحیح انجام کار توجیه شده و نیز توان جسمی لازم برای این کار را داشته باشند، برای مشارکت در اطفای حریق حضور داشته باشند. در صورت تغییر اکیپ‌های کاری، باید نسبت به تعیین جانشین برای افراد خارج شده اقدام شود. با توجه به وضعیت ساختمان در حال ساخت، باید نسبت به نحوه و راه‌های خروج اضطراری در کارگاه، پیش‌بینی‌های لازم به‌عمل آورده شود.

ت- در فواصل زمانی مشخصی که توسط شخص صاحب صلاحیت تعیین می‌شود، باید نسبت به برگزاری مانورهای تمرینی و عملی با مشارکت پرسنل، برای اطمینان از آمادگی آن‌ها در زمینه مدیریت پیشگیری و اطفای حریق (از قبیل تمرین نحوه اطلاع رسانی به‌موقع، امداد و نجات، تخلیه سریع محل در حالت بحران و مداخله صحیح در مهار آتش و ...) و ترجیحاً با همکاری نزدیک‌ترین سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی اقدام شود. البته نباید به کارگرانی که دارای بیماری‌های مثل بیماری قلبی عروقی، ریوی، صرع و معلولیت‌های محدود هستند، اجازه شرکت در فعالیت‌های اضطراری و اطفای حریق داده شود.

ث- پیمانکار باید باتوجه به سطوح مختلف کارکنان و مسئولین در کارگاه، شرح وظایف خاصی تهیه نماید که در آن وظایف هر یک به هنگام بروز خطر آتش سوزی مشخص باشد.

ج- وسایل و سامانه اعلام حریق مانند تلفن، آژیر، بلندگو، زنگ و چراغ چشمک زن باید در محل‌های مناسب کارگاه نصب شده باشند تا به‌وسیله آن‌ها افراد حاضر درکارگاه از بروز آتش اطلاع یابند و محل را تخلیه نمایند. هشداردهنده صوتی باید به‌گونه‌ای باشد که صدای آن تا فاصله ۱/۵ کیلومتری شنیده شود. در اماکن باز به ازای هر ۲۰۰۰ متر مربع یک هشدار دهنده صوتی لازم است. پیام صوتی باید حداقل ۳۰ و حداکثر ۱۰۰ ثانیه تداوم داشته باشد و ترتیب روشن و خاموش بودن آن ۵ تا ۸ ثانیه روشن و ۳ تا ۵ ثانیه خاموش باشد. ارتفاع قرارگیری زنگ اعلام خطر باید حداقل ۲ متر باشد. در مکان‌هایی که ضرورت دارد، باید از پیام‌های نوری یا دیداری متناسب نیز استفاده شود. پیام دیداری می‌تواند چراغ گردان یا چراغ‌های چشمک زن و یا حروف دار باشد و در محلی نصب شود که در معرض دید اکثریت افراد باشد.

چ- دستورالعمل نحوه گزارش دهی اعلام حریق باید به‌صورت مداوم بر روی تابلوی‌های اطلاع رسانی به‌ویژه در محل های تردد کارگران نصب شود.

ح- در هر محدوده باید علائم و تابلوهای راهنمای مناسب برای هدایت و تخلیه افراد پیش‌بینی شده باشد. سامانه روشنایی اضطراری باید با شدت روشنایی محیطی حداقل ۵۰ لوکس تأمین شود.

خ- پیمانکار مکلف است با استفاده از مرجع صاحب صلاحیت، برای کلیه پرسنل شاغل در کارگاه، دوره آموزشی نحوه کار با خاموش کننده‌های دستی را برگزار نماید.

د- سطل‌های آب و ماسه و کپسول‌های خاموش‌کننده (متناسب با نوع حریق) و سایر وسایل قابل حمل که به منظور اطفای حریق به‌کار می‌روند، به‌همراه علائم و نشانه‌های ایمنی باید در قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی به نحوی که همواره در معرض دید و دسترس باشند نصب و آماده استفاده باشند. در مواقعی که لوله‌ها و شیرهای آتش‌نشانی باید به صورت بخشی از تأسیسات دائمی ساختمان مورد استفاده قرار گیرند، باید با نظارت مرجع صاحب صلاحیت نصب و به تایید سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی برسد. همچنین باید همیشه فاصله این لوله‌ها و شیرها تا خیابان مشخص و در شعاع ۲ متری از شیرهای برداشت (شیر آتش‌نشانی) یا فاصله بین آن‌ها و خیابان، نباید هیچ‌گونه مصالح یا ضایعات ساختمانی ریخته شود.

۲-۴-۶-۲- خاموش کننده‌های دستی

الف- برای خاموش کردن آتش با توجه به درجه و ماهیت حریق و نوع خطر آن و شرایط کارگاه، باید از خاموش‌کننده‌های استاندارد استفاده نمود. در صورتی‌که در هر محل وقوع بیش از یک نوع آتش محتمل باشد باید خاموش کننده به تعداد کافی از هر نوع مرتبط موجود باشد.

ب- با توجه به طبقه‌بندی انواع حریق[۱]، خاموش کننده‌های متناسب با آن‌ها باید در مشخصات خصوصی توسط مشاور ارایه شود.

پ- برای خاموش کردن آتش ناشی از برق یا در مواقعی که تجهیزات الکتریکی در معرض آتش قرار دارند، فقط باید از خاموش کننده‌های نوع دی اکسید کربن استفاده شود. در صورت استفاده از خاموش کننده‌های دی اکسیدکربن در فضاهای بسته باید میزان کاهش غلظت اکسیژن و مشکلات تنفسی ناشی از آن مورد توجه قرار گیرد.

ت- استفاده از خاموش کننده‌های حاوی بخارات سمی یا تولید کننده بخارات و گازهای سمی ممنوع است.

ث- از خاموش کننده‌های پودر خشک شیمیایی نباید در محل‌هایی که اکسیدکننده های قوی وجود دارند، استفاده نمود. در مواردی‌که پودر فلزات قابل اشتعال مانند منیزیم، تیتانیوم، سدیم، لیتیوم و پتاسیم در معرض حریق قرار می گیرد و موادی نظیر کربور کلسیم که با ریختن آب روی آن‌ها ممکن است گازهای قابل اشتعال، قابل انفجار و یا مضر از آن‌ها متصاعد شود، باید از استفاده از خاموش کننده حاوی آب به‌طور کلی خودداری نمود.

ج- بر روی کلیه خاموش‌کننده‌های آتش باید دستورالعمل راهنمای استفاده از خاموش‌کننده‌ها با جزئیات کامل شامل مشخصات فنی، سال ساخت، وزن دستگاه، نوع خاموش کننده و نحوه کارکرد به زبان فارسی و نیز نام، شماره تلفن و آدرس پستی سازنده یا توزیع کننده، درج‌شده باشد.

چ- فواصل خاموش کننده‌ها در هر محدوده نباید از ۳۰ متر بیشتر باشد. یک خاموش کننده آتش با فشار تخلیه بیش از ۵ اتمسفر باید به‌طور فوق‌العاده برای مکان‌هایی که بیش از ۳۰ لیتر مایعات قابل احتراق و اشتعال یا ۲۰ کیلوگرم گاز قابل اشتعال وجود دارد در فاصله ۱۵ متری آن مکان نصب شود. برای خاموش کردن آتش‌های ناشی از مقدار قابل ملاحظه‌ای مایعات قابل اشتعال با مساحت بیش از ۰/۹۳ مترمربع نباید تنها به خاموش کننده‌های دستی اکتفا نمود. تشخیص مقدار قابل ملاحظه مورد نظر این ماده به عهده دستگاه نظارت است.

ح- محل استقرار خاموش کننده باید با توجه به شرایط جوی و محیطی کارگاه انتخاب شود. خاموش کننده‌ها باید در محل‌هایی قرار داده شوند که به وضوح در معرض دید بوده و در مواقع آتش سوزی به آسانی و به سرعت در تمام اوقات قابل دسترسی باشند. محل نصب یا نگهداری آن‌ها باید با علامت مشخصه و رنگ قرمز معلوم شود تا هنگام لزوم سریعاً قابل شناسایی باشد. در صورت استفاده از محفظه برای نگهداری خاموش کننده‌ها، هرگز نباید قفل شوند.

خ- خاموش کننده‌ها باید در ارتفاع حداقل ۱۵ و حداکثر ۱۲۰ سانتی‌متر نصب شوند تا به‌راحتی بتوان از آن‌ها استفاده نمود.

د- خاموش‌کننده‌های نوع آبی باید در دمای بین ۴۹ و ۴ درجه سانتی‌گراد و سایر خاموش کننده‌ها باید در دمای بین ۴۹ + و ۴۰- درجه سانتی گراد نگهداری و استفاده شوند.

۱- با توجه به استاندارد NFPA آمریکا حریق به ۵ دسته ABCDK و با توجه به استاندارد اروپا و استرالیا حریق به ۶ دسته ABCDEF تقسیم می شود. گروه ABD (A؛ جامدات، B؛ مایعات،D؛ فلزات قابل اشتعال) در تمامی استانداردها مشابه هم و گروه C در آمریکا شامل حریق های الکتریکی و برقی و در استاندارد اروپایی حریق C مربوط به گازهای قابل اشتعال است. گروه K در استاندارد آمریکا و گروه F در استاندارد اروپا برای آتش سوزی ناشی از روغن های خوراکی مورد استفاده قرار می گیرند. تقسیم بندی کشور ما ایران براساس استاندارد اروپایی است که مورد تایید ISO نیز می باشد.

ذ- در مواردی که مایعات قابل اشتعال و انواع مختلف روغن‌ها و رنگ‌ها و یا گردهای آلی قابل اشتعال در معرض حریق قرار گرفته باشند، به هیچ وجه نباید مبادرت به استعمال آب کرد مگر آنکه به‌صورت پودر استفاده شود.

۲-۴-۶-۳- خاموش کننده چرخدار

الف- برای مکان‌هایی با مساحت بیش از ۱۰۰ متر مربع علاوه بر خاموش کننده‌های دستی ضروری است از خاموش کننده چرخدار با ظرفیت حداقل ۲۰ لیتر خاموش کننده مایع یا ۲۵ کیلوگرم خاموش کننده پودر، متناسب با ماهیت حریق احتمالی و سرعت گسترش آن و گنجایش خاموش کننده استفاده شود.

ب- برای کارگاه‌های با وسعت بیش از ۱۰۰۰ مترمربع به ازای هر ۵۰۰ مترمربع باید یک دستگاه خاموش کننده چرخدار موجود باشد.

پ- در مکان‌هایی که از خاموش کننده‌های چرخدار استفاده می‌شود، باید امکان حرکت خاموش کننده مذکور در محل مورد نظر نیز بررسی شود. محل استقرار خاموش کننده چرخدار باید در مناسب‌ترین نقطه دسترسی نیروهای امدادی مانند. نزدیک درهای ورودی و خروجی یا در مسیرهای خروج اضطراری باشد.

ت- کلیه الزامات فنی خاموش‌کننده‌های دستی و بازرسی‌های مربوط در مورد خاموش‌کننده‌های چرخدار نیز باید رعایت شود.

۲-۴-۶-۴- توپ اطفای حریق

الف- توپ اطفای حریق که با نام‌های دیگری نظیر توپ ضدحریق، توپ آتش‌نشانی، گوی آتش‌نشانی و گوی اطفای حریق شناخته می‌شود نوعی خاموش‌کننده اضطراری آتش برای انواع کلاس‌های آتش‌سوزی است. این گوی‌ها را می توان به عنوان وسیله اطفای مکمل در کنار سایر خاموش‌کننده‌ها به کار برد. محتویات این گوی‌ها، پودر آتش‌نشانی است که غیرسمی بوده و هیچ‌گونه آسیب و خسارتی به انسان و محیط زیست وارد نمی‌کند. گوی آتش‌نشانی در صورتی که در معرض دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار بگیرد به صورت خودکار منفجر شده و عملیات خاموش‌سازی را تا شعاع ۳ تا ۵ متری انجام داده، حریق را خاموش کرده یا از گسترش آتش سوزی جلوگیری می‌کند. توپ های آتش‌نشانی را می‌توان در مناطق پرخطر از قبیل انبارها و سایر مناطقی که تردد، دسترسی و دید کمتری وجود دارد، مستقر کرد. می‌توان پایه مخصوص توپ اطفای حریق را بر روی دیوار نصب کرد و یا آن را رو یک سطح صاف قرار داد. در صورت بروز اولین نشانه‌های حریق در مجاورت محل استقرار توپ اطفای حریق، توپ بدون دخالت عامل انسانی وارد عمل می شود. این توپ‌ها پس از منفجر شدن صدایی تا حدود ۱۲۰ دسی بل منتشر می‌کنند که هشداری مناسب برای خبردار کردن مسئولین و شاغلین در کارگاه است.

ب- از دیگر مزیت توپ‌های اطفای حریق، عدم نیاز به آموزش، سبکی و استفاده راحت از آن است. در مواردی که ورود آتش‌نشان به محدوده حریق پرمخاطره است، استفاده از گوی آتش نشانی سبب کاهش گستردگی آتش و کمتر شدن خطرات و آسیب‌ها برای اطفای کننده شده و مسیر برای پیشروی برای اطفای سایر نواحی هموارتر می‌شود.

پ- پوشش توپ اطفای حریق از نوع ضدرطوبت است و مانع نفوذ آب به داخل آن می‌شود. این محصول نیاز به نگهداری و شارژ سالانه ندارد و به مدت ۵ سال قابلیت خاموش‌کنندگی خود را حفظ می‌کند. نباید توپ آتش نشانی را عمداً باز کرد یا آن را آتش زد.

۲-۴-۶-۵- بازرسی و نگهداری خاموش‌کننده‌ها

الف- برای اطمینان از عملکرد خاموش کننده‌ها باید بازدیدهای دوره‌ای برای بازرسی و آزمون آن‌ها توسط شخص مورد تایید سازمان آتش‌نشانی انجام شود. آزمون هفتگی شامل بازدید اجزای مکانیکی و سالم بودن آن‌ها، آزمون سه ماه برای عملکرد واقعی ۵ درصد از خاموش‌کننده‌ها به‌صورت تصادفی و آزمون سالیانه شامل باز نمودن و تخلیه کامل سیلندرها و بازدید کامل تجهیزات و ملحقات می‌باشد. خاموش‌کننده‌های قابل شارژ باید پس از هر بار مصرف، و نیز در زمان آزمون سالیانه مجدداً شارژ شوند. ماده تشکیل دهنده خاموش‌کننده نوع کف باید حداقل هر ۳ سال یکبار تعویض شود. گواهی آزمون و شارژ خاموش‌کننده با ذکر سال و ماه و مرجع صاحب صلاحیت انجام آزمون و شارژ کننده، باید بر روی آن به‌صورت برچسب یا کارت نصب شده و جدانشدن آن در طول دوره نگهداری کنترل شود. هنگام خارج نمودن خاموش کننده از محل برای شارژ، باید خاموش کننده جایگزین هم اندازه و مشابه برای آن محل وجود داشته باشد.

ب- سیلندر و ملحقات کلیه خاموش‌کننده‌ها از جمله شیلنگ و نازل باید در هر دوره ۵ ساله مورد آزمون هیدرو استاتیکی معادل ۱۵۰ درصد فشار عملکردی آن‌ها قرار بگیرند. سیلندرهایی که زنگ زده، یا شکاف برداشته، یا ضربه های منتهی به تغییرشکل دیده باشند باید از رده خارج شوند. در مکان‌هایی که رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد باشد، دوره آزمون باید به ۳ سال کاهش یابد. خاموش کننده‌های پودر شیمیایی تحت فشار که نیاز به آزمون‌های هیدرولیکی تأیید شده ۱۲ ساله دارند، چنانچه خالی باشند باید هر ۶ سال یکبار مطابق دستورالعمل به آن‌ها رسیدگی شود. هنگامی که شارژ مجدد و یا آزمایش هیدرواستاتیک انجام می‌شود الزام ۶ ساله از همان تاریخ آغاز می‌شود.

۲-۵- وسایل دسترسی و جایگاه‌های کار در ارتفاع

۲-۵-۱- مشخصات عمومی

منظور از وسایل دسترسی، وسایلی است موقتی از قبیل داربست، نردبان، بالابر سیار و نظایر آن که برای دسترسی افراد به قسمت‌های مختلف بنای در دست احداث، تعمیر، بازسازی و یا تخریب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مورد ضوابط راه پله موقت و راه‌های شیبدار و گذرگاه‌ها به بخش ۲-۲ مراجعه شود.

۲-۵-۱-۱- نردبان، اجزای داربست، تجهیزات کار با طناب و سایر تجهیزات و دستگاه‌های کار در ارتفاع باید قبل از هر بار استفاده توسط عامل کار در ارتفاع بازدید شده و در صورت فرسوده یا معیوب بودن، موضوع سریعاً به مسئول مربوط گزارش شود.

۲-۵-۱-۲- تمام متعلقات داربست، نردبان، تجهیزات، ابزار و وسایل کار در ارتفاع باید قبل از شروع و پس از اتمام کار و در فواصل معین توسط شخص صاحب صلاحیت به‌صورت دوره‌ای مورد بازرسی قرار گرفته و مجوز انجام کار صادر شود. در صورت مشاهده نقص و یا فرسودگی، باید برای از رده خارج نمودن آن وسیله اقدام باشد.

۲-۵-۱-۳- در صورت بروز هرگونه نقص یا عیب در وسایل دسترسی و کار در ارتفاع و عدم تامین شرایط برای انجام کار به‌صورت ایمن، ضروری است نسبت به نصب تابلو با محتوای موضوعی «قابل استفاده یا عدم استفاده» به‌گونه‌ای که در معرض دید کاربران آنها قرار داشته باشد، اقدام شود.

۲-۵-۱-۴- هنگام کار در ارتفاع فرد مستقر در جایگاه کار باید متناسب با نوع کار، مجهز به وسایل حفاظت فردی از قبیل لباس‌کار، هارنس تمام تنه[۱]، کلاه و کفش ایمنی و سایر لوازم حفاظت فردی شود.

۲-۵-۱-۵- استفاده از بشکه به‌عنوان جایگاه کار ممنوع است. استفاده از چهار پایه‌های کوتاه در عملیات سبک ساختمانی و تعمیرات جزیی در صورتی مجاز است که واجد استحکام و سطح اتکای کافی و مطمئن باشد.

۲-۵-۲- جایگاه‌های کار

۲-۵-۲-۱- تمام جایگاه‌های کار در ارتفاع باید دارای محل استقرار، پاخور، نرده حفاظتی و راه دسترسی ایمن مطابق بند ۲-۲-۳ باشد.

۲-۵-۲-۲- کارگران باید به سامانه متوقف‌کننده سقوط مجهز باشند.

۱- Full body harness تن‌پوشی است از جنس الیاف با ترکیبات پلیمری و مقاوم که عموما از انتهای بالای ران تا روی سطح کتف را پوشانده و توسط قلاب‌هایی که به روی آن متصل است، کاربر را به سایر تجهیزات سامانه توقف سقوط وصل می‌کند. کاربرد اصلی هارنس تمام‌تنه در درجه اول، حفاظت از بدن کاربر در سامانه توقف سقوط است.

۲-۵-۲-۳- برای جلوگیری از وقـوع حوادث احتمالی، فضای جایــگاه کار باید عاری از هرگونه حفره، دست‌انداز، پیش‌آمدگی و سایر موارد مشابه باشد. همچنین جایگاه کار باید کاملا تمیز و عاری از هرگونه مواد لغزنده باشد به‌گونه‌ای که از عدم تعادل فرد روی آن جلوگیری به عمل آید.

۲-۵-۲-۴- عرض جایگاه کار حداقل باید ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۲-۵-۲-۵- ضروری است با نصب سرپوش حفاظتی در لبه خارجی جایگاه کار مطابق بند ۲-۲-۳-۳ در برابر سقوط اشیای بر سر افراد واقع بر آن محافظت شود.

۲-۵-۲-۶- یک فضای خالی بالاسری، حداقل به ارتفاع ۱۸۰ سانتیمتر باید بالای جایگاه کار درنظر گرفته شود.

۲-۵-۲-۷- محل ورود افراد از راه دسترسی به جایگاه کار باید دارای حفاظ یا سرپوش لولایی مناسب و ایمن باشد.

۲-۵-۲-۸- هر سکو یا جایگاه که بیش از ۲ متر بالای زمین یا کف قرار دارد باید دارای تخته‌بندی به‌هم بسته‌شده باشد تا هیچ نوع ابزار، لوازم کار و مصالح از لای آنها به پایین سقوط نکند.

۲-۵-۲-۹- فاصله بین دیوار و جایگاه کار (به جز نوع دیوارکوب و نردبانی)، باید طوری باشد که امکان سقوط کارگر در هیچ حالتی از جایگاه کار ممکن نباشد و در مواردی که کـار بر روی جایگـاه کار بـه‌صورت نشسته انجام می‌شـود، این فاصـله نباید بیش از ۴۵ سانتیمتر باشد.

۲-۵-۳- نرده (حفاظ) گذاری جایگاه‌های کار

۲-۵-۳-۱- هر بخشی از جایگاه کار یا محل کاری که بلندی آن بیش از ۱۲۰ سانتیمتر بوده و امکان سقوط از روی آن وجود داشته باشد، باید مطابق بند ۲-۶-۱-۱ دارای نرده حفاظتی (جان پناه) و پاخور باشد.

۲-۵-۳-۲- در داربست‌ها، نرده حفاظتی باید در سمت باز جایگاه‌های کار تعبیه شود. جایگاه‌های کار داربست‌های معلق باید از هر سو دارای حفاظ نرده‌ای و پاخور باشند. در صورتی که نتوان حفاظ را با شرایط بند فوق نصب نمود، با تایید دستگاه نظارت ارتفاع حفاظ طرف دیوار را می‌توان ۷۰ سانتیمتر اختیار نمود.

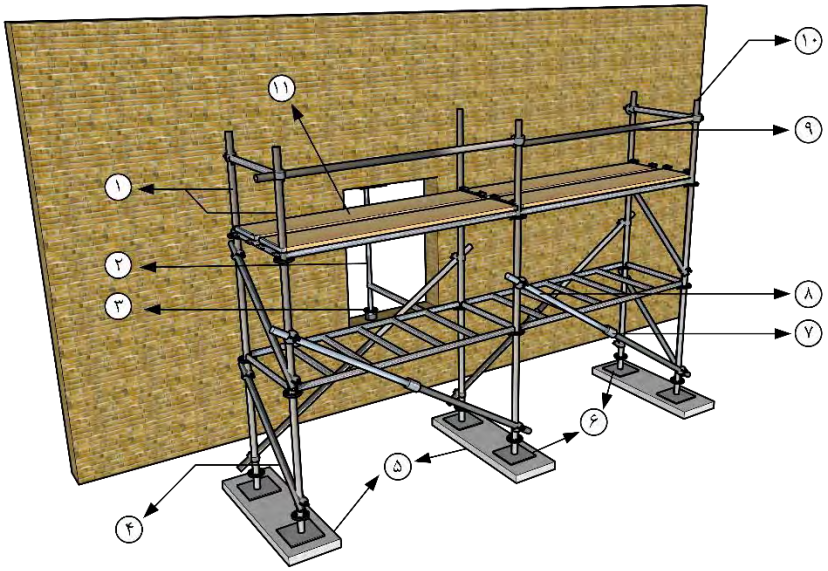
۲-۵-۳-۳- نرده‌ها، پاخورها و وسایل دیگر حفاظتی که در جایگاه کار به‌کار رفته‌اند، نباید از جای خود برداشته شوند مگر در زمانی و در حدی که برای ورود اشخاص، حمل یا جابجایی مصالح ساختمانی لازم باشد.

۲-۵-۴- داربست

۲-۵-۴-۱- مشخصات عمومی

الف- در کلیه عملیات ساختمانی که امکان انجام آنها از روی زمین یا کف طبقات ساختمان و یا با استفاده از نردبان به‌طور ایمن و بدون خطر امکان پذیر نباشد، باید از داربست استفاده شود.

ب- داربست‌ها به جز داربست نردبانی باید از این اجزا برخوردار باشند: کف پایه یا کفشک (به غیر از انواع دیوار کوب، معلق، آویزان)، پایه، تیر باربر، تیر افقی، میله‌های اتصال بالایی و میانی، صفحات پاخور، حفاظ مناسب بین میله میانی و پاخور، راه دسترسی مناسب و ایمن، پوشش کف محل استقرار کارگر از مصالح مقاوم و مناسب با نوع کار و تعداد کافی، لوله مهار، بادبندهای عمودی، افقی، عرضی، طولی و مورب، بالشتک (به غیر از دیوار کوب)، بست و اتصالات (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- اجزای داربست متعارف (لوله و بست فلزی)

شکل ۲-۵- داربست مدولار

پ- اگر قسمتی از داربست احتیاج به تعمیر داشته باشد، نباید قبل از رفع نقص و تعمیر داربست به کارگران اجازه کار کردن بر روی آن داده شود.

ت- تمام قسمت‌های داربست شامل جایگاه، اجزای نگهدارنده، تکیه‌گاه‌ها، اتصالات، راه‌های عبور و پلکان داربست باید با استفاده از مصالح مناسب و مرغوب از جنس چوب، فولاد و امثال آن طوری طراحی، ساخته و آماده به‌کار شود که داربست علاوه بر ایستایی و پایداری لازم، ظرفیت پذیرش ۴ برابر بار مورد نظر را داشته باشد.

ث- پیمانکار باید یک تابلو که مشخصاتی چون نام شرکت، نام و نام خانوادگی مدیر مسئول، نام و نام خانوادگی مسئول فنی، تلفن تماس شرکت و آدرس شرکت بر روی آن درج شده باشد تهیه نموده و با اتمام کار برپایی داربست، بر روی آن نصب نماید.

ج- در برپایی، استفاده و جمع‌آوری داربست توجه به موارد زیر الزامی است:

ج-۱- تمام عملیات اجرایی اعم از برپایی، تغییر، تعمیر، جمع‌آوری و نگهداری داربست باید تحت نظارت و سرپرستی شخص صاحب صلاحیت انجام شود.

ج-۲- هنگام جابجایی لوله‌ها و اجزای فلزی در حریم خطوط برق، باید برای پیشگیری از برق‌گرفتگی و تجهیز آن به سیستم اتصال زمین مطابق ضوابط بخش ۲-۱۲ عمل شود.

ج-۳- باید از قرار دادن بار، اعمال فشار و تکیه دادن داربست به دیوارهایی که تازه اجرا شده‌اند، ممانعت به عمل آید.

ج-۴- انجام کار بر روی داربست معیوب و ناقص مجاز نمی‌باشد.

ج-۵- اجزای چوبی باید عاری از انحنا و اعوجاج، زوائد و برجستگی‌ها، مواد چسبنده و لغزنده، پوسیدگی، ترک‌خوردگی و سایر نواقص مشابه باشند. رنگ کردن اجزای چوبی داربست که باعث پوشیده شدن عیوب و نواقص آن می‌شود ممنوع است.

ج-۶- برای ایمن سازی اماکن قرار گرفته در زیر داربست و حفاظت از عابران، شاغلان کارگاه و خودروها، باید مطابق ضوابط بند ۲-۲-۳ نصب سرپوش حفاظتی و ایجاد راهروهای سرپوشیده موقت در دستور کار قرار گیرد.

ج-۷- باید از بارگذاری بیش از حد مجاز طراحی بر روی داربست جلوگیری به عمل آید.

ج-۸- انبار کردن مصالح ساختمانی به اندازه مورد نیاز فقط برای انجام کار فوری و کوتاه مدت، با رعایت تعادل توزیع بار به‌صورت یکنواخت بر روی داربست مجاز است.

ج-۹- باید از برخورد مصالح با داربست هنگام بالاکشیدن آنها از روی جایگاه کار جلوگیری به عمل آید.

ج-۱۰- بعد از اتمام کار روزانه باید تجهیزات و مصالح از روی داربست جمع‌آوری شود.

ج-۱۱- در شرایط جوی نامساعد اعم از بارش برف و باران و وزش باد شدید باید کار بر روی داربست تعطیل شود.

ج-۱۲- در فصول سرد سال باید جایگاه کار از برف و یخ پاکسازی شود و قبل از شروع کار، روی آن با ماسه نرم پوشانده شود.

ج-۱۳- تمامی میخ‌ها از قطعات پیاده شده چوبی باید کشیده شوند.

ج-۱۴- هنگام برپایی و برچیدن داربست باید از پرتاب لوله‌ها و بست‌های اتصال از ارتفاع جلوگیری شود.

ج-۱۵- در صورت نیاز به نصب هرگونه تجهیزات روی داربست، باید استحکام داربست قبل از نصب توسط دستگاه نظارت مورد تایید قرار گیرد.

۲-۵-۴-۲- مشخصات داربست‌های فلزی لوله‌ای

هنگام استفاده از داربست‌های لوله فلزی در کارگاه، علاوه بر مشخصات عمومی بیان شده در بند ۲-۵-۴-۱، باید مشخصات ذیل نیز رعایت شود:

الف- در هیچ یک از اجزای فلزی داربست شامل لوله‌ها، بست‌ها، پایه‌ها، چفت‌ها و سایر قطعات آن، نباید عیب و نقصی نظیر ترک‌خوردگی، زنگ‌زدگی، له‌شدگی، پوسیدگی، خمیدگی و اعوجاج و سایر عیوب ظاهری وجود داشته باشد.

ب- سرهای انتهایی لوله‌های فلزی باید صاف باشند تا در مواقع افزایش ارتفاع داربست، نقاط اتکا و اتصال، کاملاً روی همدیگر قرار گیرند. لوله‌ها باید به اندازه و با مقاومت مناسب برای باری که می‌باید تحمل نمایند، اختیار شوند و در هیچ مورد قطر خارجی آنها نباید کمتر از ۵ سانتیمتر باشد.

پ- اتصالات در پایه‌های عمودی باید به تیرهای افقی یا سایر قطعات مقاوم که مانع جابجایی آنها شود، متصل شوند و به تناوب طوری بسته شوند که اتصالات مجاور در یک سطح نباشند.

ت- فواصل بین پایه‌های عمودی نباید از اندازه‌های زیر تجاوز نماید:

ت-۱- ۱٫۸ متر برای کارهای سنگین (با قابلیت تحمل ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع).

ت-۲- ۲٫۳ متر برای کارهای سبک (با قابلیت تحمل ۱۲۵ کیلوگرم به مترمربع).

ث- پایه‌های عمودی داربست باید بر روی سطوح مناسب، صاف، هموار و غیرشیبدار قرار بگیرند. استفاده از کفشک در پایه‌ها برای جلوگیری از فرو رفتن آنها در زمین، جابجایی و لغزش پایه‌ها الزامی است. هر پایه داربست باید دارای کفشک دایره‌ای شکل از جنس مقاوم، به مساحت حداقل ۱۵۰ سانتیمترمربع یا مربعی شکل به مساحت حداقل ۱۷۵ سانتیمتر مربع با ضخامت حداقل ۵ میلیمتر باشد.

ج- قرارگیری و نصب پایه‌ها بر روی آجر، بلوک، بشکه، جعبه، دریچه‌های آدم‌رو و سایر موارد نامطمئن دیگر به عنوان تکیه‌گاه پایه‌های عمودی ممنوع است.

چ- تیرهای افقی باید حداقل تا ۳ پایه عمودی ادامه داشته و به‌طور مطمئن به هر پایه عمودی متصل باشند. اتصالات بین تیرهای افقی باید به پایه‌های عمودی بسته شده و در طبقات مختلف مستقیماً روی هم قرار نگیرند. فاصله عمودی بین تیرهای افقی نباید از ۲ متر تجاوز نماید. زمانی که جایگاه‌های کار از جای خود برداشته می‌شوند، باید کلیه تیرهای افقی برای حفظ پایداری داربست در محل خود باقی بمانند.

ح- در داربست‌های فلزی لوله‌ای باید یک دستک کنار هر پایه عمودی قرار گیرد. لوله‌های مهار باید در نقاط برخورد پایه‌ها با تیرهای افقی به داربست بسته شوند. اولین، آخرین و یکی در میان از پایه‌ها حتما باید به ساختمان مهار شوند.

خ- داربست باید به‌صورت محکم در دو جهت عمودی و افقی و در فواصل مناسب به ساختمان مهار شود. همچنین در محل تلاقی دو ضلع مجاور، باید به هم کلاف شوند.

د- در حالتی که یک سر دستک به لوله‌های داربست و سر دیگر به دیوار ساختمان تکیه دارند، باید حداقل ۱۰ سانتیمتر در داخل دیوار فرو روند. طول هرکدام از دستک‌ها دردارست‌های فلزی لوله‌ای نباید از ۱/۵ متر تجاوز نماید. فاصله دستک‌ها برای کارهای سنگین در داربست‌های فلزی لوله‌ای نباید از ۹۰ سانتیمتر و برای کارهای نیمه سنگین از ۱۱۵ سانتیمتر تجاوز نماید. حداکثر طول لوله های دستک‌های مهار، نباید از ۱۵۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

ذ- مفاصل و اتصالات داربست‌های فلزی لوله‌ای باید از جنس فولاد چکش‌خوار و غیرقابل خُرد شدن یا از مواد مشابهی با همان مشخصات و استقامت ساخته شده باشند و به وسیله قفل و بست یا بوشن و یا سه راهی و چهارراهی بر روی سرتاسر قطعات، به سطوح اتکای مورد استفاده متصل گردند، به نحوی که اتصالات هرز نبوده و حرکت و لرزش نداشته باشند. اتصالات نباید باعث تغییرشکل در لوله‌ها شده و یا خود تغییرشکل یابند. اتصالات دارای پیچ و مهره باید تا آخرین دندانه کاملاً سفت شوند.

۲-۵-۴-۳- جایگاه کار در داربست‌ها

الف- عرض جایگاه کار باید با نوع کار مناسب باشد و در هر بخش آن گذرگاه باری به عرض حداقل ۶۰ سانتی‌متر بدون هرگونه مانع فراهم شود. در هیچ موردی عرض جایگاه کار نباید از اندازه‌های زیر کمتر باشد:

الف-۱- ۶۰ سانتیمتر، اگر جایگاه فقط برای عبور اشخاص به کار می‌رود.

الف-۲-۸۰ سانتیمتر، اگر از جایگاه برای قرار دادن مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.

الف-۳-۱۱۰ سانتیمتر، اگر از جایگاه برای نگهداری جایگاه یا سکوی بلندتر دیگری استفاده می‌شود.

الف-۴-۱۳۰ سانتیمتر، اگر از جایگاه برای نصب یا شکل دادن به سنگ‌های نمای ساختمان استفاده می‌شود.

الف-۵- ۱۵۰ سانتیمتر، اگر از جایگاه هم برای نگهداری سکوی بلندتر دیگر و هم برای نصب و شکل دادن به سنگ‌های نمای ساختمان استفاده می‌شود.

ب- به‌طور کلی عرض جایگاهی که با تیرهای داخل دیواری نگهداری می‌شود، نباید از ۱۵۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

پ- جایگاه هر داربست باید حداقل ۱ متر پایین‌تر از منتهی الیه تیرهای عمودی قرار گیرد.

ت- هر الوار که جزیی از جایگاه کار به‌شمار می‌آید نباید بیش از ۴ برابر ضخامت آن از انتهای تکیه‌گاه تجاوز نماید. الوارها نباید روی همدیگر قرار گیرند تا خطر برخورد پای کارگران به لبه الوارها و افتادن آنان به حداقل کاهش یابد و نیز جابجایی چرخ‌های دستی در جایگاه باید به آسانی صورت گیرد.

ث- تخته‌های مورد استفاده در جایگاه کار باید حداقل ۲۵۰ میلی‌متر عرض و ۵۰ میلی‌متر ضخامت باشند.

ج- الوارهایی که جزو سکوی کار به‌شمار می‌آیند، باید حداقل با ۳ تکیه‌گاه نگهداری شوند، مگر آن‌که فاصله بین تکیه‌گاه‌ها و ضخامت الوارها به اندازه‌ای باشد که خطر شکم دادن بیش از حد و یا بلند شدن سر دیگر تخته در بین نباشد.

چ- الوارهای استفاده شده در جایگاه کار، باید به‌گونه‌ای کنار هم بسته شوند که ضمن جلوگیری از جابجایی هنگام استفاده، از سقوط ابزار و مصالح از فاصله بین تخته‌ها ممانعت شود.

۲-۵-۴-۴- شرایط دسترسی به تراز بالاتر در تمام داربست‌ها

الف- برای دسترسی به تراز بالاتر در تمام داربست‌ها به جز داربست نردبانی، باید از نردبان ثابت با پاگرد حفاظ دار ایمن استفاده شود.

ب- در صورت استفاده از راه پله به‌عنوان راه دسترسی در داربست این راه پله‌ها باید دارای شرایط ذیل باشند:

ب- ۱- ارتفاع پله ۱۵ سانتیمتر باشد.

ب- ۲- طول کف پله حداکثر ۳۰ سانتیمتر باشد.

ب- ۳- نرده راه پله در سطوح صاف باید حداقل ۹۰ و حداکثر ۱۱۰ سانتیمتر ارتفاع و در سطوح شیب‌دار حداقل ۷۵ و حداکثر ۸۵ سانتیمتر ارتفاع داشته باشد.

۲-۵-۴-۵- نصب دستگاه‌های بالابر روی داربست

الف- هرگاه لازم شود روی داربست دستگاه بالابر نصب شود، باید ابتدا بخش‌های متشکله داربست به دقت بازرسی شده و در صورت لزوم به‌نحو مناسبی به مقاومت آن افزوده شود. باید از حرکت و جابجایی تیرهای افقی داخل جلوگیری به‌عمل آمده و پایه‌های عمودی در محلی که دستگاه بالابر باید نصب شود، به‌طور محکم به بخش مقاوم ساختمان متصل و مهار شوند.

ب- هرگاه هنگام بالا یا پایین رفتن بار امکان برخورد آن با داربست وجود داشته باشد باید برای جلوگیری از گیرکردن بار به داربست، سرتاسر ارتفاع آن در مسیر حرکت بار، با نرده‌های عمودی پوشیده شود.

۲-۵-۴-۶- بازرسی و کنترل داربست

داربست باید در موارد زیر توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازدید و کنترل قرار گیرد تا از پایداری، استحکام و ایمنی آن اطمینان حاصل و گواهی کتبی صادر شود. مستندات تایید استحکام سازه مذکور باید در آرشیو کارگاه نگهداری شود.

الف- قبل از شروع به استفاده از آن.

ب- حداقل هفته‌ای یکبار در حین استفاده.

پ- پس از هرگونه تغییرات، تعویض اجزا و یا ایجاد وقفه طولانی در استفاده از آن.

ت- پس از قرارگرفتن در معرض باد، طوفان، زلزله و...که استحکام و پایداری داربست مورد تردید باشد.

۲-۵-۴-۷- داربست دیوارکوب

الف- تکیه‌گاه‌های داربست دیوارکوب باید فلزی و دارای مقاومت کافی بوده و به‌طور مطمئن به وسیله پیچ و مهره و واشر به بدنه ساختمان مهار گردند.

ب- داربست دیوارکوب فقط باید مورد استفاده افرادی قرار گیرد که به لوازم و تجهیزات سنگین احتیاج ندارند.

پ- تکیه‌گاه‌های جایگاه کار دیوارکوب باید از جنس فلز مقاوم با عرض حداکثر ۷۵ سانتیمتر باشد و قادر به تحمل حداقل نیروی ۱۷۵ کیلوگرم وارده به قسمت جلوی آن باشد. فاصله بین تکیه‌گاه‌های داربست دیوارکوب نباید از ۳ متر تجاوز نماید.

۲-۵-۴-۸- داربست نردبانی

الف-۱- داربست نردبانی فقط باید برای عملیات سبکی به کار رود که در آنها از مصالح با وزن کم استفاده می‌شود و به‌طور کلی باید برای انجام کار مورد نظر مناسب باشد.

الف-۲- نردبان‌های دو طرفه‌ای که برای پایه‌های داربست نردبانی به‌کار می‌روند ضمن دارا بودن مقاومت و استحکام کافی، باید دارای یکی از دو شرط زیر نیز باشند:

۱-پایه‌هایی که در داخل خاک محلی قرار گرفته‌اند باید به میزان مناسبی در زمین فرو رفته باشند تا هنگام استفاده از داربست لق نزنند و از استحکام کافی برخوردار باشند. ۲- یا روی زیر پایه یا تخته‌هایی قرار داده شوند که هر دو پایه هر نردبان، روی سطح تراز قرار گیرند. پایه‌ها برای جلوگیری از لغزش باید به طور محکمی مهار گردند.

الف-۳- در مواردی که از نردبان دو طرفه برای ایجاد داربست استفاده می‌شود نباید ارتفاع داربست از ۲/۵ متر بیشتر باشد. همچنین تخته جایگاه باید در سطح تراز قرار داده شده و از پله سوم بالای نردبان‌ها بالاتر قرار نگیرد. از داربست نردبانی نباید در هر زمان بیش از ۱ نفر استفاده نماید.

۲-۵-۴-۹- داربست‌های برجی متحرک و ثابت

الف- انتقال یا جابجایی داربست‌های متحرک چرخ‌دار با نفر مستقر شده روی آن ممنوع است.

ب- تمامی داربست‌ها به‌جز داربست متحرک باید در دو جهت عمودی و افقی به‌طور محکم به سازه مهار شوند.

پ- حداکثر ارتفاع مجاز برای استفاده داربست متحرک برجی باید به ۹/۶ متر محدود شود و برای ارتفاع بیش از آن داربست مذکور باید مهار شود.

ت- در داربست برجی متحرک نسبت ارتفاع به عرض نباید بیش از ۳ به ۱ باشد.

ث- تمام چرخ‌های داربست متحرک باید مجهز به قفل مناسب بوده و قطر خارجی چرخ‌ها نباید از ۱۲٫۵ سانتیمتر کمتر باشد.

ج- در داربست برجی ثابت نسبت ارتفاع به عرض نباید بیش از ۴ به ۱ باشد.

چ- حداکثر ارتفاع داربست برجی ثابت در حالت آزاد نباید بیش از ۱۲ متر باشد.

شکل ۲-۶- داربست نردبانی

۲-۵-۴-۱۰- داربست‌های آویزان (معلق) با راه اندازی ماشینی (کلایمر)[1]

الف- تیرهای پیش‌آمده جایگاه کار آویزان باید دارای مقاومت، استحکام و پایداری کافی بوده و با اتصالات مناسب به تکیه‌گاه یا تکیه‌گاه‌های ایمن متصل و مهار گردند. انتهای هر یک از تیرهای پیش‌آمده جایگاه کار آویزان باربر باید مجهز به قطعه متوقف‌کننده باشد.

ب- استفاده از کیسه‌های شن یا وزنه‌های تعادل به‌عنوان وسایل نگهدارنده و مهار تیرهای پیش آمده در داربست معلق مجاز نمی‌باشد.

ب- تیرهای پیش‌آمده باید به‌وسیله پیچ یا وسایل مشابه به‌طور مطمئنی به اجزای اصلی ساختمان متصل و مهار شوند. پیچ‌های مهار باید به‌خوبی سفت شوند و به‌طور مطمئنی تیرهای پیش آمده را به اسکلت و بدنه ساختمان متصل سازند.

پ- اسقرار بخش پیش آمده تیرها از ساختمان باید به‌گونه‌ای باشد که در زمانی که جایگاه کار (پلات فرم) در حالت آویزان ثابت مانده، فاصله جایگاه از نمای خارجی ساختمان از ۳۰ سانتیمتر بیشتر نباشد تا به‌هیچ عنوان احتمال تماس یا برخورد جایگاه کار با سازه وجود نداشته باشد. باید از تکان یا برخورد داربست‌های معلق به بدنه ساختمان به وسیله قیدها، نرده‌های حایل و غیره جلوگیری به‌عمل آید.

ت- جایگاه کار باید با دو یا چند کابل سیمی آویزان باشد به‌طوری‌که فاصله سیم‌های فولادی از حداکثر ۳٫۵ متر بیشتر نباشد و ضریب اطمینانی معادل ۶ داشته باشد. این کابل‌ها باید به مرکز تیرهای پیش آمده متصل و نیروهای حاصل از

1- climber

این اتصال باید مستقیما به قرقره انتقال یابد. طول کابل‌های سیمی آویزان باید به اندازه‌ای باشد که وقتی جایگاه در پایین‌ترین حد خود قرار دارد، حداقل ۲ دور کابل روی هر استوانه باقی بماند. انتهای کابل‌های تعلیق باید به‌طور مطمئنی به‌وسیله گیره‌ها یا سایر وسایل موثر به ماشین بالابر بسته شوند.

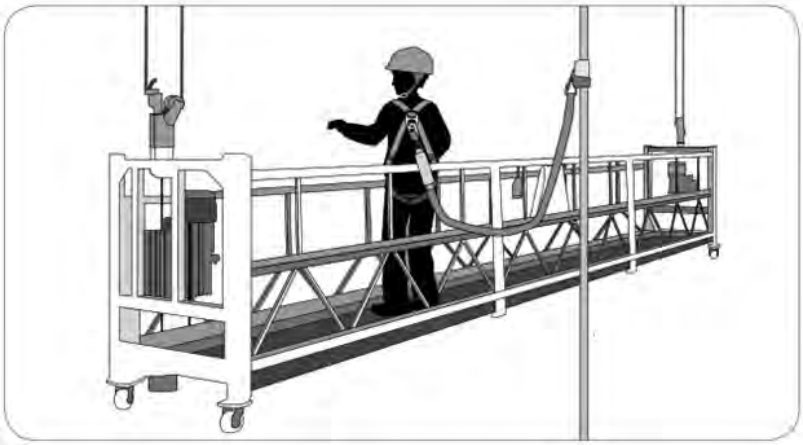
شکل ۲-۷- داربست برجی متحرک

ث- جایگاه کار آویزان باید به‌وسیله نرده‌هایی که بر روی رکاب فلزی تکیه دارند محافظت شده و این رکاب‌ها به کابل‌های آویز متصل باشند. در صورت عدم استفاده از جایگاه کار آویزان، باید نسبت به جمع‌آوری یا مهار آن به سازه اقدام شود.

ج- وینچ[۱] (استوانه‌گردان) موتوردار جایگاه کار آویزان، باید به‌صورت مناسبی روی تکیه‌گاه متصل، مهار و قابل بهره‌برداری باشند. وینچ باید از نوع متوقف کننده خودکار باشند یا به ضامن، گیره (شیطانک) و یا وسیله قفل‌کننده موثر دیگر مجهز باشد، به‌طوری‌که جایگاه را بتوان در هر سطحی به‌طور اطمینان بخشی متوقف نمود و مواقعی که از کنترل دست رها می‌شود، گیره به‌طور خودکار عمل کند. زمانی که گیره قبل از پایین آوردن جایگاه، از قید رها می‌شود، یک وسیله مناسب ایمنی باید فراهم باشد تا از برگشت وینچ جلوگیری نماید. شستی یا اهرم راه اندازی ماشین بالابر باید به ترتیبی باشد که وقتی فشار دست از روی آن رها می‌شود، موتور فوراً متوقف شده و به‌طور اطمینان بخشی جایگاه را نگهدارد.

۱- winch

چ- وینچ‌ها همچنین باید طوری ساخته و نصب شوند که برای بازرسی به آسانی در دسترس باشند. تمام اجزا باید حداقل یک بار در هفته توسط شخص صاحب صلاحیت بازرسی شود. زمانی که محل داربست آویزان جابجا می‌شود، باید قبل از به‌کارگیری مجدد، مورد بازرسی و معاینه کامل قرار گیرد.



شکل ۲-۸ داربست آویزان (کلایمر)

۲-۵- ۵- نردبان

۲-۵-۵-۱- مشخصات عمومی استفاده از نردبان‌ها

الف- در استفاده از نردبان توجه به موارد عمومی زیر الزامی است:

الف-۱- در انتخاب نوع جنس، ابعاد، قابلیت بارگذاری هر پله، نحوه نصب و نگهداری نردبان باید به شرایط اقلیمی و نوع عملیات توجه نمود.

الف-۲- تردد یا استقرار هم‌زمان ۲ کارگر بر روی نردبان به‌جز نردبان ثابت مجاز نیست.

الف-۳ – باید ۳ نقطه اتکا بر روی نردبان تامین شود.

الف-۴ - بدن کارگر همواره باید رو به نردبان باشد و بدن از محور تقارن خارج نشود.

الف-۵- قرارگیری جایگاه کار بالاتر از پله سوم انتهایی نردبان در صورت استفاده از نردبان به‌عنوان جایگاه کار مجاز نیست.

الف-۶- فواصل پله‌های نردبان از یکدیگر باید یکسان بوده و اندازه ای بین ۲۵ تا ۳۵ سانتیمتر داشته باشد.

الف-۷- پایه‌ها و تکیه‌گاه نردبان باید بر روی سطوح هموار و همتراز و مقاوم و غیرلغزنده قرارگیرد.

الف-۸- استفاده از گوه یا کفشک لاستیکی شیاردار یا وسایل و موانع دیگر برای جلوگیری از لغزش و حرکت پایه‌ها بر روی سطوح صاف و لغزنده ضروری است.

الف- ۹- پله‌های نردبان فلزی برای جلوگیری از لغزش پا بر روی آنها باید آجدار باشد.

الف-۱۰- تکیه‌دادن نردبان تنها به سازه‌های بنایی یا دیوارهای دارای استحکام و مقاومت کافی مجاز است.

الف- ۱۱- باید از تکیه دادن نردبان به نبش دیوار یا به ستون‌های استوانه‌ای از قبیل لوله فلزی یا تیرچوبی و غیره جلوگیری به عمل آید.

الف-۱۲- نردبان‌های فلزی باید به‌وسیله ضد زنگ یا مواد مناسب دیگر در مقابل خوردگی و زنگ‌زدگی محافظت شوند.

الف-۱۳- باید در جایی که رفت و آمد زیاد است، از یک نردبان مخصوص بالارفتن و یک نردبان مخصوص پایین آمدن استفاده نمود.

الف-۱۴- حمل بار با دست هنگام استفاده از نردبان مجاز نیست.

ب- استفاده از نردبان در موارد زیر ممنوع است:

ب- ۱- قرارگیری داربست یا جایگاه کار در ارتفاع

ب-۲- استفاده به‌عنوان الوار و تخته زیرپایی برای ایجاد جایگاه کار

ب-۳- قرار دادن پایه‌ها بر روی اجسام ناپایدار از قبیل جعبه یا بشکه، آجر، کیسه و موارد مشابه و نظایر آن

ب-۴- اتصال ۲ نردبان کوتاه به یکدیگر برای افزایش ارتفاع

ب-۵- قراردادن پایه‌ها برروی دریچه‌های آدم‌رو یا قرارگیری نردبان جلوی دری که باز است یا قابل باز شدن است مگر آنکه در به نحو مطمئن بسته یا قفل شده باشد.

ب-۶- آغشته بودن سطوح مختلف نردبان به لکه چربی، گریس، روغن و سایر مواد لغزنده

ب-۷- به‌کارگیری به‌عنوان معبر و پل ارتباطی بین دو جایگاه کار در ارتفاع

ب-۸- استفاده از نردبان با پایه یا پله‌های معیوب، شکسته، در رفته، ترک خورده، پوسیده و ناقص

ب-۹- سست، لغزنده و نا ایمن بودن تکیه‌گاه فوقانی

ب-۱۰- هنگام بارندگی و لغزندگی پایه‌ها

۲-۵-۵-۲- نردبان یک طرفه قابل حمل

الف- نردبان یک طرفه قابل حمل باید به اندازه ۱ متر از تراز جایی که برای رسیدن به آن مورد استفاده قرار می‌گیرد بالاتر بوده و این قسمت اضافی باید فاقد پله باشد. حداکثر طول نردبان یک‌طرفه باید ۱۰ متر باشد.

ب- همتراز نمودن پایه‌های نردبان یک‌طرفه قابل حمل در سطوح با شیب بیش از ۱۶ درجه ممنوع بوده و برای کمتر از آن باید از گوه مناسب استفاده شود.

پ- استقرار نردبان یک طرفه قابل حمل در امتداد سطح شیبدار با شیب بیش از ۶ درجه ممنوع است.

ت- استقرار نردبان یک‌طرفه قابل حمل باید به‌گونه‌ای باشد که زاویه بین نردبان و سطح مبنا در حدود ۷۵ درجه بوده و یا شیب آن طوری انتخاب شود که فاصله بین پایه نردبان تا پای سازه یک چهارم فاصله تکیه‌گاه فوقانی بر روی سازه تا سطح مبنا باشد. در صورت اجبار به استقرار نردبان یک طرفه قابل حمل در زاویه‌ای بین ۷۵ تا ۹۰ درجه، نردبان باید به‌وسیله اتصالاتی با سازه یا دیوار به‌صورت ایمن بسته و محکم شود.

۲-۵-۵-۳- نردبان دو طرفه

الف- نردبان دوطرفه باید مجهز به قید یا ضامنی باشد که از به‌هم خوردن شیب آن جلوگیری به‌عمل آید. در حالت باز نباید ارتفاع آن از ۳ متر بیشتر باشد.

ب- نردبان دوطرفه نباید با جمع کردن دو ضلع آن بر روی هم به جای نردبان یک طرفه به‌کار برده شود.

پ- لولاهای بالای نردبان دو طرفه باید در فواصل زمانی مناسب روغنکاری شوند تا حرکت آنها به آسانی انجام و از شکسته شدن آنها جلوگیری به‌عمل آید. محل اتصال لولاها به نردبان، باید به‌صورت مرتب بازرسی شود تا از محکم بودن آن اطمینان حاصل شود.

۲-۵-۵-۴- نردبان ثابت

الف- باید حداکثر در هر ۹ متر، یک پاگرد تعبیه شود و هر قطعه از نردبان که بین دو پاگرد قرار دارد، نباید در امتداد قطعه قبلی باشد. نردبان و پاگرد آن باید به‌وسیله نرده حفاظتی محافظت شود.

ب- برای نردبان ثابت عمودی که بیش از ۲/۲ متر ارتفاع دارد باید حفاظ‌های حلقوی یا مربعی شکل نصب شود به طوری که با فواصل حداکثر ۰/۹ متری از یکدیگر و با بست‌هایی در طول محفظه مهارشود تا احتمال سقوط کارگر از بین حفاظ وجود نداشته باشد. در نردبان‌های ثابت با طول بیش از ۳ متر که مجهز به نرده جانبی بوده و امکان نصب حفاظ‌های حلقوی یا مربعی شکل وجود ندارد کارگر باید مجهز به سامانه متوقف‌کننده از سقوط باشد.

۲-۵-۵-۵- نردبان چوبی

نردبان چوبی باید دارای مشخصات زیر باشد:

الف- پایه‌ها و پله‌های نردبان چوبی باید از چوب مرغوب (مستحکم، فاقد عوارضی چون پوسیدگی، سوراخ‌های کرم و موریانه، ترک) ساخته شده و الیاف چوب در جهت طول قطعات باشند. اجزای نردبان نیز باید فاقد هرگونه عیب و ایراد ظاهری از قبیل ترک، شکستگی و پوسیدگی باشد.

ب- پله‌های نردبان چوبی باید به‌صورت کام و زبانه به‌طور محکم به پایه‌ها متصل شده باشند.

پ- از به‌کاربردن نردبان چوبی که پله‌های آن فقط به‌وسیله میخ و پیچ به پایه‌های متصل شده باشند، باید خودداری شود.

ت- از رنگ کردن نردبان چوبی که باعث پوشیده شدن نواقص آن می‌شود، باید خودداری شود و برای محافظت آن از پوسیدگی، باید از مواد محافظ شفاف استفاده شود.

ث- نردبانی که روی یک پایه تک به وسیله اتصال چوب‌های افقی ساخته شود، نباید مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۵-۵-۶- پلکان منهول[۱]

پلکان منهول باید دارای مشخصات زیر باشد:

الف- توسط دیواره‌ها و اطراف کاملا احاطه شده باشد.

ب- عرض پله باید بین ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر باشد.

پ- فاصله نصب اولین پله از کف نباید بیش از ۲۰ سانتیمتر باشد.

ت- سطح مقطع دایره‌ای پله باید حداقل ۳/۱۴ سانتیمترمربع باشد.

ث- در بالاترین نقطه بعد از آخرین پله بالایی محلی برای قرار دادن موقت دو عدد دسته ۱ متری برای سهولت ورود و خروج تعبیه شود.

۲-۵-۵-۷- نردبان طنابی

الف- استفاده از نردبان طنابی هنگامی مجاز است که امکان استفاده از سایر نردبان‌ها میسر نباشد.

ب- طول نردبان طنابی نباید بیش از ۳۰ متر باشد. پله نردبان طنابی باید از جنس مقاوم بدون ترک‌خوردگی و پوسیدگی باشد. استفاده از نردبان با پله طنابی ممنوع است.

پ- نگهدارنده‌های نردبان طنابی باید به‌صورت محکم و ایمن در بالای هر پله بسته شده باشند.

۲-۵-۵-۸- سایر نردبان‌ها

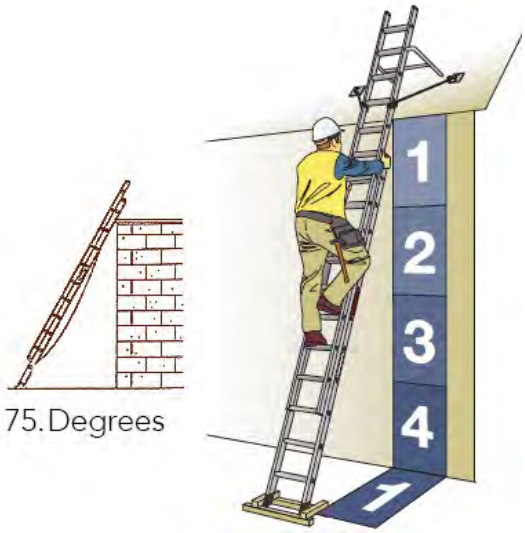
الف- نردبان قلابدار و نظائر آن که در بهره‌برداری از تأسیسات مورد استفاده قرار می‌گیرد باید به‌طرز مطمئنی محکم شود تا از تغییر مکان تصادفی آن جلوگیری به‌عمل آید.

ب- در موقع استفاده از نردبان پله‌مرغی[۲] بر روی سقف‌های شیبدار باید نردبان مذکور از راس شیب تا لبه انتهایی آن ادامه داشته و به‌صورت ایمن مهار شود.

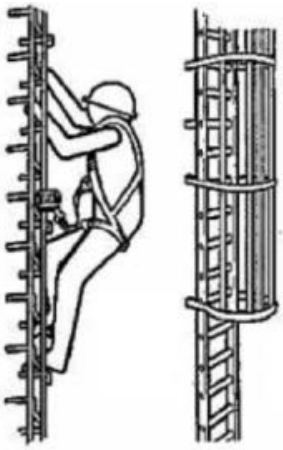
۱- Manhole stairs

۲- Chicken ladder

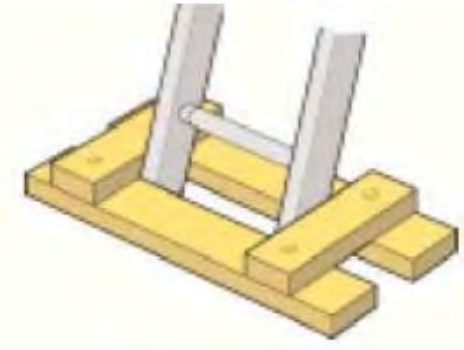
الف- قانون سه نقطه اتکا



ب- زاویه مناسب بین نردبان و سطح مبنا



های ثابت‌های حفاظت از سقوط در نردبان‌پ- انواع سیستم



ت- تثبیت پایه نردبان در محل اتکاء

ث- نردبان پله مرغی

شکل ۲-۹- نکات مهم در استفاده از نردبان‌ها

۲-۵-۵-۹- رعایت حریم خطوط برق

نردبان قابل حمل فلزی یا از دیگر جنس‌های هادی نباید در مجاورت خطوط یا تجهیزات برق‌دار مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از نردبان فلزی در هنگام کار با پست‌های فشار قوی تحت نظر شخص صاحب صلاحیت مجاز است. نردبان‌های هادی باید به‌طور وضوح علامت گذاری شوند.

۲-۵-۶- روش دسترسی با طناب

دسترسی با طناب باید دارای مشخصات زیر باشد:

الف- نحوه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، مکانیزم‌های ایمنی از قبیل ابزارهای قفل‌شونده، نصب و جمع‌آوری طناب‌های عملیات و پشتیبان برای عامل کار در ارتفاع، انتخاب محل مناسب و ایجاد نقاط تکیه‌گاهی ایمن و مستحکم باید توسط شخص صاحب صلاحیت مشخص شود.

ب- در عملیات دسترسی با طناب حضور تیم یا فرد نجات‌دهنده صاحب صلاحیت الزامی است.

پ- عامل کار در ارتفاع باید همواره دارای حداقل ۲ نقطه اتکا یا تماس بوده و هر یک از نقاط اتکاء باید به‌صورت مجزا به یک تکیه‌گاه ایمن متصل شده باشند. عامل کار باید دوره‌های آموزشی تخصصی برای اجرای عملیات را در مراکز مجاز و زیر مرجع صاحب صلاحیت گذرانده باشد.

ت- استفاده بیش از یک نفر به‌صورت همزمان از یک طناب ممنوع است.

ث- تجهیزات به‌کار رفته باید بر اساس دستورالعمل تولیدکننده در فواصل زمانی مشخص توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازرسی ادواری قرار گیرد.

شکل ۲-۱۰- دسترسی با طناب

۲-۵-۷- بالابر سیار (سکو متحرک برای کار در ارتفاع)

الف- بر روی بـدنه بالابرهای سیار بایـد لوح شناسایی، دستورالعمل‌های ایمنی و علائم هـشداردهنده استاندارد به گـونه‌ای که واضح و خـوانا باشد، نصب شود.

ب- بالابرهای سیار باید دارای حداقل ۴ چرخ و اهرم ترازکننده بوده و به مکانیزم قفل‌شونده و محدودکننده شعاع حرکت بازو و مجهز باشند.

پ- استفاده از بالابر سیار به‌عنوان جرثقیل ممنوع است.

ت- برای استفاده از بالابرهای سیار ماشینی در مکان‌های پر تردد باید از ۳ نفر شامل راه انداز دستگاه، فرد مستقر در جایگاه کار و پرچم‌دار استفاده شود. پرچم‌دار باید در فاصله ۱۵۰ متری قبل از خودروِ مذکور مستقر شده و با علایم مناسب (قندیل‌های هدایت مسیر)، سایرین را از توقف خودرو یا جایگاه کار مذکور مطلع کرد.

ث- هنگام کار با بالابر سیار، باید از تردد افراد متفرقه در حریم دستگاه جلوگیری شود.

ج- هـنگام جابجایی بالابرهای سیار، نباید فرد در سکوی بالابر مستقر شده باشد. استفاده از هرگونه نردبان، زیرپایی و سایر موارد مشابه به منظور افزایش ارتفاع ممنوع است. همچنین بالا رفتن و پایین آمدن از مهارها، ستون‌ها، بوم‌ها و مفاصل سکوی کار بالابر سیار ممنوع است.

چ- هنگام استقرار بالابر سیار، اپراتور باید برای تعادل دستگاه از جک‌های تعادلی، ترمز و گوهِ زیر چرخ استفاده کند. استقرار بالابر سیار، در صورتی مجاز است که زیر جک‌ها از استحکام کافی برخوردار بوده و شیب مجاز سطح مبنا رعایت شده باشد.

ح- هنگام انتخاب محل و به‌کارگیری بالابرهای سیار باید حریم خطوط برق هوایی و پست‌های برق رعایت شده و اقدامات حفاظتی در این زمینه به‌عمل آورده شود.

خ- کنترل عملکرد صحیح حس‌گرها و مکانیزم‌های کنترل یا توقف اضطراری ذیل بر روی دستگاه الزامی است:

خ-۱- حس‌گرهای فعال وزن بار و گشتاور برای جلوگیری از ادامه کار و واژگونی

خ-۲- حس‌گرهای محدودکننده ارتفاع

خ-۳- حس‌گرهای فعال حرکت روی سطح زمین، برای توقف دستگاه در شیب بیش از حد مجاز

خ-۳- حس‌گر سیستم فرمان جک‌ها، برای جلوگیری از جمع شدن جک‌ها در حالت بالابودن سکو

خ-۴- دکمه‌های توقف اضطراری قرارگرفته در دو محل سکوی کار و کنار منبع تغذیه

خ-۵- شیرهای قفل‌کننده حفاظتی در تمام سیلندرهای هیدرولیک به‌منظور جلوگیری از واژگونی

خ-۶- سیستم کنترل اضطراری برای جمع کردن دستگاه به‌صورت ایمن در مواقع قطع برق دستگاه یا از کار افتادن موتور و یا هر دو

شکل ۲-۱۱- بالابر سیار

۲-۶- سامانه حفاظت از سقوط[۱]

۲-۶-۱- سامانه محدود کننده (جلوگیری از) سقوط[۲]

در این سامانه، حفاظت از عوامل انسانی پروژه از طریق حذف امکان سقوط از ارتفاع، با استفاده از تدابیر و تجهیزات محدودکننده حرکت انجام می شود.

الف- قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی و محوطه اطراف آن از قبیل پلکان‌ها، سطوح شیبدار، دهانه‌های باز در کف طبقات، چاه‌های آسانسور، اطراف سقف‌ها و دیوارهای باز و نیمه تمام طبقات، محل‌های عبور لوله‌های عمودی تأسیسات، چاه‌های در دست حفاری آب و فاضلاب، کانال‌ها، اطراف گودبرداری‌ها، گودال‌ها، حوض‌ها و استخرها و سایر مکان‌هایی که احتمال خطر سقوط افراد را در بردارد، باید تا زمان پوشیده شدن و محصور شدن نهایی یا نصب حفاظ‌ها و نرده‌های دائم و اصلی، حسب مورد با استفاده از شبرنگ‌ها، چراغ‌ها و تابلوهای هشداردهنده مناسب و قابل رویت در طول روز و شب و به وسیله نرده‌ها یا پوشش‌های موقت به‌طور محکم و مناسب حفاظت گردند.

ب- تمام لوازم و تجهیزات مورد استفاده در سیستم‌های محدودکننده سقوط باید توسط شخص صاحب صلاحیت به‌صورت دوره‌ای مورد بازرسی دقیق قرار گرفته و در صورت مشاهده نقص و یا فرسودگی، استفاده از آنها متوقف و از رده خارج شوند.

۱- fall protection system

۲- Restraint system

۲-۶-۱-۱- نرده (جان پناه) حفاظتی موقت

حفاظی است قائم و موقت که باید برای جلوگیری از سقوط افراد در مواردی‌که ارتفاع سقوط بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر باشد، نصب شود.

الف- جان پناه باید دارای شرایط زیر باشد:

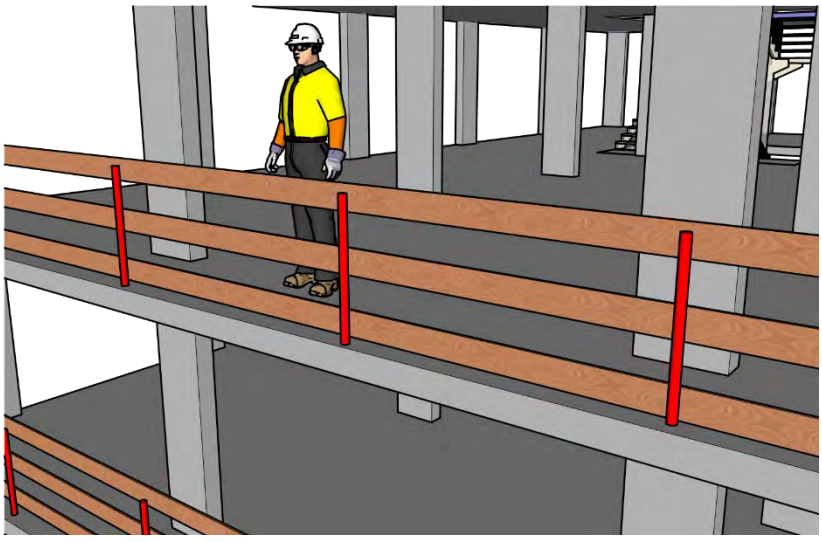
الف-۱- ارتفاع نرده حفاظتی موقت از کف طبقه یا سکوی کار نباید از ۰٫۹ متر کمتر و از ۱٫۱۰ متر بیشتر باشد. ارتفاع نرده حفاظتی موقت راه‌پله و سطوح شیبدار نباید از ۰٫۷۵ متر کمتر و از ۰٫۸۵ متر بیشتر باشد.

الف-۲- در اجزای نرده حفاظتی که به ترتیب از بالا به پایین شامل نرده بالایی، نرده میانی و پاخور است، نباید قسمت‌های تیز و برنده وجود داشته باشد.

الف-۳- نرده‌ها، پاخورها و وسایل دیگر حفاظتی که در جایگاه کار به‌کار می‌روند، نباید از جای خود برداشته شوند مگر در زمان و در حدی که برای ورود اشخاص، حمل یا جابجایی مصالح ساختمانی لازم است.

الف-۴- برای جلوگیری از سقوط ابزارها و مصالح، باید مطابق بند ۲-۲-۳-۴، اقدام به نصب پاخور حفاظتی در محل اتصال نرده با کف (سطح زمین) شود.

الف-۵- برای جلوگیری از خطر سقوط کارگران، باید در طرف باز جایگاه کار، نرده حفاظتی نصب شود.



شکل ۲-۱۲- نرده (جان پناه) حفاظتی موقت

ب- بارهای وارده بر سیستم های نرده (حفاظ)

ب-۱- دستگاه نظارت موظف است نقشه‌های ارائه شده توسط پیمانکار برای نرده‌های حفاظتی را با توجه به ضوابط و مقررات «آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها (حفاظت از وسایل نقلیه و تامین ایمنی عابران پیاده)»، ضابطه شماره ۱۳۹ دفتر نظام فنی- اجرایی سازمان برنامه و بودجه، کنترل نموده و اصلاحات مورد نیاز را به پیمانکار ابلاغ نماید.

ب-۲- نرده حفاظتی باید در فواصل حداکثر ۲ متر، دارای پایه‌های عمودی بوده و ساختمان و اجزای سازه آن باید دارای چنان مقاومتی باشند که بتوانند در مقابل نیروها و ضربه‌های وارده در تمام جهات (برای مواقعی که در معرض برخورد با وسایل نقلیه و سایر وسایل متحرک قرار می‌گیرد) مقاومت نمایند. سیستم نرده و یا نرده حفاظ باید بتواند یک بار متمرکز یک کیلو نیوتن وارد بر هر نقطه و در هر جهتی از آن (به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثر بار بر روی اجزای سازه مربوط شوند) را تحمل کرده و آن را توسط تکیه‌گاه‌های خود به سازه منتقل نماید. نرده و یا نرده حفاظ باید بتواند یک بار گسترده ۷۵ کیلو نیوتن بر متر طول را در هر جهتی در امتداد نرده و یا نرده حفاظ تحمل کند.

ب-۳- در مواردی که نرده در معرض برخورد خودروهای شخصی قرار دارد، باید بتواند یک بار متمرکز ۳۰ کیلو نیوتنی که به‌صورت افقی و در هر جهتی به سیستم حفاظ وارد می‌شود، تحمل کند. نرده باید دارای مهارها و یا اتصالات مناسب برای انتقال این بار به سازه باشد.

۲-۶-۱-۲- پوشش حفاظتی موقت دهانه‌های باز

پوشش حفاظتی موقت دهانه‌های باز باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- در مورد دهانه‌های باز با ابعاد کمتر از ۴۵ سانتیمتر، تخته یا الوارهای چوبی با پهنای حداقل ۲٫۵ سانتیمتر.

ب- در مورد دهانه‌های باز با ابعاد بیشتر از ۴۵ سانتیمتر، تخته یا الوارهای چوبی با پهنای حداقل ۵ سانتیمتر.

پ- در صورت استفاده از پوشش‌های فولادی، پوشش مذکور باید از مقاومت لازم برخوردار باشد.

ت- چنانچه به هر دلیلی پوشش روی دهانه برداشته شود باید با استفاده از نرده‌های حفاظتی موقت، در برابر سقوط افراد و اجسام حفاظت شده و به‌وسیله علایم و نوارهای ایمنی مناسب و با چراغ گردان در شب، نسبت به هشدار و آگاهی به عابران و اطرافیان اقدام شود.

۲-۶-۱-۳- تجهیزات محدودکننده دامنه حرکت کاربر

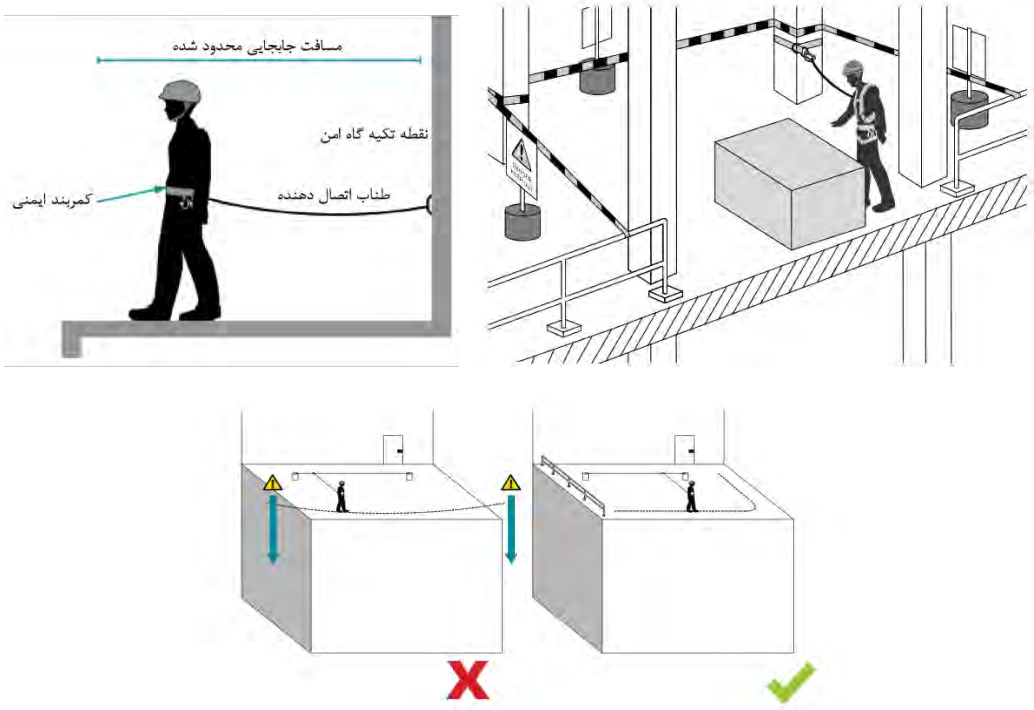
الف- در مواردی که در مجاورت محل کار کارگران، پرتگاه قرار دارد ولی ماهیت عملیات، کار در ارتفاع نیست، باید از سیستم محدودکننده حرکت برای جلوگیری از قرارگرفتن فرد، در وضعیت سقوط استفاده نمود.

ب- یک سامانه محدود کننده حرکت از کمربند ایمنی دارای حلقه، طناب اتصال دهنده (لنیارد[۱]) و نقطه تکیه‌گاه امن تشکیل شده است.

۱- Lanyard طناب یا تسمه‌ای است که به منظور ایجاد ارتباط بین عامل کار در ارتفاع با نقطه تکیه‌گاه یا لایف‌لاین (طناب تکیه‌گاه) یا سازه ثابت با کمترین ایجاد مزاحمت، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پ- استفاده از کمربند ایمنی[۱] برای عملیات کار در ارتفاع، فقط در صورتی مجاز است که به‌عنوان جزئی از سامانه محدودکننده مورد استفاده قرار گیرد و کاربر نباید در وضعیت سقوط قرار گیرد.

ت- برای ممانعت از نزدیکی به محدوده پرتگاه، استفاده ترکیبی و توأمان از نرده حفاظتی موقت و تجهیزات محدودکننده حرکت و پوشش‌های موقت دهانه‌های باز، با تایید شخص صاحب صلاحیت مجاز است (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳- سامانه محدودکننده دامنه حرکت کاربر

۲-۶-۲- سامانه توقف سقوط (متوقف‌کننده سقوط)[۲]

سامانه توقف سقوط، در مواردی که نوع فعالیت به‌گونه‌ای است که خطر سقوط قابل حذف کردن نیست (بر خلاف سیستم محدودکننده سقوط) و افراد لاجرم در لبه پرتگاه در حال فعالیت هستند، باید به کار روند. در این حالت، ریسک سقوط وجود دارد. یک سامانه متوقف کننده سقوط باید دارای شرایط زیر باشد:

۲-۶-۲-۱- مشخصات فنی اجزای به‌کار رفته در آن از قبیل لایف‌لاین‌های افقی و عمودی، لنیارد، ابزار قفل شونده، قلاب قفل شونده (اتصال دهنده‌ها)، هارنس تمام تنه، شوک‌گیر (جاذب انرژی) باید مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی یا ملی باشد.

۱- Safety belt

۲- Fall arrest system

۲-۶-۲-۲- تکیه‌گاه‌های نگهدارنده سامانه توقف سقوط، با توجه به شرایط محیط کار باید به‌صورت نقطه‌ای یا طنابی (به‌صورت طناب منعطف یا ریل (صلب)) اجرا شوند. لایف‌لاین‌های افقی و عمودی اعم از طناب‌ها و کابل‌های فولادی یا ریل‌ها، همچنین نحوه اتصال لایف‌لاین‌ها به تکیه‌گاه‌های امن، باید مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی یا ملی اجرا شود.

۲-۶-۲-۳- لایف‌لاین باید به نقاط تکیه‌گاهی مناسب از سازه که حداقل قادر به تحمل نیروی ۲۲۰۰ کیلوگرم باشد، متصل شود. نحوه اجرای تکیه‌گاه باید مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی یا ملی باشد و نحوه اجرا توسط شخص صاحب صلاحیت تایید شود.

۲-۶-۲-۴- در طراحی و تعیین محل تکیه‌گاه و فاصله آزاد سقوط، باید حداقل فاصله ایمن تا سطح مبنا بدین صورت در نظر گرفته شود؛

حداقل فاصله ایمن تا سطح مبنا =۱/۲ متر + طول لنیارد نگهدارنده + طول شوک‌گیر در حالت کاملاً باز شده + ۲/۵ متر همچنین پس از سقوط و انجام عملیات توقف سقوط، باید کف پاهای کاربر، حداقل ۱۵ سانتیمتر از سطح مبنا فاصله داشته باشد.

۲-۶-۲-۵- تمام اتصالات و اتصال‌دهنده‌ها از قبیل حلقه‌ها، قلاب‌ها و کارابین‌ها، در نقاط اتصالی از جمله اتصال لنیارد به هارنس و اتصال لنیارد به نقطه یا طناب تکیه‌گاهی، باید از جنس مرغوب و تولید شده بر اساس استانداردهای معتبر بین المللی یا ملی باشند.

۲-۶-۲-۶- استفاده همزمان افراد از لایف‌لاین عمودی در سامانه توقف سقوط ممنوع است.

۲-۶-۲-۷- میزان شکم‌دهی لایف‌لاین افقی در بین دو نقطه تکیه‌گاهی، نباید بیش از ۱٫۲ متر باشد.

۲-۶-۲-۸- هنگام استفاده از لایف‌لاین، حداکثر جابجایی عمودی در زمان سقوط فرد نباید بیش از یک متر باشد.

۲-۶-۲-۹- طناب استاتیک به‌کار رفته در لایف‌لاین‌ها، باید بتواند بار وارده به میزان حداکثر ۲۰۰۰ کیلوگرم را تحمل کند. باید کنترل شود که طناب‌ها در قسمت پایینی به‌هم تابیده نشده باشند و به‌صورت ایمن به تکیه‌گاه متصل شوند. طناب‌ها باید فاقد گره بوده و لغزنده و روغنی نباشند. برای ازدیاد طول طناب، نباید طناب‌ها به‌هم گره زده شوند و باید به وسیله پوشش‌های مناسب از لبه‌های بُرنده و تیز محافظت شوند و ترجیحاً با استفاده از رنگ‌بندی، لایف‌لاین مشخص شود.

۲-۶-۲-۱۰- طناب نیمه‌استاتیک در سامانه توقف سقوط باید حداقل ۱۳ میلیمتر قطر داشته و مجهز به طناب پشتیبان عمودی برای حداقل هر ۹ متر باشد. حداکثر تغییرشکل هنگام کشیده شدن، نباید بیش از ۴۰ میلیمتر به ازای هر ۹ متر طول باشد. همچنین باید مجهز به پوشش حفاظتی مناسب باشد که طناب را از بریدن و ساییدگی محافظت کند.

۲-۶-۲-۱۱- طناب‌ها و کابل‌ها باید در برابر هرگونه سایش، مواد خورنده، گرما و شعله مستقیم مقاوم باشند.

۲-۶-۲-۱۲- طناب‌ها باید با آب و مواد شوینده ضعیف شسته شده و توسط جریان هوا خشک شوند.

۲-۶-۲-۱۳- در انتهای طناب‌ها و لنیاردهای مورد استفاده در سامانه توقف سقوط، باید حلقه وجود داشته باشد. این حلقه باید توسط تولیدکننده تجهیزات ایجاد شده باشد. در صورت بریدن طناب و لنیارد و کوتاه کردن آن، هر یک از دو سر بریده شده باید مجدداً بسته شده و در آن حلقه ایجاد شود. ایجاد این حلقه باید توسط شخص صاحب صلاحیت انجام شود.

۲-۶-۲-۱۴- هارنس تمام تنه مورد استفاده در سیستم‌های توقف سقوط، باید دارای حلقه‌های سینه (جناغی) و پشتی باشد که به تناسب نوع عملیات کار در ارتفاع، لنیارد متصل به ابزار متوقف کننده سقوط[1]، به این حلقه‌ها متصل شود.

۲-۶-۲-۱۵- استفاده از شوک‌گیر در وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع که در اثر سقوط آزاد شخص، امکان وارد آمدن فشار زیادی به بدن وی وجود دارد، الزامی است. پس از وقوع سقوط بر روی شوک‌گیر و در صورت استفاده از آن باید این ابزار از رده خارج شود و استفاده مجدد آن ممنوع است.

۲-۶-۲-۱۶- در ارتفاع بیش از ۱٫۲ متر، چنانچه سامانه توقف سقوط مجهز به شوک‌گیر نباشد، این سامانه باید سطح شوک وارده را در شرایط سقوط به مقدار کمتر از ۴۰۰ کیلوگرم کاهش دهد.

۲-۶-۲-۱۷- استفاده از میخ پرچ برای اتصال اجزای انواع کمربند ایمنی و هارنس ممنوع است.

۲-۶-۲-۱۸- شخص صاحب صلاحیت موظف است سامانه توقف سقوط را قبل از هر شیفت کاری بازرسی و کنترل نموده و از ایمن بودن آن اطمینان حاصل کند.

۲-۶-۲-۱۹- پس از اطلاع از فرسوده و معیوب بودن لوازم و تجهیزات سامانه توقف سقوط، باید برچسب «خطرناک است، استفاده نشود» روی آنها درج شده و از دسترس کارگران خارج شوند.

۲-۶-۲-۲۰- استفاده از تجهیزات معیوب تعمیرپذیر منوط به اجازه تولیدکننده برای تعمیرات و انجام این کار توسط مرجع صاحب صلاحیت است که توسط تولیدکننده مشخص می‌شود.

۲-۶-۲-۲۱- در موقع کار بر فراز یا در نزدیکی آب و موقعی که خطر غرق شدن وجود دارد باید از جلیقه‌های نجات استفاده شود.

1- rope grab fallarrester

تنه‌الف- هارنس تمام

ب- لنیارد

پ- لنیارد دو بازو

گاهی ت- لنیارد با قلاب اتصال تکیه

ث- قلاب اتصال به هارنس

ج- شوک گیر(جاذب انرژی)

چ- کارابین(قلاب قفل شونده)

شونده توقف سقوط- ابزار قفل

شکل ۲-۱۴- اجزای اصلی سامانه توقف سقوط

۲-۶-۳- تور ایمنی[1] حفاظت از سقوط افراد

۲-۶-۳-۱- در مواردی‌که نصب سکوهای کار و نرده‌های حفاظتی در ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر امکان‌پذیر نباشد، برای جلوگیری از سقوط افراد، یا برای کاهش صدمات و افزایش ضریب اطمینان، باید از تورهای ایمنی با روزنه‌هایی به ابعاد ۱۵ * ۱۵ سانتیمتر و با رعایت موارد زیر استفاده شود:

الف- تور ایمنی باید حداقل ۲٫۴ متر و حداکثر ۴٫۶ متر پایین‌تر از ناحیه یا تراز کاری نصب شده باشد.

ب- تور ایمنی باید ۲٫۴ متر از هر طرف از کنارهای ناحیه کاری بیشتر ادامه داشته باشد.

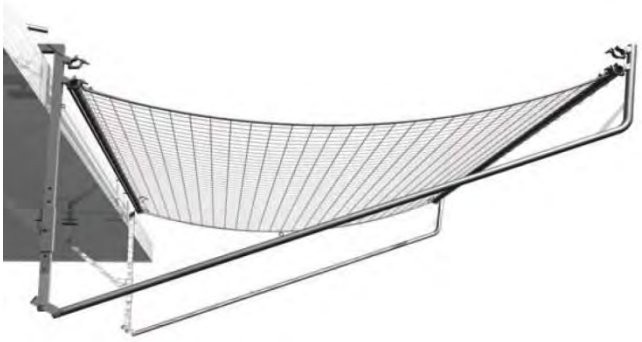
1- Safety net

۲-۶-۳-۲- تور ایمنی که از چندین تور تشکیل شده باید به‌صورت ایمن به‌هم متصل شوند، به‌طوری‌که توانایی جذب نیرویی برابر یا بزرگتر از مقدار طراحی شده را داشته باشند.

۲-۶-۳-۳- تور ایمنی باید به‌گونه‌ای نصب شود که بین کارگر و تور هیچ مانعی وجود نداشته باشد. همچنین باید فاصله ایمنی تا سطح زیرین، در حالتی که تور ایمنی در اثر سقوط فرد، در وضعیتِ حداکثر شکم‌دهی قرار دارد، برقرار باشد.

۲-۶-۳-۵- برپایی و نصب تورهای ایمنی، همچنین جمع‌آوری و برچیدن آنها باید توسط شخص صاحب صلاحیت و با استفاده از سیستم توقف سقوط انجام شود.

۲-۶-۳-۵- تور ایمنی قبل از استفاده و در طول مدت بهره‌برداری باید به‌صورت مستمر توسط شخص صاحب صلاحیت از نظر نصب صحیح، پارگی، پوسیدگی و موارد دیگر به دقت بازرسی شده و مقاومت آنها به لحاظ تحمل وزن افراد هنگام سقوط در شرایط مختلف مورد آزمایش قرار گیرد و بعد از اطمینان از کارایی تورهای ایمنی دستور اجرای عملیات را صادر کند. استفاده از تورهای فرسوده و آسیب‌دیده به هیچ وجه مجاز نیست.



شکل ۲-۱۵- تور ایمنی

۲-۶-۴- حفاظت از سقوط بر روی بام (سقف) شیبدار

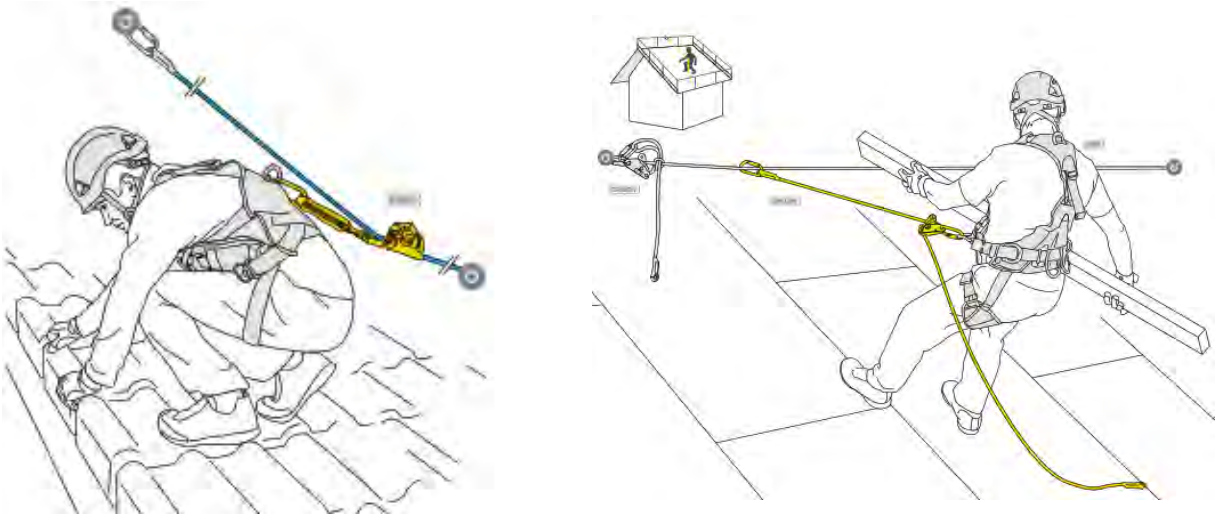
۲-۶-۴-۱- در هنگام کار بر روی سقف‌های شیبدار با پوشش صفحات موج‌دار نورگیر و یا صفحات شکننده مانند ورق‌های آزبست- سیمان (ایرانیت)، در صورتی‌که سقف فاقد هرگونه نقص، ترک و شکستگی بوده و فاصله تکیه‌گاه‌های زیر آن به اندازه‌ای باشد که تحمل بارهای وارده را داشته باشند، باید از صفحات چوبی با عرض حداقل ۲۵ سانتی‌متر استفاده شود. تعداد صفحات چوبی باید حداقل ۲ عدد باشد تا برای جابجا کردن یکی از آنها، نیاز به ایستادن بر روی ورق‌های شکننده نباشد. این صفحات چوبی باید به‌طور محکم و مطمئن نصب گردند تا از لغزش آنها در زیر پای کارگر جلوگیری به‌عمل آید.

۲-۶-۴-۲- در مواردی که کار روی بام‌های شیب‌دار به‌ویژه با شیب بیش از ۲۰ درجه انجام می‌پذیرد، استفاده از سیستم توقف سقوط اجباری است و توصیه می شود تورهای ایمنی در زیر محل کار نصب شود.

۲-۶-۴-۳- کارگرانی که بر روی سقف‌های شیب‌دار به‌کار گمارده می‌شوند، باید دارای تجربه کافی و توانایی جسمی و روانی لازم باشند.

۲-۶-۴-۴- در لبه سطوح شیب‌دار باید موانع مناسب و کافی برای جلوگیری از ریزش ابزار کار نصب شود.

۲-۶-۴-۵- از کار کردن کارگران بر روی بام ساختمان‌ها در هنگام باد، طوفان و بارندگی شدید و یا هنگامی‌که سطح بام پوشیده از یخ باشد، باید جلوگیری به‌عمل آید.



شکل ۲-۱۶- حفاظت از سقوط بر روی بام (سقف) شیبدار

۲-۷- ماشین آلات (موتوری)، تجهیزات ساختمانی و ابزارها

۲-۷-۱- مشخصات عمومی

۲-۷-۱-۱- ماشین‌آلات ساختمانی مورد بحث در این بخش برای جابجایی و حمل مصالح، خاک و ضایعات ساختمانی، همچنین در گودبرداری و نظایر آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۷-۱-۲- باید از ماشین‌آلاتی که مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۲۵۴۴ یا دارای استانداردهای بین المللی هستند در عملیات اجرایی استفاده شود. اتاقک (کابین) و ساختارهای حفاظتی ماشین آلات ساختمانی باید مطابق استانداردهای ملی به شماره‌های ۸۶۱۰، ۸۱۵۷ و ۱۰۴۸۲ طراحی و ساخته شده باشد. علاوه بر موارد بیان‌شده تجهیزات، ماشین آلات ساختمانی باید:

الف- مطابق با استانداردهای بین المللی، ملی و منطبق با اصول و قواعد ارگونومی ساخته شده باشند.

ب- به‌موقع و مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده، نگهداری و تعمیر دوره‌ای شوند.

پ- حفاظ‌ها، ورق ها، سایر تجهیزات و ابزار آلات باید مطابق با دستورالعمل سازنده تعمیر شوند.

ت- به یک کاهنده صدای منبع و کنترل کننده صدا مجهز شده باشند.

۲-۷-۱-۳- ماشین آلات ساختمانی باید مطابق ضوابط، توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازرسی و معاینه فنی ادواری قرار گیرند و تنها در صورت اخذ معاینه فنی به‌کارگیری آنها مجاز است.

۲-۷-۱-۴- نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، تعمیر، آزمایش و تنظیم ماشین آلات و تجهیزات ساختمانی و هدایت آن‌ها باید توسط شخص صاحب صلاحیت و مطابق مقررات مرجع صاحب صلاحیت و دستورالعمل‌های فنی و ایمنی شرکت سازنده انجام شود. دستورالعمل کار با ماشین آلات ساختمانی باید در اختیار راننده و متصدی قرار داده شود و راننده یا متصدی نیز موظف به رعایت و اجرای آن می باشند.

۲-۷-۱-۵- تمام رانندگان یا متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی باید آموزش‌های لازم در خصوص آشنایی با ساختار ماشین آلات ساختمانی، اصول سرویس و نگهداری روزانه، بازدید فنی مطابق با وظایف محوله و اصول ایمنی مربوط به حرفه خود را فرا گرفته و مفهوم علائم و تابلوهای هشدار دهنده و کاربرد آنها را بدانند. همچنین با قوانین و مقررات رانندگی در جاده‌های مختلف به خوبی آشنا بوده و از آنها پیروی کنند. حسب مورد، مطابق با قوانین جاری، دارای گواهینامه ویژه مهارتی از مرجع صاحب صلاحیت باشند. به‌کارگیری رانندگان و متصدیان فاقد گواهی سلامت معتبر از مراکز درمانی معتبر ممنوع است.

۲-۷-۱-۶- ماشین آلات ساختمانی باید مطابق با استاندارد ملی به لوازم زیر مجهز باشند:

الف- دستگاه سیگنال صوتی برقی

ب- نورافکن جلو و عقب ماشین و چراغ های عقب و جلو مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۰۱۸۲

پ- ترمز دستی و ترمز پدالی و در صورت لزوم ترمز اضطراری مطابق با استانداردهای ملی به شماره های ۸۴۱۵، ۸۶۱۲ و ۱۰۹۷۵

ت- چراغ گردان هشدار دهنده

ث- کاهنده صدای منبع و کنترل کننده صدا (صدا خفه کن ها) مطابق با استانداردهای ملی به شماره های ۱۰۹۷۴، ۱۱۵۸۳

ج- آژیرهای هشدار دهنده (دنده عقب، تجاوز از شرایط عملیاتی ماشین) که میزان صدای آنها حداقل ۱۰ دسی بل بیشتر از صدای زمینه باشد.

چ- حفاظ ایمن هنگام تعویض، باد کردن و پنچرگیری لاستیک چرخ

ح- علایم و برچسب‌های ایمنی که خوانا، تمیز و قابل رویت باشد.

۲-۷-۱-۷- اتاقک راننده و متصدی ماشین آلات ساختمانی باید دارای مشخصات زیر باشد:

الف- راننده یا متصدی را در شرایط جوی نامساعد و نفوذ گرد و غبار هنگام عملیات اجرایی محافظت نماید.

ب-دارای شیشه ایمن و مقاوم در برابر ضربه مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۰۱۸۲ باشد.

پ- دید راننده یا عامل انجام کار را مطابق با استانداردهای ملی به شماره های ۸۴۱۵، ۸۶۱۲ و ۱۰۹۷۵ محدود نکند.

ت- مجهز به آینه‌های جانبی برای دید اطراف و حسب مورد نمایشگر های آشکارساز مناسب باشد.

ث- دارای سیستم گرمایشی و سرمایشی ایمن و مناسب مطابق با استانداردهای ملی به شماره‌های ۱۰۹۷۴ و ۱۱۵۸۳ باشد.

ج- دارای کپسول اطفای حریق مناسب و جعبه کمک‌های اولیه باشد.

چ- دارای شبکه یا محافظ ایمن در جلوی شیشه برای ماشین‌آلاتی که در معرض ریسک بالای خطر ناشی از برخورد سنگ یا سایر اجسام مشابه از جبهه کاری قرار دارند، باشد

هـ- ابعاد شبکه حفاظ در جلوی شیشه باید حداکثر ۲×۲ سانتیمتر باشد.

خ- دفترچه راهنمای ارائه شده توسط سازنده درخصوص ایمنی کار با ماشین مذکور مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۰۴۸۴ موجود باشد.

د- برف پاکن مناسب، سالم مجهز و به تعداد کافی باشد.

توجه: آن دسته از ماشین آلاتی که دارای اتاقک بدون شیشه و فقط دارای سازه محافظ هستند از شمول بندهای الف، ب، پ، ث، د خارج هستند.

۲-۷-۱-۸- صندلی ماشین آلات ساختمانی باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:

الف- مجهز به ضربه‌گیر باشد.

ب-کمربند ایمنی سالم داشته باشد.

پ- قابلیت تنظیم در طول و ارتفاع را داشته باشد.

ت- راحت بوده و مطابق با اصول ارگونومی طراحی و ساخته شده باشد.

ث- مطابق با استانداردهای ملی به شماره‌های ۸۴۰۴ و ۹۹۳۲ یا استانداردهای معتبر بین المللی باشد.

۲-۷-۱-۹- ماشین‌آلات ساختمانی باید مجهز به علایم و برچسب‌های ایمنی مناسب باشند. این علایم باید کاملا خوانا، تمیز و قابل رویت بوده و مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۰۴۷۷ باشد.

۲-۷-۱-۱۰- مسیر تردد افراد روی ماشین آلات سنگین عمرانی که مرتفع بوده و خطر سقوط افراد در هنگام راه رفتن در آن زیاد است باید به نرده‌های حفاظتی به ارتفاع حداقل ۸۵ و حداکثر ۱۰۰ سانتیمتر مجهز باشند.

۲-۷-۱-۱۱- قسمت‌های انتقال‌دهنده نیرو از قبیل تسمه‌ها، زنجیرها، چرخ‌دنده‌ها، محورهای گردنده و به‌طورکلی تمام قسمت‌های متحرک ماشین‌آلات که امکان درگیری و ایجاد حادثه برای راننده یا متصدی آن یا سایر افراد را دارد، باید

دارای پوشش یا حفاظ مناسب با استقامت کافی باشند. همچنین کارگرانی که در نزدیکی قسمت‌های گردنده ماشین آلات مشغول به‌کار می‌باشند، باید موهای خود را کوتاه نموده و یا آنها را به‌وسیله سربند نگهداری نمایند.

۲-۷-۱-۱۲- قسمت‌های داغ ماشین‌آلات و تجهیزات از قبیل لوله‌ها و خطوط انتقال بخار و گازهای خروجی و همچنین قسمت‌های تیز و برنده ماشین‌آلات و تجهیزات که امکان برخورد با آنها وجود دارد، باید با پوشش مناسب محصور و حفاظت گردند.

۲-۷-۱-۱۳- ماشین آلات ساختمانی باید دارای لوح مشخصات به شرح زیر باشند:

الف- نام شرکت سازنده یا وارد کننده

ب- وزن ماشین ساختمانی بدون بار

پ- ظرفیت مجاز عملیاتی ماشین (SWL)[1]

ت- شماره شناسایی محصول مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۴۰۵

ث- سال یا مدل ساخت

ج- شماره سریال ساخت

۲-۷-۱-۱۴- به‌دلیل گردوخاک موجود درکارگاه‌ها باید فیلترهوای ماشین و فیلتر سیستم تهویه در اتاقک تریلرها و کامیون‌ها و ... موجود در محوطه کارگاه مرتب و زود به زود تعویض شوند.

۲-۷-۱-۱۵- هرگاه علائم هشدار دهنده روی ماشین نصب شده باشد، نباید موتور را روشن کرد یا کنترل‌ها را حرکت داد.

۲-۷-۱-۱۶- هر نوع تغییری در مشخصات وسایل و ماشین آلات باید با توجه به دستورالعمل سازنده آنها و نظر کارشناسی افراد صاحب صلاحیت انجام شود. این تغییرات نباید سلامتی کارکنان و راننده‌ها را به خطر بیندازد.

۲-۷-۱-۱۷- تابلو و صفحاتی که دارای اطلاعات نحوه راه اندازی و کار با ماشین می‌باشند باید در داخل اتاقک نصب شده و نباید حذف، تغییر داده شده و یا مخدوش شوند.

۲-۷-۱-۱۸- به‌کارگیری ماشین آلات عمرانی در مناطق دارای تاسیسات الکتریکی و خطوط لوله نفت وگاز و نظایر آن فقط باکسب مجوز از مراکز صاحب صلاحیت وبا رعایت اصول ایمنی مجاز است.

۲-۷-۱-۱۹- ماشین آلات ساختمانی که متصدی به‌صورت پیاده با آن اقدام به انجام کار می‌کند، باید به سامانه‌ای مجهز باشند که در صورت رها کردن فرمان یا اهرم هدایت، متوقف گردند.

۲-۷-۱-۲۰- باز و بسته نمودن در مخزن ماشین آلات عمرانی حمل قیر و اسفالت، بونکر سیمان و حمل مواد سوختی و نظایر آن هنگامی که تحت فشارند ممنوع است.

1- Safe Working Load

۲-۷-۱-۲۱- هنگام تردد ماشین آلات ساختمانی در تونل‌ها، زیر پل‌ها و سایر مکان‌هایی که در آنها محدودیت ارتفاع وجود دارد باید قبل از تردد، توسط مسئول عملیات یا راننده، ارتفاع ماشین و بار در حال حمل اندازه‌گیری شده و در صورت سرگیر نشدن، اجازه عبور صادر شود.

۲-۷-۲- وظایف رانندگان و متصدیان

۲-۷-۲-۱- راننده یا متصدی باید در هنگام کار و رانندگی از انجام اعمالی نظیر خوردن، آشامیدن، استعمال دخانیات، صحبت با تلفن همراه و نظایر آن و استفاده از داروهای خواب آور و سایر اعمالی که سبب کاهش هوشیاری و تمرکز وی می گردد، خودداری نماید.

۲-۷-۲-۲- ورود افراد متفرقه به اتاقک راننده به غیر از تعمیرکار، فرد صاحب صلاحیت و مسئول فنی کارگاه در حین عملیات اجرایی ممنوع است.

۲-۷-۲-۳- قبل از شروع به‌کار ماشین آلات ساختمانی، راننده موظف است نسبت به بررسی و کنترل موارد زیر و اطمینان از صحت عملکرد آنها اقدام کند:

الف- بازدید اطراف و زیر ماشین

ب- کنترل چراغ‌ها، پلکان‌ها، دستگیره‌ها، اهرم‌ها، ترمزها، جعبه فرمان

پ- بررسی میزان فشار باد و وضعیت لاستیک

ت- کنترل میزان فشار هیدرولیک و پنوماتیک مخزن

ث- کنترل بوق، برف پاک‌کن و آینه‌ها

ج- سایر مواردی که در دستورالعمل شرکت سازنده ذکر شده است.

۲-۷-۲-۴- قبل از حرکت ماشین باید تا حد امکان محل اجرای عملیات شناسایی شود. در این رابطه حجم ترافیک، عرض راه، وجود دست انداز، حفره، گل‌ولای، یخ، گردوغبار زیاد، خطوط لولهٔ آب و گاز، کابل‌های برق و تلفن در زیر زمین یا بالای سر و به طور کلی هر نوع خطر احتمالی در مسیر باید مورد توجه قرار گیرد تا راننده در حین کار با شرایط غیر منتظره و پیش‌بینی نشده روبه‌رو نشود.

۲-۷-۲-۵- راننده یا متصدی موظف است در هنگام کار نسبت به رعایت موارد زیر اقدام نماید:

الف- رعایت سرعت مطمئنه در حمل و جابجایی توده مواد و خاک به بالای پرتگاه و یا انتهای سراشیبی

ب- رعایت توزیع یکنواخت بار بر روی سطح تیغه و جام

پ- جمع آوری و قرار دادن ادوات کاری ماشین در تراز ۳۰ سانتیمتری از سطح زمین در سراشیبی

ت- رعایت فاصله ایمن از وسیله نقلیه جلویی

ث- رعایت فاصله ایمن از لبه پرتگاه، محل تجمع کارگران، تاسیسات و ساختمان‌ها

ج- رعایت محدوده عملیاتی توصیه شده توسط سازندگان ماشین

چ- حرکت در سراشیبی و سربالایی با دنده سنگین.

ح- تخلیه و بارگیری روی سطوح مقاوم، مستحکم و ایمن با مجوز مسئول آن در کارگاه

خ- قرارگیری بوم در راستای محور طولی ماشین درحین حرکت در ماشین آلات ساختمانی دارای بوم

د- تسلط بر نقاط دید کور ماشین و قرار دادن یک نفر علامت دهنده برای علامت دادن در مواردی که نقاط کور دید متصدی می تواند باعث بروز حادثه شود. (مطابق بند ۲-۷-۳)

۲-۷-۲-۶- هنگام سوار و پیاده شدن از اتاقک ماشین آلات، باید موارد زیر رعایت گردد:

الف- از پلکان نصب شده بر روی ماشین برای تردد استفاده شود.

ب- قاعده سه نقطه تماس در بالا رفتن یا پایین آمدن از پلکان رعایت شود (دو پا و یک دست یا دو دست و یک پا).

پ- پلکان باید عاری از هرگونه آلودگی به مواد لغزنده از قبیل لکه چربی، روغنی یا گریسی، گِل و نظایر آن باشد.

ت- اولین پلکان تردد به اتاقک باید حداکثر ۶۰ سانتیمتر از سطح زمین فاصله داشته باشد.

ث-هنگام تردد از روی پلکان همواره باید صورت فرد رو به پلکان باشد.

۲-۷-۲-۷- در شرایط زیر تلفن همراه راننده یا متصدی باید خاموش باشد:

الف- در زمان سوخت‌گیری

ب- در محل‌هایی که عملیات انفجاری انجام می‌شود.

پ- در محل‌هایی که خاموش بودن تلفن همراه طبق تابلوها یا دستورالعمل‌ها و دیگر قوانین الزامی شده باشد.

۲-۷-۲-۸- هنگام حرکت با ماشین آلات ساختمانی انجام اعمال زیر ممنوع است:

الف- مسابقه دادن با ماشین آلات

ب- انجام کارهای نمایشی با ماشین آلات

پ- هر نوع عمل دور از احتیاط، توقف و دور زدن سریع و ناگهانی

۲-۷-۲-۹- وسایل و تجهیزات مکانیکی و ماشین آلات نباید در نقاطی پارک، نصب و مورد استفاده قرار گیرند که خطراتی چون لغزش، ریزش دیوار محل گودبرداری، رانش، فرو رَوی، سقوط به پرتگاه یا اشتعال و انفجار وجود داشته باشد. در شرایطی که به دلیل سستی بستر یا ازدیاد شیب آن احتمال به خطر افتادن تعادل وسیله موتوری وجود دارد باید قبل ازشروع عملیات، اقدامات ایمنی و حفاظتی لازم به‌عمل آید.

۲-۷-۲-۱۰- راننده یا متصدی هنگام توقف ماشین و قبل از ترک آن، باید نسبت به رعایت موارد زیر اقدام نماید:

الف- از توقف ماشین بر روی سطوح شیبدار خودداری نموده و ماشین را روی زمین مستحکم و مسطح متوقف، ادوات ماشین را بر روی زمین قرار دهد و سپس آن را خاموش نموده و دنده‌ها را درگیر و از ترمز دستی استفاده

نماید. چرخ‌های ماشین آلات بارگیری و باربری باید هنگام توقف برای جلوگیری از حرکات ناخواسته، با استفاده از تخته سنگ یا گوه محکم و مقاوم در زیر چرخ لاستیکی و زنجیری مهار شوند. موانع گوه‌ای که برای جلوگیری حرکت وسیله نقلیه چرخ لاستیکی زیر چرخ‌ها قرار می‌گیرند، باید قادر به نگهداری چرخ هایی که سنگین‌ترین بار را تحمل می‌کنند، باشند.

ب- راننده باید از توقف کامل ماشین اطمینان حاصل نموده و سوئیچ را در وضعیت خاموش قرار داده و آن را بردارد.

پ- نصب حصار، علامت، پرچم و روشنایی کافی به‌منظور پارک ماشین در مسیر عمومی الزامی است.

ت- در موقع توقف وسایل موتوری گودبرداری و خاکبرداری از قبیل بولدوزر، لودر، بیل مکانیکی، لیفتراک و نظایر آن باید ادواتی چون تیغه، چنگگ، جام و ...، پایین آورده شده و روی زمین قرار گیرند و رها کردن آن‌ها به حالت آویزان و معلق ممنوع است. جمع آوری ادوات کاری به‌داخل و قرارگیری آنها باید در ارتفاع ۴۰ الی ۵۰ سانتیمتری از سطح زمین در هنگام حرکت ماشین انجام شود

ث- در مکان‌هایی که خطراتی نظیر ریزشی بودن دیواره و برق‌گرفتگی وجود دارد راننده باید از راهنما برای هدایت ماشین استفاده کند.

ج- از تیغه‌های بولدوزر، لودر، بیل مکانیکی و ...، نباید به‌عنوان ترمز استفاده شود، مگر در مواردی استثنایی و اضطراری.

۲-۷-۲-۱۱- پیاده و یا سوار شدن از ماشین آلات در حال حرکت تحت هر شرایط ممنوع است. تعویض و جابه‌جایی رانندگان و اپراتورهای ماشین آلات و دستگاه‌ها فقط در زمان توقف آن‌ها مجاز است. سوار شدن افراد غیرمجاز بر ماشین آلات عمرانی نظیر لودر، گریدر، بولدوزر و اجزای آن‌ها نظیر تیغه‌ها، جام و مانند آنها ممنوع است.

۲-۷-۲-۱۲- ماشین چرخ لاستیکی که به‌طور مرتب در شیبی بیش از ۵ درصد کار می‌کند، اگر وزن بدون بار آن کم تر از ۴ تن باشد، باید حداقل به یک مانع گوه‌ای و در صورتی که وزن بدون بار آن ۴ تن و یا بیشتر باشد، باید به دو عدد مانع گوه ای برای توقف، مجهز شود.

۲-۷-۲-۱۳- کار با ماشین آلات ساختمانی در حالت خلاص در سراشیبی ممنوع است.

۲-۷-۲-۱۴- انجام عملیات اجرایی در شب و در محیط‌های تاریک، تنها در صورت تامین روشنایی کافی و مناسب مجاز است.

۲-۷-۲-۱۵- جابه‌جایی و عبور تیغه، جام و چنگک ماشین آلات ساختمانی از روی تاسیسات و کارگران ممنوع است. چنانچه امکان حذف حرکت جام ماشین از روی تاسیسات و کارگران وجود نداشته باشد، باید تمهیدات ایمنی و اقدامات احتیاطی لازم به‌عمل آمده باشد

۲-۷-۲-۱۶- فاصله اتاقک از جبهه کاری باید حداقل ۱ متر باشد.

۲-۷-۲-۱۷- دور زدن ماشین آلات ساختمانی روی سطح شیب‌دار تنها با توجه به محدوده عملیاتی ماشین، براساس توصیه کارخانه سازنده مجاز است.

۲-۷-۲-۱۸- استفاده از ادوات ماشین برای کاهش سرعت و افزایش اصطکاک در سراشیبی ممنوع است.

۲-۷-۲-۱۹- بکسل (یدک‌کش) کردن ماشین روی سطوح با شیب تند ممنوع است و فقط با استفاده از بکسل ثابت مجاز است.

۲-۷-۲-۲۰- در صورت به‌کارگیری ماشین آلات چرخ لاستیکی بر روی اجسام تیز و برنده باید از زنجیر حفاظتی مناسب استفاده شود.

۲-۷-۲-۲۱- قبل از روشن کردن ماشین در مکان های سرپوشیده باید اطمینان حاصل شود که سیستم تهویه کارایی لازم را دارد. برای خروج دود از این مکان‌ها، لولهٔ اگزوز را باید به بیرون از محوطه ارتباط داد.

۲-۷-۲-۲۲- اسقرار جک ماشین‌آلات بر روی تاسیساتی از قبیل لوله های نفت، گاز و خطوط برق ممنوع است.

۲-۷-۳- میدان دید

۲-۷-۳-۱-رانندگان یا متصدیان ماشین آلات ساختمانی موظفند ضمن رعایت قوانین و مقررات موجود از مسیرهای مشخص شده در کارگاه تردد نمایند تا ضمن انضباط در تردد، نقاط کور دید به حداقل کاهش یابد.

۲-۷-۳-۲- حضور افراد غیرمجاز در منطقه عملیاتی ماشین‌آلات و تجهیزات ممنوع است. راننده در صورت نیاز به حضور افراد در حوزه عملیات ماشین، باید به‌گونه‌ای کار کند که در همه اوقات شخص مزبور در میدان دید وی قرار داشته باشد (شکل ۲-۱۷).

۲-۷-۳-۳-در مواردی‌که میدان دید راننده یا متصدی ماشین‌آلات راه سازی و ساختمانی محدود باشد، وجود یک نفر کمک یا علامت‌دهنده الزامی است. فرد علامت‌دهنده به راننده یا متصدی با ماشین‌آلات ساختمانی باید با دستورالعمل ها و نشانه‌های علامت دهی مطابق بخش ۲-۱۱ به‌طور کامل آشنا باشد. در موارد زیر باید نسبت به استفاده از فرد علامت دهنده اقدام شود:

الف- هنگام ورود ماشین به حریم دکل‌های برق و خطوط انتقال نیرو برای رعایت مقررات حریم مطابق بند ۲-۱۲-۲.

ب- درمحیط‌هایی که اطراف ماشین به‌نحو مناسبی قابل رویت نباشد.

پ- در محیط‌های خطرناک که ریسک حادثه بالاست (تعدد ماشین آلات، شلوغی کارگاه، محدودیت فضا، قرارگیری کارگاه در بافت شهری، کار در شب، وضعیت نامناسب آب و هوایی و ...).

۲-۷-۳-۴- انجام عملیات اجرایی در شب و در محیط‌های تاریک، تنها در صورت تامین روشنایی کافی و مناسب پس از تایید دستگاه نظارت مجاز است.

۲-۷-۳-۵- ماشین آلات ساختمانی که بخش‌هایی از آن فاقد دید کافی است باید به وسایل آشکارساز مناسب تجهیز شوند.

۲-۷-۳-۶- لباس کارگران در محوطه کارگاه برای دیده شدن توسط رانندگان ماشین آلات به‌ویژه در زمان‌های تاریک شدن هوا باید مطابق مشخصات ذیل باشد:

الف- رنگ لباس زرد یا نارنجی فلورسنت باشد.

ب- عرض نوارهای منعکس کننده در لباس باید حداقل ۵ سانتیمتر باشد.

پ- نوارها باید حتی الامکان از شبرنگ زرد یا نقره‌ای رنگ انتخاب شوند.

ت- عرض نوارهای شبرنگ روی پوشش (کاورها) نباید کمتر از ۳ سانتیمتر باشد.

۲-۷-۳-۷- در صورت اخذ مجوز استفاده وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی در معابر عمومی، این وسایل نباید در فاصله کمتر از ۱۵ متر از تقاطع قرار گیرند، همچنین نباید مانع از دیده شدن علایم راهنمایی و رانندگی شده و یا باعث محدودیتی در انجام وظایف سازمان آتش‌نشانی و سایر واحدهای خدماتی شوند.

۲-۷-۳-۸- باید نسبت به توقف عملیات اجرایی در شرایط جوی نامساعد نظیر طوفان، مه گرفتگی، گرد و غبار شدید و نظایر آن (به استثنای ماشین‌آلاتی که برای شرایط اضطراری و عملیاتی مذکور تجهیز شده‌اند) اقدام شود. برای کار با ماشین آلات ساختمانی، برای فعالیت در شرایط جوی نامساعد، رعایت شرایط زیر الزامی است:

الف- سرعت باید متناسب با فاصله دید، ترافیک و شرایط جاده باشد.

ب- برای دیدن فضای اطراف و دیده‌شدن توسط سایر رانندگان، باید برف و یخ از ماشین (بدنه، سقف، شیشه‌ها) توسط راننده یا متصدی پاکسازی شود.

پ- در زمان کار بر روی مسیرهای پوشیده از برف و یخ که احتمال لغزش ماشین وجود دارد، ضمن راندن با سرعت مطمئنه، چرخ ها باید به لاستیک‌های یخ شکن یا به زنجیرهای مناسب طبق دستورالعمل شرکت سازنده تجهیز شوند.

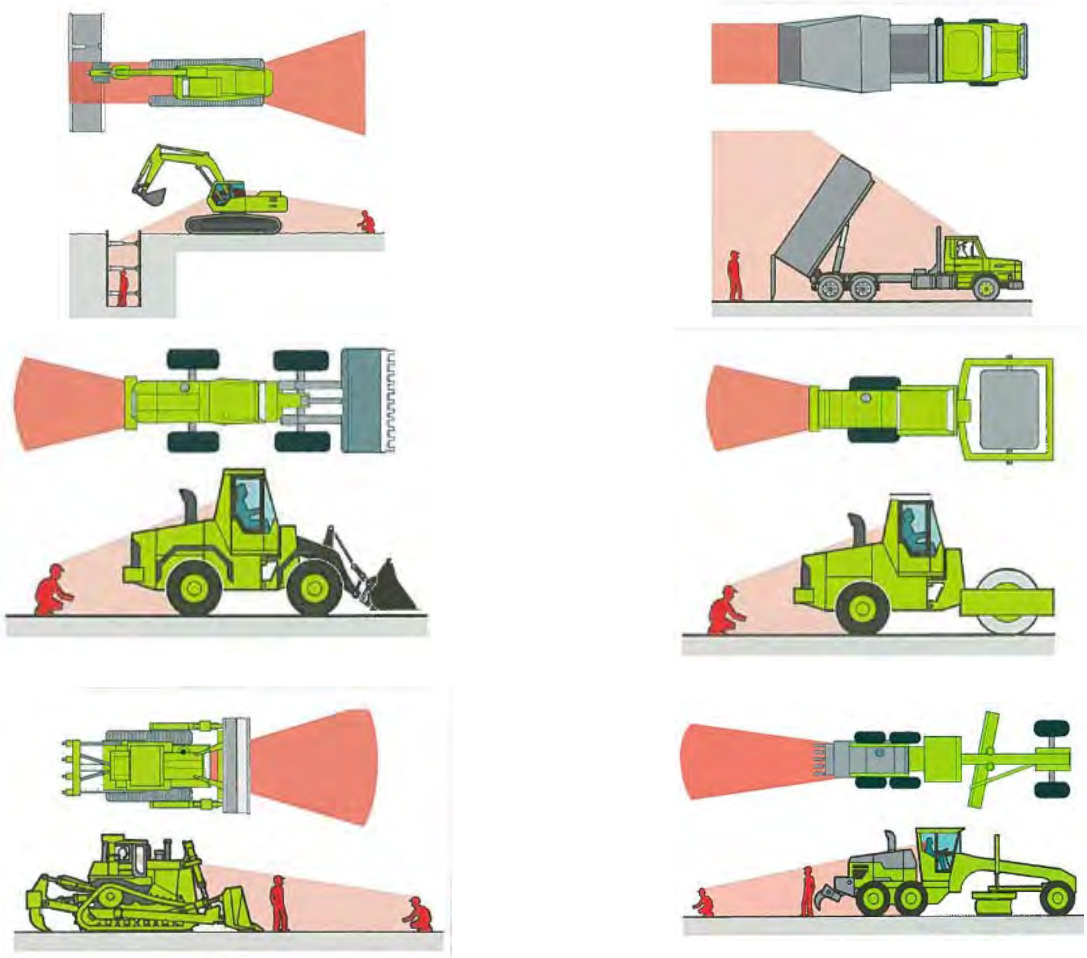
ت- از تمیز بودن لوله خروجی دود (اگزوز) از برف اطمینان حاصل شود.

۲-۷-۳-۹- گذاشتن بار یا اشیا در جلو یا عقب ماشین اعم از داخل یا خارج اتاقک به‌گونه‌ای که مانع دید راننده شود ممنوع است.

۲-۷-۳-۱۰- توقف در داخل قوس‌های فاقد دید کافی ممنوع است و در صورت اجبار باید علایم هشدار دهنده‌ای را که مبنی بر ارسال پیام احتیاط به وسایل عبوری است در فاصله ی مناسب، قبل از وسیله متوقف شده، قرار داد.

۲-۷-۳-۱۱- در صورت توقف ماشین آلات در غیر از توقف‌گاه‌های مشخص شده، ماشین باید با استفاده از علائم هشدار دهنده و آگاه کننده مانند شبرنگ، چراغ، شعله آتش و یا هر وسیله هشدار دهنده دیگری که برای محیط مورد نظر مناسب و ایمن باشد، مشخص شود.

۲-۷-۳-۱۲- در تمام محل‌های کار به‌خصوص در مکان‌های انتقال مواد و مسیرهای ارتباطی که امکان کاهش دید در اثر گرد و خاک وجود دارد، باید گرد و خاک را مطابق بند ۲-۹-۶-۵ کنترل نمود.



شکل ۲-۱۷- نقاط کور دید برخی از ماشین آلات پروژه‌های ساختمانی

۲-۷-۴- مشخصات محل تخلیه و بارگیری و راه‌های دسترسی

۲-۷-۴-۱- مشخصات راه‌های دسترسی و ابعاد توقفگاه‌ها مانند عرض، فواصل وسیله باربری تا دیواره‌ها و ارتفاع کف تا سقف، باید به‌گونه‌ای باشد که تجهیزات متحرکی را که برای عملیات تخلیه به این مکان وارد می‌شوند، به نحو ایمن در خود جای دهد.

۲-۷-۴-۲- راه‌های ارتباطی، رمپ‌ها و محل‌های توقفگاه ماشین‌آلات و وسایل نقلیه موتوری ویژه حمل و جابجایی مصالح ساختمانی باید از استحکام کافی برخوردار باشد و قادر به تحمل نیروهایی که در معرض آن قرار دارند باشند تا از فرونشست زمین، دَر رفتن جک، واژگونی و ایجاد سایر حوادث احتمالی جلوگیری به‌عمل آید.

۲-۷-۴-۳- کف توقفگاه ماشین‌آلات سنگین ساختمانی و وسایل نقلیه موتوری ویژه حمل و جابجایی مصالح ساختمانی علاوه بر موارد بیان شده در بند ۲-۷-۴-۲ باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- هموار و حتی الامکان قابل شستشو باشد.

ب- مجاری مناسبی در آن پیش‌بینی شده باشد تا در صورت ریزش یا نشت مواد سوختی، مواد مذکور به چاله‌ها و مخازن قابل تخلیه هدایت گردند.

۲-۷-۴-۴- ماشین‌آلات ساختمانی نباید در کنار گودبرداری و کانال‌ها توقف یا حرکت کنند مگر اینکه مهارهای گودبرداری یا کانال نصب شده و بار سربار ماشین آلات در طراحی آنها لحاظ شده باشد.

۲-۷-۴-۵- برای عبور ماشین‌آلات ساختمانی از روی پل یا سازه‌های نظیر آن، باید قبلاً از استحکام و مقاومت آن از طریق شخص صاحب صلاحیت اطمینان حاصل شده و تاییدیه لازم از دستگاه نظارت اخذ شود.

۲-۷-۴-۶- در مواردی که کار تخلیه و بارگیری در محیط‌های بسته انجام می‌شود، باید تهویه لازم و کافی صورت گیرد. در غیر این صورت باید موتور وسیله نقلیه خاموش شود.

۲-۷-۴-۷- ماشین‌آلات ساختمانی حمل مواد و مصالح باید در سطوح صاف و مسطح برای تخلیه قرار گیرند. تخلیه در شرایطی که این ماشین آلات زاویه دار باشند، ممنوع است.

۲-۷-۴-۸- محل‌های بارگیری یا باربری مرتفع، باید به تابلوی علائم اخطاری و هشدار دهنده مناسب در نزدیک به محل اجرای عملیات مجهز باشند.

۲-۷-۴-۹- نواحی تخلیه و بارگیری باید تا شعاعی که خطر سقوط، پرتاب سنگ یا برخورد با ماشین آلات وجود دارد حفاظت شوند و از ورود افراد غیرمجاز به آن نواحی مطابق بخش ۲-۱۱ ممانعت شود.

۲-۷-۴-۱۰- هنگام تخلیه و بارگیری باید حریم خطوط و پست‌های برق مطابق بخش ۲-۱۲ رعایت شده و تدابیر حفاظتی لازم به‌عمل آورده شود.

۲-۷-۴-۱۱- ماشین الات حمل مواد و مصالح باید در فاصله ای مطمئن و ایمن از محل تخلیه بایستند و منتظر اجازه برای تخلیه بار باشند.

۲-۷-۵- الزامات تخلیه و بارگیری

۲-۷-۵-۱- تخلیه و بارگیری آهن آلات از ساعت ۲۴ تا ساعت ۶ در مناطق با کاربری مسکونی و درمانی ممنوع است.

۲-۷-۵-۲- در هنگام بارگیری و یا تخلیه، باید علاوه بر استفاده از ترمز دستی از موانع مناسب از قبیل بلوک‌های چوبی نیز برای جلوگیری از حرکت اتفاقی و مهار وسایل مذکور استفاده شود.

۲-۷-۵-۳- هنگام تخلیه و قبل از فعال کردن جک تخلیه، ماشین حمل مواد باید در محل خود کاملا متوقف شده باشد.

۲-۷-۵-۴- پس از تخلیه بار از دستگاه و قبل از حرکت آن، راننده باید اطمینان حاصل نماید که محفظه از بار خالی است. حرکت ماشین آلات در حالی که محفظه آن در وضعیت تخلیه قرار دارد ممنوع است.

۲-۷-۵-۵- زمانی که اهرم در تخلیه بار محفظه کامیون حمل بار (دامپر) به‌صورت دستی فعال می‌شود، ابزار باز و بسته کردن اهرم تخلیه باید در محلی خارج از محل تخلیه مواد مانند داخل اتاقک و یا پشت محفظه کامیون باشد.

۲-۷-۵-۶- بار باید از ارتفاع مناسبی به داخل کامیون تخلیه شود. رها کردن بار از ارتفاع زیاد به داخل محفظه کامیون ممنوع است.

۲-۷-۵-۷-در موقع بارگیری وسایل نقلیه موتوری با مواد و مصالحی از قبل شن، ماسه، سنگ، آجر، خاک، نخاله و ضایعات ساختمانی به‌وسیله جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر و امثال آنها، باید تمام سرنشینان وسایل مذکور را ترک و تا پایان بارگیری درمحل مناسب و ایمن مستقر شوند.

۲-۷-۵-۸- بارگیری بیش از ظرفیت مجاز وسایل موتوری، همچنین بیش از ارتفاع دیواره‌های محفظه دپوی بار ممنوع است.

۲-۷-۵-۹- بارهایی که احتمال ریزش، لغزش و یا سُر خوردن آنها در زمان حمل وجود دارد باید قبل از حرکت، به طور مطمئنی با استفاده از تجهیزات و وسایلی از قبیل زنجیر، کابل، طناب، توری، چادر، برزنت و نظایر آن محکم به بدنه وسیله نقلیه مهار شده یا پوشانده شوند، مگر آنکه ارتفاع بار از ارتفاع دیواره‌های اطاق بارگیری کمتر باشد. در مورد مصالح ریزدانه پوشاندن بار با استفاده از پوشش برزنتی یا پلاستیکی و در حمل آجر استفاده از پوشش توری شکل یا برزنتی الزامی است.

۲-۷-۵-۱۰- درهنگام بارگیری قطعات و مصالح سنگین و حجیم از قبیل تیرآهن، قطعات ساخته شده اسکلت‌های فلزی، لوله‌های بزرگ و غیره، باید طوری روی هم چیده شوند که هنگام تخلیه بار و بازکردن دیواره‌های اطاق بارگیری، از لغزش نابه‌هنگام آنها بر روی هم و ایجاد حادثه جلوگیری به‌عمل آید. هم چنین نحوه بارگیری و توزیع قطعات مذکور در اتاق بارگیری باید به‌ترتیبی باشد که باعث نا متعادل ساختن وسیله نقلیه در هنگام حرکت نشود.

۲-۷-۵-۱۱- وسیله باربری نباید قبل از متوازن نمودن بار حرکت کند.

۲-۷-۵-۱۲- حمل و جابجایی بارهایی که دارای طول زیاد و یا در نوسان هستند باید با رعایت کلیه مسایل ایمنی و قوانین مربوطه صورت پذیرد. همچنین باید با نصب علائم هشداردهنده و آگاه‌کننده نظیر چراغ چشمک‌زن یا پرچم قرمز از بروز هرگونه حادثه جلوگیری شود.

۲-۷-۵-۱۳- هنگام بارگیری توده‌های خاک، نخاله های ساختمانی، آجر، ماسه، شن و مانند آن توسط ماشین‌آلات مربوطه، فاصله کامیونت، دامپر، کمپرسی از بیل مکانیکی یا لودر باید حداقل ۶۰ سانتیمتر باشد.

۲-۷-۵-۱۴- در صورتی‌که بارگیری مصالح و نخاله‌ها، در موقعیت‌هایی که مستعد ریزش و آوار هستند انجام می‌شود، باید ماشین آلات بارکننده و یا حمل بار در وضعیت مناسب و ایمن نسبت به محل ریزش قرار گیرند. بارگیری تنها پس از ایمن سازی و حصول اطمینان از عدم ریزش جبهه کار مجاز است و باید یک نفر ناظر بر عملیات کار باشد تا در صورت لزوم، راننده‌ها را از وضع به‌وجود آمده با به‌کارگیری علایم مشخصی مطلع سازد.

۲-۷-۵-۱۵- فرد علامت دهنده (راهبر) برای تخلیه بار در محل باید در فاصله ایمن از کامیونی که در حال عقب رفتن به محل تخلیه است، مستقر شده و در صورت لزوم از چراغ‌های علامت دهنده مناسب استفاده کند تا اگر راننده نتواند علایم راهبر را دریافت کند، ماشین را سریعا متوقف نماید.

۲-۷-۵-۱۶- هنگام انتقال ماشین آلات ساختمانی بر روی سکو یا تریلر حمل ماشین آلات، باید موارد زیر رعایت شود:

الف- شخص صاحب صلاحیت برای کمک و علامت دادن به راننده در انتقال صحیح ماشین‌آلات بر روی سکو یا تریلر حمل ماشین آلات به‌کار گرفته شود.

ب- سکوی انتقال ماشین روی تریلر عریض و مقاوم باشد.

پ- سکوی انتقال یا تریلر لغزنده نباشد.

ت- فقط از اهرم حرکت ماشین استفاده شده و دیفرانسیل قفل باشد.

ث- ماشین به‌طور آهسته و ایمن به سکو منتقل شود.

ج- سکوی انتقال و تریلر تراز باشد.

چ- ماشین بر روی سکو یا تریلر مهار شود.

۲-۷-۶- حفاظت در برابر برق گرفتگی و حریق

علاوه بر موارد بیان شده در بخش ۲-۱۲ باید اقدامات ذیل در زمینه ایمنی ماشین آلات به‌عمل آورده شود:

۲-۷-۶-۱- تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل برق ماشین آلات و تجهیزات، از قبیل کلیدهای قطع و وصل، کلیدهای خودکار، فیوزها و همچنین تابلوهای برق و کلیدها، باید مطابق ضوابط مرجع صاحب صلاحیت، نصب و مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۷-۶-۲- عبور ماشین آلات از روی کابل‌های برقی که در سطح زمین قرار دارند، مجاز نیست مگر آن‌که در برابر له شدن و پارگی محافظت شده باشند.

۲-۷-۶-۳- به‌کار بردن ماشین آلات و تجهیزات ساختمانی در نزدیکی خطوط انتقال نیروی برق باید با رعایت ضوابط بند ۲-۱۲-۲ صورت گیرد. تمام رانندگان ماشین آلات ساختمانی باید در زمینه اصول ایمنی و حفاظت در مجاورت تاسیسات خطوط انتقال برق، آموزش‌های لازم را زیر نظر شخص صاحب صلاحیت دیده باشند.

۲-۷-۶-۴- در صورت برخورد ماشین آلات به خطوط هوایی یا زمینی انتقال برق در حین عملیات (ولتاژ گام[1]) تا زمان جداشدن جریان برق از ماشین و تایید نیروهای امدادی، راننده یا متصدی باید در ماشین بماند. ولی اگر ماشین به

۱- ولتاژی است که براثر برخورد هادی فاز با زمین ایجاد می‌شود. این برخورد ممکن است در اثر پارگی هادی‌های فاز برق فشار ضعیف یا فشار قوی به‌وجود آمده و یا اینکه در اثر از بین رفتن عایق‌بندی سیم‌ها یا کابل‌های برق‌دار و نشت جریان برق به زمین حادث شود.

سبب برخورد با خطوط انتقال برق در معرض آتش سوزی باشد راننده یا متصدی باید برای خروج از ماشین موارد زیر را رعایت کند:

الف- باید از روی ماشین بپرد تا بدون اتصال به ماشین به زمین برسد.

ب- از تماس با ماشین پس از خروج خودداری کرد.

پ- برای فاصله گرفتن از ماشین و عدم ایجاد ولتاژ گام، باید با پاهای به هم چسبیده، بدون اینکه هیچ‌یک از پاها از روی زمین جدا شود، حرکت کند از محدوده خطر خارج شود.

۲-۷-۶-۵- کلیه دستگاه‌هایی که در آنها امکان بروز حریق وجود دارد باید دارای شناسنامه فنی بوده و برگه نگهداری و تعمیرات نیز بر روی آنها نصب شود. کلیه کسانی که با ماشین آلات برقی یا حرارتی سروکار دارند باید آموزش‌های لازم را برای پیشگیری و اطفای حریق بگذرانند.

۲-۷-۶-۶- نگهداری مواد قابل اشتعال یا انفجار در داخل اتاقک راننده ممنوع است.

۲-۷-۶-۷- هنگام سوخت‌گیری راننده یا متصدی موظف است:

الف- موتور را خاموش نماید.

ب- از سوخت‌گیری در محل‌های بدون تهویه مناسب خودداری نماید.

پ- از وسایل تولید جرقه و مصرف دخانیات در زمان سوخت‌گیری خودداری نماید.

ت- تلفن همراه خود را خاموش کند.

۲-۷-۶-۸- حمل و جابه‌جایی مواد قابل اشتعال و انفجار تنها با استفاده از ماشین‌آلاتی که برای این منظور طراحی و ساخته شده‌اند مجاز است.

۲-۷-۶-۹- استفاده از ماشین‌های با موتور احتراقی و الکتریکی غیرحفاظت شده در محیط‌های آلوده به گازهای قابل انفجار ممنوع است.

۲-۷-۶-۱۰- ماشین آلات ساختمانی با موتور الکتریکی باید به سیستم اتصال به زمین مناسب مجهز باشند.

۲-۷-۶-۱۱- قطع و وصل جریان برق از منبع تغذیه در ماشین آلات ساختمانی با موتور الکتریکی باید توسط شخص صاحب صلاحیت انجام پذیرد.

۲-۷-۶-۱۲- استفاده از ماشین آلات عمرانی حمل مواد قابل اشتعال و انفجار، در مواقعی‌که راننده یا متصدی را در محدوده خطر قرار می‌دهد فقط با استفاده از کنداکتورهای موثر و عایق‌های الکتریکی مناسب مجاز است.

۲-۷-۶-۱۳- محل توقف ماشین آلات باید از مخازن سوخت فاصله داشته باشد.

۲-۷-۷- سایر ضوابط ماشین آلات

۲-۷-۷-۱- استفاده از ماشین آلات کنترل از راه دور در محدوده تاسیسات برقی و مخابراتی ممنوع است.

دانلود سوالات آزمون

۲-۷-۷-۲- وسایلی که برای محکم نگاه داشتن وینچ به بدنه ماشین به‌کار می‌روند باید طوری طراحی شده باشند که قادر به تحمل نیرویی معادل ۲ برابر حداکثر کشش را داشته و همچنین نیروی وارد ناشی از سیم بکسل را بدون ایجاد تغییرشکل دائمی تحمل کند. ماشین‌آلات مجهز به وینچ عقب‌سوار باید به صفحات محافظ در ابعاد و اندازه کافی با حداقل ضخامت ۶ میلی‌متر و ابعاد ۴۵×۴۵ میلی متر بین کاربر و وینچ مجهز باشند.

۲-۷-۷-۳- جک‌های هیدرولیکی ماشین آلات ساختمانی که برای ایجاد تعادل ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرند باید به سامانه شیرهای قفل‌دار مجهز باشند تا در صورت بروز اختلال در عملکرد آن‌ها، مانع از برهم خوردن تعادل ماشین شوند.

۲-۷-۷-۴- لیفتراک

الف- رانندگان لیفتراک موظفند به‌هنگام کار، از وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار مطابق بند ۲-۶ و ۲-۱۰ استفاده نمایند.

ب- در صورت بروز هر یک از شرایط زیر استفاده از لیفتراک ممنوع است:

- دکل از محل‌های جوش شکسته شده یا ترک برداشته باشد؛ در روی میله‌های چنگک یا در پاشنه آنها ترک مشاهده شود؛ روغن یا سیال هیدرولیک از سیلندرهای مربوطه نشت پیدا کند؛ پیستون‌های هیدرولیک و اتصالات آنها بیش از اندازه ساییده یا کج شده باشد؛ سیلندرهای بالابر لق (شُل) شده باشد؛ تایرهای لیفتراک ساییده یا پاره شده باشد، باتری لیفتراک ترک برداشته یا سوراخ شده باشد؛ پس از روشن کردن لیفتراک صداهای غیرعادی شنیده شود و فشار هوای داخل تایرها به اندازه معین شده نباشد.
- برای کسب اطمینان از توانایی لیفتراک برای بالا بردن بار بعد از بالا بردن بار، باید چرخ‌های عقب لیفتراک به اندازه پنج سانتی‌متر، کاملاً با زمین در تماس باشند.
- برای برداشتن بار، چنگک ها باید در حالت افقی قرار گرفته باشند (به عقب کج نشده و با افق زاویه حاده نداشته باشند). بار باید در ارتفاع کم و با چنگک‌های به عقب کج شده، حمل شود. موقع حمل بار به‌هیچ عنوان نباید چنگک‌ها به بالا یا پایین حرکت داده شود. اگر بار از نظر توزیع وزن در حالت متعادلی نباشد قسمت سنگین تر آن باید نزدیک اتاقک لیفتراک قرار داده شود تا وزن بار به عقب منتقل شده و چنگک ها با افق زاویه حاده داشته باشند. موقع حمل بار به منظور جلوگیری از برخوردهای احتمالی، فاصله پایین‌ترین نقطه بار از سطح زمین باید بین ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر باشد.
- موقع حمل بار باید از خارج کردن دست، پا و سر از اتاقک لیفتراک خودداری شود. به‌هیچ عنوان نباید از داخل اتاقک لیفتراک، برای تنظیم کردن یا جابه‌جا کردن بار روی چنگک‌ها اقدام شود. برای بالا بردن افراد با لیفتراک حتماً باید از پالت (سبد) مخصوص استفاده شود.

- به هیچ عنوان نباید از لیفتراک برای هل دادن وسایط نقلیه دیگر استفاده شود و از دنده عقب نباید برای متوقف کردن و یا کم کردن سرعت لیفتراک استفاده شود.
- موقع رانندگی با لیفتراک باید حداکثر سرعت مجاز، ۵ کیلومتر بر ساعت، رعایت شود.

۲-۷-۷-۵- چکش هیدرولیکی نباید بیش از ۱۵ ثانیه به‌طور پیوسته در یک نقطه به‌کار رود؛ زیرا این کار باعث گرم شدن چکش و در نتیجه گرم شدن بیش از حد روغن هیدورلیک می‌شود.

۲-۷-۷-۶- از چکش هیدرولیکی نباید برای بلندکردن و جابه‌جا کردن موانع و اشیا استفاده شود.

۲-۷-۷-۷- الزامات مربوط به سلامت و محیط زیست برای رانندگان، متصدیان و کارگرانی که در مجاورت ماشین آلات ساختمانی فعالیت می‌کنند مطابق بندهای ۲-۹-۶-۱۱ و ۲-۹-۶-۱۰ لازم الاجراست.

۲-۷-۷-۸- الزامات ایمنی کار با ماشین آلات مورد استفاده در عملیات خاکی (کامیون، بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر، اسکریپر) باید مطابق بند ۳-۶-۵ و ماشین آلات اجرای عملیات غلتک‌زنی، قیرپاشی و آسفالت کاری مطابق بند ۱۲-۵-۴ در دستور کار قرار گیرد...

۲-۷-۸- ابزارهای دستی و قدرتی

۲-۷-۸-۱- مشخصات کلی

برای جلوگیری از خطرات استفاده از ابزارهای دستی و قدرتی، رعایت موارد ذیل الزامی است:

الف- حمل ابزار از طریق کابل برق یا شیلنگ آن ممنوع است.

ب- قطع ابزار از منبع تغذیه از طریق کشیدن کابل برق یا شیلنگ آن ممنوع است.

پ- تماس کابل برق یا شیلنگ ابزار با روغن، حرارت و لبه‌های تیز ممنوع است.

ت- هنگام عدم استفاده از ابزار، قبل از سرویس کردن و تمیز نمودن و در زمان تعویض قطعات یدکی نظیر تیغه‌ها، سَرمته‌ها و قطعات بُرنده اتصال ابزار به منبع تغذیه ممنوع است.

ث- گرفتن قطعه در دست، هنگام کار با ابزار بر روی آن ممنوع است.

ج- ابزار باید دارای ساز و کاری[1] باشد تا از شروع به‌کار ناخواسته آن جلوگیری کرد.

چ- حفاظ ابزارهای دستی قدرتی در حین کار نباید از آنها جدا شود. حفاظ دستگاه‌ها باید به‌گونه‌ای فراهم شود تا متصدی و دیگر اشخاص را از موارد مخاطره آمیز از جمله منطقه عملیاتی، قسمت‌های چرخشی، جرقه و ذرات در حال پرتاب و بین دو قسمت گردنده محافظت کند.

ح- قرار دادن ابزار بر روی زمین، میز و جایگاه کار در حالت روشن و پیش از توقف کامل حرکت و دوران آن ممنوع است.

1- Mechanism

خ- قرار دادن کابل برق و شیلنگ هوا در محل رفت و آمد ممنوع بوده و باید به نحوی قرار گیرد که از احتمال آسیب رسیدن به آن جلوگیری شده و موجب پاگیرشدن و پیچیدن به پای اشخاص نشود.

د- در زمانی که ابزار در حال کار است، نباید خاک اره یا پلیسه‌های به‌وجود آمده توسط کاربر تمیز شود و استفاده از هوای فشرده (دمنده) برای تمیز کردن سطوح یا کنار زدن خاک اره، پلیسه‌ها و غیره، ممنوع است.

ذ- تمام دستگاه‌های رومیزی مانند دریل‌ها یا فارسی بُرها باید به‌نحو مطمئن و مناسبی در محل خود یا سطح میز کار نصب گردند.

ر- سوخت گیری (پر کردن باک) ابزاراحتراقی، در زمان روشن و گرم بودن موتور آن ممنوع است.

۲-۷-۸-۲- ابزارهای دستی

منظور از ابزار دستی، ابزاری است که فقط با نیروی اعمال شده توسط کاربر مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل انواع آچار، انبردست، پیچ‌گوشتی، چکش و غیره است.

الف- باید از ابزار ایمن و متناسب و مناسب با انجام کار استفاده شود و بر نحوه استفاده از آنها نظارت شود. ابزارها باید همواره مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت وجود عیب، برچسب گذاری و از کارگاه خارج شوند.

ب- حمل ابزار برنده یا نوک تیز در جیب لباس ممنوع بوده و جابجایی ابزارهای تیز و برنده باید با استفاده از غلاف آنها انجام گیرد تا از تماس‌های ناخواسته و ایجاد جراحت پیشگیری شود. ابزارها باید در جعبه ابزار محکم و مناسب به محل کار برده و برگردانده شود. هنگام استفاده از کمربند حمل ابزار، باید از کمربند ایمن و متناسب حمل ابزار استفاده شود و ابزارها به جای قسمت پشت بدن، در پهلو آویزان شود و انتهای نوک تیز و سنگین آنها در زمان حمل به سمت پایین قرار گیرد.

پ- زمان جابجایی در ارتفاع، نظیر استفاده از نردبان، حمل ابزار با دست ممنوع بوده و در این مواقع، ابزارها باید با استفاده از طناب یا وسایل دیگر به بالا و پایین حمل شود.

ت- ابزار و لوازم جانبی قبل استفاده باید مورد بررسی قرار گیرد تا از سالم بودن آن اطمینان حاصل شود. تمام ابزارها و لوازم جانبی آنها باید در شرایط مناسب نگهداری شوند و سرویس، تعمیر و نگهداری آنها باید توسط اشخاص صاحب صلاحیت و بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده به‌صورت منظم انجام گیرد. استفاده از لوازم و تجهیزات جانبی غیر از آنچه تولید کننده برای ابزار تعیین کرده، ممنوع است.

ث- مترها یا نوارهای اندازه‌گیری فلزی یا دارای الیاف هادی نباید در موقع کار در روی خطوط برق‌دار یا در مجاورت آنها مورد استفاده قرار گیرند.

ج- هنگام کار با ابزار بر روی یک قطعه (که نیاز به ثابت شدن در یک نقطه دارد)، باید از گیره‌ای که بر روی میز با ارتفاع مناسب محکم شده، استفاده نمود.

چ- ابزارهای تیز با لبه برنده باید در جعبه، غلاف و یا ورق های محافظ نگهداری و حمل شوند.

۲-۷-۸-۳- ابزارهای قدرتی

منظور از ابزار قدرتی، ابزاری است که علاوه بر نیروی کاربر با نیروی قدرت بیرونی به‌کارگرفته می‌شوند. در انواع ابزارهای دستی قدرتی از موتور الکتریکی، موتور احتراق درونی، هوای فشرده، موتور بخار، احتراق مستقیم سوخت و پیشران‌ها استفاده می‌شود.

الف- برای ابزارهای‌های برقی باید اتصال به سیستم ارتینگ در نظرگرفته و در هنگام کار، به سیستم برق‌رسانی دارای ارتینگ متصل شوند، مگرآنکه در ساخت آن‌ها، عایق حفاظت مضاعف استاندارد به‌کار رفته و یا از ترانس ایزوله استفاده شود.

ب- استفاده از ابزارهای برقی در مکان‌های خیس و مرطوب و یا در شرایطی که در مواجه با آب و مایعات دیگر، خیس یا مرطوب شده و برای کار در این شرایط طراحی و ساخته نشده باشند، ممنوع است. ابزارهای برقی باید در زمان عدم استفاده در جای خشک و مناسب نگهداری شوند.

پ- کابل‌های معیوب و زده‌دار ابزار برقی باید تعویض شود. در صورتی‌که کابل برق ابزار بیش از اندازه گرم شود یا ایجاد جرقه کند، باید سریعاً نسبت به رفع نقص آن اقدام شود. استفاده از چندین کابل رابط متصل به‌هم برای برق‌رسانی به ابزار ممنوع است.

ت- ابزارهای برقی باید قبل از قطع از جریان الکتریکی خاموش گردند و قبل از اتصال ابزار به جریان برق، باید کلید آن درحالت خاموش قرار داشته باشد. حذف کلید روشن و خاموش ابزار ممنوع بوده و آن را نباید از طریق قطع و وصل کردن کابل از منبع جریان برق، مورد استفاده قرار داد.

۲-۷-۸-۴- ابزارهای بادی (پنوماتیکی)

الف- ابزارهای بادی که کار آنها زدن میخ، پرچ، سوزن دوخت یا سایر محکم‌کننده‌ها می‌باشد و در فشاری بیش از ۷ کیلوگرم بر سانتیمترمربع (۱۰۰psi) کار می‌کنند، باید به یک مکانیزم ویژه برای جلوگیری از پرتاب محکم کننده‌ها به خارج مجهز باشند. کارگرانی که در اطراف مته بادی، رنده، تفنگ‌های پرچ و ماشین‌های دوخت قرار دارند، باید با حفاظ مناسب که مانع برخورد ذرات به آنها می‌شود، محافظت شوند.

ب- باید از شیلنگ‌های مخصوص که دارای انعطاف پذیری بالا و مقاوم در برابر خردشدن، سایش و پارگی است استفاده شود. فشارکاری برای شیلنگ‌ها، شیرها، لوله‌ها، فیلترها و دیگر لوازم نباید از مقدار تعیین شده توسط تولید کننده تجاوز کند. شیلنگ ابزار باید به‌طور مرتب مورد بازدید قرار گیرد تا موارد پارگی، ساییدگی یا بادکردگی در آن وجود نداشته و در صورت معیوب بودن، برچسب‌گذاری و از کارگاه خارج شود.

پ- رها نمودن ابزار بادی، هنگامی که فشار باد روی آن است ممنوع بوده و هنگامی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد یا در زمان تعویض متعلقات آن، باید فشار هوای روی ابزار قطع شود. هوای فشرده فراهم شده برای ابزارها باید خشک و تمیز باشد.

ت- شیر هوا در ابزار بادی قابل حمل باید در مواقعی که فشار بهره برداری متغیر است، به‌صورت خودکار تنظیم شود. شیلنگ و اتصال شیلنگ هوای فشرده باید برای فشار کاری مجاز طراحی شده و به‌صورت محکم و ایمن به خروجی لوله بسته شده باشند.

ث- ابزارهای بادی از قبیل چکش و دریل‌های بادی، باید به گیره ایمن و ابزار آزادساز برای جلوگیری از قلاب شدن ابزارها مجهز باشند.

۲-۷-۸-۵- جک هیدرولیکی

الف- جک‌هایی که در عملیات ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید کاملاً سالم و بدون نواقصی از قبیل ترک خوردگی، سائیدگی، پیچیدگی و غیره باشند. همچنین باید دارای نشانگر توقف باشند و محدوده بار که توسط تولیدکننده آن تعیین گردیده، باید در یک محل روی جک مشخص شود و از بلند کردن بار بیش از این اندازه خودداری شود.

ب- استفاده از هر نوع وسیله برای افزایش ارتفاع در قسمت سر جک ممنوع است. در هنگام نصب، پایه و سر جک باید بر روی سطح تراز و محکم، بدون انحراف از محور قرار گرفته و نیروی لازم برای بالابردن بار باید به‌طور یکنواخت اعمال شود. تمام جک‌ها باید دارای سیستم ترمز باشند تا در صورت از کار افتادن جک یا نقص فنی فشار وارد شده را تحمل کند و در همان وضعیت متوقف شود. هنگامی که بار توسط جک جابجا می‌شود؛ باید بلافاصله به‌طور کامل توسط وسایلی نظیر بلوک و خرک تثبیت شود. استفاده ازجک هیدرولیکی برای نگهداری باری که توسط جرثقیل، بالابر و دیگر ابزار مشابه بالا برده شده، ممنوع است.

پ- جک‌ها باید به روش مناسب به‌طور منظم سرویس و نگهداری‌شده و جک‌هایی که تحت بار یا شوک غیرعادی قرار گرفته‌اند قبل از استفاده باید توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازدید قرار گیرد. دوره زمانی بازرسی‌ها باید به ترتیب زیر باشد:

پ- ۱- برای جک‌هایی که برای انجام یک کار خاص از کارگاه خارج می شوند در هنگام خروج از کارگاه و همچنین هنگام ورود مجدد به کارگاه.

پ- ۲- برای استفاده مداوم یا متناوب در یک محل هر شش ماه یکبار.

پ-۳- برای جک‌هایی که تحت بارهای سنگین و غیرطبیعی قرار می‌گیرند، قبل و بلافاصله بعد از استفاده از عملیات.

ت- برای جک‌های هیدرولیکی که در معرض درجه انجماد قرار دارند باید از مایع ضد یخ استفاده کرد.

۲-۷-۹- بازرسی، نگهداری و تعمیر

الف- ابزارها، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی باید در موارد زیر توسط شخص صاحب صلاحیت بازدید و کنترل شده و سپس مورد بهره برداری قرار گیرند:

الف-۱- قبل از استفاده برای اولین بار.

الف-۲- پس از هرگونه جابجایی، نصب یا تغییرات و تعمیرات اساسی.

الف-۳- در فواصل زمانی معین و مناسب، طبق دستورالعمل سازنده دستگاه.

ب- قبل از شروع به تعمیر، نظافت و روغن‌کاری ماشین‌آلات، اجرای تدابیر پیشگیرانه زیر ضروری است:

ب-۱- برقراری حالت انرژی صفر یا وضعیت ایمن در ماشین به‌طوری که احتمال حرکت ناخواسته ماشین و اجزای آن یا تخلیه ناگهانی فشار سیستم وجود نداشته باشد.

ب-۲- قفل کردن منبع نیرو و نصب علامت هشدار دهنده بر روی ماشین به‌نحوی‌که کارکنان دیگر دانسته یا ندانسته بدون هماهنگی آن را روشن نکنند یا حرکت ندهند. استفاده از علائم و تابلوهای هشداردهنده در موارد فوق، الزامی است.

پ- بازرسی، تنظیم، روغنکاری، تعمیر، تمیزکردن و شستشو، در زمان حرکت ماشین و یا با موتور روشن مجاز نیست، مگر آنکه از طرف کارخانه تولیدکننده توصیه شده باشد و دستورالعمل آن نیز در دسترس باشد.

ت- محل انجام سرویس و تعمیر ماشین‌آلات باید تمیز و مرتب باشد. روغن، گریس، گازوئیل و آب به‌طور منظم از محدودهٔ کار پاک شوند و مواد و وسایل غیرضروری در محل مخصوص خود قرار گیرند. محیط‌های سرپوشیده باید روشنایی، تهویه و فضای مناسب داشته باشند تا شرایط مطلوب برای انجام کار فراهم گردد.

۲-۸- وسایل موتوری بالابر و ادوات باربرداری

۲-۸-۱- مشخصات عمومی

۲-۸-۱-۱- دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر عبارتند از؛ تمام وسایل و تجهیزات ثابت و متحرک موتوری از قبیل جرثقیل ثابت و متحرک، آسانسورهای استاندارد کارگاهی حمل بار و نفر و بالابرهای متعارف ساختمانی که برای بالا بردن، پایین آوردن و نصب قطعات و مصالح، وسایل و تجهیزات ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۸-۱-۲- باید از دستگاه‌های بالابر که دارای استانداردهای بین‌المللی معتبر یا مطابق با استانداردهای ملی هستند در عملیات اجرایی استفاده شود و بر اساس دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سازندگان آنها، توسط شخص صاحب صلاحیت نصب، راه اندازی، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیر شوند.

الف- تمام متصدیان (اپراتورها)، علامت‌دهندگان، افراد ماهر برای انجام نگهداری و تعمیرات، باید آموزش‌های لازم در مورد نحوه انجام وظایف را طبق قوانین و مقررات مربوط در مراکز صاحب صلاحیت آموزش از مراجع صاحب صلاحیت فرا گرفته و دارای گواهینامه ویژه مهارتی معتبر باشند. همچنین باید گواهی سلامت معتبر از مراکز درمانی صاحب صلاحیت نیز اخذ شود. در مورد جرثقیل متحرک (نصب شده بر روی کامیون)، علاوه بر شرایط فوق، داشتن گواهینامه ویژه رانندگی مربوط، طبق ضوابط و مقررات راهنمایی و رانندگی نیز الزامی است.

ب- متصدی دستگاه‌ها و وسایل بالابر، همزمان با کار بر روی دستگاه مورد نظر، حق انجام کار دیگری را ندارد و در موقع کار کردن دستگاه‌ها و یا هنگام روشن بودن یا آویزان بودن بار، مجاز به رها کردن دستگاه نیستند. در حین انجام کار، مجاز به خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات و استفاده از تلفن همراه و از این قبیل که باعث کاهش هوشیاری فرد می‌شود، نیستند. مواقعی‌که اپراتور آمادگی جسمانی یا روانی لازم را ندارد، نباید با جرثقیل کار کند.

پ- میزان حداکثر ظرفیت بار مجاز هر وسیله بالابر و متعلقات آن از قبیل زنجیرها، کابل‌ها و سایر وسایل بستن و بلند کردن بار، باید بر روی تابلو یا پلاک فلزی درج و در محل مناسبی بر روی بدنه دستگاه یا محل مناسب در معرض دید متصدی نصب شود. باری که حمل می‌شود و سرعت کار بالابر، به هیچ وجه نباید از ظرفیت بار و سرعت کار مطمئن آن بیشتر باشد.

ت- محل استقرار و مسیر حرکت دستگاه‌های بالابر باید قبلاً به‌طور دقیق بازدید و بررسی شود تا در موقع حرکت و کار، خطری از طریق نشست زمین، برخورد با سایر جرثقیل‌ها و بالابرها، کابل‌های برق، لوله‌های گاز یا تأسیسات و بناهای موجود و یا سقوط در محل‌های حفاری شده و از این قبیل، متوجه اپراتور، کارگران و افراد دیگر نشود. رعایت حریم ایمنی خطوط هوایی انتقال برق، پست‌های برق و نظایر آن مطابق بند ۲-۱۲-۲ الزامی است.

ث- جام (باکت)، سبد و یا هرگونه وسیله حمل بار، ضمن داشتن استاندارد ساخت، باید متناسب با نوع بار و ظرفیت بالابر انتخاب و دارای تعادل کافی باشد.

ج- بالا کشیدن اجسام سنگین و حجیم از جمله تیرآهن، قطعات فولادی و غیره به‌صورت دستی با طناب، کابل و غیره، مجاز نبوده و باید از بالابرهای مکانیکی مناسب استفاده شود.

چ- بار باید به‌طور آهسته و ملایم جابجا پایین آورده شود، به‌طوری‌که در شروع بلندکردن یا حین پایین آوردن و توقف، ضربه‌ای به دستگاه وارد نشود و کنترل آن نیز برای اپراتور به‌راحتی امکان‌پذیر باشد.

ح- جابجایی و حمل کارگران و افراد با وسایل بالابرنده بار ممنوع است.

خ- در هنگام باد و طوفان شدید باید از کارکردن با دستگاه‌ها و وسایل بالابر خودداری شود.

د- بار باید عموماً به‌طور عمودی بالا و پایین آورده شود به‌طوری‌که در حال بلندکردن نوسان نداشته باشد. در مواردی که لازم است بار به‌طور مایل بلند شود باید عملیات با حضور شخص صاحب صلاحیت انجام شده و احتیاط های لازم به‌عمل آید تا کارگران مربوط در معرض خطر قرار نگیرند.

ذ- در بالابرهایی که با موتور الکتریکی کار می‌کنند باید وسائلی تعبیه شده باشد تا هنگامی که بار به حداکثر ارتفاع پیش‌بینی شده رسید، بتواند به‌طور خودکار محرک الکتریکی را از کار بیندازد. بالابرها باید دارای ترمزهای حفاظتی باشند و این ترمزها باید طوری تعبیه و محاسبه شده باشد که بتواند باری معادل ۱/۵ برابر ظرفیت مجاز بالابر را نگهداری نمایند.

ر- تمام پیچ‌ها و مهره‌ها در دستگاه بالابر باید به ترتیبی باشند که طول پیچ به اندازه کافی بوده و در صورت لزوم بتوان مهره را آچارکشی و مطابق شرایط سازنده دستگاه محکم نمود. پیچ‌ها و مهره‌های قطعات متحرک باید دارای واشرهای فنی باشند تا از شل شدن مهره‌ها جلوگیری به عمل آید.

ز- پیش از نصب اتصال‌دهنده‌های مکانیکی مانند پیچ‌ها، مهره‌ها یا خارها، آنها باید به‌صورت چشمی بازرسی شوند. وجود هرگونه ترک، باریک شدگی، تغییر شکل رزوه می‌تواند دلیلی برای عدم پذیرش اتصال‌دهنده برای استفاده‌های بعدی باشد. برای تشخیص وجود َترَک در ماده اتصال‌دهنده، توصیه می‌شود از آزمون غیرمخرب استفاده شود. نشانه‌گذاری‌های اندازه مناسب و درجه(نمره) نیز باید بررسی شوند و اگر این موارد موجود و خوانا نباشند، اتصال‌دهنده پذیرفته نمی‌شود.

ژ- وزن باری که باید از زمین بلند شود باید مشخص بوده و در محدوده بار اسمی دستگاه بالابر قرار داشته باشد.

س- حمل و نقل، نصب، جمع‌آوری، انبار نمودن و کار با دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات باربرداری باید به‌گونه‌ای باشد که خطری را برای کارگران، تاسیسات و ماشین آلات دیگر کارگاه و معابر و املاک و تاسیسات عمومی مجاور کارگاه ایجاد نکند.

ش- باید تمهیداتی برای حفاظت در برابر معکوس شدن جهت حرکت هر موتور الکتریکی در اثر معکوس‌شدگی اتصالات فاز صورت گیرد.

۲-۸-۲- بازرسی‌های مستمر و دوره‌ای

۲-۸-۲-۱- قسمت‌های مختلف دستگاه‌ها و وسایل بالابر باید طبق برنامه زیر مورد بازدیدهای دوره‌ای یا معاینه فنی و آزمایش قرار گیرند.

الف- بازدید روزانه قلاب‌ها، حلقه‌ها، اتصالات، چنگک‌ها، کابل‌ها، زنجیرها و به‌طورکلی تمام لوازمی که برای بستن و بلند کردن بار مورد استفاده قرار می‌گیرند، از نظر فرسودگی، خوردگی، شکستگی، ترک‌خوردگی و هر نوع عیب و ایراد ظاهری دیگر، توسط متصدی و مسئول دستگاه.

ب- بازدید فنی تمام قسمت‌های دستگاه، هفته‌ای یک بار، توسط شخص صاحب صلاحیت.

پ- معاینه فنی و آزمایش تمام قسمت‌های دستگاه توسط شخص صاحب صلاحیت و صدور برگ گواهی اجازه کار، هر ۶ ماه یک بار و همچنین قبل از استفاده برای اولین بار و یا پس از هرگونه جابجایی و نصب در محل جدید.

ت- در صورتی‌که در دستورالعمل سازنده دستگاه، فواصل زمانی کمتر از ۶ ماه برای بازرسی فنی ادواری مشخص شده باشد، باید بر مبنای دستورالعمل سازنده اقدام شود.

۲-۸-۲-۲-کلیه تعمیرات اساسی و تعویض قطعات و لوازم اصلی که بر روی دستگاه بالابر انجام می‌شود، باید در دفتر ویژه‌ای ثبت و توسط متخصص مربوط امضا شود. این دفتر همراه با گواهی‌نامه‌های اجازه کار مرجع صاحب صلاحیت موضوع (بند پ) باید در مستندات کارگاه نگهداری شوند.

۲-۸-۳- وسایل بستن و بلند کردن بار (اسلینگ‌ها)

۲-۸-۳-۱- مشخصات عمومی

الف- مقصود از وسایل بستن و بلندکردن بار وسائلی است که بار به‌منظور بلند کردن یا جابجا نمودن با آن بسته می‌شود که در این بخش به اختصار وسایل بستن بار نامیده می شود. این وسایل باید از زنجیرها، کابل‌های فلزی یا طناب‌های لیفی (منسوج) با مقاومت کافی ساخته شوند.

ب- حداکثر بار مجاز هر نوع وسیله بستن بار باید به‌طورکامل تعیین و به‌وسیله لوح مخصوص یا پلاک فلزی و یا طرق ممکن دیگر، مشخص شده باشد.

پ- میزان بار مجاز برای زنجیرهای بلند کننده و همچنین میزان بار مجاز برای زنجیر باربند بر حسب زوایای مختلف باید به‌طور وضوح در جدول مخصوص قید و در معرض دید کامل قرار داده شود. مندرجات و طرز استفاده از جدول باید دقیقاً توسط فرد صاحب صلاحیت به کسانی که با این زنجیرها کار می‌کنند آموخته شوند.

ت- تمام وسائلی که برای بستن بار به‌کار می‌رود (به استثنای وسایل بستن بدون حلقه انتهایی) باید دارای حلقه‌ها، قلاب‌ها، چنگک‌ها یا سایر وسایل اتصالی باشند به‌طوری‌که بتوان آنها را با اطمینان به قلاب بلندکننده آویزان کرد. در صورتی که لازم شود باری توسط دو یا چند رشته به وسیله بستن بار، بالا برده شود انتهای فوقانی وسایل مزبور باید به حلقه مناسبی متصل شده و سپس این حلقه به قلاب بلندکننده آویزان شود.

ث- درصورتی که وسایل بستن بار درمجاورت لبه‌های تیز بار قرارگیرند به‌طوری‌که احتمال صدمه دیدن آن برود، به ویژه در حین جابجایی آهن‌آلات، باید بین لبه تیز بار و وسایل مزبور بالشتک مناسبی قرار داد.

ج- برای بلند کردن بار معمولاً از وسیله بستن بار که با شاخه‌های مساوی به قلاب بلند کننده متصل می‌شود استفاده می‌گردد. ولی هرگاه وضع بار طوری باشد که به‌علت عدم تعادل نتوان آن را به‌طور اطمینان بخش و بدون خطر بلند نمود باید شاخه‌های وسیله بستن بار را برای ایجاد تعادل به‌صورت نامساوی تنظیم کرد.

چ- زاویه رأس بین شاخه‌های وسایل بستن بار نباید بیش از ۶۰ درجه باشد.

ح- در صورتی‌که طول بار بیش از ۳/۶۰ متر بوده و از چندین قطعه تشکیل شده باشد و یا احتمال لغزیدن وسایل بستن بار برود، این وسایل باید به میله یا قلاب جداکننده مخصوص مجهز باشند.

خ- چنانچه در وسایل بستن بار علایم شکستگی و خوردگی زیاد یا ضایعات دیگر مشهود شود باید فوراً آنها را از عملیات خارج نمود و دیگر مورد استفاده قرار ندارد. حلقه‌های شکسته شده زنجیرهای بستن بار نباید به‌هیچ وجه به وسیله پیچ یا میخ یا پرچ و یا سیم و یا سایر وسایل اتصالی به‌هم متصل شده و مجدداً مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۸-۳-۲- زنجیرها

الف- زنجیرهای مخصوص بستن و بلند کردن بار باید از آهن چکش‌خوار یا از فولاد باشد و مشخصات آنها با استانداردهای معتبر بین‌المللی و یا ملی مطابقت نمایند. حلقه‌ها، قلاب‌ها، گیره‌ها، بست‌های زنجیرهای مخصوص بستن و بلند کردن بار، باید از همان جنس زنجیری که به آن بسته شده‌اند انتخاب شود.

ب- حداقل ضریب ایمنی (اطمینان) با احتساب حداکثر بار مجاز باید ۵ در نظر گرفته شود. زنجیرها باید در مواردی که بیش از ۵ درصد به طول اولیه آن اضافه شده یا بیش از $\frac{1}{4}$ ضخامت اولیه حلقه‌های زنجیر در اثر کار خورده شده باشند، تعویض شوند.

پ- قبل از استفاده از زنجیرها برای بلند کردن بار باید توجه داشت که پیچ و تاب نداشته و گره نخورده باشد...

ت- زنجیر بلند کننده باید روی استوانه‌ها، محورها یا قرقره‌هایی که دارای شیارهای مناسب با شکل و ابعاد زنجیر باشد، پیچیده شود به‌طوری‌که زنجیر بتواند بدون پیچ و تاب روی قطعات فوق قرار گرفته و به نرمی کار کند.

ث- هنگامی که زنجیر چندین ساعت متوالی در درجات حرارت خیلی پایین قرار می‌گیرد باید قبل از استفاده مجدد، آن را گرم نمود.

۲-۸-۳-۳- کابل‌های فلزی

الف- ضریب اطمینان کابل‌های فلزی نباید کمتر از ۶ باشد.

ب- حلقه‌های کابل‌ها، چنگک‌ها، حلقه‌های اتصالی و سایر قطعات کابل فلزی باید دارای حفاظ مخصوص و مناسب برای جلوگیری از آسیب دیدن سطح قطعات مزبور باشد.

پ- کابل‌های فلزی که پارگی یا زدگی پیدا کرده و یا زنگ زده است بسته به نوع کابل در موارد ذیل باید تعویض شود:

پ-۱- کابل‌های ۶ رشته‌ای ۷ سیمه در صورتی‌که در طول ۵۰ سانتیمتر، از مقاومت آن، ۱۲ درصد کم شده باشد.

پ-۲- کابل‌های ۶ رشته‌ای ۱۹ سیمه در صورتی‌که در طول ۵۰ سانتیمتر، از مقاومت آن، ۲۰ درصد کم شده باشد.

پ-۳- کابل‌های ۶ رشته‌ای ۳۷ سیمه در صورتی‌که در طول ۵۰ سانتیمتر، از مقاومت آن، ۲۵ درصد کم شده باشد.

پ-۴- کابل‌های ۶ رشته‌ای ۶۱ سیمه در صورتی‌که در طول ۵۰ سانتیمتر، از مقاومت آن، ۲۵ درصد کم شده باشد.

پ-۵- کابل‌های سیل[1] درصورتی که در طول ۵۰ سانتیمتر، از مقاومت آن، ۱۲ درصد کم شده باشد.

1- Seal

پ-۶- کابل‌های رشته‌ای با مقطع مثلثی در صورتی‌که در طول ۱ متر، از مقاومت آن، ۱۵ درصد کم شده باشد.

پ-۷- کابل‌های نوفلکس[1] در صورتی‌که در طول ۱ متر، از مقاومت آن، ۲۰ درصد کم شده باشد.

ت- به‌منظور جلوگیری از خمیدگی زیاد و کم شدن تاب خوردگی اولیه کابل‌های نو باید نکات زیر مراعات شود:

ت-۱- در صورتی‌که کابل فلزی به شکل حلقه خریداری شود برای بازکردن آن باید حلقه پیچیده شده را بر روی سطح افقی و تمیز بدون ماسه غلتانده و قبل از اینکه روی قرقره شیاردار سوار شود، آن را صاف نمود.

ت-۲- در صورتی‌که کابل فلزی به‌صورت قرقره تحویل شده باشد، برای باز کردن کابل، باید قرقره کابل را روی زمین غلتاند، یا آن را به‌طور افقی روی محور سوار کرد و یا این‌که قرقره را به‌طور قائم روی صفحه‌گردان قرار داد و بعداً کابل را به آرامی باز نمود.

ت-۳- کابل‌های فلزی که برای بلند کردن، پایین آوردن و یا کشیدن بار به‌کار می‌روند، باید بدون گره و خمیدگی باشند.

ث- برای جلوگیری از باز شدن رشته‌های سرکابل باید هر یک از دو انتهای آن محکم بسته شده باشد. قبل از بریدن کابل، باید دوطرف محل برش با نوار بسته شود.

ج- اتصالات انتهایی کابل‌ها باید در فواصل زمانی منظم مورد معاینه و بازدید قرار گیرد و چنانچه بست‌ها یا گیره‌های مختلف اتصال کابل‌ها لقی داشته باشد باید مجدداً آنها را محکم کرد. در در صورت مشاهده کمترین نشانه خطر در روی اتصال‌های کابل‌های فلزی، باید از این نقطه در حدود ۱ تا ۳ متر برید و مجدداً اتصال‌های کابل را بست.

چ- در حین استفاده یا جابجایی، باید دقت شود تا کابل روی اشیای آلوده یا چیزهایی که باعث ایجاد خراشیدگی، دندانه دندانه‌شدن، لهیدگی، یا خمیدگی‌های تیزلبه در کابل می‌شوند، کشیده نشود.

ح- کابل فلزی بالابر نباید دور بار پیچیده شود. پیش از اینکه بار بیش از چند سانتی‌متر از زمین بلند شود، باید بار در وسیله بستن بار، به‌صورت ایمن محکم و متعادل قرار گرفته شده باشد.

۲-۸-۳-۴- طناب‌های لیفی

الف- طناب‌هایی که از الیاف تهیه شده و برای بالا بردن و پایین آوردن و یا کشیدن بار به‌کار می‌روند باید از نوع الیاف مرغوب و مناسب با حداقل مقاومت ۸۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع بوده و ضریب اطمینان برای این نوع طناب‌ها نباید کمتر از ۱۰ باشد.

ب- هنگامی که طناب لیفی لازم است به اندازه معینی بریده شود قبل از بریدن باید دو طرف محل برش طناب بسته شده باشد. محل بافت ۲ قطعه طناب لیفی باید دارای روپوش باشد. طناب‌های لیفی که برای بلند کردن بار به‌کار می‌روند نباید روی سطوح خشن و ناصاف و یا محل‌هایی که دارای ماسه و یا مواد مشابه است کشیده شوند. هنگامی

1 -Nuflex

که طناب لیفی کاملاً خیس شده باشد باید در محل خشکی با حرارت متعادل به‌حالت کلاف و به‌طور آزاد آویزان قرار گیرد تا خشک شود.

۲-۸-۳-۵- قرقره‌های شیاردار

شیارهای قرقره‌هایی که زنجیر روی آن کار می‌کند باید به‌شکلی باشد که حلقه‌های زنجیر در آن شیارها جای گیرد. شیارهای قرقره‌های کابل باید دارای لبه پخ و سطح صاف باشند، به‌طوری‌که هیچ‌گونه صدمه به کابل نرسانند. همچنین اندازه آنها باید به نحوی باشد که بدون برخورد با قطعات دیگر یا تولید خراش، کابل از روی آنها به آسانی عبور داده شود.

۲-۸-۳-۶- قلاب‌ها

قلاب‌های دستگاه‌های بالابر باید:

الف- از آهن یا فولاد چکش‌خوار یا از مجموعه ورقه‌های فولادی تشکیل شده باشد.

ب- مجهز به شیطانک یا سایر وسایل حفاظتی بوده و یا برحسب نوع کار به شکلی باشد که مانع جدا شدن اتفاقی بار نشود.

پ- در مورد دستگاه‌های سنگین، مجهز به بلبرینگ‌های ساچمه‌ای یا غلتکی باشد.

ت- حداکثر باری که می‌توان به‌وسیله قلاب بلند نمود باید به‌طور خوانا در روی آن نوشته شده باشد.

ث- آن قسمت از قلاب‌ها که درتماس با زنجیر و یا کابل است باید گرد بوده و فاقد لبه‌های تیز باشد.

۲-۸-۳-۷- بازرسی وسایل بستن بار

الف- وسایل بستن بار اعم از کابل‌ها، زنجیرها، تسمه‌ها، طناب‌ها، قلاب‌ها، باید از نظر کشش، فرسودگی، خوردگی، شکستگی، ترک خوردگی و هر نوع خرابی دیگر، به وسیله‌کارگران علامت‌دهنده و یا اشخاص دیگری که به‌عنوان کمک به متصدی بالابر از روی زمین دستور می‌دهند در مقاطع زمانی زیر مورد بازدید قرار گیرد:

الف-۱- قبل از هر دفعه استفاده به‌وسیله کارگر مربوطه و یا کارگرانی که برای این منظور در نظر گرفته شده‌اند.

الف-۲- هر هفته یکبار توسط شخص صاحب صلاحیت دیگری که توسط مسئول کارگاه تعیین می‌شود.

الف-۳- در مواقع صدمات وارده و همچنین در فواصل معینی که از ۳ ماه بیشتر نباشد به‌وسیله شخص صاحب صلاحیت

ب- پس از هر بازرسی و آزمایش، شخص صاحب صلاحیت، باید گواهی‌نامه اجازه کار صادر نماید. این گواهی‌نامه باید در مستندات کارگاه نگهداری شود.

۲-۸-۳-۸- نگهداری و انبار داری وسایل بستن بار

هنگامی که وسایل بستن بار مورد استفاده نیستند باید آنها را در محل مخصوصی که دسترسی به آن آسان باشد مطابق ضوابط ذیل، آویزان و نگهداری نمود:

الف- وسایل بستن بار باید به چنگک مخصوص به‌صورتی آویخته شود که کارگر در موقع برداشتن و یا گذاشتن آن دچار حادثه و زحمت نشود.

ب- کابل‌های فلزی و زنجیرها باید در وضع و شرایطی نگهداری‌شوند که از زنگ‌زدگی آن‌جلوگیری به‌عمل آید.

پ- در محل‌هایی گذارده شوند که در اثر عبور ارابه‌های حمل و نقل از روی آنها دچار خوردگی و یا خرابی نشوند.

ت- برای حفظ قابلیت انعطاف و جلوگیری از زنگ زدن کابل‌های فلزی باید مرتباً در فواصل منظم کابل‌ها را با روغنی که عاری از مواد اسیدی و قلیایی باشد روغن‌کاری نمود.

ث- کابل‌فلزی باید در محل خنک و خشک نگهداری شده و در معرض حرارت زیاد و یا بخار اسید قرار نگیرد.

ج- طناب لیفی را نباید در محل‌هایی که امکان تماس با اسیدها، بخارات اسیدی یا سایر مواد مخرب شیمیایی وجود دارد به‌کار برد یا انبار نمود. هنگامی‌که طناب‌های لیفی مورد استفاده نیستند باید آنها را به‌صورت کلاف و به طور آزاد به میخ چوبی آویزان کرد و یا روی سکوهای مشبک چوبی که حداقل ارتفاع آن از زمین ۱۵ سانتیمتر باشد، قرار داد. محلی که طناب‌های لیفی انبار می‌شود باید کاملاً تهویه شده و آنها را باید دور از دیگ‌های بخار، لوله‌های بخار یا سایر منابع حرارتی یا رطوبت یا بخار آب انبار نمود. طناب‌های لیفی که برای بلند کردن بار مورد استفاده قرار گرفته‌اند باید قبل از انبار کردن تمیز و خشک شوند.

۲-۸-۴- عبور بار از فراز کارگاه و معابر و بناهای مجاور

از روی معابر و فضاهای عمومی و خصوصی مجاور کارگاه ساختمانی نباید هیچ باری به‌وسیله دستگاه‌های بالابر عبور داده شود و چنانچه انجام این کار اجتناب‌ناپذیر باشد، باید پس از اخذ مجوز از مرجع صاحب صلاحیت و رضایت صاحب نفعان، مشروط به انجام یک یا چند اقدام حفاظتی به شرح ذیل، بر اساس نظر دستگاه نظارت انجام گیرد:

۲-۸-۴-۱- برای حصول اطمینان از ایمنی معابر عمومی هنگام عبور بار از فراز آن، در صورت امکان باید ناحیه‌ای که در زیر بار قرار می‌گیرد، با استفاده از موانع هدایت مسیر و علائم هشداردهنده موثر از قبیل تابلوها، پرچم‌های مخصوص یا چراغ‌های چشمک‌زن، علائم نوری دستی با قابلیت دید در شب و سایر وسایل هشداردهنده مقتضی، قرنطینه شده و از تردد عابران و وسایل نقلیه در آن محدوده جلوگیری شود. سازه‌های حفاظتی مقتضی نیز مطابق ضوابط بند ۲-۲-۳ در صورت قابل اجرا بودن تعبیه شود. در صورت امکان‌پذیر نبودن انجام اقدامات بیان شده، باید با استقرار افراد علامت‌دهنده به تعداد مقتضی و تجهیز آنها به علائم هشداردهنده پیش‌گفته، از عدم قرارگیری عابران و وسایل نقلیه در زمان عبور بار از فراز معابر عمومی اطمینان حاصل نمود.

۲-۸-۴-۲- به تناسب وزن و نوع بارهای عبوری، باید توسط شخص صاحب صلاحیت، مشخصات راهروهای سرپوشیده و سرپوش‌های حفاظتی موقت مطابق ضوابط بند ۲-۲-۳ برای مهار بار یا متعلقات باربرداری در صورت سقوط بار یا اجزای بار یا متعلقات جرثقیل، احداث شود.

۲-۸-۴-۳- شعاع گردش دستگاه‌های بالابر از جمله جرثقیل‌های برجی باید به‌گونه‌ای تنظیم و محدود شود که عبور بار از روی بناهای مجاور به حداقل میزان خود برسد.

۲-۸-۴-۴- استفاده از روش‌های ترکیبی از قبیل استفاده توأمان از آسانسورباری و جرثقیل‌های برجی برای کاهش یا حذف عبور بار، استفاده از تعداد بیشتری از جرثقیل‌های برجی برای کاهش و محدودکردن شعاع حرکت، استفاده از جرثقیل‌های برجی بوم متحرک که شعاع عمل محدودتری نسبت به جرثقیل‌های برجی سرچکشی دارند مجاز می‌باشد.

۲-۸-۴-۵- عملیات باربرداری به ساعت‌ها یا روزهای مشخص همراه با حضور فرد علامت دهنده محدود شود.

۲-۸-۴-۶-کنترل شود که بوم یا وزنه‌های تعادلی جرثقیل‌های برجی در زمان تعطیلی کار بر فراز بناهای مجاور قرار نگیرد.

۲-۸-۴-۷- تاسیسات عمومی و شهری واقع در ناحیه زیر بار نیز باید مطابق بند ۲-۸-۴ حفاظت گردند.

۲-۸-۵- جرثقیل برجی (تاورکرین)[1]

۲-۸-۵-۱- نقشه جانمایی (سایت پلان)

پیش از برپایی جرثقیل، شخص صاحب صلاحیت باید یک سایت پلان آماه کند. نقشه جانمایی باید به تایید دستگاه نظارت برسد. در نقشه جانمایی برای هر جرثقیل برجی، باید جزئیات و موارد ذیل مشخص شده باشد:

الف- محل، تراز تکیه‌گاه و محور مرکزی پایه برج

ب- سیستم تکیه‌گاهی مناسب برای جرثقیل با توجه به بارهای وارد، جنس خاک، شرایط همواری (همترازی) و سطحی زمین، مجاورت پی با حفاری‌ها، شیب‌ها، سازه‌های زیرسطحی

پ- جهت پایه برج برای بالارَوی جرثقیل در صورت امکان

ت- طول بوم یا بوم متحرک و بوم تعادلی

ث- حداکثر شعاع کاری بوم یا بوم متحرک

ج- سازه‌هایی که در شعاع ۲ متری از نوک بوم یا بوم متحرک قرار دارند

چ- فضا و فواصل ایمن برای جرثقیل، شامل مواردی از قبیل مسیرهای دسترسی برای اجزای مختلف جرثقیل و تجهیزات مربوط، فضای کافی برای برپایی و پیاده‌سازی جرثقیل.

1- Tower crane

ح- شناسایی و انعکاس خطوط برق، دکل‌های مخابراتی، خطوط راه‌آهن یا قطار سبک شهری، بناها، معابر، تاسیسات عمومی و شهری و سازه‌های زیرسطحی (زیر زمینی) در محدوده شعاع کارکرد جرثقیل و حریم‌هوایی ممنوعه.

خ- پیش‌بینی روش‌ها و نقشه‌های تجهیزات و تاسیسات حفاظتی برای ایمنی عابران، شاغلان کارگاه و تاسیسات قرار گرفته در زیر محدوده شعاع عملکرد تاور کرین.

د- شعاع‌های کارکرد سایر جرثقیل‌های برجی و بوم‌های حمل و جابجایی مصالح و محل بالابرهای ساختمانی در همان کارگاه یا کارگاه‌های مجاور که ممکن است تداخلی با عملکرد طرح‌ریزی‌شده جرثقیل داشته باشند و روش‌ها و تجهیزات مورد نیاز برای جلوگیری از برخورد احتمالی با هم پیش بینی شود.

ذ- جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با موقعیت جغرافیایی محلی که قرار است جرثقیل برپا شود از قبیل سرعت و جهت وزش باد، حداقل و حداکثر دمای محیطی، شرایط اسیدی و قلیایی و شیمیایی نامطلوب در محیط و سایر شرایط محیطی نامطلوب موثر بر عملکرد جرثقیل.

ر- مشخص کردن الزامات الکتریکی جرثقیل، نشان‌گر ولتاژ، شدت جریان (آمپراژ)، فازبندی، اتصال زمین و هر نوع اطلاعات الکتریکی دیگر مختص جرثقیل.

۲-۸-۵-۲- تکیه‌گاه پایه جرثقیل برجی ثابت

الف- تکیه‌گاه(پی/پایه) جرثقیل، باید توسط شخص یا اشخاص صاحب صلاحیت مطابق ضوابط مندرج در دستورالعمل سازنده دستگاه طراحی و اجرا شود.

ب- احتمال نشست نامتقارن یا خیز (تغییرمکان) سازه باید در طراحی تکیه‌گاه لحاظ شود تا جرثقیل در محدوده رواداری‌های قائم تعیین‌شده باقی بماند. به‌جز مواقعی‌که تکیه‌گاه‌ها ویژه شرایط زیرآب (مغروق) طراحی شده‌اند، در سایر موارد تکیه‌گاه باید بالاتر از سطح آب‌های زیرزمینی بوده و زهکشی مناسب داشته باشد.

پ- مهار (انکر) های مدفون در تکیه‌گاه بتنی، نباید پس از اجرا، مجددا در محل دیگری مورد استفاده قرار بگیرد. مواقعی‌که تولیدکننده یا شخص صاحب صلاحیت مجاز بداند، می‌توان جرثقیل‌ها را مجددا روی مهارهای مدفون در تکیه‌گاه بتنی قبلی، برپا کرد.

۲-۸-۵-۳- پایه جرثقیل برجی

الف- جرثقیل‌ها باید تا ارتفاعی برپا شوند که تولیدکننده جرثقیل یا شخص صاحب صلاحیت مشخص کرده است. توصیه می‌شود هنگامی‌که برپایی جرثقیل در مناطق دارای تندبادهای فصلی انجام می‌شود، ارتفاع آن کمتر از ارتفاع مجاز مندرج در ضوابط در نظر گرفته شود. سازنده یا شخص صاحب صلاحیت باید ارتفاع مجاز را متناسب با سرعت باد منطقه نصب مشخص کنند.

ب- به منظور جلوگیری از سقوط درحین عملیات و یا در زمان وزش باد و طوفان، پایه برج باید در فواصل مشخص مطابق جزئیات مشخص شده در دستورالعمل سازنده دستگاه، به سازه میزبان اتصال داده شود.

پ- هرگونه افزایش ارتفاع پایه برج (بالارَوی جرثقیل)، باید با مطابق با دستورالعمل‌های سازنده دستگاه و توسط افراد ماهر و تحت نظارت مستقیم شخص صاحب صلاحیت یا دستگاه نظارت انجام شود. پیش از شروع عملیات بالارَوی جرثقیل، باید سازه برج بازرسی شود که مانعی برای حرکت آزاد جرثقیل وجود نداشته باشد.

۲-۸-۵-۴- وزنه های تعادل، بالاست[1]

الف- جرثقیل‌ها نباید بدون بالاست یا وزنه تعادل، که توسط سازنده دستگاه تعیین می‌شود کار کنند. وزن بالاست یا ستوزنه تعادل نباید از حداکثر مقداری که تولیدکننده برای استفاده بر روی جرثقیل مشخصی تعیین کرده، بیشتر باشد.

ب- برای برج‌های دارای بالاست (وزنه‌های تثبیت)، باید تمهیداتی برای نگهداشتن و استقرار بالاست در پایه‌ها در نظر گرفته شود. بالاست، حین عملیات جرثقیل نبایدجابجا شده یا از محل خود خارج شود.

پ- **بر** روی تمامی وزنه‌های تعادل و بالاست (که مطابق مشخصات سازنده جرثقیل ساخته شده‌اند)، باید وزن واقعی‌شان درج شود. نشانه‌گذاری‌ها باید زمانی‌که وزنه‌ها در محل نصب می‌شوند، قابل رویت باشند. وسیله‌ای باید تهیه شود که اجازه ندهد وزنه‌ها یا بلوک‌ها حین عملیات جرثقیل، جابجا شده یا از محل خود خارج شوند. وزنه‌های تعادلی باید از بتن با قاب فولادی یا وزنه‌های تعادل فولادی صلب (توپُر) ساخته شده باشند.

۲-۸-۵-۵- شاریوت[2]

الف- شاریوت باید بتواند به‌طور یکنواخت، حرکت را شروع و خاتمه دهد و وقتی در حین عملیات بر روی بوم حرکت می‌کند، قابلیت کاهش و افزایش شتاب حرکت در درجات مختلف را داشته باشد. در هر دو سر بوم باید ضربه‌گیر و متوقف‌کننده شاریوت تعبیه شود. بر روی بدنه یا قاب شاریوت باید سازوکاری تعبیه شود که در مواقع شکستن چرخ، محور و یا بارگذاری جانبی، مانع از جداشدگی آن از ریل (های) هدایت‌کننده[3] (گایدریل‌ها) نشود.

ب- شاریوت باید ترمز عملیاتی فعال داشته باشد که بتواند آن را در هر دو جهت (رفت و برگشت) متوقف کند. سیستم ترمز باید وسیله‌ای برای نگهداشتن شاریوت، بدون نیاز به انجام فعالیت دیگری در اتاقک اپراتور داشته باشد تا در صورت قطع نیرو یا فشار وارد به ترمز، به‌طور خودکار درگیر شود. علاوه بر ترمز عملیاتی، شاریوت باید ابزار ترمز خودکار داشته باشد که در صورت پاره‌شدن سیم‌بکسل محرکه شاریوت، جابجایی شاریوت را به طرف بیرون متوقف کند.

1- Ballast
2- Chariot
۳- guide rail

۲-۸-۵-۶- ابزارهای محدودگر عملیات

جرثقیل باید مجهز به ابزارهای محدودگر عملیات برای اطمینان از ایمنی عملکرد و پیشگیری از بروز مخاطرات و کنترل شرایط اضطراری باشد. عملکرد و دقت این ابزارها باید به‌صورت مستمر توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بررسی قرار گیرد. مهمترین این ابزارها عبارتند از:

الف- محدودساز وزن بار غیرمجاز

ب- محدودساز شعاع عملکرد مطابق با ظرفیت اسمی جرثقیل از جمله لنگر بار

پ- کاهنده سرعت و متوقف‌کننده حرکت شاریوت در دو طرف بوم پیش از رسیدن به حدِ نهایی فعالیت

ت- کاهنده سرعت و متوقف‌کننده حرکت بوم متحرک در شعاع حداقل و حداکثر پیش از رسیدن به حدِ نهایی فعالیت

ث- محدودساز حرکت جرثقیل در هر دو سر مسیر ریلی

۲-۸-۵-۷- اتاقک راننده (کابین)

اتاقک (محل کار متصدی دستگاه‌های بالابر) باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- دارای سقف محکم و مطمئن باشد تا متصدی از خطر احتمالی سقوط اجسام بر روی سقف محفوظ بماند.

ب- اتاقک جرثقیل‌ها باید محفوظ بوده و تمام اطراف آن دارای پنجره‌های‌کشویی باشد.

پ- پنجره‌ها باید در جلو و دو طرف اتاقک تعبیه شوند تا اتاقک هم از جلو و هم از هر دو طرف، میدان دید داشته باشد. توصیه می‌شود میدان دید جلو شامل شاریوت و نقاط برداشت بار از روی زمین باشد.

ت- پنجره‌های بازشودار باید طوری قرار گیرند که حین عملیات جرثقیل، سهواً بسته نشوند.

ث- پنجره جلویی باید مجهز به شیشه‌پاک‌کن بوده و شیشه‌های اتاقک باید از نوع شیشه‌های ایمن (سکوریت) باشند.

ج- دارای ارتباط صوتی با خارج از اتاقک برای دریافت پیام و همچنین مجهز به وسیله اطفای حریق باشد.

چ- اتاقک باید روشنایی طبیعی یا لامپ داشته باشد. شدت روشنایی لامپ نباید از ۵ لومن (۵۰ لوکس) کمتر در نظر گرفته شود.

ح- درها و دریچه‌های اتاقک، چه از نوع کشویی یا لولایی، باید به سازوکاری مجهز باشند که اجازه ندهند در یا دریچه، حین حرکت یا بهره‌برداری از جرثقیل سهواً باز یا بسته شود.

خ- ورود افراد متفرقه و فاقد مسئولیت در هدایت، بازرسی و نگهداری و تعمیرات جرثقیل، به داخل اتاقک ممنوع است.

د- صندلی قابل تنظیم پشتی‌دار باید برای اپراتور در داخل اتاقک تعبیه شود. چیدمان و ساختار این صندلی باید به‌گونه‌ای باشد که خستگی اپراتور به حداقل برسد.

ذ- ابزارها، روغن‌دان‌ها و سایر مواد ضروری باید درجعبه ابزاری که داخل اتاقک یا روی سکو به‌صورت ایمن قرار دارد، نگهداری شوند.

ر- باید یک خاموش کننده حاوی گاز خنثی یا گازکربنیک برای خاموش کردن آتش در اتاقک در دسترس باشد.

۲-۸-۵-۸- کنترل اثر باد بر عملکرد جرثقیل

الف- ابزار اندازه‌گیری سرعت باد (سرعت‌سنج باد) باید دقیقاً در بالای برج یا محل نزدیک به آن نصب شود. امکان قرائت سرعت باید از ایستگاه اپراتور داخل اتاقک فراهم باشد. در مواقعی‌که سرعت باد از مقدار مجاز بیشتر می‌شود، باید اخطار تصویری یا صوتی در داخل اتاقک و در ایستگاه‌های کنترل از راه دور فعال شود.

ب- مواقعی‌که سرعت باد از حداکثر مقدار مجازی که تولیدکننده توصیه کرده، تجاوز کند، نباید از جرثقیل استفاده شود.

پ- اثرات باد باید بر روی بارهایی که سطح بادگیر بزرگی دارند لحاظ شود.

۲-۸-۵-۹- وظایف متصدی (اپراتور)

الف- ابتدای هر شیفت کاری باید همه ابزارهای کنترل توسط اپراتور آزمون شوند.

ب- پیش از غیرفعال کردن وسیله قطع برق یا استارت‌زدن تجهیز، اپراتور باید بررسی کند که همه کنترل‌ها در وضعیت خاموش یا خلاص باشند.

پ- در صورتی‌که علامت هشداردهنده روی ابزارهای قطع برق یا کنترل‌های استارت دیده شود، اپراتور تا زمانی‌که علامت هشدار توسط شخص صاحب صلاحیت مورد رسیدگی قرار نگرفته و ادامه عملیات تایید نشده، نباید مدار را بسته یا تجهیز را روشن کند.

ت- موقع چرخش بوم یا فلش، انتقال بار با شاریوت یا حرکت دادن جرثقیل، باید از شروع و توقف ناگهانی خودداری شود.

ث- سرعت چرخش و حرکت باید طوری تنظیم شود که چرخش بار بیشتر از شعاع قابل‌کنترل نباشد. بدین منظور باید حد نهایی چرخش با نشانه یا خط محدودساز مشخص شود. بار نباید تا زیر نقطه‌ای پایین آورده شود که کمتر از ۳ دور کامل سیم‌بکسل روی درام باقی بماند.

ج- در شرایط آب و هوایی که باعث یخزدگی سازه جرثقیل یا کاهش میدان دید می‌شود، توصیه می‌شود عملیات جرثقیل با سرعت کمتر و با وسایل علامت‌دهی متناسب با این شرایط انجام شود.

چ- اپراتور پیش از ترک جرثقیل باید اقدامات ذیل را انجام دهد:

چ-۱- بار، جام، آهنربای باربرداری و سایر ابزارها را روی زمین بنشاند.

چ-۲- ترمزهای شاریوت و سایر ابزارهای قفل‌کننده را فعال کرده و قلاب را به بالاترین ارتفاع انتقال بدهد.

چ-۳- جریان برق را قطع کرده و در صورت امکان کلاچ اصلی را خلاص کند.

ج-۴- تمام کنترل‌ها را خاموش نموده یا در وضعیت خلاص قرار دهد.

چ-۵- موتور احتراقی درون‌سوز را در داخل جرثقیل ، خاموش کند. در خلال تعویض شیفت کاری با تایید شخص صاحب صلاحیت، جرثقیل می تواند روشن بماند.

چ-۶- به‌جز مواردی‌که تولیدکننده یا شخص صاحب صلاحیت، مقرراتی برای عدم چرخش در اثر وزش باد تعیین کرده باشد، سازه فوقانی را خلاص کند تا همراه با وزش باد بچرخد.

چ-۷- در جرثقیل‌های پایه متحرک، باید پایه را به‌گونه‌ای تثبیت کند که سهواً حرکت نکند.

چ-۸- هنگام فعال شدن اخطار باد یا پس از اتمام کار در جرثقیل‌های پایه ریلی، باید با استفاده از گیره‌های ریل یا سایر ابزارهای تعبیه‌شده، جلوی‌حرکت احتمالی جرثقیل گرفته شود.

ح- در صورتی‌که اپراتور تردیدی در مورد علامت‌داده‌شده در ارتباط با حرکت جرثقیل داشته باشد یا نیاز به ارتباط با شخص علامت‌دهنده داشته باشد، باید کل عملیات را متوقف سازد. عملیات جرثقیل نباید تا زمانی که اپراتور و شخص علامت‌دهنده در مورد رفع مشکل موجود به توافق می‌رسند، ادامه یابد.

۲-۸-۵-۱۰- وظایف علامت‌دهنده[1] (کمک اپراتور)

الف- هر دستگاه بالابر به‌ویژه در مواقعی که رانندگان جرثقیل تسلط کامل به مسیر بار و جرثقیل ندارند، علاوه بر متصدی یا راننده، باید حداقل دارای یک نفر کمک متصدی یا علامت‌دهنده نیز باشد.

ب- علامت‌دهنده (کمک متصدی) باید در بستن صحیح بار و هدایت متصدی در بالا بردن، پایین آوردن و جابجایی صحیح و ایمن بار تسلط داشته باشد. علامت دهنده باید در زمینه روش‌های صحیح بستن و بازکردن بار، انتخاب و استفاده از وسایل بستن، نحوه علامت‌دهی با دست و استفاده از علائم صوتی، آموزش لازم را تحت نظر شخص صاحب صلاحیت گذرانده باشد.

پ- قبل از علامت دادن برای بالا بردن بار علامت دهندگان باید مطمئن باشند که:

پ-۱- تمام طناب‌ها، کابل‌ها، تسمه‌ها، زنجیرها، چنگک‌ها و سایر وسایل اتصال‌دهنده به‌طور صحیح بار را در برداشته و محکم به یکدیگر و به قلاب وصل شده باشند.

پ-۲- بار مورد نظر باید کاملاً میزان و متعادل بوده و مانعی در سر راه آن قرار نگرفته باشد، به‌طوری که در اثر برخورد با آن، سبب جابجا شدن و یا احیاناً خراب شدن بار و یا مانع مزبور نشود.

پ-۳- سایر کارگران در اثر بالا بردن بار در معرض خطر و برخورد قرار نگیرند.

ت- در مواردی که بیش از یک نفر علامت دهنده یا کمک متصدی (ریگر) وجود داشته باشد، باید علایم فقط به‌وسیله یکی از آنها که همیشه در میدان دید متصدی بالابر قرار دارد داده شود. در هر حال متصدی بالابر باید از علامت توقفی که توسط هر یک از علامت دهندگان داده می‌شود، تبعیت نماید.

1- Rigger

ث- هرگاه به عللی بلند کردن بار درست انجام نشود، کارگر علامت دهنده باید فوراً دستور نگهداشتن بار و علامت پایین آوردن بار را برای تنظیم مجدد صادر کند. هنگام تغییر مکان افقی یا پایین آوردن بار، علامت دهندگان باید حرکت را طوری هدایت کنند که بار با اشیای دیگری برخورد نکند.

ج- اپراتور جرثقیل و شخص علامت‌دهنده باید به‌طور مستمر در تمام مدت عملیاتی بودن جرثقیل با یکدیگر ارتباط داشته باشند. پیش از شروع باربرداری، اپراتور و شخص‌علامت‌دهنده باید با یکدیگر تماس برقرار کرده و یکدیگر را شناسایی کنند. در صورتی‌که زمانی اختلالی در ارتباط‌شان به‌وجود آید، اپراتور باید کل عملیات را تا برقرای ارتباط مجدد متوقف کند.

چ- همه جهاتی که شخص علامت‌دهنده به اپراتور اعلام می‌کند باید در جهتِ دید اپراتور باشند.

۲-۸-۵-۱۱- علائم دستی و صوتی

الف- باید از علائم دستی مندرج در بخش ۲-۱۱ استفاده نمود و جدول تصاویر علائم در محل کارگاه نصب شود.

ب- تلفن‌ها، رادیوها یا وسایل مشابه در صورت استفاده، باید پیش از آغاز عملیات باربرداری آزمون شوند.

۲-۸-۵-۱۲- راه‌های دسترسی

الف- پلکان و نردبان‌های تعبیه شده برای دسترسی به اتاقک و سایر قسمت‌ها، باید سالم و فاقد شکستگی و خوردگی و پوسیدگی و مانند آن باشند. پله‌های باید دارای سطح پاخور ضدلغزش و مجهز به ریل یا لایف‌لاین برای تامین تکیه‌گاه امن برای استفاده از سیستم توقف سقوط باشند.

ب- برای دسترسی به بوم و متعلقات آن باید راهرویی با عرض ۱۸ اینچ (۴۵۰ میلیمتر) یا بیشتر با سطحی ضدلغزش و مجهز به نرده حفاظتی پیش‌بینی گردد. راهروها، سکوها، نردبان‌ها و نرده‌گذاری‌ها باید قابلیت تحمل وزن فردی ۱۳۶ کیلوگرمی را بدون اعوجاج دائمی داشته باشد.

پ- تمام متصدیان، بازرسان و افرادی که به هر نحو برای انجام وظایف‌شان بر روی پلکان‌ها و سایر اجزای افقی و عمودی واقع بر پایه و سازه فوقانی برج تردد می‌کنند باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ باشند.

۲-۸-۵-۱۳- جابجایی پرسنل با جرثقیل

جرثقیل‌های برجی باید فقط برای جابجایی مصالح و تجهیزات ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند. جابجایی پرسنل تنها تحت شرایط ذیل مجاز است:

الف- رئیس کارگاه و شخص صاحب صلاحیت باید مشخص کنند که هیچ روش عملی ایمن دیگری برای دسترسی و انتقال پرسنل به آن منطقه وجود ندارد و کتباً اجازه استفاده از جرثقیل را صادر نمایند.

ب- از سبد مخصوص حمل نفر که مطابق با استانداردهای معتبر[1] ساخته شده برای جابجایی نفرات استفاده شود. همچنین تمام افراد داخل سبد، در کل زمان انجام عملیات جابجایی، باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط باشند.

پ- باید ارتباط بین اپراتور جرثقیل، شخص علامت‌دهنده و فرد یا افرادی که با جرثقیل جابجا می‌شوند، حفظ شود.

۲-۸-۵-۱۴- کار در نزدیکی خطوط برق

الف- در صورت کارکردن جرثقیل در مجاورت خطوط برق هوایی در زمان وزش باد، باید توجه ویژه به جابجایی کابل‌ها در اثر وزش باد شود.

ب- مواقعی‌که جرثقیل در مجاورت خطوط برق برپا می‌شود، علائمی پایا و بادوام، باید در ایستگاه اپراتور و روی پایه جرثقیل نصب شود. این علائم، هشدار دهنده خطرِمرگ در اثر برق‌گرفتگی یا واردشدن صدمات جدی جسمی باشند.

پ- جرثقیل برجی باید مجهز به سیستم اتصال زمین و صاعقه‌گیر (محافظ آذرخش) مطابق بخش ۲-۱۲ باشد.

ت- جرثقیل‌هایی که با موتور الکتریکی کار می‌کنند باید مجهز به ابزاری باشند که در مواقع قطع برق، اتصال تمام موتورها را از خط انتقال قطع نماید. تا زمانی که کنترل عملیاتی در وضعیت خلاص (خنثی) قرار نگرفته، هیچ موتوری نباید به‌صورت خودکار روشن شود. تنظیم مجدد باید حتما به‌صورت دستی فعال شود.

۲-۸-۵-۱۵- سایر ضوابط جرثقیل‌های برجی

الف- تمام فعالیت‌هایی از قبیل برپایی، پیاده‌سازی، بالارَوی و آرایش مجدد جرثقیل باید توسط شخص صاحب صلاحیت انجام شود.

ب- هنگامی که در سایت کارگاه دو یا چند جرثقیل برجی در مجاورت هم نصب شده‌اند یا فاصله شان با کارگاه مجاور به‌گونه‌ای است که در حین گردش، احتمال برخورد بوم آنها به همدیگر و به پایه‌ها وجود دارد، ضروری است ضمن جانمایی مناسب، تدابیر حفاظتی برای محدود کردن شعاع گردش و توقف خودکار در مناطق دارای خطر برخورد، به عمل آورده شود.

پ- علائم، تابلوها، محفظه‌های انبار کردن، سازه‌ها یا ضمائمی که توسط سازنده تهیه نشده‌اند، نباید روی جرثقیل برجی نصب شوند، مگر آنکه اندازه و موقعیت‌شان با دستورالعمل‌های تولیدکننده یا شخص صاحب صلاحیت مطابقت داشته باشد.

ت- برای هر جرثقیلی باید جدول بار اسمی با دوام، با حروف و شکل‌های خوانا تهیه شده و در مکانی نصب شود که برای اپراتور داخل اتاقک کنترل قابل‌رویت باشد.

1- B-ASME- 32-3

ث- در محل نصب جرثقیل، باید برچسب‌ها و تابلوهای هشداردهنده مورد نیاز عملیات‌های برپایی، پیاده‌سازی قطعات، راه‌اندازی، اطلاعات تعمیرات، نگهداری و هشدارهایی که نصب آن توسط سازنده جرثقیل و مرجع صاحب صلاحیت مقرر شده، طبق مشخصات بیان شده در بخش ۲-۱۱ تعبیه شود.

ج- به‌جز در مواردی‌که مقرراتی برای ایمنی چرخش جرثقیل توسط تولیدکننده یا شخص صاحب صلاحیت تهیه و تأیید شده باشد، هنگامی که جرثقیل خارج از سرویس باشد، باید بتواند تحت اثر نیروی باد در شعاع گردش ۳۶۰ درجه بچرخد. حداقل فاصله آزاد در هنگام چرخش باید ۲ متر از موانع در نظر گرفته شود.

چ- **در** زمان حرکت جرثقیل، باید اخطار صوتی رَسا به‌صورت خودکار و پیوسته پخش شود تا به افرادی که در مجاورت جرثقیل قرار دارند، هشدار دهد.

ح- جرثقیل‌هایی که به مدت ۱ ماه یا بیشتر از آنها استفاده نشده، پیش از اینکه به وضعیت بهره‌برداری بازگردند، باید مطابق ضوابط، توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بازرسی قرار گرفته و پس از تایید فنی، مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

خ- در بالاترین نقطه سازه فوقانی جرثقیل، باید یک چراغ چشمک زن قرمز رنگ برای اعلام موقعیت مکانی جرثقیل هنگام شب به خلبان هلیکوپترها و هواپیماهای عبورکننده بر فراز کارگاه، نصب شود.

د- در جرثقیل‌های پایه متحرک ریلی، درصورتی‌که از گیره‌ریل استفاده می‌شود، توصیه می‌شود بین نقطه اتصال به ریل و انتهای بسته شده ریل، فاصله‌ای ایمن در نظر گرفته شود. از گیره‌های ریل نباید برای حفظ تعادل (جلوگیری از واژگونی و کج‌شدگی) جرثقیل استفاده شود.

۲-۸-۶- جرثقیل‌های متحرک[1]

۲-۸-۶-۱- در طرح و نصب جرثقیل متحرک ، باید همیشه فاصله ایمن بین قسمت‌های زیر وجود داشته باشد:

الف- بین بلندترین نقطه جرثقیل و هر نوع حائل و بنایی که بالای آن قرار گرفته.

ب- بین هر قسمت از جرثقیل با دیوارها، ستون‌ها یا سایر قطعات و اسکلت‌های ثابت.

پ- بین دو انتهای جرثقیل و دو انتهای ریل‌های مسیر آن.

۲-۸-۶-۲- هنگام فعالیت بیش از یک جرثقیل متحرک در یک مسیر کار، باید موارد ذیل رعایت گردد:

الف- حداقل فاصله دو جرثقیل متحرک از ۹ متر نباید کمتر باشد.

ب- فقط یک نفر کارگر علامت دهنده به رانندگان هر دو جرثقیل علامت دهد.

پ- به‌منظور اطمینان از هماهنگی صحیح کار جرثقیل‌ها پیش‌بینی‌های لازم به‌عمل آید.

۲-۸-۶-۳- هنگام فعالیت جرثقیل‌های متحرک موتوری هنگام شب، نکات زیر باید رعایت شود:

الف- جرثقیل باید دارای چراغ جلو و حداقل یک چراغ قرمز در عقب باشد.

1- Mobile crane

ب- چراغ‌ها در داخل اطاق فرمان طوری تعبیه شوند که نور آنها مزاحم دید رانندگان جرثقیل نباشد و در عین حال رانندگان بتوانند محل کار خود را به‌خوبی ببینند و دستگاه‌های اندازه‌گیری‌سطح آب و درجه بخار و ... را به طور صحیح کنترل نمایند.

۲-۸-۶-۴- در زمان استقرار جرثقیل‌های متحرک، باید با یک گردش آزمایشی دکل از استحکام بستر تکیه‌گاه جک و عدم احتمال وجود چاه یا حفره و ...، اطمینان حاصل شود.

۲-۸-۶-۵- متصدی جرثقیل متحرک باید همیشه در ابتدا و انتهای کار، دستگاه محدودکننده ارتفاع بالا بردن بار را آزمایش نماید.

۲-۸-۶-۶- جرثقیل متحرک موتوری باید به آژیر خودکار هشداردهنده مجهز باشد که هرگاه جرثقیل، باری بیش از بار مجاز، بلند کند به‌طریق مشخص و پرصدا اعلام خطر نماید. همچنین باید به بوق‌های آگاه‌کننده و قوی مجهز باشد تا بتوان قبل از به‌کار انداختن جرثقیل و یا احیاناً در حین حرکت از آنها استفاده نمود.

۲-۸-۶-۷- در صورت نیاز به علامت‌دهنده، باید مطابق ضوابط بند ۲-۸-۵-۱۰ عمل شود.

۲-۸-۶-۸- مشخصات اتاقک اپراتور جرثقیل متحرک باید مطابق بند ۲-۸-۵-۷ باشد.

۲-۸-۷- بالابرهای ساختمانی (چرخ چاه)

۲-۸-۷-۱- پایه‌ها یا بدنه جرثقیل‌های ساختمانی (چرخ چاه) باید به‌طور مطمئنی روی پی محکمی استوار شده باشد. برای تثبیت پایه، چیدن مصالح و امثال آن ممنوع است.

۲-۸-۷-۲- اتصال قطعات بالابرهای معمول ساختمانی باید به‌طریقی باشد که از حرکت جانبی دستگاه جلوگیری شود. به‌علاوه لازم است تمام دستگاه‌های بالابر دارای سیستم قطع‌کننده برای مواقع اضطراری به‌خصوص سیستم قطع‌کننده خودکار برای متوقف نمودن قلاب در فاصله حداکثر ۲۰۰ میلی‌متری از قرقره وینچ باشد.

۲-۸-۷-۳- بالابرهای ساختمانی به استثنای آنهایی که مجهز به حلزون و چرخ حلزون بوده و به‌طور خودکار ترمز می‌شود، باید مجهز به تجهیزاتی باشد که در صورت قطع قوه محرکه، بار را به هر وضعی که هست در همان حال، محکم نگهداری نماید.

۲-۸-۷-۴- طول و قطر استوانه (درام) کابل باید در صورت امکان دارای چنان اندازه ای باشد که کابل بلندکننده بار فقط در یک ردیف روی آن پیچیده شود.

۲-۸-۷-۵- کلید فرمان باید مجهز به وسایل قفل‌کننده مخصوص باشد تا بالابر سهواً به‌کار نیفتد. کلید فرمان بالابر باید فاقد هرگونه اتصالی برق باشد تا در اثر تماس با دست کاربر موجب برق‌گرفتگی نشود و باید مجهز به فیوز خودکار قطع جریان اضافی باشد. همچنین استفاده از دو کلید فرمان موازی ممنوع است.

۲-۸-۷-۶- در زمان نصب و بهره‌برداری از بالابر، باید حریم خطوط و تجهیزات انتقال برق رعایت شود.

۲-۸-۷-۷- بدنه فلزی بالابر باید اتصال زمین داشته و مدار برق بالابر، باید مجهز به کلید جریان باقی‌مانده (کلید تفاضلی) باشد.

۲-۸-۷-۸- موتور الکتریکی (وینچ کشنده بار) باید به‌صورت کامل به چهارچوب بالابر متصل شده و محل قرارگیری تسمه‌ها و قرقره (پولی) ها[1] باید با حفاظ پوشانده شود تا دست متصدی بالابر در حین انجام کار، سهواً با آنها برخورد نکند.

۲-۸-۷-۹- هنگام جابجایی بار، باید از تردد افراد در ناحیه زیر بار ممانعت به‌عمل آید.

۲-۸-۷-۱۰- حمل کیسه‌های گچ و سیمان و مانند آن باید تنها با جام یا سبدهای مخصوص حمل بار انجام شود.

۲-۸-۷-۱۱- مشخصات قلاب‌ها و کابل‌های فلزی و بازرسی از آنها باید مطابق با ضوابط بند ۲-۸-۳ باشد.

۲-۸-۸- ضوابط آسانسورهای موقت کارگاهی باری (حمل مصالح و نفرات)

۲-۸-۸-۱- مشخصات عمومی

الف - چاه آسانسور کارگاهی باید در سرتاسر ارتفاع و تمامی سطوح بسته بوده و به‌جز درهای طبقات و دریچه‌های بازدید، خروجی دیگری نداشته باشد.

ب- آسانسورکارگاهی باید به یک منبع تغذیه نیروی اضطراری که به‌طور خودکار قابل شارژ یا راه‌اندازی باشد مجهز شود.

پ- آسانسور کارگاهی باید مطابق بند ۲-۱۲-۳ به سیستم ارت (اتصال به زمین) مجهز باشد.

ت- نصب علائم هشدار دهنده مناسب مطابق بخش ۲-۱۱ در دهانه ورودی محفظه آسانسور باری الزامی است.

ث- نصب چراغ گردان هشداردهنده، برای اعلان به کارگران در ابتدا و انتهای شفت در هنگام انتقال بار ضروری است.

ج- نصب، برچیدن، تعمیر و نگهداری آسانسورهای کارگاهی باید توسط اشخاص دارای‌صلاحیت انجام شود.

چ- قبل از شروع هرگونه عملیات تعمیر و نگهداری در چاه باید از واحد ایمنی مجوز گرفته شود و متصدی و سایر افراد در محیط کارگاه از عملیات مطلع شوند.

ح- آسانسورهای کارگاهی باید دارای ریل‌های ثابت برای هدایت باربری در مسیر باشند.

خ- ورود غیرمجاز به چاه آسانسورکارگاهی ممنوع است. کارگرانی که در نصب، نگهداری، تعمیرات و برچیدن آسانسورکارگاهی و سایر فعالیت‌های مورد نیاز مشغول به‌کار هستند باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط کافی مطابق بند ۲-۶-۲ بوده و نسبت به کار با این تجهیزات آموزش‌های لازم را دیده باشند.

د- قبل از شروع کار آسانسورکارگاهی، تمام دهانه‌های باز دسترسی به چاه آسانسور در طبقات باید با استفاده از در (دروازه) فلزی، حصارکشی موقت شود تا از سقوط کارگران و ریزش مصالح و نخاله‌ها به داخل چاه جلوگیری شود. در ساخت درب فلزی باید اندازه چشمی توری فلزی حداکثر ۵۰ X ۵۰ میلی‌متر باشد. درِ فلزی موقت باید تمام ارتفاع دهانه باز چاه

۱- Pulley یا چرخک

آسانسور را بپوشاند. درب فلزی باید همیشه بسته باشد و از بیرون قفل شود و درعین حال باید به‌راحتی از داخل محفظه آسانسورکارگاهی باز شود. در کنار در فلزی باید تابلوها و علائم هشداری مطابق بخش ۲-۱۱ نصب شود.

ذ- در صورت استفاده از شبکه توری برای پیشگیری از ریزش مصالح و اجسام، چشمی توری نباید بزرگتر از ۲۰ x ۲۰ میلی‌متر باشد.

ر- باید روشنایی مناسب در محفظه آسانسورکارگاهی و مسیرهای منتهی به آن به‌ویژه برای کار در شب فراهم باشد.

ز- کارگران و متصدی آسانسورکارگاهی باید نسبت به نحوه تخلیه و خروج از آسانسورکارگاهی در صورت وقوع آتش سوزی و سایر شرایط اضطراری آموزش‌های لازم را دیده باشند.

ژ- بهتر است تعداد افرادی که در زمان نصب و برچیدن یا تعمیرات و نگهداری همزمان در چاه آسانسور کار می‌کنند به حداقل رسانده شود. کار همزمان کارگران در دو تراز مختلف ممنوع است.

س- استفاده از آسانسورکارگاهی دارای گواهی‌نامه استاندارد مجاز است و نصب و برچیدن آن باید توسط اشخاص دارای‌صلاحیت انجام شود.

۲-۸-۸-۲- متصدی آسانسورکارگاهی

الف- استفاده از آسانسورکارگاهی بدون حضور متصدی ممنوع است.

ب- متصدی دستگاه در زمان استفاده از دستگاه، اجازه استعمال دخانیات و خوردن و آشامیدن ندارد.

پ- کنترل‌های عملیاتی آسانسورکارگاهی باید در دسترس متصدی قرار داشته و امکان توقف سامانه در شرایط عادی و اضطراری فراهم باشد.

۲-۸-۸-۳- محفظه (کابین) آسانسورکارگاهی

الف- محفظه آسانسورکارگاهی (کابین یا قفس) باید به‌گونه‌ای باشد که سقوط اشیا از داخل آن امکان‌پذیر نباشد. بار باید در داخل محفظه آسانسورکارگاهی در طول زمان جابجایی بی‌حرکت باقی بماند.

ب- آسانسورکارگاهی مخصوص حمل افراد باید دارای محفظه با سقف محافظ محکم و داخل آن میله‌ها یا دستگیره هایی برای گرفتن وجود داشته باشد. باید علاوه بر علائم ارتباطی زنگ‌دار، ارتباط تلفنی یا بی‌سیم با متصدی آسانسورکارگاهی نیز برقرار باشد.

پ- تمام جوانب محفظه آسانسورکارگاهی حمل نفرات باید به‌وسیله توری مقاوم با اندازه چشمی ۱۳ میلی‌متری تا ارتفاع ۱٫۸۵ متر محصور شده باشد تا امکان سقوط اشخاص از آن به داخل چاه وجود نداشته باشد.

ت- درهای محفظه آسانسورکارگاهی نباید به سمت خارج باز شوند و به شکلی باید تنظیم شوند تا در اثر ضربه یا تکان های ناگهانی باز نشوند.

ث- آسانسورکارگاهی باید به حداقل یک کپسول اطفای حریق از نوع پودر خشک شیمیایی مجهز باشد.

ج- کف محفظه آسانسورکارگاهی باید تحمل فشارها و تنش‌های ایجاد شده در زمان بارگیری و تخلیه در شرایط معمولی و اضطراری را داشته باشد.

چ- ارتفاع محفظه آسانسورکارگاهی نفربر باید به‌اندازه‌ای باشد تا اشخاص به‌آسانی بتوانند در آن بایستند.

ح- داخل محفظه آسانسورکارگاهی باید لوح (پلاک) شناسایی با مشخصاتی چون نام شرکت سازنده، شماره استانداردی که آسانسورکارگاهی بر مبنای آن ساخته شده، ظرفیت حمل نفر یا بار یا هر دو، نوع کاربری، سال ساخت، آدرس و شماره تلفن سازنده وجود داشته باشد و این لوح به‌طور آشکار در محل مناسبی نصب شده باشد.

خ- هنگام توقف در طبقات، تراز کف محفظه آسانسورکارگاهی باید همتراز با کف طبقه قرارگیرد. سطح کف محفظه آسانسورکارگاهی و ورودی آن باید صاف و فاقد زوائد خطرناک بوده و نباید از مواد لغزنده ساخته شده باشد.

د- کف محفظه آسانسورکارگاهی باید مرتب نظافت شود تا نخاله‌ها و باقیمانده مصالح، به بیرون پرت نشده و اختلالی در عملگرها ایجاد نکنند.

۲-۸-۸-۴- کنترل‌گرها

الف- در آسانسورهای کارگاهی که به‌طور مشترک برای حمل نفر و بار استفاده می‌شوند، باید میزان سرعت حمل نفر و مصالح به‌تفکیک و به‌وضوح مشخص شده باشد. سرعت حمل بار نباید از حد مجاز طراحی تجاوز نماید و باید به سیستم‌های خودکار (حسگرکنترل) مهار سرعت و از کارانداز ناشی از اضافه بار مجهز باشد.

ب- دستگاه محرکهٔ آسانسورکارگاهی باید به تنظیم‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر) مجهزشده و کنترل‌کننده مذکور با ترمز ایمنی آسانسورکارگاهی مرتبط شود.

پ- ترمز ایمنی (پاراشوت) باید قدرت متوقف‌کردن و نگهداشتن محفظه آسانسورکارگاهی با تمام ظرفیت آن را در هنگام افزایش سرعت و یا سقوط داشته باشد. آزادکردن آن باید فقط توسط کنترل‌کننده‌های مکانیکی سرعت انجام شود و پس از آزاد شدن به‌صورت عادی عمل کند.

۲-۸-۸-۵- بازرسی

الف- آسانسورهای کارگاهی باید توسط اشخاص صاحب صلاحیت بر اساس استانداردهای معتبر، هر ۶ ماه یکبار مورد بازرسی قرارگرفته و گواهینامه سلامت دستگاه مذکورکه حاوی نام شرکت، آدرس و تلفن، نام بازرس، تاریخ اعتبار گواهینامه در داخل محفظه آسانسورکارگاهی و یا در محل مناسب در کارگاه نصب و نگهداری شود.

ب- تمام قسمت‌های انتقال‌دهنده نیرو، سیم بکسل‌ها، نگهدارنده‌ها و ترمزهای آسانسورکارگاهی باید روزانه از نظر صحت عملکرد کنترل شوند.

پ- پیمانکار موظف است دفتری برای آسانسورکارگاهی درکارگاه، برای ثبت موارد ذیل اختصاص دهد:

پ-۱- شماره سریال و سایر مشخصات فنی آسانسورکارگاهی

پ-۲- تاریخ تست بار و بازرسی از آسانسورکارگاهی

پ-۳- امضای شخص دارای صلاحیت برای انجام تست و بازرسی

پ-۴- نگهداری گواهی‌نامه ایمنی و سلامت دستگاه در پرونده مخصوص دستگاه.

پ-۵- نام و نشانی کارخانه سازنده کابل فلزی و وسایل مربوط.

پ-۶- مشخصات کابل، نوع سیم‌های به‌کار برده شده و ساختمان آن و نتیجه آزمایش‌های انجام شده درباره کابل نو

پ-۷- محاسبه مقاومت کل کابل فلزی و همچنین نتیجه آزمایش‌هایی که برطبق مقررات مربوط انجام می‌شود.

پ-۸- تاریخ شروع استفاده از کابل و نوع باربری آن.

پ-۹- وزن مرده تمام وسایلی که کابل متحمل می‌شود به انضمام وزن خود کابل و همچنین حداکثر وزن باری که حمل می‌کند.

پ-۱۰- تاریخ و علت خارج کردن کابل از سرویس، نوع تعمیرات و تاریخ سر و ته کردن کابل.

پ-۱۱- مقدار عملکرد کابل در حرکت به طرف پایین و در حرکت به طرف بالا و میزان تن ـ کیلومتر باربری ماهانه.

ت- به‌منظور اطمینان از عملکرد صحیح و شرایط ایمن تجهیزات و ملحقات آسانسورکارگاهی باید پس از نصب و اتمام فرآیند مونتاژ دستگاه، بازرسی و تست بار بر اساس ۱۰۰ درصد نرخ ظرفیت دستگاه انجام پذیرد .تست بار و بازرسی شرایط ایمن تجهیزات و ملحقات آسانسورکارگاهی در موارد زیر الزامی است:

ت-۱- در زمان نصب و قبل از راه اندازی عملیاتی

ت-۲- حین بهره‌برداری، پس از هرگونه تعمیر و یا تغییرات موثر بر ساختار و سازه آسانسورکارگاهی

ت-۳- حین بهره‌برداری، تست سالانه

ت-۴- پس از فعال‌شدن کنترل‌گرهای ایمنی در شرایط اضطراری

۲-۹- سلامت شغلی و حفاظت محیط زیست

۲-۹-۱- مشخصات (عمومی)

۲-۹-۱-۱- به‌منظور حفظ سلامت و تامین ایمنی کارگران، عابران و مجاورین کارگاه ساختمانی باید اقدامات لازم برای پیشگیری از سرمازدگی و یا سایر عوارض ناشی از سرما، کنترل گرما و حرارت زیاد، رطوبت و بخار داغ، سر و صدا و ارتعاش، گرد و غبار، دود و سایر عوامل آلوده‌کننده محیط زیست در کارگاه ساختمانی و اطراف آن به‌عمل آید.

۲-۹-۱-۲- در هر مرحله از اجرای عملیات اجرایی و پیش از شروع یا در حین انجام کار، باید نسبت به ارزیابی ریسک‌های بهداشت کار و زیست محیطی شامل تمام خطرات و عوامل زیان‌آور مرتبط با کارگاه ساختمانی اقدام شود و براساس اولویت‌های حاصل شده از فرایند ارزیابی ریسک مربوط، برنامه‌های مورد نیاز در خصوص کنترل خطرات و عوامل زیان‌آور محل‌های کار به‌مورد اجرا گذاشته شود. نتایج شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل آنها، باید در دفتر کارگاه مستند و به‌صورت مناسبی نگهداری شود.

۲-۹-۱-۳- میزان آلاینده‌ها در محل کارگاه و یا محوطه اطراف آن نباید از حدود مجاز مواجهه بیشتر باشد.

۲-۹-۱-۴- مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در کارگاه‌های ساختمانی باید دارای برگه اطلاعات ایمنی مواد باشد و یک نسخه از آن در دفتر کارگاه ساختمانی نگهداری شود. این اطلاعات باید شامل نام ماده و یا ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، کاربردها، نحوه استفاده، درجه اشتعال، نحوه مقابله در شرایط نشت و آتش‌سوزی، مخاطرات بهداشتی برای انسان، قابلیت انفجار و اصولاً هرگونه اطلاعات با ارزش در مقابله و پاسخ در شرایط اضطراری و رعایت اصول ایمنی، بهداشتی و محیط زیستی مربوطه، به‌صورت خلاصه و کاربردی باشد.

۲-۹-۱-۵- مواد شیمیایی و ترکیبات مورد استفاده در محل‌های کار از قبیل ظروف حاوی حلال‌ها، مواد قابل اشتعال و احتراق، اسیدها، فلوئور و سایر مواد مورد استفاده باید دارای برچسب بوده و فقط برای مصرف روزانه نگهداری شود. نگهداری حجم‌های بیش از نیاز روزانه در محل‌های کار ممنوع است و باید در انبار مواد شیمیایی کارگاه ساختمانی و تحت دستورالعمل انبارداری مواد شیمیایی نگهداری شود.

۲-۹-۱-۶- در حین اجرای کار اعمالی از قبیل خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات، انجام اعمال نا ایمن مانند شوخی‌کردن، دویدن، پریدن، پرتاب کردن اجسام و سایر اعمال مشابه که مغایر اصول ایمنی و بهداشتی هستند، ممنوع می‌باشد. این موضوعات باید به‌نحو مقتضی به اطلاع شاغلین کارگاه‌های ساختمانی رسیده و از بروز آن جلوگیری شود.

۲-۹-۱-۷- در عملیات ساختمانی به کارگرانی که به‌طور مستمر با گچ، سیمان یا سایر مواد آلوده‌کننده تماس مستقیم دارند، باید یک بار برای هر شیفت کاری شیر داده شود.

۲-۹-۱-۸- کمک‌های اولیه[1]

الف- در تمام کارگاه‌های ساختمانی، باید با توجه به نوع کار و متناسب با تعداد کارگران، وسایل کمک‌های اولیه فراهم شود. جعبه کمک‌های اولیه باید دارای حداقل وسایل ضروری اعلام شده توسط مرجع صاحب صلاحیت مطابق جدول ۲-۲ باشد.

ب- با توجه به شرایط محیطی و خطراتی مانند گرما زدگی، مار زدگی، مسمومیت و ... با نظر شخص صاحب صلاحیت علاوه بر موارد مندرج در جدول ۲-۲، اقلام دیگری می تواند به محتویات جعبه کمک های اولیه اضافه شود.

پ- لازم است به تعداد کافی جعبه کمک‌های اولیه در بخش‌های مختلف و دور از هم در محل کار و در موقعیت‌های مناسب نصب شود تا همه کارکنان در صورت نیاز بتوانند به سهولت به آنها دسترسی پیدا کنند. این جعبه‌ها باید در جای مناسب نصب و از هرگونه آلودگی و گردوغبار دور نگه داشته شده و همیشه در دسترس کارگران باشد.

ت- وسایل کمک‌های اولیه باید در بسته‌بندی‌های مناسب به‌طور ایمن و بهداشتی درون جعبه مخصوص در محل کار نگهداری شوند به نحوی که تابش مستقیم نور آفتاب و تغییر شرایط آب و هوایی نظیر درجه حرارت، رطوبت و جریان باد باعث کاهش کیفیت و فساد زود هنگام آنها نشود.

ث- محتویات جعبه باید حداقل هر دو هفته یک بار توسط فرد دارای صلاحیت برای اطمینان از جایگزینی اقلام مصرفی بازدید شود. کتاب راهنمای کمک های اولیه باید در داخل جعبه و در دسترس تمامی کارکنان قرار داشته باشد.

ج- یک فرد دارای صلاحیت و با تجربه که دورهٔ کمک‌های اولیه را گذرانده است باید در کارگاه به‌عنوان مسئول کمک های اولیه تعیین شود و برای تعدادی از کارکنان مجرب و قابل اعتماد که توانایی جسمی لازم را دارند نیز دوره عملی و نظری کمک‌های اولیه برگزار شود.

چ- باید برای ارتباط فوری با بخش‌های امداد و نجات و انتقال اضطراری کارگران آسیب دیده یا کارگرانی که دچار بیماری‌های ناگهانی می شوند، تمهیدات لازم به مراکز پزشکی فراهم شده باشد. شماره تلفن‌های تعدادی از پزشکان محلی و بیمارستان ها و مراکز اورژانس نزدیک محل کار باید همواره در دفتر کارگاه در دسترس باشد.

ح- در مناطق صعب العبور یا مناطقی که کارگاه در خارج از محدوده های شهری قرار دارد و در شرایطی‌که در نزدیکی محل کارگاه، بیمارستان، اورژانس یا درمانگاه محلی برای رسیدگی به مصدومین حادثه و بیماران وجود نداشته باشد، لازم است تا در کارگاه آمبولانس استقرار یابد.

خ- در عملیاتی مانند نقشه برداری یا کار با ماشین‌های راه‌سازی که برخی اوقات افراد بنا بر ضرورت دور از محل تجمع کارکنان و امکانات کارگاهی کار می‌کنند و به خدمات شهری و محلی نیز دسترسی ندارند، باید وسایل و تجهیزات کمک‌های اولیه مورد نیاز در اختیار گروه اجرایی قرار داده شود و اطمینان حاصل شود که حداقل یکی از افراد گروه آموزش کافی در مورد کمک‌های اولیه را دیده است.

1- First Aids

جدول ۲-۲- محتویات جعبه کمک‌های اولیه

نام کالا	موارد مصرف	نام کالا	موارد مصرف
قرص استامینوفن	مسکن- تب بر	پماد سوختگی	رفع سوختگی درجه ۱ و ۲
قرص دیمن هیدرینات	ضد تهوع	پنبه	استفاده در پانسمان
باند نخی ۵ سانتیمتری	بستن زخم	چسب لکو پلاست	چسباندن باند
الکل جامد	استریل و گرم کردن	کبریت	روشن کردن الکل
باند کشی	بستن عضو ضرب دیده	دستکش لاتکس	استفاده در پانسمان
بتادین ۶۰ سی سی	ضدعفونی کننده زخم	درجه تب	تعیین میزان تب
آبسلانگ	معاینه حلق	هندی پلاست	پوشش زخم
سو آپ	شستشوی زخم	گاز استریل	پوشش مستقیم
پدچشمی	پانسمان موقت چشم	گاز وازلینه	پوشش زخم سوختگی
قیچی	بریدن باند	ناخن گیر	کوتاه کردن ناخن

۲-۹-۱-۹- در کارگاه ساختمانی در مناطقی که احتمال گزیدگی کارگران توسط مارهای سمی، عقرب، رتیل و مانند آن وجود دارد باید برای مقابله با این موارد ابزار آلات دفع حیوانات گزنده و جعبه کمک‌های اولیه حاوی پادزهر موجود باشد. تزریق پاد زهر و رسیدگی فوری به وضعیت افراد گزیده شده باید توسط فرد آموزش دیده انجام شود. در مناطقی که احتمال حمله حیوانات وحشی به شاغلان کارگاهی وجود دارد باید تمهیدات لازم برای مقابله و جلوگیری از ورود آنها به داخل محدوده کارگاه و حفاظت شاغلان در زمان تردد در داخل و اطراف کارگاه در برابر حملات حیوانات درنده به‌عمل آورده شود.

۲-۹-۱-۱۰- باید دستورات بهداشتی مربوط به کارگاه و همچنین دستورات بهداشتی مربوط به امراض واگیر و امراضی که به‌صورت همه‌گیر در آمده است برای اطلاع کارگران در محل‌های مناسب نصب شود.

۲-۹-۱-۱۱- مراقبت‌های بهداشتی در کارگاه باید شامل موارد ذیل باشد:

الف-کنترل بهداشت عمومی کارگاه از نظر وضع بهداشتی ساختمان، نظافت، آب آشامیدنی، حمام، سرویس بهداشتی، دستشویی، رختکن، دفع زباله، فاضلاب و همچنین بهداشت تاسیسات دیگر از قبیل آشپزخانه، سالن غذاخوری، اقامتگاه کارگری و نظایر آن (در صورت وجود).

ب- کنترل بهداشت محیط کار نسبت به کلیه عوامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی که ممکن است سلامت کارگران را مختل سازد مانند گردوغبار، بخارات و گازهای زیان آور، تشعشعات و صدا، حرارت، رطوبت، نور، تهویه و ارتعاش.

پ- انجام نمونه برداری و آزمایش‌های لازم.

ت- بهبود شرایط کار از نظر اثرات نامطلوبی که کارگران به مناسبت شغل، سن، جنس، ساعت کار، میزان‌کار و مسائلی از قبیل نوبت‌کاری و تسلسل کارها با آن مواجه می‌شوند.

۲-۹-۲- معاینه شغلی

۲-۹-۲-۱- تمام شاغلین کارگاه‌های ساختمانی، باید دارای کارت سلامت شغلی معتبر بوده و استعداد جسمانی و

روانی متناسب با کارهای ارجاع شده را داشته باشند. قبل از به‌کارگماری مهندسان، کارمندان، پیمانکاران جزء، کارگران و کارآموزان، تکنیسین‌ها، رانندگان و اپراتورهای ماشین‌آلات و به‌طورکلی شاغلان کارگاهی، باید از سلامت جسمانی و روانی و توان بدنی متناسب با نوع کار، عدم اعتیاد به الکل و مواد مخدر، عدم ابتلا به بیماری‌های مسری و صرع از طریق انجام آزمایش‌های پزشکی تحت نظر مرجع صاحب صلاحیت اطمینان حاصل شود.

۲-۹-۲-۲- کارگرانی که در فرایند شغلی خود به‌طور پیوسته یا ناپیوسته حمل دستی بار را انجام می‌دهند یا کارگران مشاغلی که در زمره کارهای سخت و زیان‌آور قرار دارند، باید علاوه بر برخورداری از سلامت جسمی، روحی و روانی متناسب با نوع کار، از نظر شرایط جسمانی نظیر قد و وزن و جنسیت نیز متناسب با وظیفه محوله باشند. به‌کارگیری کارگران مذکور منوط به انجام معاینات بدو استخدام و دوره‌ای به‌ویژه از نظر آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی مطابق قوانین کار یا دستورالعمل‌های سایر مراجع صاحب صلاحیت است. باید ترتیبی اتخاذ شود که کارگران شاغل در کارهای سخت و زیان آور و کارگران کمتر از ۱۸ سال و معلولین تحت مراقبت مخصوص قرار گیرند. فواصل تجدید معاینات این افراد نیز از طرف مرجع صاحب صلاحیت تعیین می‌شود.

۲-۹-۲-۳- کارگران کارگاه باید لااقل سالی یکبار مورد معاینه پزشکی قرار گیرند و نتایج آزمایش در پرونده پزشکی آنها منعکس شود.

۲-۹-۳- مرکز بهداشت

۲-۹-۳-۱- در کارگاه‌های ساختمانی با بیش از ۲۰۰ نفر شاغل، باید نسبت به تشکیل خانه (مرکز) بهداشت اقدام شود و امکانات لازم برای ارائه کمک‌های اولیه و خدمات بهداشت کار در مخاطراتی چون مسمومیت، استنشاق گازهای سمی، سوختگی، برق گرفتگی و غیره فراهم باشد.

۲-۹-۳-۲- مرکز بهداشت کار باید پرونده پزشکی برای کارگران تنظیم نماید و آمارهای مربوط به حوادث و بیماری‌های ناشی از کار و اطلاعات مربوط به شرایط بهداشتی کارگاه و خدمات مرکز بهداشت کار را به‌طور مرتب تهیه و به‌منظور بررسی، نگهداری نماید. مسئول مرکز بهداشت کار موظف است در صورت مشاهده بیماری‌های شغلی و حوادث ناشی از کار مراتب را به مرجع صاحب صلاحیت اعلام نماید.

۲-۹-۴- تاسیسات و تسهیلات بهداشتی کارگاه

۲-۹-۴-۱- تاسیسات بهداشتی کارگاه

الف- آب آشامیدنی و بهداشتی

الف-۱- در تمام محل‌های کار در کارگاه ساختمانی، باید آب آشامیدنی سالم، گوارا و کافی در اختیار کارگران قرار گیرد. آب آشامیدنی باید از منابع بهداشتی تأیید شده تهیه شود و تمام نکات بهداشتی از نظر سالم نگه داشتن مخازن

و ظروف نگهداری آب رعایت شود. مصارف بهداشتی باید منطبق بر استانداردهای بهداشتی و مورد تایید مرجع صاحب صلاحیت باشد.

الف-۲- در کارگاه‌هایی که از آب چاه استفاده می‌نمایند، ساخت، بهره‌برداری و لوله‌کشی آب باید منطبق بر ضوابط بهداشتی باشد و باید از طریق نمونه برداری و آزمایش‌های لازم از سالم بودن آب اطمینان حاصل شود. برای ضد عفونی کردن آب باید از دستگاه کلرزنی به‌طوری‌که کلر باقی مانده ۰/۵ – ۰/۲ قسمت در میلیون باشد استفاده شود. ذخیره سازی آب باید در مخازن سربسته و محفوظ که طبق اصول بهداشتی ساخته و نگهداری می‌شوند، انجام شود.

الف-۳- چنانچه در کارگاه ساختمانی برای مصارف غیرآشامیدنی، آب ذخیره و نگهداری شود، باید بر روی مخازن و شیرهای برداشت تابلوی «غیر قابل شرب» نصب شود.

ب- نور و روشنایی

ب-۱- در تمام کارگاه‌های ساختمانی، باید نور و روشنایی طبیعی و یا مصنوعی کافی و مناسب و در صورت لزوم وسیله روشنایی قابل حمل، در محل‌های کار، عبور و مرور، سرویس‌های بهداشتی، رختکن، غذاخوری، اقامت و استراحت کارگران فراهم شود.

ب-۲- تامین روشنایی مناسب به صورت طبیعی یا مصنوعی یا ترکیبی مجاز است. نور تامین شده باید دارای روشنایی کافی بوده، خیره کننده نبوده و به‌طور یکسان پخش شده باشد. منابع روشنایی باید در فواصل مناسبی نسبت به هم نصب شوند.

پ- تهویه: تمام محل‌های کار، رختکن، سرویس‌های بهداشتی، اقامت، استراحت، آشپزخانه، انبار و غذاخوری کارگران و. باید به‌طور طبیعی یا مصنوعی تهویه شوند، به‌گونه‌ای که همواره هوای کافی و سالم برای تنفس فراهم شود. در محل‌های کار سرپوشیده، برای هر کارگر بر حسب نوع کار، باید حداقل در هر ساعت ۳۰ الی ۵۰ متر مکعب هوای سالم تامین شود.

ت- فاضلاب: فاضلاب اماکن عمومی کارگاهی باید طبق ضوابط بهداشتی جمع‌آوری و دفع شود. فاضلاب سرویس‌های بهداشتی دفاتر اداری و اقامتگاه‌های کارگری و تاسیسات عمومی (آشپزخانه، حمام و ...) باید به‌وسیله مجاری فاضلاب به چاه یا شبکه جمع‌اوری فاضلاب ریخته شود. این مجاری باید با مصالح مقاوم و مناسب ساخته شده و قطر داخلی و شیب آنها طوری باشد که به‌سهولت فاضلاب را به چاه‌ها یا شبکه فاضلاب هدایت نماید. در محل‌هایی که شیب کافی وجود ندارد انتقال فاضلاب باید با استفاده از وسایل مکانیکی انجام شود.

۲-۹-۴-۲- تسهیلات بهداشتی کارگاه

الف- آشپزخانه، سردخانه و انبار مواد غذایی

الف-۱- مشخصات، ویژگی‌های عمومی و موقعیت آشپزخانه باید طوری باشد که از مکان‌های آلوده دور بوده و مجاور سالن غذاخوری باشد.

الف-۲- آب مصرفی در آشپزخانه باید آب آشامیدنی باشد.

الف-۳- آشپزخانه باید دارای سیستم جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب بوده و در آن زباله‌دان‌هایی درب‌دار، قابل شستشو و از جنس زنگ نزن به تعداد و حجم مناسب موجود باشد، به‌طوری‌که زباله‌ها به طریق بهداشتی جمع‌آوری و دفع گردند.

الف-۴- نظارت مستمر بر وضعیت بهداشتی پرسنل شاغل در آشپزخانه، آموزش موازین بهداشتی و اخذ تاییدیه‌های سلامت از مرجع صاحب صلاحیت الزامی بوده و استعمال دخانیات برای تمام کارکنان آشپزخانه در حین کار در محل آشپزخانه ممنوع می‌باشد.

الف-۵- مواد غذایی فاسدپذیر باید در یخچال و سردخانه نگهداری شده و از ورود جوندگان به محل انبار مواد غذایی جلوگیری شود.

ب- غذاخوری

ب-۱- محل صرف غذا در کارگاه باید غذاخوری باشد. غذاخوری باید دارای روشنایی کافی بوده و پیوسته طبق اصول بهداشتی پاکیزه نگهداری شود. ظروف غذاخوری باید همیشه پاک و عاری از هر گونه آلودگی باشند.

ب-۱- کارکنان غذاخوری باید دارای روپوش تمیز بوده و نسبت به نظافت شخصی خود مراقبت کامل نمایند و به صورت مستمر طبق ضوابط مرجع صاحب صلاحیت تحت معاینات شغلی و بهداشتی قرارگیرند.

ب-۳- کارگران قبل از ورود به محل غذاخوری باید دست و روی خود را با صابون بشویند و درصورتی‌که با مواد سمی یا عفونی و یا آلاینده‌هایی چون آزبست و آلاینده‌های بیولوژیکی سر وکار دارند، باید لباس کار خود را قبل از ورود به غذاخوری تعویض نمایند.

پ- سرویس بهداشتی و روشویی (دستشویی)

پ-۱- در هرکارگاه ساختمانی باید به ازای هر ۲۵ نفر کارگر، حداقل یک سرویس بهداشتی و روشویی بهداشتی محصور، با آب و وسایل کافی شستشو ساخته و آماده شود. در هر حال در هرکارگاه ساختمانی احداث حداقل یک سرویس بهداشتی و روشویی الزامی است.

پ-۲- تهویه سرویس‌های بهداشتی باید طوری باشد که بوی عفونت آن به‌وسیله هواکش به خارج منتقل شود. آب مصرفی در سرویس‌ها باید لوله‌کشی شده باشد. شستشو و گندزدایی مرتب مستراح‌ها الزامی است.

پ-۳- روشویی‌ها باید طوری ساخته شوند که طبق اصول بهداشتی قابل استفاده و قابل پاک کردن باشند و برای تامین نظافت کارگران به مقدار کافی صابون در آنها فراهم باشد.

ت- حمام

ت-۱- در کارگاه‌هایی که کارگران در آن اقامت دارند، باید متناسب با تعداد کارگران و شیفت‌های کاری حمام در نظر گرفته شود. در کارگاه‌هایی که دارای آلودگی معمولی هستند باید به ازای هر ۱۵ نفر کارگر یک دوش آب گرم و سرد در نظر گرفته شود.

ت-۲- حمام ها باید دارای محلی مناسب به‌عنوان رختکن برای تعویض لباس باشند.

ت-۳- کف محل دوش ها باید مقاوم، قابل شستشو، غیر لغزنده و دارای شیب کافی به سمت کفشوی باشد.

ت-۴- کف و دیواره‌های حمام باید به‌طور مرتب تمیز و با مواد مناسب گندزدایی شوند.

ت-۵- دیوارها باید دارای رنگ روشن و سطح صاف بوده و ترجیحا کاشی شده باشد.

ت-۶- محوطه حمام باید دارای هواکش متناسب با فضای آن باشد.

ت-۷- حمام باید مجهز به سطل زباله درب دار و قابل شستشو باشد.

ت-۸- در صورتی‌که برای گرم‌کردن آب از منابع حرارتی غیرمرکزی استفاده می‌شود، این قبیل منابع حرارتی باید در خارج از محوطه حمام و در محل مناسب قرار داشته‌باشند و تدابیر لازم برای جلوگیری از ورود گاز مرگ‌آور منوکسیدکربن از طریق دودکش‌های وسایل گازسوز و گرمایشی از جداره‌های دیواره‌های حمام، به عمل آمده باشد. رعایت فاصله ایمن از دودکش وسایل گاز سوز و سایر اقدامات مورد نیاز برای ممانعت از ترکیب رطوبت و بخار آب با گاز منوکسید کربن، به داخل حمام و بروز شوک تنفسی و خفگی به کارگران از جمله اقدامات ایمنی ضروری است.

ت-۹- برای رعایت موازین ایمنی ضروری است در داخل حمام از لامپ ایمنی با حباب شیشه ای استفاده شود و تمام کلیدها و پریزهای برق باید خارج از محوطه حمام قرار داده شوند.

ت-۱۰- شستشوی هر نوع البسه در حمام ممنوع است.

ث- محل‌های ویژه شستشوی البسه کار

ث-۱- در سکونت‌گاه‌های کارگری در کارگاه‌های ساختمانی و در مجاورت حمام‌ها، باید به تعداد کافی محل‌هایی برای شستشوی البسه کارگران تعبیه شود تا لباس‌ها به‌درستی شستشو شده و از انتشار مواد آلاینده‌ای چون آزبست، ذرات حاوی سیلیس، مواد سمی و شیمیایی از قبیل رنگ‌ها و حلال‌ها، آلودگی‌های بیولوژیکی و مانند آن‌ها در اقامتگاه کارگری جلوگیری به‌عمل آورده شود.

ث-۲- محل‌های شستشوی البسه باید دارای کف‌شور با شیب مناسب، شیر آب سرد و گرم بوده و به‌گونه‌ای ساخته شوند که آب از داخل آنها به سایر قسمت‌ها سرریز نشود.

ث-۳- مواد شوینده به میزان لازم در آنها فراهم باشد و به‌طور روزانه با آب تمیز و با استفاده از محلول‌های گندزدا، نظافت و پاکسازی شوند.

ث-۴- در مجاورت محل‌های شستشوی لباس، باید فضای لازم عاری از گرد و غبار و سایر آلاینده‌ها، برای آویزان کردن و خشک شدن لباس‌ها در نظر گرفته شود.

ج- محل‌های تعویض لباس (رختکن)

در هر کارگاه ساختمانی باید متناسب با فضای کارگاه، محلی سرپوشیده و بهداشتی، برای تعویض و نگهداری لباس کارگران فراهم شود. این فضا باید مرتباً تهویه، گندزدایی و نظافت شود.

چ- محل اقامت و استراحت کارگران

چ-۱- در هر کارگاه ساختمانی، باید محل‌هایی برای اقامت و استراحت موقت کارگرانی که به دلیل دوری محل کار از محل سکونت یا حسب وظیفه مجبور به اقامت در کارگاه هستند، با وسایل و امکانات مورد نیاز فراهم شود.

چ-۲- ساختمان اقامتگاه باید متناسب با وضع آب و هوای محل و دارای استحکام و مقاومت کافی باشد. سقف و بدنه و کف آن باید با مصالحی ساخته و اندود شود که از نفوذ رطوبت به‌داخل جلوگیری نماید و حتی‌الامکان مانع نفوذ گرما و یا سرمای خارج شود.

چ-۳-پنجره‌های اقامتگاه باید به‌گونه‌ای باشند تا از ورود گردوغبار به داخل جلوگیری شده و مجهز به توری برای جلوگیری از ورود حشرات مزاحم باشند.

چ-۴- اقامتگاه کارگری باید به‌صورت مرتب نظافت و پاکسازی شود و تدابیر لازم برای جلوگیری از ورود و تکثیر شپش، کنه، ساس و سایر جانوران مزاحم و انتقال عوارض و بیماری‌های پوستی مانند گال به‌عمل آورده شود. درصورت لزوم باید تدابیر لازم و سم‌پاشی برای دفع خطر گزیدگی و مسمویت در اثر نیش مارهای سمی، عقرب، رتیل و ... به عمل آورده شود.

چ-۵- اقامتگاه کارگری باید دارای وسائلی باشد که در زمستان و تابستان درجه حرارت داخلی آن به‌وضع مناسبی نگهداری شود.

چ-۶- زمانی که در محل کار از بخاری یا هر وسیله گرم‌کننده به‌طور موقت استفاده می‌شود، باید تمام ضوابط و مقررات مربوط از قبیل درجه حرارت، فاصله وسیله گرم‌کننده تا مواد قابل اشتعال و خروج گازهای مضر رعایت شود. استفاده از وسایل گازسوز و نفت‌سوز بدون دودکش در فضاهای کاملاً بسته، بدون تهویه کافی هوا ممنوع است. باید بازرسی‌های مستمر و کنترل‌های لازم برای جلوگیری از نشت گاز خفه‌کننده منوکسید کربن به داخل خوابگاه و تعبیه دریچه‌های تبادل هوا به‌عمل آورده شود. باید از ریختن نفت در بخاری‌های نفتی، در هنگام روشن بودن آنها جلوگیری به عمل آید.

چ-۷- وسایل گرم‌کننده موقت از قبیل بخاری‌ها در موقع استفاده باید به نحو مطمئن روی کف قرار داده شوند، به طوری که امکان واژگون شدن آنها وجود نداشته باشد. وسایل گرم‌کننده برقی باید استاندارد باشند. استفاده از وسایل برقی دست‌ساز ممنوع است.

چ-۸- سیم‌کشی برق اقامتگاه‌های کارگری باید مطابق با ضوابط و استانداردهای جاری باشد و باید فیوزها و کلیدهای جریان باقی‌مانده و سایر الزامات برای جلوگیری و حفاظت از برق‌گرفتگی کارگران به‌کار گرفته شود.

۲-۹-۵- حمل دستی بار

۲-۹-۵-۱- حمل دستی بار درصورتی مجاز است که امکان استفاده از وسایل یا تجهیزات مکانیکی مناسب مقدور نباشد. درمواردی که کارگر مجبور به انجام فعالیت‌های خارج از حدتوان فیزیولوژیکی باشد، لازم است با اعمال تمهیداتی مانند چرخش کار، زمان استراحت و ... نسبت به حذف یا کاهش آسیب‌های ناشی از حمل دستی بار اقدام شود. همچنین باید وسایل حفاظت فردی متناسب با حمل دستی بار برای کارگران مربوطه فراهم شود.

۲-۹-۵-۲- حمل دستی بار به‌صورت انفرادی در موارد ذیل ممنوع است:

الف- در محلی بسیار بلند یا کوتاه (خارج از حدود بین ران پا و شانه) قرار گرفته باشد به‌گونه‌ای که امکان بلند کردن ایمن آن وجود نداشته باشد.

ب- بسیار بزرگ، حجیم و یا دارای شکلی بوده که امکان دسترسی به آن مشکل باشد و یا جلوی دید شخص را بگیرد.

پ- مرطوب، لغزنده و یا دارای لبه‌های تیز بوده به طوری‌که گرفتن آن مشکل باشد.

ت- بی‌ثبات بوده و مرکز ثقل آن به دلیل حرکت محتویات آن تغییر کند.

ث- حداکثر وزن بلند کردن بار در کارهای نشسته برای مردان و زنان نباید به ترتیب از ۵ و ۳ کیلوگرم بیشتر باشد. نیروهای وارده به منظور کشیدن و هل دادن بار در حالت افقی و عمودی نباید از مقادیر مندرج در جداول ۲-۳ و ۲-۴ و ۲-۵ تجاوز کند.

جدول ۲-۳- حداکثر بار مجاز به تفکیک گروه سنی و جنس کارگران - حمل و جابجایی بار در شرایط حمل به‌صورت یک نفره

جنس	میزان مجاز بار بر حسب کیلوگرم	
	۱۹- ۵۰ سال	کارگر نوجوان و بالای ۵۰ سال
مرد	۲۳ کیلوگرم	۱۸ کیلوگرم
زن	۱۶ کیلوگرم	۱۰ کیلوگرم

جدول ۲-۴- حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای افقی

شرایط	نیروهایی که نباید از آن تجاوز نمود (برحسب کیلوگرم)	مثال هایی از نوع کار
الف: وضعیت ایستاده ۱- تمام بدن در کار دخالت دارد	۲۳	حمل بار با فرغون
۲- عضلات اصلی دست و شانه، دست‌ها کاملاً کشیده شده‌اند	۱۱	خم شدن بر روی یک مانع برای حرکت دادن یک شی یا هل دادن یک شی در ارتفاع بالاتر از شانه
ب: زانو زدن	۱۹	برداشتن یا جابجا نمودن یک قطعه از دستگاه هنگام تعمیر و نگهداری. جابجا نمودن اشیا در محیط‌های کاری سر بسته نظیر تونل ها یا کانال های بزرگ
ج: در حالت نشسته	۱۳	کارکردن با یک اهرم عمودی نظیر دستگیره‌های کنترل در ماشین آلات سنگین. برداشتن و گذاشتن سینی‌ها و یا محصول بر روی نوار نقاله

جدول ۲-۵- حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای عمودی

شرایط	محدوده بالایی نیرو (برحسب کیلوگرم)	موارد شمول
کشیدن اجسام به سمت پائین، در ارتفاع بالای سر	۵۵ کیلوگرم نیرو	کارکردن با سیستم کنترل، گرفتن قلاب نظیر دستگیره ایمنی یا کنترل دستی
	۲۰ کیلو گرم نیرو	به‌کار انداختن یک جرثقیل زنجیری، گیره‌های برقی، سطح گیره با قطری کمتر از ۵ سانتیمتر.
کشیدن به سمت پائین تا ارتفاع شانه	۳۲ کیلوگرم نیرو	به‌کار انداختن کنترل، گرفتن قلاب
کشیدن به سمت بالا ۲۵cm(۱۰in) بالای سطح زمین ارتفاع آرنج، ارتفاع شانه	۳۲ کیلوگرم نیرو ۱۵ کیلو گرم نیرو ۷/۵ کیلوگرم نیرو	بلند کردن یک شیی با یک دست بلند کردن در یا درپوش
فشار دادن به سمت پائین تا ارتفاع آرنج	۲۹ کیلو گرم نیرو	بسته بندی کردن، باربندی، مهر و موم کردن بسته‌ها
فشار دادن به سمت بالا تا ارتفاع شانه	۲۰ کیلو گرم نیرو	بلند کردن یک گوشه یا انتهای شیئی نظیر یک لوله یا تیر آهن، بلندکردن یک شیئی تا قسمت بالای قفسه

۲-۹-۶- عوامل زیان آور و آلاینده محیط کار

فعالیت‌های کارگاه ساختمانی باید به‌نحوی انجام شود که این فعالیت‌ها باعث آلودگی هوا و یا آلودگی صوتی بیش از حد مقرر در استانداردهای رایج کشور نشود. همچنین انجام عملیات ساختمانی نباید باعث آلودگی آب و خاک شود.

۲-۹-۶-۱- پسماند

الف- رهاسازی هرگونه نخاله، فاضلاب و پسماندهای باقی‌مانده از فرایندهای عملیات ساختمانی (اعم از مایع و جامد) در معابر عمومی و فضاهای باز یا سوزاندن آنها در محیط زیست ممنوع است. دفع این‌گونه مواد و ضایعات باید با رعایت ملاحظات بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی مندرج در مقررات و شیوه نامه‌های مربوط باشد.

ب- برای حفظ ایمنی و سلامت اشخاصی که پسماندها را حمل و دفع می‌کنند یا می‌سوزانند باید احتیاطات لازم به عمل آید.

پ- خودروهای تخلیه‌کننده پسماندهای ساختمانی باید مجوزهای مربوط برای حمل به اماکن مجاز را از مرجع صاحب صلاحیت اخذ نموده باشند و مشخصات فنی و بهداشتی و زیست محیطی لازم برای بارگیری، حمل و تخلیه پسماندها

را داشته باشند.

ت- پسماندهای فلزی و فلزات غیرآهنی و پسماندهای آلیاژ فلزات به‌عنوان پسماندهای ویژه محسوب شده و باید تدابیر خاص مصوب شورایعالی حفاظت محیط زیست در مورد آنها عملیاتی شود. خاکسترها و ضایعات مس، لجن‌های آبکاری، پسماند مایع ناشی از پاکسازی فلزات، باقیمانده رسوبی/ فرآوری فلزات غیرآهنی، پسماندها یا قراضه‌های انباره‌های الکتریکی، قطعات الکتریکی نمونه‌های از این قبیل پسماندها می‌باشند.

ث- ضایعات مصالح قابل احتراق باید در جای مناسبی در کارگاه جمع‌آوری و در فواصل زمانی منظم به محل‌های مجاز تعیین شده توسط مرجع صاحب صلاحیت حمل شوند. سوزاندن این مواد در محل کارگاه ممنوع است.

ج- مدفون ساختن ضایعات مواد خطرناک زیر خاک در محل کارگاه و سایر اماکن غیرمجاز ممنوع است.

چ- پسماندهای غیرساختمانی در محوطه کارگاه باید به‌صورت مرتب و در ظرف‌های سرپوشیده و درب‌دار جمع‌آوری شده و در هماهنگی با مرجع صاحب صلاحیت، به‌صورت مرتب از کارگاه حمل و طبق ضوابط دفع شود.

ح- باید از تخلیه روغن و سوخت ماشین آلات در محوطه کارگاه خودداری شود. تعمیرات و سرویس‌های لازم ماشین‌آلات باید در محدوده تعمیرگاه انجام شده و مشتقات نفتی و ضایعات حاصل از ارائه خدمات تعمیر و نگهداری، باید بر اساس ضوابط زیست محیطی، نگهداری و توسط پیمانکار صاحب صلاحیت به خارج از کارگاه حمل و منتقل شود.

۲-۹-۶-۲- آلودگی صوتی

الف- در انجام عملیات ساختمانی باید تدابیر لازم برای رعایت حدود مجاز آلودگی صوتی مطابق جدول ۲-۶ به‌عمل آورده شود.

ب- حد مجاز مواجهه صدا برای کارگران (یک تراز معین) برای ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی باید به dB ۸۵ (دسی‌بل) محدود شود. در صورتی‌که کارگر بیش از تراز مجاز، مواجهه با صدا داشته باشد، زمان مجاز مواجهه وی باید کاهش یابد. بدین منظور برای مواجهه بالاتر از استاندارد ۸۵ دسی‌بل، با افزایش هر ۳ دسی‌بل تراز فشار صوت از استاندارد (۸۵ دسی‌بل)، مدت زمان مواجهه کارگر باید نصف زمان کار روزانه (۸ ساعت) یعنی ۴ ساعت در روز شود.

جدول ۲-۶- حدود مجاز آلودگی صوتی در پهنه‌های مختلف

ردیف	نوع منطقه	تراز متوسط روز (Lp روز) (۷ صبح تا ۱۰ شب) dB(A)	تراز متوسط شب (Lp شب) (۱۰ شب تا ۷ صبح) dB(A)
۱	پهنه مسکونی	۵۵	۴۵
۲	پهنه مختلط (تجاری – مسکونی)	۶۰	۵۰
۳	پهنه تجاری - اداری	۶۵	۵۵
۴	پهنه فعالیت (مسکونی – صنعتی)	۷۰	۶۰
۵	پهنه صنعتی	۷۵	۶۵

*dB(A) تراز سطح صوت مقیاس وزنی A

پ- خردکننده‌های پنوماتیک (بادی) و کمپرسورها، کوبش شمع‌ها و سپرها، پتک‌زنی‌ها، کوبیدن با گوی تخریب، حفاری‌ها، ژنراتورها، تجهیزات و ابزارهای برشکاری سنگ و فلزات، ماشین آلات راهسازی مانند لودر و بولدوزر، پمپ

های بتن، تجهیزات تولید بتن و آسفالت، سنگ شکن‌ها، بارگیری و حمل ضایعات و پسماند از عوامل مهم تولید سروصدا و آلودگی صوتی در کارگاه ساختمانی هستند. برای به حداقل رساندن این دسته از سروصداها، به‌ویژه در کارگاه‌های مجاور مناطق مسکونی و درمانی، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

پ-۱- باید به کیفیت کار موتورها و تجهیزات توجه شده و از صداگیرها و پوشش‌ها استفاده شود.

پ-۲- در حمل ماشین‌آلات، استفاده از محافظ‌هایی همچون دیوارهای موقت عایق صدا، جانمایی قابل قبول انبار مصالح و فاصله از محیط‌های حساس به سر و صدا در دستورکار قرار گیرد.

پ-۳- باید محدودیت‌های زمانی کار برای کاهش مزاحمت‌ها تعیین شود.

پ-۴- استفاده از کمپرسورهای یک‌طرفه به جای کمپرسورهای رفت و برگشتی و استفاده از مولدهای برق به جای موتور برق درون‌سوز[۱] می‌تواند به کاهش صدا منجر شود.

پ-۵- توصیه می‌شود در عملیات تخریب روش‌هایی مانند نیزه حرارتی، واترجت و شکافت تحت فشار به جای روش‌های ضربه‌ای استفاده شود.

پ-۶- استفاده از شوت‌های سرپوشیده برای پایین فرستادن مصالح به جای انداختن یا پرتاب آنها توصیه می‌شود.

پ-۷- با استفاده از عایق‌های پیش‌ساخته باید سروصدای محیطی را کاهش داد.

پ-۸- هنگام بارگیری ماشین آلات، رها سازی مصالح و پسماندها از جامِ بیل مکانیکی به داخل محفظه کامیون باید از فاصله کوتاه انجام شده و جام یکدفعه و یکجا تخلیه نشود.

ت- برای رعایت حدود مجاز موجهه با صدا برای شاغلان کارگاهی، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و راه‌کارهای کاهش صدا الزامی است.

ث- آزمایش شنوایی سنجی برای راننده و کارگران دیگری که ممکن است در اثر تماس مداوم با صدا دچار افت شنوایی شوند، باید به‌صورت سالیانه در نظر گرفته شود.

۲-۹-۶-۳- آلاینده‌های هوا

منابع آلاینده هوا و مواد خطرناک با منشاء شیمیایی و فیزیکی برای شاغلان کارگاه‌های ساختمانی در جدول ۲- ۷ مشخص شده اند.

جدول ۲-۷ – انواع مواد هوابرد[۲] و آلاینده‌های هوای محیط کار

نوع آلاینده	تعریف	مثال

۱- Internal Combustion Engine (ICE)

1- Bio Aerosol

گاز	سیالی که در بالای حرارت بحرانی خود قراردارد و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر) در فاز گازی است	اکسیژن، نیتروژن، مونوکسید کربن، کلر
بخار	ماده ای است که در حالت گازی، زیر حرارت بحرانی خود بوده و معمولا در دمای اتاق به‌صورت مایع یا جامد است	فرمالدئید، بنزن، تولوئن
گرد و غبار	ذرات بسیار کوچک جامد که در اثر فرایندهای مکانیکی مانند خرد کردن، آسیاب کردن، سائیدن مواد تولید می شود. سایز آن‌ها از محدوده نانومتر مانند ذرات نانو و یا کمتر از یک میکرون مانند تالک تا ذرات با قطر یک میلیمتر مانند ذرات سنک آهک و یا بزرگتر، متغیر است.	نانو ذرات، سیلیس، ذغال سنگ
الیاف	گرد و غبارهای رشته ای ذرات کشیده شده یا بلند هستند که نسبت طول به عرض آنها بزرگتر از ۳ به ۱ است.	الیاف آزبست، پشم شیشه
فیوم[1]	آئروسل‌های بسیار ریز جامد که از تبخیر فلزات مذاب تولید شده و قطر آن‌ها معمولا کمتر از ۰,۱ میکرومتر است و غالبا ایجاد اکسید فلزی می کنند.	فیوم‌های جوشکاری، اکسیدهای فلزی
دود	ترکیب پیچیده ای از ذرات آئروسل مایع و جامد، گازها و بخارات که از احتراق ناقص مواد آلی کربن‌دار ایجاد می شود. ذرات اولیه دود در حدود ۱-۰ میکرومتر قطر داشته ولی در اثر متراکم شدن، ذرات بزرگتری تشکیل می دهند که دوده نامیده می شود.	دود ناشی از آتش سوزی، دود خارج شده از اگزوز ماشین آلات ساختمانی
میست[2]	قطرات ریز مایع کروی شکل که توسط فرآیندهای مکانیکی مانند پاشیدن، جوشیدن یا اسپری کردن ایجاد شده و اندازه ذرات آن بین چند میکرون تا بیش از ۱۰۰ میکرون متغیر است.	اسپری رنگ
مه	قطرات ریز مایع معلق در هوا که در اثر متراکم شدن فاز بخار ایجاد شده و کوچکتر از ذرات میست بوده و قطر آن‌ها بین ۱۰-۱ میکرومتر است.	مه در هوای سرد
بیو آئروسل[3]	ذرات هوابرد دارای منشاء بیولوژیکی است که می تواند شامل گازها و بخارات با منشاء بیولوژیکی نیز باشد.	میکروارگانیسم ها، قارچ ها، باکتری ها و ویروس ها

۲-۹-۶-۴- آزبست

استفاده از آزبست در صنعت ساختمان و فرآورده‌های مرتبط با آن ممنوع است. لذا ضروری است کارگرانی که در طی اجرای عملیات ساختمانی به‌نوعی در معرض مواد و مصالح حاوی آزبست قرار می‌گیرند، ضمن آموزش و آگاهی از مخاطرات غیرقابل جبران استنشاق آزبست، از ماسک مخصوص تنفسی، لباس‌های مخصوص کار با آزبست و سایر تجهیزات حفاظتی استفاده نمایند. همچنین باید تدابیر لازم برای جلوگیری از انتشار ذرات حاوی آزبست به سایر قسمت‌های کارگاه یا مناطق مجاور کارگاه به‌عمل آورده شود. ضایعات و باطله‌های حاوی مواد آزبستی باید بلافاصله بعد از انجام عملیات در ظرف‌ها و محفظه‌ها سربسته جمع‌آوری و به‌صورت جدا از سایر نخاله‌ها و ضایعات نگهداری شود و بر اساس ضوابط مرجع صاحب صلاحیت، دفع و امحا شود.

۲-۹-۶-۵- ذرات سیلیس و گرد و غبار

الف- ذرات سیلیس با توجه به نوع و فعالیت به شکل‌های مختلفی چون ماسه، خاک، شن و ریگ، ماسه سنگ، در زمان تخریب و خاکبرداری، خردکردن سنگدانه‌ها، تولید بتن، حفاری، برشکاری آجر و سنگ، سمباده‌کاری، پاشش بتن و ماسه پاشی (سندبلاست) و ... در محیط کارگاه ساختمانی پراکنده می شوند.

2- Fume
3- Mist
4- Airborne

ب- برش سنگ در کارگاه ممنوع است و باید سنگ‌ها به‌صورت برش خورده و آماده برای نصب به کارگاه حمل شوند. در مواردی که برش سنگ یا آجر به اندازه مورد نیاز در حین نصب ضرورت می‌یابد باید تدابیر لازم برای جلوگیری از انتشار گردوغبار در محیط، مطابق بند پ مندرج به ذیل به‌عمل آید.

پ- برای جلوگیری از انتشار سیلیس در کارگاه باید از اقدامات ذیل استفاده نمود:

پ-۱- استفاده از سیستم تر به‌جای سیستم خشک

پ-۲- برقراری نظم و ترتیب کارگاهی از جمله پوشاندن روی شن و ماسه با روکش مناسب و مرطوب نگه داشتن سطح آن

پ-۳- شستشوی مرتب کارگاه با آب یا استفاده از ابزار دستی مجهز به سیستم آب‌پاش

پ-۴- محصور نمودن کار با چادر برزنتی یا پلاستیکی و استفاده از سیستم مکنده موضعی مجهز به جمع‌آوری کننده قابل حمل در هنگام برش و ابزار زدن سنگ

پ-۵- استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (ماسک تنفسی، عینک حفاظتی و کلاه و سربند) مطابق بخش ۲-۱۰

پ-۶- عدم استفاده از هوای تحت فشار برای تمیزکاری لباس‌ها و ماشین آلات

ت- در فرونشانی گرد و غبار با آب باید از مکانی نزدیک به محل تولید آن آب‌پاشی شود تا فرونشانی گرد و غبار و جاری شدن پساب به سمت خارج سایت با حداقل مصرف آب و حداقل پراکندگی رواناب در سطح زمین انجام شود.

۲-۹-۶-۶- فیوم جوشکاری[۱]

برای جلوگیری از اثرات مضر استنشاق فیوم، کارگرانی که در معرض آن قرار می‌گیرند باید از ماسک تنفسی استفاده نموده و از استعمال سیگار در حین عملیات جوشکاری خودداری نمایند. علاوه بر آن در فضاها و محیط‌های بسته که امکان تهویه طبیعی وجود ندارد، باید از طریق تهویه‌های موضعی اقدام به خارج نمودن فیوم و گازهای مضر نمود.

۲-۹-۶-۷- پرتوهای یونساز

به بند ۲-۳-۴ مراجعه شود.

۲-۹-۶-۸- پرتوهای غیر یون‌ساز

الف-پرتوهای غیر یونیزان حائز اهمیت به لحاظ عوارض فیزیولوژیکی باید مطابق جدول ۲-۸ باشند.

۱- Fume

جدول ۲-۸- پرتوهای غیر یونیزان به لحاظ عوارض فیزیولوژیک

ردیف	نام پرتو	مشخصات
۱	پرتوهای فرابنفش	با طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر
۲	نور مرئی	با طول موج ۴۰۰ تا ۷۶۰ نانومتر
۳	پرتو مادون قرمز	با طول موج ۷۶۰ نانومتر تا ۱ میلیمتر
۴	پرتوهای رادیویی (RF) و مایکرو ویو	با طول موج بیشتر از ۱ میلیمتر

ب- شاغلین کارگاه‌های ساختمانی عموماً در موارد ذیل در معرض پرتوهای غیر یونساز قرار می‌گیرند:

ب-۱- پرتوهای ماورای بنفش UV (نور خورشید، لامپ‌های پر فشار یا کم فشار بخار جیوه، فلورسنت، عملیات جوشکاری)

ب-۲- پرتوهای مادون قرمز (جوشکاری و برشکاری با شعله (هوا گاز)، نور خورشید)

ب-۳- امواج الکترومغناطیسی و امواج رادیویی (دکل‌های رادیویی و مخابراتی و تلفن‌های همراه و دکل‌های برق فشار قوی موجود در مجاورت کارگاه.)

برای جلوگیری از آسیب‌های بر شمرده، باید از تجهیزات حفاظت فردی از قبیل لباس‌کار مناسب (لباس‌های آستین بلند و کاملا پوشیده)، دستکش و حفاظ‌های چشم استفاده شود.

پ- برای کاهش اثرات نور خورشید برروی کارگران، باید از تدابیری چون کاهش زمان قرارگیری در معرض نور مستقیم خورشید، ایجاد سایبان، استفاده از لباس محافظ، استفاده از عینک‌های مخصوص محافظ و به‌کارگیری کرم‌های ضد آفتاب استفاده کرد.

ت- در صورتی‌که در محیط یا مجاورت کارگاه، دکل‌های خطوط برق فشارقوی، مخابراتی و رادیویی و تلفن همراه قرار دارد باید حریم‌های مربوط که توسط مرجع صاحب صلاحیت اعلام می‌شود، رعایت شده و علاوه بر رعایت فاصله مناسب از منابع پرتوزا، از تدابیر حفاظتی دیگری چون کاهش زمان تماس با پرتوها و استفاده از لباس‌ها و وسایل حفاظتی مناسب بهره گرفت.

۲-۹-۶-۹- تنش گرمایی[۱]

تابش آفتاب، گرمای دستگاه‌ها و ماشین آلات، جابجایی و پخش مواد و مصالح گرم، انجام کارهایی که مستلزم شعله و حرارت است و فعالیت بدنی مداوم در کارهای ساختمانی، تعادل گرمایی بدن را مختل می‌کند و عوارضی نظیر شوک حرارتی، خستگی، گرفتگی عضلات، ناراحتی‌های پوستی و گرمازدگی ایجاد می‌کند. در کارگاه ساختمانی باید با شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر در بروز عوارض ناشی از گرما، راهکارهای مناسبی برای مقابله با آنها پیدا شود. در یک برنامه پیشگیری از بیماری‌های ناشی از گرما نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- Heat Stress

الف- برخی افراد نسبت به گرما حساسیت بیشتری دارند کسانی هم که ناراحتی قلبی و عروقی دارند نمی‌توانند همانند سایرین در محیط گرم کار کنند. باید برای شناسایی افراد حساس به گرما و انتخاب افراد مناسب برای کار در محیط گرم، از کلیه داوطلبان قبل از استخدام معاینات پزشکی به‌عمل آورده شود. برای اطمینان از سلامتی کارگرانی که در حین اجرای کار با خطر ابتلا به بیماری‌های گرمایی روبرو هستند، باید هر سال یکبار برای آنها معاینات پزشکی دوره ای انجام شود.

ب- اغلب اوقات مواجهه با گرما در کارهای ساختمانی اجتناب ناپذیر است، لذا باید وظایف و مسئولیت‌های افراد به نحوی طراحی شده و روش‌هایی برای انجام کار انتخاب شود که تا حد امکان در فصل گرما نیاز کمتری به فعالیت بدنی زیاد وجود داشته باشد و انجام کار در ساعات خنک روز انجام گیرد.

پ- باید برای کارگرانی که با خطر تنش گرمایی روبرو هستند با توجه به نوع کار و دمای محیط، برنامه معینی برای زمان‌های کار - استراحت در نظر گرفته شده و برای دوره استراحت آنها مکان مناسبی با امکانات مورد نیاز فراهم شود.

ت- لباس کار کارکنان از نظر رنگ، جنس و اندازه باید متناسب با شرایط کار در محیط گرم انتخاب شود. کارگران باید در حین کار از کلاه حصیری یا کلاه لبه دار مناسب استفاده کنند.

ث- کارگران نباید به‌طور غیرضروری در کنار وسایل گرمازا و مصالح گرم قرار بگیرند و تا حد امکان از انجام فعالیت بدنی اضافی که دمای داخلی بدن را افزایش می‌دهد خودداری کنند.

ج- کارگران باید تا حد امکان از خوردن غذاهای خیلی گرم و سنگین، همچنین نوشیدنی‌های کافئین‌دار در ساعات گرم روز خودداری کنند و به‌طور مرتب و بدون در نظرگرفتن میزان تشنگی آب خنک بنوشند. به کارگرانی که در گرمای زیاد برای مدت مدیدی کار می‌کنند باید قرص‌های نمک طعام داده شود.

چ- باید در مورد نحوهٔ سازش با محیط گرم، برنامه غذایی، ضرورت استراحت در بین زمان‌های انجام کار، علائم تنش گرمایی و راه‌های مقابله با آن و سایر نکاتی که در پیشگیری از بروز عوارض ناشی از گرما مؤثر است، آموزش‌های لازم به کارگران ارائه شود.

ح- کارکنانی که در محیط گرم کار می‌کنند باید در صورت احساس علائم اولیه تنش گرمایی، موضوع را به سرپرست خود اطلاع دهند تا تحت درمان قرار گیرند یا در صورت ضرورت به نزدیکترین بیمارستان یا درمانگاه انتقال یابند.

۲-۹-۶-۱۰- ارتعاش

الف- حدود مجاز مواجهه شغلی در خصوص افرادی که با غلتک‌ها، لرزاننده‌ها، صفحات ارتعاشی و ماشین‌های متراکم کننده و سایر ماشین آلات ساختمانی سروکار دارند که علاوه بر تولید صدا، ایجاد ارتعاش نیز می‌کنند، باید بر اساس ضوابط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تعیین شود.

ب- برای پیشگیری از بروز عارضه و شناخت افراد حساس به ارتعاش، باید معاینات پزشکی سالیانه و دوره‌ای در مورد کارگران و رانندگان در معرض ارتعاشات انجام شود.

پ- در صورتی‌که میزان ارتعاشات در دستگاهی از حدود مجاز بالاتر باشد، دستگاه‌ها باید به میراکننده‌ها و عایق‌های ارتعاش مجهز شوند.

ت- متصدیان وسایل و ابزارهای ارتعاش دستی باید به دستکش‌های ضد ارتعاش مجهز شوند. کار باید به روش مناسب و توسط افراد کار آزموده و ماهر انجام گیرد به‌طوری که دست‌ها و بقیه بدن حین کار گرم نگهداشته شوند تا انتقال ارتعاش از ابزار مرتعش به کارگر تا حد امکان کاهش یابد. در شرایط تماس مداوم، برای تخفیف اثرات زیان‌آور ناشی از وسایل و ابزار ارتعاش دستی، برنامه کار باید تعدیل شود و به‌صورت یک ساعت کار و ده دقیقه استراحت تنظیم شود.

۲-۹-۶-۱۱- سایر ملاحظات سلامت و زیست محیطی

الف- باید از آهک هیدراته درکارگاه استفاده شود. در صورت ضرورت استفاده از آهک زنده، باید کارگران از تجهیزات حفاظت فردی از قبیل دستکش، ماسک تنفسی، عینک محافظتی مناسب استفاده نموده و با پوشیدن لباس مناسب با آستین بلند، امکان تماس آهک با دست و صورت و احتمالاً سایر قسمت‌های بدن را کاهش دهند.

ب- در مواردی که در حین جابجایی، پاکت‌ها و کیسه‌های سیمان، پاره یا سوراخ می‌شوند مصالح پراکنده باید در اسرع وقت با روشی که حداقل انتشار آلاینده‌ها را در هوا دارد، جمع‌آوری شود. مصالح به‌جای مانده از انبار کردن و دپوی بلوک‌های سفالی و سیمانی، انواع آجر، کیسه‌های پودر سنگ، سیمان، گچ و مانند آن در کف محیط یا معابر مجاور کارگاه باید به‌صورت مرتب جمع‌آوری شود.

پ- کیسه‌های خالی سیمان و آهک، گچ و سایر مصالح مشابه باید از سطح کارگاه به‌صورت روزانه جمع‌آوری شده و تا انتقال از کارگاه به محل مجاز، به‌گونه‌ای نگهداری شود که از پخش شدن ذرات باقی مانده از مصالح در پاکت‌ها در هوا جلوگیری شود. همچنین محل درست کردن ملات با مصالح فوق الذکر پس از پایان کار روزانه باید به‌گونه‌ای پاکسازی شود که از انتشار ذرات و ایجاد آلودگی محیطی جلوگیری شود.

ت- دپوهای مصالحی چون شن، ماسه، ماسه بادی، پوکه معدنی، خاک رس و مانند آن که فاقد بسته‌بندی محفوظ بوده و به‌صورت فله در کارگاه تخلیه و نگهداری می‌شوند، باید توسط پوششی ترجیحا از جنس برزنت پوشانده شوند و در حین برداشتن مصالح از دپو، گوشه ای از آن کنار زده و پس از اتمام کار، مجدداً پوشانده شوند تا از انتشار گردوغبار در محیط، به‌ویژه در زمان وزش باد و طوفان جلوگیری گردد. توصیه می‌شود برای کاهش حداکثری پخش شدن ذرات گرد وغبار دپوهای مصالح فوق‌الذکر، سطح پوشش برزنتی در فواصل زمانی مشخص آبپاشی شده و سطح آن همواره مرطوب باقی بماند.

ث- با توجه به حجم بالای انتشار گردوغبار و احتمال برخورد ذرات معلق تحت فشار در اجرای عملیات‌هایی چون سندبلاست، پاشش بتن (شاتکریت)، حفاری، تزریق دوغاب‌سیمانی و آهکی تحت فشار و سایر فعالیت‌های مشابه،

کارگران شاغل در عملیات باید به ماسک تنفسی مخصوص، لباس کار با پوشش کامل سطح بدن، دستکش، کلاه و سربند، چکمه یا کفش حفاظتی مطابق بخش ۲-۱۰ مجهز باشند.

ج- حرارت‌دادن قیرهای خالص و محلول در کارگاه هنگام عایق‌کاری و متصاعد شدن دود آبی رنگ، موجب فرار حلال‌های موجود در قیرها (هیدروکلریدها) و انتشار گازهای مضر و آلاینده از قبیل آلدئیدها در محیط می‌شود. هرقدر دما و مدت زمان مورد نیاز برای گرم‌کردن قیر پایین‌تر باشد، آلودگی زیست محیطی کمتر است. حداکثر دما برای گرم‌کردن قیرهای خالص نباید از ۱۷۶ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند. دمای مناسب برای قیرهای محلول به‌ویژه انواع رقیق آنها نباید از ۳۰ درجه سانتی‌گراد کمتر و ۵۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر باشد. برای گروه‌های غلیظ‌تر قیرهای محلول، حداکثر دما باید بین ۸۰ تا ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد باشد. درصورتی‌که از قیرهای محلول و خالص در کارگاه استفاده می‌شود باید تدابیر حفاظتی برای جلوگیری از تنفس دود و بخارات مضر ناشی از حرارت برای کارگران عملیات عایق‌کاری به‌عمل آورده شود. محل گرم کردن بشکه‌های قیر باید در جایی انتخاب شود که ساکنان و مجاوران و سایر کارگران شاغل در ساختمان در معرض کمترین مواجه با گازهای مضر قرار گیرند. با توجه به آنکه برای مصرف قیرهای امولسیونی معمولا نیاز چندانی به حرارت دادن آنها نیست و در صورت حرارت دهی قیرهای امولسیون، فقط آب تبخیر می‌شود، استفاده از آن‌ها نسبت به قیرهای خالص و محلول ارجحیت دارد.

چ- رها کردن باطله‌های عایق‌ها و سایر محصولات پلیمری در طبیعت ممنوع است. سوزاندن پلیمرها از جمله پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات، مجاز نیست. ضایعات پلیمری نباید با سایر نخاله‌های ساختمانی مخلوط گردد و باید به صورت جداگانه و محفوظ جمع‌آوری شده و بر اساس ضوابط مرجع صاحب صلاحیت، حمل و دفع شوند.

د- در حمل و نقل و برشکاری محصولات عایق پشم معدنی، کاربران این مواد در کارگاه باید از دستکش و لباس مناسب استفاده نمایند.

ح- به‌دلیل احتمال وجود ترکیباتی مانند اکسیدهای سرب و کادمیم در کاشی‌های لعابدار، باید ضمن توجه به تدابیر حفاظتی برای کارگرانی که با آن‌ها سر و کار دارند، در دفع ضایعات آنها، ضوابط زیست محیطی رعایت شود.

خ- به‌دلیل احتمال به‌کارگیری سرب و کروم در رنگ‌ها و پوشش‌های ساختمانی، همچنین استفاده از رنگ‌های روغنی که به‌طور عمده دارای ترکیبات سمی هستند، کارگران در معرض این‌گونه مواد باید از تجهیزات حفاظتی از قبیل ماسک، دستکش، کفش و لباس مناسب استفاده نمایند.

د- هنگام کار با پلیمرهای مایع از قبیل پوشش‌ها، افزودنی‌ها، رزین‌ها و چسب‌ها که تنظیم گرانروی آنها مستلزم استفاده از حلال‌هاست، باید از دستکش مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده نمود تا از تماس حلال‌ها با پوست جلوگیری به عمل آید. اگر کار در محوطه بسته انجام می‌شود باید تهویه مناسب برای تخلیه حلال‌ها پیش‌بینی و از ماسک‌های مخصوص کار با مواد شیمیایی استفاده شود. ظروف و قوطی‌های خالی این مواد باید بعد از انجام کار جمع آوری و بر اساس ضوابط مدیریت پسماندها حمل و دفع شوند. سوزاندن آنها در کارگاه مجاز نیست.

ذ- هنگام کار با مواد نانویی، باید از دستکش و ماسک استفاده شود. استفاده از محلول‌های نانویی برای ایجاد خواص بر روی چوب در محل کارگاه باید در محیط دارای تهویه صورت بگیرد.

ر- باید از درختان و پوشش‌های گیاهی موجود در محوطه کارگاه (اعم از داخل یا محوطه و معابر مجاور آن)، در مقابل عوارض ناشی از عملیات ساختمانی محافظت به‌عمل آید. هرگونه قطع یا جابجایی درختان ممنوع بوده و منوط به کسب مجوز از مرجع صاحب صلاحیت است.

ز- در محل‌های بسته‌ای که کارگران در آن مشغول به‌کار هستند، استفاده از ماشین‌آلات با موتورهای احتراقی و یا ماشین‌آلات تولیدکننده هر نوع گردوغبار، گاز و بخار به نحوی که از حدود مجاز مواجهه شغلی فراتر رود ممنوع است، مگر اینکه تهویه کافی در نظر گرفته شود.

۲-۹-۶-۱۲- بروز بیماری‌های همه گیر

در صورت بروز بیماری‌های همه‌گیر، اجرای دستورالعمل‌هایی که بر اساس اقتضای شرایط روز و وضعیت عمومی کشور از جمله نحوه گسترش بیماری، میزان آمادگی عمومی و کادر درمانی برای مقابله با بیماری و سایر موارد مقتضی، توسط مرجع صاحب صلاحیت تدوین و ابلاغ می شود، الزامی است.

بر اساس تجربیات حاصل از شیوع بیماری همه‌گیرکرونا ویروس، اجرای موارد ذیل در زمان بروز بیماری‌های همه‌گیر از نوع تنفسی، در کارگاه‌های ساختمانی توصیه می‌شود:

الف- شناسایی راه‌های انتقال عامل ایجادکننده بیماری

ب- سعی در کاهش مواجهه و قطع زنجیره انتقال بیماری با انجام اقداماتی نظیر قرنطینه و فاصله‌گذاری اجتماعی. در این زمینه استراتژی‌ها و تصمیمات اتخاذ شده توسط مرجع صاحب صلاحیت ملاک عمل خواهد بود.

پ- در مواردی‌که فاصله‌گذاری اجتماعی اجتناب ناپذیر باشد باید موارد ذیل در دستور کار قرار گیرد:

پ-۱- نظارت مستمر بر اجرای فاصله‌گذاری اجتماعی و مقررات و الزامات بهداشتی توسط شخص صاحب صلاحیت.

پ-۲-کاهش مواجهه چهره به چهره کارکنان و استفاده حداکثری از ابزارهای غیرحضوری به‌ویژه ابزارهای مجازی (تلفن، شبکه‌های اجتماعی و ویدئو کنفرانس) برای کاهش مخاطرات حضوری عوامل پروژه

پ-۳- استفاده از سیستم تهویه مناسب و یا بازگذاشتن درب و پنجره‌های فضاهای کاری و خوابگاهی

پ-۴- استفاده از ماسک و محافظ مناسب چشم مناسب (عینک ایمنی یا شیلد) به هنگام حضور در کنار سایر عوامل پروژه

پ-۵- آماده سازی محیط کار با رعایت فاصله ایمن بین شاغلان کارگاهی

پ-۶- کاهش تجمع شاغلین خصوصاً در مکان‌های سربسته چون دفاتر فنی و اجرایی و استراحتگاه شبانه، آبدارخانه، غذاخوری و ...

پ-۷- کاهش ترددهای غیرضروری در داخل و بخش‌های مختلف کارگاه. کاهش تعاملات غیرضروری با خارج از کارگاه، تعویق یا کاهش ماموریت‌های کاری و ...

ت- لازم است تمام شاغلین بر اساس طرح فاصله‌گذاری اجتماعی، پیش از ورود به محیط کارگاه، توسط شخص صاحب صلاحیت، به‌طور مستمر از نظر علائم بیماری (به‌ویژه علائم تنفسی و تب)، مورد ارزیابی قرار گیرند و درصورتی‌که فردی دارای علامت باشد، برای ارزیابی دقیق‌تر، مستقیماً به مراکز درمانی اعزام شود و از ادامه فعالیت شاغل در محل کار ممانعت به‌عمل آید. این افراد باید پروسه‌های مربوط به تشخیص، درمان، نقاهت و بازگشت به کار را مطابق با آخرین پروتکل‌های مرجع صاحب صلاحیت طی نمایند.

ث- گروه‌های حساس (از قبیل افراد دارای بیماری زمینه‌ای یا بیماران با نقص ایمنی و ...) که احتمال دارد قرار گرفتن آن‌ها در معرض عامل بیماری‌زای همه‌گیر، منجر به ابتلای شدید آن‌ها به بیماری و به خطر افتادن جان‌شان شود، باید تحت مراقبت ویژه قرار گیرند. برای این افراد لازم است تا پایان همه‌گیری امکان انجام فعالیت‌های شغلی به صورت دورکاری فراهم شود.

ج- اقدامات کلی پیشگیرانه: برای قطع چرخه انتقال بیماری و حفظ سلامت شاغلان کارگاهی، علاوه بر موارد پیش گفته، اجرای اقدامات زیر متناسب با بخش‌های مختلف کارگاه الزامی است:

ج-۱- استفاده از ماسک در محل‌هایی که افراد ناچارند با فاصله نزدیک با یکدیگر کار کنند.

ج-۲- حتی المقدور حذف یا کاهش استفاده از وسایل، ابزارها، تجهیزات مشترک

ج-۳- پرهیز از دست زدن به چشم، بینی و دهان.

ج-۴- شستشوی مرتب دست‌ها به مدت حداقل ۲۰ ثانیه و تامین صابون مایع و مخزن پمپی در روشویی‌ها

ج-۵- نظارت ویژه بر فرایند، محل و افراد دخیل در چرخه تامین، طبخ و توزیع آب و غذا و رعایت اقدامات پیشگیرانه شیوع بیماری از طریق مواد غذایی

ج-۶- نظارت ویژه بر بهداشت فردی به‌ویژه در اقامتگاه و تاسیسات بهداشتی که به‌صورت مشترک از آن‌ها بهره برداری می شود و رعایت اقدامات پیشگیرانه شیوع بیماری (تهویه مکرر هوا، گندزدایی مستمر، کاهش تراکم نفرات، مراقبت بر انتقال آلودگی از طریق کفش و لباس، حذف استفاده مشترک از وسایل خواب و ...)

ج-۷- ارایه آموزش مستمر به تمام شاغلان کارگاهی در زمینه نحوه پیشگیری از ابتلا به بیماری با استفاده از ابزارهایی چون نصب پوسترهای هشداردهنده، استفاده از فضای مجازی و شبکه‌های اجتماعی، ابزارهای انتقال پیام صوتی و تصویری.

۲-۹-۶-۱۳- پساب ناشی از شستشوی بتن در تجهیزات

الف- پساب ناشی از شستشوی مرکز تولید بتن، دستگاه‌های بتن‌ساز دستی، کامیون‌های مخلوط‌کن و پمپ‌های بتن و گاری‌های حمل بتن، سایر تجهیزات و ابزارهای آغشته به بتن و سیمان، پساب اسیدشویی سطوح، بتن‌پاشی و ماسه پاشی، رواناب حاوی مواد روغنی ناشی از شستشوی قالب‌ها و ... یکی از مواردی است که باعث آلودگی آب و خاک می شود. در اثر وجود سنگ‌آهک حل‌شده، پساب شستشو دارای خاصیت بازی شدید بوده وpH آن بین ۱۱ تا ۱۲ است. این پساب دارای مواد جامد محلول از قبیل سولفات، هیدروکسید، کلر و سایر مواد شیمیایی باقیمانده از هیدراتاسیون سیمان، افزودنی‌ها و فوق روان‌کننده‌هاست. رهاسازی این پساب با قلیاییت زیاد برای آبزیان و گیاهان بسیار سمی و خطرناک است. این پساب نباید وارد محوطه، معابر، باغچه‌ها، نهرها، چاه‌ها و جوی‌های آب واقع در محدوده کارگاه و اراضی مجاور آن شود.

ب- استفاده مجدد از این پساب برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست کاملاً ضروری است. برای حذف مواد سیمانی که به درام و تیغه‌های کامیون مخلوط‌کن می‌چسبد، تقریباً معادل ۵۷۰ تا ۱۱۳۰ لیتر آب (۱۵۰ تا ۳۰۰ گالن) مصرف می‌شود. علاوه بر شن و ماسه که به‌صورت فیزیکی در پساب ته‌نشین می‌شود، اهداف اصلی تصفیه پساب بتن، بازگرداندن pH آب به سطح نرمال (pH حدود ۷ یا ۸) و ته‌نشین کردن سنگدانه‌ها و سایر مواد محلول در آن است.

پ- گام اول تصفیه پساب، بازگرداندن pH آب با استفاده از تنظیم‌کننده های pH به محدوده نرمال و رفع خاصیت قلیایی آن است. هنگامی‌که آب به pH مناسب رسید، باید از روش‌های فیلتراسیون مکانیکی برای حذف مواد جامد معلق و سنگدانه‌ها استفاده شود. این کار باید با استفاده از انواع مختلفی از تجهیزات فیلتراسیون مکانیکی انجام شود. بسته به کاربرد دقیق از آب بازیافتی، ممکن است از استراتژی‌های تصفیه پساب مانند استفاده از منعقدکننده‌ها، لخته‌سازها یا بازدارنده‌های خوردگی استفاده شود.

ت- حوضچه و سایر تاسیسات تصفیه پساب باید در محلی واقع شود که در مسیر جاری شدن سیلاب نباشد و باید به نحوی باشد که پساب در یک محل مشخص تجمع پیدا کرده و قابلیت جمع‌آوری و بازیابی داشته باشد. این مکان نباید مستعد نشت و سرریز پساب به محیط‌های مجاور (به‌ویژه سرریز به داخل نهرها و پوشش‌های گیاهی اطراف) باشد. برای تصفیه پساب لازم است تا حوضچه (سپتیک) با ابعاد متناسب با ظرفیت پساب تولیدی مرکز تولید و شستشوی کامیون های مخلوط‌کن و ... احداث شود پساب باید از طریق کانال به داخل حوضچه هدایت شود و باید توجه شود که در طول مسیر انتقال به حوضچه، پساب از کانال سرریز و خارج نشود.

ث- برای شستشوی کامیون‌های مخلوط‌کن و سایر ماشین آلات و تجهیزات آغشته به بتن و سیمان، باید محوطه‌ای مشخص در مجاورت واحد تصفیه پساب احداث شود. کف محل شستشو باید بتنی باشد و پساب شستشو از طریق کانال یا مجاری تعبیه شده به حوضچه تصفیه منتقل شود. شستشوی کامیون مخلوط‌کن در محل‌های دیگر کارگاه ممنوع است.

ج- مواد ته‌نشین شده در حوضچه‌های تصفیه (آرامش) و کانال‌ها و گودال‌های مهار رواناب‌ها و ته‌نشینی مواد آلاینده باید مرتبا جمع‌آوری شده، درگونی و کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت محفوظ نگهداری شوند. این مواد باید توسط پیمانکاران صاحب صلاحیت بر اساس ضوابط زیست محیطی، جمع‌آوری و دفع گردد.

چ- رها سازی پساب مرکز تولید بتن در نهرها یا محوطه کارگاه پروژه، مشروط به کاهش pH پایه آب به مقدار حدود ۷ یا ۸ و ته نشینی سنگدانه ها و جداسازی مواد شیمیایی محلول در آب و رعایت قوانین و ضوابط کشور[۱] در این زمینه مجاز است.

ح- استفاده مجدد از پساب تصفیه شده ناشی از شستشوی تجهیزات آغشته به بتن برای ساخت بتن سازه‌ای و سایر محصولات بتنی غیرسازه‌ای، منوط به انطباق مشخصات آب مصرفی با آیین‌نامه بتن ایران و یا سایر ضوابط سازمان برنامه و بودجه در این زمینه است.

۱- از جمله آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب مصوب جلسه ۱۳۷۳/۰۲/۱۸

۲-۱۰- تجهیزات حفاظت فردی (PPE)

۲-۱۰-۱- مشخصات عمومی

۲-۱۰-۱-۱- پیمانکار مکلف است وسایل حفاظت فردی متناسب با مخاطرات و محیط کار را تهیه و به رایگان در اختیار کارگران قرار دهد و کارگران مکلف به استفاده و حفظ آنها می‌باشند. به منظور انتخاب وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار، پیمانکار مکلف به شناسایی و ارزیابی شرایط محیط کار برای تشخیص و کنترل خطرات می‌باشد.

۲-۱۰-۱-۲- تمام وسایل و تجهیزات حفاظت فردی مورد استفاده در کارگاه، باید از نظر کیفیت مواد مورد استفاده و مشخصات فنی ساخت، مطابق با استانداردهای ملی ایران یا سایر استانداردهای مورد قبول وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و یا برحسب مورد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باشند.

۲-۱۰-۱-۳- کلیه کارگران کارگاه‌های ساختمانی باید مجهز به کلاه و کفش ایمنی باشند. در صورتی‌که شرایط و نوع کار اقتضا نماید، سایر وسایل حفاظت فردی از قبیل دستکش حفاظتی، عینک و نقاب حفاظتی، ماسک تنفسی حفاظتی، گوشی حفاظتی، چکمه و نیم چکمه لاستیکی، کمربند ایمنی، هارنس، لنیارد و لایف لاین و ... طبق ضوابط این فصل باید در اختیار کارگران قرار داده شود.

۲-۱۰-۱-۴- وسایل حفاظت فردی که در اختیار کارگران قرار می‌گیرد باید متناسب با نوع کار بوده و سالم، بهداشتی، تمیز، کامل و آماده استفاده باشد. برای رعایت اصول بهداشتی، استفاده از وسایل حفاظت فردی به‌صورت مشترک ممنوع است.

۲-۱۰-۱-۵- وسایل حفاظت فردی باید به‌راحتی قابل استفاده بوده و ضمن تامین ایمنی کامل نباید مانع انجام کار شود و باید عاری از هرگونه لبه تیز، زائده، شکستگی و یا دیگر عیوب باشد. جنس تمام وسایل حفاظت فردی باید به گونه‌ای باشد که شرایط محیطی تغییری در خصوصیات و کارایی آنها ایجاد نکند. جنس آن دسته از وسایل حفاظت فردی که در تماس مستقیم با پوست بدن هستند باید به‌گونه‌ای باشد که موجب تحریک و حساسیت پوست نشود.

۲-۱۰-۱-۶- در محیط‌هایی‌که به لحاظ تجمع بارهای الکتریسیته ساکن، احتمال اشتعال و یا انفجار وجود دارد، استفاده از وسایل حفاظت فردی ضدالکتریسیته ساکن الزامی است.

۲-۱۰-۱-۷- پیمانکار مکلف است کاربرد صحیح و مراقبت از وسایل حفاظت فردی را به کارگران آموزش دهد و باید بر استفاده صحیح کارگران از وسایل حفاظت فردی نظارت کامل داشته باشد. کارگران موظفند با توجه به آموزش‌های ارائه شده از وسایل حفاظت فردی خود مراقبت، نظافت و استفاده صحیح کنند. عدم رعایت موارد مذکور، قصور در انجام وظیفه محسوب می‌شود. کارگر موظف است در صورت مشاهده هرگونه نقص و یا ایراد در وسیله حفاظت فردی مراتب را به سرپرست مربوط گزارش دهد.

۲-۱۰-۱-۸- روش استفاده و یا هر نوع اطلاعات مورد نیاز مصرف‌کننده وسایل حفاظت فردی باید به همراه محصول ارائه شود. اطلاعات مشروح ذیل باید بر روی تمامی وسایل حفاظت فردی به‌گونه‌ای پایدار، نشانه‌گذاری شود و به وضوح قابل رویت باشد:

الف- نام یا علامت مشخصه کارخانه سازنده

ب- نام کشور سازنده

پ- سال و ماه ساخت و در صورت نیاز تاریخ انقضا

ت- نوع کاربرد

ث- استانداردی که بر اساس آن ساخته شده است

و- شماره و تاریخ تاییدیه وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی یا حسب مورد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۲-۱۰-۱-۹- تمام وسایل و تجهیزات حفاظت فردی باید قبل از اینکه در اختیار کارگران قرار گیرند، همچنین در طول زمان استفاده، به‌طور مستمر توسط شخص صاحب صلاحیت، کنترل و در صورت لزوم، تعمیر یا تعویض شوند. تجهیزات حفاظت فردی باید در شـرایط مطـلوب نگهداری شوند، به‌گونه‌ای که دسترسی سریع به آنها امکان‌پذیر باشد.

۲-۱۰-۱-۱۰- وسایل حفاظت فردی معیوب، مستهلک و یا تاریخ مصرف گذشته باید جمع‌آوری و معدوم شوند و در کارگاه در دسترس کارگران نباشند.

۲-۱۰-۱-۱۱- تمام اطلاعات مربوط به وسایل حفاظت فردی اعم از نوع وسایل، زمان تحویل، مکان مورد استفاده و عیوب احتمالی ناشی از مصرف باید در دفتر کارگاه ثبت و نگهداری شوند.

۲-۱۰-۱-۱۲- کارگرانی که در مواجه با خطر پرتوهای یون‌ساز هستند باید از وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده کنند.[۱]

۲-۱۰-۲- حفاظت از سر (کلاه ایمنی)

۲-۱۰-۲-۱- در تمام کارگاه‌های ساختمانی که در آنها احتمال وارد آمدن صدماتی به سر افراد در اثر سقوط فرد از ارتفاع یا سقوط وسایل، تجهیزات و مصالح و یا برخورد با موانع وجود دارد، باید از کلاه ایمنی استاندارد و متناسب با نوع عملیات استفاده شود.

۲-۱۰-۲-۲- وزن کلاه ایمنی به انضمام کلاف آن باید حداکثر ۴۰۰ گرم بوده و در صورت اضافه شدن وسایل جانبی (لامپ، سپر محافظ صورت، بند چرمی چانه و غیره) نباید از ۴۳۰ گرم بیشترشود. وسایل جانبی که بر روی کلاه ایمنی نصب می‌شود، باید ایمن بوده و از نظر وزن و جای‌گیری، اصول و موازین ایمنی رعایت گردند.

۲-۱۰-۲-۳- از مواد مقاوم در برابر احتراق ساخته شده و در برابر ضربه و نفوذ اجسام تیز و ُبرنده از مقاومت کافی برخوردار باشد و برای افراد برقکار باید عایق در برابر الکتریسیته باشد.

۱- مطابق آیین‌نامه و مقررات حفاظت در مقابل خطر پرتوهای یون‌ساز سازمان انرژی اتمی

۲-۱۰-۲-۴- استفاده از قطعات فلزی در داخل پوسته کلاه ایمنی ممنوع است.

۲-۱۰-۲-۵- به محض مشاهده علائم فرسودگی در تجهیزات داخلی کلاه ایمنی، باید تعویض گردند.

۲-۱۰-۲-۶- لبه جلویی کلاه ایمنـی نباید مانع دید اطراف و یا استفاده از عینک شود.

۲-۱۰-۲-۷- کارگرانی که دارای موهای بلند بوده و با ماشین‌آلات کار می‌کنند و یا در جوار آن مشغول کار هستند، باید به‌وسیله سربند و یا وسیله حفاظتی دیگری موهای سر خود را کاملا بپوشانند.

۲-۱۰-۲-۸- کلاه ایمنی جوشکار یا برشکار باید مجهز به سپر جوشکاری باشد به‌گونه‌ای که در هنگام بالا زدن فیلتر جوشکاری، چشم‌ها و صورت کارگران را در برابر پرتاب ذرات سرباره محافظت کند.

۲-۱۰-۳- عینک ایمنی و سپر محافظ صورت

۲-۱۰-۳-۱- به هنگام جوشکاری، برشکاری، آهنگری، ماسه‌پاشی (سند بلاست)، بتن‌پاشی (شاتکریت)، تخریب و نظایر آن که نوع کار باعث ایجاد خطرهایی برای سر و صورت و چشم کارگران می‌شود، باید عینک ایمنی و سپر محافظ صورت استاندارد، مناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و در اختیار کارگران قرار گیرد.

۲-۱۰-۳-۲- عینـک حـفاظتی باید سبک و محکم بوده، کاملاً روی صورت قرار گیـرد و در صورت لزوم به حفاظ‌های جانبی مجهز شود.

۲-۱۰-۳-۳- قاب عینک‌های حفاظتی برای کارگرانی که در معرض باد و یا گردوغبار هستند، باید مقاوم، قابل انعطاف و ضدحساسیت بوده و کاملاً با صورت کارگر مطابقت داشته باشد.

۲-۱۰-۳-۴- عینک‌های حفاظتی برای کارگرانی که با فلزات مذاب یا جرقه‌های گدازآور کار می‌کنند، باید در برابر حرارت مقاوم باشند.

۲-۱۰-۳-۵- جنس قاب عینک‌های حـفاظتی برای کارگرانی که با مایـعات خورنده و گازهای خطرناک کار می‌کنند، باید نرم، قابل انعطاف و مقاوم در برابر مایعات و گازهای مذکور باشد، به نحوی که از نفوذ آنها به داخل چشم جلوگیری نماید.

۲-۱۰-۳-۶- کارگرانی که دارای نقص بینایی بوده و از عینک‌های طبی استفاده می‌کنند باید از عینک‌هایی استفاده نمایند که ضمن تامین بینایی کامل کارگر، شرایط ایمنی لازم را نیز برای آنان فراهم کند.

۲-۱۰-۳-۷- در محیط‌های کاری که احتمال وجود تابش‌های نوری (فرابنفش، مادون قرمز)، گردوغبار، گازها و بخارات مضر وجود دارد، باید برای پیشگیری از عوارض چشمی، حساسیت و سوزش چشم، عینک‌های حفاظتی مناسب (گاگل) تهیه و در اختیار کارگران قرار داده شود.

۲-۱۰-۳-۸- استفاده از عینک‌های با تراز حفاظتی برای کارگرانی که احتمال خطر برخورد اجسام به چشم آنها زیاد است، ممنوع بوده و باید از عینک‌هایی با تراز ایمنی استفاده شود.

۲-۱۰-۳-۹- شماره‌های درجه‌بندی و تیرگی فیلترهای محافظ چشم مربوط به انواع جوشکاری، برشکاری باید متناسب با نوع عملیات بر اساس استاندارد مربوط به اشعه‌ها انتخاب شود.

۲-۱۰-۳-۱۰- عینک‌ها و سپرهای محافظ دستی باید به خوبی نگهداری شده و همواره تمیز و بدون عیب باشند.

۲-۱۰-۳-۱۱- سپر محافظ صورت باید کاملا شفاف بوده و میدان دید لازم را تامین نماید.

۲-۱۰-۳-۱۲- فیلتر و پوشش بیرونی در محافظ‌های دستی، عینک‌های جوشکاری و کلاه با شیلد (سپر) جوشکاری، باید در مقابل پاشش مواد جوشکاری، سایش و خردشدن موضعی، مقاوم بوده و از جنس شیشه یا پلاستیک شفاف نسوز باشد.

۲-۱۰-۴- کفش ایمنی

۲-۱۰-۴-۱- برای تمام کارگرانی که هنگام کار، پاهای‌شان در معرض خطر برخورد با اجسام داغ و برُنده و خورنده یا سقوط اجسام قرار دارند، یا مستلزم راه رفتن بر روی سطوح لغزنده، ناهموار و گل‌آلود هستند، همچنین هرگاه اجرای عملیات در آب‌وهوای بسیار گرم یا بسیار سرد صورت می‌گیرد و یا خطر گزیدگی، نیش زدن و حمله حشرات و حیوانات وجود داشته باشد، باید کفش و پوتین ایمنی استاندارد، متناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و در اختیار کارگران قرار داده شوند. برای کارگرانی که در معرض خطر برق‌گرفتگی قرار دارند، باید کفش ایمنی مخصوص عایق الکتریسیته (عدم استفاده از کفش‌های پنجه فولادی)، تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

۲-۱۰-۴-۲- کفش‌ها و پوتین‌های ایمنی باید به‌راحتی قابل پوشیدن و درآوردن باشند و بند آنها به آسانی باز و بسته شود.

۲-۱۰-۴-۳- کارگرانی که احتمال سقوط اجسام سنگین روی انگشتان پای آنها وجود دارد، باید از کفش یا چکمه با سرپنجه ایمنی استفاده نمایند.

۲-۱۰-۴-۴- کارگرانی که با مواد خورنده مواجهه دارند، باید ازکفش‌های لاستیکی یا جنس مقاوم در برابر این‌گونه مواد استفاده کنند.

۲-۱۰-۴-۵- کفش‌های کارگرانی که با فلزات مذاب، مواد داغ و خورنده کار می‌کنند، باید مقاوم بوده و لبه کفش برای جلوگیری از نفوذ مواد مذکور به داخل آن کاملاً به پا و قوزک پا چسبیده و فاقد سوراخ بندِکفش باشد.

۲-۱۰-۴-۶- در محیط‌هایی که احتمال بروز جرقه الکتریکی و انفجار وجود دارد، کفش‌های مورد استفاده باید نارسانا و فاقد هر گونه قطعه فلزی بوده و دارای زبانه متصل به دو طرف کفش و ساق بلند باشند.

۲-۱۰-۴-۷- در محیط‌هایی که احتمال نفوذ اجسام تیز و بُرنده به کف پا وجود دارد کارگران باید از کفش‌های مخصوص که در زیر آن‌ها ورقه فلزی مقاوم به‌کار رفته استفاده نمایند.

۲-۱۰-۵- چکمه و نیم‌چکمه لاستیکی

در عملیات بتن‌ریزی و در مواردی که کار ساختمانی الزاماً در آب انجام می‌شود، به‌منظور حفاظت پای کارگران در مقابل بتن، رطوبت، آب، گل و از این قبیل باید به تناسب نوع کار، چکمه یا نیم‌چکمه لاستیکی استاندارد تهیه و در اختیار آنان قرار گیرد.

۲-۱۰-۶- گتر[1] حفاظتی پا

به منظور حفاظت قسمت‌های پایینی ساق پای کارگرانی که در معرض پاشش فلزات مذاب یا جرقه‌های جوشکاری یا برشکاری و قیر مذاب قرار دارند باید گتر حفاظتی مناسب تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

۲-۱۰-۷- دستکش حفاظتی (حفاظت دست و بازو)

۲-۱۰-۷-۱- در هر نوع عملیات یا کار با وسایل و تجهیزاتی که ممکن است دست و بازو مجروح شود یا به‌طور مداوم با مواد شیمیایی خطرناک در تماس باشد و نیز درکارهایی که دست ها با اشیای داغ، تیز، بُرنده و خشن و یا مواد خورنده و تحریک‌کننده پوست مواجهه دارند، باید برای حفاظت دست کارگران، دستکش‌های حفاظتی استاندارد و ساق‌دار، متناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و به شرح ذیل در اختیار آنان به قرار داده شود:

الف- کارگرانی که مواد و مصالح داغ مانند قیر و آسفالت حمل می‌کنند باید از دستکش‌های حفاظتی مقاوم در برابر حرارت استفاده کنند.

ب- کارگرانی که با اشیای نوک تیز و برنده کار می‌کنند باید از دستکش‌های مقاوم در برابر پارگی و سوراخ شدگی استفاده کنند.

پ- کارگرانی که با روغن و سایر مواد شیمیایی سروکار دارند باید از دستکش‌های حفاظتی مقاوم در برابر این مواد استفاده کنند.

ت - کارگرانی که با آهک و سیمان سروکار دارند باید از دستکش‌های حفاظتی مقاوم در برابر این مواد استفاده کنند.

ث- راننده های ماشین‌آلات ساختمانی مانند لودر و بولدوزر برای جلوگیری از بروز ناراحتی‌های پوستی باید از دستکش‌های مناسب استفاده کنند.

ج- کارگرانی که با برق سروکار دارند باید از دستکش‌های عایق با مشخصات استاندارد استفاده کنند به طوری که مقاومت الکتریکی آنها متناسب با حداکثر ولتاژ اسمی دستگاه باشد.

۲-۱۰-۷-۲- اندازه، جنس و شکل دستکش باید به‌گونه‌ای باشد که ضمن تامین راحتی انگشتان، حرکت آنها در درون دستکش به سادگی امکان‌پذیر باشد.

۱- گتر نوعی وسیله حفاظت فردی است که حدفاصل فضای خالی بین لبه شلوار تا روی کفش را می‌پوشاند و بسته به نوع فعالیت از جنس و اندازه‌های مختلف تهیه می‌شود.

۲-۱۰-۷-۳- کارگرانی که با دستگاه مته برقی و یا کارهایی که احتمال درگیری آن با قطعات متحرک و گردنده ماشین‌آلات وجود دارد کار می‌کنند، نباید از هیچ نوع دستکشی استفاده نمایند.

۲-۱۰-۷-۴- دستکش‌های لاستیکی باید برای حصول اطمینان از سالم بودن آنها، قبل و بعد از استفاده با هوای فشرده مورد آزمون قرار گیرند.

۲-۱۰-۷-۵- نشانه‌گذاری دستکش‌ها باید علاوه بر مشخصات مشترک همه وسایل حفاظت فردی، شامل موارد زیر باشد:

الف- اندازه[۱]

ب ـ حداکثر دما در مواردی که دمای مجاز برای تمیز کردن دستکش زیر $82\ ^{\circ}C$ است.

۲-۱۰-۸- لباس کار

۲-۱۰-۸-۱- کارگران و کارکنانی که حین اجرای کار، در معرض پرتاب اشیای ریز یا براده‌های داغ، استنشاق گردوغبار و سایر ذرات معلق در هوا، پاشیدن اسید یا بخارات آن، تماس با مواد و مصالح گرم می‌باشند، یا در محیط خیلی گرم و یا خیلی سرد کار می‌کنند، یا با گازوئیل، روغن، گریس، رنگ و سایر مواد شیمیایی سروکار دارند باید به لباس کار مناسب مجهز شوند.

۲-۱۰-۸-۲- در تمام محل‌های کار، باید کیفیت، جنس، رنگ، طرح و اندازه لباس کار، متناسب با شرایط محیطی، خطرات کار و اندازه کارگر باشد. لبـاس کار باید ضمن تامین حفاظت کافی، راحت، سبک و متناسب با بدن باشد و هیچ قسمت آن نباید آزاد باشد. قسمت‌هایی از لباس کار که در تماس با بدن کارگر می‌باشد باید فاقد زبری، لبه‌های تیز و برجسته باشد تا از تحریک پوست و یا عوارض دیگر جلوگیری به‌عمل آید.

۲-۱۰-۸-۳- لباس کار باید حتی‌الامکان فاقد جیب بوده و در صورت نیاز، جیب‌های آن کوچک و تعداد آنها کم باشد.

۲-۱۰-۸-۴- لباس کار کارگرانی که احتمال درگیری آنها با قطعات متحرک ماشین‌آلات از قبیل مته برقی و دستگاه فرز وجود دارد، باید کاملا بسته، فاقد شکاف، چین‌خوردگی، پلیسه، لبه برگردان، درز و یا موارد مشابه باشد. آویزان کردن زنجیر، ساعت، کلید و نظایر آنها و نیز استفاده از شال گردن و موارد مشابه روی لباس کار مجاز نیست.

۲-۱۰-۸-۵- لباس کار پرچمدار، مباشر عملیات خاکی و فرد علامت دهنده و سایر کارگرانی که در عملیات اجرایی یا کنترل ترافیک در مسیر تردد ماشین آلات فعالیت می‌کنند باید مطابق بند ۲-۷-۳-۶ از قابلیت دید بالایی برخوردار باشد به طوری که از راه دور به خوبی قابل تشخیص باشد.

۲-۱۰-۸-۶- لباس کار برای جوشکاری و برشکاری و مشاغل مشابه آن باید در برابر پرتاب ذرات داغ فلزی حاصل از جوشکاری و سوختگی مقاوم باشد. پیش‌بندهای محافظ در برابر شعله، جرقه و فلزات مذاب، باید تمام سینه را پوشانده و

۱- Size

از جنس مقاوم در برابر شعله تهیه شود. لباس‌کار جوشکاران و برق‌کاران باید از جنس نارسانا بوده و فاقد قطعات فلزی از قبیل دکمه، زیپ و موارد مشابه باشد.

۲-۱۰-۸-۷- برای نشانه‌گذاری لباس کار جهت مشخص شدن نوع حفاظت ایجادشده، باید از علایم تصویری مربوط به آن استفاده شود.

۲-۱۰-۸-۸- پیمانکار موظف است در هر سال دو دست لباس کار در اختیار کارگران بگذارد.

۲-۱۰-۹- ماسک تنفسی

۲-۱۰-۹-۱- در مواردی که جلوگیری از انتشار گردوغبار، گازها و بخارهای شیمیایی زیان‌آور و یا تهویه محیط آلوده به مواد مزبور، از لحاظ فنی ممکن نباشد، باید ماسک تنفسی حفاظتی استاندارد، مناسب با نوع کار، شرایط محیط و خطرهای مربوط، تهیه و در اختیار کارگران قرار داده شود.

۲-۱۰-۹-۲- وسایل محافظ دستگاه تنفسی باید به‌گونه‌ای روی صورت قرارگیرند که هیچ‌گونه منفذی برای نفوذ گازها و هیچ‌گونه ذرات گردوغبار وجود نداشته باشد. عدسی چشمی باید به‌گونه‌ای بر روی ماسک کامل نصب شود که از نفوذ گاز ممانعت به‌عمل آورد. عدسی چشمی ماسک کامل، باید میدان دید مناسب و کافی را تامین نموده و باعث ایجاد اختلال در دید نشود.

۲-۱۰-۹-۳- نوع فیلتر به‌کاررفته در انواع ماسک‌ها باید متناسب با نوع کار شرایط محیطی و آلاینده‌های محیط کار باشد. فیلتر باید در برابر دما، رطوبت و مواد فاسدکننده مقاوم و مستحکم باشد و لایه‌های میانی آن در برابر مواد خورنده مقاوم بوده و ذرات آن برای استفاده‌کننده مضر نباشد. اتصال بین فیلتر و بدنه ماسک باید محکم و بدون منفذ بوده و فیلتر آن به‌سادگی قابل تعویض باشد. درج تاریخ تولید و انقضا بر روی ماسک و فیلترهای آن الزامی بوده و برای فیلترهای ویژه (اکسیدهای نیتروژن- جیوه) باید مدت زمان استفاده و نوع کاربرد نیز درج شود. حداکثر وزن فیلتر همراه با نیم‌ماسک نباید از ۳۰۰ گرم بیشتر و حداکثر وزن فیلتر همراه با ماسک نباید از ۵۰۰ گرم بیشتر شود.

۲-۱۰-۹-۴- شستشو و ضدعفونی نمودن ماسک‌ها فقط با رعایت دستورالعمل‌ها و توصیه‌های شرکت تولیدکننده و همچنین رعایت اصول ایمنی مجاز است. ماسک تنفسی که مورد استفاده قرار گرفته، قبل از اینکه در اختیار فرد دیگری قرار داده شود، باید با آب نیم‌گرم و صابون شسته و کاملاً ضدعفونی شود.

۲-۱۰-۹-۵- ماسک‌های تنفسی را در مواقعی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، باید در محفظه‌های در بسته نگهداری شود.

۲-۱۰-۹-۶- در محیط‌هایی که میزان اکسیژن موجود در هوا کمتر از حد مجاز باشد، کارگران باید از ماسک‌ها و تجهیزات هوارسان متناسب با نوع فعالیت و با توجه به دستورالعمل‌ها و توصیه‌های شرکت تولیدکننده و با رعایت اصول ایمنی استفاده نمایند.

۲-۱۰-۱۰- محافظ گوش

۲-۱۰-۱۰-۱-هرگاه در محل کار، کارگران در معرض صداهای شدید و مداوم باشند، باید گوشی حفاظتی مناسب تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

۲-۱۰-۱۰-۲-گوشی حفاظتی (ایرماف)[۱] باید کاملا لاله گوش را پوشانده، از مواد جاذب صدا ساخته شده و در تماس مستقیم با پوست، ایجاد عرق و حساسیت نکند.

۲-۱۰-۱۰-۳- طول باند اتصالی گوشی حفاظتی باید متغیر و قابل‌انطباق با وضعیت سر باشد. قابلیت ارتجاعی گوشی حفاظتی باید به‌حدی باشد که از ایجاد هر نوع فشار یا ناراحتی برای سر جلوگیری کند.

۲-۱۰-۱۰-۳- بخش‌های فلزی گوشی حفاظتی باید در برابر اکسید شدن مقاوم بوده و قابل ضدعفونی کردن باشد.

۲-۱۰-۱۰-۴- حفاظ گوش در صورتی‌که یکبار مصرف نباشد باید باید هر روز تمیز شود. ضمنا گوشی‌های مشترک قبل از استفاده باید ضدعفونی گردند. در مواقعی‌که گوشی حفاظتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، باید در جلد مخصوصی نگهداری شود تا در اثر تماس با روغن، چربی و سایر مواد دچار آلودگی و فرسودگی نشود.

۲-۱۰-۱۰-۵- پلاگ[۲] باید به‌گونه‌ای باشد که به سهولت و بدون آسیب در مجرای گوش خارجی قرار گرفته، آن را بپوشاند و به‌راحتی از گوش خارج نشود. رعایت مسائل بهداشتی پلاگ‌ها الزامی بوده و در زمان عدم استفاده باید در محفظه مخصوصی نگهداری شوند.

۲-۱۰-۱۱- تجهیزات سیستم توقف سقوط

۲-۱۰-۱۱-۱- در سیستم‌های توقف سقوط که برای محافظت از کارگران شاغل در عملیات کار در ارتفاع به‌کارگرفته می‌شوند، باید وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع از قبیل هارنس تمام تنه، لنیارد، لایف‌لاین افقی و عمودی، شوک‌گیر (جاذب انرژی)، ابزار قفل‌شونده خودکار، قلاب قفل شونده (کارابین) و سایر تجهیزات مورد استفاده از نوع استاندارد تهیه و در اختیار کارگران قرار داده شود.

۲-۱۰-۱۱-۲- هارنس تمام‌تنه باید کاملاً با اندازه بدن کاربر منطبق بوده و هنگام استفاده از آن، از سطح بدن جابجا نشود.

۲-۱۰-۱۱-۳- هارنس مورد استفاده در سیستم‌های توقف سقوط، باید دارای حلقه جناغی (سینه‌ای) و پشتی بوده و ابزار متوقف کننده سقوط به تناسب نوع عملیات، به این حلقه‌های سینه‌ای یا پشتی متصل شود.

۲-۱۰-۱۱-۴- کمربندهای ایمنی مورد استفاده در سیستم‌های محدودکننده باید دارای حلقه شکمی باشند.

۱- Ear muff: نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که با قرارگیری در روی گوش و پوشاندن لاله آن از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حد مجاز به گوش جلوگیری می‌کند.

۲- Plugs: نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که در داخل مجرای شنوایی قرار گرفته و با مسدود کردن آن از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حدمجاز به پرده صماخ و انتقال آن به گوش داخلی جلوگیری می‌کند.

۲-۱۰-۱۱-۵- قبل از هر بار استفاده از وسایل مذکور، تمام قسمت‌ها و اجزای آن‌ها باید از نظر داشتن خوردگی، پارگی، بریدگی و یا هرگونه عیب و نقص دیگر مورد بازدید و کنترل قرار گیرد. باید بر اساس شرایط و دستورالعمل‌های تولیدکننده آن‌ها، اقدامات نگهداری و بازرسی‌های ادواری به‌عمل آمده و به‌طرز صحیح انبارداری شده و در معرض مواد آسیب رسان به‌ویژه اسیدها، حلال‌ها، رنگ‌ها و سطوح تیز و برنده قرار نگیرند.

۲-۱۰-۱۲- جلیقه نجات

در موقع کار بر فراز و یا نزدیکی آب و موقعی که خطر غرق شدن کارگران وجود دارد، باید جلیقه نجات مناسب تهیه و در اختیار کارگران قرار گیرد و یک قایق نجات همواره در محل و در دسترس قرار داشته باشد.

۲-۱۰-۱۳- تجهیزات حفاظت فردی در برابر پرتوهای یونساز

۲-۱۰-۱۳-۱- استفاده از دزیمترهای فردی TLD، دزیمتر با قرائت مستقیم و دزیمتر هشداردهنده، همچنین دزیمترهای محیطی برای پایش میزان اشعه موجود در محیط اجرای عملیات پرتونگاری الزامی است.

۲-۱۰-۱۳-۲- هنگام اجرای عملیات پرتونگاری صنعتی باید تجهیزات ایمنی و حفاظتی در شرایط اضطراری شامل محافظ‌ها (کالیماتورها) از قبیل روپوش، جلیقه سربی، ساق‌بند سربی، دستکش سربی، عینک سربی، چندین کیسه سربی، انبر بلند در سایزهای مختلف مطابق با استانداردهای تعیین شده توسط مرجع صاحب صلاحیت در دسترس تیم اجرایی قرار داشته باشند.

۲-۱۱- علایم

۲-۱۱-۱- انواع علائم

انواع علائم کارگاهی و محل کاربرد آنها باید مطابق جدول ۲-۹ باشد.

جدول ۲-۹- انواع علائم کارگاهی

نوع علامت	کلمه اعلان	کاربرد
علایم خطر	درج کلمه «خطر» در بالای علامت	در مواقعی که خطر بسیار جدی افراد را تهدید می‌کند، به‌کار می‌روند بیانگر موقعیتی است که به‌صورت بالفعل خطرناک بوده و به‌طور آنی و غیرمنتظره منجر به مرگ یا صدمات شدید و بسیار جدی به افراد خواهدشد این علایم نشان دهنده یک خطر قطعی است.
علایم هشدار دهنده	درج کلمه «هشدار» در بالای علامت	بیانگر موقعیتی است که به‌صورت بالقوه خطرناک بوده و در صورت عدم اجتناب می‌تواند منجر به مرگ یا آسیب‌دیدگی جدی به افراد شود. هرگاه احتمال وقوع خطری مابین سطوح «خطر» و «احتیاط» باشد، باید علامت ایمنی «هشدار» به‌کار گرفته شود.
علایم احتیاط	درج کلمه «احتیاط» در بالای علامت	بیانگر موقعیتی که به‌صورت بالقوه خطرناک بوده و در صورت عدم پیشگیری، ممکن است منجر به ایجاد آسیب‌های جزئی، خفیف و نه چندان جدی به افراد شود.
علایم آگاه‌کننده	درج کلمه «توجه» در بالای علامت	بیانگر خط مشی ایمنی کارگاه برای حفاظت از منابع انسانی و مادی و حاوی اطلاعات عمومی برای جلوگیری از سردرگمی و سوءتفاهم در برخی از موقعیت‌ها است.
علایم دستورالعمل‌های ایمنی	-	بیانگر و یادآور آموزش دستورالعمل‌های عمومی مرتبط با کار ایمن بوده و نشان‌دهنده روند انجام صحیح کار به افراد و مشخص‌کننده موقعیت و محل تجهیزات و ابزار ایمنی و کمک‌های اولیه است. استفاده در محل‌هایی که نیاز به دستورالعمل‌ها و پیشنهادات عمومی در ارتباط با معیارهای ایمنی دارند
علایم خطرات بیولوژیکی	-	برای نشان دادن حضور بالقوه یا بالفعل خطر مواد و عوامل زیست محیطی دارای قابلیت به مخاطره انداختن سلامتی افراد و شیوع بیماری‌های مسری نصب بر روی وسایل، تجهیزات، ظروف، اماکن و مواد آلوده به این عوامل
علایم خطرات امواج تشعشعی	-	نصب در موقعیت‌هایی که خطرات حاصل از تابش امواج ایکس، آلفا، بتا، گاما و یا سایر پرتوهای یونیزان که بر سلامت بدن اثر سوء و مرگبار دارند. نصب بر روی تجهیزات، محتویات، محل‌ها و وسایل و ابزاری که با این پرتوها آلوده شده‌اند.
علایم نشان دهنده جهت	-	مجزا از علایم راهنمایی و رانندگی و برای نشان دادن جهت مکان‌های مختلف در کارگاه
علایم ایمنی حریق	درج کلمه «حریق» در بالای علامت	حاوی اطلاعاتی مربوط به امکانات و تجهیزات اطفای حریق، نحوه کاربرد آنها در مواقع لزوم و راه‌های خروج اضطراری در زمان وقوع آتش‌سوزی علایم ایمنی حریق شامل علایم ترکیبی که کلمه اعلان آنها یکی از عبارات خطر، هشدار، احتیاط، توجه و یا سایر کلمات اعلان خطر، به همراه عبارات یا اشکال ایمنی مربوط به پیشگیری از آتش‌سوزی و حریق در پایین کادر اصلی
علایم ترافیکی و راهنمایی و رانندگی		استفاده در کارگاه‌هایی که در آنها وسایل نقلیه جابجا می‌شوند (طبق ضوابط مربوط به مقررات راهنمایی و رانندگی)، برای جابجایی ایمن این وسایل و حفظ سلامتی افراد پیاده‌رو در تمامی محل‌های مورد نیاز
علایم خروج اضطراری		به منظور راهنمایی و خروج سریع افراد در هنگام وقوع سوانح و حوادث در کارگاه‌ها به سمت مکان‌های منتهی به مسیرها و درب‌های خروج اضطراری از محل وقوع حادثه

۲-۱۱-۲- مفهوم رنگ در علائم

رنگ‌های به‌کار رفته در علائم ایمنی، باید به شکلی انتخاب شوند که معرف ماهیت اصلی علامت مربوط، شدت و نوع خطری باشند که افراد در معرض آن هستند. رنگ‌ها باید بر اساس ۲-۱۰ انتخاب شوند.

جدول ۲-۱۰- مفاهیم رنگ‌های مورد استفاده در علائم

رنگ	معنا و مفهوم	دستور
قرمز	بازدارنده (اعلام خطر)	کار خطرناک، ایست، توقف اضطراری، تخلیه
	آگاه کننده (حریق)	تجهیزات آتش‌نشانی
زرد (کهربایی)	هشداردهنده (احتیاط)	احتیاط کنید، مواظب باشید، بیازمائید
آبی	الزام کننده و حکم کننده	کار یا اقدام خاص مثل استفاده از وسایل حفاظت فردی
	آگاه کننده نسبت به راه و امکانات مربوط به افراد ناتوان جسمی و حرکتی	فضای پناه، امکانات مناسب سازی شده برای استفاده از افراد ناتوان جسمی و حرکتی
سبز	آگاه کننده (به شرایط ایمن)	راهنمایی به خروجی‌های حریق، راه‌های امداد رسانی، کمک‌های اولیه و برگشت به حالت عادی
نارنجی	آگاه کننده	خطرات بیولوژیکی
ارغوانی	آگاه کننده	خطرات تشعشعی و تابشی

۲-۱۱-۳- مفهوم شکل در علائم

علائم تصویری و دیداری باید با ترکیبی از شکل، رنگ و نوشته، سمبل و نشانه تصویری، حاوی پیام مشخصی برای مخاطبین باشند. انواع علائم تصویری و دیداری قابل کاربرد در جداول ۲-۱۱ و ۲-۱۲ ارائه شده است.

جدول ۲-۱۱- علائم تصویری

نوع علائم	کاربرد	خصوصیات اصلی	نشانه
علائم تصویری بازدارنده	منع‌کننده کاری است که احتمال خطر را افزایش می دهد یا آن را به‌وجود می آورد	• دایره‌ای شکل • نشانه تصویری به رنگ سیاه روی زمینه سفید با حاشیه دایره و خط مورب به رنگ قرمز (از چپ به راست که قسمت قرمز رنگ باید حدقل ۳۵٪ سطح علامت را بپوشاند.)	
علائم تصویری هشدار دهنده	علائمی که احتمال بروز خطر را هشدار داده و لزوم احتیاط در انجام کار را بیان می کند	• مثلثی شکل • نشانه تصویری به رنگ سیاه روی زمینه زرد با حاشیه سیاه قسمت زرد رنگ باید حداقل ۵۰٪ سطح علامت را بپوشاند.	
علائم تصویری الزام‌کننده	علائمی که الزام و اجبار در کار خاصی را بیان می کند.	• دایره‌ای شکل • نشانه تصویری سفیدرنگ روی زمینه آبی (قسمت آبی رنگ باید حداقل ۵۰ ٪ سطح علامت را بپوشاند)	
علائم تصویری مربوط به خروج اضطراری و کمک های اولیه	علائمی که اطلاعاتی راجع به امکانات نجات و امداد مثل مسیر خروج، مسیر امدادرسانی، فضای پناه، کمک‌های اولیه و نظایر آن را ارائه می‌کنند.	• مربع یا مستطیل شکل • نشانه تصویری سفید رنگ روی زمینه سبز	
علائم تصویری مربوط به وجود تجهیزات آتش‌نشانی	علائمی که اطلاعات راجع به امکانات و تجهیزات آتش‌نشانی، از قبیل محل و جهت رسیدن به آنها را ارائه می کنند	• مربع یا مستطیل شکل • نشانه تصویری سفید رنگ روی زمینه قرمز (قسمت قرمز رنگ حداقل ۵۰ ٪ سطح علامت را بپوشاند)	

جدول ۲-۱۲- نمونه علائم تصویری

نمونه علائم بازدارنده	
نمونه علائم تصویری هشدار دهنده	
نمونه علائم تصویری الزام کننده	
نمونه علائم تصویری مکمل مربوط به خروج اضطراری و کمک‌های اولیه	
نمونه علائم تصویری مربوط به وجود تجهیزات آتش‌نشانی و علائم مکمل	

۲-۱۱-۴- طراحی علایم و برچسب‌ها

در ساخت، اجرا و نصب تابلوهای علایم و برچسب‌های ایمنی، موارد زیر باید رعایت شود:

۲-۱۱-۴-۱- ساخت و نصب هرگونه تابلوی تجاری، علائم ایمنی، ترافیکی و سردر ورودی محوطه کارگاه، با لحاظ نمودن نیروهای وارده بر آن از قبیل باد و زلزله و استفاده از پایه و مهار مناسب انجام شود.

۲-۱۱-۴-۲- علایم باید دارای گوشه‌های گرد و ضخیم بوده و فاقد لبه‌های تیز، تراشه، گره و یا سایر برآمدگی‌های بُرنده باشند.

۲-۱۱-۴-۳- تهیه تابلوی علایم و برچسب‌های ایمنی بر روی سطوح شیشه‌ای و یا سایر سطوح شکننده ممنوع است مگر آنکه از جنس شیشه‌های نشکن بوده یا دارای شبکه محافظ داخلی باشند.

۲-۱۱-۴-۴- پیام نوشتاری باید ساده، گویا، صریح و روشن بوده، به آسانی قابل خواندن باشد و به‌سهولت و به‌موقع به مخاطبین منتقل شود.

۲-۱۱-۴-۵- در برچسب‌های ایمنی باید سعی شود هر تصویر نشان‌دهنده یک خطر بوده و از اشاره به چند خطر در مواردی که قالب یک تصویر اجتناب شود، مگر درمواردی‌که خطرات، بسیار مشابه و در ارتباط با یکدیگر باشند.

۲-۱۱-۴-۶- کلمات و عبارات کادر پیام نوشتاری باید به زبان فارسی باشد، مگر در موارد خاص.

۲-۱۱-۴-۷- حد زیرین ارتفاع تابلوهای علایم ایمنی که ممکن است از زیر آنها عبور و مرور افراد صورت گیرد نباید کمتر ۲٫۱ متر از سطح زمین باشد.

۲-۱۱-۴-۸- تمام تابلوهای علایم ایمنی باید در محلی نصب شوند که در هر موقع از شبانه‌روز برای کارگران و افراد در معرض خطر، به سهولت قابل دید باشند.

۲-۱۱-۴-۹- تابلوهای علایم ایمنی برحسب شرایط و با توجه به نوع کاربرد و محل نصب آن باید به‌صورت روزرنگ، شبرنگ و یا ساخته شده از مواد بازتابنده نور بوده و یا دارای لامپ روشنایی باشند.

۲-۱۱-۴-۱۰- در صورتی‌که بر اثر عدم وجود روشنایی کافی در محیط کار، تابلوهای علایم نصب شده به‌راحتی قابل رویت نباشند، باید برای رویت آنها از وسایل روشنایی مناسبی استفاده شود.

۲-۱۱-۴-۱۱- تابلوی علایم و برچسب‌های ایمنی باید در محل نصب‌شده از آسیب‌های احتمالی، خراشیدگی و سایش، امواج ماورای بنفش، گردوغبار، پاشش مواد شیمیایی و روغن‌ها، رنگ پریدگی و سایر آسیب‌ها محافظت شوند.

۲-۱۱-۴-۱۲- تابلوهای علایم ایمنی و برچسب‌ها تا حد ممکن نزدیک به خطرات مربوط و در فاصله مشاهده ایمن نصب گردند، به نحوی که مخاطب فرصت انجام عکس‌العمل و اقدام مناسب را داشته باشد.

۲-۱۱-۴-۱۳- نصب بیش از ۳ تابلو از علایم ایمنی مختلف و ۷ برچسب، در یک مکان و در مجاورت یکدیگر ممنوع می‌باشد.

۲-۱۱-۴-۱۴- نصب تابلوی علایم ایمنی در محل‌های خطرناک مانند لبه پرتگاه‌ها، انبارها، محل‌های عبور و مرور، محل ذخیره مواد خطرناک و سایر مکان‌هایی که احتمال وقوع حادثه را داشته باشد، الزامی است.

۲-۱۱-۴-۱۵- نصب تابلوی علایم ایمنی بر روی تیرهای برق یا درختان، صخره‌ها و سایر عناصر طبیعی و در محل پنجره یا درب، روزنه‌ها، بازشوها و نورگیرها، کانال‌های تهویه و در مسیرهای عبور کارگران مانند پلکان‌ها، نردبان‌ها و راه‌های خروج اضطراری، ممنوع است. نصب آنها باید به‌گونه‌ای باشد که هیچ بخشی از سطح یا پایه آنها مانع استفاده از هر نوع پله فرار و خروجی‌ها نشود.

۲-۱۱-۴-۱۶- قرارگرفتن هرگونه مانعی در مقابل تابلوی علایم ایمنی در محوطه بیرونی و باز کارگاه از جمله درخت، بوته، علف هرز و پوشال، وسایل نقلیه، ابزار و ماشین‌آلاتی که منجـر به عدم دید کامل این تابلوها می‌شوند، ممنوع است. نصب تابلوهای کارگاه، نباید مانع دید یا وارد آمدن صدمه به علائم انتظامی و کنترل ترافیک و ایجاد اغتشاش عبور یا اشتباه در هدایت وسیله نقلیه شود.

۲-۱۱-۴-۱۷- تابلوهای علایم ایمنی باید به‌گونه‌ای نصب شوند که احتمال هرگونه سقوط و یا جابجایی آنها به‌صورت کنده شدن، لرزش یا چرخش توسط جریان هوا و یا کارکرد دستگاه‌ها وجود نداشته باشد.

۲-۱۱-۴-۱۸- در صورتی‌که برحسب شرایط، تابلو و برچسب ایمنی به‌کار رفته مدتی قبل از زمان انقضا، ناخوانا شده و یا از بین رفته باشد، باید در اسرع وقت نسبت به تعویض یا ترمیم آن اقدام شود.

۲-۱۱-۴-۱۹- با تغییر شرایط و از بین رفتن احتمال خطر یا شرایط خطرساز در کارگاه و یا پایان مراحل کار، باید به منظور جلوگیری از گمراه شدن کارگران، علایم نصب‌شده، سریعاً به‌طور ایمن پوشانده شده و یا جمع‌آوری گردند.

۲-۱۱-۴-۲۰- بازدید از تابلوها توسط مسئول مربوط به منظور پایداربودن، استحکام و ایمنی تابلو و سازه آن باید حداقل در مراحل زیر انجام گیرد:

الف- قبل از شروع به استفاده از آن

ب- پس از هرگونه تغییرات و ایجاد وقفه در استفاده از آن

پ- پس از وقوع باد شدید، طوفان، زلزله و عوامل مشابه که استحکام و پایداری تابلوها مورد تردید قرارگیرد.

۲-۱۱-۴-۲۱- تابلوی علایم و برچسب‌های ایمنی را باید در زمان‌های لازم تمیز و به دقت از آنها نگهداری کرد تا محتوای آنها به آسانی قابل رؤیت باشد.

۲-۱۱-۴-۲۲- تمام شاغلان کارگاهی موظف به حفظ و نگهداری علایم ایمنی موجود در حیطه وظایف و مسئولیت های خویش می‌باشند.

۲-۱۱-۴-۲۳- نصب علایم خطرات امواج تشعشعی در موقعیت‌هایی که خطرات حاصل از تابش امواج ایکس، آلفا، بتا، گاما و یا سایر پرتوهای یونیزان که بر سلامت بدن اثر سوء و مرگبار دارند و نیز بر روی تجهیزات، محتویات، محل‌ها و وسایل و ابزاری که با این پرتوها آلوده شده‌اند، ضرورت دارد.

۲-۱۱-۴-۲۴- تابلوهای موقت معرفی کننده دست اندرکاران امر ساخت در کارگاه‌های ساختمانی که حاوی مشخصات کارفرما، پیمانکار، مشاور و دستگاه نظارت و تاریخ آغاز به‌کار عملیات ساختمانی، کاربری آتی است تا ابعاد حدکثر یک مترمربع در طول مدت ساخت بی‌نیاز از اخذ جواز از مرجع صاحب صلاحیت هستند. تابلوهای هشداردهنده موقت در کارگاه ساختمان در دست احداث که حداکثر مساحت آنها ۰٫۲۵ مترمربع است، بی نیاز از اخذ جواز از مرجع صاحب صلاحیت می‌باشند.

جدول ۲-۱۳-پیام و نحوه درج آن در علامت

پیام و نحوه درج آن در علامت	نمونه تابلو
خطر بیانگر موقعیت خطرناک که موجب مرگ یا آسیب شدید می‌شود رنگ سفید بر روی زمینه قرمز به‌همراه علامت سه‌گوش هشدار ایمنی در کنار آن	
هشدار و اخطار بیانگر موقعیتی خطرناک که می تواند موجب آسیب دیدگی جدی شود. رنگ سیاه بر روی زمینه نارنجی به‌همراه علامت سه گوش هشدار ایمنی در کنار آن	
احتیاط بیانگر موقعیتی خطرناک که می‌تواند موجب آسیب دیدگی جزئی شود رنگ سیاه بر روی زمینه زرد به‌همراه علامت سه‌گوش هشدار ایمنی در کنار آن	
توجه بیانگر اطلاعاتی مهم هستند اما مستقیما به خطر ارتباط ندارند رنگ سفید بر روی زمینه آبی	

جدول ۲-۱۴- نمونه علائم هشدار ایمنی و عنوان پیام

پیام‌های ایمنی با مضمون مشترک در صورت وجود چند پیام ایمنی، بازدارنده، هشداردهنده و الزام آور در محلی از یک کارگاه با مضمون مشترک، تابلوها را می توان به‌صورت چند قسمتی مانند نمونه طراحی و نصب نمود.	
تابلوهای دستور العمل کارگاهی متنی است که با دقت انتخاب می‌شود و به مخاطب مورد نظر به‌صورت خلاصه، دقیق و واضح، پیام تابلو را منتقل می‌کند. این تابلوها برای اعلام اطلاعات تکمیلی مانند رویه‌ها و دستورالعمل‌های ایمنی به کار می‌روند مانند دستورالعمل خاموش کردن ایمن یک تجهیز یا دستگاه. دستورالعمل‌های ایمنی باید به‌صورت دو قسمتی با عنوان «دستورالعمل ایمنی» به رنگ سفید بر روی زمینه سبز و شرح دستورالعمل در ذیل آن تهیه شود.	

۲-۱۱-۵- علائم صوتی ایمنی

فرکانس علامت صوتی باید به‌میزان حداقل ۱۰ دسی‌بل بالاتر از صدای نوفه محیط در همان فرکانس باشد تا وضعیت اضطراری را القا کند، مشروط به آنکه اصوات به سادگی قابل تشخیص بوده و گوش‌خراش نباشند. به‌صورت همزمان فقط باید یک نوع علامت صوتی منتشر شود.

۲-۱۱-۶- علائم ایمنی کلامی

از علائم ایمنی کلامی می توان به‌منظور هدایت عملیات مخاطره‌آمیز استفاده نمود. مکالمات این‌گونه پیام‌ها باید واضح و خلاصه و به‌راحتی قابل درک باشد. در صورت استفاده از علائم کلامی حتی‌الامکان باید از جدول ۲-۱۵ استفاده شود.

جدول ۲-۱۵- علائم ایمنی کلامی

ردیف	کلمه	مفهوم
۱	شروع	شروع عملیات
۲	ایست	قطع موقت عملیات
۳	پایان	پایان عملیات
۴	بالا	بالابردن یک بار
۵	پایین	پایین بردن یک بار
۶	جلو	حرکت به جلو
۷	عقب	حرکت به عقب
۸	راست	حرکت به سمت راست علامت دهنده
۹	چپ	حرکت به سمت چپ علامت دهنده
۱۰	خطر	توقف اضطراری
۱۱	سریع	برای تسریع حرکت

۲-۱۱-۷- علائم ایمنی حرکات دست

علائم ایمنی حرکات دست باید دقیق، ساده، سهل‌الاجرا و قابل درک و مطابق با جدول ۲-۱۶ باشند.

در مواردی ممکن است علائم حرکت دست اعلام شده در جدول ۲-۱۶ کفایت نکند. در چنین مواقعی از علائم توافق شده تکمیلی نیز می توان استفاده کرد. چنانچه شرایط جوی به نحوی باشد که نور کم شود و یا کاهش دید پدید آید، علامت دهنده باید از لباس‌های بازتابنده نور یا خودنور استفاده کند. استفاده از وسایلی مانند راکت یا بازوبندهای شبرنگ نیز برای درک و شناسایی بهتر علائم توصیه می شود.

۲-۱۱-۸- نوار خطر

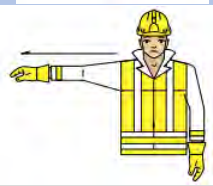
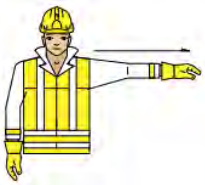
برای جلوگیری از صدمات ناشی از سقوط افراد از ارتفاع، یا اصابت اجسام در حال سقوط و یا تصادم و ...، علاوه بر نصب علائم تصویری ایمنی، در صورت تشخیص دستگاه نظارت و مراجع دارای صلاحیت باید از نصب نرده‌های محافظ استفاده کرد. در صورتی‌که احتمال خطر کم بوده یا حفاظت با دیگر ابزارها ناممکن باشد، علامت‌گذاری مکان خطرناک با استفاده

از نوارهای خطر ممتد زرد و مشکی (قرمز و سفید)، در اطراف مکان فوق‌الذکر الزامی است. در این نوارها، باید بر روی رنگ زمینه، خطوط هاشوری تحت زاویه ۴۵ درجه قرار داشته و کم و بیش دارای اندازه‌های مساوی باشند (شکل ۲-۱۸). استفاده از نوارهای اعلام خطر به معنای ایمن سازی محیط نیست و تنها جنبه اخطاری دارد و باید تدابیر مکمل مقتضی برای ایمن سازی به‌عمل آورده شود.

شکل ۲-۱۸- نوار خطر

جدول ۲-۱۶- علائم حرکت دست

پیام	شرح	نمایش
علائم کلی		
شروع فرمان	دو بازو کاملا باز (۱۸۰ درجه) و کف دستها رو به جلو باشد	
توقف (پایان حرکت، قطع)	بازوی راست به طرف بالا طوری که کف دستها رو به جلو باشد	
پایان کل عملیات	دو دست در حوالی سینه چفت شوند	
حرکات عمودی		
بالا بردن	بازوی راست به طرف بالا طوری که کف دست رو به جلو دارای حرکت دایره‌ای آهسته باشد	
پایین آوردن	بازوی دست راست به طرف پایین با کف دست رو به داخل و دارای حرکت دایره ای آهسته باشد	

فاصله عمودی	فاصله بین دو دست بیانگر حدود فاصله باشد	
حرکات افقی		
حرکت به جلو	دست‌ها خم شده و کف دست‌ها رو به بالا و ساعدها حرکت آهسته به سمت بدن دارند	
حرکت به عقب	دست‌ها خم شده و کف دست‌ها رو به پایین و ساعدها حرکت آهسته برخلاف سمت بدن دارند	
راست	دست راست به‌صورت کشیده باز شده کف دست به سمت پایین و بازو حرکت محدودی به سمت راست دارد	
چپ	دست چپ به‌صورت کشیده باز شده کف دست به سمت پایین و بازو حرکت محدودی به سمت چپ دارد	
فاصله افقی	دست‌ها فاصله تقریبی را نشان می دهد	
خطر		
توقف اضطراری	دست‌ها با کف دست به جلو به سمت بالا	

۲-۱۱-۸-۱- در مکان‌هایی که ایجاد کارگاه موقت در داخل معابر لازم باشد، برای حفاظت جان کارگران در محل‌هایی که حرکت وسایل نقلیه در آن‌ها جریان دارند، محدوده کار باید با نوارهای ممتد به‌صورت واضح و قابل دید ترجیحا با رنگ

سفید یا زرد و با در نظر گرفتن رنگ محیط علامت‌گذاری شوند. ابعاد این علامت‌گذاری باید با مقیاس واقعی موانع و مکان‌های دارای خطر متناسب باشد.

۲-۱۱-۸-۲- نوارها باید طوری قرار بگیرند که فاصله‌ای ایمن بین وسیله نقلیه و ابزارهای لازم را معلوم کند و محل عبور عابرین را از سواره رو تفکیک کند.

۲-۱۱-۸-۳- در جوار کارگاه‌های ساختمانی، راه‌های دائمی و محل‌های مسکونی حتی‌الامکان باید توسط علائم مشابه بند فوق علامت‌گذاری گردند، مگر در صورتی‌که حفاظ مناسب و پیاده رو داشته باشند.

۲-۱۱-۸-۴- در اطراف گودال‌های با خطر سقوط، نصب دستگاه‌های علامت‌دهنده چشمک‌زن نیز توصیه می‌شود. این دستگاه‌ها باید در زمان خطر احتمالی مجهز به لامپ‌های اضافه بوده و تحت مراقبت خاص باشند.

۲-۱۲- تاسیسات برق موقت (دوران ساخت)

۲-۱۲-۱- مشخصات عمومی

۲-۱۲-۱-۱- تمام تجـهیزات الکتریـکی مورد استفاده درکـارگاه باید الزامات ضابطه ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه را رعایت نمایند.

۲-۱۲-۱-۲- تجهیزاتی که برای قطع جریان الکتریکی مدار به‌کار می‌روند، باید با ولتاژ و جریان نامی آن مطابقت داشته باشند.

۲-۱۲-۱-۳- نصب، تنظیم، آزمایش، نگهداری و تعمیرات تمام تجهیزات الکتریکی در کارگاه فقط باید توسط افراد صاحب صلاحیت انجام شود.

۲-۱۲-۱-۴- در زمان اجرای عملیات ساختمانی باید تجهیزات الکتریکی از صدمات ناشی از شرایط فیزیکی و جوی محافظت شوند. تمام تجهیزات الکتریکی شامل شین‌ها، ترمینال‌ها، سیم‌کشی‌ها و عایق‌ها باید کاملاً سالم بوده و نباید با رنگ، گچ، گردوغبار، مواد پاک‌کننده، مواد ساینده و یا دیگر آسیب رسان مواد آلوده شوند.

۲-۱۲-۱-۵- قبل از به‌کارگیری تمام تجهیزات الکتریکی باید از صحت عایق‌بندی الکتریکی قسمت‌های برق‌دار آنها اطمینان حاصل شود.

۲-۱۲-۱-۶- هیچ‌یک از تجهیزات الکتریکی بخصوص سیم‌ها و هادی‌ها نباید در معرض عوامل شیمیایی خورنده، گازها، بخارات، رطوبت، مواد قابل‌اشتعال و انفجار، مایعات یا عوامل دیگر آسیب رسان قرار گیرند، مگر اینکه به‌طور مشخص برای کار در چنین محیط‌هایی طراحی و ساخته شده باشند.

۲-۱۲-۱-۷- تمام تابلوهای برق، جعبه تقسیم‌ها و تجهیزات مشابه دیگر باید دارای علایم هشدار دهنده مناسب باشند.

۲-۱۲-۱-۸- در محل‌های استقرار تاسیسات برق کارگاه (اعم از تابلوها و پست‌های برق کارگاه) یا در مکان‌های استفاده از تجهیزات و ابزارهای برقی، باید با رعایت ضوابط بند ۲-۴-۶، خاموش‌کننده‌های متناسب در دسترس باشد.

۲-۱۲-۱-۹- تمام هادی‌ها، خطوط و تأسیسات برقی در محوطه و حریم کارگاه ساختمانی باید برق‌دار فرض شوند، مگر آنکه خلاف آن ثابت شود.

۲-۱۲-۱-۱۰- موتورهای‌الکتریکی، وسایلی که با موتور کنترل می‌شوند و سیم‌های مدارهای انشعابی موتورهای الکتریکی باید در برابر افزایش دمای ناشی از اضافه بار موتور یا معایب مربوط به روشن‌شدن موتور محافظت شوند.

۲-۱۲-۱-۱۱- به دلیل امکان گرم شدن زیاد و جرقه‌زنی فیوزها و قطع کننده‌های مدار، نگهداری مواد قابل اشتعال و انفجار در مجاورت آنها ممنوع است.

۲-۱۲-۱-۱۲- در صورتی‌که در کارگاه استفاده از وسایل سیار الکتریکی ضروری باشد، باید به تعداد کافی پریز ثابت در نقاط مناسبی که دسترسی آسان و ایمن به آنها میسر باشد، تعبیه شود. دستگاه‌های الکتریکی سیار باید دارای دسته‌هایی از جنس عایق باشند.

۲-۱۲-۱-۱۳- تمام کارگران در کار با وسایل و تجهیزات برقی باید از تجهیزات فردی مطابق بخش ۲-۱۰ استفاده نمایند.

۲-۱۲-۱-۱۴- هنگام استفاده از مترهای فلزی در کنار تجهیزات، لوازم و سیم‌های برق، باید تدابیر لازم برای جلوگیری از برق‌گرفتگی به‌عمل آورده شود.

۲-۱۲-۱-۱۵- در محل انبار باتری‌های مورد استفاده در سیستم‌های برق اضطراری (UPS) در کارگاه، باید علایم هشداردهنده مبنی بر ممنوعیت سیگار کشیدن و روشن کردن آتش تا شعاع ۸ متری از آن نصب شوند.

۲-۱۲-۱-۱۶- طراحی شبکه توزیع برق موقت دوران ساخت باید به‌گونه‌ای باشد که احتمال برقراری اتصال کوتاه و عبور جریان اضافی وجود نداشته باشد. باید در ورودی مدار توزیع برق کارگاه، وسیله مناسبی برای قطع کامل برق تجهیزات تعبیه شود.

۲-۱۲-۲- حریم شبکه برق

۲-۱۲-۲-۱- حریم شبکه‌های برق[1] به منظور ایجاد فاصله‌ای ایمن برای جلوگیری از اثرات میدان الکترومغناطیسی خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع برق، فاصله ایمن از نظر برق گرفتگی و احتراز از خطرات، خسارات، صدمات احتمالی به افراد، باید رعایت شود.

۲-۱۲-۲-۲- حریم خطوط هوایی و زمینی و پست‌های برق واقع در مجاورت کارگاه، در تمام مراحل عملیات ساختمانی و کار با ماشین آلات (به‌ویژه در مراحل تخریب و گودبرداری، عملیات کار در ارتفاع اعم از نصب و برچیدن داربست، نصب سیلوهای سیمان، استفاه از پمپ بتن، جابجایی آرماتورها و قالب‌های بتنی فلزی، استفاده از سکوهای متحرک، جانمایی جرثقیل‌های برجی و شعاع گردش آن، عملیات باربرداری با جرثقیل‌هایی متحرک و برجی، تخلیه و بارگیری کامیون‌های حمل مصالح و مانند آن) باید مورد توجه قرار گرفته و تمام تدابیر حفاظتی و پیش‌بینی‌های لازم برای پیشگیری از بروز حادثه برق‌گرفتگی به‌عمل آورده شود.

۲-۱۲-۲-۳- در صورت لزوم به انجام اقدامات احتیاطی از قبیل قطع جریان، تغییر موقت یا دائم مسیر، حفاظت و ایزوله کردن خطوط برق (با لوله‌های پلی اتیلن یا شیلنگ‌های لاستیکی و نظایر آن)، باید تمام این اقدامات توسط مراجع –صاحب صلاحیت انجام شود. به همین منظور پیمانکار مکلف است تا با نامه‌نگاری و پیگیری از مرجع صاحب صلاحیت در محل پروژه، از ایمن بودن شرایط انجام کار اطمینان حاصل نماید.

۱- مبنای فواصل حریم، آخرین مقررات ابلاغ شده توسط مرجع صاحب صلاحیت (وزارت نیرو) است.

۲-۱۲-۲-۴- در مسیر عبور برق فشار قوی، نصب علایم هشداردهنده «برق فشار قوی» الزامی است.

۲-۱۲-۲-۵- فواصل حریم

الف- حریم زمینی (a): حریم زمینی باید مطابق جدول ۲-۱۷ و شکل‌های ۲-۱۶ و ۲-۱۷ تعیین گردد.

جدول ۲-۱۷- حریم زمینی

ردیف ولتاژ ولتاژ حریم	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ ولت تا ۲۰ کیلو ولت	۳۳ کیلو ولت	۶۳ کیلو ولت	۱۳۲ کیلو ولت	۲۳۰ کیلو ولت	۴۰۰ کیلو ولت	۷۶۵ کیلو ولت
حریم‌زمینی (a)	۱٫۳ متر	۲٫۱ متر	۳٫۵ متر	۸ متر	۹ متر	۱۱٫۹ متر	۱۴ متر	۲۵ متر

ب- حریم هوایی (b,c): حریم هوایی شامل دو حریم افقی و عمودی در اطراف هادی در هوا بوده که فواصل آن عبارتند از:

ب-۱- حریم افقی (c): فاصله افقی در هوا از طرفین هادی که در شکل‌های ۲-۱۶ و ۲-۱۷ و جدول ۲-۱۸ آمده است.

ب-۲- حریم عمودی (b): فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی که در شکل‌های ۲-۱۶ و ۲-۱۷ و جدول ۲-۱۸ آمده است.

جدول ۲-۱۸- حریم هوایی

ردیف ولتاژ ولتاژ حریم	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ ولت تا ۲۰ کیلو ولت	۳۳ کیلو ولت	۶۳ کیلو ولت	۱۳۲ کیلو ولت	۲۳۰ کیلو ولت	۴۰۰ کیلو ولت	۷۶۵ کیلو ولت
حریم افقی (c)	-	-	-	۳ متر	۴٫۵ متر	۶٫۵ متر	۹ متر	۲۰ متر
حریم‌عمودی (b)	-	-	-	۶ متر	۷ متر	۸ متر	۱۰ متر	۱۵ متر

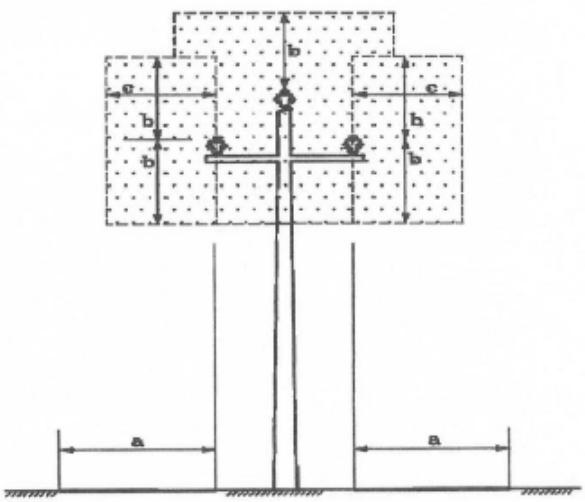
تبصره: مقادیر حریم افقی (c) و عمودی (b) تا ولتاژ ۳۳ کیلو ولت در جدول توسط وزارت نیرو به‌صورت موردی تعیین و اعلام می شود.

۲-۱۲-۲-۶- هرگونه احداث بنا و ایجاد تاسیسات صنعتی، مسکونی، مخازن، تاسیسات دامداری، باغ و یا درختکاری در مسیر حریم زمینی (a) و هوایی (b,c) خطوط توزیع و انتقال نیروی برق (شکل‌های ۲-۱۶ و ۲-۱۷) ممنوع است.

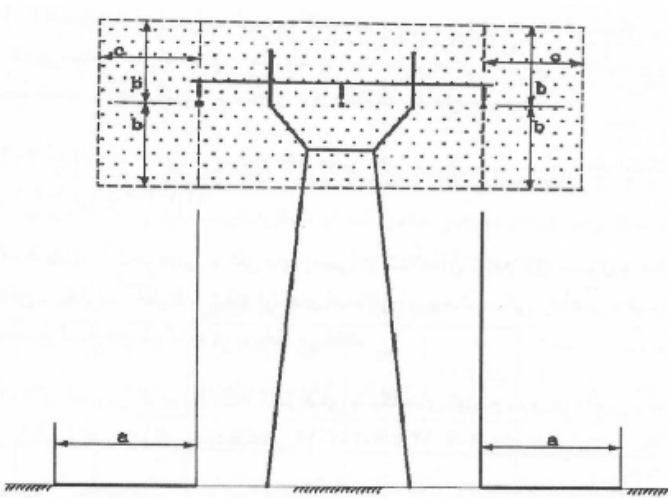
حدفاصل دو نوار طرفین خط هوایی (a)، جزو حریم زمینی است (شکل‌های ۲-۱۹ و ۲-۲۰)

۲-۱۲-۲-۷- فاصله خطوط هوایی و کابل‌های زمینی در شبکه‌های توزیع برق شهری، همچنین خطوط تلفن و مخابرات، خطوط و شبکه لوله‌های آب، گاز و سوخت رسانی، راه آهن و غیره، باید تابع ضوابط و دستورالعمل‌های سازمان‌های مربوط باشد.

۲-۱۲-۲-۸- حداقل فاصله تیر و یا دکل خط هوایی برای برق فشار ضعیف از خطوط شبکه گاز طبیعی در مسیرهای موازی و یا متقاطع باید برابر ۱ متر و برای برق فشار متوسط با ولتاژ ۲۰ کیلو ولت برابر ۲ متر باشد.



شکل ۲-۱۹- خط هوایی فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت)



شکل ۲-۲۰- خط هوایی فشار قوی (۶۳ کیلو ولت و بالاتر)

۲-۱۲-۳- اتصال زمین

۲-۱۲-۳-۱- تمام پوشش‌ها و زره کابل‌های برق، لوله‌ها، بست‌ها، حفاظ‌ها، بدنه سایر قسمت‌های فلزی وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات برقی که مستقیماً تحت فشار برق نیستند، باید به‌منظور جلوگیری از بروز خطرات احتمالی، اتصال زمین موثری داشته باشند. سیم‌های اتصال زمین باید دارای ضخامت کافی و در نتیجه مقاومت کم باشند تا جریان برق احتمالی را که بر اثر از بین رفتن یا خراب شدن روکش عایق سیم‌های داخلی دستگاه و ایجاد اتصال بدنه به‌وجود می‌آید، به‌خوبی به زمین هدایت نمایند. ضمناً در نقاطی که احتمال آسیب دیدن سیم‌های اتصال زمین وجود دارد، باید آنها را با وسایل و پوشش‌های مطمئن حفاظت نمود.

۲-۱۲-۳-۲- برای اطمینان از صحت عملکرد سیستم اتصال به زمین در تجهیزات و ماشین آلات، اخذ تاییدیه در فواصل زمانی مشخص شده در ضوابط، از مراجع صاحب صلاحیت الزامی است.

۲-۱۲-۳-۳- تجهیزات سیستم اتصال به زمین نباید برای اهداف دیگر به‌کار گرفته شوند، به‌ویژه استفاده از سیم ارت به‌جای سیم نول و برعکس تحت هر شرایطی ممنوع است.

۲-۱۲-۴- جریان باقی‌مانده

۲-۱۲-۴-۱- تمام تجهیزات الکتریکی کارگاه از جمله تجهیزات سیار الکتریکی، باید به کلیدهای جریان باقی‌مانده مجهز شوند. این کلیدها باید در مکان مناسبی قرار گیرند و دسترسی سریع به آنها امکان‌پذیر بوده و در معرض صدمات فیزیکی نباشند.

۲-۱۲-۴-۲- نصب کلیدهای جریان باقی‌مانده باید متناسب با نوع حفاظت مورد نظر باشد. کلیدهای جریان باقی‌مانده باید قبل از استفاده و پس از نصب در فواصل زمانی معین و منظم آزمایش شوند تا از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود.

۲-۱۲-۴-۳- استفاده از کلید جریان باقی‌مانده به‌عنوان جایگزین سیستم اتصال به زمین برای حفاظت در برابر برق گرفتگی ممنوع است و فقط به‌عنوان حفاظت مضاعف می‌توان از آنها استفاده نمود.

۲-۱۲-۵- برق‌گیر (صاعقه گیر)

۲-۱۲-۵-۱- دودکش‌ها و دستگاه‌های تهویه و اشیاء فلزی، جرثقیل‌های برجی و ماشین آلات دیگری در کارگاه که نسبت به بدنه ساختمان مرتفع‌تر بوده یا پیش آمدگی دارند، باید به طریق قابل اطمینانی به سامانه برق‌گیر ساختمان اتصال داده شوند. فاصله ایمن چاه برق‌گیر با سایر چاه‌های ارت موجود در کارگاه باید طبق ضوابط و بر اساس نظر شخص صاحب صلاحیت رعایت شود.

۲-۱۲-۶- سیم‌کشی، کلیدها و پریزهای موقت

۲-۱۲-۶-۱- استفاده از سیم‌کشی‌های موقت درکارگاه‌های ساختمانی، با رعایت اصول ایمنی و صرفاً در زمان تخریب، ساخت، تعمیرات و تغییرات مجاز است و بلافاصله پس از اتمام کار باید تمام سیم‌کشی‌های موقت جمع‌آوری شود.

۲-۱۲-۶-۲- برای جلوگیری از ازدیاد و پراکندگی سیم‌های آزاد متحرک (سیار)، باید در نقاط مختلف کارگاه به تعداد کافی پریز در محل‌های مناسب نصب شود.

۲-۱۲-۶-۳- سیم‌کشی‌های موقت باید در ارتفاع مناسبی نصب و یا به روش مطمئن دیگری استفاده شود تا از تماس تصادفی افراد و تجهیزات با آنها جلوگیری شود. سیم‌کشی برای استفاده‌های موقت در صورت امکان باید در ارتفاع ۲/۵ تا ۳ متری از کف انجام شود. در غیر این صورت باید سیم‌ها طوری نصب شوند که از آسیب‌های احتمالی محفوظ بمانند. تمام سیم‌ها و کابل‌های نصب‌شده در ارتفاع، سقف و دیوارها باید در فواصل مناسبی تثبیت شوند تا از آویزان شدن آنها جلوگیری شود.

۲-۱۲-۶-۴- تمام سیم‌ها و کابل‌های برق اضافی از محیط کارگاه باید جمع‌آوری شود. سیم‌ها و کابل‌های مورد استفاده به‌ویژه کابل‌های سیار، بسته به شرایط کارگاه باید از داخل کانال‌ها، محافظ‌ها و یا لوله‌های مخصوص و مناسب عبور داده شود تا در زمان کشیده شدن روی زمین یا عبور تجهیزات و وسایل، روکش آنها دچار ساییدگی، ضربه، لهیدگی، بریدگی و معیوب شدن نشوند. باید دقت شود تا سیم‌ها زیر بارها و تجهیزات ثابت موجود در محیط کارگاه قرار نگیرند.

۲-۱۲-۶-۵- سیم‌های رابط نباید در معرض صدمات ناشی از تماس با لبه‌های در و پنجره و بست‌ها قرار گیرند. سیم‌های رابط باید پیوسته و یک تکه بوده و توسط تجهیزات ایمن نظیر دوشاخه و سه شاخه به وسایل و پریزها متصل شده و احتمال کشیدگی سیم نیز وجود نداشته باشد.

۲-۱۲-۶-۶- برای جلوگیری از صدمه دیدن کابل‌ها در اثر ساییده شدن به لبه‌های تیز ورودی به تابلوها، جعبه تقسیم‌ها و دستگاه‌ها، باید از کلمپ‌های لاستیکی استفاده شود.

۲-۱۲-۶-۷- پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق بندی محل اتصال با نوارچسب الکتریکی ممنوع است. اتصالات سیم‌ها به همدیگر و انشعابات از سیم‌ها باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی انجام شود.

۲-۱۲-۶-۸- انجام سیم‌کشی های موقت روکار با استفاده از سیم‌های چندلایه و نیز بست‌های میخی یا میخ معمولی اکیدا ممنوع است.

۲-۱۲-۶-۹- تمام قسمت لخت سیم‌های هادی برق باید به نحو ایمن عایق‌بندی شود.

۲-۱۲-۶-۱۰- به‌کار بردن سیم‌های برق خارج از استاندارد رنگ سیم‌ها مطابق شرح ذیل ممنوع است:

الف- رنگ سیم فاز: قرمز یا مشکی یا قهوه‌ای.

ب- رنگ سیم نول: آبی

پ- رنگ سیم اتصال به زمین: زرد سبز یا راه راه زرد و سبز.

ت- برگشت مدار (فاز): سفید یا خاکستری

۲-۱۲-۶-۱۱-کلیدهای روشنایی باید به‌گونه‌ای تعبیه و نصب شوند که شخص برای روشن کردن چراغ، در معرض تماس احتمالی با قسمت‌های برق‌دار قرار نگیرد. کلیدها باید در برابر تماس اشیا، افراد و شکستن حفاظت شوند.

۲-۱۲-۶-۱۲- پریزهای مورد استفاده در مدارهای سیم‌کشی موقت باید از نوع ارت‌دار بوده و به سیستم اتصال به زمین مطمئن و مؤثر وصل شوند.

۲-۱۲-۷- لامپ‌های الکتریکی

۲-۱۲-۷-۱- سرپیچ لامپ‌های الکتریکی باید به‌گونه‌ای باشد که قبل از بازنمودن کامل لامپ، احتمال تماس بدن با هیچ یک از قسمت‌های برق‌دار وجود نداشته باشد.

۲-۱۲-۷-۲- استفاده از چراغ‌های دستی با ولتاژ بیش از ۵۰ ولت ممنوع است، مگر آن‌که به کلیدهای جریان باقیمانده تجهیز شوند.

۲-۱۲-۷-۳- استفاده از لامپ‌های الکتریکی سیار صرفاً در صورتی مجاز است که تأمین روشنایی ثابت و مناسب امکان پذیر نباشد. لامپ‌های الکتریکی سیار باید مجهز به دستگیره و نگهدارنده عایق مناسب باشند و در صورت استفاده از آن‌ها در مکان‌های مرطوب و خیس، باید از نوع ضد آب باشند.

۲-۱۲-۸- تابلوهای برق موقت

۲-۱۲-۸-۱- تابلوهای برق موقت باید به‌وسیله محفظه‌هایی با درپوش قفل‌دار مسدود گردند و پیرامون آنها روی زمین یا کف، فرش و یا سکوی عایق انجام شود.

۲-۱۲-۸-۲- تابلوهای برق، جعبه تقسیم‌ها و نظایر آن باید به‌گونه‌ای نصب شوند که از نفوذ و تجمع آب در داخل آن ها جلوگیری شود.

۲-۱۲-۸-۳- بدنه فلزی تابلوهای برق باید در قفل‌دار داشته و مجهز به سیستم اتصال به زمین باشد و پیرامون آن کفپوش یا سکوی عایق مؤثر نصب شود.

۲-۱۲-۸-۴- قرار دادن هرگونه مواد و اشیا و همچنین استراحت افراد حتی به‌صورت موقت در محل استقرار تابلوهای برق و پست‌ها ممنوع است. باید فاصله مناسب و ایمن تا پست‌های برق و تجهیزات الکتریکی رعایت شود.

فصل سوم

مستندسازی

۳-۱- کلیات

۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف اصلی از مستندسازی در این ضابطه، ثبت و مستند کردن آن دسته از اطلاعات فنی و اجرایی است که منجر به تسهیل اقدامات مدیریت نگهداری و تعمیرات در دوران بهره‌برداری، بر اساس اطلاعات مستند و متقن به‌دست آمده از دوران ساخت می‌شود.

سایر اهداف مورد انتظار از مستندسازی در این ضابطه عبارتند از:

الف- در دسترس بودن تمام نقشه‌های چون‌ساخت[۱]، نتایج آزمایش‌های کنترل کیفی (مواد و مصالح، اجرای عملیات)، دستور کارها و صورتجلسات کارگاهی، کاتالوگ‌ها و مشخصات فنی مواد و مصالح و تجهیزات و تاسیسات بکار رفته، مستندات ضمانت‌نامه‌های (گارانتی) تجهیزات و تاسیسات و بیمه‌نامه‌های تضمین کیفیت و غیره برای رجوع به آن‌ها در شرایط مقتضی در دوران بهره‌برداری.

ب- ایجاد بستر مناسب برای دسترسی به اطلاعات و مدارک فنی مرتبط با مدیریت نگهداری و تعمیرات در دوران بهره‌برداری و افزایش‌کیفیت و دقت در انجام بازرسی‌های ادواری.

پ- افزایش دقت اقدامات مرتبط با اجرای پروژه‌های بهسازی و مقاوم‌سازی و بازسازی بنا در آینده از طریق فراهم ساختن زیرساخت‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای انجام دقیق‌تر محاسبات و ارزیابی‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای.

ت- دسترسی به اطلاعات و مشخصات فنی اجزایی از سازه که در زمان اجرا پوشیده شده و قابل رویت نبوده و در دسترس بهره‌بردار جهت ارزیابی و مشاهده قرار ندارند.

ث- فراهم نمودن بستر اطلاعاتی لازم برای بررسی دقیق‌تر کارشناسان مراجع فنی، حقوقی و قضایی ذی‌ربط در مورد ادعاهای احتمالی شاکیان دولتی و خصوصی در پرونده‌های شکایت مرتبط با پروژه در مورد عیوب و نقص عملکرد سازه یا تاسیسات آن، بروز حوادث و ایراد خسارت احتمالی در حین ساخت یا دوره بهره‌برداری به مجاورین و تاسیسات عمومی (از قبیل خسارت به مجاورین در حین عملیات تخریب یا گودبرداری، آسیب به تاسیسات مدفون شهری، آسیب‌های زیست محیطی متاثر از اجرای پروژه و مانند آن‌ها).

۳-۱-۲- دامنه مسئولیت

پیمانکار مسئول ارائه این مستندات در محدوده عملیات اجرایی پیمان، و دستگاه نظارت مسئول نظارت بر انجام و تایید مستندسازی انجام شده توسط پیمانکار است. کارفرما موظف است تمام مستندات تایید شده را در سامانه اطلاعات قراردادهای سازمان برنامه و بودجه[۲] درج کند.

۱- As built

۲- https://cdb.mporg.ir

۳-۱-۳- تعاریف و اصطلاحات

دستور کار: اوراق اجرایی که در حین انجام کار بین کارفرما و پیمانکار مبادله می‌شود و در برگیرنده تمام تغییرات و مواردی است که در نقشه‌ها و مشخصات فنی پیش‌بینی نشده است.

صورتجلسه: مستندی است مکتوب که در ارتباط با تصمیم گیری عوامل پروژه (کارفرما، مشاور و دستگاه نظارت، پیمانکار و سایر عوامل احتمالی در پروژه) در خصوص موضوعاتی چون وضعیت انطباق مشخصات مصالح و تجهیزات بکار رفته در اجرای پروژه و نحوه انطباق کیفیت کار اجرا شده بر اساس آزمایش‌های کنترل کیفی با استانداردها، نقشه‌های فنی و مشخصات خصوصی پیمان، احجام و مقادیر اجرای عملیات، نحوه تصمیم‌گیری درخصوص حل مسائل و مشکلات پروژه و سایر موضوعات خاص پروژه تهیه و تنظیم و به امضای عوامل پروژه رسیده است و برای طرفین سندیت دارد.

گزارش آزمایشگاهی: مستندات نتایج آزمایش (های) انجام شده بر روی مصالح و تجهیزات و کار اجرا شده بر اساس استانداردها، نقشه‌های فنی و مشخصات خصوصی پیمان.

مستندات تصویری: فیلم و عکس مربوط به وقایع‌نگاری از وضع موجود (قبل از شروع عملیات اجرایی مرتبط با فصول این ضابطه)، مراحل اجرای عملیات و جزئیات[۱] اجرایی، تجهیزات و تاسیسات مدفون یا پوشانده شده (که بعد از اجرا، امکان دسترسی به آن‌ها نیست).

نقشه چون ساخت: نقشه‌های کامل از وضع موجود ساخت و نصب، که شامل تمام تغییرات نسبت به نقشه‌های اولیه است و به تایید مشاور و دستگاه نظارت رسیده است.

۱- Detail

۳-۲- روش انجام

۳-۲-۱- دستگاه نظارت باید قبل از شروع هر یک از مراحل اجرایی مطابق فصول این ضابطه، بر اساس الگوی ارائه شده در این بخش، دستورکار و شرح وظایف پیمانکار در تدوین و ارائه مستندات فنی را به او به صورت کتبی ابلاغ و ضمن نظارت برکیفیت و کمیت مستندسازی فنی پیمانکار در طول اجرای پروژه، در پایان اقدامات اجرایی هر یک از فصول ضابطه، درستی انجام مستندسازی را تایید کند.

۳-۲-۲- پیمانکار موظف است آن دسته از مواردی که در فهرست اولیه وجود ندارد و در طی عملیات اجرایی، ثبت و مستند کردن آن بر اساس اهداف مستندسازی به تشخیص دستگاه نظارت ضروری است را نیز به فهرست اولیه اضافه کند. تحویل مستندات توسط پیمانکار، بر مبنای فهرست نهایی اصلاح شده الزامی است.

۳-۲-۳- پیمانکار باید هم‌زمان با شروع عملیات اجرایی پروژه، برای دسترسی سریع و بازیابی دقیق مستندات، دستورالعمل شماره گذاری (کد گذاری) مستندات را تهیه کرده و تاییدیه دستگاه نظارت را اخذ کند.

۳-۲-۴- پیمانکار باید هم‌زمان با پیشرفت عملیات اجرایی، مستندات را تهیه و تدوین و در پایان عملیات اجرایی هر یک از فصول ضابطه، به رویت دستگاه نظارت رسانده و تاییدیه صحت و کفایت مستندات را از دستگاه نظارت اخذ کند و تا زمان تحویل به نماینده کارفرما در پایان پروژه، به نحو مناسبی ذخیره[۱] و نگهداری نماید. دستگاه نظارت موظف است گزارش اقدامات فوق را به نماینده کارفرما به صورت کتبی ارایه کند.

۳-۲-۵- مستندات باید به تفکیک فصول ضابطه دسته‌بندی شوند و همراه با فهرست دقیق مندرجات و با قابلیت ارجاع و ردیابی (درج شماره (کد) اختصاص یافته) مطابق بند ۳-۲-۳ و بر اساس فرمت مندرج در جدول ۳-۱ تحویل نماینده کارفرما شوند.

۳-۲-۶- پیمانکار موظف است هم‌زمان با شروع فرایند تحویل موقت، مستندات را تحویل نماینده کارفرما داده و در صورت وجود نقص در مستندات، موظف است در بازه زمانی مورد توافق با نماینده کارفرما، نواقص را برطرف کرده و مستندات را تحویل دهد. تایید صورت وضعیت قطعی پیمانکار، منوط به تحویل مستندات این بخش و تایید نماینده کارفرما مبنی بر صحت و کفایت مستندات است.

۳-۲-۷- تمام مستندهای تصویری تهیه شده (اعم ازعکس‌ها، فیلم‌ها و ...) باید تمام اشیا و جزئیات لازم را پوشش دهند. شاخص‌ها و استاندارد کمی و کیفی مستندهای تصویری و جزئیات مربوط، شامل مواردی مانند وضوح تصاویر، زوایای صحیح عکس‌برداری و فیلم‌برداری برای نمایش کامل جزئیات تصاویر، محدودیت‌های مربوط به حجم فایل‌های تصاویر، نحوه ذخیره مستندات در بانک اطلاعاتی و سایر موارد نظیر آن بر اساس دستورالعمل‌ها و ضوابط ابلاغی سازمان برنامه و بودجه (از جمله پایگاه اطلاعات قراردادها و نظایر آن) تعیین می‌شود. مشاور و دستگاه نظارت, مسئولیت تایید شاخص‌ها و استانداردهای تصاویر و نظارت بر حسن انجام مستندسازی تصویری توسط پیمانکار را مطابق بند ۳-۲-۴ بر عهده دارند.

۱- Archive

۳-۳- ساختار ارائه مستندات

مستندات تهیه شده توسط پیمانکار باید در ساختارهای زیر ارایه شود.

۳-۳-۱- نقشه‌های چون‌ساخت سازه، معماری، تاسیسات برقی و مکانیکی و سایر موارد به تناسب فصول این ضابطه با تایید دستگاه نظارت همراه با فهرست کامل نقشه‌ها.

۳-۳-۲- دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت.

۳-۳-۳- صورتجلسات (انطباق مشخصات فنی مواد و مصالح مورد استفاده توسط پیمانکار با استانداردهای بیان شده در شرح فصول این ضابطه و صورتجلسات تایید کنترل کیفیت عملیات اجرا شده).

۳-۳-۴- گزارش‌های نتایج انواع آزمایش‌های تعیین و تایید مشخصات فنی و کنترل کیفی مصالح.

۳-۳-۵- مستندات تصویری (فیلم و عکس مربوط به وقایع‌نگاری) از وضع موجود، از مراحل اجرای عملیات، از تجهیزات و تاسیسات مدفون یا پوشانده شده که بعد از اجرا، امکان دسترسی به آن‌ها نیست.

۳-۳-۶- کاتالوگ‌ها و مشخصات فنی دستگاه‌ها و تجهیزات به‌ویژه اطلاعاتی که مورد نیاز برنامه‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات در زمان بهره‌برداری است که لازم است در زمان تحویل قطعی به کارفرما (بهره بردار) ارائه شود (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱- قالب‌های ارایه مستندات

ردیف	نوع مستندات	آرایه لازم برای ارایه	توضیحات
۱	نقشه‌های چون‌ساخت	DWG و PDF	
۲	دستورکارها	PDF	
۳	صورتجلسات	PDF	
۴	گزارش‌های ازمایشگاهی	PDF	
۵	گزارش‌های نظارتی	PDF	
۶	مستندات تصویری (عکس‌ها و فیلم های اجرایی مربوط به وقایع‌نگاری پروژه)	JPEG/ MP4	
۷	اطلاعات مکانی GIS	PBX/ SHP	در صورت وجود
۸	مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM	RTB / IFC	در صورت وجود

۳-۴- الگوی مستندسازی پروژه

الگوی مستندسازی پروژه (تهیه و تحویل مستندات) به شرح ادامه (و نه الزاما محدود به آن) خواهد بود.

۳-۴-۱- فصل دوم- سلامت، ایمنی و محیط زیست

۳-۴-۱-۱- مستندات و گزارش‌های ارزیابی ریسک و تهیه HSE پلان (اعم از نسخه اولیه و سایر نسخ بروز رسانی شده در طول پروژه مطابق بند ۲-۲-۱).

۳-۴-۱-۲- گزارش حوادث به وقوع پیوسته در طول زمان اجرای پروژه مطابق الگوی وزارت تعاون و کار و رفاه اجتماعی.

۳-۴-۱-۳- فهرست تجهیزات حفاظتی و دسترسی مورد استفاده در پروژه همراه با مستندات تصویری.

۳-۴-۱-۴- مستندات تصویری نحوه و مراحل مختلف پیاده سازی الزامات HSE در پروژه.

۳-۴-۲- فصل چهارم- تخریب

۳-۴-۲-۱- مستندات گزارش سایت (بند ۴-۲-۱-۱-۳).

۳-۴-۲-۲- مستندات تصویری از وضعیت پیش از آغاز عملیات تخریب.

۳-۴-۲-۳- صورتجلسات، مجوزها و سایرمستندات اعم از: مکاتبات پیمانکار با شهرداری و دستگاه‌های ذی‌ربط (ادارات برق، آب و فاضلاب، گاز و غیره)، پلان، کروکی و شرح عملیات ایمن سازی و جابجایی تاسیسات زیرزمینی شهری که با عملیات تخریب تداخل داشته و امکان آسیب وجود داشته است.

۳-۴-۲-۴- مستندات تاییدیه نهادهای ذی‌ربط در زمینه صدور مجوز محل تخلیه ضایعات و پســـماندها.

۳-۴-۲-۵- مستندات تاییدیه نهادهای ذی‌ربط در زمینه صدور مجوز حمل ایمن و محل تخلیه مجاز ضایعات و پســـماندهای ویژه از قبیل مواد رادیواکتیو، آزبست، مواد سمی یا مواد آلوده‌کننده سمی، شیمیایی یا بیولوژیکی و مانند آن.

۳-۴-۲-۶- مستندات تصویری در زمینه وجود اجزای مشترک سازه در دست تخریب با سازه‌های همجوار (ازقبیل دیوار و سقف‌های مشترک).

۳-۴-۳- فصل پنجم- ژئوتکنیک

۳-۴-۳-۱- صورتجلسه کروکی محل اجرای عملیات خاکبرداری قبل از شروع عملیات (با امضای نمایندگان دستگاه نظارت و کارفرما).

۳-۴-۳-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری و تاییدیه‌های آزمایشگاهی (کنترل کیفی) در زمینه پی‌کنی‌ها و گودبرداری‌ها.

۳-۴-۳-۳- صورتجلسات تمهیدات ویژه به‌عمل آمده در برخورد با عوارض زیرسطحی مانند لوله‌های تاسیسات شهری، آثار باستانی و مانند آن.

۳-۴-۳-۴- دستورکار پرکردن فضاهای خالی اعم از قنوات، چاه‌های فاضلاب قدیمی و مانند آن به انضمام کروکی محل‌های قرارگیری این عوارض.

۳-۴-۳-۵- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری در زمینه خاکریزی‌ها (مصالح، حداکثر ضخامت خاکریزی، رطوبت بهینه، روش اجرا، درصد تراکم و تاییدیه‌های آزمایشگاهی کنترل کیفی).

۳-۴-۳-۶- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری در زمینه روش‌های پایدارسازی گود و احداث سازه نگهبان.

۳-۴-۳-۷- شناسنامه چال‌ها در صورت استفاده از روش میخ‌گذاری (مهار فعال و غیرفعال (نیلینگ)) شامل شماره چال، موقعیت تراز و کیلومتراژ چال، طول حفاری، قطر چال، زاویه حفاری، موقعیت برخورد به حفره‌های بالقوه، وضعیت آب در چال (در صورت وجود)، تاریخ حفاری و نام حفار.

۳-۴-۳-۸- مستندات تصویری از مراحل مختلف انجام عملیات پایدارسازی گود به ویژه در مواقع برخورد با عوارض و تاسیسات زیرسطحی، چاه‌های جذبی، قنوات و حفرات و مانند آن‌ها.

۳-۴-۳-۹- مستندات در زمینه اخذ مجوز از مالکین بناهای مجاور در صورت استفاده از روش میخ‌گذاری مبنی بر بلامانع بودن انجام کار.

۳-۴-۳-۱۰- مستندات تصویری از وضعیت پی و دیوارهای بناهای مجاور که پس از گودبرداری قابل رویت شده است.

۳-۴-۳-۱۱- مستندات تصویری از وضعیت چاه و چاهک‌های حفرشده پیرامون گود جهت نصب ستون‌ها در روش‌های مهار متقابل، روش از بالا به پایین، ستون برلنی.

۳-۴-۳-۱۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری در زمینه روش‌های مورد استفاده در بهسازی خاک (مصالح، مواد افزودنی شیمیایی (آهک، قیر، سیمان، خاکستر بادی و غیره)، رطوبت بهینه، روش اجرا، درصد تراکم و تاییدیه‌های آزمایشگاهی کنترل کیفی).

۳-۴-۳-۱۳- صورتجلسه نتیجه بررسی و شناسایی عوارض و شریان‌های زیرسطحی از طریق سونداژ یا استعلام از سازمان‌های ذی‌ربط قبل از آغاز عملیات حفاری چال و تزریق دوغاب.

۳-۴-۳-۱۴- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری و تاییدیه‌های آزمایشگاهی (کنترل کیفی) در زمینه روش‌های مورد استفاده در زهکشی و آب‌بندی (مصالح زهکش‌های زیرسطحی، کانال‌های زهکشی، پوشش محافظ (فیلتر زهکش)

۳-۴-۳-۱۵- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری و تاییدیه‌های آزمایشگاهی (کنترل کیفی) در زمینه آب‌بندی و عایقکاری بر اساس روش و مصالح بکار رفته (ژئوممبران، ژئوکامپوزیت‌های رسی، عایق‌های درجاساز و غیره)

۳-۴-۳-۱۶- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری و تاییدیه‌های آزمایشگاهی (کنترل کیفی) در مسلح سازی و بهسازی با استفاده از ژئوسنتتیک‌ها.

۳-۴-۳-۱۷- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت و مستندات تصویری و تاییدیه‌های آزمایشگاهی (کنترل کیفی) در روش‌های اجراشده برای ساخت دیوارهای خاک مسلح.

۳-۴-۴- فصل ششم- بتن و اجرای آن

۳-۴-۴-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی مصالح بتن شامل سیمان، سنگدانه، سبکدانه، آب و یخ، مواد افزودنی شیمیایی، مواد افزودنی پودری معدنی، رنگدانه، الیاف، میلگرد و فولادهای مسلح کننده، با استانداردهای مندرج در فصل ۶.

۳-۴-۴-۲- مستندات و مشخصات فنی طرح نهایی مخلوط بتن (و انواع بتن تولید شده اعم از پاششی، خودتراکم، نمایان، کم سیمان و بتن های با چگالی‌های مختلف) به همراه صورتجلسات نشان دهنده محل‌های استفاده هر یک از انواع طرح مخلوط بتن در پروژه.

۳-۴-۴-۳- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در موضوعات قالب‌بندی، آرماتورگذاری، توزیع و پخش بتن، عمل‌آوری و پروراندن بتن، اجرای سقف‌های بتنی و درزهای ساختمانی پروژه.

۳-۴-۴-۴- مستندات اطلاعات کنترل کیفیت و پذیرش انواع بتن مطابق بند ۶-۳-۷.

۳-۴-۴-۵- دستورکارها و صورتجلسات تعمیرات حین اجرا مطابق بند ۶-۳-۸.

۳-۴-۴-۶- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در زمینه بتن پیش‌تنیده مورد استفاده در پروژه و مستندات کنترل‌کیفیت منطبق بر بند ۶-۳-۹-۷.

۳-۴-۵- فصل هفتم- فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

۳-۴-۵-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی اجزای فولادی به‌کار رفته در سازه فولادی (قطعات فولادی، مصالح مصرفی برای جوشکاری با قوس الکتریکی، پیچ و مهره، میل‌مهار، گل میخ‌های برشی، مصالح پوشش محافظتی) با استانداردهای مندرج در فصل ۷ به ویژه بند ۷-۲-۲-۱-۲.

۳-۴-۵-۲- نقشه‌های چون‌ساخت (وضع موجود ساخت و نصب)، مشخصات فنی خصوصی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت شامل؛ ابعاد اعضا، اجزا و اتصالات سازه‌ای و موقعیت آن‌ها، نوع و اندازه جوش‌ها با علائم استاندارد، نوع پیچ‌ها، نوع سوراخ پیچ‌ها، ابعاد ورق‌های گوشواره‌ای برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل، ابعاد سوراخ‌های دسترسی در اتصالات گیردار تیر به ستون و ابعاد ورق‌های پشت‌بند در محل جوش‌های شیاری، وضعیت ورق‌های پشت‌بند بعد از عملیات جوشکاری، تفکیک جوش‌های کارخانه‌ای از جوش‌های کارگاهی و نیز جوش‌های معمولی از

جوش‌های لرزه‌ای بحرانی، نوع پیچ (معمولی یا پرمقاومت) و نوع عملکرد اتصال (اتکایی غیر پیش‌تنیده، اتکایی پیش‌تنیده و لغزش بحرانی)، حد محکم کردن منطبق با بند ۷-۳.

۳-۴-۵-۳- دستورالعمل‌های جوشکاری (WPS) و دستورالعمل جوشکاری گل‌میخ‌ها که به تایید دستگاه نظارت رسیده است.

۳-۴-۵-۴- مستندات و صورتجلسات و نتایج آزمایش جوش‌ها مطابق بند ۷-۵-۴ و آزمایش جوش گل میخ‌ها مطابق بند ۷-۵-۵.

۳-۴-۵-۵- مستندات و صورتجلسات گواهی پایان کار مطابق بند ۷-۸-۸.

۳-۴-۵-۶- صورتجلسات تایید موقعیت و تراز تمام پی‌ها و میل‌مهارهای اجرا (نقشه‌برداری انجام‌شده به‌منظور بررسی موقعیت تکیه‌گاه‌های پی باید ثبت و به‌عنوان مستندات پروژه ارائه شود).

۳-۴-۵-۷- دستورکار و دستورالعمل اجرایی انجام تدابیر حفاظتی (و مشخصات فنی انواع پوشش‌های حفاظتی) مورد استفاده در پروژه که به تایید دستگاه نظارت رسیده است.

۳-۴-۶- فصل هشتم- عملیات بنایی

۳-۴-۶-۱- عملیات بنایی

۳-۴-۶-۱-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی مصالح، اجزا و فرآورده‌های مورد استفاده در عملیات بنایی (ملات، آجر، بلوک سیمانی، سنگ، سرامیک و غیره) با استانداردهای مندرج در بند ۸-۱.

۳-۴-۶-۱-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، روش و جزئیات اجرایی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات بنایی اجرا شده (شالوده و کرسی‌چینی، دیوارچینی و اجرای سقف)

۳-۴-۶-۱-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات.

۳-۴-۶-۲- جداکننده‌ها

۳-۴-۶-۲-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی مصالح، اجزا و فرآورده‌های مورد استفاده در اجرای جداکننده‌ها با استانداردهای مندرج در بند ۸-۲.

۳-۴-۶-۲-۲- نقشه‌های چون‌ساخت (از جمله سوراخ‌ها و محل‌های لازم برای عبور لوله‌های تاسیساتی، مجراهای تهویه و کابل‌های توکار و نظایر آن‌ها)، مشخصات فنی، روش و جزئیات اجرایی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای هر یک از انواع دیوارهای احداث شده در پروژه (انواع دیوارهای آجری و بلوکی (مطابق جزئیات فنی بند ۸-۲-۱)، انواع دیوارهای بنایی با بلوک سفالی سیمانی و گچی (مطابق جزئیات فنی بند ۸-۲-۲)، انواع دیوارهای صفحه‌ای و پانلی (مطابق جزئیات فنی بند ۸-۲-۳)).

۳-۴-۶-۲-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای جداکننده‌های به‌کار رفته در پروژه.

۳-۴-۶-۳- سقف‌های کاذب

۳-۴-۶-۳-۱- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، روش و جزئیات اجرایی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای سقف (های) کاذب مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۶-۳-۲- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای سقف‌های کاذب در پروژه.

۳-۴-۶-۴- کف‌های کاذب

۳-۴-۶-۴-۱- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی، روش و جزئیات اجرایی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای کف (های) کاذب مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۶-۴-۲- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای کف (های) کاذب در پروژه.

۳-۴-۷- فصل نهم- نمای ساختمانی

۳-۴-۷-۱- نمای خارجی

۳-۴-۷-۱-۱- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرایی نمای خارجی (نحوه حفاظت در برابر عوامل جوی، تمهیدات سازه‌ای، حفاظت از آتش سوزی، مقاومت در برابر سیل و ضربه و انفجار)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرایی نمای خارجی پروژه.

۳-۴-۷-۱-۲- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای خارجی.

۳-۴-۷-۲- نمای سنگی

۳-۴-۷-۲-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی انواع سنگ‌های مورد استفاده مانند: گرانیت، سنگ آهک، تراورتن، ماسه‌سنگ، سنگ لوح، ماربل و کوارتزیت، همچنین مصالح مورد استفاده در نمای سنگی شامل مهارهای فلزی، درزگیرها، درزپوش‌ها و آبچکان‌ها و ملات مورد استفاده با استانداردهای مندرج در بند ۹-۲-۲.

۳-۴-۷-۲-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای سنگی (جزئیات مهار اعم از پیش ساخته، فولادی یا مهارهای سطحی در نمای سنگی چسبانده شده، جزئیات اجرای نمای سنگی به روش مهار شده، جزئیات اجرای نمای پرده‌ای سنگی، جزئیات درزهای بین قطعات یا پانل‌های سنگی، جزئیات نمای سنگی چسبانده شده بر روی ستون‌ها، نمای پرده‌ای سنگی پیش‌ساخته)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای سنگی پروژه.

۳-۴-۷-۲-۳- صورتجلسات تایید انطباق اجرای نمای سنگی با نقشه‌ها، تایید کیفیت اجرا به ویژه تایید مهار قطعات سنگی نما.

۳-۴-۷-۲-۴- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای خارجی.

۳-۴-۷-۳- نمای آجری

۳-۴-۷-۳-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی آجرهای استفاده شده با استانداردهای مندرج در بند ۹-۲-۳-۱.

۳-۴-۷-۳-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای آجری(دیوار پشتیبان، مهار، نماهای آجری چسبانده شده)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای آجری پروژه.

۳-۴-۷-۳-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای آجری.

۳-۴-۷-۴- نمای سیمانی

۳-۴-۷-۴-۱- جزئیات اجرای نمای سیمانی، دستورکارهای دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای سیمانی پروژه.

۳-۴-۷-۵- نمای سرامیک

۳-۴-۷-۵-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی سرامیک‌های استفاده شده در نمای خشک با استانداردهای مندرج در بند ۹-۲-۵-۱.

۳-۴-۷-۵-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای سرامیکی (نصب خشک سرامیک سرامیک تراکوتا، سرامیک پرسلانی)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای سرامیک پروژه.

۳-۴-۷-۵-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای سرامیکی.

۳-۴-۷-۶- نمای شیشه‌ای

۳-۴-۷-۶-۱- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای شیشه‌ای (بر اساس نوع سیستم (نصب درجا، پیش ساخته، قطعه و وادار، پانلی، پوشش ستون و تیر درگاه)، دیوارهای پرده‌ای (پانل‌های شیشه‌ای) نصب شده از داخل و خارج ساختمان، شیشه‌های چند لایه، نماهای شیشه‌ای نامتعارف) دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای شیشه‌ای.

۳-۴-۷-۶-۲- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای شیشه‌ای.

۳-۴-۷-۷- نمای بتنی پیش‌ساخته

۳-۴-۷-۷-۱- صورتجلسات تایید انطباق مقاومت بتن مصرفی در پانل‌ها با مشخصات فنی بند ۹-۲-۷-۱.

۳-۴-۷-۷-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای بتنی پیش‌ساخته (ضخامت، نحوه اتصال به سازه، فاصله آزاد افقی بین پانل‌های پیش‌ساخته و قاب سازه‌ای و غیره) دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات اجرای نمای بتنی پیش‌ساخته نمای شیشه‌ای.

۳-۴-۷-۷-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات نمای بتنی پیش‌ساخته.

۳-۴-۷-۸- نمای کامپوزیت

۳-۴-۷-۸-۱- صورتجلسات تایید انطباق پوشش رویه خارجی پانل‌های بتنی پیش‌ساخته با بند ۹-۲-۷-۴ و مواد و مصالح با بند ۹-۲-۸-۱.

۳-۴-۷-۸-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نمای‌کامپوزیت (بر اساس سیستم نصب؛ روش ثابت، روش آویزان، روش H، L، روش ثابت-ریلی، روش هوک)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در عملیات نصب نمای کامپوزیت.

۳-۴-۷-۸-۳- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف نصب نمای کامپوزیت.

۳-۴-۷-۹- نماهای خاص

۳-۴-۷-۹-۱- نقشه‌های چون‌ساخت، مشخصات فنی و جزئیات اجرای نماهای خاص (سنگی مصنوعی، سیستم‌های عایق حرارتی خارجی، بتن مسلح به الیاف کوتاه شیشه، بتن مسلح شده با شبکه الیاف TRC، تخته‌سیمانی و تخته‌سیمان الیافی، صفحات سیمان الیافی)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای نماهای خاص.

۳-۴-۷-۹-۲- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف نصب نماهای خاص.

۳-۴-۸- فصل دهم- عایق کاری

۳-۴-۸-۱- رطوبتی

۳-۴-۸-۱-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت انواع عایق‌های رطوبتی مورد استفاده در پروژه با استانداردهای مندرج در بند ۱۰-۱-۲-۱ و بند ۱۰-۱-۴-۱.

۳-۴-۸-۱-۲- صورتجلسات تایید کیفیت اجرای عایق کاری رطوبتی در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۸-۱-۳- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق (نهایی) و مشخصات فنی(ترازها و ابعاد مناطق عایقکاری رطوبتی، میزان شیب و قرارگیری زهکشی، وجود هرگونه لایه کنترل بخار، نحوه آماده سازی مورد نیاز سازه (عرشه بام)، روش اتصال به عرشه بام و نوع حفاظت از سطح، الزامات مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری آینده)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع عایقکاری رطوبتی مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۸-۱-۴- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای انواع عایقکاری رطوبتی در پروژه.

۳-۴-۸-۲- حرارتی

۳-۴-۸-۲-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت انواع عایق‌های رطوبتی مورد استفاده در پروژه با استانداردهای مندرج در بند ۱۰-۲-۲-۱ و ۱۰-۲-۴-۱.

۳-۴-۸-۲-۲- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای عایق کاری حرارتی در مناطق اجرا شده شامل؛ اطمینان از اجرای عایق‌کاری حرارتی به‌صورت کامل، صحت نوع و اندازه و ضخامت عایق‌ها، اطمینان از درزبندی همه درزها (طولی، عرضی و انتهایی) در برابر آب، اطمینان از درزبندی عایق‌های حرارتی تمام اتصالات و دریچه‌ها درنقاط انتهایی، اطمینان از عدم پارگی، بریدگی و یا صدمه‌ای که باعث بروز مشکلات در عملکرد شود، اطمینان از خیس نبودن عایق‌ها و عدم وجود رطوبت بین عایق و بستر، عدم وجود آسیب و نقص در لایه نهایی عایق (روکش یا پوشش)، محافظت عایق حرارتی (وجود غلاف یا پوشش) برای کاربردهای فضای باز.

۳-۴-۸-۲-۳- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق (نهایی) و مشخصات فنی عایق‌کاری حرارتی (دیوار، بام (سقف نهایی تخت)، کف) دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع عایق‌کاری حرارتی مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۸-۲-۴- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای انواع عایق‌کاری حرارتی در پروژه.

۳-۴-۸-۳- صوتی

۳-۴-۸-۳-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت مصالح عایقکاری صوتی مورد استفاده در پروژه (سقف، دیوار و کف) با استانداردهای مندرج در بند ۱۰-۳-۲-۱ و ۱۰-۳-۴-۱.

۳-۴-۸-۳-۲- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای عایق‌کاری صوتی در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۸-۳-۳- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق (نهایی) و مشخصات فنی عایق‌کاری صوتی (دیوار، سقف، کف)، ابعاد و محل‌های عایقکاری صوتی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع عایق‌کاری صوتی مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۸-۳-۴- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای انواع عایق‌کاری صوتی در پروژه.

۳-۴-۸-۴- پرتو (در مراکز درمانی)

۳-۴-۸-۴-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت مصالح عایقکاری پرتو مورد استفاده در پروژه با استانداردهای مندرج در بند ۱۰-۴-۲-۱ و ۱۰-۴-۴-۱.

۳-۴-۸-۴-۲- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای عایقکاری پرتو در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۸-۴-۳- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق (نهایی) و مشخصات فنی عایقکاری پرتو (دیوار، کف، سقف، در، پنجره و گشودگی‌ها) ابعاد و محل‌های عایقکاری پرتو، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع عایقکاری پرتو مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۸-۴-۴- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای انواع عایق‌کاری پرتو در پروژه.

۳-۴-۹- فصل یازدهم- پوشش‌ها

۳-۴-۹-۱- کفپوش‌ها

۳-۴-۹-۱-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات، انتخاب مناسب کفپوش با نوع کاربری، سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت انواع کفپوش‌های مورد استفاده در پروژه بر اساس مشخصات مندرج در بند ۱۱-۲.

۳-۴-۹-۱-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق و نهایی و الزامات فنی و استانداردهای کفپوش‌ها (لمینیت، تمام چوب، نساجی، انعطاف پذیر، کاشی، سرامیک، موزائیک و سنگ، آجری و بتنی، پلیمری درجا و غیره)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع کفپوش‌های مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۹-۱-۳- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای کفپوش‌ها در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۹-۲- دیوارپوش‌ها

۳-۴-۹-۲-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت انواع دیوارپوش‌های مورد استفاده در پروژه بر اساس مشخصات مندرج در بند ۱۱-۳.

۳-۴-۹-۲-۲- جزئیات اجرایی دقیق و نهایی و الزامات فنی انواع دیوارپوش‌های به‌کاررفته (پلیمری، چوبی، نساجی، انعطاف پذیر، کاشی، سرامیک و سنگ، سیمان الیافی، گچی، کاغذدیواری، اندودکاری گچی، سیمانی و سایر (چوب پنبه‌ای، چرمی، آلومینیومی، فومی،کامپوزیت چوب پلاستیک و غیره))، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع دیوارپوش‌های مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۹-۲-۳- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای دیوارپوش‌ها در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۹-۳- پوشش‌های زینتی و حفاظتی

۳-۴-۹-۳-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت انواع دیوارپوش‌های مورد استفاده در پروژه بر اساس مشخصات مندرج در بند ۹-۳.

۳-۴-۹-۳-۲- جزئیات اجرایی دقیق و نهایی و الزامات فنی انواع پوشش‌های زینتی و حفاظتی بکاررفته (رنگ‌ها، جلاها، لاک‌ها، لعاب‌ها، ضدخوردگی، مقاوم در برابر حریق و غیره)، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع پوشش‌های زینتی و حفاظتی مورد استفاده در پروژه.

۳-۴-۹-۳-۳- صورتجلسات تایید کنترل کیفی اجرای پوشش‌های زینتی و حفاظتی در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۱۰- فصل دوازدهم- در و پنجره ساختمانی

۳-۴-۱۰-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات فنی و ابعاد در و پنجره‌های مورد استفاده در پروژه بر اساس مشخصات مندرج در بند ۱۲-۴-۱.

۳-۴-۱۰-۲- جزئیات اجرایی دقیق و نهایی اتصالات، نصب و آب‌بندی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع در و پنجره‌های مورد استفاده در پروژه بر اساس نوع دیوار اجرا شده.

۳-۴-۱۰-۳- صورتجلسات تایید کنترل کیفی نصب انواع در و پنجره‌ها در مناطق اجرا شده.

۳-۴-۱۱- فصل سیزدهم- محوطه سازی

۳-۴-۱۱-۱- صورتجلسات تایید انطباق مشخصات و سوابق آزمون‌های تعیین کیفیت مصالح مورد استفاده در انواع روسازی‌ها (بستر روسازی، مخلوط‌های آسفالتی، بتن مورد استفاده در روسازی، بلوک بتنی، بتن نفوذپذیر)، جداول بتنی، موزائیک، سنگ طبیعی و پله با استانداردهای مندرج در بند ۱۳-۲-۱.

۳-۴-۱۱-۲- نقشه‌های چون‌ساخت، جزئیات اجرایی دقیق و نهایی و مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت در اجرای انواع بستر روسازی، روسازی نفوذپذیر، جدول‌ها، سطوح شیبدار، پله‌های بیرونی، زهکشی و هدایت آب‌های سطحی، فضای سبز اجرا شده در پروژه.

۳-۴-۱۱-۳- موقعیت و مشخصات چاه‌های قدیمی از جمله چاه فاضلاب یا آب انبارها یا قنات‌های موجود در محوطه و در صورت پر کردن آن‌ها، صورتجلسه روش و مصالح مورد استفاده برای پر کردن چاه‌ها یا در صورت عدم نیاز به پر کردن چاه، صورت‌جلسه طوقه چینی و مسدود کردن آن‌ها.

۳-۴-۱۱-۴- موقعیت و مشخصات چاه‌های جذبی.

۳-۴-۱۱-۵- موقعیت و مشخصات تأسیسات موجود (آب، فاضلاب، برق، گاز و مخابرات) در محوطه.

۳-۴-۱۱-۶- نتایج آزمایش کیفی عملیات روسازی مطابق بند ۱۳-۳-۴ و صورتجلسات تایید کیفیت انجام کار.

۳-۴-۱۱-۷- مستندات تصویری از نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات اجرای محوطه سازی در پروژه.

۳-۴-۱۲- فصل چهاردهم- بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

۳-۴-۱۲-۱- موارد عمومی

۳-۴-۱۲-۱-۱- نقشه‌های اولیه اجرایی طرح بهسازی مطابق بند ۱۴-۳-۱ و نقشه‌های چون ساخت، جزئیات اجرایی دقیق و نهایی) و مشخصات فنی، دستورکارها و دستورالعمل‌های مشاور و دستگاه نظارت مورد استفاده در عملیات بهسازی

لرزه‌ای (اعم از بهسازی ساختمان‌های بتنی، فولادی، بنایی، پیش تنیدگی، بهسازی پی و شالوده، جداسازی لرزه‌ای و بهسازی اجزای غیر سازه‌ای)

۳-۴-۱۲-۱-۲- مستندات تصویری از وضع موجود و نحوه و مراحل مختلف اجرای عملیات بهسازی لرزه‌ای در پروژه.

۳-۴-۱۲-۲- ساختمان های بتن آرمه

۳-۴-۱۲-۲-۱- مستندات و نتایج آزمایش‌های شناسایی تکمیلی (آزمایش‌های غیر مخرب و مخرب) مطابق بند ۱۴-۳-۱.

۳-۴-۱۲-۲-۲- مستندات آزمایش‌های کنترل کیفیت سیستم تقویتی FRP مطابق بند ۱۴-۳-۷-۸.

۳-۴-۱۲-۳- ساختمان های فولادی

۳-۴-۱۲-۳-۱- مستندات شناسایی مصالح و جزئیات اجزا و اعضا مطابق بند ۱۴-۵-۱-۱.

۳-۴-۱۲-۴- ساختمان های بنایی

۳-۴-۱۲-۴-۱- مستندات تعیین خواص مصالح و جزئیات سازه‌ای موجود مطابق آزمایش‌های بند ۱۴-۶-۱.

۳-۴-۱۲-۵- بهسازی پی و شالوده

۳-۴-۱۲-۵-۱- مستندات آزمایش‌های شناسایی وضعیت تراوش آب در خاک بستر شالوده و علل نشست آن مطابق بند ۱۴-۷-۱-۱.

۳-۴-۱۲-۵-۲- مستندات آزمایش‌های تعیین ارتباط بین حجم گروت و سطح چگالش مطابق بند ۱۴-۷-۳-۱.

۳-۴-۱۲-۶- تجهیزات و ادوات استهلاک انرژی

۳-۴-۱۲-۶-۱- گزارش‌های آزمایشگاهی تایید کننده الزامات میراگرهای اصطکاکی مطابق بند ۱۴-۸-۲-۱.

۳-۴-۱۲-۶-۲- گزارش های آزمایش‌های تایید مشخصات فنی میراگرها مطابق مشخصات فنی ۱۴-۸-۶.

۳-۴-۱۲-۶-۳- دستورالعمل بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری مطابق بند ۱۴-۸-۹.

۳-۴-۱۲-۷- جدا سازی لرزه‌ای

۳-۴-۱۲-۷-۱- گزارش تاییدیه های فنی و آزمایش‌های سامانه جداساز مطابق بند ۱۴-۹-۲ و ازمایش های کنترل کیفیت مطابق بند ۱۴-۹-۳.

۳-۴-۱۲-۷-۲- مدارک فنی طرح سامانه جداسازی لرزه‌ای مطابق بند ۱۴-۹-۴.

۳-۴-۱۲-۷-۳- دستورالعمل بازدید دوره‌ای و تعمیر و نگهداری مطابق بند ۱۴-۹-۹.

۳-۴-۱۳- سایر مستندات

۳-۴-۱۳-۱- شماره و تاریخ آخرین ویرایش نسخه استانداردهای استفاده شده.

۳-۴-۱۳-۲- کاتالوگ‌ها و دفترچه‌های مشخصات فنی تجهیزات و تاسیسات بکاررفته در پروژه.

۳-۴-۱۳-۳- دستورالعمل‌های بهره برداری و مدیریت نگهداری تجهیزات و تاسیسات.

۳-۴-۱۳-۴- ضمانت‌نامه‌ها (گارانتی) تجهیزات و تاسیسات و بیمه‌نامه‌های تضمین کیفیت.

۳-۴-۱۳-۵- گزارش‌های نظارتی ماهانه و ادواری تهیه شده توسط دستگاه نظارت.

۳-۵- کتیبه شناسنامه ساختمان

۳-۵-۱- اطلاعات مندرج در کتیبه

محتوای کتیبه شناسنامه ساختمان که در این ضابطه به اختصار کتیبه نامیده می‌شود، شامل مواردی است که اطلاعاتی عمومی درباره ساختمان را به عموم ارائه می‌کند و باید اطلاعات زیر در آن درج شود:

۳-۵-۱-۱- نام ساختمان: نامی که به صورت سمبلیک به ساختمان نسبت داده می‌شود (در صورت وجود).

۳-۵-۱-۲- وزارت متبوع: وزارتخانه‌ای است که وظیفه مدیریت یا نظارت بر بهره‌برداری ساختمان را برعهده دارد.

۳-۵-۱-۳- سرمایه‌گذار: نام نهادی که هزینه کل ساخت ساختمان یا بخشی از آن را تامین کرده است. در ساختمان‌هایی که بخشی از هزینه آن از محل وجوه عمومی تامین شده است، باید از عبارت «وجوه عمومی» برای سرمایه‌گذار استفاده شود.

۳-۵-۱-۴- وقف‌کننده: شخصی حقیقی یا حقوقی است که در تامین زمین یا هزینه‌های ساخت به‌صورت وقف مشارکت داشته است.

۳-۵-۱-۵- کارفرما: شخصی حقوقی است که سفارش ساخت ساختمان را برعهده دارد و پرداخت هزینه‌های ساخت را مدیریت می‌کند.

۳-۵-۱-۶- مدیر طرح: شخصی حقوقی است که تمام یا بخشی از اختیارهای قابل واگذاری کارفرما به وی واگذار شده است.

۳-۵-۱-۷- بهره‌بردار: شخصی حقوقی است که به بهره‌برداری از ساختمان می‌پردازد.

۳-۵-۱-۸- مشاور: شخصی حقوقی است که مسئولیت طراحی و نظارت ساختمان را بر عهده دارد. در صورتی‌که مشاور طراح و مشاور ناظر، دو شخص مستقل باشند، باید این دو هویت به طور جداگانه در کتیبه درج شود.

۳-۵-۱-۹- پیمانکار: شخصی حقوقی است که ساخت ساختمان را انجام می‌دهد.

۳-۵-۱-۱۰- تاریخ شروع ساخت: تاریخ شروع پیمان، طبق شرایط عمومی پیمان است.

۳-۵-۱-۱۱- تاریخ بهره‌برداری: تاریخ تحویل موقت، طبق شرایط عمومی پیمان است.

۳-۵-۱-۱۲- کاربری: یکی از حالات استفاده از ساختمان شامل؛ آموزشی، پژوهشگاه، اداری، بهداشتی، درمانی، پرورشگاه، آسایشگاه، عبادتگاه، مسکونی، تجاری، تجاری-مسکونی، تعمیرگاه، صنعتی، مزروعی، گلخانه، و مانند آن می‌باشد که در اسناد مالکیت درج می‌شود.

۳-۵-۱-۱۳- زیربنا: متراژ کل زیربنا و تعداد طبقات که در سند ساختمان ذکر می‌شود.

۳-۵-۱-۱۴- نوع سازه: بیان کننده کلیت سیستم باربری قائم و جانبی ساختمان است و شامل انواع بتنی، فولادی، ورق سرد نورد شده[1]، بنایی (فقط برای ساختمان‌های با ارزش میراث فرهنگی)، ترکیب انواع یادشده و نظایر آن می‌باشد. در صورتی که از جداساز یا میراگر لرزه‌ای استفاده می‌شود، باید نام این زیر سیستم‌ها نیز در کنار نوع سازه اصلی، ارائه شود.

۳-۵-۱-۱۵- رتبه انرژی: رده‌بندی انرژی ساختمان (یا بخشی از آن) شاخصی است که حد کیفیت ساختمان از نظر مصرف انرژی را مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان نشان می‌دهد.

۳-۵-۱-۱۶-توضیحات خاص: حسب ضرورت، ارائه مختصر هرگونه اطلاعات ضروری در مورد ویژگی‌های ساختمان تحت این عنوان ارائه می‌شود.

۳-۵-۲- محل نصب کتیبه

محل نصب کتیبه باید داخل ساختمان باشد. این کتیبه باید در محلی عمومی و در معرض مراجعه‌کنندگان به ساختمان قرارگیرد. مکان‌هایی مانند سرسرا (لابی) ورودی، فضا یا راهرو مقابل پراستفاده‌ترین طبقه آسانسور، ابتدای راه‌پله اصلی در همکف یا محل‌هایی مشابه می‌تواند برای این منظور مناسب باشد. محل دقیق کتیبه باید توسط مشاور (دستگاه نظارت) تعیین شده و پس از تایید کارفرما، به پیمانکار اعلام شود.

۳-۵-۳- ابعاد و الزامات نصب کتیبه

موارد زیر باید در نصب کتیبه رعایت شوند:

۳-۵-۳-۱- ابعاد کتیبه باید بین ۴۰×۳۰ تا ۵۰×۳۵ سانتی‌متر و به‌صورت ایستاده[2] در نظر گرفته شود.

۳-۵-۳-۲- باید فاصله مناسب برای خواندن کتیبه بین ۲ تا ۲٫۵ متر در نظر گرفته شود (شکل ۳-۱- الف و ب).

۳-۵-۳-۳- با توجه به فاصله و با در نظرگرفتن نوع فونت، اندازه قلم لازم برای خوانا بودن محتوا باید بین ۲۵ تا ۳۰ با واحد استاندارد Pt در نظر گرفته شود، به گونه‌ای‌که فاصله بالایی‌ترین بخش حروف یک سطر تا پایینی‌ترین بخش‌های حروف، بین ۱۰ تا ۱۲ میلی‌متر باشد. استفاده از فونت نستعلیق، مشروط به رعایت تناسبات بصری متناظر با این فونت، بلامانع است.

1- LSF (Light Steel Frame)
2- Portrait

۳-۵-۳-۴- ارتفاع پایینی‌ترین بخش کتیبه پس از نصب، نباید از ۱,۵ متر کمتر و از ۱,۸ متر بیشتر باشد. (شکل ۳-۵-۲).

۳-۵-۳-۵- جنس، رنگ و طراحی کتیبه باید هماهنگی و هارمونی با معماری بنای ساختمان و یا مصالح بکار رفته در محل نصب آن داشته و به تایید مشاور (دستگاه نظارت) رسیده باشد. همچنین جنس کتیبه باید از مصالح مقاوم بوده و مطابق ضوابط مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای، به‌صورت مستحکم به بنا وصل شده باشد.

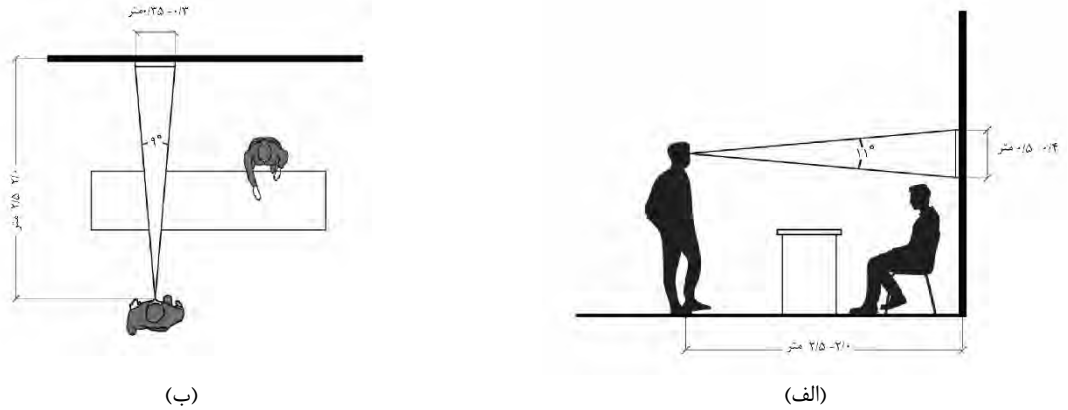
۳-۵-۳-۶- در حاشیه پایینی کتیبه لازم است تا از راست به سمت چپ به ترتیب نشان‌واره‌های (لوگو یا آرم)[1] نظام فنی و اجرایی کشور (الزامی برای طرح‌های از محل وجوه عمومی و مشارکت عمومی- خصوصی)، وزارت متبوع، کارفرما، سرمایه‌گذار، وقف کننده، مدیر طرح، بهره‌بردار، مشاور و پیمانکار مطابق ابعاد مشخص شده در(شکل ۳-۳) درج شود.

۳-۵-۳-۷- در صورت وجود اطلاعات تکمیلی نظیر نشانی وبگاه مجازی(سایت اینترنتی)، نمایش موقعیت مکانی بنا روی نقشه، دادن دسترسی به شناسنامه فنی ملکی، گزارش‌ها، تصاویر و فیلم‌های تکمیلی و مانند آن، این اطلاعات را می‌توان در قالب نشانِ رمزینه پاسخ سریع (QR code)[2] با ابعاد حداقل ۸ در ۸ سانتی متر در سمت چپ بالای کتیبه، نمایش داد.

۳-۵-۳-۸- نمونه الگویی یک کتیبه در شکل ۳-۴- الف و ب نمایش داده شده است.

۳-۵-۴- مسئولیت

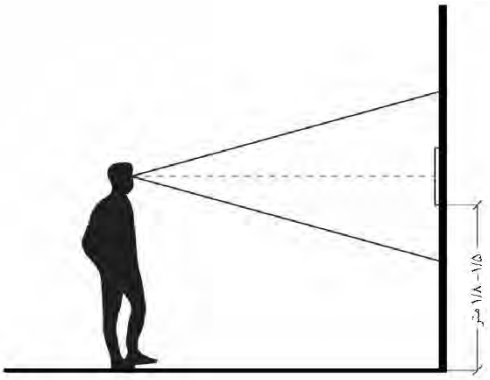
پیمانکار موظف است با هماهنگی مشاور (دستگاه نظارت)، همزمان با تحویل موقت پروژه، مشخصات و اطلاعات مندرج بر روی کتیبه، جنس، ابعاد و محل نصب را مطابق این بخش تهیه و پس از اخذ تایید کارفرما، آن را ساخته و در محل مشخص شده نصب نماید و از دستگاه نظارت، تایید کتبی تطبیق کیفیت کار اجرا شده با طراحی مصوب را اخذ نماید.



(ب) (الف)

شکل ۳-۱- ابعاد و الزامات نصب کتیبه- فاصله مناسب خواندن

1- Logo
2- QR code(Quick Response Code)



شکل ۳-۲- ابعاد و الزامات نصب کتیبه – ارتفاع نصب

شکل ۳-۳- نحوه درج نشان‌واره (لوگو) در حاشیه پایینی کتیبه

شکل ۳-۴- الف- ابعاد گذاری الگو (نمونه طراحی) یک کتیبه [1]

۱- ابعاد گذاری انجام شده بر روی این نمونه طراحی بر اساس یک کتیبه با ابعاد ۵۰×۳۵ سانتی‌متر انجام شده است و در صورت استفاده از سایر ابعاد، باید تناسبات لازم بر اساس مشخصات مندرج در بندهای ۳-۵-۳-۱ تا ۳ رعایت شود.

ساختمان بیمارستان امیرالمومنین(ع)

وزارت متبوع:	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
سرمایه‌گذار:	وجوه عمومی
وقف‌کننده:	خانم/آقای ..... (تامین زمین به عنوان وقف)
کارفرما:	سازمان مجری ساختمان‌ها و تاسیسات دولتی
مدیر طرح:	شرکت ...
بهره‌بردار:	دانشگاه علوم پزشکی ...
مشاور:	مهندسین مشاور ...
پیمانکار:	شرکت پیمانکار ...

تاریخ شروع ساخت: ۱۴۰۲/۸/۲۵ **تاریخ بهره‌برداری:** ۱۴۰۵/۸/۳۰

کاربری: بهداشتی و درمانی **زیربنا:** ۲۵,۴۰۰ متر مربع

نوع سازه: فولادی با میراگر لرزه‌ای **رتبه انرژی:** EC+

در ساخت سازه فولادی این ساختمان، با تمهیدات بکار رفته و استفاده از سیستم مناسب طراحی و میراگر لرزه‌ای، ۳۰ درصد وزن سازه نسبت به سازه های مشابه، کاهش یافته است.

لوگو مدیر طرح | لوگو وقف‌کننده | لوگو بهره‌بردار | لوگو مشاور | لوگو پیمانکار

شکل ۳-۴ – ب- الگو (نمونه اجرا شده) یک کتیبه

۳-۶- فهرست نگهداری و تعمیرات

محتوای فهرست نگهداری و تعمیرات، شامل مواردی عمومی برای دوره بهره‌برداری ساختمان است و باید توسط مدیریت دستگاه بهره‌بردار طبق مفاد این ضابطه و سایر ضوابط ابلاغی سازمان برنامه و بودجه رعایت شود. این فهرست باید در داخل ساختمان در معرض دید عموم و ترجیحا در مجاورت کتیبه بوده و باید عناوین جدول زیر در آن درج شود:

جدول ۳-۲- فهرست نگهداری و تعمیرات

محل	ردیف	اقدام لازم
سقف	۱	تمیز کردن و خشک نگه داشتن آبروها و ناودان‌های سقف
	۲	کنترل و تعمیر ترک‌ها و درزها
	۳	تمیز کردن مکان‌های آبگیر در آسفالت یا موزائیک پشت بام بر روی سقف، پس از بارش
	۴	در صورت مشاهده نم در سقف، بررسی توسط کارشناس ذیصلاح و رفع سریع آن
درها و پنجره‌ها	۵	بازدید و تجدید رنگ تمام قسمت‌های چوبی در صورت لزوم
	۶	کنترل دوغاب‌ها و درزها و بازسازی آن در صورت لزوم
	۷	روغن‌کاری تمام لولاها و مکانیزم‌های قفل، به ویژه در فصل سرد
	۸	کنترل چفت و بست‌ها و در صورت لزوم، تعمیر و تعویض آنها
	۹	کنترل اتصال قسمت پائین چهارچوبها، زهوار و آب چکان پشت پنجره‌ها
	۱۰	کنترل و تنظیم تابستانه و زمستانه‌ی نوار الاستیکی یا نوار آب‌بندی دور پنجره‌های upvc و پرکردن درزها و آب‌بندی آنها
	۱۱	کنترل شکسته نبودن شیشه‌های درها و پنجره‌ها و تسریع در تعویض شیشه‌های شکسته
لوله‌کشی	۱۲	کنترل شیرآلات و رفع نشتی و چکه احتمالی آنها
	۱۳	کنترل نشت‌های لوله‌کشی و تعمیر سریع آنها
	۱۴	در صورت مشاهده نم در دیوارها، بررسی توسط کارشناس ذیصلاح و رفع سریع آن
	۱۵	بازدید چاهک‌ها و در صورت نیاز، رفع گرفتگی و تعویض و یا تعمیر آنها
	۱۶	کنترل صافی در ورودی آب
	۱۷	کنترل منبع آب و حفاظت آز آن به صورتی که دست از حفاظ ان عبور نماید و در دسترس نیز نباشد
برقی	۱۸	کنترل برق‌کشی ساختمان و رفع هر گونه خطر احتمالی آتش‌سوزی
	۱۹	کنترل دسترسی ساده و سریع به کنتورها و کلیدهای برق
	۲۰	بازدید سیستم فیوزها و در صورت لزوم، تعویض آنها

محل	ردیف	اقدام لازم
	۲۱	دقت در آمپر فیوزها در هنگام تعویض
	۲۲	کنترل استحکام و شل نبودن کابل‌ها و کنتورها
	۲۳	کنترل عملکرد صحیح کلیدهای محافظ جان
	۲۴	کنترل پوشش کلیدها و پریزهای فضاهای مرطوب و باز
	۲۵	کنترل عملکرد صحیح کلیدهای اتوماتیک راه پله ها و راهروها و مکان‌های ضروری
	۲۶	کنترل روشنایی تمام فضاها به صورتی که فضایی بدون روشنایی نداشته باشیم
	۲۷	کنترل پایه‌ها، اتصالات و محکم بودن پایه آنتن‌ها به زمین و جدانشدن اجزا در اثر وزش باد
	۲۸	کنترل چاه ارت و اطمینان از صحت عملکرد آن
	۲۹	کنترل صاعقه‌گیر و اتصالات آن
	۳۰	کنترل برقدار نبودن حوض، آبنما و تیرهای برق و روشنایی
دیوارهای خارجی	۳۱	کنترل عدم پاشش خروجی ناودانی‌ها و آبروها به روی دیوارهای خارجی
	۳۲	اصلاح سنگ‌های نما و حائل‌های از جابجا شده
	۳۳	کنترل کیفیت ملات بین آجرها و در صورت لزوم تعمیر آنها
	۳۴	بررسی وضعیت درزگیری‌ها و آب‌بندی‌ها در اطراف پنجره‌ها، درها و نورگیرها و در صورت لزوم، تعمیر آنها
گرمایش و سرمایش	۳۵	کنترل دریچه هوای تازه و عملکرد صحیح آن
	۳۶	کنترل روزانه سطح آب و میزان مواد سوختنی بخار سازها و دیگ‌های بخار
	۳۷	مرتب و تمیز نگه داشتن اتاق تاسیسات حرارتی
	۳۸	تعویض دوره‌ای فیلتر روغن موتورهای حرارتی (توصیه: به صورت ماهانه) یا هرگاه که روغن‌ریزی وجود دارد
	۳۹	کالیبره‌سازی سالانه ترموستات‌ها
	۴۰	بازرسی شیرهای کنترل فشار آب
	۴۱	کنترل آب‌بندی شوفاژها
	۴۲	کنترل عایق پیچی کانال کولرها و لوله‌های آب
	۴۳	کنترل پایداری پایه‌ها، برق و کابل‌های کولرها
ایمنی و حفاظت	۴۴	تعویض لامپ‌های سوخته
	۴۵	کنترل سنسورهای ضد حریق و تعویض دوره‌ای باتری آنها (توصیه: به صورت سالانه)

محل	ردیف	اقدام لازم
در برابر حریق	۴۶	کنترل علامت‌دار بودن تمام شیرهای آتش‌نشانی (تا در شرایط اضطراری دسترسی ساده و سریع به آنها میسر باشد)
	۴۷	اطلاع از جانمایی تمام سرویس‌های حرارتی، آبرسانی، گاز و برق
	۴۸	کنترل ایمنی قفل‌های درهای روبرو ، پشتی و بام ساختمان
	۴۹	کنترل بخش‌های خالی ساختمان برای محافظت از دسترسی افراد غیر مجاز
	۵۰	کنترل ترک‌های ایجاد شده در راهروها و مسیرهای تردد و بررسی و رفع آنها با نظر کارشناسان ذیصلاح
	۵۱	کنترل سالانه محافظ پنجره‌ها و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض آنها
	۵۲	بازدید و کنترل کپسول‌های آتش‌نشانی در ادوار شش ماهه
	۵۳	بررسی پله‌ها و خروجی‌های اضطراری و در صورت لزوم تعمیر آنها
	۵۴	بررسی عدم مسدودی پله‌ها و خروجی‌های اضطراری به صورت مستمر
	۵۵	کنترل نرده‌ها و حفاظ راه پله و بالکن، از لحاظ ایستایی و استحکام (لق نباشد)
	۵۶	کنترل و رفع لغزندگی کف راه پله‌ها و فضاهای باز (در صورت غیر مضرس بودن هرچه سریع تر نسبت به مضرس شدن یا رفع لغزش کف اقدام شود)
	۵۷	کنترل درهای ضد حریق و دستگیره‌های آن از لحاظ کارآیی صحیح
بام و بالکن	۵۸	کنترل کفشوی بام و بالکن (عدم آب گرفتگی)
	۵۹	کنترل عدم گرفتگی و کارکرد صحیح دودکش‌ها
	۶۰	کنترل لوله‌های بخاری و تاسیسات روی پشت بام
	۶۱	کنترل خوردگی و آسیب پوشش و عایق بام و رفع آنها
	۶۲	کنترل سنگ درپوش جان پناه بام
آسانسور	۶۳	سرویس و نگهداری آسانسور حداقل هر ماه یک بار (از جمله کنترل: روشنایی داخل چاه آسانسور، در بازرسی، عملکرد صحیح میکرو سوئیچ در بازرسی، فاصله وزنه تعادل تا روی بافر، عملکرد صحیح میکروسوئیچ حد پائین، بازدید پرچم‌ها، سیم‌کشی داکت، دریچه فرار، پشت بند ریل‌ها و اتصالات، فاصله بین براکت‌ها، فاصله کفشک وزنه تعادل، مهار سیم بکسل، بلوک‌های وزنه و مهار آن، عدم روغنکاری کنتاکت مدارات ایمنی برقی و مکانیکی)
	۶۴	کنترل نصب بودن آینه در کابین آسانسور و شکسته نبودن آن
	۶۵	کنترل فعال بودن آلارم های صوتی اش در مواقع گیر کردن افراد در داخل آن

دانلود سوالات آزمون

محل	ردیف	اقدام لازم
	۶۶	کنترل برقرار بودن سیستم تماس تلفنی با نگهبانی یا مراکز امدادی
دوربین	۶۷	سرویس و نگهداری دوربین‌های ساختمان حداقل هر ماه یک بار
بیمه	۶۸	بیمه مسئولیت مدیران ساختمان
	۶۹	بیمه آتش سوزی و زلزله
	۷۰	بیمه آسانسور
مسیرها و معابر ساختمان	۷۱	کنترل خرابی‌های مسیرهای ورودی به ساختمان و تسریع در تعمیر آنها
	۷۲	تسریع در برطرف کردن یخزدگی معابر ساختمان به ویژه در روی شیب‌راهه‌ها
	۷۳	کنترل سهولت تردد معلولین در معابر داخلی و خارجی ساختمان

Building General Technical SpecificationVolume I

General Specification, Documentation, Health and Safety Executive

[IR- Code. 55-1]

Authors & Contributors Committee:

Mohammad	Shekarchizade (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Hassan	Soltanali (HSE and Documentation Sections Chair)	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Katayon	Nematpour	Ministry of Industry, Mine and Trade	M.Sc. of Environmental Eng.
Amir massod	Shahbazimenshadi	Organization for development, Renovation and Equipping schools	M.Sc. of Electrical Eng.
Hamid	Ebrahimi	National Examination Board in Occupational Safety and Health	M.Sc. of Immune Eng.
Hamed	Sartipi	Faraomran Negar Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Ali	Khodabandeabhari	Neginshahr Ayande Co.	Ph.D. of Architectural Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.

Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract:

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- **Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive**
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the first volume) consists of the first chapter (General Specification), the second chapter (Health, Safety, and Environment), and the third chapter (Documentation).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification
Volume I

General Specification, Documentation, Health and Safety Executive

IR-Code 55-1

Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد اول مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
بازنگری سوم

جلد دوم
تخریب–ژئوتکنیک
ضابطه شماره ۲–۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیر بنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"تجدید نظر سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد دوم) مشتمل بر فصول چهارم (تخریب) و فصل پنجم (ژئوتکنیک) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه ۵۵

جلد دوم- تخریب- ژئوتکنیک

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
محسن	بهرام غفاری (رئیس کارگروه)	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل چهارم
زهرا	منصوری	مهندسین مشاور آب و محیط خاورمیانه	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل چهارم
علی	طاهری	شرکت ملی گاز ایران	دکترای مهندسی عمران	فصل چهارم
فرزین	کلانتری (رئیس کارگروه)	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
جواد	نظری افشار	دانشگاه آزاد اسلامی، شهر قدس	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
حمیدرضا	الهی	شرکت سامان پی	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
ایمان	رضا	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل پنجم
مهدی	رجحانی	دانشگاه خوارزمی	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
محسن	صابر ماهانی	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
حمید	بایسته	دانشگاه قم	دکترای مهندسی عمران	فصل پنجم
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندسی عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندسی عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندسی عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجادحیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن نشریات و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی
آقای مهندس علیرضا احسانی
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی
آقای مهندس حسن تابش
آقای مهندس احمد جاودان
آقای مهندس احمد خراسانچیان
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری
آقای مهندس سیدعلی طاهری
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری
آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس قباد میزانی
خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل چهارم: تخریب ۱

۴-۱- کلیات ۳

۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳

۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۳

۴-۱-۳- مسئولیت، سازمان و عوامل پروژه تخریب ۵

۴-۱-۴- فازهای پروژه تخریب ۵

۴-۲- فازهای پروژه تخریب ۷

۴-۲-۱- فاز اول، شناسایی و برنامه‌ریزی ۷

۴-۲-۱-۱- بررسی مقدماتی ۷

۴-۲-۱-۱-۱- بازدید و بررسی ۷

۴-۲-۱-۱-۲- شناخت سایت ۷

۴-۲-۱-۱-۳- تهیه گزارش سایت ۷

۴-۲-۱-۱-۴- ملاحظات مربوط به اطلاعات ۹

۴-۲-۱-۱-۵- بررسی سازه‌ای ۹

۴-۲-۱-۲- شناسایی تفصیلی خطرات سازه‌ای و اقدامات اولیه ۱۰

۴-۲-۱-۲-۱- شرایط محیطی سازه ۱۰

۴-۲-۱-۲-۲- سیستم سازه‌ای ۱۰

۴-۲-۱-۲-۳- اجزا و اعضای سازه‌ای ۱۱

۴-۲-۱-۲-۴- مصالح سازه ۱۲

۴-۲-۱-۳- هماهنگی‌های لازم پیش از آغاز عملیات تخریب ۱۳

۴-۲-۲- فاز دوم، اجرای عملیات تخریب ۱۳

۴-۲-۲-۱- برنامه تعطیلی فعالیت جاری ۱۳

۴-۲-۲-۱-۱- ازکاراندازی ۱۳

۴-۲-۲-۱-۲- بستن تأسیسات زیربنایی ۱۴

۴-۲-۲-۱-۳- محدودیت‌های ترافیکی ۱۴

۴-۲-۲-۱-۴- لخت کردن ساختمان ۱۴

۴-۲-۲-۲- حفاظت تأسیسات زیربنایی ۱۵

۴-۲-۲-۲-۱- عوامل خطر ۱۵

۴-۲-۲-۲-۲- آسیب‌های وارد به تاسیسات زیرزمینی ۱۵

۴-۲-۲-۲-۳- وجود کابل‌های هوایی ۱۵

۴-۲-۲-۲-۴- احتمال آتش‌سوزی یا انفجار ۱۵

۴-۲-۲-۲-۵- حفاظت ۱۵

۴-۲-۲-۳- محدوده قرق و پهنه‌های خطر ۱۶

۴-۲-۲-۳-۱- پهنه‌های خطر در محدوده قرق ۱۶

۴-۲-۲-۳-۲- فضای کار ایمن در اطراف ماشین‌آلات ۱۷

۴-۲-۲-۴- سازه‌های موقت ۱۸

۴-۲-۲-۴-۱- تکیه‌گاه موقت سازه‌ای ۱۸

۴-۲-۲-۴-۲- سازه‌های موقت دسترسی ۱۸

۴-۲-۲-۵- روش‌ها، وسایل و تجهیزات تخریب و ملاحظات اجرایی هر یک ۱۹
۴-۲-۲-۵-۱- روش‌های دستی ۱۹
۴-۲-۲-۵-۲- روش‌ها، وسایل و تجهیزات مکانیکی ۲۱
۴-۲-۲-۵-۳- چکش مکانیکی و بیل مکانیکی ۲۱
۴-۲-۲-۵-۴- ماشین‌آلات چرخ‌دار کوچک ۲۲
۴-۲-۲-۵-۵- ماشین‌آلات با بازوهای تلسکوپی ۲۲
۴-۲-۲-۵-۶- کشیدن با طناب ۲۳
۴-۲-۲-۵-۷- ماشین‌آلات بوم‌بلند ۲۴
۴-۲-۲-۵-۸- کوبیدن با گوی تخریب ۲۵
۴-۲-۲-۵-۹- برش‌کاری صنعتی ۲۶
الف- تخریب با آب‌برش ۲۶
ب- برش داغ ۲۶
پ- هوابرش ۲۷
ت- نیزه حرارتی ۲۸
ث- برش با پودر فلز ۲۸
ج- برش با قوس پلاسما ۲۸
۴-۲-۲-۵-۱۰- شکافت ۲۸
الف- شکافت با مواد شیمیایی ۲۹
ب- شکافت هیدرولیک ۲۹
۴-۲-۲-۵-۱۱- انفجار ۲۹
الف- ضوابط عمومی ۲۹
ب- محدوده قرق ۳۰
پ- برنامه‌ریزی اضطراری ۳۰
ت- انبارش مواد منفجره، حراست و تامین ایمنی ۳۱
ث- انفجار در سازه فولادی ۳۱
ج- انفجار در سازه بتنی و بنایی ۳۱
۴-۲-۲-۶- مکانیزم تخریب و انتخاب روش متناسب با نوع سازه ۳۱
۴-۲-۲-۶-۱- اصول اولیه تخریب ۳۳
الف- تخریب پیش‌رونده ۳۳
ب- فروریزی هدفمند ۳۳
پ- حذف هدفمند اعضا ۳۳
ت- تخریبِ بخشی برای مرمت سازه‌ای ۳۳
۴-۲-۲-۶-۲- انتخاب روش مناسب ۳۴
۴-۲-۲-۶-۳- تخریب سازه‌های زیرزمینی ۳۴
۴-۲-۲-۷- پیش‌گیری از فروریزی ناخواسته ۳۴
۴-۲-۲-۷-۱- پایداری سازه باقیمانده با پیش‌روی تخریب ۳۵
۴-۲-۲-۷-۲- فروریزی هدفمند ایمن ۳۵
الف- پیش‌تضعیف هدفمند ۳۵
ب- پیش‌تقویت ۳۵
پ- تخریبِ بخشی ایمن ۳۶
۴-۲-۲-۷-۳- حفظ نما و جدار بیرونی ۳۶

۴-۲-۲-۸- کنترل مزاحمت‌ها ۳۶
۴-۲-۲-۸-۱- صدا و لرزش ۳۶
۴-۲-۲-۸-۲- حفاظت در برابر دود و گرد و غبار ۳۷
۴-۲-۲-۸-۳- پرتوها ۳۷
الف- پرتو یونیزه ۳۷
ب- پرتو غیریونیزه ۳۷
۴-۲-۳- فاز سوم، اقدامات پس از تخریب ۳۷
۴-۲-۳-۱- مدیریت ضایعات و پسماندها ۳۷
۴-۲-۳-۱-۱- تفکیک و انبارش ۳۷
۴-۲-۳-۱-۲- انتقال، بارگیری و حمل ضایعات و پسماندها ۳۸
الف- بلند کردن و پایین آوردن ۳۸
ب- سقوط آزاد ۳۸
۴-۲-۳-۲- ازسرگیری فعالیت‌ها ۳۹
۴-۳- ضوابط تکمیلی سلامت، ایمنی و محیط زیست ویژه تخریب ۴۰
۴-۳-۱- ضوابط عمومی ۴۰
۴-۳-۲- تخریب کف و سقف ۴۱
۴-۳-۳- تخریب دیوارها ۴۲
۴-۳-۴- تخریب سازه‌های بتنی ۴۲
۴-۳-۵- تخریب سازه‌های فولادی ۴۳
۴-۳-۶- تخریب دودکش‌های بلند صنعتی و سازه‌های مشابه ۴۳
۴-۳-۷- انبارش مواد منفجره ۴۴

فصل پنجم: ژئوتکنیک ۴۵
۵-۱- کلیات ۴۷
۵-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۴۷
۵-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۴۷
۵-۲- عملیات خاکی ۵۰
۵-۲-۱- خاکبرداری ۵۰
۵-۲-۱-۱- الزامات کلی ۵۰
۵-۲-۱-۲- خاکبرداری ۵۰
۵-۲-۱-۳- پی‌کنی و گودبرداری ۵۱
۵-۲-۱-۴- خاکبرداری در پایدارسازی دیواره‌های گود ۵۲
۵-۲-۱-۴-۱- خاکبرداری در پایدارسازی به روش مهار به پشت ۵۲
۵-۲-۱-۵- خاکبرداری در زمین‌های دارای خاک نباتی و لایه سطحی ۵۳
۵-۲-۱-۶- خاکبرداری در زمین‌های لجنی ۵۳
۵-۲-۱-۷- خاکبرداری در زمین‌های سنگی ۵۳
۵-۲-۲- خاکریزی ۵۴
۵-۲-۲-۱- انواع خاکریزی ۵۴
۵-۲-۲-۱-۱- خاکریز باربر ۵۴
۵-۲-۲-۱-۲- خاکریزهای پر کننده ۵۵
۵-۲-۲-۲- مصالح خاکریزی ۵۵

۵-۲-۲-۲-۱- اصلاح مصالح ۵۵
۵-۲-۲-۳- کنترل رطوبت خاکریزها ۵۵
۵-۲-۳-۱- خاکریزهای با مصالح ریزدانه ۵۵
۵-۲-۳-۲- خاکریزهای با مصالح درشت‌دانه ۵۶
۵-۲-۳-۳- خاکریزهای با مصالح رودخانه‌ای ۵۶
۵-۲-۴- پخش، تسطیح و کوبیدن ۵۶
۵-۲-۴-۱- آماده‌سازی بستر خاکریزی ۵۶
۵-۲-۴-۲- خاکریزهای باربر ۵۷
الف- پخش لایه‌ها ۵۷
ب- پخش مصالح افزودنی ۵۸
پ- اختلاط و آب‌پاشی ۵۸
ت- روش و میزان کوبیدن ۵۹
ث- تسطیح و تنظیم ۶۰
۵-۲-۴-۳- خاکریزهای پرکننده ۶۰
الف- پخش مصالح ۶۰
ب- روش و میزان کوبیدن ۶۱
۵-۳- پایداری دیواره‌های گودبرداری ۶۱
۵-۳-۱- میخ گذاری یا مهار غیرفعال (نیلینگ) ۶۱
۵-۳-۱-۱- روش اجرا ۶۱
۵-۳-۱-۲- اجزای اجرا ۶۲
الف- میخ ۶۲
ب- مرکزی‌ساز ۶۲
پ- اجزای حفاظت از خوردگی ۶۲
ت- سر میخ ۶۲
ث- دیواره نما ۶۲
۵-۳-۱-۳- نکات اجرایی ۶۳
۵-۳-۱-۳-۱- خاکبرداری ۶۳
۵-۳-۱-۳-۲- آماده‌سازی سطوح ۶۳
الف- آماده‌سازی سطوح بتنی ۶۳
ب- آماده‌سازی سطوح ساخته شده از مصالح بنائی ۶۳
پ- آماده‌سازی سطوح سنگی ۶۳
۵-۳-۱-۳-۳- نصب مش و اجرای پوسته ۶۴
۵-۳-۱-۳-۴- چال‌زنی ۶۴
۵-۳-۱-۳-۵- سرهم‌بندی نیل و جایگذاری آن ۶۶
۵-۳-۱-۳-۶- تزریق ۶۷
۵-۳-۱-۴- آزمایش‌های تاییدی و کنترلی نیل ۶۸
۵-۳-۲- مهار (انکر) یا مهار فعال ۷۰
۵-۳-۲-۱- اجزای اجرا ۷۰
۵-۳-۲-۲- نکات اجرایی ۷۰
۵-۳-۲-۲-۱- آماده سازی سطوح ۷۰
۵-۳-۲-۲-۲- حفاری ۷۱

۵-۳-۲-۲-۳- آماده سازی مهاری و جایگذاری ۷۱
۵-۳-۲-۲-۴- تزریق ۷۳
۵-۳-۲-۲-۵- عملیات اجرای پد ۷۳
الف- اجرای پد بتنی ۷۳
ب- اجرای پد فلزی ۷۳
پ- کشش مهاری ۷۴
۵-۳-۲-۳- آزمایش‌های تاییدی و کنترلی انکراژ ۷۴
۵-۳-۳- روش‌های مهار به داخل گود (یا مهار سازهای) ۷۵
۵-۳-۳-۱- مهار متقابل ۷۵
۵-۳-۳-۱-۱- مواد و مصالح ۷۵
۵-۳-۳-۱-۲- اجرا و نکات اجرایی ۷۵
۵-۳-۳-۲- مهار به کف ۷۶
۵-۳-۳-۲-۱- اجرا و نکات اجرایی ۷۶
۵-۳-۴- روش ساخت از بالا به پایین ۷۷
۵-۳-۴-۱- نکات اجرایی ۷۷
۵-۳-۴-۱-۱- حفاری ۷۷
۵-۳-۴-۱-۲- خاکبرداری ۷۷
۵-۳-۴-۱-۳- ساخت اسکلت فلزی ۷۷
۵-۳-۴-۱-۴- ساخت اسکلت بتنی ۷۸
۵-۳-۴-۱-۵- پر کردن چاه‌ها ۷۹
۵-۳-۴-۱-۶- ساخت دیوارها ۷۹
۵-۳-۴-۲- ملاحظات اجرایی در روش اجرای بالا به پایین ۸۰
۵-۳-۴-۲-۱- مواجه با آب زیرزمینی در اجرای بالا به پایین ۸۰
۵-۳-۴-۲-۲- ملاحظات تأسیساتی حین اجرا ۸۰
۵-۳-۵- عناصر پایدارسازی ۸۰
۵-۳-۵-۱- ساخت ستون ۸۰
۵-۳-۵-۲- نصب ستون ۸۰
۵-۳-۶- ابزار دقیق و رفتارسنجی ۸۱
۵-۳-۶-۱- روش‌های رفتار سنجی (پایش) ۸۱
۵-۳-۶-۱-۱- پایش چشمی ۸۱
۵-۳-۶-۱-۲- نقشه‌برداری ۸۲
۵-۳-۶-۱-۳- الزامات و بازه زمانی پایش ۸۳
۵-۴- بهسازی خاک ۸۴
۵-۴-۱- بهسازی سطحی ۸۴
۵-۴-۱-۱- تراکم سطحی (اصلاح فیزیکی) ۸۴
۵-۴-۱-۱-۱- تجهیزات اجزا ۸۴
۵-۴-۱-۱-۲- نکات اجرایی ۸۴
۵-۴-۱-۱-۳- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۸۵
۵-۴-۲- تثبیت شیمیایی ۸۵
۵-۴-۲-۱- مواد و مصالح ۸۵
۵-۴-۲-۱-۱- تثبیت خاک با آهک ۸۵

۵-۴-۲-۱-۲- تثبیت خاک با سیمان پرتلند ۸۶
۵-۴-۲-۱-۳- تثبیت خاک با قیر ۸۷
۵-۴-۲-۱-۴- تثبیت خاک با خاکستر بادی و آهک ۸۷
۵-۴-۲-۱-۵- تثبیت خاک با ترکیب سیمان و آهک ۸۸
۵-۴-۲-۱-۶- تثبیت خاک با ترکیب آهک و قیر ۸۸
۵-۴-۲-۲- تجهیزات اجرا ۸۸
۵-۴-۲-۳- نکات اجرایی ۸۹
۵-۴-۲-۳-۱- عمل‌آوری ۸۹
۵-۴-۲-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۹۰
۵-۴-۲-۴-۱- کنترل کیفیت خاک تثبیت شده با آهک ۹۰
۵-۴-۲-۴-۲- کنترل کیفیت خاک تثبیت شده با سیمان ۹۰
۵-۴-۳- ژئوسنتتیک‌ها ۹۱
۵-۴-۳-۱- مواد و مصالح ۹۲
۵-۴-۳-۲- ژئوتکستایل ۹۲
۵-۴-۳-۲-۱- ژئوگرید ۹۲
۵-۴-۳-۲-۲- ژئوکامپوزیت ۹۳
۵-۴-۳-۲-۳- مصالح خاکریزی ۹۳
۵-۴-۳-۳- روش اجرا و نکات اجرایی ۹۳
۵-۴-۳-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۹۴
۵-۴-۴- بهسازی ستونی، اختلاط (خاک-سیمان) در عمق ۹۵
۵-۴-۴-۱- مواد و مصالح ۹۶
۵-۴-۴-۲- تجهیزات اجرا ۹۷
۵-۴-۴-۳- نکات اجرایی ۹۷
۵-۴-۴-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۹۸
۵-۴-۴-۴-۱- اجرای ستون‌های آزمایشی ۹۸
۵-۴-۴-۴-۲- آزمایش‌های دوغاب ۹۹
۵-۴-۴-۴-۳- تعیین مقاومت و همگنی اختلاط با انجام مغزه‌گیری ۹۹
۵-۴-۴-۴-۴- نمونه‌گیری توده‌ای‌تر ۱۰۰
۵-۴-۴-۴-۵- کنترل‌های حین اجرا ۱۰۱
۵-۴-۴-۴-۶- آزمایش نفوذپذیری ۱۰۱
۵-۴-۴-۴-۷- رواداری‌های مجاز ۱۰۲
۵-۴-۵- تزریق فشار بالا (جت گروتینگ) ۱۰۲
۵-۴-۵-۱- مواد و مصالح ۱۰۴
۵-۴-۵-۲- کنترل کیفی و معیارهای پذیرش ۱۰۴
۵-۴-۵-۳- نکات اجرایی ۱۰۵
۵-۴-۶- ستون‌های شنی ۱۰۶
۵-۴-۶-۱- مواد و مصالح ۱۰۷
۵-۴-۶-۲- تجهیزات اجرا ۱۰۸
۵-۴-۶-۲-۱- استفاده از میله مرتعش ۱۰۸
۵-۴-۶-۲-۲- استفاده از لوله مرتعش ۱۰۹
۵-۴-۶-۳- نکات اجرایی ۱۰۹

۵-۴-۶-۳-۱- هدایت پساب ۱۰۹
۵-۴-۶-۳-۲- عبور از لایه‌های سخت ۱۰۹
۵-۴-۶-۳-۳- متراکم نمودن مصالح ستون شنی ۱۱۰
۵-۴-۶-۳-۴- قطر ستون‌های شنی ۱۱۰
۵-۴-۶-۳-۵- فرورفتگی سطح زمین ۱۱۰
۵-۴-۶-۳-۶- اجرای بالشتک شنی روی ستون‌های شنی ۱۱۱
۵-۴-۶-۴- کنترل کیفی ۱۱۱
۵-۴-۶-۴-۱- آزمایش‌های کنترلی ۱۱۱
۵-۴-۶-۴-۲- آزمایش‌های تاییدی ۱۱۱
۵-۴-۶-۴-۳- آزمایش‌های کیفیت مصالح ۱۱۱
۵-۴-۶-۴-۴- قطرسنجی ستون‌ها ۱۱۲
۵-۴-۶-۵- سایر موارد ۱۱۲
۵-۴-۶-۵-۱- ملاحظات زیست محیطی ۱۱۲
۵-۴-۶-۵-۲- ارتعاشات وارده ۱۱۲
۵-۴-۶-۵-۳- ستون شنی غیر ارتعاشی ۱۱۲
۵-۴-۷- تزریق ۱۱۳
۵-۴-۷-۱- مواد و مصالح ۱۱۳
۵-۴-۷-۱-۱- سیمان پرتلند ۱۱۴
۵-۴-۷-۱-۲- آب ۱۱۴
۵-۴-۷-۱-۳- رس ۱۱۴
۵-۴-۷-۱-۴- ماسه پرکننده ۱۱۴
۵-۴-۷-۲- تجهیزات اجرا ۱۱۵
۵-۴-۷-۳- نکات اجرایی ۱۱۵
۵-۴-۷-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۱۱۷
۵-۴-۸- ریز شمع ۱۱۷
۵-۴-۸-۱- مبانی و مصالح ۱۱۷
۵-۴-۸-۲- روش‌های اجرا ۱۱۸
۵-۴-۸-۳- روش اجرای شمع کوبشی ۱۱۸
۵-۴-۸-۳-۱- لوله‌کوبی ۱۱۸
۵-۴-۸-۳-۲- تزریق ۱۱۹
۵-۴-۸-۳-۳- تسلیح و نصب اتصالات سرریزشمع به شالوده ۱۲۰
۵-۴-۸-۴- ریزشمع حفاری شونده ۱۲۰
۵-۴-۸-۴-۱- حفاری ۱۲۰
۵-۴-۸-۴-۲- تزریق ۱۲۰
۵-۴-۸-۴-۳- تسلیح و اتصالات سرریزشمع به شالوده ۱۲۱
۵-۴-۸-۵- ریزش خودحفار-تزریق همزمان ۱۲۱
۵-۴-۸-۵-۱- روش اجرا ۱۲۱
۵-۴-۸-۵-۲- ملحقات ۱۲۱
۵-۴-۸-۶- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۱۲۲
۵-۴-۸-۶-۱- کنترل‌های حین حفاری و تزریق ۱۲۲
۵-۴-۸-۶-۲- کنترل‌های کیفیت محصول ۱۲۲

الف- کنترل‌های ریزشمع‌های غیرباربر ۱۲۲
ب- آزمایش بارگذاری فشاری یا کششی میکروپایل‌های باربر ۱۲۲
۵-۴-۹- تراکم دینامیکی ۱۲۳
۵-۴-۹-۱- تجهیزات اجرا ۱۲۴
۵-۴-۹-۲- نکات اجرایی ۱۲۴
۵-۴-۹-۲-۱- فازهای کوبش و الگوی هر فاز ۱۲۴
۵-۴-۹-۲-۲- لایه پایدار کننده سطحی (پتوی سطحی) ۱۲۵
۵-۴-۹-۲-۳- تعیین محدوده تراکم ۱۲۶
۵-۴-۹-۳- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۱۲۶
۵-۴-۹-۳-۱- تورم زمین و اضافه فشار آب حفره‌ای ۱۲۶
۵-۴-۹-۳-۲- نشست متوسط ایجاد شده در زمین تحت بهسازی ۱۲۶
۵-۴-۹-۳-۳- پایش ارتعاشات وارده بر همجواری‌های اطراف ۱۲۷
۵-۴-۹-۳-۴- انجام آزمایش‌های تاییدی ۱۲۷
۵-۴-۹-۴- سایر موارد ۱۲۸
۵-۴-۹-۴-۱- مشکلات ناشی از بالا بودن سطح آب زیرزمینی ۱۲۸
۵-۴-۹-۴-۲- مشکلات ناشی از وجود لایه‌های سخت و جاذب انرژی ۱۲۸
۵-۴-۱۰- پیش بارگذاری ۱۲۸
۵-۴-۱۰-۱- مواد و مصالح ۱۲۹
۵-۴-۱۰-۲- تجهیزات اجرا ۱۲۹
۵-۴-۱۰-۳- نکات اجرایی ۱۳۰
۵-۴-۱۰-۳-۱- آماده‌سازی ساختگاه ۱۳۰
۵-۴-۱۰-۳-۲- استقرار دستگاه نصب زهکش ۱۳۰
۵-۴-۱۰-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش ۱۳۱
۵-۵- زهکشی و آب‌بندی ۱۳۲
۵-۵-۱- زهکشی ۱۳۳
۵-۵-۱-۱- الزامات کلی ۱۳۳
۵-۵-۱-۲- اجزای سامانه زهکشی ۱۳۳
۵-۵-۱-۳- کانال‌های زهکشی ۱۳۴
۵-۵-۱-۴- مشخصات صافی ۱۳۴
۵-۵-۲- آب‌بندی و عایق‌کاری ۱۳۴
۵-۵-۲-۱- لایه عایق (غشایی) ۱۳۵
۵-۵-۲-۲- نمد آببندی رسی ۱۳۵
۵-۵-۲-۲-۱- الزامات اجرایی ۱۳۵
۵-۵-۲-۳- ژئوممبران‌های پلیمری ۱۳۶
۵-۵-۲-۳-۱- الزامات اجرایی ۱۳۶
۵-۵-۲-۴- ژئوممبران‌های قیری ۱۳۷
۵-۵-۲-۴-۱- الزامات اجرایی ۱۳۷
۵-۶- ژئوسنتتیک‌ها ۱۳۸
۵-۶-۱- مشخصههای عمومی ژئوسنتتیک‌ها ۱۳۸
۵-۶-۱-۱- نکات کلی ۱۳۸
۵-۶-۱-۲- ملاحظات کلی در ژئوسنتتیک‌ها ۱۳۹

۵-۶-۲- درزها ۱۳۹
۵-۶-۳- مشخصات ژئوتکستایل‌ها در مسلح‌سازی و بهسازی ۱۴۳
۵-۶-۴- فیلتراسیون و زهکشی ۱۴۴
۵-۶-۴-۱- انتخاب ژئوتکستایل ۱۴۴
۵-۶-۴-۲- نکات اجرایی ۱۴۴
۵-۶-۴-۳- ژئوکمپوزیتها ۱۴۶
۵-۶-۴-۳-۱- ملاحظات اجرای ژئوکمپوزیت‌ها ۱۴۶
۵-۶-۵- شیبهای خاکی مسلح ۱۴۷
۵-۶-۵-۱- مشخصات مصالح ۱۴۷
۵-۶-۵-۱-۱- ژئوسنتتیک‌ها ۱۴۷
۵-۶-۵-۱-۲- مصالح خاکی ۱۴۷
۵-۶-۵-۲- نحوه اجرا ۱۴۸
۵-۶-۵-۲-۱- آماده سازی بستر ۱۴۸
۵-۶-۵-۲-۲- نصب ژئوسنتتیک ۱۴۸
۵-۶-۵-۲-۳- عملیات خاکی ۱۴۹
۵-۶-۵-۲-۴- نما ۱۵۰
۵-۶-۶- دیوارهای خاک مسلح ۱۵۱
۵-۶-۶-۱- مشخصات مصالح ۱۵۱
۵-۶-۶-۱-۱- ژئوسنتتیک‌ها ۱۵۱
۵-۶-۶-۱-۲- مصالح خاکی ۱۵۱
۵-۶-۶-۱-۳- نما ۱۵۱
۵-۶-۶-۲- دیوار خاک مسلح با نمای بتنی ۱۵۴
۵-۶-۶-۲-۱- بستر نما ۱۵۴
۵-۶-۶-۲-۲- بستر سایر بخشهای خاکریزی مسلح ۱۵۴
۵-۶-۶-۲-۳- قطعات نما و درپوش ۱۵۵
۵-۶-۶-۲-۴- مصالح پشت نما ۱۵۵
۵-۶-۶-۲-۵- خاکریزی ۱۵۶
۵-۶-۶-۲-۶- نصب ژئوسنتتیک ۱۵۶
۵-۶-۶-۳- دیوار خاک مسلح با تسمه‌های فلزی ۱۵۷
۵-۶-۶-۳-۱- مصالح خاکریز ۱۵۷
۵-۶-۶-۳-۲- تسمه‌های فلزی ۱۵۸
۵-۶-۶-۳-۳- قطعات نما ۱۵۸
۵-۶-۶-۴- تهیه مصالح و لوازم و انبار کردن آن ها در کارگاه ۱۵۸
۵-۶-۶-۴-۱- قطعات بتنی پیش‌ساخته ۱۵۸
۵-۶-۶-۴-۲- تسمه‌ها ۱۵۸
۵-۶-۶-۴-۳- لوازم دیگر ۱۵۹
۵-۶-۶-۵- روش‌های کلی اجرا ۱۵۹
۵-۶-۶-۶- آزمایشهای کنترل کیفیت ۱۶۰
۵-۶-۷- آب‌بندها ۱۶۰
۵-۶-۷-۱- ژئوممبرینها ۱۶۰
۵-۶-۷-۱-۱- حمل و انبارداری و بررسی محصول ۱۶۱

۵-۵-۷-۱-۲- کلیات و ملاحظات نصب ۱۶۱
۵-۶-۷-۱-۳- آماده‌سازی بستر قبل از نصب ژئوممبران ۱۶۲
۵-۶-۷-۱-۴- نکات حین نصب ژئوممبران ۱۶۳
۵-۶-۷-۲- ژئوکمپوزیتهای رسی ۱۶۳
۵-۶-۷-۲-۱- پذیرش و انبارداری ژئوکمپوزیت رسی ۱۶۴
۵-۶-۷-۲-۲- شرایط آب و هوایی برای نصب ژئوکمپوزیت رسی ۱۶۴
۵-۶-۷-۲-۳- آماده‌سازی بستر برای نصب ژئوکمپوزیت رسی ۱۶۵
۵-۶-۷-۲-۴- اصول نصب ژئوکمپوزیت رسی در کف ۱۶۵
۵-۶-۷-۳-۵- اصول نصب ژئوکمپوزیت رسی در دیواره ۱۶۶
۵-۶-۷-۲-۶- تعمیر محل آسیب دیده ۱۶۸
۵-۷- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۱۶۹
۵-۷-۱- مشخصات عمومی ۱۶۹
۵-۷-۲- حصارکشی و تردد به داخل گود و کانال ۱۷۲
۵-۷-۳- بازدید و بازرسی از گود ۱۷۳
۵-۷-۴- انتقال و انبارکردن تجهیزات و مصالح ۱۷۵
۵-۷-۵- تجهیزات و ماشین آلات ۱۷۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۴-۱- محدوده قرق ۱۷
شکل ۴-۲- توالی تخریب کف‌ها در روش بالا به پایین؛ شکل راست: اعضا و اجزای طره، شکل چپ: بخشی از دال کف ۲۱
شکل ۴-۳- تصویر شماتیک و عمومی ماشین‌های تخریب متحرک ۲۲
شکل ۴-۴- ماشین تخریب با بازوهای تلسکوپی؛ راست: حذف اعضا با فشار، چپ: حذف اعضا با کشش ۲۳
شکل ۴-۵- تخریب با کشیدن به وسیله طناب ۲۴
شکل ۴-۶- گستره کار با ادوات الحاقی تا ارتفاع ۵۷ متر بالاتر از تراز زمین ۲۴
شکل ۴-۷- تخریب با ماشین‌آلات بوم‌بلند؛ شکل راست: تخریب با حذف اعضا به کمک چنگک، شکل چپ: تخریب با خردکننده پنوماتیک ۲۵
شکل ۴-۸- کوبیدن با گوی تخریب؛ راست: افتادن قائم، چپ: تاب خوردن افقی ۲۶
شکل ۴- ۹- شماتیک تجهیزات یک فرایند برش داغ ۲۷
شکل ۴- ۱۰- تصویر شماتیک برش با قوس پلاسما ۲۸
شکل ۵-۱- مشخصات میخ مطابق استاندارد FHWA(NAIL)-NHI-14-007-2015 ۶۲
شکل ۵-۲- زاویه حفاری افقی و قائم ۶۵
شکل ۵-۳- شابلون زاویه حفاری ۶۵
شکل ۵-۴- فلوچارت پیشنهادی کنترل عملیات تزریق ۶۸
شکل ۵-۵- پد بتنی ۷۳
شکل ۵-۶- فلوچارت تصمیم‌گیری پذیرش انکر ۷۴
شکل ۵-۷- نحوه اتصال ستون فلزی به شمع بتنی ۷۸
شکل ۵-۸- دریچه بتن‌ریزی از پهلو ۷۹
شکل ۵–۹- تاثیر نسبت آب به سیمان بر مقاومت ۲۸ روزه مخلوط خاک-سیمان ۹۶
شکل ۵–۱۰- روش‌های تزریق قشار بالا (جت گروتینگ) ۱۰۳
شکل ۵–۱۱- نمودار مقاومت فشاری برای انواع خاک ۱۰۵
شکل ۵-۱۲- دو نوع کوکزنی (تکی و دوبل) ۱۴۱
شکل ۵-۱۳- سه نوع متداول درز ۱۴۱
شکل ۵-۱۴- حداقل فاصله افقی درزهای عرضی نسبت به هم ۱۴۲
شکل ۵-۱۵- پیوستگی دو قطعه ژئوسنتتیک مجاور به وسیله بستهای فلزی ۱۴۲
شکل ۵-۱۶- اتصال با تسمه یا میله فلزی گالوانیزه یا پلیمری در ژئوگرید ۱۴۳
شکل ۵-۱۷- مراحل اجرای یک کانال زهکشی با استفاده از ژئوتکستایل ۱۴۶
شکل ۵-۱۸- شیب خاکی مسلح ۱۴۷
شکل ۵-۱۹- خاکریزی و پخش مصالح خاکی بر روی لایه ژئوسنتتیک ۱۵۰
شکل ۵-۲۰- طول ژئوسنتتیک پس از برگردانده شدن ۱۵۱
شکل ۵-۲۱- برخی از انواع نماهای معمول در دیوارهای خاک مسلح ۱۵۲
شکل ۵-۲۲- نمونهای از نصب ژئوسنتتیک در دیوار با نمای قوسی ۱۵۷
شکل ۵-۲۳- نحوه ذخیره‌سازی رول‌ها به‌صورت طبقاتی ۱۶۴
شکل ۵-۲۴- اجرای ژئوکمپوزیت رسی (جی سی ال) در کف ۱۶۶
شکل ۵-۲۵- اجرای ژئوکمپوزیت رسی (جی سی ال) در اطراف پی ۱۶۷
شکل ۵-۲۶- جزئیات آماده سازی سر نیل‌ها برای نصب ژئوکمپوزیت رسی در دیواره ۱۶۷
شکل ۵-۲۷- نحوه اجرای ژئوکمپوزیت رسی در اطراف سرشمع و دیواره گود و محل اتصال ۱۶۸
شکل ۵-۲۸- نحوه تعمیر حفره های ایجاد شده در محصول در اثر عملیات اجرایی ۱۶۹
شکل ۵-۲۹- دسترسی ایمن به داخل گود ۱۷۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱- فازهای پروژه تخریب ۶
جدول ۴-۲- پهنه‌های محدوده قرق ۱۷
جدول ۴-۳- چکیده روش‌های متداول تخریب ۳۲
جدول ۵-۱- رواداری‌های مجاز در چال زنی ۶۵
جدول ۵-۲- آزمایش‌های مربوط به نیل‌ها و حدود پذیرش آن‌ها ۶۹
جدول ۵-۳- اجزای مهار فعال ۷۰
جدول ۵-۴- انواع روش‌های پایش با توجه به ویژگی‌های گود ۸۳
جدول ۵-۵- میزان اثربخشی مواد افزودنی بر روی بهسازی خاک‌های مختلف ۸۵
جدول ۵-۶- درصدهای تقریبی سیمان جهت تثبیت خاک‌های مختلف ۸۶
جدول ۵-۷- عوامل مطلوب شیمیایی خاک ۹۷
جدول ۵-۸- مشخصه‌های رفتاری و مقاومت خاک بهسازی شده به روش اختلاط در عمق ۱۰۱
جدول ۵-۹- محدوده تغییرات پارامترهای اجرایی در روش‌های مختلف جت گروتینگ ۱۰۳
جدول ۵-۱۰- مقاومت فشاری معمول خاک-سیمان،روش تک سیاله ۱۰۴
جدول ۵-۱۱- تأثیرپذیری زمین‌های مختلف در مقابل تراکم ارتعاشی ۱۰۷
جدول ۵-۱۲- مقایسه تأثیر پذیری زمین‌های مختلف در مقابل تراکم و تسلیح ۱۰۷
جدول ۵-۱۳- معیار ارزیابی مصالح پرکننده ۱۰۸
جدول ۵-۱۴- کارایی روش تراکم دینامیکی در خاک‌های مختلف ۱۲۴
جدول ۵-۱۵- اثرات نامطلوب ارتعاشات ناشی از کوبش بر روی هم‌جواری‌های اطراف ۱۲۷
جدول ۵-۱۶- اثرات نامطلوب ارتعاشات ناشی از کوبش بر روی هم‌جواری‌های اطراف ۱۲۷
جدول ۵-۱۷- روش‌های نصب زهکش‌های قائم ۱۳۰
جدول ۵-۱۸- داده‌های خروجی ابزار ۱۳۲
جدول ۵-۱۹- عملکرد انواع ژئوسنتتیک‌ها ۱۳۸
جدول ۵-۲۰- معیارها و مشخصات اصلی ارزیابی ژئوسنتتیک‌ها ۱۴۰
جدول ۵-۲۱- طبقهبندی ژئوتکستایلها براساس قابلیتهای مورد نیاز در حین اجرا ۱۴۳
جدول ۵-۲۲- مشخصات ژئوتکستایل در عملکرد فیلتراسیون ۱۴۴
جدول ۵-۲۳- راهنمای انتخاب مصالح خاکریزی در شیبهای خاکی مسلح ۱۴۷
جدول ۵-۲۴- مشخصات مصالح خاکریزی در بدنه دیوارهای خاک مسلح ۱۵۱
جدول ۵-۲۵- میزان رواداری مجاز نصب قطعات نما ۱۵۵
جدول ۵-۲۶- مشخصات فنی ژئوممبران و آزمایش‌های مربوط ۱۶۱

فصل چهارم

تخریب

۴-۱- کلیات

۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از ضوابط این فصل، ارائه روش‌ها، استانداردها و فرایندهای پذیرفتنی در انجام فعالیت‌های مربوط به تخریب ساختمان‌ها و ابنیه فنی است. ضوابط این فصل هرگونه عملیات تخریب کلی سازه‌ها، ساختمان‌ها و تاسیسات مکانیکی و برقی آن‌ها یا تخریبِ بخشی از اجزای آنها را شامل می‌شود که نقش باربری یا تأمین یکپارچگی فیزیکی سازه را در تمامی ساختمان‌ها اعم از موقتی یا دائمی، از جمله ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه، برج‌ها، ساختمان‌های صنعتی، دودکش‌ها، سیلوها و مخازن ذخیره به عهده دارند، اما تاسیسات مکانیکی و برقی نیروگاه‌ها، سدها، سیستم‌های روشنایی، دکل‌های مخابراتی و نظایر این‌ها در دامنه کاربرد این فصل نیست.

۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

ازکاراندازی[1]: فرایند تبدیل یک محیط یا سیستم فعال از وضعیت در حال کار به محیط یا سیستم خاموش و با پایین‌ترین سطح خطر.

پروژه تخریب[2]: مجموع تصمیم‌ها، برنامه ریزی‌ها، طرح‌ها، فرایندها، تدارکات، اقدامات و عملیات اجرایی و تأمینی برای انجام یک تخریب.

پهنه‌های خطر[3]: سطوح متداخلِ متحدالمرکز به مرکزیت بنای موضوع تخریب، در داخل محدوده قرق که واجد خطراتی ویژه هستند و هرگونه فعالیت، ورود یا حرکت اشخاص، استقرار تجهیزات در سطح و ارتفاع بالای آن‌ها در طول عملیات تخریب دارای محدودیتی تعریف شده است.

پیش تضعیف[4]: حذف هدفمند بخش‌هایی از سازه به نحوی که مقاومت آن را در برابر بارهای تحمیل‌شده و وزن سازه، کاهش دهد و به فروریزی هدفمند که بعد از آن رخ خواهد داد، کمک کند.

پیمانکار[5]: در این فصل عبارت است از پیمانکاری که به موجب قرارداد با کارفرما مسئولیت اجرای فازهای ۱، ۲ و ۳ موضوع بند ۴-۱-۴ و جدول ۴-۱را به عهده دارد.

تخریب[6]: انجام ارادی و برنامه‌ریزی‌شده هرگونه عملیات از قبیل بریدن، خرد کردن، پیاده‌سازی اجزا، کوبیدن، منفجر کردن، شکافت و مانند آن‌ها برای برچیدن تمام یا بخشی از ساختمان یا تأسیسات و سامانه‌ها یا اعضا و اجزای آن‌ها.

1- Decommissioning
2- Demolition Project
3- Hazard Areas
4- Pre-Weakening
5- Contractor
6- Demolition

تخریبِ بخشی[۱] : تخریب یا برداشتن قسمتی از ساختمان در سطح و یا ارتفاع آن، یا یک یا تعدادی از اجزا و اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان و حفظ باقیمانده آن.

تخریب کلی[۲]: تخریب، برچیدن و پاکسازی کامل ساختمان همراه تأسیسات و اجزای منصوبه متعلق به آن.

توقف موقت[۳]: فرایند ازکاراندازی و سپس نگهداری تجهیزات یا سازه‌ها به‌گونه‌ای که در صورت نیاز بتوان به سادگی آنها را مجددا به کار انداخت و مورد بهره‌برداری قرار داد.

جدار بیرونی[۴]: بدنه فصل مشترک بنا و معبر.

حذف هدفمند[۵]: برداشتن کنترل‌شده اجزای منتخب از سازه با پیاده‌سازی.

سایت[۶]: در فصل تخریب محدوده‌ای است که شامل کارگاه و حوزه اثر عملیات تخریب یا مؤثر بر عملیات تخریب است.

عملیات تخریب[۷]: عملیات اجرایی و کارگاهی تخریب.

فروریزی هدفمند[۸]: برداشتن کنترل‌شده اعضای کلیدی سازه برای فروریزی کل آن طبق یک روش طراحی‌شده.

کارگاه[۹]: در فصل تخریب به معنای محل انجام عملیات تخریب است.

لخت‌کردن ساختمان[۱۰]: عبارت است از جدا کردن دستگاه‌ها و شبکه‌های نصب‌شده در ساختمان، برداشتن جداکننده‌ها، درها، پنجره‌ها، شیشه‌های نما و کانال‌ها و سایر اجزای پوشاننده سامانه باربر ساختمان تا عریان شدن سازه باربر برای تخریب کلی.

محدوده قرق[۱۱]: محدوده دربردارنده پهنه‌های خطر که ورود اشخاص و قرار دادن تجهیزات در آن و فضای بالای آن در طول عملیات تخریب مشمول محدودیت‌ها و ممنوعیت‌های حفاظتی است.

مسئول پروژه تخریب[۱۲]: شخص حقیقی که برای برنامه‌ریزی، هماهنگی و هدایت فازهای تخریب از طرف پیمانکار انتخاب و معرفی می‌شود.

مهندس ذی‌صلاح[۱۳]: مهندسی که برای انجام کار مورد نظر آموزش دیده و تجربه کسب کرده وگواهی لازم را از مرجع معتبر دریافت کرده است.

1- Partial Demolition
2- Total Demolition
3- Mothballing
4- External Wall Body
5- Delibrate Removal
6- Site
7- Demolition Operations
8- Deliberate Collapse
9- Workplace
۱۰- Stripping the building
11- Exclusion Zone
12- Demolition Project Coordinator
13- Competent Engineer

۴-۱-۳- مسئولیت، سازمان و عوامل پروژه تخریب

الف- در شهرها، شهرک‌ها، روستاها و مکان‌های دیگری که انجام عملیات ساختمانی مستلزم دریافت پروانه از شهرداری یا دستگاه مسئول محلی است و یا انجام عملیات تخریب، اعم از کلی یا بخشی، نیازمند رعایت ضوابط خاص و اخذ مجوز است، کارفرما یا شخص حقیقی و حقوقی که این مسئولیت توسط کارفرما به وی محول شده است، مکلف به رعایت ترتیبات مذکور می‌باشد.

ب- ضوابط دیگری که به موجب قوانین و مقررات جاری در محل، بر عملیات موضوع پروژه تخریب حاکم است، از جمله ضوابط طرح‌های توسعه و عمران، مقررات مربوط به وزارت کار، تعاون و رفاه اجتماعی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی و مانند این‌ها نیز، در صورت وجود، باید رعایت شود و در-صورت تعارض بین ضوابط مذکور در هر مورد با استعلام کارفرما از دستگاه مسئول، مطابق آن ضوابط باید عمل شود

پ- پیمانکار مسئول تخریب علاوه بر وظایف منبعث از پیمان عهده‌دار وظایف زیر نیز می‌باشد:

۱- برنامه‌ریزی عملیات تخریب و اخذ تصویب مشاور با اطلاع کارفرما

۲-تهیه طرح تخریب و تعیین روش تخریب و اخذ تصویب مشاور با اطلاع کارفرما

۳- تعیین یک مهندس دارای صلاحیت مدیریت و اجرای عملیات تخریب به عنوان «مسئول پروژه تخریب» برای هدایت عملیات تخریب و جایگزین او در صورت انفصال. صلاحیت مسئول مذکور باید کتباً به تایید دستگاه نظارت برسد.

۴- مستندسازی تمام مراحل تخریب با تهیه فیلم، عکس، گزارش، صورتجلسه و سایر ابزارهای ثبت فعالیت‌ها و رویدادهای قابل ذکری که در دوره اجرا اتفاق افتاده.

۴-۱-۴- فازهای پروژه تخریب

پروژه تخریب، اعم از کلی یا بخشی، باید در سه فاز زیر اجرا شود. دسته‌بندی و توالی این فازها و عملیات و فعالیت‌های هرفاز در پیامد بیان شده است.

الف- فاز اول: شناسایی و برنامه‌ریزی

ب- فاز دوم: اجرای عملیات تخریب

پ- فاز سوم: اقدامات پس از تخریب

جدول ۴-۱- فازهای پروژه تخریب

۴-۲- فازهای پروژه تخریب

۴-۲-۱- فاز اول، شناسایی و برنامه‌ریزی

۴-۲-۱-۱- بررسی مقدماتی

پیش از اتخاذ تصمیم در مورد رویکرد تخریب کلی یا بخشی و انتخاب مکانیزم فروریزی، روش تخریب، هم‌زمانی یا عدم هم‌زمانی انجام عملیات آن با ادامه فعالیت‌های جاری ساختمان یا سایت، وضعیت سایت و ساختمان و تمام جوانب دیگر کار باید مورد بررسی مقدماتی به شرح مذکور در این بخش قرار گیرد.

۴-۲-۱-۱-۱- بازدید و بررسی

مطالعه دقیق، بازدید و بررسی ساختمانی و ارزیابی سازه‌ای همراه با برداشت، عکس و فیلم برای مستندسازی، ارجاعات آتی، تهیه برنامه و انتخاب روش تخریب باید به شرح زیر انجام شود.

۴-۲-۱-۱-۲- شناخت سایت

شناخت سایت شامل شناسایی داخل و خارج محوطه پروژه، اعم از بالا یا زیر زمینِ محدوده اثر عملیات تخریب می‌باشد. با پیشرفت کار و دریافت اطلاعات بیشتر، باید ارزیابی‌ها یا تحقیقات جدید در سایت با سوگیری شناخت مخاطرات احتمالی انجام شود.

۴-۲-۱-۱-۳- تهیه گزارش سایت

گزارش سایت، اطلاعاتی است که برمبنای بررسی اسنادی و پیمایش میدانی برای شناخت پیش از عملیات تخریب و در جریان پیشرفت به دست آمده است. این گزارش باید به وسیله مسئول پروژه تخریب در اختیار همه گروه‌های درگیر در عملیات تخریب قرار گیرد و در طول آن از زمان تهیه اسناد تا پایان اجرا، از این گزارش استفاده شود. این گزارش باید به تصویب دستگاه نظارت رسانده شود.

قبل از شروع عملیات، باید حداقل موارد زیر بررسی و ارزیابی شده باشد و گزارش آن با درج مشخصات، ابعاد، مختصات و ترازها و فاصله‌ها، نقشه‌هایی با مقیاس مورد تایید دستگاه نظارت تهیه و همراه با گزارش نتایج بررسی به امضای مسئول پروژه تخریب و دستگاه نظارت برسد و اقدامات لازم برای مستندسازی آن‌ها و تأمین دلیل انجام شود:

الف- عوارض روی زمین و محدوده سایت تخریب و جانمایی موقعیت بناهایی که قرار است تخریب کلی یا بخشی شوند و بناهایی که باقی می‌مانند.

ب- موقعیت زمین‌های طبیعی و املاک مجاور و موقعیت معابر پیاده و سواره و راه‌آهن و پل‌ها در داخل سایت و پیرامون آن در محدوده اثر عملیات تخریب و شرایط ترافیکی و دسترسی آن‌ها

پ- بررسی ویژگی‌های درختان و آبراهه‌ها که نیاز به حفاظت دارند

ت- تعیین هویت حفاظتی سایت از نظر فرهنگی، تاریخی و اجتماعی و بقایای تاریخی زیرخاکی

ث- تعیین کاربری فعلی و قبلی تمام ساختمان‌ها و ابنیه فنی موجود با هدف تشخیص مواد خطر آفرین بازمانده در سایت، ازجمله، مواد سمی، مواد سوزا، رادیواکتیو، آزبست، سرب، جیوه، الیاف مصنوعی معدنی، بی‌فنیل‌پلی‌کلرینه‌ها و دیگر آلاینده‌های خاک، آب و هوا

ج- جست‌وجوی ویژه برای مشخص کردن و خارج کردن مواد منفجره احتمالی در ظرف‌های ویژه حمل مواد منفجره

ارزیابی آلودگی خاک پیش و پس از تخریب در صورت ملاحظه مواد سمی

چ- شناسایی مناطق و نقاط با احتمال خطر؛ محوطه‌های غیرعادی، بازشوهای محصور و نورگیرهای بدون تهویه با احتمال تجمع گازهای مضر در آن‌ها

ح- توپوگرافی زمین سایت و پیرامون آن، مشخصات شیب‌ها، دیوارهای باربر، دیوارهای حائل، پل‌ها، خطوط راه‌آهن و سازه‌های مرتبط به آن از جمله ورودی‌ها، دریچه‌های خروج هوا، ایستگاه‌های توزیع و تبدیل برق، موتورخانه‌ها، سازه‌های روگذر راه‌آهن، کابل‌های هوایی و کابل‌های مهاری و هر سازه و ساختمان دیگر موجود در سایت

خ- وضعیت تأسیسات و منابع و مخازن مدفون در زیر یا در مجاورت موضوع عملیات و ارزیابی اثر آن‌ها

د- مسیرهای خطوط انتقال مربوط به تأسیسات زیربنایی زیر و بالای زمین و اتصال آن‌ها به مستحدثات موضوع عملیات تخریب

ذ- وضعیت درختان، کانال‌ها، چاه‌های فاضلاب، زهکشی، قنات‌ها، چاه‌ها، چشمه‌ها، آب‌های زیرزمینی و بررسی مشکلات احتمالی آلودگی آب، سیل، فرسایش و آب‌شستگی خاک به‌ویژه در سایت‌های شیب‌دار و آبگیر

ر- فروچاله‌ها وگمانه‌های معدن‌کاری

ز- اجزای مشترک با سازه‌های مجاور؛ پله، دیوارهای جداکننده و تأثیر احتمالی عملیات تخریب بر آن‌ها

ژ- فضاهای خالی اطراف و فواصل آزاد طولی، عرضی و ارتفاعی از نظر موثر بودن در بارگیری ضایعات و پسماندها

س- ارزیابی اثر صدا، گرد و غبار، دود، ارتعاش، ضربه، ترافیک، امواج مخابراتی یا الکترونیکی بر ساکنان هم‌جوار که به فعالیت‌های پروژه حساس باشند یا تجهیزات آنها روی فعالیت‌های پروژه تأثیر گذارد، مانند اختلال امواج رادیویی بر کاربری مواد منفجره قابل انفجار با هدایت الکترونیکی و نظایر آن

ش- وضعیت انباشت وسایل در فضاهای عمومی

ص- تعیین محل حصار و راهروی سرپوشیده موقت در پیاده‌روها

ض- شناسایی فضای کافی برای تفکیک ضایعات و پسماند در محل

ط- موقعیت و وضعیت تجهیزات شهری؛ شیر آتش‌نشانی، پارکومتر، چراغ راهنمایی، علائم راهنمایی و رانندگی، دکه‌ها، باجه‌ها و نظایر آن‌ها

ظ- امکانات مدیریت ضایعات و پسماندها به‌ویژه موارد خطرناک و امحای آن‌ها

۴-۲-۱-۱-۴- ملاحظات مربوط به اطلاعات

الف- اطلاعات موجود از جمله نقشه‌ها و نقشه‌های چون‌ساخت باید پس از صحت‌سنجی مبنای شناخت سایت قرار گیرد و با در نظر گرفتن تغییرات یا اصلاحاتی که در طول زمان رخ می‌دهد، از آن‌ها استفاده شود. برای اطمینان از ثبت دقیق وضعیت تغییریافتهٔ سازه در حین تخریبِ بخشی، اطلاعات باید همزمان با پیشرفت کار به‌روز شود.

ب- روش اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات باید متناسب با شرایط سازه باشد تا آسیب به افرادی که اندازه‌گیری‌ها و نقشه‌برداری‌هارا انجام می‌دهند، به‌ویژه درکارهای تک‌نفره، به حداقل برسد.

پ- مستندات باید با عکس و فیلم برداشت‌شده از وضعیت پیش از آغاز عملیات تخریب همراه باشد.

۴-۲-۱-۱-۵- بررسی سازه‌ای

بررسی سازه‌ای باید با هدف استفاده از نتایج آن در تحلیل رفتار سازه تحت عملیات تخریب و انتخاب روش تخریب مناسب انجام شود و حداقل دربردارنده ارزیابی موارد ذیل باشد.

الف- سیستم سازه‌ای و مصالح اصلی به‌کاررفته در طراحی و ساخت

ب- ابعاد و جزئیات تیرها، ستون‌ها، دال‌ها، کف‌ها، سقف‌ها، دیوارهای باربر، دیوارهای حائل و برشی، پله‌ها، سازه پی، شمع‌ها، و سایر اعضای باربر همراه با جزئیات ابعادی، میلگردگذاری و اتصالات

پ- اجزا و اعضای طره‌ای؛ سایبان، بالکن یا سایر اجزای معماری

ت- وجود هرگونه خرابی یا خوردگی مهم در هر یک از اعضای سازه‌ای

ث- شرایط سازه‌های مجاور شامل روسازه و پی آنها با لحاظ احتمال تاثیر عملیات تخریب بر آنها

ج- سیستم سازه‌های زیرزمینی، مخازن زیرزمینی یا تونل‌های زیرزمینی

چ- مهاربندهای آشکار و پوشیده

ح- هرگونه منصوبات حجیم و سنگین در بالا یا متصل به بدنه سازه؛ برج‌های خنک‌کننده، موتور آسانسور، منبع مایعات، تابلوها، سایبان‌ها و نظایر آن‌ها

خ- هرگونه محدودیت در پایدارسازی و تعبیه سازه‌های تکیه‌گاهی موقت

د- وجود هر سازه یا اعضای سازه‌ای ویژه؛ اعضای بتن مسلح پیش‌تنیده، اعضای بتنی پیش‌ساخته، سازه‌های پوسته‌ای تحت کشش، سازه‌های معلق، مهارهای معلق، خرپاها یا تیرهای ویرندیل، تیرهای عمیق، تیرهای با دهانه بیش از ۱۰ متر، قوس‌ها، صفحات انتقالی، تیرهای انتقالی، سازه‌های زیرزمینی، سازه‌های نگهدارنده زمین مجاور و سازه‌های طره‌ای بلند و نظایر آن‌ها.

۴-۲-۱-۲- شناسایی تفصیلی خطرات سازه‌ای و اقدامات اولیه

برای اطمینان از پایداری سازه در حین عملیات تخریب‌های غیرانفجاری و عدم فروریزی ناخواسته آن‌ها باید قبل از تهیه طرح تخریب و انتخاب روش تخریب، شناسائی‌های تفصیلی خطرات سازه‌ای قید شده در این بخش انجام پذیرد و مسیرهای انتقال نیرو از محل بارگذاری تا زمین بررسی و مشخص شود. این بررسی باید با توجه به این نکته انجام شود که سازه و اجزای آن تحت بارهای مختلف، رفتارهایی متفاوت دارند. علاوه بر آن باید تغییرات احتمالی آن‌ها در طول عملیات مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

۴-۲-۱-۲-۱- شرایط محیطی سازه

شرایط محیطی سازه و موارد مشکل‌ساز در عملیات تخریب، باید با بررسی و ارزیابی مهندسی مشخص شود. این موارد باید شامل شرایط فیزیکی سایت اعم از طبیعی یا ساخته‌شده، از جمله، اقلامی که مدفون‌اند و بر پایداری سازه تأثیر می‌گذارند، مانند مهارهای متصل به زمین، باشد.

۴-۲-۱-۲-۲- سیستم سازه‌ای

سیستم‌های سازه‌ای که حساسیت بالایی داشته و باید قبل از شروع عملیات شناسایی شوند شامل موارد ذیل می‌باشند.

الف- سازه‌های پوسته‌ای یا غشایی؛ طاق‌ها، گنبدها، دال‌ها و پوسته‌های تحت تنش

ب- سازه‌های کابلی و سازه‌هایی که در آنها کف‌ها با ادواتی از تیرها آویخته شده‌اند

پ- سازه‌های فضاکار

ت- سوله‌ها و انبارهای با سقف بلند، مخازن و سیلوها

ث- ساختمان‌های پانلی

ج- سازه‌هایی با نیروهای افقی نامتعادل؛ قوس‌ها، گنبدها و قاب‌های تک‌دهانه

چ- سازه‌هایی که پایداری سازه‌های مجاور را فراهم می‌کنند و سازه‌هایی که برای پایداری به سازه‌های مجاور تکیه دارند

ح- سازه‌ها، سقف‌ها و کف‌هایی که پایداری آنها با میل‌مهارها تامین می‌شود

خ- سازه نگهدارنده نما و جدار بیرونی، در مواردی که باید به شکل فعلی و موجود حفظ شوند

د- پل‌های کابلی[1] و پل‌های معلق[2]

ذ- دیوارهای متقاطع و دیوارهایی که قبلا با سقف‌ها یا کف‌ها مهار شده‌اند

ر- و هر سیستم دیگری که نیاز به شناسایی بیشتر داشته باشد

1- Cable Bridges
2- Suspended Bridges

۴-۲-۱-۲-۳- اجزا و اعضای سازه‌ای

الف- ستون‌ها: درجه و نوع قیود اتصالات در بالا و پایین ستون‌ها باید مشخص شود و در پیش‌بینی الگوهای فروریزی و در نتیجه تأمین ایمنی تخریب مورد استفاده قرار گیرد.

ب- تیرها: هنگام حذف تیرها به روش بریدن، بازکردن و برداشتن آنها، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- هرگونه تضعیف سازه، برای مثال افزایش طول موثر ستون‌ها یا دیوارها
- اثرات ضربه ناشی از افتادن تیر و بار دینامیک آن
- تأثیر تنش بازگشتی، در صورت کاهش طول تیرهای یکسره

پ- طره‌ها: سازه‌های طره‌ای مانند دیوارهای حائل طره‌ای، طره‌های متکی بر پایه و دستک، پل‌های تعادلی که به روش طره‌ای آزاد ساخته می‌شوند، سایبان‌ها، قرنیزهای کنج دیوار و سقف، راه‌پله‌ها و بالکن‌ها که برای پایداری خود نیاز به نیروهای مقاوم و بارهای برقرارکننده تعادل دارند و شناسائی اعضایی که باید پیش از حذف نیروهای متعادل‌کننده آن‌ها یا بروز عدم تعادل یا خم‌شدگی در آن‌ها، حذف شوند یا برای آن‌ها تکیه‌گاه‌های موقت تعبیه شود.

ت- قاب‌های ساختمانی: چگونگی اتصالات تیر و ستون به یکدیگر و میزان صلبیت آن‌ها و کیفیت اتصال سازه به پی در عملیات تخریب باید در نظر گرفته شود.

ث- قوس‌ها: برای اطمینان از پایداری آن‌ها در هنگام تخریب باید تدابیری برای حفظ تعادل نیروهای آن‌ها به شرح بند ۴-۲-۲-۵-۱ اتخاذ شود.

ج- طاق‌های ضربی: طاق‌های ضربی ساخته‌شده با تیر چوبی که چوب‌ها در آن فرسوده شده‌اند و در اثر ضربه‌های کوچک نیز مستعد فروریزی هستند.

چ- دال‌های معلق: در دال‌های معلق، برای ایمن‌تر شدن عملیات تخریب پیش از شروع، باید تکیه‌گاه‌های دال معلق؛ تعیین تیرها، دیوارها یا تکیه‌گاه‌های دیگر دال تعیین شوند.

ح- سقف‌های خرپایی: که باید بمنظور تعیین توالی حذف اعضا مورد بررسی قرار گیرند.

خ- دیوارها: در مورد دیوارها در عملیات تخریب باید موارد ذیل بررسی شود:

- تشخیص دیوارهای باربر و بررسی شرایط آن‌ها
- شرایط و پایداری دیوارها و ایمنی اتصالات در انتهای دیوارهای متقاطع
- بخش‌هایی که در اثر نشست، یخزدگی یا عملیات شمع‌کوبی مجاور دیوار یا هر عامل دیگر ترک یا شکست دارد
- پایداری دیوارهایی که قرار است باقی بمانند، به ویژه دیوارهای املاک مجاور
- پایداری سازه باقیمانده پس از حذف دیوارهای پشتیبان با توجه ویژه به بار باد

د- اعضای مختلط: در تخریب دال‌ها و تیرهای مختلط، بررسی روش طراحی و روش اجرای آن‌ها لازم است. درصورتی که اجرای این اعضا با شمع‌بندی و طراحی و اجرای مقطع سبک‌تر برای تیرهای فولادی بوده باشد، باید ظرفیت باربری

مقطع تیرها، در غیاب دال بتنی و بدون عملکرد مختلط، برای تحمل وزن خود و سایر تجهیزات و همچنین مهار جانبی بال فشاری که پیش از آن به وسیله دال یا با مهار موقت در زمان ساخت تامین شده، بررسی شود. در صورت عدم کفایت مقطع یا عدم مهار جانبی کافی تدابیر لازم باید درنظر گرفته شود. در همه اعضای مختلط باید میزان اصطکاک بین جزء بتنی و جزء فولادی بررسی شود. با این ملاحظات باید پیش از شروع عملیات تخریب، با ارزیابی دقیق و در صورت نیاز با انجام بازطراحی، از شیوه محاسبه و اجرا آگاهی پیدا کرد و تمهیدات لازم را زیر نظر مهندس ذی‌صلاح انجام داد.

ذ- اعضای پیش‌تنیده: به دلیل ماهیت پیش‌تنیدگی اعم از پیش‌کشیدگی یا پس‌کشیدگی، هنگام تخریب سازه یا اعضای پیش‌تنیده باید در طراحی محدوده قرق و پهنه‌های خطر داخل آن، پیامدهای احتمالی آزاد شدن ناگهانی تنش در اطراف عضو و فراتر از آن را در نظر گرفت. همچنین در زمان تخریب اعضای پیش‌کشیده، باید رشته‌های بریده‌شده را به فاصله کمی از محل برش مجدداً مهار کرد تا کابل‌ها و مفتول‌ها کاملا به بتن پیوسته باشند.

۴-۲-۱-۲-۴- مصالح سازه

الف- چدن: در صورت استفاده از چدن در ساخت ستون‌ها، در تخریبِ بخشی این نوع سازه‌ها نباید از انفجار استفاده شود، مگر آنکه تصمیم بر تخریب کلی باشد.

ب- بتن: در تخریب بتن غیرمسلح، بتن مسلح‌شده با فولاد و بتن مسلح الیاف فولادی امکان شکست ناگهانی هنگام بارگذاری وجود دارد. این موارد باید پیش از تخریب کنترل شود. همچنین به دلایل خوردگی آرماتور، کرمو شدن بتن و تشکیل حفره‌هایی در جسم آن، افت مقاومت بتن نسبت به نتایج بازرسی‌ها و آزمایش‌های اولیه باید در ارزیابی لحاظ شود. بتنِ الیاف پلاستیکی آسیب‌دیده از آتش باید همانند بتن غیرمسلح در نظر گرفته شود.

پ- چوب: در سازه‌های چوبی این موارد باید بررسی شود:

- افت مقاومت تیرهای چوبی به دلایل پوسیدگی داخلی ناشی از حمله حشرات همچون موریانه و بید، زهکشی ضعیف و باقی ماندن رطوبت و آلودگی در آن
- آسیب‌دیدگی اعضای چوبی آشکار یا پوشیده در ساختمان، به دلیل بیش‌بارگذاری یا شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی و رطوبت بیش از حد یا قرارداشتن در معرض جذب و از دست دادن‌های مکرر رطوبت

ت- آجر: در کارهای آجری این موارد باید بررسی شود:

- اختلال عملکرد بخش‌های آجری جان‌پناه‌ها، شیروانی‌ها، دودکش‌ها و محیط‌های خارجی به دلیل هوازدگی
- پوسته شدن یا ورقه شدن ناشی از سرمازدگی
- تأثیر گازهای اسیدی سوزا با امکان آسیب به آجر و ملات در اجزائی مانند دودکش‌های آجری

۴-۲-۱-۳- هماهنگی‌های لازم پیش از آغاز عملیات تخریب

هیچ بخشی از عملیات تخریب نباید بر پایداری، یکپارچگی و عملکرد ساختمان‌های مجاور و سامانه‌های آن‌ها تأثیر گذارد. چنانچه لازم باشد باید تمهیداتی مانند شمع‌زنی و تقویت پی برای آن‌ها اجرا شود و تغییرات وضعیت خاک در اثر عملیات تخریب لحاظ شود. ساختمان مجاور در این بخش منحصر به بناهای مجاور با پوسته بیرونی و راه دسترسی مستقل و جدا از هم نیست. در عملیات تخریب، چنانچه دو سیستم باربر در مجاورت یکدیگر باشند، هر یک ساختمان مجاور دیگری محسوب می‌شود، حتی اگر آن دو در نما یک ساختمان دیده شوند و یا یک راه دسترسی مشترک داشته باشند.

پیش از حذف یا اختلال در فرایند باربری تکیه‌گاه‌های جانبی، باید تکیه‌گاه‌های موقت تعبیه و کارایی و کافی بودن آن ها در ادامه تخریب بررسی شود. بر این اساس تکیه‌گاه جانبی باید برای سازه‌های مجاور به گونه‌ای تامین شود که مساوی یا بیش‌تر از آن مقداری باشد که پیش از این توسط سازه موضوع تخریب تامین می‌شده است.

در نزدیکی بیمارستان‌ها و ساختمان‌هایی با تجهیزات حساس به ضربه و لرزش، اقدامات احتیاطی برای عایق‌سازی لرزش باید انجام پذیرد. ساختمان‌های دیگر داخل و اطراف محل تخریب نباید تحت تأثیر لرزش ناشی از تخریب آسیب ببینند و هیچ بخشی از روند تخریب نباید باعث نشت یا نفوذ آب به داخل ساختمان‌های مجاور شود.

۴-۲-۲- فاز دوم، اجرای عملیات تخریب

۴-۲-۲-۱- برنامه تعطیلی فعالیت جاری

مسئول پروژه تخریب باید پیش از تخریب روند از کاراندازی برنامه‌ریزی‌شده فعالیت جاری را در قالب برنامه تعطیلی فعالیت جاری اجرا نماید. در این فرایند ساختمان یا سازه صنعتی باید از وضعیت کاملاً فعال به حالت دارای «پایین‌ترین سطح خطر ممکن و قابل قبول» درآید.

در تخریبِ بخشی لازم است در برنامه تعطیلی فعالیت جاری امکان راه‌اندازی مجدد در هر زمان مورد نیاز، گستره فعالیت بعد از راه‌اندازی مجدد، مدت نگه‌داری و وضعیت فعلی دستگاه‌ها و تجهیزات در نظر گرفته شود. در تخریب کلی نیز لازم است برای بازگرداندن تاسیسات به وضعیت فعال برنامه‌ریزی شود.

۴-۲-۲-۱-۱- ازکاراندازی

اقدامات ازکاراندازی که باید در دستورکار پیمانکار قرار گیرد، شامل موارد ذیل می‌باشد:

الف- سیم‌ها و کابل‌های ولتاژ بالا در نقاط خارج از منطقه تخریب، باید با برش فیزیکی در محل ورود به و خروج از جعبه تقسیم اصلی قطع شوند.

ب- در مواردی که امکان عملیات بند الف وجود ندارد، کابل‌های ولتاژ پایین و متوسط باید عایق‌بندی شوند.

پ- سیستم‌های باتری اضطراری یا آماده به‌کار جریان مستقیم باید قطع و جدا شوند.

ت- جریان مواد شیمیایی، از جمله اسیدها و روغن‌ها، تخلیه و پاکسازی لوله‌ها و مخازن باید متوقف شود به‌گونه‌ای که مجموعه از نظر شیمیایی خنثی باشد.

ث- مخازن و سیستم‌های حاوی گازهای آتش‌گیر یا مضر، برای اطمینان از عدم انباشت مایعات باید تخلیه، پاکسازی و تهویه شوند.

ج- تمامی منابع آب با دبی یا حجم‌های موثر بر عملیات تخریب باید با زهکشی از عملیات تخریب خارج شوند.

چ- منابع آب و گاز در نقاط خارج از منطقه تخریب، باید عایق شوند و در صورت عدم امکان عایق‌کاری، بخشی از لوله‌کشی، اتصالات و تبدیل‌ها حذف شوند.

ح- آزادسازی کنترل‌شده انرژی ذخیره‌شده در اتصالات فنری قوی یا وزنه‌های معلق

خ- مواد دارای احتمال ایجاد خطرات بیولوژیکی، شیمیایی، انفجار، آتش‌سوزی و رادیولوژی باید حذف و یا از بین برده شوند.

د- آزبست موجود در مناطق باید مطابق ضوابط فصل سیزده ضابطه ۵۵ جمع شود، در صورت عدم امکان باید با نصب علائم مناسب اطلاع رسانی نمود.

۴-۲-۲-۱-۲- بستن تأسیسات زیربنایی

خطرات برق‌گرفتگی، آتش‌سوزی، نشت گاز، جریان آب، باید با مسدود کردن کابل‌ها، لوله‌ها، کانال‌ها و هدایت آب‌های جاری در هنگام انجام عملیات باید مدنظر قرار گیرد. این اقدامات باید در برنامه تعطیلی فعالیت‌های جاری سایت منظور شود. برای جزییات بیشتر به بخش ۴-۲-۲-۶- مراجعه شود.

۴-۲-۲-۱-۳- محدودیت‌های ترافیکی

برای تأمین ایمنی، سرعت و سهولت تردد ماشین‌آلات تخریب و حمل ضایعات و پسماندها، باید تغییرات لازم در مسیرهای رهگذران و اتومبیل‌ها در اطراف سایت در دستور کار پیمانکار قرار گیرد. ایجاد تغییرات در مسیرها و ایجاد مسیرهای جایگزین در اطراف سایت باید با هماهنگی مراجع ذی‌ربط باشد. پیش از آغاز عملیات تخریب تا مدتی پس از خاتمه آن، برای حمل ضایعات و پسماندهای حاصل از تخریب باید تمام راه‌های سواره و پیاده بجز راه‌های تحت کنترل تردد ماشین‌آلات و عوامل تخریب و تأمین حفاظت، مسدود و حفاظت شوند.

۴-۲-۲-۱-۴- لخت کردن ساختمان

لخت کردن ساختمان باید با استفاده از ابزار دستی، ماشین‌های جمع‌آوری وسایل یا هر روشی که ایمن باشد انجام شود. تهمیدات لازم برای خطرات لخت کردن ساختمان مانند مخاطرات کار در ارتفاع، حفاظت ناکارآمد از بازشوها، ریزش آوار، وجود فضای کار محدود، مخاطرات جابه‌جایی دستی وسایل، آتش‌سوزی در صورت تجمع ضایعات و پسماندهای سوزا و وجود تله‌های حیوانات در فضاهای خارج از دید باید در نظر گرفته شود.

۴-۲-۲-۲- حفاظت تأسیسات زیربنایی

۴-۲-۲-۲-۱- عوامل خطر

در صورت وجود هر یک از موارد ذیل مشاور باید برنامه تخریب را به پیمانکار ارائه نماید:

الف- انجام عملیات روی محل عبور خط لوله یا در نزدیکی شبکه توزیع گاز تحت فشار و ایستگاه‌های تقلیل فشار

ب- تخریب روی محل عبور خطوط لوله حاوی مواد شیمیایی، سوخت یا مبرّد، و یا در نزدیکی آن‌ها

پ- تخریب در بالا یا نزدیکی تاسیسات برقی و دکل‌های انتقال نیرو

۴-۲-۲-۲-۲- آسیب‌های وارد به تاسیسات زیرزمینی

لوله‌ها و کابل‌هایی باید در مقابل آسیب‌های ذیل محافظت شوند:

الف- ضربه، فشار و جابه‌جایی در حین خاکبرداری یا خاکریزی

ب- اعوجاج و تغییرشکل ناشی از رانش یا جابه‌جایی خاک و زمین اطراف و تغییر شرایط تکیه‌گاهی دیوارهای نگهدارنده یا زیرزمین

پ- آسیب‌های ناشی از فشار دستگاه‌های سنگین و لرزش ناشی از کار آن‌ها و ریزش آوار.

۴-۲-۲-۲-۳- وجود کابل‌های هوایی

در هنگام کار در ارتفاع و با جرثقیل‌ها، بازوهای تلسکوپی، بیل‌های هیدرولیکی یا نصب داربست‌ها تاجایی که ممکن است از هیچ بخشی از دستگاه‌ها نباید در مجاورت منابع الکتریکی به‌ویژه کابل‌های برق هوایی استفاده شود.

در صورت وجود چنین تجهیزاتی، باید با تعبیه موانع فیزیکی، قطع اتصال و حذف یا تغییر مسیر، اقدامات لازم برای پیشگیری از نقض حریم مطابق الزامات فصل دوم ضابطه ۵۵ رعایت شود.

۴-۲-۲-۲-۴- احتمال آتش‌سوزی یا انفجار

در صورت وجود مواد سوزا و احتمال آتش سوزی و انفجار باید راه‌های فرار و درهای ضدآتش در حین تخریب تعبیه شود. مواد سوزا به شکل‌های گاز، مایع، بخار یا مواد جامد شامل گردوغبار یا انواع پودر هستند و مواردی همچون آرد، گرد ذغال‌سنگ، گرد چوب و پودر فلز را شامل می‌شود. در فعالیت‌هایی با احتمال زیاد آتش‌سوزی و توأم با وجود مواد آتش‌گیر، جابه‌جا کردن و حمل مخازن اکسیژن و سایر وسایل نباید پیش از استقرار تجهیزات مناسب آتش‌نشانی و فرد آموزش‌دیده برای کار با آن‌ها آغاز شود.

۴-۲-۲-۲-۵- حفاظت

الف- پیش از شروع تخریب، مکان تاسیسات زیرزمینی و هوایی باید تعیین و وضعیت آنها از لحاظ این که «در حال استفاده»، «رهاشده» یا «ازکارانداخته‌شده» اند مشخص شود.

ب- نقشه‌های سایت باید با وضع موجود سایت تطبیق داده شده و صحت‌سنجی شود. برای این منظور باید بررسی شود که در اطراف و داخل سایت هیچ کانال تاسیسات، کابل برق یا منبع فعالی که در مدارک موجود ثبت نشده، ناشناخته باقی نمانده باشد.

در مواردی که پیش‌بینی می‌شود عملیات تخریب منجر به اختلال در تاسیسات زیرزمینی شود، پیمانکار باید برای دستیابی به اطلاعات کافی پیش از شروع عملیات، داده‌ها و نقشه‌ها را بررسی نماید، اطلاعات لازم را برای بازرسی در دسترس قرار دهد، اطلاعات را تا خاتمه عملیات خاکی نگه دارد و آن‌ها را به پیمانکاران جزء ارائه دهد.

همچنین در صورت وقوع حادثه کارگاهی در خاکبرداری، لازم است تمامی اطلاعات تا دو سال پس از حادثه نگه‌داری شود.

۴-۲-۲-۳- محدوده قرق و پهنه‌های خطر

محدوده قرق فضای سه‌بعدی منطقه اثر عملیات تخریب است و بدین منظور در ابتدا باید حدود و نوع پهنه‌های خطر داخل آن مشخص شود، به طوری که افراد خارج از این محدوده، در معرض خطرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و مزاحمت‌های سروصدا، لرزش و گردوغبار قرار نگیرند.

گستره محدوده قرق باید با توجه به نوع و روش و سرعت عملیات تخریب تعیین شود. گستره قرق شامل بخشی از کارگاه و محوطه عملیات یا فراتر از آن می‌شود، ولی در هر صورت نباید از محدوده سایت فراتر رود. در صورت محدودیت فضا و نیاز به کاهش ابعاد محدوده قرق، به‌ویژه در مناطق پرتراکم شهری، باید ارزیابی مجدد انجام و تمهیدات لازم طبق فصل دوم ضابطه ۵۵ فراهم شود. محدوده قرق باید بخشی از برنامه سلامت و ایمنی باشد و در گزارش روش کار گنجانده شود.

بجز عوامل از قبل تعیین شده، هیچ شخصی نباید از محدوده قرق به بنا نزدیک‌تر شود، مگر در شرایطی که پایش کار از خارج محدوده قرق میسر نباشد و در این شرایط هم باید در پهنه حائل با ایمنی متناسب با سطح کار قرار گیرد. به افرادی که در محدوده قرق هستند، باید از پیش هشدار لازم داده شود. محدوده قرق صرف‌نظر از روش تخریب و فروریزی هدفمند، باید برای همه انواع فروریزی محتمل دیگر ارزیابی و پیش‌بینی شود.

فضاهای کار دستگاه‌های تخریب و فضاهای انبار کردن مصالح، ضایعات و پسماندها باید در محدوده قرق قرار گیرند.

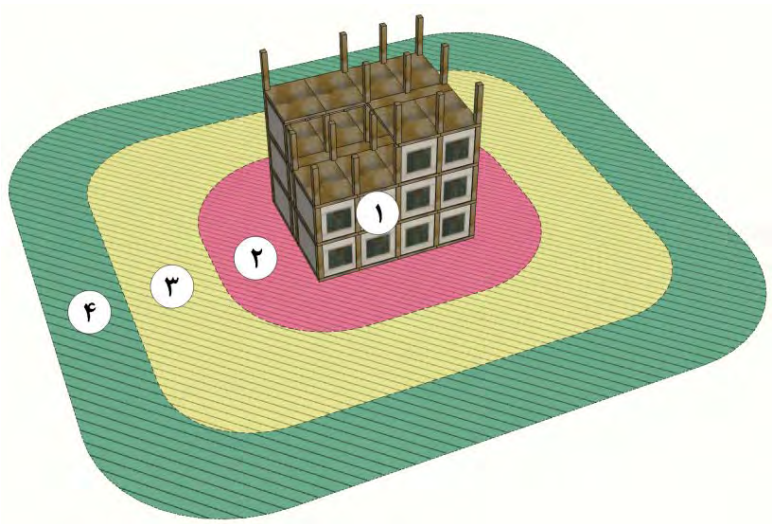
مرز محدوده قرق باید مطابق فصل دوم ضابطه ۵۵ با علائم و تابلوهای هشدار دهنده برای شاغلان و رانندگان مشخص شده باشد.

۴-۲-۲-۳-۱- پهنه‌های خطر در محدوده قرق

پهنه بندی خطر محدوده قرق باید مطابق با جدول ۴-۲ و شکل ۴-۱ باشد. ابعاد هر پهنه باید به وسیله مشاور با همکاری پیمانکار تعیین شود.

جدول ۴-۲- پهنه‌های محدوده قرق

پهنه خطر	توصیف
پهنه خطر ۱ یا پهنه پلان	سطح پلان سازه یا بخشی از سازه که قرار است تخریب شود.
پهنه خطر ۲ یا پهنه آوار	سطح بلافصل پس از پهنه پلان که برای ریزش اجزای سازه درحین تخریب در آن در نظر گرفته شده است.
پهنه خطر ۳ یا پهنه پرتاب	سطح بلافصل پس از پهنه آوار که احتمال پرتاب ضایعات و پسماند و مصالح جداشده از سازه در آن در حین تخریب وجود دارد.
پهنه خطر ۴ یا پهنه حائل	سطح بلافصل پس از پهنه پرتاب که برای اتفاقات پیش‌بینی‌نشده در نظر گرفته می‌شود.



۱) پهنه پلان ۲) پهنه آوار ۳) پهنه پرتاب ضایعات و پسماند ۴) پهنه حائل

شکل ۴-۱- محدوده قرق

در محاسبه و تعیین ابعاد پهنه‌های خطر داخل محدوده قرق تأثیر موارد ذیل باید در نظر گرفته شود:

الف- شرایط و ویژگی‌های سایت ازجمله توپوگرافی، نوع خاک و بستر زمین

ب- شرایط سازه شامل سیستم باربر، ارتفاع و مصالح آن

پ- روش‌های پیش‌بینی‌شده تخریب، کلی یا بخشی، دستگاه‌ها و ماشین‌آلات مورد استفاده

ت- ایمنی وسایل عبوری خارج از سایت

ث- محیط زیست پیرامون

۴-۲-۲-۳-۲- فضای کار ایمن در اطراف ماشین‌آلات

برای تمام ماشین‌آلات باید فضای کار ایمن فراهم شود. برای رانندگانی که در پهنه حائل قرار دارند، یک اتاقک محافظ مناسب باید تعبیه شود. استفاده از دستگاه‌ها و ماشین‌آلات بیل مکانیکی و جرثقیل و مانند آنها نباید خطری برای افراد و وسایل اطرافشان ایجاد کند. فعالیت‌ها در سایت باید به‌گونه‌ای طراحی شود که عابران و ماشین‌آلات بدون خطر و برخورد به یک‌دیگر حرکت کنند. حرکت افراد و ماشین‌ها در سایت باید در مسیرهای طراحی‌شده و کاملاً مشخص و با علائم راهنمای کافی که جابه‌جایی آنها را تفکیک می‌کند، کنترل شود. علاوه بر این، ابعاد و موقعیت فضای کار ایمن اطراف ماشین‌آلات باید

با لحاظ مواردی مانند احتمال برخورد به سازه‌ها یا اشیاء یا حرکت ناخواسته ماشین‌آلات تعیین شده باشد. هنگام استفاده از ماشین آلات ساختمانی الزامات فصل سیزده ضابطه ۵۵ باید مورد لحاظ قرار گیرد.

۴-۲-۲-۴- سازه‌های موقت

استفاده از اجرای تکیه‌گاه‌های موقت سازه‌ای و سازه‌های موقت دسترسی، از جمله، داربست برای حفظ پایداری سازه واجزای آن و برای تأمین دسترسی ایمن عوامل و تجهیزات به محدوده‌ها و جبهه‌های کاری مختلف سایت و کارگاه الزامی می‌باشد. طراحی تکیه‌گاه‌ها و سازه‌های موقت در هرجا که لازم است باید با لحاظ کردن ضوابط زیر و ضوابط تفصیلی بند ۲-۳ توسط پیمانکار عملیات تخریب انجام و پس از تایید دستگاه نظارت، اجرا شود.

۴-۲-۲-۴-۱- تکیه‌گاه موقت سازه‌ای

برای اطمینان از پایداری سازه در برابر نیروها در هر راستا و جلوگیری از فروریزی ناخواسته آن در طول تخریب کلی یا بخشی سازه، باید تکیه‌گاه موقت سازه‌ای تعبیه شود. این تکیه‌گاه‌ها باید برای پایداری سازه توسط مشاور محاسبه و مطابق روش‌های مهندسی قابل قبول و با نظارت دستگاه نظارت، نصب، نگهداری و برچیده شوند و شرایط ذیل را تأمین نمایند:

الف- حفاظت در برابر بارهای ثقلی؛ با به‌کارگیری شمع‌ها یا تکیه‌گاه‌های تکی مکانیکی یا هیدرولیکی، تیرهای موقتی پوشش دهانه‌ها و خرپاها، پشت‌بندها و تیرهای تکیه‌گاهی موقت

ب- حفاظت در برابر بارهای جانبی؛ با به‌کارگیری شمع‌های مورب برای انتقال بار افقی به سطح‌های پایین‌تر و یا زمین، شمع‌های افقی و تیرک‌های افقی برای انتقال افقی بار به تکیه‌گاهی در همان سطح، مانند دیواره چاه آسانسور، برج‌های مهاربند یا سیستم‌های نگهدارنده نما

پ- مصالح مجاز مورد استفاده برای سازه‌های موقت یا کمکی شامل داربست‌های فولادی متشکل از لوله‌ها و اتصالات، تجهیزات ویژه، جک‌های پیچی، پایه‌ها، تیرها، سیستم داربست، قطعات پیش‌ساخته فولادی سازه‌ای، تیر و تخته سازه‌ای، باید مطابق دستورالعمل‌ها و مشخصات فنی تامین شود. همچنین تمامی بارهای روی این سازه‌ها و ترکیبات بارگذاری محتمل در هر مرحله از تخریب باید ارزیابی شود. سیستم‌های ویژه باید مطابق دستورالعمل‌های سازنده سازه موقت طراحی و ساخته شوند.

۴-۲-۲-۴-۲- سازه‌های موقت دسترسی

استفاده از سازه‌های موقت دسترسی با رعایت الزامات زیر مجاز است:

الف- برای دسترسی به نقاط مورد نیاز در فرایند عملیات تخریب مناسب باشد

ب- امکان افزایش ارتفاع، توسعه و جابه‌جایی ایمن آن در طول عملیات فراهم باشد

پ- پایداری قائم و جانبی آن در برابر بارهای ناشی از وزن سازه موقت، بارهای بهره‌برداری و اتفاقی و ضربه در طول عملیات تأمین شده باشد. برای پایداری جانبی بسته به فرم و نوع داربست، هر دو شکل خودایستا یا مهارشده با لحاظ محدودیت‌های بار و ارتفاع مطابق دستورالعمل سازنده مجاز است.

ت- داربست مهارشده، داربستی است که در آن پایداری در برابر تمام بارهای ثقلی شامل بار زنده و وزن خود داربست به وسیله داربست تحمل می‌شود و مستقل از سازه است اما برای پایداری جانبی به سازه مهار شده است.

ث- داربست خودایستا یا کفراژ، داربستی است که کاملاً مستقل از سازه است و پایداری جانبی در آن به وسائلی مانند قرار دادن وزنه سنگین در کف، مهار به زمین، تعبیه پشت‌بند و شمع مایل تأمین می‌شود.

ج- استفاده از داربست‌های خودایستا برای ساختمان‌ها و ابنیه فنی بالای ۲۰ متر الزامی است.

چ- در طول انجام عملیات تخریب باید اطمینان حاصل شود که بدون برنامه قبلی هیچ جابه‌جایی در داربست یا حذف عضو یا جزئی از آن از رخ ندهد.

ح- تجمع ضایعات و پسماندها روی داربست باید حداقل باشد و بیش از بار محاسبه‌شده طراحی آن نباشد، همچنین راه‌های دسترسی یا مناطق کاری مسدود نشود.

خ- از جابه‌جایی یا پرتاب ناخواسته ضایعات و پسماندها بر روی داربست باید جلوگیری شود.

د- باید تمهیداتی اتخاذ شود تا در مواقع ضروری، داربست جدید تطبیق و تنظیم شود و بعد از پایان کار داربست‌ها به‌طور برنامه‌ریزی‌شده و ایمن برچیده شوند.

ذ- داربست مقابل نما باید در طبقات بالاتر از زمین به نحوی با تخته پوشیده شود که کاملاً از پرتاب ضایعات و پسماند از ترازهای بالاتر جلوگیری شده و ایمنی کارکنان سایت یا رهگذران به خطر نیفتد.

۴-۲-۲-۵- روش‌ها، وسایل و تجهیزات تخریب و ملاحظات اجرایی هر یک

در به‌کارگیری تمامی روش‌های تخریب، وسایل و تجهیزات تخریب، پیمانکار باید علاوه بر رعایت مشخصات عمومی مندرج در این فصل، جزییات اجرایی را مطابق با دستورالعمل‌های مندرج در استانداردهای معتبر برای آن روش و بروشورها و دستور العمل‌های سازنده را در مورد مواد، وسائل، تجهیزات مورد استفاده در تخریب را اجرا نموده و رعایت کند.[۱]

۴-۲-۲-۵-۱- روش‌های دستی

منظور از روش‌های دستی، تخریب با استفاده از ابزارهایی مانند پتک، تیشه، اره، مته، چکش، هوابرش و یا هر وسیله قابل حمل توسط نفر، می‌باشد. نوع صنعتی و برقی اکثر این ابزارها نیز در همین رده قرار می‌گیرد. رویکرد عمومی در روش‌های دستی، تخریب از بالا به پایین است که باید متناسب با سیستم سازه‌ای و برعکس توالی ساخت انجام شود.

۱- در پایان این بخش در جدول ۴-۳ چکیده روش‌های متداول تخریب آمده است.

الف- در تخریب کف طبقات بالای زمین به روش دستی، عملیات باید از دورترین نقطه کف نسبت به تکیه‌گاه‌ها شروع و به سمت تکیه‌گاه‌ها ادامه یابد. در شکل ۴-۲ ترتیب توالی تخریب کف‌ها برای اعضای طره‌ای و دال میانی نشان داده شده است. در تخریب کف یک طبقه ابتدا باید طره‌ها و سپس نواحی دیگر کف تخریب شوند.

ب- در قوس‌ها برای تأمین تعادل نیروها در حین انجام تخریب باید یک یا ترکیبی از راهکارهای زیر به اجرا گذاشته شود:

- اجرای شمع و دستک‌های افقی برای انتقال نیروهای افقی به زمین
- تعبیه کش‌های مهاری موقت
- کاهش بارهای واردشده عمودی
- تخریب طاق در تمام نوارها

پ- تا زمانی که با برداشتن قوس، یا سری قوس‌ها، نیروهای افقی و جانبی از بین نرفته است، میل‌مهارهای دهانه قوس نباید بریده شوند. همچنین باید تخریب کفِ متکی به قوس با برداشتن مرحله به مرحله کف، اجزا و مصالح قوس به شکل نوارهایی به موازات صفحه قوس، یعنی عمود بر امتداد تیرهای تکیه‌گاهی، انجام شود.

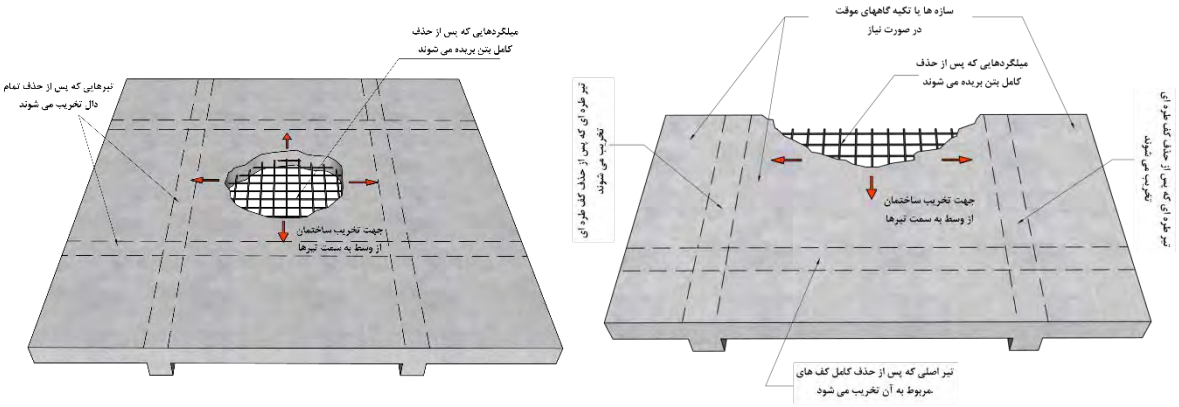
ت- در تخریب دال‌های بتنی، ابتدا باید بتن به‌صورت تدریجی خرد شود به‌طوری که آرماتورها پس از جدا شدن بتن باقی بمانند و در پایان بریده شوند.

ث- در تخریب سقف‌هایی که از بتن پیش‌تنیده یا پس‌کشیده ساخته شده اند، همچنین در محل اتصال تیرها به ستون، باید انرژی ذخیره شده در بتن و خطرهای احتمالی ناشی از آزاد شدن آن در نظر گرفته شده و برای آن تدابیر لازم پیش بینی شود.

ج- در هنگام برداشتن خرپاها، برای حفظ پایداری باید هر جا لازم است لاپه[۱]ها و مهارهای کافی باقی بمانند، یا مهاربند موقت افزوده شود. حذف اعضای تحتانی خرپا باید با احتیاط باشد و آخرین اعضایی باشند که برداشته می‌شوند مگر آنکه طرح تخریب با انجام محاسبات ایستائی ترتیب توالی حذف را به ترتیب دیگر مشخص کرده باشد.

چ- به‌عنوان یک قاعده عمومی در تخریب از بالا به پایین، ضایعات و پسماندی که بر روی کف ریخته می‌شود باید مستمراً از کف برداشته شود به‌نحوی که همواره سربار کف در حداقل میزان آن باشد. برای این منظور ابتدا باید بخش‌هایی از دال طبقات به شکل بازشوهای متحدالمحور تخریب و برداشته و ضایعات و پسماند هر طبقه با رعایت اصول ایمنی از آنجا به پایین ریخته یا منتقل شود.(شکل ۴-۲).

۱- Purlin



شکل ۴-۲- توالی تخریب کف‌ها در روش بالا به پایین؛ شکل راست: اعضا و اجزای طره، شکل چپ: بخشی از دال کف

ح- برای تضعیف یا حذف اعضای سازه‌ای در تخریبِ بخشی یا کلی استفاده از روش‌های سوراخ‌کاری و برش مجاز است. در فضاهای محصور داخلی یا در محل‌هایی که سروصدا، لرزش، دود و گردوغبار ناشی از روش‌های دیگر آزاردهنده است، یا در مواردی که دقت زیادی نیاز باشد، درصورت درخواست مشاور باید از سوراخ‌کاری و برش با اره استفاده شود.

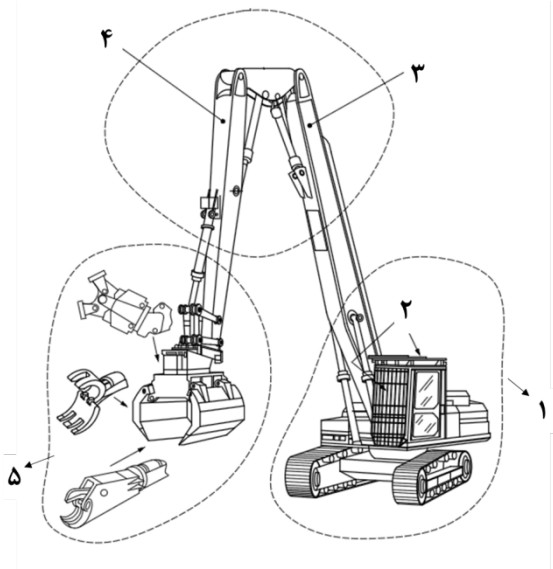
خ- استفاده از اره‌های صفحه‌ای و دیسکی برای عمودبری و برش تا عمق یک متر و بریدن دیوار و کف، از اره‌های زنجیری برای برش اجزای طولی مانند تیر و ستون و از سیم‌های الماسه برای برش دقیق، سریع و پیوسته قطعات با ابعاد و هندسه دلخواه با حداقل تولید گردوغبار و صدا مجاز است. در هنگام استفاده از آب به عنوان عامل خنک‌کننده، باید آب مصرف‌شده جمع‌آوری و تخلیه شود. اگرچه این روش به عنوان روش «برش سرد» شناخته می‌شود، اما گرما تولید می‌کند و در برش فلزات جرقه نیز ایجاد می‌کند و رعایت ضوابط روش «برش داغ» در کاربرد آن الزامی است.

۴-۲-۲-۵-۲- روش‌ها، وسایل و تجهیزات مکانیکی

تصویر شماتیک و عمومی ماشین‌های تخریب متحرک و تصویر ابزارهای متداول قابل نصب روی آن‌ها برای تخریب در شکل ۴-۳ آمده است.

۴-۲-۲-۵-۳- چکش مکانیکی و بیل مکانیکی

انتخاب چکش‌های برقی، پنوماتیک و هیدرولیک از لحاظ شکل و اندازه باید متناسب با هندسه ساختمان، وضعیت دسترسی و عملکردی که در تخریب از چکش مکانیکی مورد انتظار است، به‌وسیله پیمانکار و با تایید مهندس مشاور انتخاب شود.



۱) بدنه اصلی و ارابه ۲) کابین اپراتور و محافظ آن ۳) بازوی اصلی ۴) بازوی تلسکوپی ۵) ادوات الحاقی

شکل ۴-۳- تصویر شماتیک و عمومی ماشین‌های تخریب متحرک

۴-۲-۲-۵-۴- ماشین‌آلات چرخ‌دار کوچک[1]

استفاده از ماشین‌آلات چرخ‌دار کوچک از قبیل مینی‌لودرها برای شکستن و برش، جابه‌جایی و لخت کردن ساختمان با هر ارتفاعی مجاز است. در استفاده از این ماشین‌آلات باید قبلاً مقاومت کف طبقات برای تحمل وزن ماشین و بارهای دینامیکی همراه اثرات ناشی از ضربه، به‌علاوه وزن ضایعات و پسماند حاصل از تخریب برروی کف، ارزیابی شود. بار اضافی ناشی از رمپ دسترسی موقت نیز باید در این محاسبات منظور شود. برای کاهش خطر باید یک یا ترکیبی از راه کارهای زیر به‌کار گرفته شود:

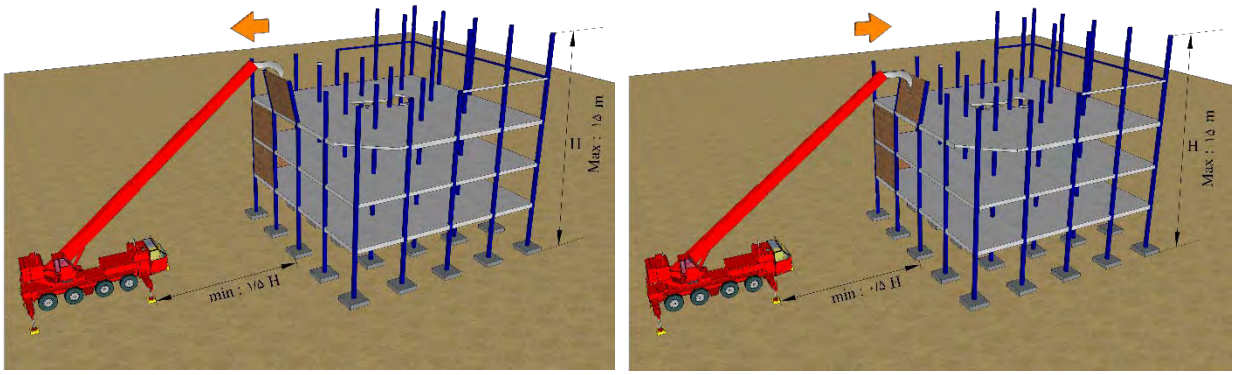
الف- طراحی مناسب و اجرای صحیح پشت‌بندها و شمع‌های تکیه‌گاهی موقت زیرکف‌ها در طبقات تعبیه راه‌های توزیع بار وسایل نقلیه و مسیرهای طراحی‌شده رمپ‌هایی که شیب آن‌ها بین طبقات کمتر از ۱:۱/۷۵ باشد

در صورتی‌که احتمال سقوط ماشین‌آلات وجود دارد، نصب محافظ لبه و سیستم‌های مقیدکننده الزامی است.

۴-۲-۲-۵-۵- ماشین‌آلات با بازوهای تلسکوپی

استفاده از دستگاه‌هایی با بازوهای تلسکوپی، برای تخریب ساختمان تا ارتفاع ۱۵ متر مجاز می‌باشد. فاصله دستگاه از ساختمان در حالت تخریب به‌وسیله فشار باید حداقل نصف ارتفاع ساختمان و در حالت تخریب اعضا به‌وسیله کشش حداقل ۱/۵ برابر ارتفاع ساختمان باشد.

1- Compact Machines



شکل ۴-۴- ماشین تخریب با بازوهای تلسکوپی؛ راست: حذف اعضا با فشار، چپ: حذف اعضا با کشش

۴-۲-۲-۵-۶- کشیدن با طناب

تخریب کشیدن با طناب شامل اتصال کابل یا طناب فولادی یا طناب الیاف مصنوعی به اعضای سازه‌ای در بالا یا پایین ستون طبقات و سپس کشیدن آن تا مرحله شکست کامل عضو می‌باشد. عضو سازه‌ای باید پس از اتصال طناب به آن و پیش از کشیدن، از نقاط معین به اندازه‌ای تضعیف شود که با نیروی کشش طناب قابل تخریب باشد. میزان کشش باید با توجه به نیروی کشش مورد نیاز با وینچ[1] و دستگاه کشش تسمه‌نقاله یا تیفور[2] اعمال می‌شود. استفاده از طناب‌های فولادی و یا الیاف مصنوعی در این روش مجاز می‌باشد. حداکثر ارتفاع مجاز عملیات تخریب با استفاده از این روش ۱۵ متر است.

رعایت نکات ذیل در استفاده از این روش الزامی است:

الف- در طراحی، ابعاد محدوده قرق، زمان‌بندی حضور افراد، پیش بینی پارگی طناب‌ها و یا شکست مهارها با دقت کافی انجام پذیرد.

ب- طناب‌های مورد استفاده باید دارای مقاوت کششی حداقل چهار برابر نیروی وارده باشند.

پ- ضربه ناشی از گسیخته‌شدن ناگهانی طناب‌های فولادی در حین کشش باید در عملیات لحاظ شود.

ت- پیش از هر استفاده برای اطمینان از سلامت و ایمنی طناب‌ها، نبود پیچ‌خوردگی، تابیدگی و ساییدگی در آن‌ها کنترل شود.

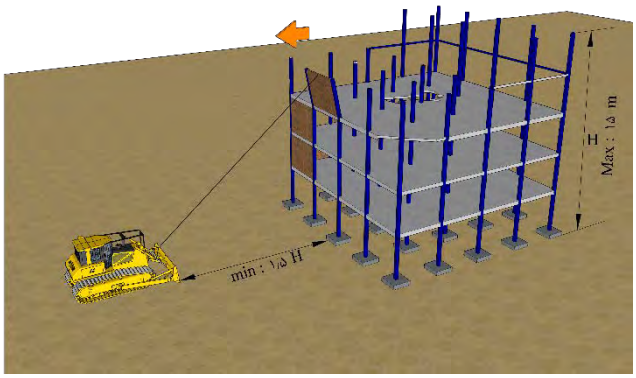
ث- باید با استفاده از طناب‌های مهاری به سازه و پیش از تضعیف سازه، از فروریزی پیش از موعد جلوگیری به‌عمل آید.

ج- طناب‌های کشش باید پیش از تضعیف سازه به آن متصل شوند.

چ- طناب یدک آماده به کار برای جایگزینی در صورت پاره شدن طناب یا جدا شدن آن عضو در دسترس باشد.

ح- کاربر دستگاه کشش برای ایمن ماندن از آسیب‌های ناشی از خرابی مجموعه طناب و قرقره یا پرتاب مصالح در حین تخریب در اتاقک مخصوص استقرار یابد.

1- Winch
2- French : tir pour, Eng: tirfor

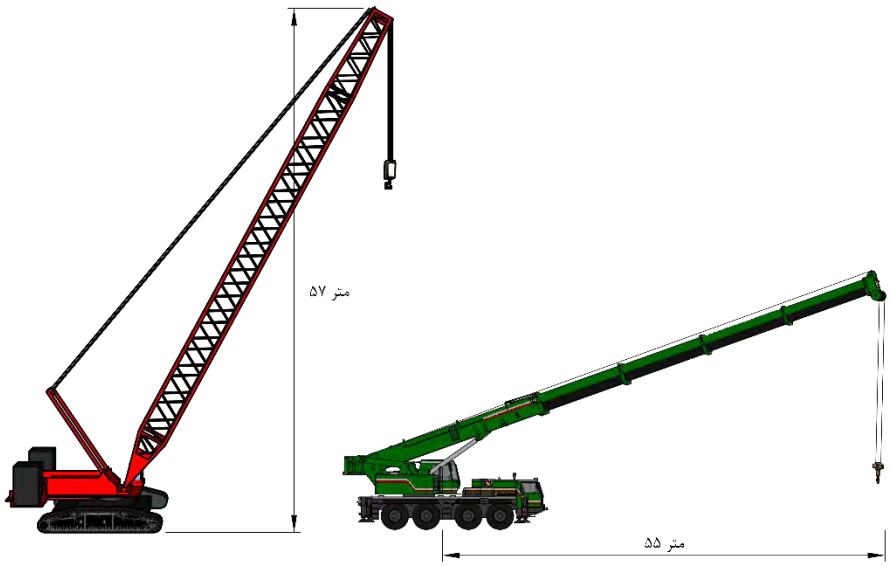


شکل ۴-۵- تخریب با کشیدن به وسیله طناب

اگر تلاش برای تخریب ناموفق باشد، از نزدیک شدن به سازه پیش از ارزیابی پایداری وضعیت جدید آن، باید پرهیز و پس از ارزیابی، یک روش جایگزین از نوع تخریب از راه دور انتخاب و استفاده شود.

۴-۲-۵-۷- ماشین‌آلات بوم‌بلند[۱]

برای تخریب در ارتفاع بیش از ۱۵ متر باید از ماشین‌آلات بوم بلند استفاده شود. با استفاده از ماشین‌آلات بوم‌بلند دارای بوم خرپایی یا هیدرولیکی عملیات تخریب تا ارتفاعی ۵۷ متر[۲] بالاتر از تراز زمین محل اسقرار ماشین مجاز است.



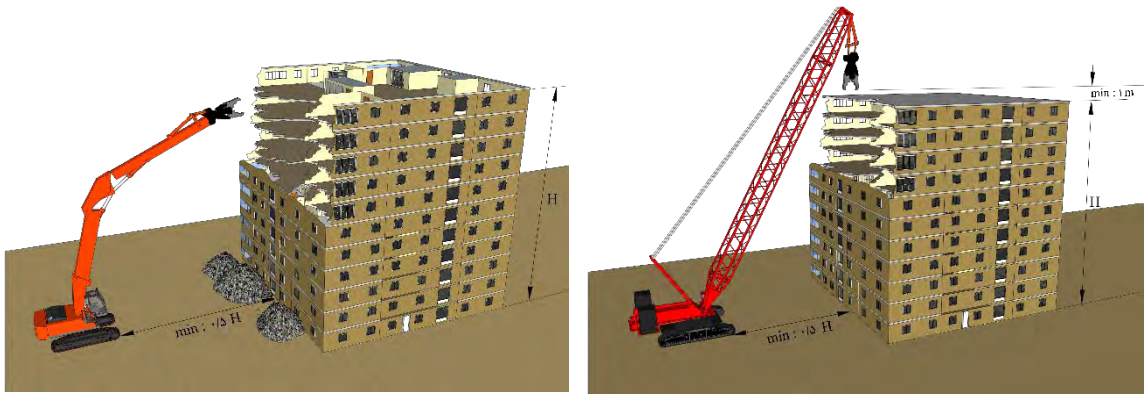
شکل ۴-۶- گستره کار با ادوات الحاقی تا ارتفاع ۵۷ متر بالاتر از تراز زمین

استفاده از ماشین‌آلات بوم‌بلند باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده دستگاه انجام پذیرد و اطمینان حاصل شود ادوات الحاقی آن مانند چنگک‌ها، خردکننده‌های پنوماتیک و قیچی‌ها به درستی نصب شده‌اند. همچنین بار المان‌های الحاقی

۱- High Reach Demolition Excavators

۲- این معیار مربوط به امکانات موجود در زمان تدوین این فصل (سال ۱۴۰۱) است.

نباید از وزنی که ماشین در هر ارتفاع مجاز به حمل آن است، فراتر رود. برای اطمینان از عملکرد ایمن، زاویه بازوی دستگاه باید محدود به حد مجاز دستورالعمل سازنده و فاصله افقی ماشین‌آلات از ساختمان بیش از نصف ارتفاع ساختمان باشد.



شکل ۴-۷- تخریب با ماشین‌آلات بوم‌بلند؛ شکل راست: تخریب با حذف اعضا به کمک چنگک، شکل چپ: تخریب با خردکننده پنوماتیک

در عملیات تخریب با استفاده از ماشین‌آلات بوم‌بلند باید شرایط استقرار ایمن ماشین، روشن و خاموش کردن آن و دید کامل از اطراف برقرار باشد. به این منظور باید بر روی بازوی تلسکوپی آن دوربین پیش‌بینی شود.

کاربران این ماشین‌آلات باید آموزش‌های ویژه برای عملیات تخریب، بیش از آنچه برای کار با ماشین‌آلات دیگر نیاز است، دیده باشند و درباره مواردی از جمله افزایش وزن، افزایش فشار وارد به زمین، تفاوت پایداری این دستگاه‌ها با دیگر ماشین‌آلات مورد استفاده در تخریب، اتصال، استفاده و جداسازی ایمن ادوات الحاقی آگاهی داشته باشند. همچنین در صورت وجود ریل‌های با عرض متغیر، نحوه استفاده از آن‌ها را بدانند.

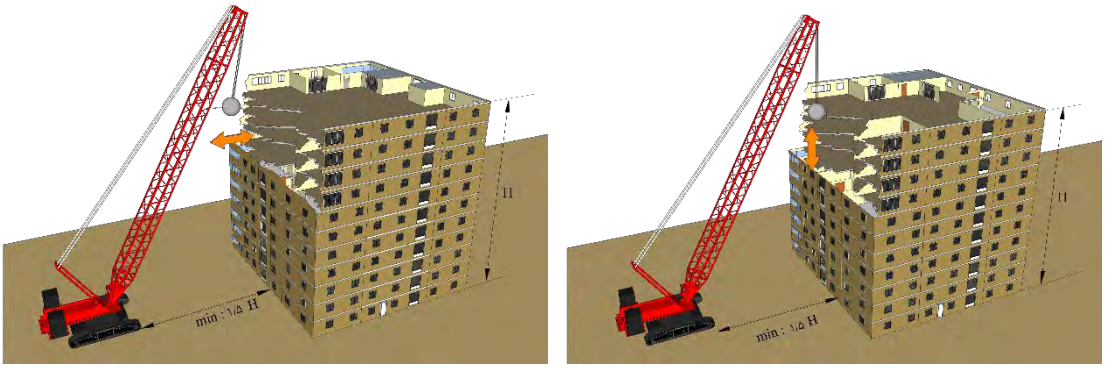
جرثقیل‌های برجی برای بلند کردن بارهای معلق آزاد طراحی شده‌اند و نباید از آن‌ها برای کوبیدن ساختمان با گوی تخریب استفاده کرد. کاربرد این جرثقیل‌ها برای انتقال ضایعات و پسماندها به پایین مجاز است.

۴-۲-۲-۵-۸- کوبیدن با گوی تخریب

تخریب ساختمان در این روش با استفاده از ضربات متوالی وزنه فولادی کروی یا گلابی‌شکل بزرگ آویزان از بوم یک جرثقیل چرخزنجیری انجام می‌گیرد. در این روش باید فاصله ارابه جرثقیل از ساختمان بیش از نصف ارتفاع ساختمان باشد. فاصله ساختمان تا مرز سایت باید حداقل نصف ارتفاع ساختمان به‌اضافه ۶ متر بیشتر برای مانور جرثقیل در نظر گرفته شود. تنوع وزن این وزنه‌ها از ۴۵۰ کیلوگرم تا ۶۸۰۰ کیلوگرم است که باید متناسب با شرایط ساختمان انتخاب شود. به طور کلی استفاده از دو روش ذیل مجاز است:

الف- افتادن قائم: سقوط آزاد وزنه روی ساختمان و وارد کردن ضربه قائم، با فاصله حداقل ۳ متری از بالای محل اصابت گوی بر ساختمان

ب- تاب خوردن افقی: حرکت آونگی وزنه آویزان از بازوی جرثقیل و وارد کردن ضربه افقی



شکل ۴-۸- کوبیدن با گوی تخریب؛ راست: افتادن قائم، چپ: تاب خوردن افقی

گوی و کابلِ آویز گوی باید به ابزاری مجهز باشد که از دَوران گوی و کابل به دور خود جلوگیری کند. بوم و کابل کشش ماشین باید حداقل ظرفیتی برابر با ۵ برابر وزن گوی داشته و مقاومت کششی کابل آویز گوی ۲ برابر وزن گوی باشد. استفاده از این روش برای تخریب ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۱۲ طبقه مجاز می‌باشد.

۴-۲-۲-۵-۹- برش‌کاری صنعتی

الف- تخریب با آب‌برش

«آب‌برش[۱]» فرایندهایی را شامل می‌شود که در آنها با وارد کردن انرژی، آب داخل یک مخزن را تحت فشار قرار می‌دهند تا با سرعت، انرژی جنبشی و مقدارحرکت بزرگ از نازلی که به وسیله لوله‌ای به مخزن متصل است خارج و با برخورد به سطح هدف، ضربه و نیروی فشاری بزرگی به آن وارد کند. افزودن مواد افزودنی و ساینده به آب که عموماً سیلیس یا سیلیکون‌کارباید هستند، برای افزایش کارامدی مجاز است. استفاده از این روش برای شرایطی که لازم باشد آسیبی به میلگردها نرسد و در جای خود باقی بمانند و تخریب‌های بخشی و موضعی که هدف آن‌ها مرمت اعضای بتن آرمه ساختمان است، مجاز می‌باشد. لرزش و گردوغبار در این روش ناچیز است، اما لازم است براده‌های ناشی از سایش جمع شود، تا نفوذ آن‌ها به حفره‌های بتن موجب ایجاد فشار داخلی نشود و بتن ترک نخورد.

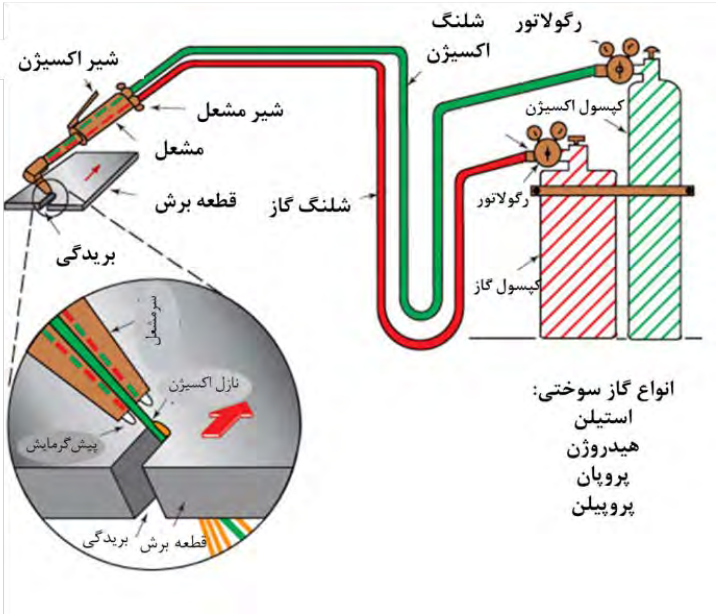
ب- برش داغ

روش‌های «برش داغ» شامل فرآیندهایی است که در آن‌ها با استفاده از حرارت حاصل از اصطکاک، جرقه یا شعله، گرمای کافی برای ایجاد آتش تولید و این آتش منجر به ذوب مصالح و برش آنها می‌شود. در این روش استفاده از گازهای اکسیژن‌سوز و ساینده‌ها مجاز است.

۱- Water Jet Cutting

پ- هوابرش

- در این روش ابتدا باید قطعه برش با استفاده از یک شعله خنثی[۱] تا درجه گـُر گرفتن گرم شود، سپس برشکار با فشار دادن اهرم آزاد کننده گاز روی دسته مشعل، جریان اکسیژن اضافه را با سرعت زیاد به سمت شعله هدایت کند تا قطعه را برش داده و مواد مذاب و براده‌ها را نیز از سطح آن دور کند.
- استفاده از روش برش با حرارت در بریدن قطعات فولادی با ضخامت زیاد مجاز می‌باشد.
- هنگام استفاده از این روش، علاوه بر تهویه مناسب، باید تجهیزات تنفسی، کپسول آتش‌نشانی، وسایل اطفای آتش و کمک‌های اولیه در سوانح سوختگی در دسترس باشد.
- اپراتور این روش باید لباس، دستکش، محافظ سر، چشم و صورت و کفش مناسب داشته باشد تا در برابر سوختگی در اثر ریختن یا پاشیدن احتمالی مواد مذاب یا گداخته ایمن باشند. از پوشیدن چکمه‌های ولینگتونی[۲] باید خودداری شود.
- استفاده از این روش تنها در زمانی مجاز است که احتمال خطر آتش‌سوزی یا انفجار وجود نداشته باشد، بنابراین نباید از آن در نزدیکی مواد آتش‌گیر، گازها و بخارات استفاده شود. برای جلوگیری از وقوع انفجار، روش کار باید به گونه‌ای باشد که از افزایش حجم اکسیژن در محل جلوگیری شود و مواد آتش‌گیر و سوزا از مناطقی که برش با شعله انجام می‌شود، دور باشند. با توجه به تولید بخارات و دودهای سمی زیاد در این روش، استفاده از ماسک مخصوص الزامی است. تجهیزات هوابرش به صورت شماتیک در شکل ۴-۹ نشان داده شده است.



شکل ۴- ۹- شماتیک تجهیزات یک فرایند برش داغ

۱- Neutral flame شعله ای که ماده را اکسیده و کم نمی‌کند و معمولاً از ترکیب گاز استیلن و اکسیژن به نسبت مساوی به‌دست می‌آید.
۲- نوعی چکمه لاستیکی

ت- نیزه حرارتی[1]

استفاده از نیزه حرارتی برای برش بتن مجاز است. در این روش ابتدا باید نوک شعله برای شروع واکنش پیش‌گرم شود. پس از این‌که در این واکنش یک منبع گرمای شدید تولید شد، باید شعله برای برش روی مصالح قرار گیرد. در روش نیزه حرارتی صدا و لرزش و گردوغبار ناچیز است، اما مواد مذاب و دود غلیظ تولید می‌شود.

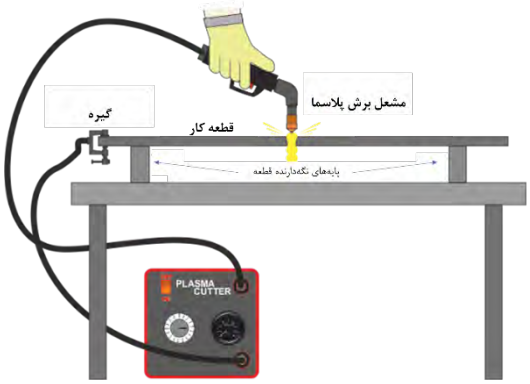
ث- برش با پودر فلز[2]

این فرآیند برای برش فلزاتِ دارای مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون (زنگ‌زدگی)، مانند فولاد ضد زنگ و چدن کاربرد دارد. در این روش دود و گرمای زیادی تولید می‌شود.

ج- برش با قوس پلاسما

برش قوس پلاسما یکی دیگر از فرایندهای برش داغ است که در آن از قوس الکتریکی ایجادشده توسط الکترود تنگستن برای یونیزه کردن و گرم کردن گاز برای تشکیل پلاسمای لازم برای برش مصالح استفاده می‌شود.

این روش برای برش قطعات کوچکتر با ضخامت حداکثر ۳۸ میلیمتر قابل استفاده می‌باشد. چنانچه هدایت مشعل به شکل کامپیوتری باشد، برای برش قطعات با ضخامت تا ۱۵۰ میلیمیتر نیز بلامانع است. همچنین باید قطعه کار رسانای جریان الکتریکی باشد تا بتواند تشکیل مدار الکتریکی دهد.



شکل ۴- ۱۰- تصویر شماتیک برش با قوس پلاسما

۴-۲-۲-۵-۱۰- شکافت[3]

استفاده از روش‌های شکافت در تخریب کلی مجاز نمی‌باشد و در تخریب بخشی نیز مشروط بر آنکه دامنه تخریب و تبعات آن قابل کنترل باشد یا فاقد اهمیت باشد، کاربرد دارد. از این روش برای تخریب بتن، مصالح بنایی و سنگ و در فضاهایی که در آن‌ها نیاز به کنترل صدا، لرزش و گردوغبار است، درصورت درخواست مشاور باید استفاده شود. برنامه‌ریزی توسط پیمانکار باید به شکلی باشد که رفتار سازه در زمان شکست و پس از آن خطری ایجاد نکند.

1- Thermal Lance
2- Metal Powder Cutting
3- Bursting

الف- شکافت با مواد شیمیایی

در این روش، شکافت با استفاده از مواد شیمیایی منبسط‌شونده انجام می‌شود. جابه‌جایی، طرح اختلاط، غلظت، عمق، قطر و فواصل چال‌ها که به شکل مضربی از قطر چال بیان می‌شود باید مطابق دستورالعمل سازنده و درج‌شده در مشخصات فنی محصول باشد.

روش‌های مناسب و ایمن کار و تجهیزات حفاظت شخصی باید بر اساس ویژگی‌های مواد مورد استفاده انتخاب و تهیه شوند. این مواد در هنگام شکافت، سروصدا، گاز و گرما تولید نمی‌کنند، اما گردوغبار مضر برای تنفس و گاه مواد و خرده‌های آسیب‌زننده به چشم می‌پاشند، بنابراین استفاده از ماسک و عینک ضروری می‌باشد.

استفاده از این مواد در قطعات دارای ترک و خلل و فرج زیاد، مجاز نمی‌باشد چرا که امکان بروز خرابی کنترل نشده وجود دارد.

ب- شکافت هیدرولیک

در این روش، شکافنده‌های هیدرولیک مشابه همان اصول شکافت با گاز منبسط‌شونده عمل می‌کنند و باعث از هم پاشیدن یک جرم می‌شوند. در این روش، برنامه‌ریزی و کنترل کار باید به گونه‌ای باشد تا اطمینان حاصل شود جابه‌جایی تجهیزات شکافت هیدرولیک خطری در پی ندارد، به‌ویژه هنگامی که سازه شکسته می‌شود.

۴-۲-۲-۵-۱۱- انفجار

الف- ضوابط عمومی

۱- تخریب با مواد منفجره در موارد زیر مجاز می‌باشد:

- فروریزی هدفمند سازه‌های فولادی، بتنی، بنایی و ترکیبی
- شکستن یا انهدام قطعات حجیم مانند بلوک‌های بتنی و پی‌ها
- حذف اعضای سازه‌ای

۲- تکنیک‌های انفجار باید فقط در تخریب کلی مورد استفاده قرار گیرند.

مواد منفجره مورد استفاده در عملیات تخریب از نظر فیزیکی در چهار دسته عمده طبقه بندی می‌شوند:

- دینامیت‌ها شامل دینامیت‌های پودری و دینامیت‌های ژلاتینی
- مواد منفجره ژله‌ای و امولسیون‌ها
- مواد شکافت خشک مانند انواع آنفو
- مواد منفجره دوگانه متشکل از فراورده‌های دوجزئی

۳- در تخریب به روش انفجار، انتخاب تکنیک‌ها و مواد منفجره متناسب با سازه و طراحی محدوده قرق باید با دقت و دانش کافی انجام شود و کل عملیات تحت کنترل مستقیم مهندس انفجار ذی‌صلاح و با تجربه در این حوزه باشد. همچنین برنامه تخریب به روش انفجار باید با در نظر گرفتن عوامل ذیل طراحی شود:

- نوع و سیستم مناسب مواد منفجره، تعداد و وزن آنها
- محل و شیوه جای‌گذاری مواد منفجره و تراز آنها
- زمان‌بندی انفجارها و ویژگی زنجیره‌ای این نوع تخریب
- جرم، نوع و مقاومت مصالحی که باید حذف شود.
- راندمان عملیات
- پیش‌بینی احتمال و میزان تولید ضایعات و پسماند و پهنه پرتاب با روش‌های مهندسی
- اتفاقات ناشی از بریده شدن، پرتاب و خرد شدن قطعات سازه
- انواع حفاظت از انفجار و گستره و میزان مواد منفجره
- پیش‌بینی وضع آب و هوایی از نظر بارش و طوفان در روز انفجار (دما، رطوبت و جریان باد موثر در عملکرد مواد منفجره و پرتابِ آوار)

۴- مواد منفجره باید بیشتر در اعضای باربر اصلی در پایین سازه جای‌گذاری شود، اما جای‌گذاری بخشی از مواد منفجره در دو طبقه بالا به فروریزی سازه به داخل و خردتر شدن قطعات و حمل آسان‌تر آن‌ها کمک می‌کند و در صورت درخواست مشاور باید انجام شود.

مواد منفجره باید داخل یا بر روی اعضای داخلی سازه جای‌گذاری شود و به گونه‌ای چیده و کار گذاشته شود که سازه به سمت داخل خود تخریب شوند. چنانچه به دلیل هندسه یا ارتفاع ساختمان، امکان فروریزی ساختمان درخارج از محدوده پلان وجود داشته باشد، باید این مسأله در تعیین ابعاد پهنه‌های خطر و محدوده قرق لحاظ شود.

ب- محدوده قرق

گستره محدوده قرق باید با در نظر گرفتن تمام شرایط موجود، جهت پیش‌بینی‌شده برای فروریزی، روش‌های برنامه‌ریزی‌شده و با توجه به نتایج ارزیابی ریسک، شرایط آب و هوای پهنه خطر، دامنه پرتاب و ترکش مصالح و ضایعات و پسماند و موج انفجار توسط متخصص عملیات انفجار تعیین شود. اما در عین حال باید احتمال فروریزی ساختمان در جهاتی که پیش‌بینی نشده، نیز مد نظر قرار گیرد.

بر اساس مقدار پیش‌بینی‌شده موج انفجار و ارتعاش زمین در مقیاس دسی‌بل و سرعت حداکثر ذرات (PPV[1])، باید اقدامات حفاظتی مورد تایید دستگاه نظارت به کار گرفته شود. زمین اطراف سازه باید از زباله، گِل و یا هر ماده دیگری که احتمال می‌رود از تخریب و آوار سازه متاثر شود، پاک باشد.

پ- برنامه‌ریزی اضطراری

در این برنامه باید احتمالات فروریزی ناخواسته و پیش‌بینی‌نشده و اقدامات پس از آن مشخص و به تایید افرادی که در این کار مسئولیت دارند، برسد. به‌طور کلی ضروری است موارد ذیل رعایت شود:

1- Peak Particle Velocity

- در شرایط اضطراری مشخص شده باشد که چه فردی کنترل کار را به دست خواهد گرفت و چه راه‌های خروجی اضطراری، امدادرسانی، تجهیزات و دستورالعمل‌هایی در دسترس خواهد بود.
- خنک‌سازی سازه و محوطه در دقایق اولیه پس از انفجار موفق یا ناموفق با انواع روش‌های پاشیدن آب یا هر ماده خنک‌کننده مجاز و ضد اشتعال، از قبل پیش‌بینی شده باشد.

ت- انبارش مواد منفجره، حراست و تامین ایمنی

محل انبار مواد منفجره در کارگاه باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که در صورت انفجار ناخواسته یا خرابکارانه، به اشخاص و اموال و املاک مجاور آسیب وارد نشود. مقدار مواد منفجره ورودی به کارگاه، مواد منفجره مصرفی و مواد منفجره باقیمانده باید تراز باشد و سرپرست کارگاه ترازنامه ورودی، مصرفی و موجودی را تکمیل و امضا کند. هرگونه اختلاف باید بلافاصله بررسی و رفع شود. لازم است مسئول پروژه تخریب از نتیجه تحقیقات مطلع شود.

ث- انفجار در سازه فولادی

برای تخریب تکیه‌گاه‌های فولادی از مواد منفجره بسته‌ای استفاده شود مگر با موافقت دستگاه نظارت مبنی بر استفاده از مواد خمیری. بست‌ها و اتصالات کمکی، صفحات اتصال، گاسِت‌ها و قطعات جداشده مهارها باید از مواد منفجره ضربه‌ای فاصله داشته باشند تا در اثر موج انفجار و پرتاب ترکش‌ها بریده نشوند. زمان‌بندی انفجار باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که مواد منفجره در فواصل انفجارها جابه‌جا نشوند.

ج- انفجار در سازه بتنی و بنایی

برای تکه‌تکه کردن مصالح بتنی و بنائی باید از مواد منفجره خردکننده استفاده شود. مواد منفجره باید در سوراخ‌های حفر شده داخل مصالح جای‌گذاری شده و با طول کافی چفت شوند. برای تخریب تکیه‌گاه‌های بتن مسلح به روش انفجار باید از دینامیت استفاده شود مگر با موافقت دستگاه نظارت مبنی بر استفاده از ماده انفجاری دیگر.

۴-۲-۲-۶- مکانیزم تخریب و انتخاب روش متناسب با نوع سازه

روش یا ترکیبی از روش‌ها در عملیات تخریب باید با در نظر گرفتن عواملی همچون کار و شرایط سایت، زمانِ در اختیار، مصالح و قطعات ساختمانی، امکان و روش جداسازی آنها برای بهیافت و بازیافت، هدف تخریب، محدودیت ایجاد مزاحمت یعنی تولید صدا، لرزش و گردوغبار، محل و مسیر، روش بارگیری و حمل و دفع ضایعات و پسماند توسط مشاور پروژه تعیین و به پیمانکار ابلاغ شود.

جدول ۴-۳- چکیده روش‌های متداول تخریب؛ (این جدول برای مرور ساده‌تر روش‌ها است و رافع مسئولیت شخص مسئول پروژه تخریب در انتخاب روش بهینه نیست.)

روش	ویژگی ها	کارایی			نیاز به تخریب تکمیلی	الزامات عمومی	شدت صدا در محدوده ۲۰ متری (دسی بل)	لرزش محسوس برای انسان	گردوغبار
		زیاد	متوسط	کم					
بالا به پایین دستی با پتک دستی یا پنوماتیک؛ شکستن و خرد کردن دستی بتن	محدوده کاری متنوع و وسیع مناسب برای فضاهای باریک و تنگ	ستون، تیر، دال، دیوار، پی	-	-	-	پایین آمدن طبقه به طبقه نیاز به تمهیدات احتیاطی در سایت های محدود	۸۰ و بالاتر	ملایم	زیاد
سوارخکاری؛ برش و ایجاد سوراخ با مغزه گیری و گردبری	امکان جداسازی دقیق قطعه یا بخش مناسب برای برش سازه های حجیم	دال، دیوار	ستون، تیر	پی	بله	سکوی کاری صلب	۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم
برشکاری با اره زنجیری؛ بریدن قطعات با اره زنجیری	امکان جداسازی دقیق قطعه یا بخش	ستون، تیر، دال، دیوار	-	پی	بله	سکوی کاری صلب چیدمان مناسب برای بیرون کشیدن قسمت بریده شده زهکشی آب خنک کننده	۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم
برشکاری با سیم الماسه ای؛ بریدن قطعات با هندسه دلخواه	امکان جداسازی سریع و دقیق قطعه یا بخش مناسب برای برش سازه های حجیم	ستون، تیر، دال، دیوار	-	پی	بله	سکوی کاری صلب چیدمان لازم برای بیرون کشیدن قسمت بریده شده اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از پارگی سیم زهکشی آب خنک کننده	۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم
بالا به پایین با دستگاه های کامپکت؛ جداسازی و تخریب سازه با دستگاه های ضربه زننده	محدوده کاری متنوع و وسیع جابجایی ساده	ستون، تیر، دال، دیوار، پی	-	-	-	پایین آمدن طبقه به طبقه تکیه گاه کافی برای دستگاه نیاز به تمهیدات احتیاطی در سایت های محدود	۸۱ و بالاتر	زیاد	زیاد
بالا به پایین با دستگاه های خردکننده هیدرولیک؛ تخریب با دستگاه های خردکننده هیدرولیک	محدوده کاری متنوع و وسیع جابجایی ساده امکان جداسازی میلگردهای فولادی و قاب ها	ستون، تیر، دال، دیوار	پی	-	-	پایین آمدن طبقه به طبقه تکیه گاه کافی برای دستگاه نیاز به تمهیدات احتیاطی در سایت های محدود	۷۰ تا ۷۴	زیاد	زیاد
کوبیدن با گوی تخریب؛ تخریب با ضربه گوی فولادی آویخته از جرثقیل	بازدهی خوب کارایی کم برای سازه های زیرزمینی	ستون، دیوار	تیر، دال	پی	-	ورود محدودشده به محدوده عملیات زمین کاری مستحکم و تخت فضای باز کافی محافظت برابر پرتاب نخاله	۷۵ تا ۷۹	زیاد	زیاد
تخریب با ماشین آلات بلندمرتبه؛ تخریب سازه با دستگاه های خردکننده پنوماتیک	محدوده و ارتفاع کاری متنوع و وسیع جابجایی ساده امکان جداسازی میلگردهای فولادی و قاب ها	ستون، تیر، دال، دیوار	پی	-	-	کنترل عبور و مرور در محدوده عملیات سطح کاری مسطح و بدون شیب فضای باز کافی	۷۵ تا ۷۹	زیاد	زیاد
تخریب با ماشین آلات بلندمرتبه؛ تخریب با برداشتن اعضا با چنگک	بازدهی خوب کارایی کم برای سازه های زیرزمینی	ستون، تیر، پی، دیوار	دال	پی	بله	جلوگیری از واژگونی در جهت اشتباه و فروریزی غیرهدفمند زمین کاری مستحکم محافظت در برابر لرزش	۸۰ و بالاتر	زیاد	زیاد
تخریب مکانیکی از بیرون ساختمان؛ تخریب با حذف با بازوی تلسکوپی یا با کشیدن طناب	مناسب برای ساختمان کوتاه تر از ۱۵ متر بازدهی خوب کارایی کم برای سازه های زیرزمینی	ستون، تیر، پی، دیوار	دال	پی	بله	جلوگیری از واژگونی در جهت اشتباه و فروریزی غیرهدفمند زمین کاری مستحکم محافظت در برابر لرزش	۸۰ و بالاتر	زیاد	زیاد
آب برش؛ پاشش آب با فشار زیاد	دقیق اما کند و گران امکان دریافت نقشه برش از نرم افزار	-	ستون، تیر، دال، دیوار	پی	بله	محافظت افراد و اجسام از فشار زیاد آب زهکشی یا بازیافت آب خنک کننده	۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم
انفجار؛ تخریب با استفاده از مواد منفجره	قدرت تخریب عالی کاهش زمان و نیروی کار نیاز به ارزیابی ریسک	ستون، تیر، پی	-	دال، دیوار	بله	محافظت در برابر تولید صدا، نخاله و لرزش مواد منفجره تاییدشده اعلام به همسایگان و در صورت نیاز تخلیه مراقبت کافی از سوءاستفاده های احتمالی	۸۰ و بالاتر	زیاد	زیاد
شکافت؛ از هم پاشیدن جرم با استفاده فشار ناشی از انبساط مواد	نیاز به تخمین زمان شکافت برای کاهش ریسک فروریزی غیرهدفمند	پی	ستون، تیر	دال، دیوار	بله		۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم
نیزه حرارتی؛ استفاده از حرارت متمرکز و قوی ناشی از واکنش یونی فلز		-	ستون، تیر، دال، دیوار	پی	بله	محافظت افراد و اجسام از حرارت زیاد و خطرات آتش سوزی	۷۵ تا ۷۹	نامحسوس	ملایم

۴-۲-۲-۶-۱- اصول اولیه تخریب

در حین تخریبِ بخشی باید از هر بخش سازه که باقی می‌ماند، به درستی حفاظت شود و برای اطمینان از پایداری سازه تا پایان کار، تکیه‌گاه‌های موقت و روند تخریبِ بخشی از پیش طراحی شده باشد. همچنین در پایان هر نوبت کار، قسمت‌های در دست تخریب نباید در شرایط ناپایداری که در برابر فشار باد یا ارتعاشات آسیب‌پذیر باشند، رها گردند. تدارکات لازم برای مواجهه با ناشناخته‌ها و پیش‌بینی‌نشده‌ها باید فراهم باشد تا در هیچ‌یک از مراحل کار، سازه ناپایدار نشود. اگر امکان‌پذیر باشد از روش‌های کنترل از راه دور استفاده شود تا آسیب به پرسنل به حداقل برسد.

همچنین باید با بررسی لازم اطمینان حاصل شود که چوب‌بست‌ها، شمع‌ها، سپرها، حائل‌ها و سایر وسایل حفاظتی، پایداری و ایمنی لازم را دارا هستند.

الف- تخریب پیش‌رونده

تخریب پیش‌رونده معمولا در سایت‌های محصور و محدود انجام می‌شود. هر جا تخریب پیش‌رونده به توالی عملیات وابسته باشد، فعالیت‌های اصلی باید در یک برنامه کار منسجم هماهنگ شوند. این زنجیره و نمودار توالی اقدامات باید در گزارش روش کار بیاید. حذف کنترل‌شده بخش‌هایی از سازه باید به‌گونه‌ای باشد که پایداری بخش‌های باقیمانده بنا که قرار است مرمت یا در ادامه تخریب شود، حفظ شود.

ب- فروریزی هدفمند

فروریزی هدفمند مستلزم حذف اعضای اصلی سازه است که باعث فروریزی کلی یا بخشی از سازه می‌شود. اعضای اصلی سازه‌ای که باید حذف شوند و زنجیره حذف آنها، باید در گزارش روش کار و در سایت مشخص شود.

یک روش یا مکانیزم شروع فروریزی باید طراحی شده باشد تا فروریزی با رفتاری کنترل‌شده انجام شود. حذف یا پیش‌تضعیف اعضا نباید سازه را مستعد خطر فروریزی ناگهانی کند.

پ- حذف هدفمند اعضا

حذف هدفمند اعضا مستلزم برداشتن یا تخریب بخش‌های مورد نظر سازه است. این روش برای مقدمات فروریزی هدفمند کلی یا بخشی مرمت سازه‌ای یا عملیات اصلاحی باید مورد استفاده قرار گیرد. اعضایی که قرار است حذف شوند، اثر حذف آنها بر سازه باقیمانده و خطرات احتمالی برای پرسنل سایت و همسایگان باید در گزارش روش کار نوشته شود.

ت- تخریبِ بخشی برای مرمت سازه‌ای

در تخریبِ بخشی، پایداری باقیمانده سازه باید با یک یا چند مورد از روش‌های ذیل تأمین شود:

- تحلیل سازه‌ای کافی برای اطمینان از پایداری و بیش‌بارگذاری نشدن سازه باقیمانده
- تعبیه سازه‌های تکیه‌گاهی موقت
- تعبیه اجزا یا اعضای سازه‌ای تقویت‌شده یا جدید
- برنامه‌ریزی کافی و زنجیره‌ای عملیات تخریبِ بخشی

۴-۲-۲-۶-۲- انتخاب روش مناسب

قبل از برنامه‌ریزی برای تخریب، باید نقشه‌های طراحی، نقشه‌های چون‌ساخت و هرگونه تقویت یا تغییرات سازه بررسی شود و با توجه به اصول بارگذاری و طراحی سازه مشخص شود که کدام بخش‌های سازه برای حفظ پایداری کلی به سایر بخش‌ها وابسته است و کدام بخش‌ها نقش تکیه‌گاهی برای عضو یا بخش دیگر دارد.

در تخریب قوس‌ها، برای اطمینان از پایداری سازه، باید به این موارد توجه شود:

الف- از آنجایی که برداشتن بار مرده قوس بر پایداری حلقه اصلی قوس موثر است، باید در زمان برداشتن آن، تکیه‌گاهی برای بخش باقیمانده قوس فراهم شود.

ب- یک قوس تک‌دهانه باید با برش نوارها به تدریج از هر پاطاق، به موازات دهانه طاق، تخریب شود تا عرض هر قوس به حداقل کاهش یابد و سرانجام فرو ریزد.

پ- در صورت استفاده از روش‌های مکانیزم فروریزی هدفمند، چنانچه تکیه‌گاه موقت پیش از شروع کار فراهم نشده باشد، تاج قوس باید با روش‌های مکانیکی از راه دور یا روش انفجاری شکسته شود.

ت- در قوس‌های چنددهانه پیش از برداشتن دهانه‌های جداگانه برای جلوگیری از ناپایداری دهانه‌های مجاور و پایه‌های نگه‌دارنده، باید مهار جانبی در پایین‌ترین تراز فراهم شود. پس از آن، تخریب باید مشابه تخریب یک قوس تک‌دهانه انجام شود، و اطمینان حاصل شود که با ادامه کار تیرهای پیشانی نیز خراب می‌شوند.

۴-۲-۲-۶-۳- تخریب سازه‌های زیرزمینی

با وجود آن که برای تخریب سازه‌های زیرزمینی روش‌های بالا به پایین مناسب‌تر است اما در هر حال لازم است روش تخریب متناسب با شرایط سایت و پروژه انتخاب و به تایید دستگاه نظارت برسد. در صورت استفاده از روش انفجار باید اثر انفجار و لرزه ناشی از آن روی سازه‌ها و تاسیسات زیرزمینی در محدوده اثر انفجار به‌طور ویژه بررسی شود. در جدول ۴-۲ روش‌هایی که کارایی کمتر برای سازه‌های زیرزمینی دارند، آورده شده است.

چنانچه در بررسی سازه‌ای مشخص شود که بلادرنگ پس از تخریب، نیاز به جایگزینی پی جدید است، باید برنامه‌ریزی برای این موضوع به گونه‌ای باشد تا کارهای اضافی برای اقدامات موقتی پایداری خاک اطراف سازه و زهکشی آن به سرعت انجام شود.

۴-۲-۲-۷- پیش‌گیری از فروریزی ناخواسته

پیش از شروع کار باید تاثیر روش تخریب و زنجیره عملیات بر فروریزی ناخواسته مشخص شود و احتمال فروریزی ناخواسته ارزیابی گردیده و اقدامات لازم برای جلوگیری از آن در گزارش روش کار بیان و در سایت انجام شود.

روش‌های جلوگیری از فروریزی‌های ناخواسته باید مبتنی بر دانش صحیح و کافی از سازه و نحوه انتقال نیروها به زمین (مسیر انتقال نیرو) باشد.

۴-۲-۲-۷-۱- پایداری سازه باقیمانده با پیش‌روی تخریب

نحوه انتقال بارها به زمین از مسیرهای نیرو باید پیش از تعیین روش کار بررسی شود. روش پیشنهادی باید با ملاحظات زیر انتخاب شود:

الف- ارزیابی پایداری سازه‌ای باقیمانده را در تمام مکان‌ها به صورت کلی و بخشی، و در همه زمان‌ها از شروع کار در نظر گیرد.

ب- ویژگی‌های سازه و مصالح، که با پیشرفت تخریب آشکار می‌شود و در بررسی‌های اولیه مشخص نشده بود، در ارزیابی‌ها لحاظ شود.

پ- مقاومت باقیمانده مصالح، تاثیر هر گونه خرابی و پوسیدگی و هر بارِ اضافی ناشی از استقرار دستگاه‌ها و ضایعات و پسماند حاصل از تخریب ارزیابی شود. به‌طور کلی، در مرحله قبل و هنگام تخریب باید:

- پایداری سازه‌ای باقیمانده مشخص شود.
- ضعف‌های ویژه و موقعیت‌های آنها مشخص شود.
- اثرات هم‌زمان دو مورد فوق الذکر در نظر گرفته شود.

هنگام ارزیابی دلایل احتمالی ناپایداری سازه، بخش‌هایی که نیروهای افقی نامتعادل ایجاد می‌کنند، اثر مهاربند و دیوارهای حائل زیرزمین بر زمین و سازه‌های مجاور و اثر عملیات خاکی بر پایداری دیوارهای زیرمین مجاور باید مشخص شود.

در مواردی که احتمال وقفه در مسیر یک خط انتقال نیرو شناسایی شود، باید با تعبیه دستک‌ها، مهارها یا تکیه‌گاه‌های موقت، ضعف سازه از بازتوزیع نیروها با مسیرهای جدید اصلاح شود.

۴-۲-۲-۷-۲- فروریزی هدفمند ایمن

الف- پیش‌تضعیف هدفمند

محاسبات تایید پایداری پس از حذف یک مقطع باید از پیش انجام شده باشد. لازم است ابعاد بخشی که باید حذف شود، دقیقا در سایت مشخص شود تا از تخریب یا حذف اعضای دیگر جلوگیری شود.

برای کمک به مکانیزم فروریزی، برش مقاطع فولادی مؤثر است. در جایی که از هوابرش برای تضعیف یک عضو سازه‌ای استفاده شود، برای جلوگیری از حرکت و اعوجاج آن لازم است مانند آنچه پیش از جای‌گذاری مواد منفجره انجام می‌شود، صفحاتی روی بازشوهای ایجادشده تعبیه شود.

می‌توان دیوارهای برشی بتنی به دلیل مقاومت بالا را تا آخرین لحظه پیش از تخریب در محل خود نگه داشت و آن‌ها را با استفاده از روش‌های فرمان از راه دور مانند انفجار تخریب کرد.

ب- پیش‌تقویت

برای اطمینان از مقاومت و پایداری بخش باقیمانده از سازه که تداوم پایداری آن در طرح تخریب مدنظر بوده است، باید پیش از شروع عملیات، اقدامات لازم برای تقویت سازه آن بخش انجام شود.

پ- تخریبِ بخشی ایمن

برای تأمین پایداری قسمت‌های باقیمانده از سازه موضوع تخریب و سازه‌های مجاور آن باید ارزیابی دقیق از تمام بارهای موثر بر قسمت باقیمانده از سازه، به‌ویژه تاثیر حذف برخی اعضای باربر در تخریبِ بخشی، صورت پذیرد.

اثر بارهای محیطی یعنی باد و برف، لرزش و تأثیر ناشی از حرکت ماشین‌آلات و فعالیت‌های تخریب مجاور باید در نظر گرفته شود و جزئیات پی دیوارهای باربر و حائل نیز مشخص شود.

زمانی که تخریبِ بخشی یا مرحله‌ای برنامه‌ریزی‌شده انجام می‌شود، برای حفظ پایداری سازه باقیمانده و سازه‌های مجاور، شمع‌زنی و تمهیداتی برای حفظ نما و جدار بیرونی باید نیازسنجی، طراحی و اجرا شود تا ضامن پایداری قسمت‌های باقیمانده از سازه باشد. با پیشرفت کار و مواجهه با شرایط واقعی سایت، هرگونه تغییر مورد نیاز باید ارزیابی و اعمال شود.

۴-۲-۲-۷-۳- حفظ نما و جدار بیرونی

برای پایش جابه‌جایی‌های احتمالی در نما، باید پیش از آغاز عملیات تخریب، نقشه‌برداری انجام شود و مختصات شبکه‌ای از نقاط روی سطح نما برداشت شود. در حین عملیات اندازه‌گیری‌ها و نقشه‌برداری‌ها در فواصل زمانی منظم تکرار شود و از تمامی نتایج حاصل از پایش برای ارزیابی پایداری نما و جدار و سیستم نگهدارنده استفاده شود.

برای اطمینان از حفظ نما و جدار بیرونی در حین کار و پس از آن، باید برای آن‌ها تکیه‌گاه‌هایی مناسب تعبیه و نما و جدار بیرونی بنا به‌طور کامل تثبیت و مهار شود. می‌توان از سیستم‌های زیر برای نگه داشتن نما و جدار بیرونی استفاده کرد:

الف- سیستم مستقل؛ استفاده از شمع‌های مایل یا داربست‌های خودایستای طره‌ای برای ایجاد تکیه‌گاه

ب- سیستم توامان؛ دارای عملکرد ترکیبی اعضای نگهدارنده مختلف با شمع‌های افقی

قبل از اجرای سازه موقت باید هر چیزی که به نما و جداره اتصال یافته، جدا شود. در عین حال نباید تا زمانی که توسط سازه جدید یا سازه موقت جایگزین کافی برای تکیه‌گاه تامین نشده، با حذف برخی اعضا خللی در عملکرد تکیه‌گاهی سازه موقت و سیستم نگهدارنده نما و جدار بیرونی رخ دهد.

۴-۲-۲-۸- کنترل مزاحمت‌ها

۴-۲-۲-۸-۱- صدا و لرزش

چنانچه علی‌رغم انتخاب مناسب دستگاه، تجهیزات و روش کار، سروصدا و لرزش به اندازه قابل قبول کنترل نشود، لازم است پوشش‌های کاهنده صدا و لرزش بر روی دستگاه‌ها تعبیه شود.

در روش تخریب با انفجار، امکان لرزش و گسترش موج انفجار زیاد است. بنابراین علاوه بر استفاده از ابزار و روش‌هایی برای کاهش لرزش و استهلاک موج انفجار، باید پیش از عملیات، به همسایگان اطلاع داده شود تا غافلگیر و هراسان نشوند.

۴-۲-۲-۸-۲- حفاظت در برابر دود و گرد و غبار

الف- باید با کنترل دود تولیدشده در ماشین آلات از طریق افزایش کیفیت سوخت مورد استفاده و احتراق موتورهای دستگاه‌ها، دود ناشی از انجام عملیات تخریب به حداقل محدود شود.

ب- کنترل گرد و غبار باید برابر الزامات فصل دوم ضابطه ۵۵ رعایت شود.

۴-۲-۲-۸-۳- پرتوها

الف- پرتو یونیزه

پیش از شروع عملیات تخریب، مسئول پروژه تخریب باید احتمال حضور مواد رادیواکتیو را مشخص نماید. در صورت مشاهده پیش‌بینی‌نشده هر گونه مواد رادیواکتیو، چه با منشأ طبیعی مانند گاز رادون و چه با منشـــا مصنوعی مانند صاعقه‌گیرها، سنسورهای دود، رنگ‌های شب‌تاب، باید بلافاصله دسترسی به آن بخش ممنوع و اقدامات حفاظتی و پوششی به کار گرفته شود.

ب- پرتو غیریونیزه

باید تاثیر امواج مادون‌قرمز بر دستگاه‌هایی که فرایندهای حرارتی و داغ دارند مانند کارهای فولادی، امواج فرابنفش برای جوشکاری و امواج مخابراتی برای رادارها، کوره‌های القایی و فرستنده‌های مخابراتی بررسی شود.

۴-۲-۳- فاز سوم، اقدامات پس از تخریب

۴-۲-۳-۱- مدیریت ضایعات و پسماندها

رسیدگی به وضعیت ضایعات و پسماند در سایت و جابه‌جایی آنها، بخش ضروری پروژه تخریب است. برای به حداقل رساندن ضایعات و پسماندها باید جابه‌جایی و حمل آن‌ها به محل‌های عمومی تخلیه نخاله‌های ساختمانی، مرتباً طبق زمان‌بندی انجام شود. محل تخلیه ضایعات و پســـماندها باید با هماهنگی نهادهای ذی‌ربط تعیین شود.

۴-۲-۳-۱-۱- تفکیک و انبارش

نخاله‌ها و مصالح قابل بازیافت باید از سایر نخاله‌ها تفکیک شده و جداگانه به مراکز بازیافت حمل شوند. چنانچه مصالح با خرد کردن قابل استفاده مجدد باشد، مجوزهای لازم برای خرد کردن، تفکیک و انبارش آن‌ها از دستگاه نظارت دریافت شود.همچنین باید شیوه‌های بازیافت و بهیافت مصالح اعم از آجرها، کاشی‌ها، بتن و قطعات فولادی از دستگاه نظارت استعلام شود.

انباشتن مصالح و ضایعات جدا شده از ساختمان مورد تخریب در پیاده‌رو و دیگر معابر و فضاهای عمومی تنها با کسب مجوز از مرجع دارای صلاحیت و رعایت ضوابط فصل دوم ضابطه ۵۵ امکان پذیر است.

در صورتی که مصالح قابل اشتعال و احتراق جدا شده از ساختمان مورد تخریب، در همان محل، انبار و نگهداری شود، باید وسایل اطفای حریق مناسب به تعداد و مقدار کافی مطابق فصل دوم ضابطه ۵۵ فراهم باشد.

ضایعات به دست آمده از مواد رادیواکتیو، آزبست، مواد سمی یا مواد آلوده‌کننده سمی، شیمیایی یا بیولوژیکی و مانند آن، باید جدا از بقیه ضایعات و طبق ضوابط مرجع صاحب صلاحیت به دقت نگهداری و بسته‌بندی شوند و سپس توسط شخص دارای صلاحیت به محل مجاز حمل گردند. به‌علاوه کارگرانی که در تخریب این‌گونه مواد به کار گمارده می‌شوند باید مجهز به دستکش، ماسک و لباس مخصوص باشند

۴-۲-۳-۱-۲- انتقال، بارگیری و حمل ضایعات و پسماندها

در صورتی که در محل مورد تخریب زمین و فضای کافی برای انباشتن مصالح و ضایعات وجود نداشته باشد، باید هر روز مواد جدا شده به مکان مجاز دیگر انتقال یابند. مصالح و ضایعات ناشی از تخریب نباید به نحوی انباشته شوند که برای ساختمان‌های مجاور و یا معابر عمومی ایجاد مزاحمت و خطر نمایند. این مواد باید در فواصل مناسب بارگیری و به محل‌های مجاز حمل گردند.

ترافیک سایت باید مطابق چیدمان و آرایش ماشین‌آلات و مصالح برنامه‌ریزی شود. در استفاده از تجهیزات بالابر، جرثقیل‌ها، صفحات باربرداری آهنربایی، چنگک‌ها، زنجیر و قلاب، توجه به مسیر حرکات بازوها و بخش‌های مختلف دستگاه و برنامه‌ریزی آن‌ها ضروری است. به دلیل شرایط ویژه خاک سایت در طول اجرای پروژه تخریب، حفظ پایداری و جلوگیری از واژگونی دستگاه‌ها در حالت بی‌بار و در حالت حمل بار باید جزو برنامه سلامت و ایمنی پروژه قرار گیرد.

الف- بلند کردن و پایین آوردن

پیش از هرگونه بلند کردن و پایین آوردن ضایعات و پسماندها، باید ابعاد، وزن و موقعیت مرکز ثقل بار مشخص شود و از روش مناسب و تجهیزات بالابر با ظرفیت کافی استفاده شود. همچنین در فاصله شعاع آن، بیش از کسری از ظرفیت بار جرثقیل که در دستورالعمل ماشین مشخص شده و یا ۵۰ درصد آن ظرفیت، هر کدام که کمتر است بار برداشته نشود.

ضریب اطمینانی که در کاربری معمول بالابر در نظر گرفته شده، باید در انتخاب لوازم جانبی بالابر یعنی قلاب، بست و تیرهای بالابر نیز لحاظ شود. لوازم جانبی بالابر باید قبل از بلند کردن توسط کاربر بازرسی شود و از قلاب‌ها، زنجیرها، طناب‌ها و سیم‌های تغییر شکل‌داده، آسیب‌دیده یا فرسوده استفاده نشود.

بارها باید توسط شخصی که بالابری ایمن را آموزش دیده، زنجیر شوند. تنها یک شخص معرفی‌شده دستورالعمل‌ها را به راننده جرثقیل می‌دهد و پیش از شروع عملیات جابه‌جایی و بالابری، هشدارها و علائم مورد استفاده در سایت باید بین عوامل هماهنگ شود.

ب- سقوط آزاد

مصالح ساختمانی و ضایعات حاصل از تخریب نباید با سقوط آزاد به خارج پرتاب شوند و تخلیه نخاله‌ها به طبقات پایین باید از طریق شوت تخلیه نخاله با قطعات سرهم‌شده چوبی یا فلزی یا پلاستیکی یا شوت‌هایی که انتهای آنها به ظروف

جمع‌آوری ضایعات و پسماند ختم می‌شود انجام شود. استفاده از شوت‌های پلاستیکی سرپوشیده که هم صدا را کاهش می‌دهد و هم از پخش‌وپلا شدن ضایعات و پسماند جلوگیری می‌کند، نسبت به بقیه نوع‌ها ارجحیت دارد.

شوت‌های تخلیه نخاله چنانچه بیش از ۴۵ درجه شیب داشته باشد باید از ۴ طرف کاملاً مسدود باشد، به استثنای دهانه‌هایی که برای ورود و خروج مصالح تعبیه شده است. همچنین باید مجهز به دریچه محکمی باشد و در هنگام کار، به وسیله یک نفر کارگر مراقبت شود و در سایر مواقع درب آن مسدود باشد.

تأثیرات باد روی آوارهای در حال سقوط و پرتاب‌های شدید پس از ضربه اولیه باید در نظر گرفته شود.

به محض ایجاد حفره در کف‌ها برای بیرون ریختن ضایعات و پسماندها و مقاصد دیگر، در ابتدای کانال‌های مزبور نیز باید از محافظ‌های لبه به ویژه نرده و پاخور[1] استفاده شود تا از سقوط اتفاقی کارگران و مصالح به داخل دهانه ورودی جلوگیری به‌عمل آید.

مصالح و مواد حاصل از تخریب هر قسمت یا طبقه باید به موقع به محل مناسبی منتقل شود و از انباشته شدن آن به ترتیبی که مانع از انجام کار شده و یا استحکام طبقات پایین‌تر را به خطر اندازد، جلوگیری به‌عمل آید. لذا هنگام سقوط آوار از طبقات بالاتر روی زمین یا در فضای داخلی بنا، باید به تعداد کافی بازشو تعبیه شود تا ضایعات و پسماندها بدون انباشت در طبقات میانی سقوط کنند. باید مراقبت شود که با برداشتن تیرچه‌ها یا تیرهای مانع در مسیر ریزش آوار، پایداری سازه و سکوی کار به خطر نیفتد.

۴-۲-۳-۲- ازسرگیری فعالیت‌ها

پس از اتمام عملیات تخریب، پیمانکار باید در زمان بندی تعیین شده تمام تجهیزات و ماشین‌آلات تخریب را برچیده و از سایت خارج کند و سایت را به وضعیتی ایمن بازگرداند و تمام فعالیت‌های متوقف‌شده موقت را مجددا برقرار نماید. برخی از این اقدامات عبارتند از:

الف- چاله‌ها، ترانشه‌ها، حوضچه‌ها و بازشوها باید به شکل ایمن پر شده و علامت‌گذاری شوند و یا اطرافشان نرده کشیده شود.

ب- سیستم زهکشی سایت باید کاملاً تمیز شود و برای اطمینان از عملکرد صحیح آن حتما با تایید دستگاه نظارت آزمایش شود.

پ- پایداری دیوارهایی که باید باقی بمانند، به‌ویژه دیوارهای مرزی سایت، برای بارگذاری‌های آتی کنترل شود.

ت- تمام آلاینده‌ها حذف شوند یا اگر به هر دلیلی چیزی باقی می‌ماند در شرایطی باشد که خطری برای سلامتی، ایمنی و محیط زیست نداشته باشد.

ث- مسئول پروژه تخریب باید در پایان کار پرونده سلامت و ایمنی را از پیمانکار دریافت نماید.

۱- Toe-Board: تخته‌ای طولی به عرض حدود ۱۰ سانتیمتر به شکل قرنیز که برای جلوگیری از خارج شدن و فرو افتادن اشیاء از لب سکو نصب می‌شود. فاصله آزاد (بادخور) این تخته از کف باید کمتر از ۲۵ میلیمتر باشد.

۴-۳- ضوابط تکمیلی سلامت، ایمنی و محیط زیست ویژه تخریب

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل دوم این ضابطه (جلد اول؛ ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل (فصل ۴) و متناسب با هر یک از مراحل اجرای عملیات تخریب لازم الاجراست. پاره ای از ضوابط سلامت، ایمنی و محیط زیست در خلال ضوابط قسمت‌هایی از این فصل آورده شده و سایر موارد به شرح آتی ارائه می‌شود.

۴-۳-۱- ضوابط عمومی

۴-۳-۱-۱- انجام عملیات تخریب در شب، بجز در مواقع اضطراری که به تایید دستگاه نظارت می‌رسد و مجوز آن از مراجع صاحب صلاحیت گرفته می‌شود، مجاز نیست. در صورت اخذ تاییدها و مجوزهای لازم باید روشنایی کافی برای اجرای عملیات در شب تامین شود.

۴-۳-۱-۲- هیچ یک از اجزای سازه و تجهیزات مورد استفاده در تخریب اعم از کف، کف موقت، چوب‌بست، پله‌های موقت، سقف و سایر اجزای راهروهای سرپوشیده و راهروهای عبور و مرور کارگران، پلکان‌ها و نردبان‌ها، نباید بیش از ۶۶ درصد مقاومت خود، بارگذاری شوند.

۴-۳-۱-۳- میخ‌های موجود در تیرها یا تخته‌های ناشی از تخریب باید بلافاصله به داخل چوب فرو کوبیده یا از آن بیرون کشیده شوند.

۴-۳-۱-۴- در محدوده قرق باید گذرگاه‌های مطمئنی برای عبور و مرور کارگران در نظر گرفته شود. این گذرگاه‌ها باید روشن و فاقد هرگونه مانع باشد.

۴-۳-۱-۵- در محل‌های ورود و خروج کارگران به ساختمان مورد تخریب، باید راهروهای سرپوشیده با طول حداقل ۳ متر و عرض حداقل ۰/۵ متر بیش از عرض درب ورودی، ساخته شود تا از سقوط مصالح بر روی آنان جلوگیری به‌عمل آید.

۴-۳-۱-۶- تمام راه‌های ارتباطی ورودی و خروجی ساختمان مورد تخریب به جز راهی که برای عبور و مرور کارگران و افراد مسئول درنظر گرفته شده، به استثنای پلکان‌ها، راهروها، نردبان‌ها و درهایی که برای عبور کارگران استفاده می‌شوند، باید در تمام مدت انجام عملیات تخریب، مسدود شوند. به علاوه نباید هیچ راه خروجی، قبل از اینکه راه تایید شده دیگری جایگزین شود، تخریب شود.

۴-۳-۱-۷- در هنگام شب، مرز محدوده قرق باید با نصب چراغ‌های قرمز و یا علایم مشخصه و هشدار دهنده دیگر مانند تابلوهای شبرنگ مشخص شود.

۴-۳-۱-۸- وسایل و تجهیزات حفاظتی لازم، باید متناسب با محل و نوع ساختمان و روش تخریب، تهیه و در اختیار کارگران گذاشته شود و از آنان برای استفاده در محدوده قرق تعهد کتبی گرفته شود.

۴-۳-۱-۹- برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری، حمل و دفع مواد حاصل از تخریب و انتخاب محل مجاز برای انباشتن آنها باید با توجه به قانون «مدیریت پسماندها» انجام شود.

۴-۳-۱-۱۰- در صورتی‌که ساختمان مورد تخریب دارای برقگیر است، قبل از آغاز عملیات تخریب باید برقگیر از ساختمان جدا و در صورت لزوم مجدداً در نزدیکترین فاصله نصب و آماده به کار شود.

۴-۳-۱-۱۱- تمام شیشه‌های ساختمان مورد تخریب باید قبل از آغاز عملیات از محل نصب شده جدا و در مکان مناسبی انبار شود.

۴-۳-۱-۱۲- در صورتی‌که ارتفاع ساختمان مورد تخریب از ساختمان‌ها و تاسیسات همجوار بیشتر باشد و امکان ریزش مصالح و ابزار کار به داخل یا روی بناها و تاسیسات مجاور و معابر وجود داشته باشد، باید اقدامات لازم از قبیل نصب سرپوش حفاظتی با مقاومت کافی با رعایت مفاد بند ۲-۲-۳ به‌عمل آید.

۴-۳-۱-۱۳- محل نگهداری ابزار و وسایل ساختمانی و ساختمان‌های موقت کارگران باید در جایی قرار داشته باشند که در معرض خطر ریزش و یا سقوط مصالح و مواد حاصل از تخریب نباشند.

۴-۳-۱-۱۴- هیچ یک از تکیه‌گاه‌ها نباید در طبقه‌ای برداشته شود، مگر آن که قبل از آن تمام بارهای متکی به آن قبلاً برداشته شده باشد.

۴-۳-۱-۱۵- از تخریب قسمت‌هایی از ساختمان که باعث تخریب و ریزش ناگهانی قسمت‌های دیگر ساختمان شود باید جلوگیری به عمل آید.

۴-۳-۱-۱۶- در عملیات تخریب باید کارگران باتجربه به‌کار گرفته شده و اشخاص ذی‌صلاح بر کار آنان نظارت کنند و دستورالعمل‌ها، روش‌ها و مراحل مختلف اجرای کار را به آنان آموزش دهند. همچنین کاردان‌های فنی، رانندگان و متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات مربوط نیز باید دارای صلاحیت باشند.

۴-۳-۲- تخریب کف و سقف

۴-۳-۲-۱- قبل از تخریب هر سقف باید راه‌های ورودی به طبقه زیر آن طوری مسدود شود، که هیچ کس نتواند از آن رفت و آمد کند.

۴-۳-۲-۲- کلیه پرتگاه‌ها و بازشوهای موجود در کف طبقات و سایر قسمت‌ها به استثنای دهانه‌هایی که برای حمل و انتقال مواد و مصالح حاصل از تخریب و یا لوازم کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید به وسیله نرده یا حفاظ‌های مناسب محصور مطابق بند ۲-۶-۱-۱ یا با پوشش‌های حفاظتی موقت مطابق بند ۲-۶-۱-۲ پوشانده شوند.

۴-۳-۲-۳- هنگام تخریب سقف طاق ضربی، باید پس از برداشتن قسمتی از آجرها و مصالح بین دو تیر فولادی، برای آنکه کارگران بتوانند روی آنها به‌طور مطمئن و ایمن مستقر شده و به کار خود ادامه دهند، روی تیرها و تیرچه‌ها، تخته‌های چوبی سالم به عرض ۲۵ سانتیمتر و ضخامت ۵ سانتیمتر به‌طور عرضی و به تعداد کافی قرار داده شود.

۴-۳-۲-۴- در طاق‌های ضربی، چه هنگامی که در آن بازشو ایجاد می‌شود و چه در هنگام تخریب کامل آن، باید آجرها و مصالح بین تیرهای دو طرف تا تکیه‌گاه‌های طاق در امتداد عمود به تیر به طور کامل برداشته شود.

۴-۳-۲-۵- در تخریب طاق‌های شیروانی یا چوبی، ابتدا باید قسمت‌های پوششی سقف برداشته شود، سپس نسبت به برچیدن خرپا یا اسکلت سقف اقدام شود.

۴-۳-۳- تخریب دیوارها

۴-۳-۳-۱- قبل از تخریب هر یک از دیوارها، باید تا فاصله ۳ متری از پای دیوار سوراخ‌ها و دهانه‌های بازی که در کف قرار دارند با پوشش موقت مناسب پوشانده شوند.

۴-۳-۳-۲- در مواردی‌که دیوار به روش کشیدن یا فشار تخریب می‌شود، باید کلیه کارگران و افراد از منطقه ریزش دور نگهداشته شوند.

۴-۳-۳-۳- تمام یا قسمتی از دیواری که ارتفاع آن بیش از ۲۲ برابر ضخامت آن باشد، نباید بدون مهاربندی جانبی آزاد بماند، مگر اینکه از ابتدا برای ارتفاع بیشتر محاسبه و ساخته شده باشد.

۴-۳-۳-۴- برای خراب کردن و برچیدن دیوارهای نازک و مرتفع و فاقد استحکام کافی به طریق دستی، باید از داربست استفاده شود.

۴-۳-۳-۵- تخریب دیوارهایی که برای نگهداری خاک زمین یا ساختمان مجاور ساخته شده‌اند، باید پس از اجرای سازه‌های نگهبان انجام شود.

۴-۳-۳-۶- در تخریب ساختمان‌هایی که بر اثر فرسودگی، سیل، آتش‌سوزی، زلزله، انفجار و نظایر آن آسیب دیده یا از بین رفته‌اند، برای جلوگیری از ریزش و خرابی ناگهانی باید دیوارها قبل از تخریب زیر نظر شخص دارای صلاحیت مهار و شمع‌بندی شوند.

۴-۳-۴- تخریب سازه‌های بتنی

۴-۳-۴- ۱- تمام کارگران تخریب باید علاوه بر دستکش و پوتین ایمنی، به کلاه ایمنی با پوشش ناحیه گردن و ماسک پلاستیکی که تمام صورت و ناحیه چانه را می‌پوشانند مجهز باشند. همچنین آن‌ها باید مجهز به ژاکت ضد ضربه باشند. این ژاکت باید به‌طور مناسب تا ناحیه ران کارگر را پوشش داده و درعین حال امکان حرکت آزاد وی را هم فراهم آورد. کارگران باید به‌طور مناسب از ورود ضربه به ناحیه پاها محافظت شوند.

۴-۳-۴- ۲- قبل از تخریب سازه بتنی مسلح باید تمامی تجهیزات و مصالح جمع آوری و سازه‌های دیگر بجز سازه باربر اصلی تخریب و به‌طور ایمن از محیط کارگاه تخلیه شود.

۴-۳-۵- تخریب سازه‌های فولادی

۴-۳-۵-۱- قبل از بریدن یا باز کردن قطعات فولادی باید اقدامات لازم به‌منظور جلوگیری از سقوط آزاد آنها و نیز احتیاط‌های لازم به‌منظور جلوگیری از نوسانات آزاد تیرآهن بعد از برش آن به عمل آید تا صدمه‌ای به اشخاص و یا وسایل وارد نیاید.

۴-۳-۵-۲- انداختن تیرآهن‌های بریده شده از بالا ممنوع است و پایین آوردن آن‌ها باید به‌طور آهسته انجام شود.

۴-۳-۵-۳- در صورت استفاده از جرثقیل یا وسایل مشابه برای پایین آوردن تیرآهن‌های بریده شده علاوه بر الزامات بندهای ۲-۸-۵ و ۶ باید برای تعادل و جلوگیری از لنگر بار و صدمه به اشخاص، بناها، تاسیسات و تجهیزات یا اسکلت بنای مورد تخریب، از طناب هدایت‌کننده (تگ لاین) استفاده شود. همچنین هنگام استفاده از جرثقیل در عملیات تخریب اسکلت فولادی، رعایت حریم خطوط و تاسیسات برق شهری مطابق بخش ۲-۱۲-۲ الزامی است.

۴-۳-۵-۴- آویزان شدن کارگران به کابل یا قلاب دستگاه‌های بالابر یا استقرار آنان روی تیرآهن‌های در حال حمل ممنوع است و پیمانکار موظف است از آن جلوگیری کند.

۴-۳-۵-۵- هنگام استفاده از جرثقیل برای حمل کپسول‌های اکسیژن و گاز استیلن باید از محفظه‌های استاندارد استفاده شود و این کپسول‌ها به طور مطمئن در آن مستقر شوند.

۴-۳-۶- تخریب دودکش‌های بلند صنعتی و سازه‌های مشابه

۴-۳-۶-۱-در صورتی که دودکش‌های بلند صنعتی، برج‌ها و سازه‌های مشابه به روش دستی تخریب شوند، باید از داربست استفاده شده و به تناسب تخریب سازه از بالا به پایین، ارتفاع سکوی داربست نیز به تدریج پایین آورده شود، به گونه ای که همواره محل قرار گرفتن کارگران پایین‌تر از نقطه بالایی سازه بوده و این اختلاف ارتفاع حداقل ۰/۵ متر و حداکثر ۱/۵ متر باشد. از ایستادن و استقرار کارگران دربالای سازه‌های مذکور باید جلوگیری به‌عمل آید.

۴-۳-۶-۲- مصالح و ضایعات حاصل از تخریب سازه‌های مورد بحث باید از داخل آن‌ها به پایین ریخته شود. برای جلوگیری از انباشه شدن و تراکم مصالح و ضایعات، باید قبلاً دریچه‌ای در قسمت تحتانی سازه برای تخلیه آنها ایجاد شود. تخلیه مواد مذکور باید پس از توقف کار تخریب، انجام شود. در هر صورت ارتفاع ضایعات حاصل از تخریب در داخل کوره نباید بیشتر از ۲ متر باشد.

۴-۳-۶-۳- در صورتی که دودکش‌های بلند صنعتی، برج‌ها و سازه‌های مشابه، به روش انفجار یا واژگونی تخریب می شوند، باید محدوده قرق حفاظت شده و امن، با وسعت کافی در اطراف آن در نظر گرفته شود.

۴-۳-۷- انبارش مواد منفجره

۴-۳-۷-۱- برای ایمنی کامل در زمان انبارش مواد منفجره و زمان جای‌گذاری آنها در سازه، موارد زیر باید فراهم و برقرار باشد:

الف- نگهبانان آماده به کار به تعداد کافی

ب- سیستم ارتباطی برای تماس با نیروهای امدادی مانند آتش‌نشانی، اورژانس و پلیس

پ- نورافکن برای روشن کردن محوطه، در صورت لزوم

۴-۳-۷-۲- برای پیش‌گیری از انفجار پیش از موعد، باید تدابیر احتیاطی لازم هنگام نصب و اتصال تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی انجام شود.

فصل پنجم

ژئوتکنیک

۵-۱- کلیات

۵-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

بیش دو دهه از تدوین ویرایش پیشین ضابطه ۵۵ گذشته است. طی این مدت روش‌های اجرایی نوین ژئوتکنیکی پا به عرصه مهندسی ساختمان گذاشته‌اند.

با توجه به تحولات قوانین حاکم بر شهرسازی، نیاز به احداث طبقات زیرزمین در بسیاری از ساختمان‌ها به وجود آمده است. از این رو عملیات پایدارسازی دیواره‌های گودهای عمیق شهری گسترش یافته و نیاز به پرداختن به آن‌ها در نشریات فنی ملی به‌وجود آمده است.

افزایش شمار ساختمان‌های بلند مرتبه و بهره برداری از زمین‌های با مشخصات ژئوتکنیکی نامطلوب، موجب افزایش تقاضا برای شالوده‌های عمیق و همچنین بهسازی خاک و یا مقاوم سازی پی‌ها شده است. ولی از آنجائی که عملیات اجرایی شالوده‌های سطحی همانند سایر اجزای سازه در فصول دیگر پوشش داده شده و مبحث شالوده‌های عمیق (شمع) پیش‌تر در ضابطه ۳۸۶ ارائه شده است، در این فصل فقط به بهسازی خاک پرداخته خواهد شد.

افزایش شمار سازه‌های زیرزمینی ایجاب نموده است به مقوله زهکشی و آب‌بندی نیز پرداخته شود. با توجه به ابداع ژئوسنتتیک‌ها و گسترش روزافزون استفاده از این مصالح در صنعت ساختمان، ضرورت دیده شده که این مصالح در نشریات ملی توصیف شوند.

۵-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

اختلاط در عمق[۱]: اختلاط برجای خاک نامرغوب با سیمان در عمق به وسیله هم‌زدن (استوانه‌ای یا ترانشه‌ای) یکی از روش‌های بهسازی و تثبیت خاک است.

بهسازی خاک[۲]: به اصلاح ویژگی‌های مهندسی خاک با هدف بهره‌وری بیشتر از یک ساختگاه نامطلوب، بهسازی خاک گفته می‌شود.

پایش[۳]: عبارت است از فرآیندهای کنترلی با استفاده از بازرسی چشمی، برداشت‌های نقشه‌برداری و یا نصب و قرائت ابزار دقیق برای نظارت بر عملکرد ابنیه خاکی، سازه‌ها، دیوارها و تونل‌ها در حین و پس از اتمام عملیات اجرایی.

پی[۴]: مجموعه شالوده و خاک زیر آن، پی نامیده می‌شود. در ادبیات فنی، ممکن است به شالوده نیز پی اتلاق شود.

۱- Deep Soil Mixing

۲- soil ehabitation

۳- Monitoring

۴- Foundation

پی کنی و گودبرداری: منظور از پی‌کنی انجام عملیات خاکی برای دستیابی به محل استقرار پی ساختمان‌ها و دیوارهای حائل، لوله‌ها، پایه پل‌ها در محوطه ساختمان‌ها و نظایر آن با دست یا ماشین‌آلات مناسب طبق رقوم خواسته شده در نقشه‌ها و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت است. خاکبرداری برای احداث طبقات زیرزمین و پی را گودبرداری می‌نامند.

پیش بارگذاری: روشی برای بهسازی خاک‌های اشباع تراکم‌پذیر با نفوذپذیری کم مانند رس‌های با خاصیت خمیری زیاد، به شمار می‌رود.

تراکم دینامیکی: یک روش بهسازی عمیق خاک با پرتاب متوالی کوبه‌های سنگین از ارتفاع نسبتا زیاد است.

تثبیت شیمیایی خاک: به اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی خاک از طریق اختلاط مواد افزودنی اطلاق می‌شود.

تزریق با فشار بالا[۱]: اختلاط برجای خاک نامرغوب با سیمان به وسیله تزریق دوار با فشار بالا؛ این روش، یکی از روش‌های بهسازی و تثبیت خاک می‌باشد.

خاک‌های نباتی سطحی: به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که برای تحمل بارهای وارده از طرف سازه مناسب نباشند. لایه‌های خاک حاوی مواد آلی شامل ریشه‌های گیاهان و درختان و نظایر آن، جزو خاک‌های نباتی محسوب می‌شوند.

دیوارهای خاک مسلح: به شیب‌های خاکی مسلح با زاویه بیش از ۷۰ درجه در نما، دیوارهای خاک مسلح اطلاق می شود. در احداث دیوارهای خاک مسلح، عموماً از دو گروه مصالح مسلح‌کننده شامل ژئوسنتتیک‌ها (ژئوتکستایل‌ها و ژئوگریدها) و تسمه‌های فلزی استفاده می‌گردد.

روش ساخت از بالا به پایین[۲]: روش بالا به پایین یک روش پایدارسازی دیوارهای خاکی گودها با استفاده از سازه اصلی ساختمان است.

ریزشمع: ریزشمع[۳] به شمع‌هایی با قطر کوچک (کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر) اطلاق می‌گردد که غالباً با تسلیح فولادی سبک و تزریق دوغاب سیمان همراه می‌باشند. ریزشمع علاوه بر آنکه به عنوان یک المان باربر و مقاوم در برابر نشست عمل و بار سطحی را به لایه‌های باربر منتقل می‌کند، به‌دلیل تزریق دوغاب سیمان، سبب بهبود مشخصات مکانیکی (مقاومتی و رفتاری) خاک اطراف نیز می‌گردد.

زهکشی: به سامانه‌ای اطلاق می‌شود که روان آب‌های سطحی یا آب‌های زیرسطحی را جمع‌آوری و به نقطه‌ای تعیین شده هدایت می‌نماید.

ژئوسنتتیک[۴]: محصولات (عمدتاً ورقه‌ای) از جنس پلیمر می‌باشند که در پروژه‌های عمرانی به تنهایی یا همراه مصالح خاکی، سنگی یا در بستر طبیعی برای تسهیل و یا بهبود عملکرد سیستم‌ها به کار می‌روند.

۱- Jet Grouting

۲- Top-Down Construction Method

۳- Micropile

۴- Geosynthetics

ژئوگرید: شبکه‌ای است ساخته‌شده با نوارهای مقاوم پلیمری که در دو یا سه جهت به‌هم پیوسته و مقاومت کششی ایجاد کرده‌اند. ژئوگریدها بر مبنای روش ساخت، نوع پلیمر و مشخصات شبکه آن‌ها دسته‌بندی می‌گردند.

ژئوکامپوزیت: ژئوکامپوزیت‌ها ترکیبی دو یا چند نوع ژئوسینتتیک است که معمولاً برای عبوردهی آب می‌باشند.

سازه نگهبان: سازه‌ای است که برای حفاظت و تأمین پایداری دیواره‌های گودبرداری شده به کار برده می‌شود.

ستون سنگریزه‌ای[۱]: یکی از روش‌های بهسازی، جایگزینی جزئی خاک مسئله‌دار با مصالح مرغوب است. ایجاد ستون‌های سنگریزه‌ای به قطر و عمق و فواصل مختلف یکی از روش‌های بهسازی است.

شالوده[۲]: عضو معمولاً بتنی است که در زیر ستون یا دیوار قرار دارد و بار آن‌ها را به زمین منتقل می‌کند.

شیب‌های خاکی مسلح: نوعی از سازه‌های خاکی مسلح (تثبیت مکانیکی زمین[۳]) هستند که در آن‌ها از مسلح کننده‌های صفحه‌ای (ژئوسنتتیک‌ها یا تسمه‌های فلزی) استفاده می‌شود.

مهار به پشت[۴]: پایدارسازی شیب‌ها و دیوارهای خاکی با نصب مهار (فعال[۵] و غیر فعال[۶]) در داخل توده خاک را مهار یا دوخت به پشت (سطح نما) می‌نامند. مهار به پشت در برابر سازه مهار از جلوی سطح دیواره گود یا شیب تعریف شده است.

مهار متقابل گود[۷]: مهار متقابل یکی از روش‌های مهار سازه‌ای دیواره‌های گودبرداری‌هاست که پایداری گود را با انتقال نیرو سطوح مقابل به یکدیگر فراهم می‌کند.

۱- Stone Column
۲- Footing
۳- Mechanically Stabilized Earth (MSE) Structures
۴- Tie-back
۵- Anchor
۶- Nail
۷- Braced Excavation

۵-۲- عملیات خاکی

عنوان فصل سوم ویرایش پیشین ضابطه ۵۵ عملیات خاکی بود و در آن مباحث خاکبرداری و خاکریزی مطرح شده بود. در این ویرایش نیز تقریباً مطالبی با همان رویکرد ویرایش پیشین ولی در قالب بخشی از فصل پنجم ارائه شده است.

خاکبرداری ساختگاه به منظور دستیابی به تراز استقرار پی‌های نزدیک به سطح زمین را پی‌کنی می‌نامند. در مواردی که ساختمان دارای چندین طبقه زیرزمین باشد، خاکبرداری مترادف با گودبرداری است. کلیات مرتبط با پی‌کنی در این بخش و گودبرداری در بخش بعدی ارائه می‌شود.

عملیات خاکریزی به منظور دستیابی به تراز مشخص برای محوطه سازی رایج است ولی استقرار ساختمان بر خاکریزها منوط به رعایت مشخصات فنی ویژه‌ای است. از سوی دیگر اصلاح یا تعویض قشر سطحی خاک توأم با عملیات کوبش خواهد بود. کلیات عملیات خاکریزی در این بخش و بهسازی خاک در بخش‌های بعدی ارائه خواهد شد.

۵-۲-۱- خاکبرداری

۵-۲-۱-۱- الزامات کلی

قبل از انجام هرگونه عملیات خاکی، پیمانکار موظف است کروکی محل اجرای عملیات را دقیقاً با حضور نمایندگان دستگاه نظارت و کارفرما، برداشت و صورت‌مجلس نماید و قبل از شروع عملیات و با توجه به برنامه زمان‌بندی پروژه و نحوه اجرای کار، نوع و تعداد ماشین‌آلات را به تایید دستگاه نظارت برساند. شروع و تداوم عملیات خاکی، باید طبق برنامه زمان‌بندی پیش‌بینی شده به‌طور پیوسته ادامه یابد. به‌علاوه پس از انجام عملیات خاکی در هر قسمت، باید عملیات بعدی ساختمانی، بلافاصله آغاز و به ترتیب پیش‌بینی شده در برنامه زمانی ادامه یابد. تمام مصالح مناسب حاصل از گودبرداری و خاکبرداری‌ها، باید در صورت لزوم پس از تایید دستگاه نظارت به مصرف خاکریزی‌ها برسد.

مصالح نامناسب، باید از محل کارگاه خارج و با نظر دستگاه نظارت در محل‌های مناسب تخلیه و به شکل مورد قبول، پخش و رگلاژ شود. در صورت وجود آب‌های زیرزمینی یا رواناب‌های سطحی، عملیات خاکی باید همواره با زهکشی و حفاظت بدنه و جدار گود، به شرح مندرج در این فصل، به‌طور هم‌زمان انجام گیرد. دستگاه نظارت می‌تواند هنگام بارندگی شدید یا مواقع اضطراری به‌منظور حفاظت عملیات، کارهای اجرایی را متوقف نماید.

تمام تجهیزات و روش مورد استفاده جهت خاکبرداری و انتقال خاک به بیرون از پروژه باید مطابق نظر دستگاه نظارت و طبق مشخصات فنی عملیات اجرایی انتخاب شود.

۵-۲-۱-۲- خاکبرداری

تمامی عملیات خاکبرداری باید مطابق با خطوط و تراز موجود در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت صورت پذیرد. عملیات خاکبرداری و رگلاژ سطوح بدون پوشش، باید به‌طور هم‌زمان صورت گیرد. کارهای بعدی باید

بلافاصله پس از خاکبرداری صورت پذیرد و در هر حالت نباید سطوح خاکبرداری شده بیش از ۷۲ ساعت در معرض عوامل جوی و باران قرار گیرند.

در صورتی که بر اساس برنامه زمان‌بندی شده یا به هر دلیل دیگر عملیات بعدی بلافاصله انجام نشود، کنترل لایه‌های قبلی و در صورت لزوم، اصلاح و نیز تسطیح و رگلاژ نهایی سطح کار، باید قبل از اجرای مراحل بعدی صورت گیرد. چنانچه پیمانکار به عمد یا به سهو، اقدام به برداشت خاک تا تراز نهایی نموده و عملیات بعدی به مدت طولانی پس از آن موکول گردد، در صورت نیاز برداشت خاک‌های رویه و آماده نمودن مجدد بستر تا تراز مورد نظر برای ادامه عملیات، باید مطابق نظر دستگاه نظارت انجام پذیرد.

در تمامی عملیات خاکبرداری باید دقت کافی به عمل آید، تا از خاکبرداری اضافی و از بین رفتن مصالح در کف و جداره‌ها، خصوصاً در مقاطعی که بتن‌ریزی در آن‌ها انجام می‌گیرد، جلوگیری به عمل آید. در صورت انجام خاکبرداری اضافی توسط پیمانکار، باید محل تا تراز و رقوم نهایی خواسته شده با مصالح مناسب مورد تایید دستگاه نظارت و یا با بتن متناسب با شرایط خاک و حداقل با بتن رده مقاومتی C15، ترمیم و رگلاژ شود.

خاکبرداری محل کانال‌ها برای کارگذاری لوله و کابل، باید طبق نقشه و مشخصات با ابعاد و رقوم‌های تعیین شده انجام شود. در صورت نیاز و پس از تایید دستگاه نظارت، اضافه خاکبرداری در محل اتصالات لوله‌ها انجام خواهد شد. چنانچه کار کندن با ماشین صورت گیرد، باید عملیات تا ۱۵ سانتیمتری عمق نهایی، انجام و بقیه عملیات برای تسطیح و رگلاژ کف کانال به صورت دستی انجام گیرد.

۵-۲-۱-۳- پی‌کنی و گودبرداری

پی‌کنی در دیوار قائم باید محدود به سطوح خارجی پی‌ها و در سطوح افقی محدود بین رقوم زیرین بستر پی و رقوم زمین طبیعی، زمین تسطیح شده یا محل‌های خاکریز باشد. انواع پی‌کنی باید طبق نقشه، مشخصات فنی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت در ابعاد و اندازه‌های خواسته شده انجام شود. پی‌کنی بیش از ابعاد افقی و عمودی به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد. چنانچه پیمانکار به اشتباه مبادرت به انجام گودبرداری بیش از ابعاد تعیین شده نماید، باید فضای اضافی با بتن یا مصالح مناسب دیگر و طبق نظر دستگاه نظارت، پر و برای ادامه کار آماده شود. شروع عملیات پی‌سازی قبل از آن‌که محل گود از طرف دستگاه نظارت، بازدید، برداشت و تایید شود، مجاز نمی‌باشد. به‌طور کلی عملیات گودبرداری، باید با دیواره قائم صورت پذیرد، مگر آنکه نوع خاک، حفاری جدار گود به صورت شیبدار را اجتناب‌ناپذیر سازد. در این صورت باید عملیات حفاری و شیب جدار گود با تایید دستگاه نظارت، تعیین شود.

پی‌کنی و گودبرداری در محل‌هایی که در آن پی‌سازی پیش‌بینی شده، در صورت تایید دستگاه نظارت می‌تواند طوری صورت گیرد که تا حد امکان به قالب‌بندی نیاز نبوده و بتوان از جبهه خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روش‌های مشابه تایید شده استفاده نمود. در صورتی که نتوان از جبهه خاکبرداری شده برای اجرای کارهای بتنی استفاده نمود و

بستن قالب اجتناب‌ناپذیر باشد، می‌توان با تایید دستگاه نظارت به میزان مورد نیاز و حداکثر تا ۷۰ سانتیمتر در پایین‌ترین نقطه به ابعاد پی‌کنی اضافه نمود.

پی‌کنی و گودبرداری باید تا رسیدن به بستر مناسب ادامه یابد، مگر آنکه در مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های اجرایی یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت ترتیب دیگری مقرر شده باشد. به‌طور کلی باید مصالح نامناسب و سست با مصالح مناسب و تایید شده توسط دستگاه نظارت جایگزین شود. چنانچه عملیات گودبرداری با ماشین انجام شود، گودبرداری باید تا ۱۵ سانتیمتری رقوم نهایی انجام و ۱۵ سانتیمتر آخر به صورت دستی برداشته و طبق رقوم و شیب‌های داده شده در نقشه‌های اجرایی، تنظیم و رگلاژ شود. پی‌کنی، در زمین‌های لجنی، سست و ریزشی باید براساس مندرجات بندهای ۵-۲-۱-۵ و ۵-۲-۱-۶ انجام شود. به‌طور کلی محل‌های پی‌کنی، باید از نفوذ آب برف، یخ یا پر شدن با هرگونه مصالح و ضایعات مصون بماند. به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب، باید از روش‌های متداول، نظیر احداث دیوار آب‌بند پلاستیک[۱]، سپرکوبی[۲]، انحراف مسیر آب زهکشی، پمپاژ[۳] و غیره استفاده نمود. ترتیب و روش اجرای کار، باید قبل از اجرا به تایید دستگاه نظارت برسد.

۵-۲-۱-۴- خاکبرداری در پایدارسازی دیواره‌های گود

پایدارسازی دیواره گود در دو نوع کلی،خاکبرداری میانی و کناری قابل انجام است. پیش از انجام هر مرحله از عملیات خاکبرداری کناری باید تمام مراحل مربوط به اجرا در مرحله قبل صورت گرفته باشد و پس از تایید دستگاه نظارت اقدام به انجام عملیات خاکبرداری گردد. خاکبرداری میانی نیز باید مطابق نظر دستگاه نظارت و طبق برنامه ارائه شده انجام گردد.

۵-۲-۱-۴-۱- خاکبرداری در پایدارسازی به روش مهار به پشت

توضیحات کامل پیرامون گودبرداری و پایدارسازی در بخش بعد ارائه می‌شود ولی توضیحات مقدماتی در این بخش آورده شده است.

بیشینه ارتفاع گام‌های خاکبرداری نباید از ۳ متر بیشتر باشد. دهانه‌های خاکبرداری نیز باید به صورت یک‌درمیان انجام گردد. در صورت برخورد با خاک دستی یا تراوش شدید آب که احتمال ریزش را افزایش می‌دهد باید با هماهنگی دستگاه نظارت تمهیدات ویژه اتخاذ شود.

پس از رگلاژ دستی یا ماشینی، باید با انجام عملیات نقشه‌برداری و تعیین تراز سطوح حاصل شده، از صحت خاکبرداری و رعایت رواداری‌های لازم اطمینان حاصل شود. رواداری اجرایی قابل قبول برای سطوح ۱۰ سانتیمتر می‌باشد. همچنین موارد ذیل باید در حین عملیات خاکبرداری رعایت شوند:

۱- Plastic Diaphragm Wall

۲- Sheet Piling

۳- Pumping or Well-Point

الف- در صورتی که میزان خاکبرداری انجام‌شده یا ریزش‌های موضعی بیش از مقدار رواداری مجاز باشد (فاصله مش تا رخنمون خاک بیشتر از ۵۰ سانتیمتر باشد)، محل مورد نظر باید با پوکه معدنی، مواد پرکننده سبک یا مصالح مشابه پر و پس از اجرای بتن پاششی با استفاده از تزریق با فشار کم دوغاب سیمان، پایداری لازم برای آن محل تأمین گردد.

ب- در صورتی که در حین عملیات خاکبرداری با فضاهای خالی اعم از قنوات، چاه‌های فاضلاب قدیمی و غیره برخورد شود، باید مطابق با دستورالعمل ارائه شده توسط مشاور این فضای خالی پر و یا مسیر آن منحرف گردد.

پ- در صورت برخورد با عوارض زیرسطحی مانند لوله‌های تاسیسات شهری، آثار باستانی و غیره که نیاز به انجام تمهیدات ویژه دارد، حتماً باید مراتب به اطلاع دستگاه نظارت رسانده شود تا تصمیم‌گیری‌های لازم در مورد آن صورت گیرد.

۵-۲-۱-۵- خاکبرداری در زمین‌های دارای خاک نباتی و لایه سطحی[۱]

خاک‌های نباتی نباید برای خاکریزهای مهندسی استفاده شوند و باید از تمام قسمت‌های عملیات خاکبرداری، گودبرداری و محل قرضه‌ها، جمع‌آوری و در محل‌های تعیین شده توسط دستگاه نظارت ریخته شوند.

در زمین‌های چمنی با پوشش نازک علفی توصیه می‌شود تا عمق ۱۵ سانتیمتر خاک نباتی برداشته شود، ولی در زمین‌های جنگلی عملیات تا برداشت کامل ریشه و کنده درختان و رسیدن به بستر باید ادامه یابد. ریشه برخی درختان در مناطق خشک تا اعماق چندین متر یافت می‌شود. چنانچه نسبت فضای اشغال شده توسط ریشه‌ها کمتر از حدود ۲ درصد توده خاک برجا و متراکم باشد، می‌توان از آن صرفنظر نمود.

۵-۲-۱-۶- خاکبرداری در زمین‌های لجنی

در صورت وجود لجن در محل‌های خاکبرداری، پیمانکار باید قبل از اجرای عملیات، تدابیر لازم برای انتخاب نوع و تعداد ماشین‌آلات و روش کار را به عمل آورده و پس از تایید دستگاه نظارت اقدام به شروع عملیات نماید. در زمین‌های لجنی، توصیه می‌شود از ماشین‌آلات کوچک، سبک و با سطح اتکای زیاد استفاده شود تا عملیات با سهولت بیشتری انجام شود.

۵-۲-۱-۷- خاکبرداری در زمین‌های سنگی

خاکبرداری در زمین‌های سنگی باید براساس نقشه اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت تا رقوم‌های خواسته شده و ابعاد مورد نظر انجام شود. پیمانکار موظف است به هنگام عملیات خاکبرداری و حفاری در سنگ، مراقبت‌ها و تدابیر لازم را به عمل آورد تا حتی‌الامکان ابعاد و رقوم‌های حفاری شده مطابق مندرجات نقشه و دستورالعمل‌های کارگاهی باشد.

۱- Top Soil

عملیات در مناطق سنگی باید به‌نحوی انجام شود که بافت‌های سنگی در زیر خطوط تراز تعیین شده، برای ادامه عملیات ساختمانی دست‌نخورده باقی مانده و در بهترین و مناسب‌ترین حالت ممکن حفظ شود.

در صورت استفاده از مواد ناریه برای حفاری در سنگ، مورد باید با هماهنگی دستگاه نظارت و کارفرما، انجام پذیرد.

عملیات چال‌زنی، میزان خرج و نحوه اجرای کار، باید چنان باشد که خاکبرداری حاصله طبق خطوط و شیب‌های مشخص شده در نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها صورت گرفته و حداقل خرابی به قسمت‌های باقیمانده وارد آید. عملیات انفجاری نباید باعث تخریب اضافی یا احتمالاً سست شدن بستر گردد.

چنانچه روی بسترهای سنگی پی‌سازی انجام شود، این بستر باید عاری از هر گونه مصالح سست و جدا شونده بوده و سطح کار قبلاً صاف شده باشد. شکاف‌ها و ناهمواری‌هایی که احتمالاً در بسترهای سنگی ایجاد می‌شوند، باید قبل از عملیات پی‌سازی مطابق دستور دستگاه نظارت با بتن مگر و یا ملات مناسب، پر و تسطیح شوند.

حفاظت بدنه پی ساختمان‌ها، زیرزمین‌ها و ترانشه‌ها باید با قراردادن و بستن حائل‌های موقت به منظور جلوگیری از ریزش‌های احتمالی و تأمین ایمنی کامل به هنگام عملیات ساختمانی انجام پذیرد.

۵-۲-۲- خاکریزی

۵-۲-۲-۱- انواع خاکریزی

۵-۲-۲-۱-۱- خاکریز باربر[۱]

احداث ساختمان بر روی خاکریز مجاز نمی‌باشد مگر آنکه توان باربری و پایداری خاکریزی توسط مشاور ذی‌صلاح بررسی و اعلام شود. در خاکریز باربر باید الزامات ذیل رعایت شوند:

الف- مصالح مناسب با توجه به دستورالعمل‌های مندرج در بند ۵-۲-۲-۲ انتخاب شود.

ب- اجرای خاکریز بر روی بسترهای دارای خاک‌های مسئله دار[۲] مجاز نیست.

ت- به کار بردن رس‌هایی با خاصیت خمیری بالا[۳] در خاکریزی مجاز نیست.

ث- کنترل بستر خاکریزی با رعایت مندرجات مشخصات فنی خصوصی و مندرجات بند ۵-۲-۲-۱-۲ این فصل قبل از اجرای عملیات خاکریزی ضروری است.

۱- Load bearing

۲- Problematic Soil

۳- High Plasticity Clay

۵-۲-۲-۱-۲- خاکریزهای پر کننده[۱]

برای پر کردن اطراف پی ساختمان‌ها، دیوارهای حائل، ترانشه لوله‌ها و مشابه آن باید از خاکریزهای پرکننده استفاده شود. کیفیت مصالح در این خاکریزها باید با مندرجات بند ۵-۱-۳-۲ این فصل مطابقت نماید. استفاده از خاک‌های حاصل از گودبرداری و عملیات خاکی، در صورت تایید دستگاه نظارت مجاز است. در غیر این صورت باید با نظر و تایید دستگاه نظارت از خاک قرضه مناسب برای خاکریزی استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به خاک مناسب، با تایید قبلی دستگاه نظارت می‌توان از مصالحی نظیر بتن سبک و شفته آهکی استفاده نمود.

۵-۲-۲-۲- مصالح خاکریزی

توصیه می‌شود خاک مصرفی برای خاکریزی، از مصالح حاصل از گودبرداری‌ها و خاکبرداری‌های پروژه تأمین شود. استفاده از این خاک‌ها، باید پس از انجام تعیین رده خاک بر اساس استاندارد M-145 اشتو و با تایید دستگاه نظارت صورت گیرد. تمامی خاک‌هایی که در گروه هفتگانه A-1 تا A-7 استاندارد M-145 اشتو قرار می‌گیرند، جزو خاک‌های قابل قبول برای خاکریزی محسوب می‌شوند.

استفاده از خاک‌های گچی، نمکی، نباتی، لجنی، زراعی قابل تورم، خاک‌های دارای مواد آلی و رستنی‌ها، در شمار خاک‌های نامرغوب و نامناسب قرار می‌گیرند و استفاده از آن‌ها در خاکریزی مجاز نمی‌باشد.

در مواردی که خاک حاصل از عملیات گودبرداری یا خاکبرداری پروژه برای خاکریزی کفایت ننماید و یا خاک مناسب در فاصله حمل اقتصادی قرار نداشته باشد، با توجه به مشخصات فنی خصوصی و با هماهنگی قبلی دستگاه نظارت استفاده از مصالح رودخانه‌ای مجاز می‌باشد. محدودیت مصالح ریزدانه (مصالح گذرنده از الک نمره ۲۰۰) باید توسط دستگاه نظارت اعلام شود.

۵-۲-۲-۲-۱- اصلاح مصالح

استفاده از خاک رس با خاصیت خمیری بالا و سایر خاک‌ها که با دشواری متراکم می‌شوند برای خاکریزی مجاز نمی‌باشد. چنانچه الزامی برای استفاده از این‌گونه خاک‌ها باشد، می‌بایست به نحو مقتضی اصلاح شود و یا فرآیند اجرای آن‌ها طبق نظر مشاور ذی صلاح تعریف و آزمایش شود.

۵-۲-۲-۳- کنترل رطوبت خاکریزها

۵-۲-۲-۳-۱- خاکریزهای با مصالح ریزدانه

قبل از اجرای عملیات تراکم در خاکریزها، مصالح ریزدانه باید دارای رطوبت بهینه‌ای به‌دست آمده از آزمایش تراکم اصلاح شده باشند. توصیه می‌شود رطوبت در محل قرضه به خاک اضافه شده و پس از حمل و پخش، رطوبت در محل

۱- Back Fill

کنترل شود. اضافه نمودن آب برای تأمین رطوبت در محل اجرا با توجه به نوع مصالح باید مورد موافقت دستگاه نظارت قرار گیرد. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص خاک در محل، باید از روش مخروط ماسه مطابق استاندارد T-191 استفاده شود. چنانچه قرار است به روش دیگری اقدام شود، جزئیات باید در مشخصات فنی خصوصی ذکر شود.

در صورت تایید دستگاه نظارت می‌توان درصد رطوبت را در مورد خاک‌های چسبنده[۱]، یک تا دو درصد کمتر اختیار نمود و در مورد خاک‌های قابل تورم[۲] الزامات بند ۵-۲-۲-۲-۱ باید رعایت شود. در هر حالت عملیات تراکم تا حصول وزن مخصوص مورد نظر باید ادامه یابد.

۵-۲-۲-۳-۲- خاکریزهای با مصالح درشت‌دانه

میزان تراکم و رطوبت بهینه خاکریزی با مصالح درشت‌دانه باید با استفاده از آزمایش تراکم و با رعایت مفاد استاندارد ASTM D2049 مشخص شود.

۵-۲-۲-۳-۳- خاکریزهای با مصالح رودخانه‌ای

میزان تراکم و رطوبت بهینه این نوع خاکریزی، باید با توجه به نوع مصالح و درصد مواد ریزدانه با استفاده از آزمایش تراکم استاندارد مشخص شود.

۵-۲-۲-۴- پخش، تسطیح و کوبیدن

۵-۲-۲-۴-۱- آماده‌سازی بستر خاکریزی

قبل از شروع عملیات خاکریزی باید سطوح و مناطقی که در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت برای خاکریزی مشخص شده، از مصالح نامناسب، خاک نباتی، ریشه اشجار و گیاهان کاملاً تمیز و پاک شود. در صورت وجود آب‌های زیرزمینی، باید قبل از اجرای عملیات بر اساس دستورالعمل‌های مندرج در این فصل، نسبت به زهکشی و کاهش تراز آب مطابق نظر دستگاه نظارت اقدام شود.

الف- در زمین از جنس خاک‌های ریزدانه لای و یا رسی خشک، معمولاً تردد موجب پودری شدن خاک می‌شود و ضمن ایجاد گرد و غبار مشکلاتی برای بسترسازی ایجاد می‌کند. در این‌گونه موارد ابتدا باید به عمق حدود ۱۰ سانتیمتر بستر شخم زده و با شن درشت مخلوط شده، سپس با تراکم تعیین شده در مشخصات فنی کوبیده شود.

ب- برای آن‌که عمل خرد و نرم کردن خاک‌های ریزدانه به‌طور مؤثری انجام شود، توصیه می‌شود عملیات خرد و نرم کردن این‌گونه خاک‌ها در رطوبتی برابر با رطوبت بهینه آن‌ها انجام پذیرد.

پ- چنانچه زمین بستر خاکریزی از مصالح شن و ماسه باشد، باید سطح کار با تراکم مورد نظر رگلاژ و کوبیده شود.

۱- Cohesive Soil

۲- Expansive Soil

ت- چنانچه لازم باشد خاکریزی روی سطح بتنی انجام شود، قبل از اجرای عملیات باید سطح بتن کاملاً تمیز و مرطوب گردد.

ث- چنانچه لازم باشد خاکریزی روی سطوح سنگی انجام شود، قبل از خاکریزی باید مواد خارجی، سنگ‌های سست و مواد اضافی دیگر از محل کار، حذف و پس از مرطوب نمودن سطح آن، خاکریزی شروع شود.

ج- اگر خاک پس از اختلاط با برخی از مصالح افزودنی مانند آهک افزایش حجم دهد، می‌توان رقوم اولیه سطح خاک محل را قدری پایین‌تر از رقوم نهایی مندرج در نقشه‌ها اختیار نمود و یا اینکه بعداً ضخامت اضافی را تراشید.

چ- جهت اختلاط قیر با خاک، خاک آماده شده باید بر روی آن به شکل هندسی منظم با استفاده از تیغه گریدر و یا استفاده از قالب ریسه که معمولاً به پشت گریدر وصل می‌شود، مطابق توضیحات ضابطه ۱۰۱ سازمان برنامه‌وبودجه ریسه شود.

ح- بین آماده سازی بستر و اجرای عملیات خاکریزی، نباید فاصله زمانی زیادی وجود داشته باشد. خاکریزی باید بلافاصله پس از آماده‌سازی شروع شود.

۵-۲-۲-۴-۲- خاکریزهای باربر

الف- پخش لایه‌ها

عملیات خاکریزی باید در لایه‌های افقی صورت گیرد. نحوه توزیع و پخش مصالح در لایه‌های خاکریزی، باید چنان باشد که در هیچ قسمت از کار، حفره و سوراخ به وجود نیاید و مصالح به‌صورت یکنواخت پخش شود. عبور و مرور وسایل نقلیه و تجهیزات کارگاه از منطقه خاکریزی که موجب برهم خوردن تراز کار و ایجاد شیار در اثر عبور چرخ ماشین‌آلات شود، مجاز نمی‌باشد. با توجه به ضخامت، جنس و میزان تراکم، مصالح خاکریزی باید در محل و در فواصل معین به‌نحوی تخلیه شود که بتوان آن را به راحتی در سطح کار پخش نمود. تنظیم و پخش باید به‌نحوی صورت گیرد که پس از عمل تراکم، سطح و ضخامتی کاملاً یکنواخت حاصل شود. هر لایه افقی باید بعد از خاتمه عمل کوبیدن لایه قبلی ریخته شود. ضخامت این لایه باید به‌نحوی انتخاب گردد که پس از عمل کوبیدن و دستیابی به تراکم مورد نظر، هیچ‌گاه ضخامت لایه تمام شده از ۱۵ سانتیمتر تجاوز ننماید. حداکثر ضخامت خاک قبل از کوبیدن با توجه به نوع خاک، ماشین‌آلات به کار گرفته شده و تجربیات کارگاهی با روش سعی و خطا مشخص می‌شود، ولی هیچ‌گاه نباید ضخامت لایه خاک کوبیده نشده ریزدانه از ۳۰ سانتیمتر تجاوز کند. در مورد خاک‌های درشت‌دانه و مصالح سنگی، حداکثر ضخامت باید با تایید دستگاه نظارت معین شود. بعد از اتمام عمل کوبیدن، در صورتی‌که سطح کار بسیار صاف و آیینه‌ای باشد، سطح کار قبل از ریختن لایه بعدی باید شخم زده شود. در مورد خاکریزی با مصالح سیلتی و رسی در صورتی که سطح خاکریز خیلی خشک یا بیشتر از حد لازم مرطوب باشد، باید مقدار رطوبت را قبل از اجرا کنترل کرد.

ب- پخش مصالح افزودنی

پخش مصالح افزودنی بر روی خاک به‌صورت پخش دستی، پخش با وسایل مکانیکی به‌صورت خشک یا دوغاب و یا تزریق با فشار مجاز است.

دوغاب آهک، باید شامل ۱۰۰۰ کیلوگرم آهک شکفته در ۲۲۰۰ لیتر آب باشد به طوری‌که دوغاب حاصل در این حالت دارای حدود ۳۰ درصد آهک باشد. به کار بردن دوغاب آهک با درصد آهک بیشتر عمل تلمبه کردن و پخش آهک را بسیار دشوار و گاهی غیرممکن می‌سازد. در مواردی که درصد رطوبت طبیعی خاک در حدود درصد رطوبت بهینه باشد باید غلظت دوغاب آهک بیشتر باشد. در مواردی که هوا سرد است باید دقت کرد تا دوغاب آهک بیش از حد تعیین شده پخش نشود؛ چرا که این امر باعث افزایش رطوبت خاک می‌شود و برگشت به رطوبت بهینه در هوای سرد بسیار دشوار است.

در صورت استفاده از روش تزریق دوغاب آهک با فشار برای کاهش قابلیت تورم و پایدار کردن خاک، دوغاب آهک باید به عمق ۲ تا ۳ متر در خاک تزریق شود. توصیه می‌شود فواصل بین نقاط تزریق دوغاب بین ۱/۵ متر انتخاب گردد و پس از تزریق دوغاب لایه‌ای به ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر از سطح بالایی خاک به‌طور کامل و با استفاده از روش‌های معمول تثبیت شود.

جهت پخش سیمان بر روی خاک، در صورتی‌که سیمان به‌صورت دوغاب بر روی خاک پخش شود، نسبت آب به سیمان دوغاب سیمان باید بین ۰/۷ تا ۰/۸ باشد. پخش سیمان در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد و هوای بارانی مجاز نمی باشد.

برای پخش قیر بر روی خاک ریسه شده، بایستی از ماشین‌های قیرپاش مجهز به گرم‌کن استفاده گردد. برای آگاهی از درجه حرارت پخش قیرها به ضابطه ۲۶۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه شود.

پ- اختلاط و آب‌پاشی

پس از پخش آهک بر روی خاک آماده شده، با چند بار عبور مخلوط‌کن به‌طور عمقی از بالا به پایین، عمل اختلاط خاک با آهک و همچنین خرد و نرم کردن مخلوط انجام می‌شود. با توجه به نوع مخلوط‌کن باید میزان دفعات عبور مخلوط‌کن از روی سطح توسط مشاور در مشخصات فنی ذکر شود.

برای تثبیت خاک با آهک در ضخامت‌های زیاد بایستی تمام آهک در دو مرحله به خاک اضافه شود. حداکثر ضخامت با آهک تثبیت شده باید برابر ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود. جهت اختلاط ابتدا سطح خاک با شخم‌زن دیسک‌دار شخم زده و سپس ۳ درصد وزن خشک خاک، آهک به خاک اضافه گردد. پس از پخش آهک، باید مجدداً مخلوط خاک و آهک با شخم‌زن دیسک‌دار به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری شخم زده و سپس با استفاده از بولدوزر، خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری یا بیشتر شخم زده و خرد و نرم شود. در مرحله آخر باید بقیه آهک به قسمت بالایی لایه خاک (عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی متری) اضافه و با شخم‌زن دیسک‌دار به خوبی شخم زده شود تا عمل تثبیت به‌طور کامل انجام پذیرد.

برای تثبیت خاک‌های رسی خیلی خمیری که حد خمیری آن‌ها بیش از ۵۰ است، توصیه می‌شود اضافه کردن آهک در دو مرحله انجام پذیرد تا تثبیت خاک بهتر و کامل‌تر انجام شود.

عمل اختلاط خاک با سیمان مشابه اختلاط خاک با آهک باید انجام شود و آن‌قدر ادامه یابد تا رنگ مخلوط یکنواخت گردد، به‌طوری‌که با چشم نتوان در یک محل سیمان اضافی، مصالح خاکی و یا مصالح سنگی اضافی را تشخیص داد. در صورتی‌که در حین پخش سیمان بر روی خاک بارندگی باشد، باید پخش سیمان و اختلاط آن با خاک به سرعت قطع و سیمان پخش شده بلافاصله با خاک مخلوط شده و کاملاً متراکم گردد.

به منظور اختلاط قیر با خاک پس از قیرپاشی و قبل از آن‌که درجه حرارت قیر مایع از درجه حرارت‌های مجاز اختلاط قیر با خاک کمتر شود، عمل مخلوط کردن خاک با قیر باید با استفاده از تیغه گریدر و یا مخلوط‌کن‌های سیار انجام شود. بدین منظور ابتدا نیمی از قیر لازم بر روی خاک ریسه و پخش شده و گریدر باید بلافاصله شروع به اختلاط خاک با قیر نماید و سپس نیم دیگر قیر در دو مرحله بر روی خاک، پخش شده و در هر مرحله عمل اختلاط با گریدر صورت گیرد. جهت مؤثرتر بودن عمل اختلاط با گریدر باید طول تیغه گریدر کمتر از ۳ متر نباشد.

ت- روش و میزان کوبیدن

پس از ریختن مصالح، پخش آن باید با گریدر و یا ماشین‌آلات مشابه به روش‌های مورد تایید انجام شود. در صورتی که میزان تراکم لایه‌ها در نقشه‌ها مشخص نشده باشد، مصالح باید حداقل با تراکمی معادل ۱۰۰درصد به روش پروکتور استاندارد و یا ۹۵درصد آشتو اصلاح شده متراکم شود. نوع ماشین‌آلات و روش اجرای کار باید قبلاً به تایید دستگاه نظارت برسد. با توجه به نوع خاکریزی، وضعیت اجرای کار و نوع مصالح، استفاده از غلتک‌های چرخ لاستیکی، استوانه‌ای صاف، پاچه‌بزی، پاچه‌فیلی یا ویبراتورهای کششی مجاز می‌باشد.

تعداد گذرهای[1] متوالی در هر نوار و هر لایه باید چنان باشد که تراکم مورد نظر حاصل شود. روی‌هم‌افتادگی[2] گذرهای متوالی، نباید کمتر از ۳۰ سانتیمتر اختیار شود. ریختن و کوبیدن لایه بعدی، باید پس از کنترل و تایید دستگاه نظارت صورت گیرد.

کوبیدن مخلوط خاک و آهک آماده شده باید بلافاصله پس از اختلاط که به خوبی آب‌پاشی و مخلوط شده، انجام پذیرد. مقدار آب لازم برای پخش بر روی مخلوط خاک و آهک بایستی به اندازه‌ای باشد که به هنگام کوبیدن مخلوط و تا پایان عملیات غلطک‌زنی، رطوبت مخلوط در حدود رطوبت بهینه به دست آمده در طرح اختلاط باشد.

کوبیدن و متراکم کردن باید در دو یا سه مرحله انجام شود. برای مرحله اول توصیه می‌شود از غلطک‌های پاچه‌بزی لرزنده استفاده شود و عملیات تراکم تا زمانی‌که دیگر پاچه‌های غلطک در مصالح کوبیده شده فرو نروند، ادامه داشته باشد. برای مرحله دوم غلطک‌زنی توصیه می‌شود از غلطک‌های چرخ لاستیکی استفاده گردد تا آثار غلطک‌های پاچه‌بزی از بین رفته و سطح لایه کوبیده شده کاملاً متراکم شود. برای مرحله سوم و کوبیدن نهایی از غلطک‌های چرخ فولادی استفاده

۱- Pass

۲- Overlaping

شود. در صورتی‌که تراکم به دست آمده کمتر از حد مورد نظر باشد، مخلوط کوبیده شده باید مجددا شخم و سپس با اضافه کردن آهک دوباره تا به دست آوردن تراکم تعیین شده متراکم شود.

در نقاط غیرقابل دسترس که امکان متراکم کردن مخلوط با غلطک‌های فوق‌الذکر امکان‌پذیر نباشد، استفاده از غلطک‌های کوچک موتوری مجاز می‌باشد، مشروط بر آن‌که تراکم مورد نظر با این غلطک‌ها حاصل شود.

عملیات تراکم برای مخلوط خاک و سیمان بایستی حداکثر پس از ۳۰ دقیقه از اختلاط خاک، سیمان و آب شروع شود و در مدت حداکثر ۳ ساعت به پایان برسد.

کوبیدن مخلوط قیری باید پس از عمل‌آوری مخلوط صورت پذیرد. نوع غلطک‌های مناسب برای متراکم کردن مخلوط های قیری، غلطک‌های چرخ فولادی تاندم و غلطک‌های چرخ لاستیکی است.

ث- تسطیح و تنظیم

پیمانکار باید دقت نماید که شیب شیروانی‌ها به‌طور مرتب، رگلاژ و تسطیح شده و آثار بی‌نظمی یا رد ماشین‌آلات در آن‌ها دیده نشود. مقاطع طولی و عرضی باید دقیقاً بر اساس قواره‌های لازم، اجرا و تنظیم شده و ناهمواری‌های خاکریز در محور طولی شمشه ۵ متری، نباید از ۳ سانتیمتر تجاوز نماید.

۵-۲-۲-۴-۳- خاکریزهای پرکننده[1]

در مواقعی که لازم باشد فضای پشت دیوارهای حائل یا دیوار زیرزمین ساختمان‌ها تا سطح زمین پر شود، باید از مصالح پرکننده‌ای استفاده شود که فشار اضافی نامتعارفی به سازه وارد نکند.

بهترین گزینه‌ها برای پرکردن پشت دیوارهای حائل، پلی استایرن یا ژئوفوم[2] با وزن مخصوص بیش از ۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب یا قلوه سنگریزه رودخانه‌ای با دانه‌بندی یکنواخت است که نیاز به کوبش و تراکم ندارد.

در مواردی‌که شرایط خاکریزی و کوبش بدون وارد آمدن فشار مضاعف به سازه نگهبان وجود داشته باشد یا سازه نگهبان برای آن فشار طراحی شده باشد، می‌بایست به شرح زیر عمل نمود.

الف- پخش مصالح

پس از اجرای عملیات ساختمانی سازه‌ها، شامل پی ساختمان‌ها، دیوارهای حائل، اطراف آن‌ها باید از مواد اضافی و خارجی کاملاً تمیز و سپس فضاهای خالی با خاک مناسب از خاکبرداری یا منابع قرضه لایه به لایه ریخته، تسطیح و کوبیده شود. پخش لایه‌ها و کوبیدن آن‌ها با توجه به وضعیت سازه، باید با روش‌های سبک دستی به‌نحوی صورت گیرد که هیچ‌گونه صدمه‌ای به سازه وارد نیاید. پخش لایه‌ها باید به صورت افقی باشد و ضخامت آن‌ها پس از کوبیدن نباید از ۱۵ سانتیمتر تجاوز نماید.

۱- Back Fill

۲- Geofoam

ب- روش و میزان کوبیدن

کوبیدن خاکریزهای پرکننده مستلزم توجه و دقت خاص بوده و پیمانکار باید برای جلوگیری از صدمه زدن به سازه‌ها از غلتک‌های دستی کوچک استفاده نماید. میزان تراکم خاکریزهای پرکننده چنانچه در نقشه‌ها مشخص نشده باشد، باید ۹۵ درصد بر اساس روش پروکتر استاندارد باشد. در سایر موارد نظیر ترانشه‌های لوله و کابل در صورتی که در مشخصات درخواست کوبیدن شده باشد، میزان تراکم باید توسط دستگاه نظارت تعیین شود. پیمانکار برای متراکم ساختن، مجاز به غرقاب کردن نیست و باید با روش‌های مورد تایید دستگاه نظارت اقدام به تراکم خاکریز نماید.

۵-۳- پایداری دیواره‌های گودبرداری

پایدارسازی دیواره گودبرداری‌های شهری که اغلب به‌صورت قائم اجرا می‌شوند، نیازمند تمهیدات ویژه است. طبقه‌بندی اهمیت و مخاطرات گودهای شهری در منابع رسمی ارائه‌شده است، ولی در مواردی‌که مستحدثات تاثیرپذیر از عملیات یا مخاطرات دیگر در پیرامون گود وجود داشته باشد، باید تمهیدات ایمن‌سازی فارغ از عمق گود در نظر گرفته شود.

یکی از مسائل مهم در ساخت‌وسازهای شهری، ایجاد پایداری مناسب در هنگام تخریب، گودبرداری و اجرای سازه نگهبان، به عبارتی پایدارسازی گود است. اهمیت اصلی پایدارسازی جداره‌های گود فراهم آوردن شرایط امن و مطمئن برای عملیات اجرایی و حفاظت از جان و مال افراد خارج و داخل گود می‌باشد. در ادامه الزامات روش‌های پایدارسازی گود و احداث سازه نگهبان ارائه می‌شود.

۵-۳-۱- میخ گذاری[۱] یا مهار غیرفعال (نیلینگ)

دیوارهای میخ‌گذاری شده در خاک، به‌طور خاص، برای گودبرداری‌های عمودی یا نسبتاً عمودی، توصیه می‌شوند. این روش برای تعمیر و بازسازی سازه‌های حائل موجود و گودبرداری‌های دائم و یا موقت در محیط‌های شهری دارد.

۵-۳-۱-۱- روش اجرا

روش‌های متنوعی برای اجرای میخ درشیب‌ها ابداع شده است: میخ‌های پیش‌حفاری و تزریق‌شده[۲]، میخ‌های کوبشی[۳]، میخ‌های خود حفار[۴]، میخکوبی به‌وسیله جت دوغاب[۵] و میخ‌های پرتابی[۶]. مناسب‌ترین روش برای پایدارسازی دیواره‌های قائم گودهای شهری استفاده از میخ‌گذاری پیش‌حفاری‌شده است.

۱- Nailing

۲- Drilled and Grouted Soil Nail

۳- Driven Soil Nail

۴- Self-Drilling Soil Nails

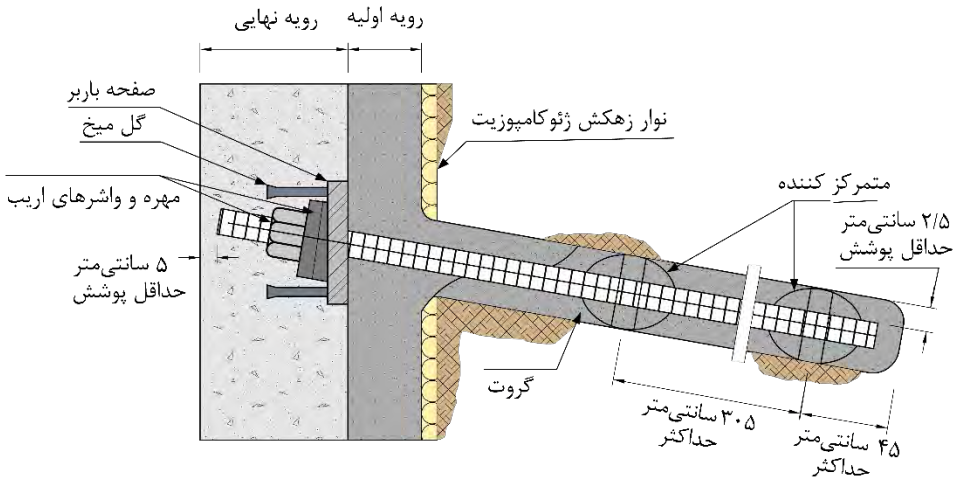
۵- Jet-Grouted Soil Nail

۶- Launched Soil Nail

۵-۳-۱-۲- اجزای اجرا

الف- میخ

میلگردهای مورداستفاده در عملیات میخکوبی باید حداقل میلگردهای فولادی AIII با قطر ۱۴ میلی‌متر به بالا باشند. پس از گیرش دوغاب، میخ نباید تحت نیروی پیش‌کششی قابل توجهی قرار گیرد. مشخصات این میخ‌ها باید بر اساس استاندارد FHWA(Nail)-NHI-14-007-2015 باشد.



شکل ۵-۱- مشخصات میخ مطابق استاندارد FHWA(Nail)-NHI-14-007-2015

ب- مرکزی‌ساز

به‌منظور قرارگیری میلگرد در مرکز چال و ایجاد پوشش مناسبی از دوغاب در اطراف آن، باید از مرکزی‌ساز استفاده شود. این قطعات باید از جنس پلاستیک، پی.وی.سی و غیره باشند و در فواصل منظمی از طول میخ نصب گردند.

پ- اجزای حفاظت از خوردگی

در میخکوبی برای جلوگیری از خوردگی میخ، باید از روش‌هایی نظیر غلاف‌های محافظ پی.وی.سی، محافظ‌های پلیمری و پوشش‌های اپوکسی استفاده شود. نوع روش محافظت از خوردگی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

ت- سر میخ

مجموعه سرمیخ باید شامل یک صفحه فولادی به ابعاد مورد نیاز مطابق نظر مشاور، واشر فلزی و مهره مهار میلگرد فولادی باشد. به‌منظور درگیری بیشتر این مجموعه با دیواره بتنی بعدی اجرا شده روی دیواره گود، استفاده از گل میخ مجاز است.

ث- دیواره نما

در نمای نهایی دیواره گود با هدف نگهداری اتصالات سرمیخ و جلوگیری از هوازدگی و فرسایش خاک پشت دیواره، باید از یک دیواره نازک از جنس بتن پاششی استفاده شود. در مواردی که هدف استفاده از دیواره گود به‌صورت دائمی باشد، باید پس از اتخاذ و اجرای عوامل مقاوم در برابر خوردگی، دیواره دائمی بتنی که می‌تواند جنبه تزئینی هم داشته باشد، اجرا گردد.

۵-۳-۱-۳- نکات اجرایی

۵-۳-۱-۳-۱- خاکبرداری

نکات مربوط به خاکبرداری در این روش همان است که در بخش عملیات خاکی ارائه شده. خاکبرداری مرحله اول باید تا عمقی که چال‌ها قابل دسترس و قابل حفاری باشند، صورت گیرد.

۵-۳-۱-۳-۲- آماده‌سازی سطوح

چنانچه خاکبرداری انجام شده در محدوده رواداری‌های مجاز (مطابق نقشه گودبرداری از نظر تراز نهایی گود) باشد، سطوح باید به‌صورت دستی یا ماشینی رگلاژ شود تا آماده اجرای بتن پاششی گردند. در صورتی که خاک یخزده یا به شدت متخلخل و دارای خلل و فرج باشد، برای اجرای بتن پاششی و جلوگیری از جذب بیش از حد آب موجود در مخلوط، توصیه می‌شود از روش‌های زیر استفاده شود:

- خاک پیش از اجرای بتن پاششی مرطوب شود؛ مرطوب سازی باید به میزانی باشد که از ایجاد چاله آب جلوگیری شود.
- یک سیستم مانع در برابر رطوبت در مقابل دیواره اجرا شود؛ باید توجه کرد که مانع ایجاد شده نباید دارای اعوجاج باشد تا موجب تغییرشکل دیواره زیر خودش نگردد.

الف- آماده‌سازی سطوح بتنی

بخش‌های سست، تخریب شده و زوائد بتن باید با استفاده از تراشیدن، پاشش ماسه با آب پرفشار و... از سطح زدوده شود. در پاکسازی سطوح بتنی باید از تجهیزات الکتریکی یا بادی استفاده شود. تجهیزات مورد استفاده نباید به سطوح بتنی موجود آسیب وارد نمایند. پس از انجام عملیات آماده‌سازی سطوح، باید تمام سطوح با پاشش آب یا سایر روش‌ها به طور کامل تمیز گردد. در صورت پاشش ماسه، باید با استفاده از هوای فشرده، ماسه اضافی و گردوخاک‌ها زدوده شود.

ب- آماده‌سازی سطوح ساخته شده از مصالح بنائی

آماده‌سازی این سطوح مشابه سطوح بتنی است. به منظور جلوگیری از ایجاد ترک بر روی سطح بنائی، باید سطح پیش از اجرای بتن پاششی مرطوب شود.

پ- آماده‌سازی سطوح سنگی

مصالح دارای لقی یا آلوده به مواد اضافی باید به‌طور کامل حذف گردند تا چسبندگی مناسب بین بتن پاششی و دیواره ایجاد گردد. حذف بخش‌های سنگی باید با دقت مناسبی انجام شود تا باعث ایجاد ناپایداری در دیواره نشود.

۵-۳-۱-۳-۳- نصب مش و اجرای پوسته

ضخامت دیواره بتن پاششی باید برابر با ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود. نصب شبکه مش یا آرماتوربندی باید به نحوی صورت پذیرد که فاصله آن تا نیمرخ خاکبرداری شده برای مش طبق جزئیات نقشه‌های اجرایی باشد. رعایت فاصله مناسب با نصب فاصله نگه‌دار[۱] یا میخ فولادی در فواصل مناسب مجاز می‌باشد.

۵-۳-۱-۳-۴- چال‌زنی

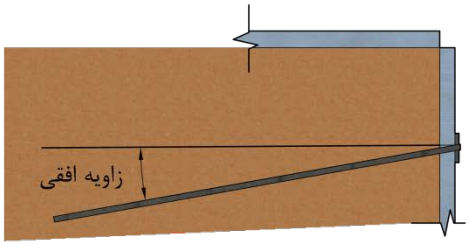
تمام مصالح، تجهیزات و روش مورد استفاده برای چال‌زنی باید بر طبق مشخصات فنی انتخاب گردد. پیش از آغاز عملیات حفاری هر ردیف از میخ‌ها، باید وضعیت تاسیسات، زیرزمین‌های همسایه، استخر و دیگر موانع زیر سطحی بررسی شده و از عدم برخورد با موانع اطمینان حاصل شود. در صورت وجود مانعی در مسیر حفاری که در نقشه‌های اجرایی لحاظ نشده باشد، باید عملیات حفاری متوقف و مراتب به اطلاع دستگاه نظارت برسد تا طرح جایگزین ابلاغ گردد.

پیش از استقرار دستگاه حفاری باید سکوی کاری مناسبی (حداقل ۸ متر از دیواره گود) برای قرارگیری دستگاه، حفار و کمک حفار فراهم گردد.

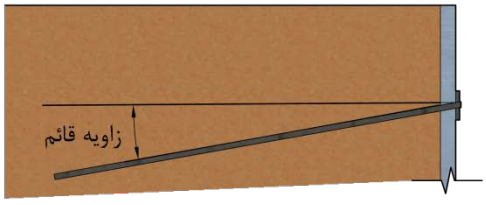
حفاری چال‌های تزریق پس از گیرش اولیه‌مصالح بتن و یا بتن پاششی باید به نحوی انجام گیرد که موجب ترک خوردگی و آسیب دیدگی پوشش بتن و یا بتن پاششی نشود. انواع روش‌های مجاز برای چال‌زنی شامل روش‌های دورانی، دورانی-ضربه‌ای و حفاری با مته مارپیچ می‌باشد. تشخیص فاصله زمانی مجاز بین اجرای چال‌های تزریق و پوشش بتن پاششی باید بر اساس تجربه تعیین شود. البته بنا به تشخیص مشاور، عملیات حفاری و تزریق چال‌ها می‌تواند قبل از اجرای پوشش بتنی و بر روی خاک انجام پذیرد.

در صورت برخورد با عوارض، باید با نظر دستگاه نظارت نسبت جابه‌جایی و انتقال محل چال‌زنی، تغییر زاویه آن‌ها، استفاده از افزودنی‌های بتن جهت مقابله با نشت احتمالی آب و موارد مشابه اقدام نمود.

چال‌زنی شامل ۲ زاویه می‌باشد، زاویه افقی (آزیموت) و زاویه قائم. زاویه قائم در نقشه‌های اجرایی و در صفحه مربوط به مقطع ارائه شده است. مشخصات این زوایا باید توسط مشاور ارائه گردد. زاویه افقی در حالت کلی باید صفر در نظر گرفته شود (شکل ۵-۲).



پلان

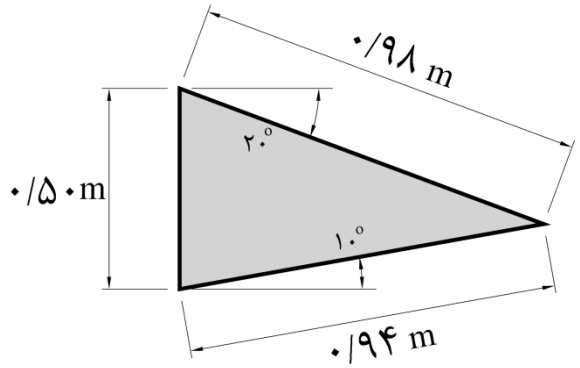


مقطع

۱- Spacer

شکل ۵-۲- زاویه حفاری افقی و قائم

زاویه حفاری قائم باید توسط نقاله، شابلون یا دوربین نقشه‌برداری و زاویه افقی توسط چشم و یا شابلون کنترل گردد. توصیه می‌شود در حالت کلی از شابلون نظیر شکل ۵-۳ که توسط میلگرد ساخته می‌شود ، برای کنترل زاویه قائم استفاده گردد.



شکل ۵-۳- شابلون زاویه حفاری

در صورت حفاری بر روی بتن پاششی، حفاری در هوای سرد حداقل ۲۴ ساعت پس از اجرای بتن پاششی و در هوای گرم حداقل ۱۲ ساعت پس از آن باید شروع شود.

پس از برخورد با حفره در چال مربوط، عملیات حفاری باید متوقف شده و پس از هماهنگی با دستگاه نظارت، طرح جایگزین اجرا گردد.

پس از اتمام عملیات حفاری، قطعه مهاری باید داخل چال جایگذاری گردد و در صورتی که حین جایگذاری قطعه مهاری، ریزش چال مشخص شد، از اعمال فشار بیش از حد جهت جایگذاری خودداری و اقدام به بازگشایی مجدد چال گردد. در صورتی که پس از سه بار بازگشایی مجدد، بار دیگر چال ریزش نمود، باید از روش تزریق تحکیمی و حفاری استفاده شود. روش تزریق تحکیمی و حفاری مجدد شامل تزریق چال ریزش کرده توسط دوغاب رقیق (نسبت آب به سیمان ۱ به ۱ یا ۲ به ۱) و با فشار تزریق ۲ تا ۳ بار و حفاری مجدد چال حداقل ۱ روز پس از تزریق تحکیمی می‌باشد. جهت تسریع در گیرش استفاده از گچ مجاز است.

مقادیر حداکثر رواداری مجاز در چال‌زنی نسبت به نقشه‌های اجرایی در جدول ۵-۱ ارائه شده است.

جدول ۵-۱- رواداری‌های مجاز در چال زنی

ردیف	نوع رواداری	مقدار حداکثر رواداری مجاز
۱	طول حفاری	۳۰/۰+ سانتی‌متر
۲	قطر حفاری	۱۰- میلی‌متر
۳	زاویه قائم	۳± درجه
۴	زاویه افقی	۳± درجه
۵	جابه‌جایی افقی و قائم	۵۰ سانتی‌متر

شناسنامه هر چال شامل شماره چال، موقعیت تراز و کیلومتراژ چال، طول حفاری، قطر چال، زاویه حفاری، موقعیت برخورد به حفره‌ات بالقوه زیرزمینی که موجب خلاصی سرمته حفاری[۱] می‌شود، وضعیت آب در چال (در صورت وجود)، تاریخ حفاری و نام حفار باید توسط پیمانکار تهیه و به اطلاع دستگاه نظارت برسد.

۵-۳-۱-۳-۵- سرهم‌بندی نیل و جایگذاری آن

تمام مصالح، تجهیزات و روش مورد استفاده جهت ساخت نیل و انکر و نصب آن‌ها باید طبق الزمات ذیل، انتخاب گردد.

الف- تجهیزات لازم جهت ساخت نیل شامل میلگرد آجدار از نوع AIII با حداقل مقاومت مشخصه $4000\ kg/cm^2$، شیلنگ‌های تزریق ۱۰ بار با قطر ۱۶ میلی‌متر، مرکزساز[۲] پلاستیکی، سیم آرماتوربندی و کوپلر (در صورت نیاز) می‌باشد.

ب- شیلنگ رفت به طول نیم‌متر کم‌تر از طول میلگرد باید به میلگرد متصل شود. شیلنگ برگشت نیز باید به نحوی به میلگرد متصل گردد که نیم متر آن از چال بیرون و یک متر آن داخل چال باشد تا هنگام مسدود نمودن دهانه چال با گچ مسدود نشود. شیلنگ‌های رفت و برگشت توسط سیم آرماتوربندی در فواصل ۲ متری به نحوی به آرماتور باید بسته شوند که مسدود نگردند.

پ- مرکزساز پلاستیکی باید در فواصل ۱/۵ متری از طرفین میلگرد و فواصل ۳ متری از یکدیگر به مجموعه شیلنگ و میلگرد متصل شود. اتصال مرکزساز نباید منجر به مسدود شدن شیلنگ تزریق گردد.

ت- در فاصله حداقل دو متری از انتهای شیلنگ رفت نیل، جهت تسهیل در خروج دوغاب، باید ۲ تا ۳ سوراخ ایجاد گردد. نحوه سوراخ نمودن نباید شیلنگ را در مقطع به نحوی ضعیف نماید که هنگام جایگذاری ، شکسته و یا در اثر ورود سنگریزه از آن محل مسدود شود.

ث- رزوه مورد استفاده در نیل‌ها باید به‌صورت رولینگ بوده و طول رزوه در هر سمت آن باید نصف طول کوپلر باشد. همچنین سر میلگرد جهت بستن مهره باید به میزان حداقل ۱۰ سانتیمتر رزوه گردد.

ج-پیش از جایگذاری میخ درون چال‌ها ، باید سطح میخ عاری از هرگونه آلودگی خاکی و یا غیره باشد. جایگذاری میخ‌ها در چال به‌صورت دستی و با فشار میخ به داخل چال مجاز است.

چ- جایگذاری نیل در داخل چال باید به آسانی صورت گیرد. در صورتی که جایگذاری نیل در داخل چال ممکن نشود، باید نیل مربوط از چال خارج شده و بلافاصله حفاری مجدد و خروج مصالح ریزشی داخل چال صورت پذیرد. در مواردی که انتهای چال دچار ریزش شده باشد، ادامه حفاری به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر از طول چال حفاری مندرج در نقشه‌های اجرایی توصیه می‌شود.

۱- Rod fall

۲- Centeralizer

ح- پس از نصب نیل و پس از بستن در چال، باید با دمیدن در شیلنگ‌های تزریق رفت و برگشت از باز بودن مسیر دوغاب اطمینان حاصل نمود. طول بیرون‌زدگی نیل از سر چال باید بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد. صفحه نشیمن نیل حتی‌الامکان باید بر روی بتن پاششی قرار گیرد. در صورت عدم امکان، باید با مخلوط ماسه و سیمان با عیار بالای ۳۵۰ زیرسازی مناسبی برای آن انجام گیرد.

۵-۳-۱-۳-۶- تزریق

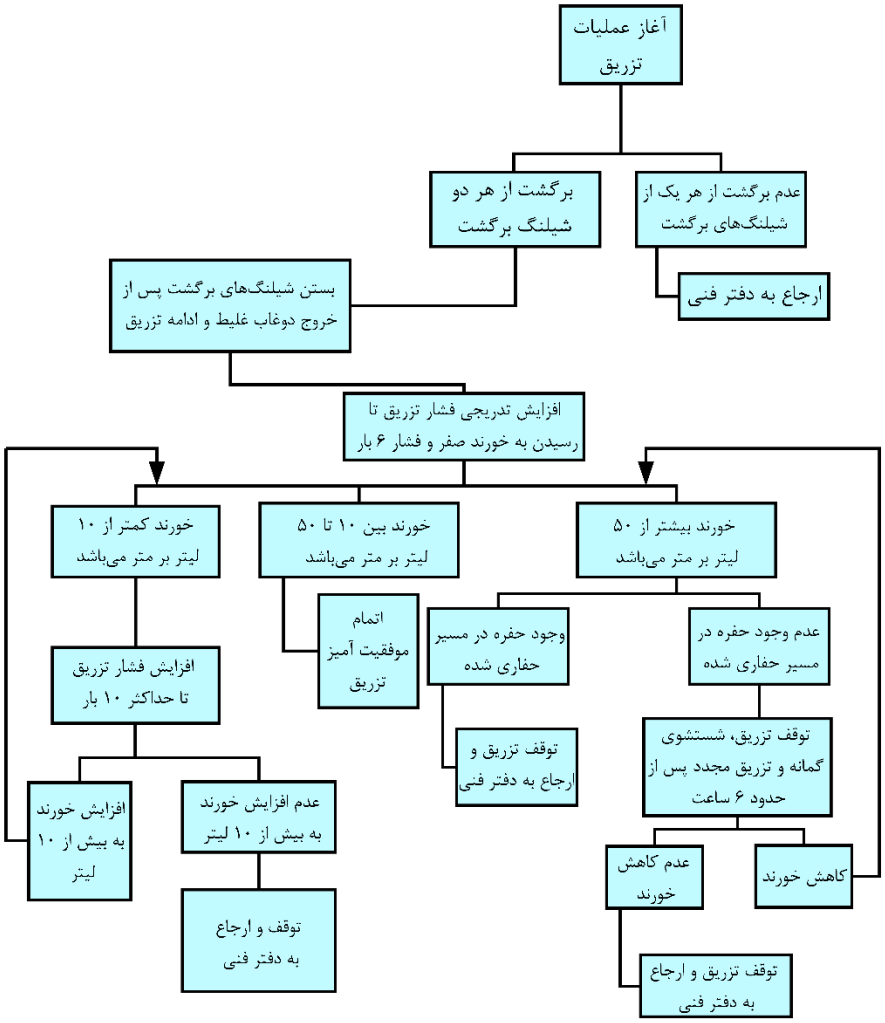
فشار تزریق باید توسط دستگاه نظارت تعیین شود. تزریق ثقلی در برخی موارد کفایت می‌کند.

مصالح لازم جهت ساخت دوغاب شامل آب تمیز و صاف، باید دارای همان شرایط آب مصرفی در ساخت بتن باشد.

نسبت آب به سیمان، باید در مشخصات فنی ارائه شود. در صورتی‌که از افزودنی در تزریق استفاده می‌شود، اختلاط باید مطابق دستورالعمل ارائه شده توسط تولیدکننده و تایید داستگاه نظارت صورت گیرد.

سر چال باید با گچ به نحوی مسدود شود تا تحمل فشار تزریق را داشته باشد و خلل و فرج اطراف چال را نیز مسدود نماید. توصیه می‌گردد حدود ۳۰ سانتیمتر داخل چال (از سر چال) با گچ مسدود شود.

عملیات تزریق باید مطابق فلوچارت شکل ۵-۴ انجام شود. فشار تزریق در چال‌ها باید بین ۲ تا ۴ اتمسفر باشد؛ لیکن برای ردیف اول نیل‌هایی که در عمق کم (تا حدود ۱ متر) از کف حیاط، باغچه و یا پارکینگ ها قرار دارند، توصیه می‌شود فشار تزریق از ۲ بار تجاوز ننماید تا خرابی به بار نیاورد.



شکل ۵-۴- فلوچارت پیشنهادی کنترل عملیات تزریق

کلیهٔ تجهیزات باید در شرایط مناسب، نگهداری و به‌طور منظم و دوره‌ای سرویس شده و آمادهٔ کار باشند. تجهیزات کافی جایگزین، به‌منظور پیشگیری از بروز وقفه در عملیات تزریق هر قطعه باید در دسترس بوده و گردش ممتد دوغاب در مدار تزریق برقرار باشد. حداکثر فاصله ایستگاه تزریق تا محل مصرف نباید بیش از ۲۰۰ متر افزایش یابد.

۵-۳-۱-۴- آزمایش‌های تاییدی و کنترلی نیل

آزمایش بارگذاری نیل‌ها برای حصول اطمینان از تحمل بارها توسط نیل باید مطابق با نشریه FHWA(Nail)-NHI-14-007-2015 انجام شود. این آزمایش بر روی نیل‌های هر ردیف پیش از آغاز گودبرداری ردیف بعد انجام می‌شود. در صورتی که نتایج بیانگر اجرای نادرست باشد و یا نیل‌ها ظرفیت تحمل بار کمتر از بار طراحی را داشته باشند ، پیمانکار موظف به تغییر و اصلاح روش عملکرد و اجرای مجدد می‌باشد. پیش از آغاز آزمایش‌ها پیمانکار باید مدارک مربوط به کالیبره کردن گیج‌ها و نیروسنج‌ها را ارائه دهد. برای فولاد نوع ۵۲۵ مگاپاسکال (درجه ۷۵) نباید بیشتر از ۸۰ درصد

مقاومت کششی نهایی آن‌ها بارگذاری شوند و در مورد فولاد نوع ۴۲۰ مگاپاسکال (درجه ۶۰) نباید از ۹۰ درصد تنش جاری شدن تجاوز نماید. جدول ۵-۲، آزمایش‌های مربوطبه نیل‌ها و حدود پذیرش آن‌ها را مشخص می‌نماید.

جدول ۵-۲- آزمایش‌های مربوط به نیل‌ها و حدود پذیرش آن‌ها

نام آزمایش	شرح آزمایش	حدود قابل قبول
آزمایش‌های راستی آزمایی[۱]	برای تعیین کیفیت و توانایی ظرفیت بیرون کشیدن نیل ، قدرت پیوند و اتصال مورد نظر در طراحی‌ها و روش‌های اجرایی پیمانکار ، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در آزمایش تحقیقی باید تا مرز گسیختگی یا حداقل میزان بار قدرت اتصال یا ضریب اطمینان بیرون کشیدگی به نیل بار وارد کرد. تعداد انجام آزمایش تحقیقی به اندازه و حجم پروژه و نیز به تغییر جنس خاک گود بستگی دارد.	بیرون کشیدگی نیل نباید به ازای نیرویی کم‌تر از بار آزمایش راستی آزمایی[۲] اتفاق بیفتد.
آزمایش‌های ملاک[۳]	آزمایش کنترلی در حین اجرا بر روی درصد مشخصی از نیل‌ها که حداقل ۵٪ است. انجام می‌شود. این آزمایش برای تعیین ثابت بودن روند اجرای پیمانکار و نیز تایید نیل‌هایی که در محیط خاکی اجرا نشده‌اند و با آزمایش تحقیقی مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند، اجرا می‌شود..	بیرون کشیدگی نیل نباید به ازای نیرویی کم‌تر از بار آزمایش ملاک[۴] اتفاق بیفتد.
آزمایش‌های خزش[۵]	آزمایش‌های خزش به عنوان بخشی از آزمایش‌های تحقیقی، تخریبی و کنترلی انجام می‌شوند. آزمایش خزش عبارت از اندازه‌گیری جابه‌جایی نیل‌ها تحت یک بار ثابت و در دوره‌های زمانی معین می‌باشد. این آزمایش برای حصول اطمینان از این مطلب انجام می‌گیرد که بارهای طراحی نیل‌ها در مدت زمان سرویس‌دهی سازه با ضریب اطمینان خوبی قابل تحمل می‌باشد.	در آزمایش تحقیقی: جابجایی خزشی در بازه زمانی ۱ تا ۱۰ دقیقه به ازای بار VTL * ۰,۷۵ ، کم‌تر از ۰/۰۴ اینچ باشد. جابجایی خزشی در بازه زمانی ۶ تا ۶۰ دقیقه به ازای بار VTL * ۰,۷۵ ، کم‌تر از ۰/۰۸ اینچ باشد. در آزمایش کنترلی: جابجایی خزشی در بازه زمانی ۱ تا ۱۰ دقیقه کم‌تر از ۰/۰۴ اینچ باشد. اگر بیش‌تر شد، جابجایی خزشی در بازه زمانی ۶ تا ۱۰ دقیقه کم‌تر از ۰/۰۸ اینچ باشد

۱- Verification Test
۲- Verification Test Load (VTL)
۳- Proof tests
۴- Proof Test Load (PTL)
۵- Creep tests

۵-۳-۲- مهار[۱] (انکر) یا مهار فعال

۵-۳-۲-۱- اجزای اجرا

به‌طور کلی بخش عمده اجزای اجرایی پایدارسازی مهاری خاک، مشابه روش میخ‌گذاری خاک است. سایر بخش‌ها در جدول ۵-۳ ارائه شده است.

جدول ۵-۳- اجزای مهار فعال

ردیف	نام روش	توضیحات
۱	مهارساز[۲]	مهارساز سیستمی مرکب از سرمهار، صفحه تکیه‌گاه[۳] و ترامپت است که با هدف انتقال نیروی پیش‌تنیدگی از فولاد پیش تنیده (میلگرد یا کابل[۴]) به سطح خاک یا سازه تکیه‌گاه، کنار یکدیگر قرارگرفته‌اند. سرمهار شامل یک استوانه با چند سوراخ (تعداد رشته‌های مولتی¬استرند یا تک سوراخ در مهاری مونوبار) و قطعات فلزی توخالی گوه برای قرارگرفتن در اطراف هر کابل به منظور قفل نمودن بار پیش¬کشش می‌گردد.
۲	طول آزاد مهاری[۵]	منظور از طول آزاد در مهاری‌ها، قسمت ابتدایی مهاری است که می‌تواند با تغییرشکل‌های آزادانه الاستیک، نیروی پیش‌تنیدگی اعمال شده بر سر مهاری را به قسمت انتهای مهاری یعنی قسمت گیردار آن منتقل نماید. برای این منظور با توجه به اینکه تزریق انجام شده در چال می‌باید از یک پوشش جداکننده[۶] استفاده شود، این پوشش معمولا به‌صورت روکش پلاستیکی صاف بر روی کابل‌ها در ناحیه طول آزاد در نظرگرفته می‌شوند.
۳	طول گیردار مهاری[۷]	بخش انتهایی مهاری که با استفاده از درگیری کابل‌ها، دوغاب داخل چال و خاک اطراف منجر به انتقال نیروی پیش‌تنیدگی به دوغاب گیرش یافته و از آن به خاک اطراف که نهایتاً منجر به گیرداری کل مهاری در فضای خاک می‌گردد، طول گیردار مهاری نام دارد، به لحاظ تئوری با قرارگیری این قسمت‌های گیردار از مهاری‌ها در پشت گوه گسیختگی دیواره گود، پایداری دیواره گود تأمین می‌گردد.
۴	مهار	مهار جزئی است که تحت نیروی پیش‌تنیدگی و به‌نوعی عامل اصلی ایجاد سختی در برابر نیروهای جانبی وارد بر دیواره گود محسوب می‌گردد، می‌تواند میلگرد و یا کابل‌های فولادی چند رشته باشد. برای تاندون‌های میلگرد معمولا از میلگردهایی به قطر ۲۶ تا ۶۴ میلی‌متر استفاده می‌شود. تاندون‌های چند رشته‌ای[۸] معمولا از کنار هم قرار دادن تعداد مشخصی از کابل‌های هفت رشته‌ای (کابل ۰/۶ اینچ) تهیه می‌شوند.

۵-۳-۲-۲- نکات اجرایی

۵-۳-۲-۲-۱- آماده سازی سطوح

خاکبرداری مرحله‌ای و تسطیح خاک دیواره گود باید مشابه با بند ۵-۳-۱-۳ انجام شود. با توجه به نوع سرمهاری، باید اقدام به اجرای پد گردد. در صورت اجرای پد بتنی توکار، باید محل اجرای پد در داخل سطح ایجاد شده و پس از قرار دادن آرماتور پد، هم‌زمان با اجرای پوسته محافظ سطوح مجاور، پد نیز به وسیله بتن پاششی اجرا گردد.

۱- Anchor
۲- Anchorage
۳- Bearing Plate
۴- Strand
۵- Unbonded Length
۶- Bondbreaker
۷- Bond Length
۸- Multi Strand Tendon

۵-۳-۲-۲-۲- حفاری

در حفاری مهارگذاری، در صورت وجود حفره در فاصله کمتر از ۱۰ متری جداره به‌صورتی که حفره در محدوده گیردار انکر نباشد و پیشروی ناگهانی لوله حفاری[1] کمتر از ۱ متر باشد، می‌توان حفاری را ادامه داد و در نصب و تزریق انکر از پکر استفاده کرد. در صورتی که هر یک از شروط بالا محقق نگردد، باید پس از توقف عملیات حفاری و هماهنگی با مشاور، طرح جایگزین اجرا شود.

۵-۳-۲-۲-۳- آماده سازی مهاری و جایگذاری

استفاده از انکرهای مونوبار و انکرهای مولتی‌استرند در این روش مجاز است. در انکرهای مونوبار باید از یک آرماتور فولادی به عنوان عضو تقویت کننده خاک استفاده و در انکرهای مولتی‌استرند باید از رشته‌های به هم بافته سیم‌های فولادی که به فرم کابل‌های پیچیده شده در آمده‌اند، استفاده شود. تعداد و قطر این کابل‌ها به طراحی و میزان نیروی وارد بستگی دارد و باید در مشخصات فنی مشخص شود.

انکر در بخش آزاد باید دارای غلاف از جنس پلی‌اتیلن باشد. بدنه انکر باید به‌طور کامل با گریس پوشانده شود.

باید از تماس بخش گیردار مهاری با گریس و یا هرگونه آلودگی دیگر کاملاً جلوگیری شود. در صورت آلوده شدن این بخش باید پیش از جایگذاری، مهاری به دقت و به‌طور کامل پاک گردد. شیلنگ‌های تزریق و نحوه سوراخ کردن آن‌ها و فاصله‌سازها[2] باید مانند روش مهاری فعال باشد. هنگام نصب فاصله‌سازها می توان فاصله آن‌ها را در حدود ۳ متر در نظر گرفت. نصب فاصله ساز باید به نحوی باشد که حداقل پوشش یک سانتیمتری برای انکر ایجاد شود.

پیش از جایگذاری انکر درون چال‌ها، باید سطح اجزای فلزی عاری از هرگونه آلودگی باشد.

در صورت عدم امکان جایگذاری مهار یا انکر در داخل چال، باید مهار مربوط از چال خارج و بلافاصله حفاری مجدد و خروج مصالح ریزشی داخل چال صورت پذیرد. در مواردی که انتهای چال دچار ریزش شده باشد، ادامه حفاری به میزان ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر از طول چال حفاری مندرج در نقشه‌های اجرایی توصیه می‌شود.

تمامی مصالح، تجهیزات و روش مورد استفاده جهت ساخت انکر مولتی‌استرند و نصب آن باید مطابق با استاندارد FHWA(Anchor)-IF-99-015-1999 باشد.

نکات ساخت مهار چند رشته:

الف- طول استرند باید برابر با طول چال به علاوه حداقل ۱ متر باشد. استرند در طول گیرداری انکر باید عاری از هرگونه آلودگی، دوغاب سیمان خشک شده، روغن، گریس، رنگ، زنگ پوسته شده و هر ماده‌ای که مانع درگیری دوغاب و استرند می‌گردد، باشد.

1- Rod fall
۲- Spacer

ب- شیلنگ‌ها باید با توجه به تعداد رشته‌های انکر و طول قسمت آزاد انکر، به اقطار۱۶ تا ۲۵ میلی‌متری جهت غلاف انتخاب و تهیه گردند.

پ- محدوده طول آزاد انکر توسط گریس باید کاملاً آغشته گردد و شیلنگ‌ها بر روی هریک از رشته‌های انکر کشیده شود.

ت- شیلنگ رفت تزریق به مقدار طول انکر، شیلنگ برگشت اول به مقدار طول قسمت آزاد انکر به‌علاوه نیم متر و شیلنگ برگشت ثانویه تزریق (شیلنگ هوا) به طول ۱/۵ متر باید بریده و آماده شوند.

ث- شیلنگ رفت باید به نحوی به انکر متصل شود که انتهای شیلنگ بر نیم متری انتهای انکر منطبق گردد. شیلنگ برگشت اولیه باید به نحوی به انکر متصل شود که انتهای شیلنگ به انتهای طول آزاد انکر منطبق باشد. شیلنگ برگشت ثانویه نیز باید به نحوی به انکر متصل شود که نیم متر آن از چال بیرون و یک متر آن داخل چال باشد تا هنگام مسدود نمودن دهانه چال با گچ مسدود نگردد.

ج- در حد فاصل قسمت آزاد و گیردار انکر باید با آب بندی از نفوذ دوغاب به داخل غلاف انکر جلوگیری شود.

چ- شیلنگ‌های رفت و برگشت توسط سیم آرماتور در فواصل ۱ متری باید به نحوی به انکر بسته شوند که شیلنگ مسدود نگردد.

ح- در طول گیرداری انکر فاصله‌ساز پلاستیکی باید در فواصل ۱ متری از طرفین طول گیرداری و فواصل ۲ متری از یک‌دیگر استفاده شده و مرکزساز پلاستیکی در فواصل میانی فاصله‌سازها به مجموعه شیلنگ و استرندها متصل گردد. اتصال فاصله ساز و مرکز ساز نباید منجر به مسدود شدن شیلنگ تزریق گردد.

خ- در فاصله ۲ متری انتهای شیلنگ رفت جهت تسهیل در خروج دوغاب، باید ۲ تا ۳ سوراخ ایجاد گردد.

د- انکر ساخته شده مطابق روند مذکور باید در اسرع وقت پس از حفاری داخل چال جایگذاری شود. انکر باید قبل از جایگذاری مورد بازدید چشمی قرار گیرد. در صورتی که انکر در طول گیرداری تمیز و عاری از مواد ذکر شده در مورد میلگرد نباشد و یا نقصی در شیلنگ‌های تزریق وجود داشته باشد، پیش از جایگذاری باید اصلاح شوند.

ذ- در هنگام نصب انکر، باید مانند نیل از اعمال هرگونه نیروی اضافی با استفاده از دستگاه‌های مکانیکی برای فرو کردن در چال خودداری کرد. در صورت فرونرفتن انکر باید آن را بیرون کشید، مجدداً چال را با دستگاه حفار تمیز و تخلیه کرد و سپس انکر را جای گذاری نمود.

ر- طول بیرون‌زدگی انکر از روی پد (توکار یا بیرون کار) باید بین ۱ تا ۱/۵ متر باشد. در صورتی که پد انکر بیرون کار باشد باید، صفحه نشیمن بر روی پد بتنی قرار گیرد.

شناسنامه جای‌گذاری انکر چند رشته‌ای شامل شماره چال، تعداد رشته، طول کل و طول باند انکر باید برای هر انکر توسط پیمانکار تهیه گردد.

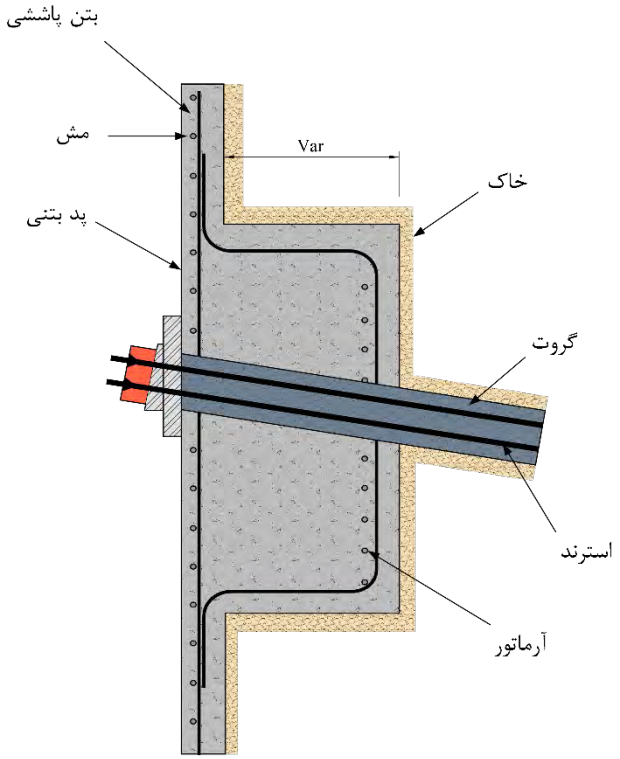
۵-۳-۲-۲-۴- تزریق

استفاده از روش‌های تزریق ثقلی (نوع A)، تزریق تحت فشار (نوع B)، تزریق‌های متعدد تحت فشار (نوع C) و تزریق ثقلی در مقطع عریض شده نهایی (نوع D) مطابق با آیین نامه FHWA-IF-99-015 مجاز است.

۵-۳-۲-۲-۵- عملیات اجرای پد

الف- اجرای پد بتنی

پد بتنی باید براساس ابعاد تعیین شده در مشخصات فنی و حفاری محل آن و متناسب با ابعاد پد اجرا شود. طرح اختلاط بتن جهت اجرا و آرماتوربندی مطابق با الزامات فصل ۶ می‌باشد. وجه بیرونی پد باید عمود بر راستای انکر باشد، در غیر این‌صورت باید از ورق گوه‌ای[1] مطابق شکل ۵-۵ استفاده شود.



شکل ۵-۵- پد بتنی

ب- اجرای پد فلزی

در صورتی که به‌واسطه شرایط پروژه، الزامات ساختگاه و تشخیص دستگاه نظارت امکان اجرای پد بتنی وجود نداشته باشد، باید از پد فلزی به عنوان جایگزین پد بتنی استفاده نمود. این نوع پد همانند پد بتنی پیش‌ساخته، باید بر روی سطح بتن پاششی اجرا شود.

1- Wedge plate

پ-کشش مهاری

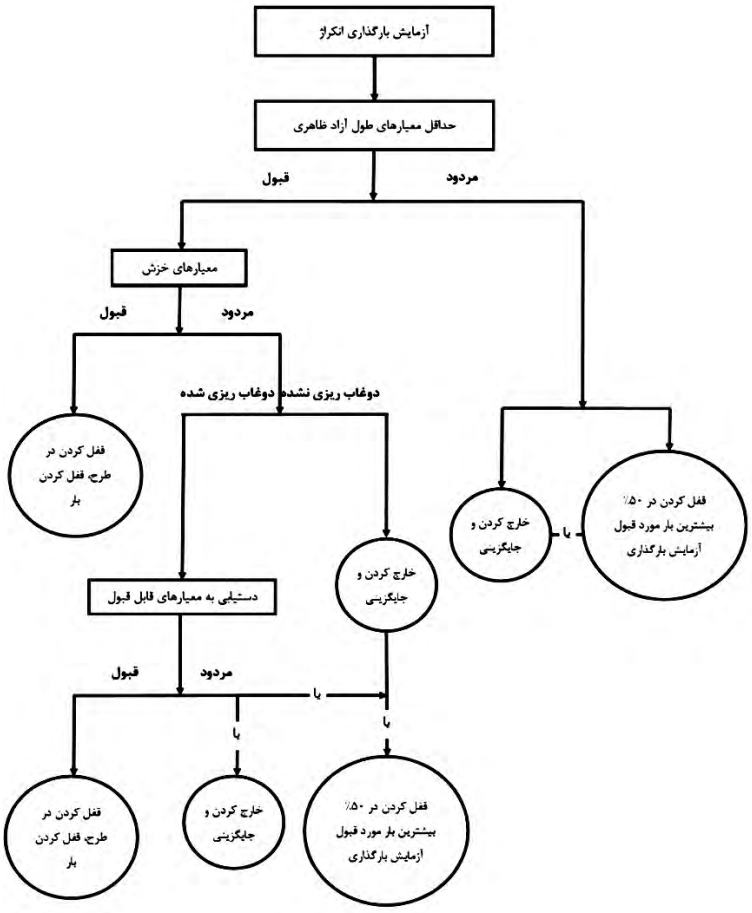
مقدار نیروی پیش‌تنیدگی در مهاری باید توسط مشاور در مشخصات فنی تعیین گردد. این عملیات در صورت استفاده از زودگیر ۳ تا ۵ روز و در غیر این صورت ۷ روز پس از گیرش اولیه باید انجام شود. استفاده از مواد زودگیرکننده مطابق با الزامات فصل ۶ مجاز است.

پس از گیرش بتن پد و پس از تزریق دوغاب و گیرش آن، با توجه به مشخصات فنی باید اقدام به اعمال بار پیش‌تنیدگی در انکر نمود. اعمال نهایی بار آزمایش باید مطابق با استاندارد FHWA و ASTM A416 انجام شده و در تمام این مراحل، کرنش در انکر به دقت قرائت و یادداشت شود.

۵-۳-۲-۳- آزمایش‌های تاییدی و کنترلی انکراژ

برای اطمینان از اجرای درست انکر و تزریق بی‌عیب آن، باید با آزمایش‌هایی که در مشخصات فنی ذکر شده است، مقاومت کششی آن اندازه‌گیری شود.

به منظور ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی در انکرها، توصیه می‌شود آزمایش کششی بر اساس دستورالعمل FHWA-IF-99-015 انجام شود. روند پذیرش انکر باید طبق شکل ۵-۶ باشد.



شکل ۵-۶- فلوچارت تصمیم‌گیری پذیرش انکر

دانلود سوالات آزمون

۵-۳-۳- روش‌های مهار به داخل گود (یا مهار سازه‌ای)

طراحی و اجرای انواع متداول سازه‌های نگهبان به روش مهار سازه‌ای مطابق با اصول فنی، برای دستیابی به ایمنی لازم در اجرای عملیات گودبرداری برای دست‌اندرکاران اجرای پروژه و همجواری‌ها ضروری می‌باشد. در ضابطه حاضر الزامات روش‌های مهار سازه‌ای شامل مهار مایل و متقابل، سازه خرپایی، ستون فولادی طره‌ای و ستون فولادی با دستک مایل بیان می‌شود.

۵-۳-۳-۱- مهار متقابل

در روش مهار متقابل استفاده از یکی از روش‌های ذیل مجاز است. این روش باید توسط مشاور در مشخصات فنی تعیین شده باشد.

الف- شمع فولادی، دیوار بتنی یا بتن پاششی و مهار[۱]

ب- شمع بتنی (جدا یا پیوسته)، دیوار بتن پاششی و مهار (استرات)

پ- سپری فولادی و مهار (استرات)

ت- دیوار دیافراگمی و مهار (استرات)

۵-۳-۳-۱-۱- مواد و مصالح

کلیهٔ فولادهای مصرفی اعم از ورق، تیرآهن، ناودانی، نبشی، تسمه و غیره باید مطابق با فصل فولاد و اجرای سازه‌های فولادی (فصل ۷) باشد. قطعات فولادی باید از معایبی که به مقاومت و یا شکل ظاهری آن‌ها لطمه می‌زند، عاری باشند. به کار بردن فولادهای مصرف شده باید با اجازهٔ دستگاه نظارت و بعد از انجام آزمایش‌های لازم باشد.

۵-۳-۳-۱-۲- اجرا و نکات اجرایی

در این روش ابتدا در دو طرف گود، در فواصل معین از یکدیگر چاهک‌هایی حفر می‌گردد. به منظور تأمین گیرداری انتهای ستون، غالباً طول چاهک‌ها بیشتر از عمق گود در نظر گرفته می‌شود. پس از اجرای پروفیل عضو قائم، قسمت شمع انتهای چاهک‌ها را بتن‌ریزی و سپس هر دو پروفیل قائم متقابل یکدیگر به کمک تیرها یا خرپاهای افقی (دستک‌های فشاری) از قسمت فوقانی به یکدیگر متصل می‌شوند. در مواردی که خاک ریزشی باشد، باید از اعضای افقی در بین اعضای قائم استفاده شود. سیستم مهار متقابل فوق‌الذکر باید در جهت عمود بر سیستم قابی آن، یعنی در جهت طول گود، نیز به‌صورت مناسب مهاربندی شود.

در صورت وجود احتمال ریزش خاک در محدوده فاصله بین دو سازه نگهبان مجاور گود، به موازات پیشرفت عملیات گودبرداری و اجرای مهار متقابل باید در بین اعضای قائم بر روی سطح خاک دیوار گود، از انواع پانل‌ها فولادی، ورق‌های

۱- strut

فولادی همراه با پشت‌بندهای سخت‌کننده، تخته‌های فولادی، تیرهای فولادی، دیوارهای بتنی پاششی، پانل‌های چوبی یا فایبرگلاس، الوارهای چوبی و نظایر آن با توجه به عملکرد پروژه استفاده شود. در ضمن باید پشت صفحات محافظ را با خاک به‌خوبی پر کرد تا احتمال نشست و جابه‌جایی خاک دیواره گود از بین برود و مشکلی برای ساختمان‌ها، معابر و زمین‌های واقع در مجاورت گود پیش نیاید.

برای نصب صفحات فولادی، اتصال صفحات با جوش یا پیچ به اعضای قائم فولادی سازه نگهبان مجاز است و در صورت استفاده از صفحات پیش‌ساخته بتنی، باید هنگام آرماتوربندی و پیش از بتن‌ریزی در کارخانه، پروفیل‌های سازه‌ای نظیر نبشی و ناودانی را به آرماتورها متصل کرد و در کارگاه برای حفاظت از خاک دیواره گود، این ناودانی‌ها یا نبشی‌ها را با جوش یا پیچ، به اعضای قائم فولادی سازه نگهبان متصل کرد. در صورت استفاده از الوارهای چوبی یا پانل‌های فایبرگلاس، بایستی در دو انتهای آن‌ها ناودانی‌های فولادی را به پانل‌ها پیچ و سپس با جوش و یا پیچ به اعضای قائم سازه نگهبان متصل کرد.

۵-۳-۳-۲- مهار به کف

۵-۳-۳-۲-۱- اجرا و نکات اجرایی

در صورت ایجاد فاصله بین دیوار و سازه نگهبان، این فاصله باید با مصالحی نظیر بتن کم‌مایه، آجر و قلوه سنگ تثبیت شده، با گچ و سیمان که مقاومت بیشتری از خاک موجود دارند، پر گردد. پس از نصب عضو قائم، عملیات خاکبرداری باید با شیب به نسبت ۱ به ۲ (به ازای هر ۲ متر ارتفاع ۱ متر عرض خاک) و به‌صورت ایمن آغاز شود. خاکبرداری در بقیه قسمت‌های گود تا رسیدن به عمق زیر شالوده بلامانع می‌باشد. الزامات زیر حین اجرا باید رعایت شوند:

الف- بتن را باید به‌گونه‌ای در چاهک‌ها و محل استقرار شمع‌ها ریخت که احتمال جداشدگی اجزای بتن وجود نداشته باشد. توصیه می‌شود از قیف و لوله ترمی استفاده شود. رعایت الزامات فصل بتن و اجرای سازه‌های بتنی الزامی است.

ب- با توجه به اینکه بتن‌ریزی در مجاورت خاک و بدون قالب بندی صورت می‌گیرد، حداقل مقاومت بتن مصرفی شمع‌ها باید برابر با ۲۰ مگاپاسکال در نظر گرفته شود.

پ- استفاده از میلگردهای ساده یا آجدار برای دورگیری و محصور کردن آرماتورهای طولی مجاز است.

ت- استفاده از میلگردهای ساده، به‌عنوان میلگردهای طولی شمع و میلگردهای مصرفی در شالوده ، سازه نگهبان خرپایی مجاز نیست.

جهت جلوگیری از حرکت سازه نگهبان استفاده از روش‌های ذیل پس از تایید دستگاه نظارت مجاز است:

الف- خرپاهای سازه نگهبان در قسمت شالوده عضو مورب به‌صورت یکپارچه اجرا گردد.

ب- ستون‌های قائم خرپاها به‌وسیله سازه بادبندی به یکدیگر متصل شوند.

پ- پشت ستون‌های خرپا بعد از نصب به‌وسیله آجر و گچ پر شود تا اتصال بین ستون و دیوار مجاور آن برقرار گردد.

۵-۳-۴- روش ساخت از بالا به پایین

در روش ساخت بالا به پایین می‌توان از سازه فولادی، بتنی و مرکب استفاده نمود. با توجه به صعوبت اجرا نسبت روش ساخت متعارف از پایین به بالا، پیچیدگی جزییات اجرایی می‌تواند موجب کاهش کیفیت اجرا شود.

۵-۳-۴-۱- نکات اجرایی

۵-۳-۴-۱-۱- حفاری

حفاری بخش‌های مستطیل شکل برای اجرای دیوارجداکننده باید به‌صورت مکانیزه و با دستگاه‌های هیدروفرز یا گراب انجام شود. حفاری بخش‌های مستطیلی برای اجرای دیوار، به‌صورت غیرمکانیزه و دستی توصیه نمی‌گردد و دارای مخاطرات ایمنی جدی می‌باشد. استفاده از روش شمع‌های متقاطع[۱] برای دیوار جداکننده بیرونی مجاز است.

در چاه‌های پیرامونی محل نصب ستون‌ها، باید دیواره چاه در محاذات مرز زمین به نحوی کاملاً صاف و شاقولی حفاری گردد تا بال ستون قرار گرفته در چاه کاملاً با خاک در تماس باشد. در چاه‌های پیرامونی با مقطع دایروی، مقطع باید به صورت نعل اسبی باشد. تماس دیواره خاکی چاه با بال ستون برای شکل‌گیری اندرکنش خاک و ستون و پایدارسازی دیواره در طول خاکبرداری ضروری است. چنانچه به هر دلیل این تماس کامل نباشد و حسب نظر مشاور انتقال تنش ضروری باشد، باید با تدابیر مناسب ارتباط بین بال ستون و خاک برای انتقال فشار خاک تامین گردد. ابعاد چاه‌ها باید در تناسب کافی با ستون‌های طراحی شده و اتصالات تعبیه شده روی آن باشند، به‌طوری که امکان عبور لوله ترمی و نیز نیروی انسانی در فضای بین چاه و ستون نصب شده فراهم باشد.

در روش ساخت بالا به پایین برای بالا بردن دقت نصب ستون‌ها،کاهش مخاطرات و افزایش ایمنی خصوصاً در گودهای عمیق‌تر از ۲۰ متر، حفرگالری‌های دسترسی در تراز شالوده سازه ضروری است.

۵-۳-۴-۱-۲- خاکبرداری

الزامات و ملاحظات اجرایی مرتبط با خاکبرداری در روش ساخت از بالا به پایین در بخش ۵-۲-۱ این فصل ارائه شده است.

۵-۳-۴-۱-۳- ساخت اسکلت فلزی

ستون‌ها، باید دارای تناسب ابعادی با ابعاد چاه حفر شده، به‌صورت منشوری و عاری از پیچش یا تابیدگی باشند. با توجه به نصب ستون‌ها در داخل چاه، توصیه می‌شود تا حد ممکن از نصب ملحقات روی بدنه ستون از قبیل نشیمن تیر یا دال، اجتناب گردد تا نصب آن در داخل چاه با سهولت بیشتری همراه باشد.

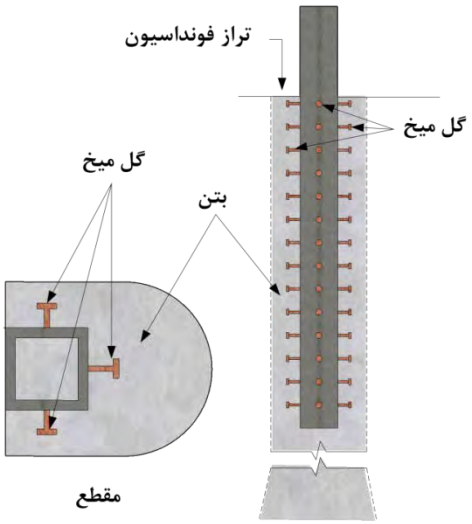
بخش‌هایی از اجزای اصلی فلزی سازه که در دسترس نبوده و در مجاورت خاک قرار می‌گیرند، باید قبل از نصب باضخامت مناسب رنگ‌کاری و محافظت شوند. برای سطوحی که در تماس با بتن قراردارند در فاصله حداقل ۵۰ میلی‌متری

۱- Secant piles

از محل جوش‌ها، باید عاری از رنگ و دیگر آلودگی‌ها باشند. سایر اجزای فلزی باید مطابق با الزامات فصل پنجم این ضابطه رنگ‌آمیزی شود.

لازم است از جرثقیل با ظرفیت و پایداری مناسب و متناسب با ارتفاع ستون، وزن ستون و موقعیت ستون نسبت به محل قرارگیری جرثقیل استفاده شود. توصیه می‌شود توان و ارتفاع جرثقیل به نحوی باشد که بتوان ستون را یک‌باره نصب کرد و در گودهای عمیق نیازی به سرهم کردن و وصله دو قطعه ستون سر چاه نباشد. در زمان نصب ستون و قبل از تثبیت آن، حضور هیچ یک از عوامل اجرایی داخل چاه مجاز نیست.

اتصال ستون به شمع (شالوده موقت) به دو صورت نصب روی صفحه ستون یا مدفون شدن در شمع میسر است. اتصال ستون‌های دفنی با بتن می بایست مطابق شکل ۵-۷ با برشگیر تامین شود. برای طراحی این اتصال، به پیوست آیین نامه طراحی پل AASHTO مراجعه شود. توصیه می‌شود برای برشگیر از گل‌میخ استاندارد استفاده شود. در الگوی متعارف اجرای بالا به پایین، اجرای دیوار جداکننده مطابق ضوابط ۵-۳-۲ همین بخش است.



شکل ۵-۷- نحوه اتصال ستون فلزی به شمع بتنی

۵-۳-۴-۱-۴- ساخت اسکلت بتنی

اجرای اسکلت بتنی به‌صورت درجا و پیش‌ساخته مجاز است. در صورت استفاده از گل بنتونیت در حفاری، سطح بتن باید پرداخت شود.

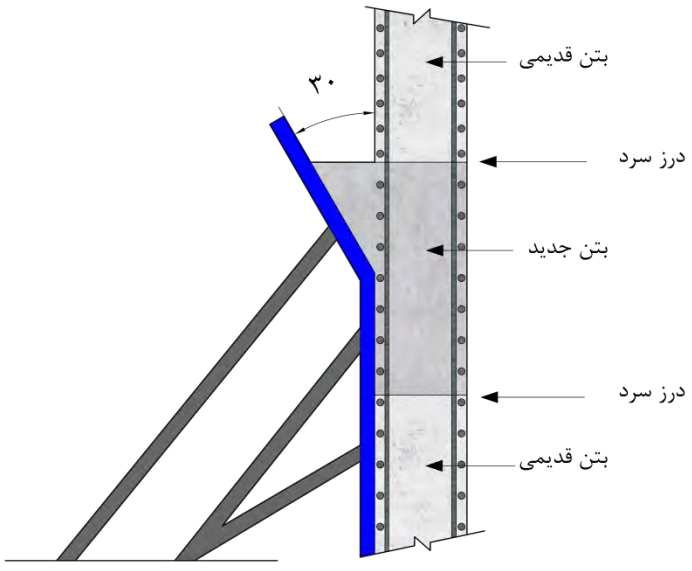
در روش پیش‌ساخته‌سازی، توصیه می‌شود تنها اجزای اصلی سازه شامل ستون یا دیوار به‌صورت پیش‌ساخته آماده و نصب گردد و سایر اجزای سازه شامل تیر یا دال سقف در هر حال به‌صورت درجا ساخته شود. رعایت جزئیات اتصالات بین قطعات پیش‌ساخته و درجاریز بر اساس الزامات ضابطه شماره ۳۸۸ سازمان برنامه و بودجه ضروری است.

۵-۳-۴-۱-۵- پر کردن چاه‌ها

پس از نصب ستون‌ها در داخل چاه و بتن ریزی شالوده موقت، باید چاه با مصالح مناسب پر شود. بدین منظور از مخلوط خاک با سیمان، شن شکسته بادامی، قلوه سنگ و یا بتن کم مایه می‌توان استفاده کرد. در این موارد استفاده از حدود ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب خاک-سیمان توصیه می‌گردد. اختلاط خاک سیمان در سطح زمین با مصالح غیرچسبنده موجود در کارگاه و توسط میکسر یا حوضچه مناسب اختلاط با بیل مکانیکی توصیه می‌شود. در گزینه استفاده از مصالح دانه‌ای مانند شن بدون سیمان، توجه به تماس ستون با دیواره خاکی در مراحل خاکبرداری و حفظ اندرکنش خاک و سازه توسط پیمانکار ضروری است.

۵-۳-۴-۱-۶- ساخت دیوارها

ساخت تدریجی دیوار پیرامونی موجب ایجاد درزهای اجرایی متعدد در بتن است. لذا باید ملاحظات درز سرد بر اساس فصل بتن و اجرای سازه‌های بتنی این ضابطه رعایت گردد. بتن ریزی بخش‌های مختلف دیوار باید با تدابیر مناسب به‌نحوی صورت گیرد که کل مقطع دیوار کاملاً بتن‌ریزی شده و تکمیل گردد؛ برای این منظور استفاده از دریچه بتن ریزی از پهلو مجاز است. در این روش برای اطمینان از اجرای کامل مقطع، بتن‌ریزی در بخش بزرگ‌تری انجام شده و سپس مازاد بتن مجدداً تراشیده می‌شود. جزئیات در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.



شکل ۵-۸- دریچه بتن‌ریزی از پهلو

در صورت نیاز به وصله میلگرد باید الزامات فصل چهارم این ضابطه رعایت شود. در این روش استفاده از کوپلر مجاز است. قبل از بتن‌ریزی دیوار، سطح خاک نمایان شده باید با پوشش نایلونی مناسب پوشانده شود تا از خروج شیره بتن جلوگیری شود.

۵-۳-۴-۲- ملاحظات اجرایی در روش اجرای بالا به پایین

۵-۳-۴-۲-۱- مواجه با آب زیرزمینی در اجرای بالا به پایین

به‌طور کلی برای آب‌بندی و زهکشی بخش زیرزمینی سازه‌ها، موارد فصل هشتم همین ضابطه و استانداردهای BS 8102:2009(ICS 91.120.30) و DIN 18195 باید رعایت شود.

۵-۳-۴-۲-۲- ملاحظات تأسیساتی حین اجرا

هنگام فعالیت در فضاهای بسته باید سیستم چرخش هوا به‌صورت ترکیبی دهشی و مکشی و به شکل توأم استفاده شود. دهش باید در نزدیکی جبهه کار نیروی انسانی و مکش در محل فعالیت ماشین آلات و اگزاست خروجی آن‌ها باشد. با توجه به انجام عملیات در تراز زیرسطحی، تامین روشنایی کافی نیز از الزامات ایمنی کارگاه می‌باشد. بدین منظور در حین اجرای پروژه، باید روشنایی کافی جهت دید بدون خیره‌کنندگی، توزیع یکنواخت نور، نصب مناسب چراغ‌ها و عدم اشغال فضای مفید پروژه و نور لازم در محدوده جبهه‌های کاری تامین گردد.

در تراز زیرسطحی کارگاه‌های بالا به پایین، شدت روشنایی حدود ۲۰ لوکس در جبهه کار و حدود ۳۰ لوکس در راه‌های دسترسی افراد مورد نیاز است. رده درخشندگی در پروژه در حدود ۵-۱۰ کاندلا بر مترمربع باید باشد. برای اجتناب از خیرگی نباید، درخشندگی وسایل روشنایی، بیش از ۳۰۰۰ کاندلا بر مترمربع باشد. انتخاب نوع و آرایش چراغ‌ها نیازمند طراحی با روش‌های مناسب است. در کل دستورالعمل روشنایی در معادن (ضابطه ۴۸۹)، استاندارد ملی ایران ۱-۵۹۲۰ و نیز ضابطه ۱-۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه باید رعایت شود.

۵-۳-۵- عناصر پایدارسازی

۵-۳-۵-۱- ساخت ستون

قطعات فولادی ستون‌ها باید حتی‌الامکان یکپارچه باشد و از وصله کردن قطعات کوتاه خودداری گردد، مگر آنکه محل وصله در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد و یا به علت ارتفاع ستون از چند شاخه ستون استفاده گردد. در هر حال، موافقت مشاور برای اتصال مورد نظر باید جلب گردد.

برش، سرهمبندی، جوشکاری و متصل کردن قطعات به یک‌دیگر باید در کارخانه مجهز ساخت اسکلت‌های فولادی توسط استادکاران و کارگران ماهر انجام گیرد. الزامات فصل ۷، فولاد و اجرای سازه‌های فولادی باید رعایت شود.

۵-۳-۵-۲- نصب ستون

پس از تعیین موقعیت دقیق اجرای چاه توسط نقشه‌بردار، چاه باید حفر شود. حفر چاه به‌صورت دستی یا با استفاده از ماشین‌آلات حفاری مجاز است. در هر صورت نحوه حفر چاه باید در مشخصات فنی ذکر شده باشد. باید از شاقول بودن ستون پس از نصب اطمینان حاصل نمود و سپس قسمت بالایی ستون را توسط چند دستک به نقاط ثابت، وصل کرد. برای

ضوابط مربوط به بتن‌ریزی به فصل بتن و اجرای سازه‌های بتنی مراجعه شود. باید از مخلوط خاک و سیمان به پرکردن اطراف ستون فولادی اقدام شود. مخلوط خاک و سیمان مورد استفاده باید به نسبت حجمی ۳ به ۱ باشد.

۵-۳-۶- ابزار دقیق[۱] و رفتارسنجی[۲]

استفاده از ابزارهای دقیق اندازه گیری نیرو[۳]، کشیدگی[۴] و زاویه[۵] در ابنیه مهم (مانند سدها) برای پایش و پیش‌بینی رفتار سازه لازم است. این کار در گودهای مهم و پرمخاطره شهری نیز لازم است. ولی پایش با استفاده از دوربین‌های نقشه برداری برای تمام گودبرداری ها الزامی است.

۵-۳-۶-۱- روش‌های رفتار سنجی (پایش)

ثبت تغییرمکان نقاط مختلف دیواره‌ها و اطراف گود با دوربین نقشه‌برداری لازم است، ولی با توجه به خطای بالقوه ناشی از برداشت و یا محاسبه جابجایی‌ها، لازم است بررسی عینی ادواری محیط گود نیز صورت پذیرد.

۵-۳-۶-۱-۱- پایش چشمی

به منظور انجام پایش چشمی پیش از آغاز عملیات گودبرداری، باید محیط اطراف پروژه در محدوده حوضه تأثیر گود (طبق تحلیل‌های پایداری وتغییرشکل) و حداقل تا فاصله یک برابر عمق گودبرداری، مورد بازدید قرار گرفته و تمام عوارض موجود در آن نظیر ساختمان، کانال آب، شریان‌های حیاتی، خیابان و ... شناسایی شده و به‌طور دقیق از نظر وجود ترک یا پتانسیل وقوع ترک مورد ارزیابی قرار گیرد. در صورت مشاهده و یا شناسایی ترک و یا مناطقی مستعد وقوع ترک، جهت ارزیابی تغییرات احتمالی آینده که ممکن است در اثر گودبرداری رخ دهد، این مناطق باید علامت‌گذاری و مستندسازی شوند.

در طول مراحل انجام عملیات گودبرداری، پایش‌ها باید با فواصل زمانی منظم انجام شده و تغییرات احتمالی هر یک از موارد فوق در نقاط علامت‌گذاری شده، شامل بازشدگی ترک‌ها، گسترش آن‌ها و یا احتمال وقوع ترک‌های جدید، در هر مرحله اندازه‌گیری، ثبت و ارزیابی شود.

به منظور تسهیل اندازه‌گیری کمّی تغییرات عرض (بازشدگی) ترک، چند نقطه در امتداد طول ترک باید انتخاب و علامت‌گذاری گردد. در علامت‌گذاری ترک‌ها باید به مود تغیرشکل محیط و نحوه انعکاس آن در ترک توجه شود.

۱- Instrumentation
۲- Monitoring
۳- Load cell
۴- Extensometer
۵- Inclinometer

هر ترک شناسایی شده در ابتدای کار یا حین گودبرداری، در اولین شناسایی باید نام‌گذاری و ثبت، و در مراحل بعدی پایش گردد. اطلاعات و مشخصات هر ترک باید در فرم‌های مناسب، تحت عنوان شناسنامه ترک، به‌صورت جداگانه ثبت و مستند گردد. روند و میزان تغییرات ترک در مراحل مختلف پایش باید با ذکر تاریخ در همان شناسنامه ثبت شود.

علاوه بر شناسایی و ثبت وضعیت ترک‌ها و یا موقعیت‌های مستعد ترک در پیرامون گود، در پایش‌های چشمی باید مواردی نظیر وضعیت ظاهری دیواره گود (به‌ویژه ترک‌های دیواره گود) مورد توجه قرار گیرند. هر گونه علائم طبله‌شدگی، فرورفتگی، ترک، تغییرشکل زیاد یا شکست اعضای سازه نگهبان، نواحی مرطوب، نشت یا جریان آب از دیواره یا زهکش، وضعیت سیستم پمپاژ، کیفیت ظاهری آب، وضعیت بارگذاری غیرعادی و بیش از حد طراحی در پیرامون گود باید متناسب با ماهیت پدیده و به‌نحو مناسب نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری، ثبت و در گزارشات پایش چشمی منعکس گردد. در هر مرحله پایش باید پروفیل خاکبرداری در امتداد همه دیواره‌های گود برداشت و ثبت گردد. ثبت و مستندسازی تمام عوامل مورد پایش، مشابه ترک‌ها، الزامی است.

۵-۳-۶-۱-۲- نقشه‌برداری

در گودهای کم عمق و فاقد عوارض پیرامونی کم اهمیت، نقشه‌برداری معمولی قابل استفاده می‌باشد. در گودهای با عمق زیاد و یا دارای عوارض پیرامونی حساس و حائز اهمیت، باید نقشه‌برداری ژئودتیک (میکروژئودزی) انجام پذیرد. به منظور کاهش خطاها، برداشت‌های نقشه‌برداری حتی‌المقدور باید در شرایط ثابت (دما، دستگاه، نیروی انسانی و غیره) انجام گیرد.

نقشه‌برداری معمولی: برای پایش جابه‌جایی‌های گود و عوارض پیرامونی آن، ابتدا باید نقاط مهم و حساس از حیث جابه‌جایی‌های ناشی از گودبرداری شناسایی و نشانه‌های منشوری برچسبی (تارگت) در نقاط مذکور چسبانده شوند. نشانه‌های منشوری برچسبی معمولا بر روی سطوح فلزی صاف و فاقد زنگ‌زدگی چسبانده می‌شوند. در صورتی که نقاط مورد نظر فاقد چنین سطحی باشد، یک ورق فولادی در محل به وسیله جوش یا با گچ و سیمان تثبیت شده و تارگت بر روی آن چسبانده می‌شود.

در ساختمان‌های مجاور گود ، نصب نشانه‌های منشوری برچسبی باید در بالاترین تراز ساختمان و تراز شالوده و بر روی دیواره‌های گود به ازای هر ۱۰ متر عمق یک ردیف انجام گیرد. (اولین ردیف نشانه‌های منشوری برچسبی روی دیواره گود در مجاورت ساختمان در حدود ۰/۵ متری زیر شالوده نصب گردد). در هر تراز، نصب حداقل ۳ تارگت و با فواصل حداکثر ۱/۵ متر الزامی است.

به منظور اندازه‌گیری و محاسبه جابه‌جایی‌های نقاط نشانه، حداقل دو نقطه ثابت، خارج از محدوده تأثیر گود (حداقل ۱/۵ برابر عمق گود) و سایر عوامل احتمالی مؤثر بر جابه‌جایی آن‌ها، تعیین و در آن‌ها تارگت (و یا ترجیحاً صفحه پیلار جهت استقرار منشور) نصب شود.

مختصات نقاط نشانه (نسبت به نقاط ثابت) در هر مرحله برداشت شده و مقدار جابه‌جایی نقاط نشانه (اختلاف مختصات نسبت به مرحله مبنا) محاسبه گردد. همچنین تراز خاکبرداری در محدوده هر نقطه نشانه در هر مرحله برداشت و ثبت شود.

۵-۳-۶-۱-۳- الزامات و بازه زمانی پایش

به‌منظور انجام پایش گود توصیه می‌شود به جدول ۵-۴ مراجعه شود. روش و بازه زمانی پایش باید توسط دستگاه نظارت تعیین شود.

به‌طور کلی فاصله زمانی پایش گودها در زمان ساخت به هیچ وجه نباید از دو هفته تجاوز نماید. در گودهای موقت پس از اتمام ساخت و در محدوده عمر مفید سازه نگهبان، در صورتی که روند جابه‌جایی‌ها کاهشی باشد، به تدریج می‌توان فواصل زمانی پایش را تا حداکثر یک ماه افزایش داد. پس از اتمام عمر مفید سازه نگهبان، بسته به سابقه رفتاری گود و شرایط آن، فواصل زمانی پایش کاهش می‌یابد. در گودهای دائم نیز چنانچه روند جابه‌جایی‌ها پس از اتمام ساخت کاهشی باشد، به‌تدریج می‌توان فواصل زمانی پایش را تا حداکثر یک ماه افزایش داد. در طی یک سال اول پس از اتمام ساخت سازه نگهبان فاصله زمانی پایش‌ها نباید بیش از یک ماه باشد. در صورت مطلوب بودن رفتار سازه نگهبان، حداکثر فاصله زمانی پایش‌ها در سال‌های دوم، سوم و چهارم پس از اتمام ساخت، به ترتیب دو، سه و چهار ماه و پس از آن حداکثر ۶ ماه می‌باشد. پس از وقوع زلزله انجام پایش ضروری می‌باشد.

جدول ۵-۴- انواع روش‌های پایش با توجه به ویژگی‌های گود

نوع سازه نگهبان	حساسیت	روش پایش			
		پایش چشمی	نقشه برداری		ابزار دقیق
			معمولی	میکروژئودزی	
موقت	متوسط	الزامی	الزامی	-	-
	زیاد	الزامی	الزامی	توصیه	-
	ویژه	الزامی	-	الزامی	توصیه
دائم	متوسط	الزامی	الزامی	-	-
	زیاد	الزامی	الزامی	توصیه	توصیه
	ویژه	الزامی	-	الزامی	*

* در روش نیلینگ، انکراژ الزامی بوده و در سایر روش‌ها به‌صورت توصیه‌ای می‌باشد.

۵-۴- بهسازی خاک

اصلاح ویژگی‌های مهندسی خاک با هدف بهره‌وری بیشتر از یک ساختگاه نامطلوب را بهسازی خاک می‌نامند. ابداع روش‌های مختلف نوین بهسازی خاک طی نیم‌قرن اخیر موجب گسترش این شاخه از مهندسی ژئوتکنیک گشته است. از این رو لازم است در اسناد فنی بدان پرداخته شود.

۵-۴-۱- بهسازی سطحی

در برخی از موارد اصلاح مشخصات خاک در لایه سطحی و یا به‌صورت لایه به لایه پاسخگوی نیاز مهندسی است. اصلاح فیزیکی یا تثبیت شیمیایی قشر رویه دو شیوه بهسازی سطحی خاک است.

۵-۴-۱-۱- تراکم سطحی (اصلاح فیزیکی)

تراکم سطحی موجب کاهش تخلخل و بهبود مشخصات فیزیکی و مکانیکی خاک می‌شود. مطالب زیر در تکمیل توضیحات ارائه شده در بخش ۵-۲-۲-۴ است.

عمق تأثیر تراکم سطحی با غلطک، معمولا کمتر از ۰/۵ متر است. بهترین بازدهی در خاک‌های درشت‌دانه خوب دانه‌بندی شده و کمترین بازدهی در خاک‌های ریزدانه و ماسه‌ای یکنواخت حاصل می‌شود.

۵-۴-۱-۱-۱- تجهیزات اجزا

به منظور متراکم نمودن سطحی خاک می‌توان از انواع کوبه‌های غلطکی یا تخت استفاده نمود. برخی از انواع غلطک‌ها به شرح زیر است:

- غلطک‌های فولادی صاف
- غلطک‌های پاچه‌بزی
- غلطک‌های شبکه‌ای

۵-۴-۱-۱-۲- نکات اجرایی

- زمین تحت بهسازی بایستی در اثر کوبش سطحی به تراکم نسبی تعیین شده در مشخصات فنی اجرایی برسد.
- ضخامت لایه تحت کوبش باید متناسب با نوع خاک و غلطک انتخاب شود به نحوی که تراکم مطلوب یکنواخت در کل لایه به‌دست آید.
- زمین تحت بهسازی بایستی با غلطک ماشینی متراکم شود و در صورت عدم امکان استفاده از این نوع غلطک‌ها، با تصویب دستگاه نظارت می‌توان از کوبنده‌های مکانیکی دستی استفاده کرد.
- برای تامین تراکم یکنواخت، عمل مرطوب کردن و اختلاط خاک‌ها را باید در زمان مناسب و کافی و قبل از غلطک‌زنی، انجام داد تا فرصت توزیع یکسان رطوبت در تمام خاک وجود داشته باشد.

۵-۴-۱-۱-۳- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

پیش از اجرای عملیات تراکم لازم است آزمایش تراکم انجام شود. لازم است بر روی هر نوع خاک (هر نوع دانه‌بندی) دست کم ۳ آزمایش تراکم انجام پذیرد.

در هر لایه متراکم شده، به ازای هر ۱۰۰ مترمربع باید یک آزمایش چگالی سنجی در محل و تعیین تراکم نسبی به عمل آید. معیار پذیرش تراکم مورد نیاز بر اساس نظر دستگاه نظارت خواهد بود.

در صورت نیاز برای تعیین ضریب تغییرشکل‌پذیری لایه بهسازی شده یک آزمایش بارگذاری صفحه به ازای هر ۳۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع (بسته به نظر مهندس ناظر) صورت می پذیرد.

۵-۴-۲- تثبیت شیمیایی

تثبیت شیمیایی خاک به اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی آن از طریق اختلاط مواد افزودنی اطلاق می‌شود. انتخاب روش تثبیت برای خاک‌ها بستگی به نوع و جنس خاک و همچنین اهداف تثبیت خاک دارد که در این بخش به‌صورت عمومی افزودنی‌های مختلف شیمیایی معرفی می‌شود. مواد افزودنی شیمیایی به منظور بهسازی خاک‌های مساله دار نظیر خاک‌های سست و یا نشست‌پذیر، خاک‌های رمبنده و خاک‌های متورم شونده به کار برده می‌شوند.

۵-۴-۲-۱- مواد و مصالح

مواد افزودنی شیمیایی متداول مورد استفاده در زمینه بهسازی خاک‌های مساله‌دار شامل آهک، سیمان پرتلند، قیر، خاکستر بادی می‌باشند که با توجه به جدول ۵-۵ متناسب با نوع و جنس خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جدول ۵-۵- میزان اثربخشی مواد افزودنی بر روی بهسازی خاک‌های مختلف (آیین نامه FHWA-NHI-16-028)

نوع خاک	دارای بیشتر از ۲۵ درصد ریزدانه رسی			دارای کمتر از ۲۵ درصد ریزدانه رسی		
حد خمیری (PI)	PI ≤ ۱۰	۱۰< PI < ۲۰	PI ≥ ۲۰	PI ≤ ۶ PI × درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ کوچک‌تر از ۶۰	PI ≤ ۱۰	PI >۱۰
نوع ماده افزودنی	میزان اثربخشی بهبود مشخصات خاک					
آهک	متوسط	زیاد		کم	متوسط	زیاد
سیمان پرتلند	زیاد	متوسط	کم	زیاد		
قیر	متوسط		کم	زیاد		کم
مخلوط قیر و سیمان	زیاد	متوسط	کم	زیاد		متوسط

۵-۴-۲-۱-۱- تثبیت خاک با آهک

آهک به دو صورت زنده و شکفته وجود دارد. آهک شکفته از اختلاط آب با آهک زنده به دست می‌آید و خاصیت جذب رطوبت کمتری نسبت به آهک زنده دارد و به همین دلیل کار کردن با آن ساده‌تر بوده و به‌راحتی انبار و نگهداری می‌شود.

اما به‌طور کلی آهک زنده ماده تثبیت کننده موثرتری نسبت به آهک شکفته است و اگر به‌صورت دوغاب به خاک اضافه شود، مقاومت بیشتری را نسبت به موقعی که به‌صورت پودر اضافه می‌شود، ایجاد می‌کند.

افزودن آهک اصولاً برای تثبیت خاک‌های ریزدانه با حد خمیری بزرگ‌تر از ۱۰ و خاک‌های رسی خمیری (PI >۳۵) مناسب است. آهک برای تثبیت خاک‌هایی که حاوی مقدار بیش از ۲ درصد مواد آلی و همچنین حاوی مقدار بیش از ۰/۵ درصد سولفات قابل‌حل در آب می‌باشند، مناسب نیست.

اختلاط آهک با خاک‌های ریزدانه مرطوب موجب بروز چندین واکنش شیمیایی بین خاک و آهک می‌شود و باعث می‌شود که مخلوط تولیدشده دارای مقاومت باربری بیشتر، قابلیت تراکم بهتر، درصد انقباض و خاصیت خمیری کمتری نسبت به خاک طبیعی اولیه باشد.

درصد مناسب آهک بایستی پس از ارزیابی تأثیر درصدهای مختلف آهک بر مشخصات فنی مورد نظر خاک تثبیت شده با آهک در برنامه آزمایشگاهی و فرآیندهای طراحی استخراج گردد.

۵-۴-۲-۱-۲- تثبیت خاک با سیمان پرتلند

به‌طور کلی هر خاکی که حاوی کمتر از ۲ درصد مواد آلی بوده و مقدار سولفات قابل حل در آب آن نیز از مقادیر مشخص شده در دستورالعمل ۲۶۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تجاوز نکند، قابلیت تثبیت شدن با سیمان پرتلند را دارد. در صورتی‌که حد خمیری خاک بیشتر از ۳۰ باشد، عمل اختلاط خاک با سیمان دشوار بوده و تثبیت به خوبی انجام نمی‌گیرد. همچنین خاک‌های آلی به هیچ وجه برای تثبیت با سیمان مناسب نیستند.

مشخصات فنی خاک‌های تثبیت شده با سیمان بستگی به جنس خاک، مقدار سیمان، وزن مخصوص خاک تثبیت و کوبیده شده، کیفیت اختلاط سیمان و خاک، شرایط عمل آوردن مخلوط و زمان دارد. در جدول ۵-۶ به‌طور تقریب درصدهای مناسب سیمان برای خاک‌های مختلف درج شده است؛ اما جهت تعیین درصد دقیق و بهینه سیمان بایستی نمونه‌هایی با درصدهای مختلف سیمان ساخته شود و مشخصات فنی آن‌ها نظیر CBR، مقاومت فشاری، دوام خاک تثبیت شده با سیمان مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. در بهسازی خاک در عمق و اجرای ستون‌های خاک-سیمان، متناسب با شرایط اجرا و میزان دوغاب بازگشتی تزریق شده در عمق، درصد وزنی سیمان لازم برای اختلاط بیشتر خواهد بود که برای جزئیات بیشتر به بخش ستون‌های خاک-سیمان با تکنیک جت گروتینگ یا اختلاط در عمق مراجعه گردد.

جدول ۵-۶- درصدهای تقریبی سیمان جهت تثبیت خاک‌های مختلف

رده خاک		حدود معمول سیمان مورد نیاز	
سیستم اشتو	سیستم یونیفاید	درصد حجمی	درصد وزنی
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	۵-۷	۳-۵
A-1-b	GM, GP, SM, SP	۷-۹	۵-۸
A-2	GM, GC, SM, SC	۷-۱۰	۵-۹
A-3	SP	۸-۱۲	۷-۱۱
A-4	CM, ML	۸-۱۲	۷-۱۲

A-5	ML, MH, CH	۸-۱۲	۸-۱۳
A-6	CL, CH	۱۰-۱۴	۹-۱۵
A-7	OH, MH, CH	۱۰-۱۴	۱۰-۱۶

۵-۴-۲-۱-۳- تثبیت خاک با قیر

از قیر برای تثبیت خاک‌های دانه‌ای و چسباندن آن‌ها به یکدیگر انجام استفاده می‌شود. مکانیزم تثبیت خاک با قیر برخلاف مکانیزم تثبیت خاک با آهک و سیمان حاصل واکنش شیمیایی و پوزولانی نمی‌باشد و صرفاً به علت داشتن خاصیت چسبندگی، فقط باعث اتصال دانه‌ها و ذرات خاک به یک دیگر و در نتیجه افزایش مقاومت می‌شود. لذا خاک‌های ریزدانه خمیری برای تثبیت با قیر مناسب نیستند. قیر علاوه بر افزایش مقاومت سبب کاهش نفوذپذیری در خاک نیز می‌شود.

مشخصات فنی و طرح اختلاط به تفصیل در ضابطه ۱۰۱ آیین‌نامه روسازی راه‌ها و ضابطه ۲۳۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارایه شده است.

۵-۴-۲-۱-۴- تثبیت خاک با خاکستر بادی و آهک

به‌طور معمول از خاکستر بادی به همراه آهک یا سیمان برای تثبیت خاک استفاده می‌شود؛ زیرا خاک‌ها و مصالحی که فقط با خاکستر بادی تثبیت می شوند، در معرض یخبندان و ذوب مکرر و یا تغییرات رطوبت، به شدت از مقاومت و دوام آن‌ها کاسته شده و خرد می‌شوند. خاکسترهای بادی طبق استاندارد انجمن آزمایش و مصالح آمریکا (ASTM C618) در دو گروه C و F رده‌بندی می‌شوند. اختلاف عمده دو رده C و F در آن است که درصد آهک موجود در خاکستر رده C به‌مراتب بیشتر از درصد آهک خاکستر رده F است و دیگر آنکه خاکسترهایی که در رده C قرارمی‌گیرند دارای خاصیت نسبی گیرش بیشتری هستند. لذا خاکستر بادی رده F برای تثبیت خاک موثر نیست.

از مخلوط خاکستر بادی و آهک می‌توان برای تثبیت خاک‌هایی با مشخصات و دانه‌بندی‌های مختلف استفاده کرد. ولی خاک‌هایی که حاوی مقدار زیادی مواد آلی کربن‌دار هستند (بیشتر از ۱ درصد) به هیچ وجه برای تثبیت با خاکستر بادی و آهک مناسب نیستند. به‌طور کلی استفاده از خاکستر بادی و آهک برای تثبیت خاک‌های ریزدانه در مقایسه با خاک‌های درشت‌دانه مناسب‌تر هستند. دوام خاک‌های ریزدانه تثبیت شده با خاکستر بادی و آهک بیشتر از خاک‌های درشت‌دانه می باشد؛ در حالی که مقاومت اولیه خاک‌های درشت‌دانه تثبیت شده با خاکستر بادی و آهک بیشتر از خاک‌های ریزدانه است. اما این امکان وجود دارد که با گذشت زمان و مساعد بودن شرایط رطوبت و دما، مقاومت نهایی خاک‌های ریزدانه برابر یا بیشتر از مقاومت نهایی خاک‌های درشت‌دانه تثبیت شده با خاکستر بادی و آهک گردد.

در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد، واکنش پوزولانی در مخلوط خاک با خاکستر بادی و آهک به شدت کند و یا متوقف می‌شود.

درصد خاکستر بادی و آهک مصرفی برای تثبیت خاک‌ها علاوه بر دانه‌بندی خاک، بستگی به بافت سطحی دانه‌ها، مصالح سنگی و نوع خاکستر بادی دارد و جهت تعیین دقیق آن، بررسی و ارزیابی باید طبق روش ASTM C618 انجام شود.

۵-۴-۲-۱-۵- تثبیت خاک با ترکیب سیمان و آهک

اگر خاکی از نوع بدون واکنش باشد، صرف نظر از جنس و درصد آهک مصرفی و سایر عوامل مؤثر بر واکنش پوزولانی، افزایش مقاومت قابل توجهی در خاک تثبیت شده با آهک ایجاد نخواهد شد. از طرفی برای خاک‌های خیلی خمیری و چسبنده که حد خمیری آن‌ها بیشتر از ۳۰ است، نمی‌توان به‌طور مستقیم از سیمان برای افزایش مقاومت آن‌ها استفاده کرد. لذا در این‌گونه موارد ممکن است از آهک به عنوان یک پیش‌تثبیت کننده برای کاهش خواص خمیری خاک استفاده کرد و پس از اصلاح خواص خمیری خاک، از سیمان برای افزایش مقاومت مخلوط بهره گرفت.

حداقل میزان آهک مصرفی برای کاهش خواص خمیری خاک‌ها برابر با ۱ درصد و حداکثر مقدار آن برابر ۳ درصد وزن خشک خاک می‌باشد. حداقل سیمان مصرفی نیز برابر با ۳ درصد و حداکثر مقدار آن برابر ۱۰ درصد وزن خشک مخلوط خاک و آهک می‌باشد. مقدار دقیق آن بر اساس آزمایش‌های مقاومت و دوام تعیین می‌شود.

۵-۴-۲-۱-۶- تثبیت خاک با ترکیب آهک و قیر

اصولاً برای آن‌که تثبیت خاک‌های دانه‌ای با قیر به خوبی انجام شود، دانه‌های خاک بایستی عاری از خاک رس و مواد دیگری باشد که مانع چسبیدن قیر به دانه‌ها است. علاوه بر آن، دانه‌های خاک باید خشک باشند تا قیر به خوبی به آن‌ها بچسبد. هر اندازه قیر بهتر به دانه‌ها بچسبد و بیشتر پایدار باشد، استقامت و دوام مخلوط خاک با قیر بیشتر خواهد بود. یکی از راهکارهای مناسب برای آن‌که قیر بهتر به دانه‌های خاک بچسبد و از اثرات منفی رطوبت بر مخلوط قیری کاسته شود، شست و شوی مصالح سنگی با محلول دوغاب آهک حاوی ۱ درصد آهک و خشک کردن متعاقب آن است.

۵-۴-۲-۲- تجهیزات اجرا

تجهیزات اجرا برای آمیخته کردن موارد افزودنی با خاک به دو دسته ابزار اختلاط در عمق و سطحی تقسیم می‌شوند. تجهیزات اجرای عملیات تثبیت خاک در عمق، به صورت دو روش اختلاط عمقی خاک و تزریق با فشار بالا انجام می‌شود. با ماشین‌آلاتی نظیرکمپرسی، ماشین مجهز به جعبه پخش مصالح افزودنی، ماشین مجهز به سیستم هوای فشرده و همزن مکانیکی، تانکر مجهز به همزن مکانیکی جهت پخش دوغاب مصالح افزودنی، ماشین مجهز به تلمبه مدار بسته جهت پخش دوغاب مصالح افزودنی و غیره صورت می‌گیرد.

ساده‌ترین روش برای پخش، استفاده از کامیون کمپرسی است. در این روش میزان مصالح مورد نیاز با تنظیم دریچه عقب اتاقک کامیون و همچنین تنظیم سرعت حرکت ماشین کنترل می‌شود. برخی از کامیون‌ها مجهز به جعبه مخصوص

پخش آهک هستند که دوران محور پیچ‌وار درون جعبه در هنگام پخش، مانع چسبیدن دانه‌های مواد افزودنی نظیر آهک و سیمان به یکدیگر و همچنین پخش یکنواخت‌تر می‌شود.

در ماشین‌های مجهز به سیستم هوای فشرده، مقدار ماده افزودنی با تنظیم سرعت حرکت ماشین و فشار هوای پخش کن و در ماشین‌های مجهز به سیستم مکانیکی، مقدار ماده افزودنی با تنظیم سرعت دوران محور پیچ‌وار پخش‌کن و دریچه خروجی آن کنترل و پخش می‌شود.

اختلاط مصالح افزودنی با خاک با ماشین‌آلاتی نظیر شخم‌زن دیسک‌دار، مخلوط‌کن دوار و غیره انجام می‌شود.

۵-۴-۲-۳- نکات اجرایی

به‌طور کلی مراحل اجرایی عملیات تثبیت شیمیایی خاک شامل مراحل آماده کردن خاک، پخش مصالح افزودنی، اختلاط و آب‌پاشی، کوبیدن و تسطیح و عمل‌آوری مخلوط می‌باشد.

۵-۴-۲-۳-۱- عمل‌آوری

حداکثر مقاومت و دوام خاک‌های تثبیت شده با آهک بستگی به نحوه عمل آوردن آن‌ها دارد. برای عمل آوردن مصالح تثبیت شده با آهک بعد از تکمیل عملیات کوبش لایه می‌توان با پخش ۰/۵ تا ۱ لیتر قیر محلول و یا قیر امولسیون از خشک شدن آن جلوگیری نمود و یا با آب‌پاشی سطح آن را مرطوب نگه داشت.

چنانچه از روش آب‌پاشی برای عمل‌آوری خاک تثبیت شده با آهک استفاده می‌شود، لازم است که پس از آب‌پاشی با غلطک چرخ لاستیکی سبک سطح لایه ورز داده شود تا بافت سطحی آن یکنواخت باقی بماند.

برای عمل‌آوری خاک تثبیت شده با سیمان نیاز به یک دوره ۳ تا ۷ روزه می‌باشد. لذا برای جلوگیری از خشک شدن سطح لایه تثبیت شده، باید آن را مرطوب نگه داشت تا مخلوط خود را بگیرد. برای جلوگیری از تبخیر رطوبت مخلوط، معمولا از حصیر، پوشش‌های پلاستیکی، پارچه برزنت مرطوب، ماسه مرطوب و یا یک‌لایه نازک قیر محلول کندگیر یا تندگیر و یا قیر امولسیون استفاده می‌شود.

در صورت استفاده از مواد قیری به منظور عمل‌آوری مخلوط خاک و سیمان، مواد قیری باید بلافاصله بعد از عملیات کوبیدگی و یا حداکثر ۲۴ ساعت بعد از آن بر روی سطح مرطوب پخش شود. قبل از پخش مواد قیری، سطح مخلوط باید مرطوب و عاری از نقاط خشک و دانه‌های شن باشد.

در مواردی‌که از ماسه برای عمل آوردن مخلوط خاک و سیمان استفاده می‌شود، باید سطح لایه تثبیت شده قبل از اجرای لایه بعدی روی آن، از ماسه پاک شود. برای پاک کردن ماسه از سطح لایه تثبیت شده، می‌توان از جاروی مکانیکی یا هوای فشرده (کمپرسور باد) استفاده نمود.

در روش تثبیت خاک با قیر، قبل از متراکم شدن مخلوط، بایستی عمل‌آوری قیر انجام شود تا روغن‌های حلال قیرهای محلول و آب قیرآبه‌ها تبخیر شود. عمل آوردن مخلوط ، از طریق هوا دادن آن انجام می‌شود. روش هوا دادن مخلوط به این

صورت است که خاک قیر اندود شده برای مدتی به حال خود رها شده و یا به‌صورت یک یا چند ریسه در کنار زمین قرار داده می‌شود، تا این‌که نیمی از روغن‌های حلال قیر محلول تبخیر شده و درصد رطوبت آن به کمتر از ۲ درصد کاهش یابد.

۵-۴-۲-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

کنترل کیفیت خاک‌های تثبیت شده با مواد افزودنی برای به دست آوردن محصولی یکنواخت، مقاوم و با دوام ، از ارکان مهم تثبیت خاک‌ها با مواد افزودنی محسوب می‌شود.

۵-۴-۲-۴-۱- کنترل کیفیت خاک تثبیت شده با آهک

به منظور اطمینان از عملکرد خوب تثبیت خاک با آهک کنترل‌های زیر باید صورت پذیرد:

- نمونه‌برداری و آزمایش آهک طبق روش آشتو T218 .
- تعیین مقدار آهک طبق بند ۲-۶-۳-۲ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.
- بررسی میزان آهک پخش شده از طریق نمونه‌برداری طبق بند ۲-۶-۳-۳ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.
- تعیین نسبت خرد و نرم شدن مخلوط خاک و آهک طبق استاندارد BS 1924 .
- تعیین وزن مخصوص و درصد تراکم خاک مخلوط شده از روش ماسه (طبق روش آشتو)، روش بادکنک (طبق روش آشتو T205) و یا روش هسته‌ای (طبق روش آشتو T238).
- تعیین درصد رطوبت خاک مخلوط شده با استفاده از روش‌های متداول نظیر خشک کردن نمونه مصالح در گرمخانه طبق روش ASTM D2216 و یا روش هسته‌ای ASTM D3017 یا آشتو T238 .
- تشخیص لایه تثبیت شده با آهک با استفاده از ماده شیمیایی فنل فتالئین طبق بند ۲-۶-۳-۷ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.
- تعیین راندمان اختلاط برای تعیین کیفیت عمل اختلاط خاک و آهک طبق بند ۲-۶-۳-۸ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.

۵-۴-۲-۴-۲- کنترل کیفیت خاک تثبیت شده با سیمان

کنترل کیفیت خاک تثبیت شده با سیمان برای کسب اطمینان از کیفیت مطلوب مصالح و همچنین کنترل عملیات اجرایی بوده و شامل موارد زیر است:

- کنترل نوع و روش نگهداری سیمان مصرفی
- تعیین مقدار سیمان مصرفی با استفاده از صفحات فلزی یا برزنتی طبق بند ۲-۶-۳-۳ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.

- تعیین درصد رطوبت خاک تثبیت شده با سیمان طبق روش آشتو T239 یا ASTM D2216 و یا روش هسته‌ای ASTM D3017.
- بررسی کیفیت خرد و نرم شدن مخلوط از طریق آزمایش دانه‌بندی و نسبت خرد و نرم شدن مخلوط خاک و سیمان طبق بند ۴-۶-۳-۳ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.
- تعیین وزن مخصوص و درصد تراکم از روش ماسه (آشتو T191 یا ASTM D1556)، روش بادکنک (آشتو T205 یا ASTM D2167) و یا هسته‌ای (آشتو T238 یا ASTM D2922).
- تعیین یکنواختی اختلاط خاک با سیمان با استفاده از محلول فنل فتالئین طبق بند ۶-۶-۳-۳ دستورالعمل ۲۶۸ سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت کشور.

۵-۴-۳- ژئوسنتتیک‌ها

ژئوسنتتیک[۱]، محصولات مسطحی از جنس پلیمر می‌باشند که در پروژه‌های عمرانی به همراه مصالح خاکی، سنگی یا در بستر طبیعی برای بهبود ویژگی‌ها و یا عملکرد توده‌های خاکی طبیعی یا خاکریزها به کار می‌روند.

بسته به نوع کاربرد، مصالح مذکور با مشخصات هندسی و مکانیکی متنوعی ساخته می‌شوند. در این بخش به کاربرد ژئوسینتتیک در بهسازی و تسلیح سطحی خاک پرداخته می‌شود.

از ژئوسنتتیک‌ها برای افزایش ظرفیت باربری پی‌های سطحی، تسلیح خاک و خاکریزها (ژئوگرید[۲])، آب‌بندی (ژئوممبران[۳]) و زهکشی و صافی[۴] (جداکننده) بین خاک‌های ریزدانه و درشت‌دانه (ژئوتکستایل[۵]) استفاده می‌شود.

ژئوسنتتیک‌ها به‌طور کلی برای تسلیح بسترهای طبیعی و مصنوعی (خاکریزها) به کار می‌روند. ژئوسنتتیک‌ها معمولاً برای جلوگیری حرکت افقی لایه‌های بستر، کاهش نشست‌های موضعی و کاهش ضخامت لایه‌های خاکریزی به کار می‌روند. وقتی ژئوسنتتیک که دارای مقاومت و سختی کششی است به‌صورت افقی بر روی خاک بستر نرم و یا در بین لایه‌های خاکریزی شده اجرا شود، بخشی از بار قائم اعمالی برروی لایه خاک مسلح شده، با کشش افقی ژئوسنتتیک خنثی شده و درنتیجه باربری لایه‌های خاک مسلح افزایش یافته و نشست قائم آن کاهش می‌یابد.

از ژئوسنتتیک‌ها می‌توان به عنوان لایه آب‌بند (جلوگیری از نفوذ آب به محدوده‌ای خاص) و یا زهکش (هدایتگر آب در مسیری مشخص) استفاده نمود.

علاوه بر این، از ژئوسنتتیک‌ها می‌توان به‌عنوان لایه جداساز به‌منظور جلوگیری از نفوذ ذرات ریز به لایه‌های درشت دانه‌تر استفاده نمود. این مسئله مخصوصاً در لایه‌های درشت‌دانه‌ای که به منظور زهکشی اجرا می‌گردند، حائز اهمیت می‌باشد.

۱- Geosynthetics
۲- Geogrid
۳- Geomembrane
۴- Filter
۵- Geotextile

۵-۴-۳-۱- مواد و مصالح

جنس و نوع ژئوسینتتیک‌ها با توجه به کاربرد آن‌ها انتخاب می‌شوند. معمولا تولیدکننده‌های مختلف، کاتالوگ محصولات خود به‌همراه مشخصات فنی و اجرایی آن‌ها و زمینه مناسب کاربرد هر یک را در اختیار طراحان و مجریان پروژه‌ها قرار می‌دهند. محصولات ژئوسنتتیک معمولا به‌صورت رول‌هایی با عرض مشخص (حدود ۱ تا ۶ متر) تولید و عرضه می‌شوند.

متداول‌ترین ژئوسنتتیک‌های قابل کاربرد در بهسازی سطحی خاک شامل موارد زیر می‌باشد:

۵-۴-۳-۲- ژئوتکستایل

ژئوتکستایل‌ها که به دو صورت بافته‌شده (شبیه پارچه) و نبافته (شبیه نمد) تولید می‌شوند، برای تسلیح، جداسازی و زهکشی کاربرد دارند. وقتی برای تسلیح استفاده می‌شوند، مهم‌ترین مشخصه آن‌ها، مقاومت و سختی کششی این محصول می‌باشد. این لایه می‌باید به حدی قوی باشد تا بتواند تحت اثر بارهای قائم وارده بر روی لایه خاک مسلح مقاومت نموده و حتی در صورت ایجاد نشست موضعی در بخش‌هایی از بستر، دچار آسیب نگردد. در صورتی که خاک بستر مرطوب باشد این لایه همچنین باید توانایی عبور آب ورودی از سطح را داشته باشد، تا اثری بر روی سطح آب زیر زمینی ایجاد ننماید. از طرف دیگر میزان ابعاد منافذ این مصالح باید به میزانی باشد که اجازه ورود مصالح ریزدانه را به داخل لایه‌های بالاتر ندهد.

۵-۴-۳-۲-۱- ژئوگرید

ژئوگرید شبکه‌ای است ساخته شده با نوارهای مقاوم پلیمری که در دو یا سه جهت به‌هم پیوسته و مقاومت کششی ایجاد کرده‌اند. ژئوگریدها بر مبنای روش ساخت، نوع پلیمر و مشخصات شبکه آن‌ها دسته‌بندی می‌گردند. ژئوگریدها می‌توانند بافته و یا جوش شده باشند. از ژئوگریدها به‌طور گسترده در تسلیح لایه‌های خاک و خاکریزها استفاده می‌شود.

سایز شبکه ژئوگریدها به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری شده و ابعاد آن با توجه به ابعاد ذرات شن پیرامونی انتخاب می‌گردد، تا بدین وسیله میان لایه ژئوگرید و خاک اطراف قفل و بست مناسب فراهم گردد. در صورتی که ابعاد شبکه‌های ژئوگرید خیلی کوچک باشد ، به دلیل عدم ایجاد قفل و بست مناسب، ژئوگرید داخل لایه شنی به راحتی دچار لغزش می‌گردد و در صورتی که ابعاد شبکه‌ها بزرگ باشد، لایه ژئوگرید با خاک اطراف اندرکنشی نخواهد داشت.

مقاومت در برابر اشعه‌های فرابنفش خورشید ویژگی دیگر این مصالح می‌باشد تا در صورت قرارگیری این مصالح در برابر نور خوشید مقاومت آن کاهش نیابد.

دوام دراز مدت ژئوگریدها نیز به نوع پلیمر(پلی اتیلن، پلی پروپیلن و یا پلی استر) و افزودنی که به پلیمر اضافی گردیده، وابسته می‌باشد.

۵-۴-۳-۲-۲- ژئوکامپوزیت

ژئوکامپوزیت‌ها برای کاربردهای ترکیبی (مثلاً تسلیح و زهکشی، تسلیح و آب‌بندی، آب‌بندی و زهکشی، جداسازی و تسلیح و غیره) مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این رو ژئوکامپوزیت‌ها شامل ترکیب دو یا چند نوع ژئوسنتتیک می‌باشند؛ مثلاً ترکیب ژئوتکستایل بافته/نبافته، ترکیب ژئوگرید/ژئوتکستایل و غیره. در ژئوکامپوزیت علاوه بر دوام، ابعاد بازشو برای ژئوتکستایل و یا ژئوگرید و مقاومت اتصال این ترکیب‌ها به یک دیگر جهت حصول یکپارچگی، مهم است. در صورت عدم یکپارچگی ژئوکامپوزیت‌ها، یک‌لایه می‌تواند بر روی لایه دیگر این ژئوسنتتیک بلغزد و منجر به آسیب‌دیدگی و اختلال در عملکرد آن شود.

۵-۴-۳-۲-۳- مصالح خاکریزی

برای تسلیح خاک با ژئوسنتتیک‌ها نیاز به اجرای لایه/لایه‌های خاکریزی و مصالح متناسب ژئوسنتتیک به‌صورت متناوب و لایه به لایه می‌باشد. مصالح خاکریزی در این شرایط بایستی منطبق بر موارد ارائه شده در بخش ۵-۲-۲ (عملیات خاکی) باشند.

۵-۴-۳-۳- روش اجرا و نکات اجرایی

اجرای ژئوسنتتیک‌ها دارای مراحل زیر می‌باشد:

مرحله اول: آماده سازی سطحی که قرار است بر روی آن ژئوسنتتیک نصب گردد:

- برداشت خاک‌های سطحی نامناسب در صورت نیاز
- در حین آماده سازی بستر باید دست خوردگی خاک سطحی به کمترین میزان ممکن محدود گردد. تنها تجهیزاتی که منجر به ایجاد نشست محدود در بستر می‌گردد باید مورد استفاده قرار گیرد.

مرحله دوم: ژئوسنتتیک‌ها باید در موقعیت مورد نیاز باز شوند. از کشیدن این مصالح بر روی زمین باید اجتناب کرد.

- ژئوسنتتیک‌ها باید به‌صورت صاف و بدون چروک بر روی زمین پهن گردند. در صورت نیاز می‌توان از سنجاق، میخ‌ها و بست‌هایی مخصوص برای جلوگیری از چین‌خوردگی آن‌ها استفاده کرد.
- ژئوسنتتیک‌ها باید عاری از هرگونه آسیب و خرابی بوده و در صورت وجود هرگونه ایراد می‌باید نسبت به اصلاح یا تعویض آن اقدام لازم شود.
- برای اتصال، ژئوسنتتیک‌ها باید حداقل ۳۰ سانتیمتر هم‌پوشانی داشته باشند.
- تجهیزات و ماشین‌آلات اجازه عبور از روی ژئوسنتتیک‌ها را تا پیش از اجرای اولین لایه مصالح خاکریزی برروی آن‌ها ندارند.

مرحله سوم: در اجرای ژئوسنتتیک‌ها برای تسلیح خاک در مرحله سوم، نکات زیر باید رعایت شوند:

- خاکریزی باید بر روی مصالح دانه‌ای که از قبل بر روی ژئوسنتتیک‌ها اجرا گردیده، انجام شود.

- در صورتی که در حین خاکریزی و کوبش، نشست موضعی با عمقی بیش از ۷/۵ سانتیمتر در بستر ایجاد گردد، لازم است ضخامت لایه خاکریزی مرحله‌ای افزایش یافته یا وزن ماشین‌آلات مورد استفاده کاهش یابد.
- بر روی اولین خاکریزی روی بسترهای نرم نباید از غلطک‌های ویبره‌ای برای متراکم سازی استفاده نمود.
- هرگونه نشست موضعی می‌باید با مصالح دانه‌ای مناسب پر گردد.
- مشخصات مصالح خاکریزی برای بهسازی سطحی خاک با ژئوسنتتیک بایستی منطبق بر موارد ارایه شده در بخش عملیات خاکی ۵-۲-۲ باشد. استفاده از خاک محل با مشخصات متفاوت با مشخصات خاکریز ارایه شده در بخش عملیات خاکی ۵-۲-۲ صرفا با تایید مهندس طراح مجاز می‌باشد.
- در یک بخش محدود از پروژه، خاک ریخته شده بر روی ژئوسینتتیک باید برداشته و بررسی گردد که ژئوسنتتیک به علت اجرای نامناسب دچار آسیب نگردیده باشد. در صورت ایجاد هرگونه آسیب، پیمانکار موظف است روش اجرایی خود را تغییر داده و به تایید دستگاه نظارت برساند. همچنین پیمانکار باید آسیب‌های ایجاد شده در لایه‌های مذکور را با اجرای لایه ژئوسنتتیک جدید یا با استفاده از وصله، اصلاح نماید. وصله‌ها باید حداقل ۴۵ سانتیمتر بیش از بخش آسیب دیده ادامه یابند.

۵-۴-۳-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

مصالح ژئوسنتتیک مورد استفاده باید دارای برگه کنترل کیفی کارخانه (شامل نوع آزمایش‌ها و تاریخ انجام آن‌ها توسط تولید کننده) باشد. در غیر این صورت لازم است حداقل آزمایش تعیین مقاومت و سختی کششی بر روی هر سری مصالح ورودی به کارگاه انجام شود. آزمایش های دیگر می‌توانند بسته به شرایط و معیارهای طراحی، توسط مهندس طراح یا ناظر تعیین گردند.

جهت کنترل کیفیت اجرای بهسازی باید به عواملی که بر روی دوام ژئوسنتتیک‌ها اثر می گذارند از جمله کیفیت بستر، نحوه ریختن مصالح خاکریزی بر روی ژئوسنتتیک‌ها، ضخامت لایه‌های خاکریزی، عملکرد ماشین‌آلات، توجه کرد. اصلی‌ترین ملاحظه کنترل کیفیت شامل رطوبت، دانسیته یا سختی و ضخامت لایه‌های خاکریز اجرا شده بر روی ژئوسنتتیک‌ها می‌باشد. حرکت ماشین‌آلات در ساختگاه باید مورد بررسی شده و نشست موضعی ناشی از حرکت ماشین‌آلات تا میزان قابل تحمل برای ژئوسنتتیک‌ها محدود گردد. در اولین مرحله اجرای خاکریزی بر روی ژئوسنتتیک، باید مصالح ریخته شده در ناحیه محدودی در حدود ۰/۵ مترمربع برداشت و از سالم بودن ژئوسنتتیک به علت روش اجرای مورد استفاده، اطمینان حاصل گردد. در صورتی که ژئوسنتتیک در این بخش و یا سایر نقاط آسیب دیده باشد، باید نواحی آسیب دیده تعمیر یا با استفاده از وصله اصلاح گردد.

۵-۴-۴- بهسازی ستونی، اختلاط (خاک-سیمان) در عمق

ستون‌های خاک سیمانی عمدتا از اختلاط خاک برجا با سیمان پرتلند (یا بعضا مواد سیمانی چسباننده دیگر نظیر آهک، خاکستر آتشفشانی، سرباره و غیره) ساخته می‌شوند تا مشخصات خاک برجا را بهبود بخشند. توده خاک بهسازی شده با این روش، مقاومت بیشتر، تغییر شکل‌پذیری کمتر و نفوذپذیری کمتر نسبت به خاک برجا، خواهد داشت.

ستون‌های خاک سیمان می‌توانند به‌صورت تک، گروهی (در یک شبکه منظم)، با همپوشانی دیواره‌ای یا بلوکی اجرا گردند. این ستون‌ها با رویکردهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند:

الف- جزء باربر: معمولا در زیر پی‌های منفرد، نواری یا گسترده، هر ستون خاک سیمانی به عنوان پی عمیق جایگزین شمع یا ریز شمع گردیده و سهم بار وارد به خود را در حالت شناور یا متکی به نوک به لایه‌های زیرین منتقل می‌نماید.

ب- روش بهسازی خاک: در این حالت در زیر پی‌های گسترده و یا محدوده‌های وسیع بارگذاری، ستون‌ها در یک چیدمان شبکه‌ای انبوهی (معمولا) منظم در زمین مسئله‌دار اجرا می‌گردند تا با تسلیح زمین و ایجاد ساختار مرکب، باعث بهبود مشخصات میانگین زمین جهت افزایش ظرفیت باربری، کاهش نشست یا مقابله با روانگرایی و غیره گردند. در صورت استفاده از ستون‌های اختلاط در عمق برای مقابله با روانگرایی، ستون‌ها باید به‌صورت دیواره‌های تشکیل دهنده شبکه متقاطع اجرا شوند.

ج- دیوار حائل آب بند: چنانچه این ستون‌های به صورت به هم پیوسته و مانند یک دیواره اجرا گردند، جهت کنترل فشار جانبی خاک و به‌عنوان دیوار حائل نیز کاربرد دارند. در چنین شرایطی معمولا با توجه به عمق دیواره یا ترانشه، ستون‌های خاک سیمانی باید با پروفیل‌های فولادی مناسب و در نظرگیری عمق مدفون (ریشه) متناسب تسلیح گردند. گاهی اوقات برای مهار فشار جانبی خاک، تلفیق دیواره خاک سیمانی با تیرهای سراسری افقی و دوخت به پشت با سیستم مهار از داخل نیز ضروری است. در صورت وجود آب زیرزمینی از این نوع دیوارها می‌توان عملکرد آب‌بندی را نیز انتظار داشت.

روش‌های مختلف اختلاط به شرح زیر است:

الف- **روش تر:** در این روش، دوغاب سیمان با ترکیب آب و سیمان ساخته شده و برای اختلاط با خاک داخل زمین وارد می‌گردد.

ب- روش خشک: در این روش سیمان به روش پنوماتیکی و با استفاده از کمپرسور هوا به داخل زمین اشباع وارد گردیده و عمل اختلاط سیمان با آب و خاک برجا در داخل زمین انجام می‌شود.

انجام روش اختلاط در عمق برای بهسازی خاک‌های رسی خیلی نرم تا نیمه سفت، ماسه‌های خیلی سست تا نیمه متراکم، و خاک نباتی امکان‌پذیر است. هرچند که معمولاً لایه‌های رسی سخت و ماسه‌های متراکم نیازمند بهسازی نیستند ولی چنانچه لازم گردد صرفا با تجهیزات سنگین و توان بالا امکان نفوذ به آنها وجود دارد. در شن‌های متراکم، قلوه سنگ

و تخته سنگ، نفوذ غیر ممکن بوده و یا بسیار سخت می‌باشد و نیاز به عملیاتی نظیر پیش‌حفاری دارد که باعث افزایش هزینه‌های اجرایی می‌شود.

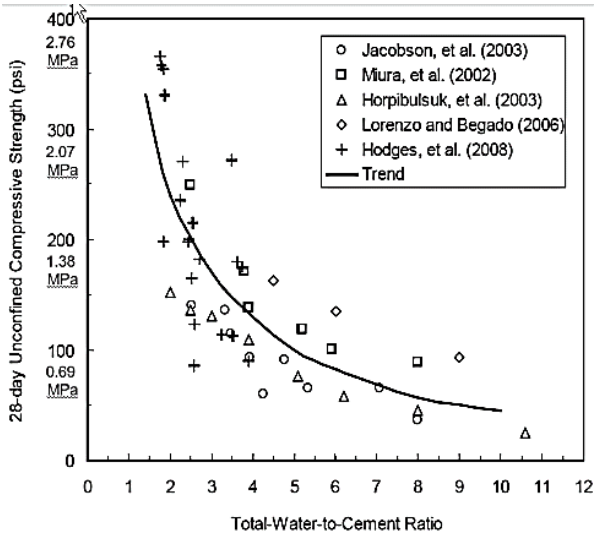
۵-۴-۴-۱- مواد و مصالح

رایج‌ترین مصالح اختلاط در ایران، سیمان پرتلند می‌باشد که هم در روش تر و هم در روش خشک استفاده می‌شود. در صورت استفاده از آهک و یا ترکیب آهک و سیمان باید کاربرد روش خشک مد نظر قرار گیرد. آب مورد استفاده در ساخت دوغاب، عموما دارای مشخصات آب آشامیدنی می‌باشد.

نگهداری سیمان فله فقط در سیلو مجاز است. هنگام تغییر نوع سیمان، سیلوها باید کاملاً تمیز شوند. نگهداری و ذخیره سیمان در نقاطی که رطوبت نسبی هوا از ۱۰درصد بیشتر باشد ، نباید در کیسه بیش از ۶ هفته و در سیلوهای مناسب از ۳ ماه تجاوز کند. در صورت تجاوز از مهلت‌های یاد شده، سیمان باید قبل از مصرف آزمایش شود.

نسبت آب به سیمان دوغاب سیمان در طرح اختلاط باید با توجه به درصد رطوبت خاک برجا تعیین گردد. به عنوان یک اصل کلی، هرچه نسبت آب به سیمان در محصول نهایی بیشتر باشد، مقاومت مشخصه خاک سیمان کمتر خواهد بود. لذا در تعیین نسبت آب به سیمان دوغاب، مراتب فوق باید مدنظر قرار گیرد. در خاک‌های رسی با خاصیت خمیری بالا و رطوبت کم به دلیل اینکه عملیات اختلاط و دستیابی به مخلوط همگن بسیار مشکل است، انجام یک یا چند مرحله اختلاط با آب توصیه می‌شود. در این شرایط اگر چه میزان آب مورد استفاده در مخلوط افزایش می‌یابد، لیکن به دلیل افزایش بازدهی اختلاط ، مشخصات مخلوط نهایی بهبود می‌یابد. به‌طور کلی تاثیر نسبت آب به سیمان بر مقاومت ۲۸ روزه مخلوط خاک سیمان مطابق شکل ۵-۹ است.

شرایط شیمیایی مطلوب خاک برای انجام عملیات اختلاط در عمق به شرح جدول ۵-۷ می‌باشد.



شکل ۵-۹- تاثیر نسبت آب به سیمان بر مقاومت ۲۸ روزه مخلوط خاک-سیمان

جدول ۵-۷- عوامل مطلوب شیمیایی خاک

ویژگی	شرایط شیمیایی مطلوب خاک
pH	باید بیشتر از ۵ باشد
(Wc) مقدار آب طبیعی	باید کمتر از ۲۰۰ درصد باشد
مقدار مواد آلی	باید کمتر از ۶ درصد باشد (روش تر)
کاهش در اشتعال	باید کمتر از ۱۰ درصد باشد
مقدار گیاخاک	باید کمتر از ۸٪ درصد باشد
رسانایی	باید بزرگتر از ۰/۴ mS/cm باشد

۵-۴-۴-۲- تجهیزات اجرا

ابزار اختلاط عبارت است از محور قائم دوار که در نوک آن تیغه‌های اختلاط قرار دارد. این ابزار متکی بر روی یک دکل می‌باشد که می‌تواند به دستگاه حفاری مربوط باشد یا توسط جرثقیل روی زمین مستقر شود. ابزار اختلاط با استفاده از مدار هیدرولیک ماشین حفاری، جرثقیل یا پاورپک جداگانه بر روی دکل و با سرعت معین به بالا و پایین حرکت می‌نماید. تعداد محور (شفت) های اختلاط می‌تواند تک یا متعدد باشد. محل خروج دوغاب می‌تواند در انتهای شفت یا بر روی قسمت‌های میانی شفت باشد. فشار دوغاب خروجی می‌تواند کم، متوسط و یا زیاد باشد.

۵-۴-۴-۳- نکات اجرایی

جهت تجهیز کارگاه در این روش، نیاز به فضای کافی برای نصب سیلو، واحد ساخت دوغاب و نگهداری آن و استقرار پمپ تزریق دوغاب می‌باشد. همچنین زمین انجام پروژه بایستی به‌حدی بزرگ باشد که امکان مانور ماشین‌آلات سنگین و جابه‌جایی آن‌ها، چرخش و درنهایت استقرار آن‌ها و اجرای ستون‌ها طبق نقشه وجود داشته باشد. این مشخصه خصوصاً باید در رابطه با ستون‌های واقع در مرز زمین، کنج‌ها و در مجاورت ساختمان‌های همسایه مد نظر قرار گیرد. همچنین معمولاً همراه با هر ست تجهیزات اختلاط در عمق، یک دستگاه بیل مکانیکی لازم است تا جابه‌جایی و نصب پلتفرم، برداشت و بارگیری اسپویل مجموعه را پشتیبانی نماید.

در صورتی که لایه‌های سطحی زمین به قدری نرم باشند که تاب باربری تجهیزات اجرایی را نداشته باشند، باید یک پد اجرایی مقاوم با استفاده از یک‌لایه خاکریز مخلوط و یا با استفاده از صفحات بتنی، فولادی و یا قطعات چوبی جهت استقرار تجهیزات اختلاط ایجاد گردد.

بالا بودن سطح آب زیرزمینی مشکلی برای اجرا ایجاد نمی‌کند، به شرط آنکه زهکشی مناسب در تراز پلتفرم اجرایی انجام پذیرد و پایداری سطح زمین را به مخاطره نیندازد.

در صورت وجود عوارض زیرسطحی معارض نظیر شریان‌های حیاتی و غیره، تداخل ستون‌های اختلاط در عمق با این عوارض باید مدنظر قرار گیرد. یا باید ستون‌ها جابه‌جا شوند یا تأسیسات زیرسطحی به جای دیگر منتقل گردند. در صورتی که موارد فوق امکان‌پذیر نباشد، می‌توان از ستون جت گروتینگ که به دلیل قطر حفاری کوچکتر تداخل کمتری با عوارض زیرسطحی دارد، استفاده نمود.

تزریق دوغاب سیمان هم می‌تواند در موقع پایین رفتن محور و هم در موقع بالا آمدن انجام پذیرد. اگر عملیات اختلاط در هر دو مرحله (پایین رفتن و بالا آمدن) انجام پذیرد، کیفیت اختلاط بهتر خواهد بود. به‌طور کلی، در ۱/۵ الی ۳ متری انتهای ستون، لازم است زمان اختلاط یا بالا و پایین بردن تیغه‌ها به‌صورت مضاعف انجام شود تا اطمینان کامل از اختلاط مناسب خاک و سیمان در انتهای ستون حاصل گردد. در صورت وجود خاک‌های چسبنده که اختلاط مناسب خاک و سیمان را دشوار می‌نماید، جهت حصول ستون یکپارچه و همگن گاهی اوقات لازم است بالا و پایین رفتن محور هم‌زمان با تزریق دوغاب در بیش از یک‌دفعه انجام پذیرد تا عدد معرف BRN (تعداد دوران تیغه در واحد طول ستون) به مقادیر مورد نیاز برسد. تعریف عدد دوران تیغه‌ها به شرح ذیل است:

$$BRN = \sum M\left(\frac{N_P}{V_P} + \frac{N_W}{V_W}\right)$$

که در آن، M مجموع تعداد تیغه‌های اختلاط، Np و Nw به ترتیب تعداد دوران هنگام پایین رفتن (penetration) و بالا آمدن (withdrawal) برحسب دور در دقیقه و Vp و Vw به ترتیب سرعت‌پایین رفتن و بالا آمدن تیغه‌ها برحسب متر بر دقیقه می‌باشد.

به‌طور کلی در روش‌های اجرایی رایج، سرعت پایین رفتن تیغه‌ها حدود ۱ تا ۲ متر در دقیقه و سرعت بالا آمدن مساوی یا کمتر از ۱ متر در دقیقه می‌باشد. سرعت دوران تیغه‌ها، هنگام پایین رفتن در حدود ۲۰ تا ۴۰ دور در دقیقه و هنگام بالا آمدن حدود ۴۰ تا ۸۰ دور در دقیقه می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به تجهیزات پیمانکار و دبی دوغاب و عیار اختلاط سیمان، سرعت‌های یاد شده می‌تواند تغییر نماید. عدد دوران تیغه می‌تواند بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ در نظر گرفته شود. بسته به جنس خاک و تجهیزات پیمانکار تمام پارامترهای اجرایی فوق باید جهت دستیابی به اختلاط همگن و مناسب در یک اجرای آزمایشی ارزیابی و تنظیم گردد.

۵-۴-۴-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

۵-۴-۴-۴-۱- اجرای ستون‌های آزمایشی

به‌طور کلی لازم است جهت ارزیابی کارآیی روش اختلاط در عمق، با مشخصات فنی ارائه شده توسط مشاور، با تجهیزات پیمانکار در خاک ساختگاه، تعدادی ستون اختلاط در عمق آزمایشی، در ابتدای پروژه با مشخصات اجرایی مختلف (نظیر عیارهای مختلف سیمان تزریقی در واحد حجم ستون، سرعت و تعداد بالا و پایین رفتن تیغه‌ها و تعداد دوران تیغه در واحد طول ستون و غیره) اجرا شوند ، تا مشخصات محصول نهایی حاصل با مشخصات فنی طراحی مقایسه و روش و مشخصات اجرایی بهینه انتخاب گردد. بدیهی است اجرای ستون‌های آزمایشی اولیه و انتخاب مشخصات فنی اجرا، نیاز به انجام آزمایش‌های تاییدی حین اجرا بر روی ستون‌های اصلی را برطرف نمی‌کند و برنامه کنترل کیفی باید طبق ضوابط موجود انجام پذیرد.

حتی اگر مشاور یا طراح در مقیاس آزمایشگاهی طرح اختلاطی را مورد آزمایش قرارداده و توصیه نموده باشد، باز هم لازم است، در ابتدای پروژه، ستون‌های آزمایشی با ابزار اختصاصی پیمانکار اجرا شود و مورد آزمایش قرار گیرد تا از حصول مشخصات فنی، اطمینان حاصل شود.

۵-۴-۴-۴-۲- آزمایش‌های دوغاب

لازم است در هر شیفت و از هر ظرفیت دوغاب ساخته شده، ۲ بار آزمون وزن مخصوص مطابق ASTM D4380 انجام پذیرد. تفاوت وزن مخصوص دوغاب با مشخصات فنی نباید بیش از ۳ درصد باشد. سایر آزمایش‌ها نظیر آزمایش تعیین ویسکوزیته یا قیف مارش یا آزمایش تعیین آب‌اندازی[۱] بایستی طبق مشخصات ارائه شده در بخش زهکشی و آب بندی انجام پذیرد.

۵-۴-۴-۴-۳- تعیین مقاومت و همگنی اختلاط با انجام مغزه‌گیری

در پروژه‌های معمولی و بزرگ حداقل ۳ درصد ستون‌های اصلی باید مغزه‌گیری شوند. از ستون‌های آزمایشی برای هر ترکیب دوغاب باید یک مغزه گرفته شود. در پروژه‌های کوچک‌تر، حساس‌تر و در ساختگاه‌های بحرانی ۴ درصد ستون‌ها و در پروژه‌های بزرگ‌تر و غیر پیچیده و غیر بحرانی (نظیر احداث خاکریز وسیع در ساختگاهی با پروفیل ژئوتکنیکی یکنواخت و غیربحرانی) این مقدار می‌تواند به ۲ درصد کاهش یابد.

از هر ستون مغزه‌گیری شده در تمام طول، تعداد حداقل ۵ نمونه باید مورد آزمایش تک محوری مطابق ASTM D2166 قرار گیرد. نسبت طول به قطر نمونه‌ها باید ۲ باشد.

مغزه‌گیری باید از بالا تا پایین ستون انجام شود و هر گام[۲] مغزه‌گیری بین ۱ تا ۱/۵ متر باشد. حداقل قطر مغزه ۶۴ mm است. مغزه باید از فاصله‌ای برابر یک چهارم قطر ستون از مرکز آن گرفته شود. در هنگام مغزه‌گیری باید دقت شود مغزه‌گیر از داخل ستون به سمت خاک اطراف منحرف نگردد و کل عملیات مغزه گیری در داخل جسم ستون انجام پذیرد.

جهت تعیین مقاومت ۲۸ روزه خاک سیمان، عملیات مغزه‌گیری باید بین ۲۰ تا ۲۶ روز پس از اجرای ستون انجام پذیرد. در صورت مغزه‌گیری پیش از این موعد، احتمال کاهش درصد بازیافتی مغزه و آسیب دیدگی مغزه‌ها افزایش می‌یابد.

در صورت مغزه‌گیری کوچک‌تر از ۶۴ میلی‌متر، احتمال آسیب دیدگی مغزه‌ها زیاد است.

به‌طور کلی عملیات مغزه‌گیری و کارسازی‌های پس از آن، باعث صدمه دیدن مغزه و کاهش مقاومت اندازه‌گیری شده نسبت به خاک سیمان برجا می‌شود. در صورت وجود شن یا قلوه، امکان دارد مغزه‌ها شکسته و درصد مغزه بازیافتی کاهش یابد.

گمانه‌های به‌جا مانده باید با دوغابی که مقاومت بیشتری از خاک بهسازی شده دارد، پر شوند.

۱- Bleeding

۲- Run

پس از نمونه‌گیری، نمونه‌ها جهت حفظ رطوبت بایستی با پلاستیک دورپیچ شوند و در اتاقی مرطوب طبق ASTM C199 نگهداری گردند.

حداقل ۸۰ درصد مغزه‌های به دست آمده از هر ستون باید مقاومت تک محوری مساوی یا بیشتر از مقاومت مندرج در مشخصات فنی و طراحی را داشته باشند. حداقل ۹۰ درصد کل نمونه‌های اخذ شده در یک پروژه نیز باید مقاومتی مساوی یا بیشتر از مقاومت مندرج در مشخصات فنی و طراحی را داشته باشند.

ستون‌های مورد آزمایش بایستی در تمام طول، مغزه‌گیری شوند تا از همگنی اختلاط اطمینان حاصل شود. درصد مغزه خاک سیمان بازیافتی [۱] به عنوان معیاری جهت ارزیابی کیفیت اختلاط ملاک عمل قرار می‌گیرد.

درصد مغزه بازیافتی از نمونه‌های با اختلاط مناسب در هر گام حفاری بایستی حداقل ۸۰ درصد باشد و قسمت‌های بازیافت نشده در حین حفاری یا بازیافت شده ولیکن بدون اختلاط یا دارای اختلاط نامناسب بایستی از محاسبه در بخش بازیافتی حذف گردند. علاوه بر حداقل ۸۰ درصد مغزه بازیافتی در هر گام حفاری ۱ تا ۳ متری، دستیابی به مجموع ۹۰ درصد مغزه بازیافتی در کل طول مغزه‌گیری ممتد از یک ستون ضروری است. در بعضی پروژه‌ها دستیابی به RQD بین ۵۰ تا ۷۰ نیز علاوه بر معیار درصد بازیافتی مغزه ضروری است. مجموع طول بخشی که در کل محدوده قطر مغزه مخلوط نشده یا دارای اختلاط ضعیف است، نباید بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ درصد گام مغزه‌گیری باشد.

۵-۴-۴-۴-۴- نمونه‌گیری توده‌ای‌تر

در شرایطی که خاک حاوی شن درشت دانه یا قلوه‌سنگ باشد به‌گونه‌ای که در اثر تماس سرمته با بخش درشت‌دانه، امکان مغزه‌گیری مناسب وجود نداشته و مغزه آسیب ببیند، نمونه‌گیری تر جعبه‌ای (مونولیتی) با تایید مشاور/نماینده کارفرما می‌تواند جایگزین گردد. در این روش از عمق‌های مختلف ستون بلافاصله پس از اجرای آن توسط لوله یا جعبه مخصوص نمونه‌گیری انجام می‌شود. از هر سری نمونه‌گیری تر ۸ نمونه استاندارد استوانه‌ای به قطر ۷۶ و طول ۱۵۲ میلی‌متر برای انجام آزمایش تک محوری ساخته شده و تا زمان آزمایش در رطوبت ۱۰۰درصد و دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه نگهداری می‌شود. نمونه باید به نحوی بسته‌بندی شود که رطوبت داخل آن حفظ شود. نمونه‌ها در سن‌های ۳، ۷، ۲۸ و ۵۶ روز آزمایش می‌شوند. به‌طور کلی با توجه به ماهیت نمونه‌گیری توده‌ای‌تر، جریان دوغاب به داخل نمونه‌گیر راحت‌تر و بیشتر از خاک سیمان به داخل نمونه‌گیر بوده و همچنین شرایط نگهداری نمونه نیز با واقعیت تفاوت دارد، لذا نمونه‌های تر به‌عنوان نماینده مناسبی از خاک سیمان اجرا شده نبوده و مقاومت آن‌ها نبایستی به عنوان معیار پذیرش مقاومت خاک سیمان برجا تلقی شود. بلکه نتایج حاصل از نمونه‌های تر صرفاً باید به عنوان شاهدی جهت تعیین کیفیت، مورد استفاده قرار بگیرد.

پیش از صدور مجوز نمونه‌گیری توده‌ای‌تر، تمامی تلاش‌های ممکن با استفاده از روش‌های معمول جهت مغزه‌گیری ممتد باید صورت پذیرد. بعضی روش‌های خاص جهت ایجاد امکان مغزه‌گیری در چنین شرایطی، استفاده از مغزه‌گیر سه جداره یا سیستم وایرلاین می‌باشد.

۱- soil-cement core recovery

از هر طرح اختلاط باید حداقل ۳ نمونه اخذ و آزمایش شوند. هر دو روز یک بار یا از هر ۱۵۰۰ مترمکعب خاک سیمان (هر کدام که بیشتر باشد) باید حداقل یک نمونه‌تر اخذ گردد.

نمونه‌های توده‌ای‌تر می‌توانند برای ارزیابی سریع مقاومت و روند افزایش آن در طول زمان مورد استفاده قرار گیرند. لیکن باید توجه نمود معیار پذیرش مقاومت خاک سیمان، مغزه‌گیری کامل از ستون و انجام آزمایش تک‌محوری بر روی نمونه‌های اخذ شده است.

۵-۴-۴-۴-۵- کنترل‌های حین اجرا

برای هر ستون ساخته شده، باید نام ستون، موقعیت، رقوم بالا و پایین ستون، زمان شروع ساخت و خاتمه آن، تغییر لایه‌های خاک با عمق، دبی دوغاب و یا حجم سیمان مصرفی در واحد طول، سرعت پایین رفتن یا بالا آمدن و سرعت دوران محور اختلاط و توقف در انتهای ستون در گزارش‌های اجرایی برای اجرای هر متر طول ستون درج شود.

حفاظت از ستون خاک سیمانی اختلاط در عمق در دوره عمل‌آوری ضروری است. جلوگیری از وارد آمدن آسیب به سرستون، در هنگام برش طول اضافه بالای آن در هنگام تراز کردن سرستون‌ها و همچنین حفاظت از سرستون‌های دارای رخنمون سطحی بایستی مورد توجه قرار گیرد.

۵-۴-۴-۴-۶- آزمایش نفوذپذیری

آزمایش نفوذپذیری می‌تواند بر روی نمونه‌های ۷روزه یا ۲۸ روزه و بر اساس ASTM D5084 انجام پذیرد.

تخمینی از مشخصه‌های رفتاری و مقاومتی خاک بهسازی شده به روش اختلاط در عمق در جدول ۳-۸ ارائه شده است.

جدول ۵-۸- مشخصه‌های رفتاری و مقاومت خاک بهسازی شده به روش اختلاط در عمق

پارامتر	مقادیر مورد انتظار / نسبت یا رابطه
مقاومت تک محوره (UCS) – نرخ افزایش مقاومت	محاسبه مقاومت ۲۸ روزه بر اساس مقاومت ۴ روزه: UCS= ۰,۲ × مقاومت ۴ روزه محاسبه مقاومت ۲۸ روزه براساس مقاومت ۷ روزه (خاک های سیلتی و رسی): UCS= ۱,۴-۱,۵ ×مقاومت ۷ روزه محاسبه مقاومت ۲۸ روزه بر اساس مقاومت ۷ روزه(خاک های ماسه‌ای): UCS= ۱,۵-۲ ×مقاومت ۷ روزه محاسبه مقاومت ۵۶ روزه بر اساس مقاومت ۲۸ روزه(خاک های سیلتی و رسی): UCS= ۱,۴-۱,۵ ×مقاومت ۲۸ روزه افزایش مقاومت نمونه ها در بلند مدت مورد انتظار می‌باشد.
مقاومت تک محوره (UCS) - ضریب تغییرات (COV)	۰,۲-۰,۶ (معمولا ۰,۳۵ -۰,۵) مقدار این ضریب در نمونه های ساخته شده در آزمایشگاه کمتر از نمونه های اخذ شده در محیط پروژه می باشد.
مقاومت تک محوره (UCS) - نسبت مقاومت نسبی: نسبت مقاومت نمونه های کرگیری شده نسبت به نمونه های ساخته شده در آزمایشگاه نسبت مقاومت نمونه های مغزه گیری شده نسبت به نمونه های WET GRAB SAMPLE	۰,۵-۱ (مقدار این پارامتر برای خاک‌های رسی کمتر و برای خاک های ماسه‌ای بیشتر می باشد) ۱-۱,۵

مقاومت برشی (بدون اعمال تنش قائم)	برای نمونه‌های دارای UCS<۱MPa × UCS۰,۵-۰,۴ برای نمونه‌های دارای ۱<UCS<۴ MPa × UCS۰,۳۵-۰,۳ برای نمونه‌های دارای UCS>۴ MPa × UCS۰,۲
مقاومت کششی	× UCS۰,۱۵-۰,۰۸ از درنظرگیری مقادیر بیش از ۲۰۰ کیلوپاسکال خودداری گردد.
مدول سکانتی در کرنش ۵۰٪ کرنش گسیختگی (E_{50})	برای نمونه‌های دارای UCS<۲MPa ۳۰۰-۵۰× UCS برای نمونه‌های دارای UCS>۲ MPa ۱۰۰۰-۳۰۰× UCS با افزایش مقاومت این نسبت افزایش می یابد

۵-۴-۴-۴-۷- رواداری‌های مجاز

رواداری انحراف از قائم ستون‌های اختلاط در عمق، ۱ درصد می‌باشد. رواداری جانمایی محور ستون‌ها در پلان، ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

در دیواره‌های متشکل از ستون‌های به‌هم پیوسته که عملکرد برشی دارند، تداخل هر ستون با هر یک از ستون‌های مجاور به میزان ۲۰ درصد سطح مقطع ستون الزامی است.

سرستون‌ها باید حداقل تا تراز مشخص شده در نقشه‌ها یا بالاتر اجرا شوند. انتهای (نوک) ستون باید حداقل تا رقوم مشخص شده در نقشه‌ها یا با نظر مشاور تا رسیدن به لایه باربر و نفوذ در آن ادامه یابد.

۵-۴-۵- تزریق فشار بالا[۱] (جت گروتینگ)

محصول نهایی در روش جت گروتینگ، ستون خاک سیمانی حاصل از اختلاط دوغاب سیمان با خاک برجا بوده و بسیار مشابه ستون‌های اختلاط در عمق خاک می‌باشد. تنها تفاوت در شیوه اجراست که در روش اختلاط در عمق، مخلوط شدن خاک و دوغاب با استفاده از ابزار مکانیکی (نظیر تیغه یا اوگر) اجرا می‌شود، لیکن در روش جت گروتینگ، اختلاط از طریق نفوذ سیال تحت فشار انجام می‌شود. بنابراین بجز برخی کاربردها و جزئیات اجرایی، بسیاری از مشخصات فنی، رفتاری، مقاومتی و کنترل کیفی مصالح و اجرا و رواداری‌ها، مشابه روش اختلاط در عمق بوده و باید مورد توجه قرار گیرد. لذا از تکرار آن در این بخش خودداری و صرفاً به ارائه بخش‌های اختصاصی اکتفا می‌گردد.

در روش جت گروتینگ از جریان فشار بالا و پرسرعت سیال (آب یا هوا یا دوغاب) جهت تخریب ساختار خاک، تخلیه بخشی از خاک برجا و اختلاط برجای خاک باقیمانده یا جایگزینی با دوغاب سیمان استفاده می‌شود. عوامل مختلفی نظیر استفاده از تجهیزات پیشرفته، دانش فنی بالا و کاربردهای موفق باعث شده است که تزریق به روش جت گروتینگ به عنوان روشی کارآمد برای استفاده در تقریباً هر نوع خاک از شن و ماسه گرفته تا رس‌های بسیار حساس شناخته شود.

۱- Jet grouting

در این روش ستون‌های خاک سیمانی با تزریق دوغاب‌های پایه سیمانی پرفشار از انتهای راد حفاری (نزدیک سرمته) ساخته می‌شوند. نازل‌های خروج سیال پر فشار (جت) بر روی قطعه‌ای به نام مونیتور در بالای سرمته حفاری قرار می‌گیرند. با دوران آرام مونیتور و بالا آمدن آن با سرعت مناسب، ستون‌های (شبه) استوانه‌ای در اثر دوران و بالا آمدن جت و تخریب خاک و اختلاط و جایگزینی با دوغاب تشکیل می‌گردد.

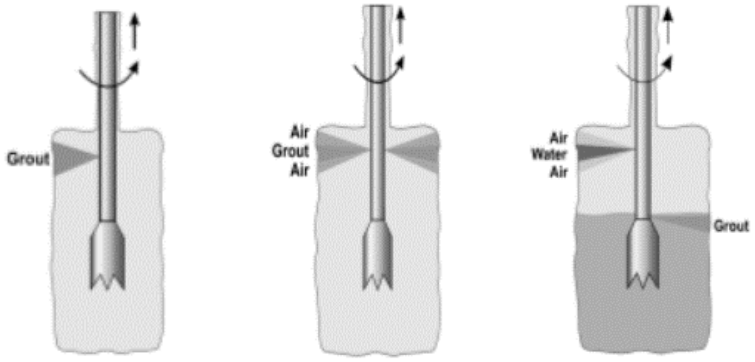
تک‌سیاله: دوغاب تحت فشار بالا

دوسیاله: دوغاب تحت فشار بالا در مخروط پوششی هوای تحت فشار به خاک تزریق می‌شود. در این روش قطر نمونه از تک‌سیاله و میزان جایگزینی دوغاب بیشتر است و مقاومت کمتر از سیستم سه‌سیاله می‌باشد.

سه‌سیاله: آب تحت فشار در مخروطی پوششی هوای تحت فشار در بالای نازل دوغاب باعث تخریب ساختار خاک می‌شود و دوغاب کم فشار از نازل پایینی در ساختار خاک به‌هم خورده جایگزین می‌گردد.

بسته به اینکه سیال تحت فشار آب، هوا یا سیمان باشد، سه روش جت گروتینگ مطابق شکل ۵-۱۰ تعریف شده است.

محدوده تغییرات پارامترهای اجرایی در روش‌های مختلف جت گروتینگ به شرح جدول ۵-۹ می‌باشد.



شکل ۵–۱۰- روش‌های تزریق قشار بالا (جت گروتینگ)

جدول ۵-۹- محدوده تغییرات پارامترهای اجرایی در روش‌های مختلف جت گروتینگ

پارامتر مورد بررسی	نماد	واحد	سیستم		
			تک سیاله	دو سیاله	سه سیاله
گام باربرداری	Δs	mm	۵۰-۴۰	۸۰-۴۰	۱۰۰-۴۰
میانگین سرعت باربرداری	v_r	mm/s	۱۰-۴	۸-۱	۵-۰/۵
سرعت چرخشی	ω	rpm	۴۰-۵	۳۰-۳	۴۰-۱
قطر نازل	d	mm	۸-۲	۸-۲	۸-۲
تعداد نازل	M	-	۲-۱	۲-۱	۲-۱
فشار دوغاب	p_g	MPa	۵۵-۳۰	۴۰-۲۰	۱۰-۲
فشار هوا	p_a	MPa	-	۲/۰-۰/۵	۲/۰-۰/۵
فشار آب	p_w	MPa	-	-	۵۵-۲۰
نرخ جریان دوغاب	Q_g	L/s	۱۰-۲	۱۰-۲	۵-۲
نرخ جریان هوا	Q_a	L/s	-	۳۰۰-۲۰۰	۳۰۰-۲۰۰
نرخ جریان آب	Q_w	L/s	-	-	۲/۵-۰/۵

نسبت وزنی آب به سیمان	W/C	-	۱/۲۵-۰/۶	۱/۲۵-۰/۶	۰/۴-۰/۱

کاربردهای جت گروتینگ همانند اختلاط در عمق مشتمل بر افزایش ظرفیت باربری، کاهش نشست‌پذیری، کاهش نفوذپذیری (آب‌بندی)، حفاظت از جدار گودها، مقابله با روانگرایی (هنگامی که به‌صورت به‌هم پیوسته و بلوکی یا به‌صورت دیواره‌های شبکه‌ای اجرا می‌شوند) است.

جت گروتینگ در محدوده وسیعی از خاک‌ها (رس، سیلت، ماسه و شن) قابل استفاده است. بهترین بازدهی جت گروتینگ در خاک‌های غیرچسبنده است.

استفاده از جت گروتینگ در خاک‌های با خاصیت خمیری زیاد و خاک‌های نباتی حاوی حجم قابل‌توجهی از ریشه گیاهان که به‌راحتی فرسایش‌پذیر نیستند، توصیه نمی‌شود. در صورت استفاده از جت گروتینگ در این خاک‌ها، بایستی تمهیدات لازم نظیر پیش‌حفاری و تخلیه مصالح با آب انجام پذیرد. همچنین در خاک‌های درشت‌دانه یا بد دانه‌بندی شده که دارای تخلخل زیاد می‌باشند، به دلیل امکان فرار دوغاب و عدم شکل‌گیری ستون خاک سیمانی در محدوده مورد نظر، این روش باید با احتیاط و کنترل‌های لازم انجام پذیرد.

۵-۴-۵-۱- مواد و مصالح

مصالح مصرفی در تزریق دوغاب پرفشار عمدتاً آب و سیمان است که مشخصات آن‌ها در بخش ۵-۴-۷ مورد اشاره قرار گرفته است.

نسبت آب به سیمان دوغاب مورد استفاده در جت گروتینگ بین ۸ درصد تا ۱/۲ درصد متغیر است. نسبت‌های آب به سیمان کمتر (حتی تا ۵٪) در روش سه‌سیاله که از نازل‌های بزرگ‌تر و فشارهای کم دوغاب استفاده می‌شود، کاربرد دارد. استفاده از بنتونیت و یا سایر افزودنی‌ها بسته به مشخصات پروژه، به‌ندرت ممکن است انجام پذیرد.

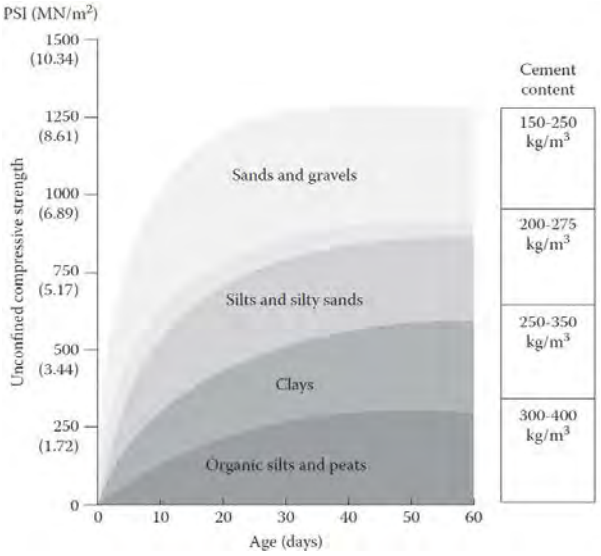
۵-۴-۵-۲- کنترل کیفی و معیارهای پذیرش

مقاومت خاک سیمان تابع مقدار سیمان مصرفی در واحد حجم و نوع خاک می‌باشد. مقاومت خاک سیمان و همگنی آن در ماسه و شن از رس و سیلت بیشتر می‌باشد.

اعداد مندرج در جدول ۵-۱۰ و شکل ۵-۱۱، برحسب نوع خاک می‌تواند به‌عنوان معیار مقاومت در طراحی و اجرای ستون‌های جت گروتینگ مد نظر قرار گیرد.

جدول ۵-۱۰- مقاومت فشاری معمول خاک-سیمان،روش تک سیاله

نوع خاک	مقاومت فشاری نامحدود خاک-سیمان (Psi)
شن و ماسه تمیز	۷۵۰ تا ۱۲۵۰
لای و ماسه لای‌دار	۵۰۰ تا ۷۵۰
رس	۲۵۰ تا ۵۰۰
گل و لای آلی	کمتر از ۲۵۰



شکل ۵–۱۱- نمودار مقاومت فشاری برای انواع خاک

معیار پذیرش دوغاب، دستیابی به مقاومت ۲۸ روزه تک‌محوری تعداد معینی از نمونه‌ها طبق مشخصات فنی مربوط می‌باشد.

۵-۴-۵-۳- نکات اجرایی

با توجه به فشار بالای تزریق در عملیات جت گروتینگ، همواره بایستی بالاتر از رقوم سرستون‌های جت گروتینگ یک لایه خاکریز به ضخامت حداقل ۱ متر وجود داشته باشد. در صورت لزوم خاکبرداری در ساختگاه پروژه برای آماده‌سازی زمین، عملیات خاکبرداری باید تا یک متری رقوم سرستون‌ها انجام پذیرد. در صورتی که رقوم سرستون‌ها منطبق بر رقوم زمین طبیعی باشد، باید قبل از شروع اجرای ستون‌های جت گروتینگ، یک لایه خاکریز به ضخامت حداقل ۱ متر بر روی سطح اجرا گردد. تراکم خاکریز بایستی به‌گونه‌ای باشد که حرکت، استقرار و پایداری دستگاه‌ها بر روی آن تأمین گردد.

در حین اجرای عملیات تزریق جت گروتینگ، همواره باید مقداری جریان پساب[۱] به سطح زمین وجود داشته باشد تا از عدم انسداد مسیر تزریق و تخلیه سیال اطمینان حاصل شود. در صورت عدم مشاهده پساب، احتمال انسداد و وقوع شکست هیدرولیکی در صفحات ضعیف و فرار دوغاب و بالا آمدگی سطح زمین و عدم شکل‌گیری ستون استوانه‌ای وجود دارد. در صورت عدم مشاهده پساب در حین عملیات جت گروتینک ، افزایش قطر گمانه در حین حفاری یا استفاده از لوله جدار موقت جهت باز نگهداشتن مسیر دوغاب در هنگام خروج الزامی است. جنس لوله باید به گونه‌ای باشد که در حین عملیات تزریق پرفشار تخریب گردد.

۱- spoil

۵-۴-۶- ستون‌های شنی[۱]

یکی از روش‌های بهسازی در عمق، اجرای ستون‌های شنی می‌باشد. متناسب با نوع خاک و رویکرد بهسازی، روش‌های متفاوتی برای اجرای ستون‌های شنی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها اجرا با تکنیک تراکم ارتعاشی می‌باشد. در این رویکرد علاوه بر ایجاد ستون شنی، خواص خاک مجاور ستون نیز بهبود می‌یابد.

این روش قابلیت بهبود مشخصات لایه‌های خاک تا اعماق مختلف متناسب با روش اجرایی انتخاب شده را داراست. از روش ستون‌های شنی با اهداف زیر استفاده می‌شود:

- کاهش نشست‌پذیری خاک بستر با بهبود پارامترهای ترکیبی خاک محل-ستون شنی
- انتقال بار به لایه‌های باربر با ظرفیت باربری افزایش یافته
- ایجاد زهکش‌های قائم جهت تسریع در عملیات نشست تحکیمی خاک‌های رسی
- کاهش پتانسیل روانگرایی در خاک‌های دانه‌ای با رویکرد ایجاد زهکش‌های قائم شنی
- کاهش پتانسیل روانگرایی در خاک‌های دانه‌ای با رویکرد بهبود پارامترهای مکانیکی خاک اطراف و تسلیح توده خاک در راستای کاهش کرنش‌های برشی مولد روانگرایی

طی اجرای این روش در خاک‌های سست، در نقاط معلوم و در یک شبکه منظم، ستون‌های متراکمی که دارای دانه‌بندی مناسبی نیز می‌باشند، ایجاد می‌گردد که در حقیقت از جایگزینی و متراکم شدن جزئی و نسبی توده خاک موجود ساختگاه و مصالح شن و ماسه‌ای با دانه‌بندی مناسب، حاصل شده‌اند. به عبارت دیگر این روش تلفیقی از دو روش تراکم ارتعاشی[۲] و جایگزینی ارتعاشی[۳] می‌باشد. در روش تراکم ارتعاشی بدون اضافه کردن مصالح درشت‌دانه سعی بر این است که توده خاک موجود به کمک ارتعاش، متراکم گردد. از این‌رو کاربرد این روش به خاک‌های دانه‌ای محدود می‌گردد. چرا که ارتعاش و تراکم حاصل از آن در خاک‌های ریزدانه و یا چسبنده به وقوع نمی‌پیوندد. از سوی دیگر، با جایگزینی مقدار اندکی مصالح درشت دانه مناسب، بهبود قابل توجهی در خواص مکانیکی توده خاک ایجاد می‌گردد. از این‌رو، ترکیب دو روش فوق به‌ویژه در مورد خاک‌های لایه‌ای و یا مخلوط می‌تواند بازدهی عملیات بهسازی خاک را به‌طور چشمگیری افزایش دهد. جداول ۵-۱۱ و ۵-۱۲ به ترتیب تأثیرپذیری خاک‌های مختلف را در مقابل تراکم ارتعاشی و روش‌های تسلیح کننده نشان می‌دهند.

۱- Stone Column

2- Vibro-Compaction

3- Vibro-Replacement

جدول ۵–۱۱- تأثیرپذیری زمین‌های مختلف در مقابل تراکم ارتعاشی

نوع زمین	تأثیرپذیری
ماسه	عالی
ماسه‌لای دار	ناچیز تا خوب
لای	کم
رس	بی‌تاثیر
زباله معدنی	خوب (اگر دآن‌های تمیز باشد)
خاکریز نامتراکم	وابسته به نوع خاک
زباله	بی‌تاثیر

جدول ۵–۱۲- مقایسه تأثیر پذیری زمین‌های مختلف در مقابل تراکم و تسلیح

نوع زمین	متراکم شدن	مسلح شدن
ماسه	عالی	خیلی خوب
ماسه لای‌دار	خیلی خوب	خیلی خوب
لای	خوب	عالی
رس	ناچیز	عالی
زباله‌های معدنی	عالی (وابسته به دانه‌بندی)	خوب
خاکریز نامتراکم	خوب	خوب
زباله	بی‌تاثیر	بی‌تاثیر

۵-۴-۶-۱- مواد و مصالح

مصالح مورد استفاده جهت جایگزین نمودن نیز تابع اندازه و نوع خاک محل بوده و معمولاً از مصالح دانه‌ای شکسته یا طبیعی با مقاومت دانه‌های بالا و قطر ۰/۵ الی ۳ اینچ استفاده می‌گردد. در انتخاب اندازه دانه‌ها لازم است به پارامترهایی نظیر مقاومت برشی، قابلیت تراکم پذیری ارتعاشی و قابلیت زهکشی مناسب، توجه کافی شود.

به منظور دست‌یابی به تراکم مناسب ، لازم است مصالح سنگی کافی برای پرکردن حفره ایجاد شده در طی عملیات تراکم تأمین شود. مصالح درشت‌دانه حاوی مقدار اندکی ریزدانه یا بدون ریزدانه بهترین نوع موارد پرکننده[۱] را تشکیل می‌دهند. اگر اندازه ذرات خیلی بزرگ شود، سنگدانه در فضای حلقوی میان لوله کمکی و حفره گیر کرده و مانع رسیدن مصالح پرکننده به نوک میله مرتعش می‌گردد. کنترل مصالح با معیار عدد تناسب[۲] به شرح رابطه زیر سنجیده می‌شود که در آن D_{10}، D_{20} و D_{50} به ترتیب اندازه قطر ذرات (میلی‌متر) متناظر با ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد عبوری در منحنی دانه‌بندی مربوط می‌باشند.

$$\text{Suitability No.} = 1.7\sqrt{\frac{3}{(D_{50})^2}+\frac{1}{(D_{20})^2}+\frac{1}{(D_{10})^2}}$$

۱- Filler

2- Suitability number

جدول ۵-۱۳ گروه‌های کیفی مصالح پرکننده را با به کارگیری این سیستم طبقه‌بندی به‌صورت دقیق‌تر نشان می‌دهد. کیفیت مصالح پرکننده روی نرخ مجاز بیرون کشیدن میله مرتعش تأثیر گذار است. این جدول، همچنین دامنه دانه‌بندی‌های مجاز را برای مصالح مناسب قابل استفاده در روش ستون شنی نشان می‌دهد.

جدول ۵-۱۳- معیار ارزیابی مصالح پرکننده

عدد تناسب	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	بیش از ۵۰
رتبه	عالی	خوب	متوسط	ضعیف	نامناسب

۵-۴-۶-۲- تجهیزات اجرا

۵-۴-۶-۲-۱- استفاده از میله مرتعش

روش ستون شنی ارتعاشی مشتمل بر سه مرحله حفاری، تراکم و تسلیح و اجرای بالشتک شنی می‌باشد. تجهیزات اصلی اجرای ستون‌های شنی عبارت از یک قطعه میله‌ای مرتعش[1] با قطر ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر، طول ۲ تا ۴ متر و وزن ۲ تا ۳ تن می‌باشد که درون خاک فرو می‌رود. فرکانس ارتعاش افقی (و در برخی موارد قائم) این میله مرتعش حدود ۳۰ تا ۵۰ هرتز و دامنه ارتعاش آزاد آن، بین ۷ تا ۲۵ میلی‌متر می‌باشد. در این حالت نیروی افقی گریز از مرکز حاصل حدود ۱۰ الی ۲۰ تن خواهد بود. سرعت نفوذ میله مرتعش در خاک، حدود ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر در دقیقه می‌باشد. سرعت متوسط اجرای ستون‌های شنی حداقل ۱۰ متر در ساعت خواهد بود. با نفوذ میله مرتعش به همراه لوله‌های هادی آن به اعماق خاک و لرزش و تراکم خاک حاصل از آن، حفره‌ای در اطراف میله مرتعش به وجود می‌آید. محدوده توان تولیدی میله‌های مرتعش بین ۶۰ تا ۱۲۰ کیلووات می‌باشد. برای نگه داشتن مجموعه میله مرتعش در حین عملیات تراکم، بسته به شرایط ساختگاه از یک جراثقال معمولی با ظرفیت مناسب استفاده می‌شود. استفاده از جراثقال‌های چرخ زنجیری بوم خشک ارجحیت دارد.

از تجهیزات اجرای ستون شنی ارتعاشی با استفاده از میله مرتعش، به دو صورت تغذیه از پایین و تغذیه از بالا استفاده می‌شود. در روش تغذیه از بالا، مصالح شنی از سطح زمین توسط بیل مکانیکی یا لودر در مجاورت میله مرتعش ریخته می‌شود تا در اثر ارتعاشات میله به آرامی در داخل زمین فرو رود و ستون شنی ایجاد گردد. این روش در بسیاری از پروژه‌ها ارجح است. چنانچه درصد رس بالا بوده و PI خاک بیش از ۱۰ باشد، و در لایه‌های سیلتی عمق نفوذ بیش از ۱۲ متر باشد، استفاده از روش تغذیه از بالا میسر نخواهد شد. در چنین شرایطی بایستی از روش تغذیه از پایین استفاده کرد. در این رویکرد، دستگاه میله مرتعش دارای مسیر هدایت شن (همانند لوله ترمی) می‌باشد که پس از رسیدن میله مرتعش به عمق مورد نظر، مصالح از بالا در میسر هدایت شن تخلیه شده و ورود مصالح به پیکره خاک، از زیر لوله مرتعش به سمت بالا خواهد بود. در این روش، امکان اجرای ستون شنی ارتعاشی در خاک‌های با میزان ریزدانه بیشتر نیز میسر خواهد شد.

1- Vibrator (Vibroflot)

۵-۴-۶-۲-۲- استفاده از لوله مرتعش

یکی از روش‌های اجرای ستون شنی به وسیله کوبش شمع‌های لوله‌ای ته‌بسته به روش ارتعاش قائم می‌باشد. روش اجرای ستون‌های شنی با استفاده از این روش، شامل مراحل زیر می‌باشد:

- کوبش شمع فلزی لوله‌ای به داخل زمین تا عمق مورد نظر به وسیله چکش ویبره شمع و پر کردن داخل شمع با مصالح شنی.
- پس از رسیدن به عمق نهایی، شمع کوبیده شده به اندازه ۱ الی ۲ متر بیرون کشیده شده و حفره ایجاد شده به وسیله مصالح شنی داخل لوله پر می‌شود.
- مصالحی که به داخل حفره فرستاده شده‌اند به وسیله ارتعاش و کوبشی که به لوله در جهت قائم اعمال می‌گردد، متراکم می‌گردند. این تراکم تا رسیدن قطر شمع شنی ایجاد شده به اندازه مورد نظر در طراحی ادامه می‌یابد.
- این روند تا رسیدن تراز سرشمع شنی متراکم شده به سطح زمین ادامه می‌یابد. در طول اجرا باید عمق شمع در داخل زمین، میزان مصالح داخل لوله برای اطمینان از روند اجرا و کنترل میزان تراکم مصالح، همواره قابل اندازه گیری باشد.

اجرای ستون شنی با روش فوق در شرایطی که میان لایه‌ها و یا لنزهای سفت، درشت‌دانه در اعماق مختلف وجود داشته باشد، نسبت به روش استفاده از میله مرتعش ترجیح دارد. لیکن به سبب تأثیرگذاری کمتر در بهبود خواص تراکمی خاک اطراف ستون شنی، اولویت اجرا با استفاده از روش میله مرتعش می‌باشد.

۵-۴-۶-۳- نکات اجرایی

۵-۴-۶-۳-۱- هدایت پساب

به منظور تأمین پایداری دیواره چاه حاصل و همچنین شست و شوی مصالح حفاری شده و خارج نمودن آن‌ها از درون چاه، جت آب با فشار و از خلال میله مرتعش به درون چاه پمپ می‌گردد. بدیهی است گل و لای حاصل از کارکردن با آب موجب آلودگی و اخلال در نظافت محیط کارگاه خواهد شد که در این گونه موارد با تعبیه حوضچه ته‌نشینی و هدایت آب برگشتی از درون چاه حفر شده، هم نظم و نظافت کارگاه تأمین می‌گردد و هم امکان استفاده مجدد آب مصرفی و کاهش آن در حین عملیات اجرایی، میسر می‌شود.

۵-۴-۶-۳-۲- عبور از لایه‌های سخت

عموماً از این روش در زمین‌های نرم و اشباع برای از بین بردن پتانسیل روانگرایی استفاده می‌شود. در این گونه آبرفت‌ها، بعضاً در لایه‌های سطحی که خاک اشباع نیست، ممکن است ضخامتی از خاک زیرسطحی ساختگاه شامل مصالح درشت دانه با عدد SPT بالا باشد که در این حالت، عملاً به کارگیری میله مرتعش برای حفاری می‌تواند با محدودیت‌هایی مواجه شود. در این صورت جهت حفاری موقعیت ستون‌ها، استفاده از دستگاه حفاری شمع توصیه می‌گردد. بدیهی است هزینه

حفاری با دستگاه اجرای شمع با هزینه حفاری توسط میله مرتعش متفاوت خواهد بود. در شرایطی که این ضخامت لایه‌ها محدود باشد، می‌توان پس از حفاری در لایه سخت و قراردادن کیسینگ حسب ضرورت، از میله مرتعش برای اجرای ستون شنی در دیگر لایه‌های نرم و از درون مسیر پیش‌حفاری شده بهره برد.

۵-۴-۶-۳-۳- متراکم نمودن مصالح ستون شنی

مرحله متراکم نمودن خاک در حقیقت اصلی‌ترین گام اجرای ستون شنی ارتعاشی می‌باشد. در این مرحله، مصالح شنی مناسب از سطح زمین به درون چاه حفاری شده ریخته و ستون شنی اجرا می‌گردد. هم‌زمان با ریختن مصالح و پر شدن چاه، میله مرتعش در اعماق مختلف ضمن ایجاد سهولت در نفوذ مصالح سنگی، باعث متراکم شدن ارتعاشی خاک اطراف و مصالح اضافه شده نیز می‌گردد. بدین ترتیب در این مرحله ضمن نفوذ مصالح سنگی به درون دیواره چاه و متراکم شدن مصالح سنگی داخل چاه، ایجاد عناصر قائم ستون شنی متراکم، باعث متراکم و مسلح شدن توده خاکی مورد بهسازی می‌گردند. میزان تراکم مصالح درون چاه به کمک واحد کنترل شدت جریان عبوری از دستگاه (آمپراژ)، تنظیم و کنترل می‌گردد. در برخی دستگاه‌های متعارف کنونی در ایران، میزان شدت جریان عبوری از دستگاه برای متراکم کردن خاک در محدوده ۸۰ تا ۱۰۰ آمپر می‌باشد. معمولاً در کاتالوگ دستگاه‌ها، آمپراژ مصرفی دستگاه در سه حالت ارتعاش آزاد (در هوا)، ارتعاش متراکم (در خاک متراکم) و بیشینه (حداکثر ظرفیت کاری دستگاه) توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود.

۵-۴-۶-۳-۴- قطر ستون‌های شنی

در جریان ساخت ستون‌های شنی با روش تراکم ارتعاشی، عموماً حدود ۱۵ الی ۳۵ درصد حجم خاک ضعیف با مصالح مناسب متراکم شده، جایگزین می‌گردد. قطر ستون‌های متراکم ایجاد شده در حدود ۷۰ الی ۱۲۰ سانتیمتر خواهد بود. شعاع تأثیر این نوع بهسازی خاک که تابع اندازه دانه‌ها و میزان انرژی ارتعاشی وارده و درصد ریزدانه خاک است، در حالت معمول ۰/۶ الی ۱/۵ متر (از مرکز ستون) می‌باشد. بنابراین لازم است این عمل در شبکه منظم با توجه به جنس و دانه‌بندی مصالح موجود خاک‌های زیرسطحی با فواصل نقاط حدود ۱/۵ الی ۳ متر در کل پلان مورد نظر انجام شود.

۵-۴-۶-۳-۵- فرورفتگی سطح زمین

در حین اجرای این روش، افزایش تراکم خاک‌های دانه‌ای منجر به حرکت رو به پایین خاک در اطراف میله ارتعاشی شده و فرورفتگی مخروطی شکلی را در روی سطح زمین ایجاد می‌کند. این فرورفتگی باید به‌طور پیوسته با مصالح پرکننده دانه‌ای پر شود. چنانچه مصالح موجود در ساختگاه مورد استفاده قرار گیرد، سطح طبیعی زمین پایین خواهد آمد. در غیر این صورت می‌توان با افزودن مصالح پرکننده دانه‌ای منبع قرضه، تراز اولیه زمین را ثابت نگه داشت.

۵-۴-۶-۳-۶- اجرای بالشتک شنی روی ستون‌های شنی

در حین ساخت ستون‌های شنی، یک بالشتک شنی[1] در روی سطح زمین اجرا می‌گردد. این بالشتک، از یک سو باعث سهولت اجرا و تردد ماشین‌آلات اجرایی در زمین‌های نرم و سست در طول انجام عملیات اجرایی می‌گردد و از سوی دیگر، با ایجاد یک لایه زهکش متراکم در زیر پی و روی ستون‌های شنی، هم سرعت زهکشی آب از مصالح ریزدانه را افزایش می‌دهد و هم در توزیع یکنواخت‌تر تنش‌های اعمالی از طرف شالوده به ستون‌های شنی، کمک شایانی می‌نماید. ضخامت بالشتک شنی، بسته به نظر طراح بین ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر تغییر می‌کند.

۵-۴-۶-۴- کنترل کیفی

در اجرای ستون‌های شنی ارتعاشی نیز همانند دیگر روش‌های اجرای بهسازی خاک، لازم است دو دسته آزمایش کنترلی[2] و تاییدی[3] جهت کنترل طراحی و اجرا، انجام شوند. از آنجا که در روش ستون شنی، کیفیت مصالح ستون ایجاد شده و مشخصات تراکمی خاک مجاور آن در فرآیند طراحی تأثیر گذار است، لازم است تراکم خاک بهسازی شده قبل و بعد از عملیات بهسازی ارزیابی گردد. همچنین عمق نفوذ مصالح و دانه‌بندی آن در موقعیت ستون‌های شنی کنترل گردد. این کنترل با عملیات گمانه زنی درون ستون‌ها و بین آن‌ها با انجام آزمون‌های دانه‌بندی و SPT میسر می‌گردد. لازم است عملیات کنترل کیفی با حضور مهندس ناظر انجام شده و مهندس طراح (یا مهندس ناظر) نتایج را جمع‌بندی کند.

۵-۴-۶-۴-۱- آزمایش‌های کنترلی

آزمایش‌های کنترلی برای کنترل فرضیات اولیه طراحی و در مراحل آغازین پروژه اجرایی و بر روی ستون‌های شنی آزمایشی انجام می‌شود. در این رویکرد، لازم است ستون‌هایی با چیدمان‌های مختلف متناسب با طرح اولیه فواصل ستون‌ها اجرا گردد. سپس تراکم خاک در بین ستون‌ها با آزمون SPT قبل و بعد از بهسازی ارزیابی گردد.

۵-۴-۶-۴-۲- آزمایش‌های تاییدی

آزمایش‌های تاییدی جهت کنترل و تایید فرآیند اجرا و رسیدن ستون‌های اصلی نهایی به معیارهای مورد پذیرش مهندس طراح انجام می‌شوند. پیشنهاد می‌گردد تراکم حاصل در ۱ تا ۲ درصد ستون‌های نهایی با آزمایش SPT کنترل گردد.

۵-۴-۶-۴-۳- آزمایش‌های کیفیت مصالح

مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح شنی مورد استفاده در ستون‌های شنی ارتعاشی باید با آزمایش‌های مناسب نظیر دانه‌بندی، سایش لوس‌آنجلس، وزن مخصوص و درصد شکستگی کنترل گردد. معمولاً تمام آزمایش‌های فوق یک‌بار در ابتدای انتخاب معدن بر روی حداقل سه نمونه از مصالح هر معدن انجام می‌شود. پس از تایید معدن، با توجه به حجم بسیار

1- Granular Platform
2- Verification
3- Proof

زیاد مصالح مصرفی، از هر مرحله بار ورودی به ساختگاه (حدود ۲۰ تا ۱۰۰ تن مصالح)، یک نمونه جهت کنترل دانه‌بندی، آزمایش می‌شود.

۵-۴-۶-۴-۴- قطرسنجی ستون‌ها

قطرسنجی ستون شنی ارتعاشی در عمق عموماً میسر نیست. در این راستا میزان مصالح ورودی به کارگاه، معیاری جهت کنترل حجم ستون‌های اجرا شده خواهد بود. ترکیب آزمایش گمانه‌زنی در محل ستون‌ها و انجام آزمون دانه‌بندی در راستای حصول اطمینان از عمق نفوذ مصالح شنی به همراه محاسبه میزان مصالح وارد شده به کارگاه، بیانگر متوسط قطر حاصل شده برای ستون‌ها خواهد بود.

۵-۴-۶-۵- سایر موارد

۵-۴-۶-۵-۱- ملاحظات زیست محیطی

هدایت پساب‌ها و ته‌نشین کردن گل و لای خارج شده از محل ستون‌ها حین اجرای روش ستون شنی ارتعاشی، نباید از منظر زیست محیطی چالشی ایجاد کنند و باید به مسیر و موقعیت مناسب هدایت گردند. همچنین شرایط آب زیرزمینی باید بررسی گردد و در صورت وجود موارد آلاینده در خاک و آب زیرزمینی، از این روش پرهیز و از روش خشک حین حفاری استفاده گردد.

۵-۴-۶-۵-۲- ارتعاشات وارده

در حین اجرای عملیات ستون شنی، ارتعاشاتی در زمین‌های اطراف ایجاد می‌شود که تأسیسات زیرسطحی یا سازه‌های حساس را متأثر می‌سازد. لذا باید در استفاده از این روش، در صورت وجود سازه‌های حساس یا تأسیسات شهری در محدوده حداقل ۱۰ متری از موقعیت پروژه، تمهیدات لازم اندیشیده و مجوزهای لازم از دستگاه نظارت یا مراجع ذی‌ربط اخذ گردد.

۵-۴-۶-۵-۳- ستون شنی غیر ارتعاشی

یک راهکار سنتی اجرای ستون شنی که بیشتر به منظور ایجاد زهکشی قائم از آن استفاده می‌گردد، حفاری گمانه یا چاه‌هایی در قطرهای دلخواه و توسط دستگاه‌های حفاری شمع یا دستگاه‌های حفاری ژئوتکنیکی می‌باشد. در این رویکرد حین حفاری، کیسینگ‌گذاری شده و پس از رسیدن به عمق مورد نظر، مصالح ماسه‌ای یا شنی درون کیسینگ ریخته می‌شود. نهایتا کیسینگ از درون خاک خارج می‌گردد. این روش سبب تراکم خاک اطراف نشده و به عنوان یک روش بهسازی قلمداد نمی‌گردد. لیکن از ستون ایجاد شده در مقاصد افزایش باربری خاک و نیز زهکش قائم در کاهش زمان تحکیم خاک‌های رسی می‌توان استفاده نمود. در صورت منظور کردن این ستون‌ها به عنوان مصالح زهکشی، بایستی معیارهای دانه‌بندی مصالح زهکشی مطابق بند بخش زهکشی و آب‌بندی رعایت گردد.

۵-۴-۷- تزریق

تزریق پیوسته فرآیندی توأم با آزمون و خطا است و احتمال تغییر الگوی کار نسبت به طرح اولیه بیشتر از سایر عملیات ژئوتکنیکی است. ازاین رو در اجرای آن می‌باید پیش‌بینی و تمهیدات لازم اندیشیده شود.

در این بخش منظور از تزریق دوغاب، روشی است که با آن در خلل و فرج خاک، گسستگی‌ها، و حفره‌های توده سنگی/خاکی، دوغاب تزریق می‌شود، به ترتیبی که مشخصات فیزیکی و مکانیکی آن‌ها را بهبود بخشد. برای دستیابی به هدف مورد نظر، گمانه‌ها (چال‌هایی) حفر می‌شود و از طریق آن‌ها دوغاب تحت فشار به درون زمین (خاک یا سنگ) تزریق می‌شود تا خلل و فرج خاک یا سنگ اطراف گمانه پر شده یا با ترکیب شیمیایی با خاک اطراف، مشخصات مکانیکی بستر بهبود یافته و شرایط مطلوب حاصل شود.

تزریق دوغاب در زمین کاربردهای وسیعی دارد و در انواع مختلفی از زمین‌های سنگی و خاکی قابل اجراست. بخشی از کاربردهای این روش شامل موارد زیر است:

- افزایش مقاومت خاک زیر پی سازه‌ها و کاهش نشست آن
- کاهش نفوذپذیری خاک/سنگ برای کنترل نشت آب
- جلوگیری از بروز پدیده رگاب و فرسایش پی
- تثبیت کابل‌های مسلح در سازه‌های بتنی پیش‌ساخته و پیش‌تنیده
- تثبیت مهاری‌های پیش‌تنیده در خاک/سنگ
- پر کردن حفره‌های بین سنگ و پوشش تونل که موسوم به تزریق تماسی است
- احیا و ترمیم ابنیه معیوب در ساختمان‌های قدیمی
- ساختن بتن در زیر آب و یا پر کردن فضاهای خالی و حفرات بزرگ با تزریق دوغاب در شنی که از قبل ریخته شده است

تزریق‌پذیری سنگ‌های کم‌درزه و ترک‌دار یا خاک‌های ریزدانه (رس و سیلت) بسیار کم و سنگ‌های بسیار هوا زده با درزه و ترک‌دار یا خاک‌های دانه‌ای تمیز (شن و ماسه درشت‌دانه) بسیار زیاد است.

۵-۴-۷-۱- مواد و مصالح

انتخاب نوع یا مخلوط مناسب، به هدف پروژه، خواص مواد تزریق شونده و محیط مورد تزریق بستگی دارد و از دوغاب رقیق تا غلیظ، ملات سیمان و پرکننده‌ها تا محلول کلوییدی و شیمیایی و رزین (برای تزریق دوغاب در محیطی که تخلخل ریز دارند) تغییر می‌کنند. مواد مورد استفاده در دوغاب‌ها عبارتند از: سیمان، بنتونیت، رس، ماسه و پرکننده‌ها، افزودنی‌ها و آب. طرح اختلاط دوغاب (نسبت‌های وزنی اجزای مختلف دوغاب) تاثیر بسزایی در مشخصات مکانیکی (مقاومت، سختی و نفوذپذیری) و مشخصات فیزیکی (غلظت، ویسکوزیته و قابلیت پمپاژ) آن دارد. نسبت وزنی آب به سیمان (w/c) از مهم‌ترین پارامترهای طرح اختلاط دوغاب است که بسته به مورد معمولاً از ۰/۵ تا ۱/۵ متغیر است.

۵-۴-۷-۱-۱- سیمان پرتلند

سیمان پرتلند بخش اصلی دوغاب است. مهم‌ترین خاصیت برای انتخاب سیمان تزریق، ریز بودن ذرات آن است که برای خاک‌های دانه‌ریز و سنگ‌های با شکاف باریک، باید به حد ممکن ریز باشد.

خاصیت دیگر سیمان گیرش است که برای بیان سفت شدن خمیر سیمان به کار می‌رود. گرچه هنگام گیرش، خمیر مقاومت اندکی کسب می‌کند، لیکن برای مقاصد عملی بهتر است که "گیرش" از "سخت شدن" که به معنی کسب مقاومت است، متمایز شود. در عمل واژه‌های گیرش اولیه و گیرش نهایی برای بیان مراحل مختلف گیرش که به‌طور اختیاری انتخاب می‌شوند، به کار می‌روند. فرآیند گیرش با تغییراتی در دمای خمیر سیمان همراه است. گیرش اولیه با افزایش سریع گرما و گیرش نهایی با حداکثر دما همراه است. با گیرش اولیه سیمان، ویسکوزیته آن افزایش یافته و قابلیت پمپ شوندگی سیمان کاهش می‌یابد و انجام عملیات تزریق مختل می‌شود. زمان گیرش اولیه سیمان حدود ۱ تا ۳ ساعت و گیرش نهایی آن حدود ۴ تا ۶ ساعت است. زمان گیرش دوغاب با برخی افزودنی‌های سیمان کاهش یا افزایش می‌یابد.

۵-۴-۷-۱-۲- آب

معمولاً از آب قابل استفاده در بتن، برای ساخت دوغاب استفاده می‌شود. مشخصات آب مذکور بسیار شبیه به آب آشامیدنی است. از آب دریا، رودخانه و غیره در شرایطی که دوغاب تزریق شده در تماس با عناصر فولادی مدفون قرار نگیرد، در صورت تایید مهندس طراح و دستگاه نظارت، می‌توان استفاده کرد.

۵-۴-۷-۱-۳- رس

رس را به عنوان پرکننده دانه‌ریز به دوغاب اضافه می‌کنند تا از مصرف سیمان کاسته شود و در عین حال پایداری و گرانروی دوغاب را بهبود بخشد. برای تزریق در درزه‌های نسبتاً باز سنگ‌ها و یا خاک‌های دانه‌ای باکمی مواد سیلتی و ماسه ریزدانه، می‌توان از دوغاب رسی جهت کاهش مصرف سیمان استفاده کرد.

۵-۴-۷-۱-۴- ماسه پرکننده

وقتی که تزریق باید در سیستم درزه‌های باز، خلل و فرج زیاد و یا حفره‌ها انجام گیرد، به دوغاب، ماسه اضافه می‌کنند. اندازه حداکثر دانه‌های ماسه طوری انتخاب می‌شود که با اندازه بازشدگی گسستگی‌ها یا اندازه خلل و فرج خاک تطابق داشته و با پمپ تزریق، لوله‌ها و لوازم در دسترس، مناسبت داشته باشد. معمولاً اندازه دانه ماسه برای تأمین شرایط پیش گفته در حدود ماسه بادی می‌باشد. به‌ویژه در خلل و فرج بازی که در آن آب جریان دارد و باید تزریق انجام شود، ممکن است چند نوع پرکننده و دوغاب پایدار یا حتی مواد شیمیایی خاص افزوده شود. این پرکننده‌ها را می‌توان از میان خاک اره، تراشه‌های چوب، نوارهای سلوفان، پلی وینیل یا پلی استر انتخاب نمود.

۵-۴-۷-۲- تجهیزات اجرا

امروزه با توجه به پیشرفت‌های ایجاد شده در زمینه اجرای عملیات تزریق، ماشین‌آلات مختلفی نیز در این عرصه مورد استفاده می‌گیرد که با توجه به اهداف تزریق می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. ماشین‌آلات و لوازم اصلی برای تزریق شامل موارد زیر است:

- دستگاه حفاری برای حفر گمانه‌های مورد نیاز برای تزریق، دستگاه‌های مختلف بادی یا هیدرولیک و روش‌های مختلف حفاری روتاری، مغزه‌گیری، ضربه‌ای با تایید دستگاه نظارت.
- مخزن ذخیره دوغاب که به‌وسیله همزن تعبیه شده بر روی آن مانع نشست و جداشدگی ذرات دوغاب سیمان موجود در داخل مخزن می‌گردد. معمولاً جهت کنترل‌های اجرایی و حفظ پیوستگی عملیات تزریق در گمانه از دو مخزن دارای همزن اولیه و ثانویه استفاده می‌شود. از مخزن اولیه جهت ساخت و نگهداری دوغاب و از مخزن ثانویه برای اتصال به پمپ تزریق استفاده می‌شود.
- پمپ تزریق که توانایی اعمال فشار مناسب را دارا باشد.
- ابزار و دستگاه‌های سنجش کیفیت دوغاب سیمان.
- شیلنگ‌ها و تجهیزات مرتبط به منظور جابه‌جایی دوغاب سیمان از مخازن، همزن‌ها و پمپ به داخل گمانه‌های تزریق.
- گیج فشار و دبی، پکر، انواع شیرها و تجهیزات جانبی مورد نیاز.

۵-۴-۷-۳- نکات اجرایی

قبل از آغاز عملیات حفاری چال و تزریق دوغاب، لازم است نسبت به شناسایی عوارض و شریان‌های زیرسطحی از طریق سونداژ یا استعلام از سازمان‌های ذی‌ربط اقدام نمود و مجوز دستگاه نظارت برای شروع کار را دریافت کرد.

قبل از آغاز تزریق انبوهی در کل محدوده مورد نظر، لازم است تزریق آزمایشی در محدوده کوچکی از ساختگاه انجام شود. هدف از تزریق آزمایشی کنترل فرضیات طراحی عملیات تزریق و نهایی کردن پارامترهای تزریق نظیر فواصل چال‌ها، روش حفاری، مراحل و توالی تزریق، طرح اختلاط دوغاب، فشار تزریق و غیره می‌باشد.

گمانه یا چال‌های تزریق با قطر حدود ۷ تا ۱۲ سانتیمتر و تا عمق مورد نظر طراح توسط دستگاه‌های حفاری حفر می‌شوند. در زمین‌های ریزشی ممکن است استفاده از لوله‌گذاری (کیسینگ‌گذاری) ضروری شود. در این‌صورت کیسنگ همزمان با مراحل تزریق از گمانه خارج می‌شود. همچنین درزمین‌های ریزشی ممکن است حفاری و تزریق یک چال به‌صورت متناوب تکرار شود. در این شرایط، حفاری تا عمق ممکن (که کمتر از عمق نهایی چال است) انجام شده و بلافاصله تزریق اولیه‌ای در مقطع حفاری شده صورت می‌پذیرد. پس از گیرش اولیه دوغاب تزریق شده، مجددا حفاری در همان چال ادامه یافته و تا عمق ممکن بعدی ادامه پیدا می‌کند. تزریق مجدد و همین‌طور عملیات حفاری و تزریق مجدد به‌صورت مرحله‌ای در عمق جهت حصول عمق نهایی چال ادامه می‌یابد.

عملیات پیکربندی و تزریق داخل گمانه بسته به شرایط خاک محل می‌تواند از بالا به پایین یا از پایین به بالا انجام شود. در روش تزریق از بالا به پایین چال، ابتدا لایه‌های سطحی‌تر زمین تزریق می‌شود، درحالی‌که در روش از پایین به بالا، ابتدا لایه‌های عمیق‌تر زمین تزریق می‌شود.

فشار تزریق در شرایط متعارف بین ۲ تا ۲۰ بار می‌باشد.

بسته به شرایط خاک محل، عملیات تزریق می‌تواند در هر چال تزریق در یک یا چند مرحله زمانی و مکانی (عمقی) صورت پذیرد. مرحله‌بندی عمقی با بستن پکر در اعماق مختلف چال تزریق صورت می‌گیرد. مرحله‌بندی زمانی با ایجاد توقف در بین مراحل مختلف تزریق در عمق مشخصی از چال انجام می‌شود. در هر حال عملیات تزریق باید تا زمانی که معیارهای مورد نظر در خاک بهسازی شده در آزمایش‌های کنترل کیفی محقق شده، ادامه یابد.

در زمین‌های با قابلیت تزریق زیاد (با خلل و فرج زیاد) ممکن است از چند مرحله حفاری چال و تزریق در آن‌ها استفاده شود. بدین صورت که ابتدا در کل محدوده مورد نظر برای عملیات تزریق، حفاری و تزریق انجام می‌شود (چال‌های اولیه)، سپس عملیات حفاری و تزریق در فاصله بین گمانه‌های اولیه صورت می‌گیرد (چال‌های ثانویه) و این فرایند تا زمانی که معیارهای مورد نظر در خاک بهسازی شده در آزمایش‌های کنترل کیفی حاصل نشده، ادامه می‌یابد.

سازوکار تزریق دوغاب در خاک‌های ریزدانه به‌صورت شکاف هیدرولیکی[۱] و نفوذ رگه‌ای دوغاب در محیط می‌باشد. در حالی‌که در خاک‌های درشت‌دانه با ریزدانه کم یا سنگ‌های درزه دار و ترک‌دار، این فرایند به‌صورت نفوذ دوغاب[۲] در خلل و فرج و شکاف‌ها است.

از آنجا که عملیات تزریق فرایندی تجربی و مشاهده‌ای است، مشاهدات حین حفاری و تزریق از اهمیت خاصی برخوردار است. برخورد به هرگونه نامنظمی زیرسطحی باید به دقت پایش شده و توسط پرسنل فنی اجرایی ناظر بر عملیات حفاری ثبت شود. مهم‌ترین پارامترهای موردنظر جهت بازرسی و پایش را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

- برخورد به لایه‌های خاک ریزشی، سست، نرم
- برخورد به لایه‌های آب‌دار
- برخورد به هرگونه فضای خالی نظیر حفره، شکاف، ترک و غیره
- هرگونه افت راد یا فرار هوا یا گل حفاری در حین حفاری
- میزان خورند دوغاب سیمان
- کنترل فرار و هدررفت دوغاب
- مدت زمان تزریق
- هر نوع بیرون‌زدگی دوغاب سیمان از سطح زمین، اطراف پکر، محل‌های اطراف، گمانه‌های اطراف و غیره در حین تزریق باید تا شعاع حداقل ۱۰۰ متری اطراف محل تزریق مورد بازبینی و بازرسی قرار گیرد.

۱- Hydraulic fracture

۲- Permeation

۵-۴-۷-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

کنترل کیفیت تزریق شامل سه مرحله می‌باشد:

- **کنترل مصالح اولیه:** لازم است پیش از شروع عملیات تزریق تمامی مصالح مصرفی اشاره شده در بخش قبل به‌صورت کامل مورد بررسی و آزمایش‌های استاندارد مندرج در دفترچه مشخصات فنی قرار گیرد. همچنین پس از ساخت دوغاب، لازم است بر روی دوغاب تازه آزمایش‌هایی همچون آزمایش تعیین ویسکوزیته با قیف مارش، دانسیته، اندازه‌گیری آب‌اندازی یا بلید دوغاب و تعیین مقاومت تک‌محوری دوغاب صورت پذیرد تا از کیفیت دوغاب سیمان اطمینان حاصل گردد.
- **کنترل روش اجرای تزریق:** در حین تزریق لازم است عمق و زاویه گمانه حفاری، فشار تزریق دوغاب سیمان، میزان خورند هر گمانه و غیره ثبت و بر مبنای آن و تشخیص مهندس ناظر، برای ادامه فرآیند اجرای تزریق دوغاب تصمیم گیری گردد.
- **کنترل کیفیت محصول:** این کنترل‌ها به‌منظور تعیین و کنترل کیفیت محصول (زمین بهسازی شده با تزریق) می‌باشد که پس از تکمیل عملیات تزریق و گیرش دوغاب انجام می‌گیرد. این کنترل‌ها می‌تواند شامل مغزه‌گیری و آزمایش‌های آزمایشگاهی مکانیک خاک و سنگ بر روی مغزه‌ها، آزمایش‌های صحرایی همچون نفوذ استاندارد (SPT)، پرسیومتری، آزمون‌های تراوایی در محل (لفران در خاک و لوژان در سنگ) و همچنین مشاهده وضعیت پرشدگی حفرات و خلل و فرج، باشد. نوع و تعداد آزمایش‌های کنترل کیفیت محصول باید توسط طراح یا ناظر ژئوتکنیک پروژه و با توجه به معیارها و اهداف طراحی مشخص گردد.

۵-۴-۸- ریز شمع

ریزشمع[1] به شمع‌هایی با قطر کوچک (کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر) اطلاق می‌گردد. مشخصات فنی اجرای شمع‌ها در ضابطه ۳۸۶ ارائه‌شده است و ازاین رو در این ضابطه بدان پرداخته خواهد شد و فقط مبحث ریز شمع که اغلب به‌عنوان یک رویکرد بهسازی و مقاوم سازی در ساختمان‌های موجود از آن استفاده می‌شود، مطرح می‌شود.

استفاده از ریزشمع در احداث شالوده جدید باید دارای توجیه اقتصادی نسبت به سایر روش‌ها باشد.

۵-۴-۸-۱- مبانی و مصالح

ریزشمع‌ها غالباً با تسلیح فولادی سبک و تزریق دوغاب سیمان همراه می‌باشند. ریزشمع علاوه برآنکه به عنوان یک عنصر باربر و مقاوم در برابر نشست عمل و بار سطحی را به لایه‌های باربر منتقل می‌کند، به‌دلیل تزریق دوغاب سیمان، سبب بهبود مشخصات مکانیکی (مقاومتی و رفتاری) خاک اطراف نیز می‌گردد. با توجه به تجهیزات سبک و چابک اجرای عملیات ریزشمع، استفاده از این روش در مقاوم سازی بستر سازه‌های موجود و فضاهای محدود کاربرد زیادی دارد.

1- Micropile

ریزشمع‌های معمولی به‌وسیله یک میلگرد توپر که بخشی از حجم گمانه، در حدود یک سوم آن را اشغال می‌کند، تسلیح می‌شوند. دوغاب به‌وسیله تزریق ثقلی، تحت فشار و یا ترکیبی از این دو روش در گمانه قرارمی‌گیرد.

به‌طور کلی کاربرد ریزشمع‌ها مشتمل بر دو بخش "استفاده در بستر پی سازه‌ها" و "اصلاح و بهسازی برجای خاک" می‌باشد. در بستر پی سازه‌های موجود، به‌منظور کنترل نشست پی‌ها، کنترل باربری خاک زیر پی‌ها، تعمیر یا جایگزینی پی‌ها، کنترل شکستگی پی‌ها و مقاوم‌سازی لرزه‌ای پی‌ها و در بستر پی سازه‌های جدید، به‌منظور کاهش نشست، افزایش باربری فشاری، تأمین باربری کششی و افزایش باربری جانبی کابرد دارند. همچنین برای اصلاح و بهسازی خاک در جهت پایدارسازی شیب‌ها، ساخت دیواره‌های نگهبان، افزایش مقاومت توده خاک با اهداف خاص نظیر تونل‌سازی و حفاظت شیمیایی بخش‌های مدفون سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵-۴-۸-۲- روش‌های اجرا

انواع مختلف ریزشمع با روش‌های اجرایی متفاوت وجود دارد. روش اجرای متداول ریزشمع‌ها به سه شکل زیر می‌باشد:

- ریز شمع‌های کوبشی[1]
- ریز شمع‌های اجرا شده با روش حفاری
- ریزشمع‌های خودحفار- تزریق همزمان[2]

۵-۴-۸-۳- روش اجرای شمع کوبشی

اصول روش ریزشمع کوبشی که در ایران کاربرد دارد، مبتنی بر تجربیات است. این نوع ریزشمع‌ها شامل یک لوله فولادی توخالی با نوک مخروطی شکل و دارای سوراخ‌هایی درجدار به‌منظور انجام عملیات تزریق دوغاب سیمان و در نهایت میلگرد تسلیح کننده می‌باشند. در اجرای این نوع ریزشمع‌ها، ابتدا لوله‌های فولادی توخالی به داخل زمین تا رسیدن به عمق مورد نظر (عموما عمق پس‌زدگی) با دستگاه‌های سبک کوبیده می‌شوند. درادامه، پس از جای گذاری میلگرد در داخل لوله، عملیات تزریق دوغاب صورت می‌پذیرد. در این روش اجرا علاوه بر حذف هزینه‌های نصب کیسینگ، مقاومت نوک بسیج شده و در افزایش ظرفیت باربری ریزشمع‌ها موثر است. این گونه از ریزشمع‌ها در خاک های نرم رسی یا ماسه‌ای که امکان کوبش ریزشمع‌ها به سهولت در آن ها وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش اجرای شمع کوبشی مشتمل بر سه مرحله لوله‌کوبی، تزریق و تسلیح می‌باشد.

۵-۴-۸-۳-۱- لوله‌کوبی

به منظور استقرار لوله‌های ریزشمع (غلاف‌ها) در محل ریزشمع، از عملیات لوله‌کوبی استفاده می‌گردد. برای این منظور ابتدا لوله فولادی سوراخ‌دار (عموماً با قطر خارجی ۷۶ mm و قطر داخلی ۶۸ mm) توخالی با نوک مخروطی با استفاده از

1- Driven-grouted micropile
2- Hollow bar micropile

تجهیزات کوبش به داخل زمین کوبیده می‌شود. پس از فرو رفتن لوله اول، لوله دوم به لوله اول متصل گردیده و کوبیده می‌شود و عملیات کوبش به همین منوال ادامه می‌یابد. طول لوله‌های فولادی معمولا ۲ تا ۳ متر می‌باشد که برای رسیدن به عمق مورد نظر برای اتصال لوله فولادی جدید از بوشن و جوش مناسب استفاده می‌شود. عملیات ضربه و در پی آن فرورفت با انرژی اعمالی توسط سقوط چکش و اتصال لوله‌های فولادی به یکدیگر تا رسیدن به عمق مورد نظر ادامه می‌یابد تا دیگر با انرژی وارده، نفوذ ریزشمع حاصل نگردد. این عمق معمولاً عمق پس‌زدگی است که بیانگر رسیدن ریزشمع به لایه مقاوم بوده و بسیج شدن مقاومت نوک را نیز در پی دارد. استفاده از مشخصات دیگر لوله حسب نظر طراح بلامانع است. جهت اتصال کامل لوله‌ها به یکدیگر علاوه بر استفاده از بوشن‌های مناسب، لوله‌ها به لبه بوشن، جوش داده می‌شوند. دستگاه لوله‌کوب شامل یک چکش ۳۰۰ کیلوگرمی است که از ارتفاع متوسط ۱ متر سقوط می‌کند. بالابردن چکش توسط تکنسین با استفاده از یک قرقره و نیروی برق صورت می‌گیرد. یک دکل برای هدایت چکش سندان و بین لوله و چکش، برای انتقال یکنواخت نیروی چکش تعبیه شده است. این دستگاه بر روی چرخ لاستیکی سوار می‌شود تا به‌راحتی توسط کارگر قابل جابه‌جایی باشد. دستگاه لزوماً نیاز به سیستم هیدرولیک یا پنوماتیک ندارد.

۵-۴-۸-۳-۲- تزریق

پس از اتمام لوله‌کوبی، باید تزریق دوغاب سیمان انجام گیرد. مجموعه دستگاه تزریق از سه بخش همزن اولیه، همزن ثانویه و پمپ تزریق تشکیل می‌گردد. پس از اختلاط آب و سیمان به نسبت مشخص در همزن‌ها، دوغاب سیمان توسط مسدود کننده‌ها[۱] درون چاهی و سرچاهی از طریق جداره مشبک ریزشمع به خاک تزریق می‌گردد. به منظور تزریق دوغاب و بهسازی خاک اطراف بر روی محیط لوله فولادی سوراخ‌هایی به فواصل منظم (به‌طور مثال در هر متر طول سوراخ هایی به قطر ۸ میلی‌متر به فاصله ۱۰ سانتیمتر از یک‌دیگر) ایجاد شده است. با نفوذ دوغاب از درون آن‌ها به محیط خاک پیرامونی، اصطکاک بین ریزشمع و خاک ایجاد می‌گردد.

در راستای اجرای عملیات تزریق، ابتدا باید درون لوله توسط آب شستشو شود تا گل و لای احتمالی تخلیه گردد. در ادامه از پکرهای درون‌چاهی مرحله‌ای متناسب با طول ریزشمع استفاده می‌شود و تا فشار ۵ بار عملیات تزریق به‌صورت مرحله‌ای صورت می‌گیرد. توصیه می‌شود فواصل پکرگذاری‌های درون‌چاهی از ۸ متر بیشتر نباشد. در نهایت با تعبیه پکر سرچاهی، عملیات تزریق تکمیل می‌گردد. کیفیت عملیات تزریق با انجام آزمون‌های بارگذاری تدقیق می‌گردد.

در حین عملیات تزریق چنانچه خورند بالای دوغاب (بنا بر تشخیص طراح) ایجاد شد که می‌تواند منشأ آن راهیابی رگه‌های دوغاب به حفرات موجود در زمین باشد، بایستی عملیات تزریق متوقف گردد. همچنین چنانچه در مجاورت سرریزشمع دوغاب خارج شد، عملیات تزریق متوقف می‌شود. توصیه‌های ارائه شده در بخش ۳-۴-۷ درخصوص عملیات تزریق در این راستا می‌تواند در دستورکار قرار گیرد.

۱- Packer

۵-۴-۸-۳-۳- تسلیح و نصب اتصالات سرریزشمع به شالوده

گام نهایی در اجرای ریزشمع، عملیات نصب آرماتور تسلیح در داخل لوله ریزشمع و نصب اتصالات به شالوده (در صورت نیاز) می‌باشد. بدیهی است که آرماتور تسلیح باید قبل از گیرش سیمان، در داخل گمانه نصب شود. به منظور ایجاد اتصال کامل بین ریزشمع و بتن شالوده و همچنین جلوگیری از برش پانچ سر ریزشمع در داخل بتن، در آخرین مرحله نسبت به اجرای جزییات اتصال سر میکروپایل به شالوده براساس نقشه‌های اجرایی، اقدام می‌گردد.

در مواردی که از ریزشمع‌ها به عنوان تقویت‌کننده شالوده‌های موجود استفاده می‌شود، لازم است از اتصال مناسب بین ریزشمع و بتن شالوده موجود استفاده شود. این اتصالات حسب بارهای وارده و نظر طراح، می‌تواند به‌صورت گروت منبسط شونده یا استفاده از رویکرد کاشت آرماتور منظور گردد. در این گونه مقاوم سازی‌ها، ابتدا عملیات مغزه گیری از شالوده موجود صورت گرفته و پس از اجرای ریز شمع مطابق رویه پیش گفته، اتصال مناسب بین سر ریزشمع و بتن شالوده اجرا می‌گردد.

۵-۴-۸-۴- ریزشمع حفاری شونده

در زمین‌ها یا در شرایطی که امکان کوبش ریزشمع نباشد، از این نوع ریزشمع استفاده می‌گردد. این نوع از ریزشمع‌ها بسته به شرایط پروژه می‌تواند پس از حفاری با جایگذاری لوله غلاف داخل گمانه حفاری شده انجام پذیرد. قرارگیری لوله غلاف می‌تواند هم‌زمان با حفاری توسط دستگاه‌های حفاری هیدرولیکی یا دستگاه‌هایی حفاری پنوماتیکی مجهز به سرمته لوله‌ران صورت گیرد. مراحل اجرای این گونه از ریزشمع‌ها شامل حفاری، نصب غلاف (در صورت نیاز)، تزریق و نصب میلگرد می‌باشد.

۵-۴-۸-۴-۱- حفاری

در صورتی که امکان کوبش غلاف ریزشمع در داخل بستر نباشد، با استفاده از عملیات پیش‌حفاری اقدام به نصب لوله‌های غلاف در بستر می‌گردد. حفاری در این شرایط به روش‌های مختلف نظیر حفاری دورانی[1] و یا دورانی- ضربه‌ای درون چاهی[2] صورت می‌پذیرد. در صورتی که بستر دارای خاک ریزشی بوده و خاک پس از خروج راد حفاری امکان نصب غلاف‌های ریزشمع را ندهد، می‌توان از روش ریزشمع خود حفار استفاده نمود. در این روش با استفاده از سیستم چکش از بالا[3] ریزشمع‌ها در داخل خاک نصب می‌گردند.

۵-۴-۸-۴-۲- تزریق

به غیر از ریز شمع‌های خود حفار، برای اجرای تزریق از کیسینگ موقت حین حفاری استفاده می‌شود. در صورتی که از سیستم ریزشمع خودحفار استفاده گردد، عملیات تزریق به‌طور معمول به‌صورت هم‌زمان با حفاری انجام می‌گیرد تا

1- Rotary
2- Down The Hole (DTH)
3- Top Hammer

بدین‌وسیله دوغاب تزریق به‌صورت یکنواخت در طول ریزشمع تشکیل گردد. درصورت انجام حفاری بدون کیسینگ موقت، می‌توان از انجام عملیات تزریق با تعبیه شیلنگ‌های تزریق مدفون در طول‌های مختلف به‌همراه میلگرد تسلیح استفاده کرد.

۵-۴-۸-۴-۳- تسلیح و اتصالات سرریزشمع به شالوده

اجرای این مرحله همانند ریزشمع‌های کوبشی می‌باشد.

۵-۴-۸-۵- ریزش خودحفار-تزریق همزمان

در ریزشمع خودحفار-خود تزریق از یک قطعه فولادی توخالی (راد خودحفار) برای تسلیح و تزریق استفاده می‌شود.

ریزشمع‌های خودحفار در خاک‌های نرم، خاک‌های دستی (نخاله‌های شهری)، خاک‌های با سطح آب زیرزمینی بالا و دیگر انواع خاک‌های ضعیف و مساله‌دار، بدون صعوبت قابل اجرا هستند. در ریزشمع‌های خودحفار-تزریق هم‌زمان انجام می‌پذیرد و نیازی به استفاده از غلاف فولادی نخواهد بود.

۵-۴-۸-۵-۱- روش اجرا

اجرای راد خود حفار با استفاده از دستگاه‌های حفاری متداول هیدرولیکی و پنوماتیکی که در اجرای معمول نیلینگ و انکراژ استفاده می‌شود، انجام گیرد. در دستگاه حفاری با استفاده از یک اتصال به‌صورت مفصل با قابلیت چرخش (مفصل گرداننده)، امکان تزریق دوغاب هم‌زمان با حفاری میسر می‌گردد و چکش حفاری بین قسمت انتقال نیروی دورانی و محل اتصال راد خودحفار قرارگرفته و امکان حفاری دورانی ضربه‌ای را حین حفاری میسر می‌سازد. برای تأمین نیروی موردنیاز دستگاه دریل واگن از کمپرسور هوا استفاده می‌گردد. در این روش تزریق هم‌زمان با حفاری اجرا می‌شود. مشخصات دوغاب مصرفی همانند ریز شمع‌های کوبشی یا حفاری شده می‌باشد.

در روند اجرای ریزشمع ابتدا راد خودحفار به‌دستگاه حفاری و سپس سرمته به انتهای راد خودحفار متصل می‌شود. جهت اطمینان از عدم نشت اتصالات و سیستم حفاری و تزریق، ابتدا مقداری آب داخل سیستم حفاری تزریق می‌شود. در ادامه راد خودحفار در موقعیت مکانی اجرایی تنظیم شده و عملیات حفاری با دوران توأم با ضربه و تزریق آب و هوا شروع می‌شود. پس از ورود سرمته به داخل زمین، عملیات تزریق دوغاب از طریق سیستم تزریق همزمان با حفاری و با فشاری بین ۵ تا ۱۰ بار، به‌صورت پیوسته انجام می‌شود.

۵-۴-۸-۵-۲- ملحقات

ریزشمع خودحفار-تزریق هم‌زمان از سه بخش اصلی راد خودحفار (راد توخالی با مقاومت بالا)، سرمته حفاری و تزریق و کوپلرهای مخصوص جهت اتصال رادها به یک دیگر، تشکیل شده است. مهره و صفحه فلزی به عنوان تجهیزات جانبی ریزشمع محسوب می‌شوند که جهت سر ریزشمع به شالوده تعبیه می‌شوند.

۵-۴-۸-۶- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

۵-۴-۸-۶-۱- کنترل‌های حین حفاری و تزریق

کنترل‌های کیفی عملیات حفاری و تزریق مطابق مندرجات بخش های ۵-۴-۸-۳ و ۵-۴-۸-۴ می‌باشد.

۵-۴-۸-۶-۲- کنترل‌های کیفیت محصول

الف- کنترل‌های ریزشمع‌های غیرباربر

این کنترل‌ها به‌منظور تعیین و کنترل کیفیت محصول می‌باشد که پس از تکمیل عملیات تزریق و گیرش انجام می‌گیرد. در مواردی که ریزشمع نقش باربر نداشته و به منظور تزریق در خاک برای بهبود عملکرد توده خاک از آن استفاده شده، این کنترل‌ها می‌تواند شامل مغزه‌گیری، آزمایش SPT و مشاهده وضعیت پرشدگی حفرات و خلل و فرج برای روش حفاری و تزریق و برای میکروپایل‌های باربر، شامل بارگذاری کششی یا فشاری باشد که در ذیل به آن‌ها اشاره می‌شود.

❖ **مغزه گیری**

هدف از مغزه‌گیری در عملیات حفاری مشاهده عینی وضعیت خاک یا سنگ در عمق می‌باشد. در عملیات تزریق، مغزه گیری به‌منظور مشاهده اثرات سیمان تزریق شده در داخل حفرات یا درز و شکاف‌های سنگ یا خاک و بررسی کیفیت تزریق اجرا شده در طول گمانه انجام می‌شود. گمانه‌های اکتشافی امکان دستیابی به شرایط زیرسطحی، ردیابی مسیرهای دوغاب تزریق شده را فراهم می‌نمایند. در این روش ضمن نمونه‌برداری از تشکیلات زیرسطحی می‌توان در صورت نیاز و تصمیم طراح اقدام به انجام آزمایش به‌منظور تعیین میزان تراوایی محیط شود. به‌طورکلی امروزه انواع زیادی از دستگاه‌ها و لوازم برای انجام حفاری‌های ژئوتکنیک و نمونه‌برداری ابداع و در دسترس است. شیوه حفاری انتخابی همواره باید متناسب با نوع تشکیلات زیرسطحی و شرایط آب زیرزمینی باشد تا بتوان از کمیت و کیفیت نمونه‌های اخذ شده اطمینان حاصل کرد.

❖ **مشاهده مستقیم رگه‌های تزریق**

از دیگر روش‌های بررسی و کنترل کیفیت اثر بخشی تزریق‌های انجام شده مشاهده مستقیم و چشمی مقاطع موجود یا خاکبرداری شده می‌باشد که با توجه به شرایط و محدودیت‌های پروژه قابل بررسی می‌باشد.

ب- آزمایش بارگذاری فشاری یا کششی میکروپایل‌های باربر

در پروژه‌های بهسازی و مقاوم سازی با استفاده از روش ریزشمع، پیش از شروع عملیات اجرایی، ریزشمع‌ها تحت آزمون بارگذاری تاییدی به منظور تایید فرضیات ابتدایی طراحی، همچون مقاومت باند و همچنین نحوه اجرای ریزشمع قرار می‌گیرد. سنجش توانایی ریزشمع در انتقال ایمن بار طراحی در زمان بهره‌برداری با استفاده از آزمون بارگذاری اثبات به‌دست می‌آید. آزمون اثبات کنترل کیفیت عملیات اجرایی ریزشمع را انجام می‌دهد. انجام آزمون خزش به‌منظور تایید عملکرد ریزشمع در طول عمر بهره‌برداری می‌باشد. این آزمون هم‌زمان با آزمون تاییدی و اثبات انجام می‌شود. مطابق آیین

نامه FHWA(2005) آزمایش‌های بارگذاری به دو صورت آزمون تاییدی (بر روی میکروپایل‌های آزمایشی اولیه) یا آزمون اثباتی (بر روی میکروپایل‌های اصلی اجرا شده) انجام می‌شود که در آن‌ها ریزشمع به ترتیب حداکثر تا ۲ الی ۲/۵ برابر بار طراحی و ۱/۶ برابر بارطراحی تحت بارگذاری فشاری یا کششی قرار می‌گیرد.

نحوه انجام آزمون‌ها و معیارهای پذیرش آن مطابق توصیه‌های آیین نامه FHWA یا ASTM D1143 می‌باشد.

۵-۴-۹- تراکم دینامیکی

روش تراکم دینامیکی یک روش بهسازی عمیق خاک به شمار می‌رود که هدف آن متراکم کردن لایه‌های خاکریز عمیق یا لایه‌های سست بستر با ضخامت زیاد می‌باشد. این روش شامل پرتاب متوالی کوبه‌های سنگین از ارتفاع نسبتاً زیاد در یک الگوی از پیش تعیین شده است. اساس این روش ایجاد ارتعاش و انتشار امواج دینامیکی در توده خاک تراکم‌پذیر به‌منظور بهبود مشخصات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک در عمق می‌باشد.

این روش قابلیت بهبود مشخصات لایه‌های خاک تا اعماق کمتر از ۱۲ متر را دارد. در بعضی از طرح‌های خاص که از کوبه‌های سنگین‌تر و ارتفاع سقوط بیشتر استفاده می‌شود، عمق بهسازی تا ۴۰ متر نیز قابل افزایش است که به آن روش"تراکم دینامیکی بسیار عمیق" گفته می‌شود. از کاربردهای روش تراکم دینامیکی در زمینه بهبود مشخصات لایه‌های خاک، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش نشست‌پذیری خاک بستر
- افزایش ظرفیت باربری
- کاهش پتانسیل روانگرایی
- از بین بردن حفرات بزرگ زیر سطحی
- همگن‌سازی توده‌های ناهمگن
- پایین آوردن تراز نهایی خاکریزها

این روش بسته به نوع خاک محل دارای اثرپذیری خیلی زیاد تا کم است. در خاک‌های درشت‌دانه شامل قلوه‌سنگ تا ماسه با ضریب نفوذپذیری بزرگتر از 10^{-3} سانتی‌متر بر ثانیه حتی در صورتی‌که خاک اشباع باشد، روش تراکم دینامیکی در بهسازی این نوع خاک‌ها مؤثر می‌باشد. در خاک‌های نیمه نفوذپذیر شامل لای، لای ماسه‌دار، ماسه لای‌دار و لای رس دار با شاخص خمیری (PI) کمتر از ۸ با ضریب نفوذپذیری 10^{-3} و 10^{-6}سانتی‌متر بر ثانیه در صورتی که این نوع مصالح نیمه اشباع باشند، تراکم دینامیکی به‌طور معمول و سریع انجام می‌شود و دارای تأثیر خوبی می‌باشد. اما در صورتی‌که این مصالح اشباع باشند، زایل شدن فشار آب حفره‌ای اضافی ممکن است روزها و هفته‌ها طول بکشد و این روش کارایی مؤثر را ندارد. خاک‌های نفوذناپذیر با ضریب نفوذپذیری کمتر از 10^{-6}سانتی‌متر بر ثانیه شامل رس و خاک رس‌دار با درصد رس بیشتر از ۲۵ درصد و شاخص خمیری بیشتر از ۸ در صورتی که اشباع و یا نزدیک به اشباع باشند، به علت طولانی بودن زمان زایل اضافه فشار آب حفره‌ای، عموما برای اجرای تراکم دینامیکی نامناسب هستند.

جدول ۵-۱۴- کارایی روش تراکم دینامیکی در خاک‌های مختلف (آیین‌نامه FHWA-SA-95-037)

نوع خاک	نفوذپذیری (سانتی‌متر بر ثانیه)	درجه اشباع	مناسب بودن تراکم دینامیکی
بدون ریزدانه	بیشتر از 10^{-3}	بالا	عالی
		پایین	عالی
درشت‌دانه با حداکثر ۳۵٪ لای	بیشتر از 10^{-3}	بالا	خوب
		پایین	عالی
ریزدانه- PI<۸	بین 10^{-3} تا 10^{-6}	بالا	متوسط
		پایین	خوب
ریزدانه- PI>۸	کمتر از 10^{-6}	بالا	توصیه نمی‌شود
		پایین	در صورتی که درصد رطوبت طبیعی کمتر از حد خمیری باشد، قابل کاربرد است.

علاوه بر این، با توجه به ماهیت این روش، در اثر کوبش ارتعاشاتی با فرکانس بین ۶ تا ۱۰ هرتز در شعاع تأثیر کوبه منتشر و سبب تغییرشکل‌های جانبی و ایجاد خسارت در سازه‌ها و تأسیسات خطی (مانند خطوط ریلی، لوله‌های مدفون در زمین و غیره) مجاور می‌شود. به همین علت این روش در محیط‌های متراکم شهری کاربرد ندارد و بایستی زمین تحت بهسازی به‌اندازه کافی از سازه‌های هم‌جوار فاصله داشته باشد.

۵-۴-۹-۱- تجهیزات اجرا

ابزار کوبش در این روش شامل جرثقیل بوم خشک و کابل به همراه کوبه‌های سنگین می‌باشد. جنس کوبه‌ها فولادی یا بتنی است که عموماً دارای وزن ۵ تا ۳۰ تن می‌باشند.

۵-۴-۹-۲- نکات اجرایی

۵-۴-۹-۲-۱- فازهای کوبش و الگوی هر فاز

معمولاً عملیات کوبش در سه فاز انجام می‌گیرد که شامل دو فاز کوبش سنگین و یک فاز تراکم سطحی می‌باشد. انتخاب دو فاز کوبش سنگین برای عملیات تراکم دینامیکی در مصالح درشت‌دانه و با هر درجه اشباع، مناسب می‌باشد. اما در مصالح ریزدانه با درجه اشباع بالا، بهتر است جهت زایل شدن اضافه فشار آب حفره‌ای، عملیات کوبش سنگین در فازهای بیشتری اجرا شود.

در فاز کوبش سنگین، بخشی از انرژی به‌صورت افقی در توده خاک توزیع شده و باعث تراکم نواحی اطراف محل برخورد کوبه با زمین می‌گردد. لذا عملیات تراکم دینامیکی می‌تواند در شبکه‌ای با فواصل معین انجام گیرد. در این حالت توزیع جانبی انرژی ضربات باعث بهبود نواحی مابین گره‌های شبکه کوبش نیز می‌گردد. فاصله معمول مرکز تا مرکز گره‌های شبکه کوبش برای ایجاد همپوشانی لازم بین نواحی متراکم شده و رسیدن به تراکم یکنواخت در کل حجم لایه مورد نظر، ۱/۵ تا ۲/۵ برابر قطر کوبه می‌باشد. به‌طور معمول در هر نقطه کوبش، ۷ تا ۱۵ پرتاب کوبه از ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ متر صورت

می‌پذیرد. در فاز اول کوبش سنگین، فاصله نقاط کوبش نسبتاً زیاد است و بهسازی عمیق‌ترین لایه صورت می‌پذیرد و در فاز دوم کوبش فواصل نقاط کوبش کمتر از فاز اول انتخاب شده و بهسازی لایه میانی انجام می‌شود.

در فاز تراکم سطحی که به فاز اتوکشی مشهور است، لایه سطحی با اعمال انرژی کمتر از فازهای کوبش سنگین متراکم می‌شود. در این فاز، عملیات کوبش معمولاً در شبکه‌های به هم پیوسته و یا حتی با همپوشانی انجام می‌شود. برای این منظور معمولاً کوبه‌های مربعی شکل از ارتفاعی پایین (کمتر از ۱۰ متر) و به تعداد کم (معمولاً ۱ یا ۲ مرتبه) پرتاب می شوند. در برخی از موارد که عمق چاله‌های ایجاد شده در فازهای کوبش سنگین کمتر از ۰/۵ متر است، می‌توان لایه‌های سطحی را پس از تسطیح محل، با روش‌های متداول تراکم سطحی (مانند تراکم غلتکی) متراکم کرد. علاوه بر این، در بعضی از طرح‌ها که قرار است سازه‌هایی بر پایه شالوده‌های عمیق احداث شود، ممکن است به اجرای فاز اتوکشی و تراکم لایه سطحی نیازی نباشد.

۵-۴-۹-۲-۲- لایه پایدار کننده سطحی (پتوی سطحی)

مهم‌ترین هدف از اجرای لایه پایدارکننده سطحی، ایجاد سطح کاربری مناسب برای فعالیت ماشین‌آلات سنگین کوبش می‌باشد. سایر اهداف ایجاد پتوی سطحی شامل موارد زیر است:

- کنترل عمق چاله‌های ایجاد شده در اثر ضربه
- کمک به آزادسازی فشار آب حفره‌ای و زهکشی از سطح
- اختلاط مصالح درشت‌دانه پتوی سطحی با مصالح سست زیرین
- جلوگیری از خروج مصالح سست
- افزایش فشار محصور کننده و قابلیت تراکم‌پذیری
- جلوگیری از چسبیدن مصالح ریزدانه به کوبه
- ایجاد بستری مسلح و کاهش نشست‌های موضعی
- کاهش اتلاف انرژی ناشی از خمیری شدن موضعی خاک در زیر محل برخورد کوبه با زمین

ضخامت لایه پتوی سطحی معمولاً بین ۰/۳ تا ۱/۲ متر در طرح‌های مختلف تراکم دینامیکی می‌باشد. در حالتی که لایه سطحی شرایط خیلی سستی نداشته و تراکم با انرژی کم مد نظر باشد، ممکن است لایه با ضخامت حدود ۱۵ سانتی‌متر از مصالح درشت‌دانه کفایت کند. از سوی دیگر در بعضی از طرح‌های تراکم دینامیکی که اختلاط مصالح درشت‌دانه پتوی سطحی با مصالح سست زیرین مد نظر است، ضخامت لایه درشت‌دانه حتی تا ۲/۰ متر نیز در نظر گرفته می‌شود.

مطلوب‌ترین جنس برای پتوی سطحی، خاک‌های درشت‌دانه مانند شن، سنگ شکسته و یا نخاله‌های ساختمانی است.

۵-۴-۹-۲-۳- تعیین محدوده تراکم

در بسیاری از طرح‌ها، مساحتی که تحت عملیات تراکم دینامیکی واقع می‌شود، بزرگ‌تر از مساحتی است که قرار است بارگذاری شود. این مسئله به یکی از علل زیر اتفاق می‌افتد:

- توزیع فشار ناشی از بارگذاری، باعث افزایش تنش در داخل زمین در محدوده‌ای وسیع‌تر از سطح بار می‌گردد.
- میزان بهسازی در مرزهای ناحیه مورد تراکم، عموماً کمتر از قسمت‌های میانی بوده و برای ایجاد تراکم یکنواخت بایستی نواحی خارج از مرزها نیز تا فاصله‌ای مشخص متراکم گردد.
- عملیات کوبش در اطراف مرزهای ناحیه بارگذاری معمولاً تا فاصله‌ای برابر با عمق بهسازی انجام می‌شود.
- در بعضی حالات ویژه هم لازم است تراکم قسمت خاصی از محل طرح در ناحیه وسیع‌تری انجام شود.

۵-۴-۹-۳- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

به منظور اطمینان از بهسازی و بهبود مشخصات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک، مراحل انجام عملیات تراکم دینامیکی باید به‌صورت مستمر تحت پایش و بررسی قرار گیرد. علاوه بر این بایستی وضعیت تغییر شکل‌های احتمالی ایجاد شده در سازه‌های مجاور و خسارات احتمالی ارزیابی گردد. لذا در حین انجام تراکم دینامیکی باید موارد زیر اندازه گیری و پایش شود:

۵-۴-۹-۳-۱- تورم زمین و اضافه فشار آب حفره‌ای

معمولاً در خاک‌های ریزدانه در حین اجرای عملیات کوبش، به علت افزایش فشار منفذی در اطراف محل برخورد کوبه، برآمدگی در زمین ایجاد می‌شود که در این حالت امکان پرتاب کوبه در یک نقطه کوبش به تعداد تعیین شده در آن فاز وجود نخواهد داشت. همچنین در خاک‌های ماسه‌ای و لای در اثر افزایش فشار آب حفره‌ای، امکان وقوع روانگرایی موضعی و جوشش ماسه وجود دارد که در چنین شرایطی، عملیات کوبش باید متوقف گردد. در صورت بروز موارد یادشده باید زمان کافی برای زایل شدن اضافه فشار منفذی سپری شود. تعیین میزان زمان توقف لازم بین ضربات برای زایل شدن فشار آب حفره‌ای متناسب با جنس خاک و اندازه‌گیری‌های میدانی خصوصاً قرائت‌های پیزومترهای تعبیه شده خواهد بود.

۵-۴-۹-۳-۲- نشست متوسط ایجاد شده در زمین تحت بهسازی

قبل از شروع عملیات تراکم دینامیکی، بهتر است سطح زمین شبکه‌بندی شود تا تراز ارتفاعی متوسط به دست آید. مقدار نشست ایجاد شده در سطح زمین پس از اجرای تراکم دینامیکی به شرایط اولیه توده خاک بستگی دارد که به‌طور معمول بین ۶ تا ۱۰ درصد ضخامت لایه خاک تحت بهسازی می‌باشد. این مقدار نشست برای خاکریزهای مراکز دفن زباله بین ۲۰ تا ۲۵ درصد ضخامت خاکریز می‌باشد. در جدول ۵-۱۵، مقادیر درصد نشست ناشی از تراکم دینامیکی به ضخامت لایه بر حسب نوع مصالح درج شده است. ضروری است در فرآیندهای اجرا و تعریف محدوده کاری پیمانکاران، حجم خاک لازم جهت جبران نشست ناشی از عملیات تراکم دینامیکی در برآوردها لحاظ گردد.

جدول ۵-۱۵- اثرات نامطلوب ارتعاشات ناشی از کوبش بر روی هم‌جواری‌های اطراف (آیین‌نامه FHWA-SA-95-037)

نوع مصالح	درصد نشست نسبت به ضخامت لایه
رس‌های طبیعی	۱ تا ۳
خاکریزهای رسی	۳ تا ۵
ماسه‌های طبیعی	۳ تا ۱۰
خاکریزهای دانه‌ای	۵ تا ۱۵
مدفن‌های زباله و لایه‌های خاک آلی	۷ تا ۲۰

همچنین حداکثر عمق مجاز چاله‌ها در حین کوبش معمولاً ۰/۳ متر بیشتر از ارتفاع کوبه در نظر گرفته می‌شود. در صورت عمیق‌تر شدن چاله، باید عملیات کوبش متوقف گردد و چاله‌های ایجاد شده در اثر برخورد کوبه پر شده و یا زمین تسطیح شود و زمان کافی برای زایل شدن اضافه فشار منفذی سپری گردد.

۵-۴-۹-۳-۳- پایش ارتعاشات وارده بر همجواری‌های اطراف

در حین اجرای تراکم دینامیکی باید ارتعاشات وارده بر سازه‌های مجاور با استفاده از سیستم لرزه‌نگار اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری ارتعاشات باید در فواصل مختلف از محل کوبش صورت پذیرد تا بیشینه سرعت ذره‌ای امواج در اطراف زمین تحت بهسازی به دست آید. با مقایسه مقادیر سرعت ذره‌ای محاسبه شده با مقادیر مجاز درج شده در جدول ۵-۱۶ می‌توان اثرات نامطلوب ارتعاشات ایجاد شده بر روی هم‌جواری‌های اطراف را مورد ارزیابی قرار داد. درصورتی که حین عملیات کوبش، سرعت اوج ذرات کمتر از ۷۶ میلی‌متر بر ثانیه باشد، به سازه‌های مدفون آسیبی نمی‌رسد. همچنین خطوط لوله تحت فشار در برابر سرعت اوج ذرات در بازه ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر بر ثانیه بدون تغییر شکل زیاد مقاومت می‌کنند.

جدول ۵-۱۶- اثرات نامطلوب ارتعاشات ناشی از کوبش بر روی هم‌جواری‌های اطراف (آیین‌نامه FHWA-SA-95-037)

سرعت اوج ذرات (میلی‌متر بر ثانیه)	اثرات نامطلوب ارتعاشات ناشی از کوبش
کمتر از ۰/۸	بعضی از انسان‌ها درک می‌کنند.
بین ۰/۸ و ۲/۵	به‌طور مشخص قابل درک است
۲/۵	حد مزاحمت برای انسان‌ها
بین ۲/۵ تا ۸/۰	احساس نگرانی
۱۰	آسیب‌های جزئی معماری
بیشتر از ۱۳	ایجاد ترک در دیوارهای اندود شده
بیشتر از ۱۹	ایجاد ترک در دیوارهای پیش‌ساخته
۴۰	آسیب‌های سازه‌ای

۵-۴-۹-۴-۳- انجام آزمایش‌های تاییدی

به منظور ارزیابی تأثیر روش تراکم دینامیکی بر بهبود مشخصات لایه‌های خاک، باید آزمایش‌های تاییدی زیر قبل و بعد از عملیات بهسازی صورت پذیرد:

- انجام آزمایش‌های برجا نظیر آزمایش نفوذ استاندارد (SPT)، آزمایش نفوذ مخروط (CPT)، آزمایش فشارسنجی (PMT) و غیره قبل و بعد از عملیات تراکم دینامیکی به‌منظور تعیین عمق و درجه بهسازی.
- انجام آزمایش بارگذاری در مدفن‌های زباله و لایه‌های خاک آلی قبل و بعد از تراکم دینامیکی به‌منظور تعیین مقدار کاهش نشست پس از بهسازی.
- اندازه‌گیری بازدهی انرژی ضربه‌ای ناشی از پرتاب کوبه از طریق اندازه‌گیری سرعت پرتاب کوبه در لحظه اعمال ضربه به زمین به‌منظور اطمینان از صحت عملکرد دستگاه کوبش.

۵-۴-۹-۴- سایر موارد

۵-۴-۹-۴-۱- مشکلات ناشی از بالا بودن سطح آب زیرزمینی

در صورتی‌که سطح آب زیرزمینی بالا باشد، مشکلات عمده زیر می‌تواند به وقوع بپیوندد:

- ایجاد فشار آب حفره‌ای اضافی
- اختلاط خاک و آب در سطح و ایجاد لایه سطحی نرم و نامناسب

به‌عنوان یک قاعده کلی، عمق نامطلوب سطح آب زیرزمینی به عمق چال‌های ایجاد شده در اثر کوبش سنگین بستگی دارد. در اکثر طرح‌ها، اگر تراز آب زیرزمینی در عمق کمتر از ۲ متری سطح زمین باشد، وضعیت برای اجرای تراکم دینامیکی نامناسب است. در چنین وضعیتی قبل از اجرا می‌توان یکی از راه حل‌های زیر را برگزید:

- بالا بردن تراز زمین با ایجاد لایه‌ای از خاک دانه‌ای روی سطح زمین قبل از عملیات کوبش
- پایین بردن سطح آب زیرزمینی قبل از عملیات

۵-۴-۹-۴-۲- مشکلات ناشی از وجود لایه‌های سخت و جاذب انرژی

وجود یک لایه جاذب انرژی مانند لایه‌ای از رس نرم و اشباع در میان توده تحت تراکم و یا وجود لایه‌های سخت در سطح زمین، عمق بهبود و میزان بهسازی را کاهش می‌دهد.

۵-۴-۱۰- پیش بارگذاری

یکی از روش‌های اصلاح خاک‌های نرم اشباع، عملیات پیش بارگذاری می‌باشد. نشست تحکیمی خاک‌های ریزدانه اشباع فرآیندی زمان‌بر است. به همین علت جهت ایجاد نشست لایه‌های تراکم‌پذیر قبل از احداث سازه اصلی، از عملیات پیش بارگذاری همراه با زهکش‌های قائم استفاده می‌گردد. این رویکرد جزو روش‌های بهسازی عمیق خاک می‌باشد.

کاربرد این روش برای بهسازی خاک‌های اشباع تراکم‌پذیر با نفوذپذیری کم مانند رس‌های با خاصیت خمیری بالا مناسب می‌باشد. در این روش در صورت مواجهه با خاک‌های اشباع عادی تحکیم یافته یا با بیش تحکیمی نه‌چندان قابل ملاحظه، از زهکش‌های قائم به همراه پیش‌بارگذاری استفاده می‌گردد.

۵-۴-۱۰-۱- مواد و مصالح

این روش دارای دو جز اصلی است: سربار (خاکریز) و زهکش قائم. جهت اجرای لایه خاکریز باید مطابق بخش تراکم سطحی این آیین‌نامه لایه‌های خاکریز اجرا گردد تا دانسیته مورد نیاز طرح تأمین گردد. ضخامت خاکریزی لازم و زمان اجرای آن بر اساس اسناد طراحی و نقشه‌های اجرایی تعیین می‌گردد.

بخش دوم فعالیت‌های اجرایی شامل اجرای لایه‌های زهکش سطحی و عمیق می‌باشد. به‌منظور زهکشی عمیق لایه‌های بستر از زهکش قائم پیش‌ساخته (PVD) استفاده می‌گردد. این زهکش‌ها معمولاً از رویه‌های با جنس ژئوتکستایل با هسته پلاستیکی تشکیل گردیده است که آب در کانال‌های تعبیه شده روی آن هدایت می‌گردد. با اجرای زهکش، آب از خاک اطراف به داخل این نوارها هدایت گردیده و به سمت نزدیک‌ترین لایه زهکش منتقل می‌گردد. جنس ژئوتکستایل دور این زهکش‌ها باید به نحوی باشد تا از نفوذ ریزدانه‌ها به داخل زهکش و انسداد مسیر آن‌ها جلوگیری گردد. برای این منظور قطر بازشوهای ژئوتکستایل (AOS) باید بین ۰/۰۷۴و ۰/۱۵ میلی‌متر باشد.

پس از اجرای زهکش‌های عمیق باید زهکش‌های سطحی زیر خاکریز اجرا شود تا با استفاده از آن آب خروجی از بستر به محدوده خارج از پروژه منتقل گردد. این لایه به‌طور معمول از مصالح دانه‌ای و یا لوله‌های زهکشی سوراخدار تشکیل شده است.

در صورتی که برای اجرای لایه سطحی از مصالح دانه‌ای استفاده گردد، ماسه مورد استفاده باید تمیز و شسته و میزان ریزدانه گذشته از الک نمره۲۰۰ آن کمتر از ۳ الی ۴ درصد باشد. ضخامت لایه زهکش مذکور باید حداقل ۳۰ سانتیمتر و ترجیحاً بین ۵۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر منظور گردد. در نواحی که این لایه به‌صورت مستقیم بر روی بستر نرم قرار می‌گیرد، باید ۳۰ سانتیمتر بر ضخامت این لایه افزود یا از یک لایه ژئوتکستایل برای جداسازی این لایه و بستر استفاده کرد. در جایی که از شن تمیز برای اجرای این لایه استفاده می‌گردد، می‌توان ضخامت لایه را ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفت. در این شرایط برای جلوگیری از نفوذ مصالح ریزدانه به این لایه، لازم است در دو سمت لایه زهکش، ژئوتکستایل نصب گردد.

در نواحی که از زهکش‌های نواری به جای لایه زهکش استفاده می‌گردد، تکنیک‌های مختلفی را می‌توان اجرا نمود. این نوارها به‌طور معمول دارای ضخامت ۲/۵ سانتیمتر و عرض ۱۵ الی ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. این ابعاد بر مبنای حجم آب ورودی متغیر می‌باشد، اما به‌طور کلی هر ردیف زهکش قائم به یک ردیف نوار زهکش نواری متصل می‌گردد، که در شرایط خاص می‌توان هر ردیف زهکش نواری را به سه ردیف زهکش قائم متصل نمود.

به جای استفاده از نوارهای زهکش قائم، می‌توان از ستون‌های شنی مناسب نیز استفاده کرد که نسبت به استفاده از ژئودرین‌ها از هزینه بیشتری برخوردار است.

۵-۴-۱۰-۲- تجهیزات اجرا

اجرای این روش نیازمند ماشین‌آلات برای نصب زهکش‌های پیش ساخته قائم می‌باشد. در جدول ۵-۱۷ روش‌های مورد استفاده برای نصب زهکش‌های PVD معرفی شده است.

جدول ۵-۱۷- روش‌های نصب زهکش‌های قائم

روش نصب و راه اندازی	گزینه‌های مختلف
استاتیکی	۱- زنجیره‌ای رانده‌شده*
	۲- چرخ دنده‌ای*
	۳- کابل کششی*
	۴- وزن سنگین
	۵- فشار هیدرولیکی پیستون
لرزشی	۱- چکش منحرف شونده - سنبه با پشتیبانی کامل*
	۲- چکش مستقیم- سنبه منحرف شونده *
	۳- سنبه داخلی با پاشنه پهن
پاششی	۱- سنبه پوشیده شده با جت‌های بیرونی
	۲- جت کاوشگر بدون سنبه پوششی
سیستم ترکیبی	۱- روش استاتیکی با ویبره*
	۲- روش استاتیکی با جت*
	۳- ویبره با جت.

*روش‌هایی که اخیرا در ایالات متحده آمریکا استفاده شده‌اند.

در تمامی این روش‌ها یک غلاف فلزی بر روی زهکش موجود می‌باشد تا از آسیب به زهکش‌ها جلوگیری کند. از این غلاف فلزی در ادبیات فنی به عنوان ماندرل[1] یاد می‌گردد.

۵-۴-۱۰-۳- نکات اجرایی

به‌منظور اجرای این روش بهسازی، مراحل زیر باید به ترتیب اجرا گردد:

۵-۴-۱۰-۳-۱- آماده‌سازی ساختگاه

ابتدا محوطه اجرایی باید به‌طور کامل از نخاله، گیاهان، قلوه سنگ‌ها و سایر مواد زائد پاک گردد. پس از پاکسازی محوطه از مواد مازاد، باید کل محوطه شیب بندی شود تا آب خروجی از زهکش‌های قائم از محوطه عملیاتی خارج گردد. شیب مذکور به‌طور معمول بین ۲ تا ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود.

۵-۴-۱۰-۳-۲- استقرار دستگاه نصب زهکش

دستگاه پس از آماده‌سازی محوطه، دستگاه زهکش باید در محوطه کارگاه مستقر گردد. پس از استقرار، دستگاه ماندرل با استفاده از بار وزن یا ارتعاش داخل خاک نفوذ نموده و زهکش در خاک نصب می‌گردد. در زمان اجرا موارد زیر باید رعایت گردد:

- نرخ نفوذ ماندرل: نرخ نفوذ ماندرل باید به نحوی تعیین گردد تا در ماندرل کمترین میزان تغییر شکل و خمش ایجاد گردد. نفوذ باید به‌صورت یکنواخت و بدون قطع با نرخ ۱۵ تا ۶۰ سانتیمتر در ثانیه انجام شود.

1- Mandrel

- اتصال زهکش‌ها: با اتمام یک رول زهکش به منظور کاهش پرت مصالح می‌توان رول بعدی را به رول قبلی متصل نمود. اتصال باید پیش از نفوذ ماندرل به داخل خاک انجام شود تا از ایجاد وقفه در زمان نفوذ ماندرل جلوگیری گردد. طول اتصال دو زهکش باید به نحوی باشد که اختلالی در هدایت هیدرولیکی و مشخصات سازه‌ای ایجاد نگردد. طول هم‌پوشانی در این اتصال حداقل برابر ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد.
- قائم بودن: به‌منظور عملکرد مناسب زهکش، لازم است زهکش به‌صورت عمودی نصب گردد. قائم نبودن زهکش منجر به ایجاد نشست‌های غیریکنواخت به علت ثابت نبودن فواصل میان زهکش‌ها می‌گردد. بیشینه انحراف مجاز ماندرل برابر ۶ سانتیمتر به ازای ۳ متر می‌باشد.
- صفحه گیره[1]: در سر ماندرل المانی به نام گیره نصب می‌شود تا زمان خروج ماندرل، زهکش در داخل خاک به وسیله المان فوق باقی مانده و هم‌زمان با خروج ماندرل زهکش از داخل خاک خارج نگردد. ابعاد این صفحه ارتباط مستقیمی با دست‌خوردگی خاک اطراف دارد. ابعاد صفحه باید به نحوی در نظر گرفته شود تا کمترین دست‌خوردگی در خاک اطراف ایجاد گردد.

۵-۴-۱۰-۴- کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش

ضروری است کنترل کیفیت اجرای این روش در تمامی مراحل، از شیب‌بندی اولیه تا اجرای خاکریز و در انتها با انجام عملیات مانیتورینگ ادامه یابد. به‌منظور بررسی بهتر کیفیت اجرایی و انطباق فرضیات طراحی با شرایط اجرایی، لازم است پیش از شروع اجرای زهکش‌های پیش ساخته، اقدام به اجرای زهکش‌های آزمایشی گردد. در این مرحله لازم است طراح پروژه به‌همراه نیروهای کارگاهی در محل اجرا حاضر شود تا از انطباق فرضیات طراحی و شرایط اجرایی اطمینان حاصل گردد. همچنین نیروهای کارگاهی باید توجه کنند که اجرای زهکش‌های اصلی پروژه مطابق اجرای زهکش‌های آزمایشی صورت پذیرد.

در حین اجرای ستون‌های آزمایشی باید روش‌های نصب مخصوصاً میزان پیش‌حفاری لازم ، نیروی پیش‌رانش ماندرل و روش عبور از موانع و لایه‌های مختلف زیرسطحی مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد. در صورتی که از سیستم ارتعاشی برای اجرای زهکش‌ها استفاده می‌گردد، در مرحله اجرای زهکش‌های آزمایشی باید حداقل ارتعاش مورد نیاز برای نصب زهکش‌ها تعیین گردد. در صورتی که انسداد در مسیر نصب زهکش‌ها ضرورت دارد، باید میزان پیش‌حفاری لازم تعیین گردد. در صورتی که انسداد به‌صورت موضعی باشد، باید زهکش دیگری در نزدیک‌ترین فاصله ممکن نسبت به زهکش مورد نظر اجرا گردد.

در زمان اجرا، لازم است نیروهای اجرایی به‌صورت متناوب شرایط اجرایی را با فرضیات در نظر گرفته شده در طراحی همچون موقعیت مکانی، پایداری ماندرل، نرخ نفوذ ماندرل، عمق زهکش، قائم بودن نصب زهکش، اتصال دو زهکش و نحوه

1- Anchor

بریدن زهکش را مورد ارزیابی قرار دهند. علاوه بر موارد فوق نیروهای اجرایی باید به موارد زیر در زمان اجرای زهکش‌ها توجه نمایند:

- عدم انطباق عمق نشان داده شده بر روی دستگاه با عمق واقعی
- ابعاد کوچک مهار نصب شده بر روی سر زهکش‌ها
- خم شدگی یا انعطاف ماندرل
- شرایط PVD (پارگی، زدگی و غیره)
- شرایط نگهداری مواد و مصالح زهکش پیش از اجرا (جلوگیری از قرار گرفتن زهکش‌ها در معرض نور خورشید یا دمای انجماد و غیره)
- در مرحله اجرای زهکش سطحی نیز لازم است نیروهای اجرایی موارد ذیل را ارزیابی نموده و در صورت وقوع به اطلاع طراح پروژه برسانند:
- نفوذ مواد و مصالح ریزدانه یا هر نوع ماده آلوده‌کننده به لایه زهکش دانه‌ای که منجر به اختلال در فرآیند زهکشی لایه مذکور گردد.
- یخزدگی بالای زهکش‌های پیش‌ساخته که منجر به اختلال در عملکرد لایه زهکش سطحی گردد.
- تغییر عمده در شیب زهکش یا لایه بستر که منجر به تغییر در مسیر زهکشی آب گردد

مهم‌ترین بخش اجرای این روش و پایش‌های حین اجرا، اجرای عملیات مانیتورینگ و پایش می‌باشد. به‌منظور پایش این روش می‌توان از انواع ابزار همچون پیزومتر، انحراف‌سنج، فشارسنج، کشیدگی‌سنج استفاده کرد. استفاده از این ابزارها و همچنین دفعات قرائت این ابزارها با توجه به اهمیت پروژه و تصمیم طراح تعیین خواهد شد. موقعیت نصب این ابزارها باید توسط طراح پروژه پیش از شروع عملیات اجرایی تعیین گردد و پیش از شروع عملیات خاکریزی از صحت عملکرد این ابزار اطمینان حاصل شود. جدول ۵-۱۸ انواع ابزار مورد استفاده و داده‌های خروجی این ابزارها را به نمایش می‌گذارد.

جدول ۵-۱۸- داده‌های خروجی ابزار

نام ابزار	عملکرد
پیزومتر	اندازه‌گیری فشار آب حفره‌ای
انحراف سنج	اندازه‌گیری تغییرشکل‌های افقی
فشار سنج	اندازه‌گیری میزان تنش
کشیدگی سنج	اندازه‌گیری میزان نشست در عمق

۵-۵- زهکشی و آب‌بندی

دو رویکرد متمایز در مواجهه با آب در سازه‌های زیرزمینی وجود دارد:

- جمع‌آوری و تخلیه آب یا همانا زهکشی
- آب‌بندی و انسداد مسیرهای نفوذ آب به درون سازه

آب‌بندی سازه‌های زیرزمینی به دو روش میسر است. چنانچه اجزای بتنی سازه (پی و دیوارهای پیرامونی ساختمان) با نگرش آب‌بندی طراحی و اجرا شده باشند، می‌توان از آن به‌عنوان سدی در برابر نفوذ آب استفاده نمود. از سوی دیگر امکان آببندی با نصب یک لایه عایق رطوبتی در زیر پی و پشت دیوارهای در تماس با خاک نیز وجود دارد.

۵-۵-۱- زهکشی

زهکش به سامانه‌ای اتلاق می‌شود که روان‌آب‌های سطحی و یا آب های زیرسطحی را جمع‌آوری و به نقطه مورد نظر هدایت کند. جمع آوری و هدایت آب فرآیندی ثقلی است، ولی ممکن است پمپاژ برای دفع آب از محل جمع آوری آب لازم گردد. به‌صورت کلی زهکش‌ها می‌توانند دارای سه بخش متمایز باشند:

- سامانه جمع آوری آب: به بخشی از زهکش اتلاق می‌شود که آب را از سطح زمین یا توده خاک جمع آوری می‌کند.
- سامانه انتقال آب: به بخشی از زهکش اتلاق می‌شود که آب جمع آوری شده را به محل تخلیه هدایت می‌کند.
- سامانه تخلیه آب: آب جمع آوری شده را می‌توان به‌صورت ثقلی یا با استفاده از پمپ تخلیه نمود.

در برخی مواقع اجزای این سه بخش با هم تلفیق می‌شوند.

۵-۵-۱-۱- الزامات کلی

در مواردی که جلوگیری از رسوخ و نفوذ آب به داخل ساختمان از اهمیت ویژه‌ای بر خوردار است، می‌باید حداقل از دو شیوه مستقل برای مقابله با نفوذ آب استفاده شود. در مواقعی که به دلایل فنی، اقتصادی یا حقوقی امکان تخلیه آب به‌صورت بلند مدت وجود ندارد، آب‌بندی سازه‌های زیرزمینی الزامی است.

تمام اجزای سامانه جمع‌آوری و انتقال آب باید در برابر انتقال رسوب توسط صافی[۱] مناسب مطابق مشخصات قید شده در بند ۵-۴-۱-۴ محافظت شود. برای حفظ کارآیی سامانه می‌بایست محل نصب و اجرای اجزای زهکش به نحوی انتخاب شود که در طول دوره بهره‌برداری دچار جابجایی یا تغییرشکل زیاد نشود.

۵-۵-۱-۲- اجزای سامانه زهکشی

زهکش‌ها بر اساس محل اجرا و مصالح به انواع مختلف تقسیم می‌شوند.

- زهکش‌های سطحی که برای جمع‌آوری و هدایت روان‌آب‌های سطحی استفاده می‌شود ولی از زهکش‌های عمقی برای خارج نمودن آب از توده خاک استفاده می‌شود.
- مصالح معدنی دانه‌بندی شده و یا لوله‌های مشبک زهکشی که نقش جمع آوری و انتقال آب را ایفا می‌کنند.
- برای جمع آوری آب از محیط و هدایت آن به مجاری زهکشی می‌توان از پتوهای شن و ماسه یا ورق‌های ژئودرین یا شانه تخم مرغی[۲] استفاده نمود.

۱- Filter

۲- Dimple-sheet

- در مواردی که امکان تخلیه ثقلی آب از محیط وجود ندارد، باید آب را به سمت چاله[۱] پمپاژ هدایت نمود.

۵-۵-۱-۳- کانال‌های زهکشی

باید از مصالح شنی جهت زهکش و یک لایه صافی جهت جلوگیری از انتقال ذرات ریز خاک به داخل زهکش استفاده شود. شیب کمینه لوله‌های زهکش نباید کمتر از ۰/۵ درصد (۱:۲۰۰) باشد. باید از خم‌های با زاویه بسیار تند اجتناب نمود، مگر آنکه یک محفظه بازرسی در محل تغییر مسیر قرارداده شده باشد. ضروری است تمامی سطح به سمت مسیر زهکشی شیب‌بندی گردد تا آب در سطح جمع نشود.

۵-۵-۱-۴- مشخصات صافی

باید از صافی مناسب (ژئوتکستایل و یا ماسه تمیز) در اطراف مسیرهای زهکشی، لوله‌های زهکش، چاه‌های زهکش و غیره برای جلوگیری از انتقال رسوب و بسته شدن مسیر آب استفاده شود.

مصالح معدنی مورد استفاده در محافظت زهکش‌های باید الزامات زیر را رعایت نماید:

D_{15} مصالح صافی	مساوی یا کوچک‌تر از	۹ برابر d_{85}خاک باشد
D_{15} مصالح صافی	مساوی یا بزرگ‌تر از	۴ برابر d_{15} خاک باشد
D_{15} مصالح صافی	مساوی یا بزرگ‌تر از	۰/۲ میلی‌متر باشد
D_{100} مصالح صافی	مساوی یا کوچک‌تر از	۳۸ میلی‌متر (۱/۵ اینچ) باشد
D_{5} مصالح صافی	مساوی یا بزرگ‌تر از	۰/۰۷۵ میلی‌متر باشد

توصیه می‌شود ماسه مورد استفاده الزامات ASTM C33 را رعایت نماید.

ژئوتکستایل مصرفی باید الزامات زیر را رعایت نماید.

- مقاومت کششی حداقل ۱۲/۴۴ نیوتن مطابق استاندارد ASTM D4632 باشد.
- تغییرشکل در گسیختگی قبل از ۵۰٪ مطابق با ASTM D4632 باشد.
- گذردهی باید مطابق با استاندارد ASTM D4491 بیش از ۰/۷ بر ثانیه باشد.

۵-۵-۲- آب‌بندی و عایق‌کاری

استفاده از سازه بتنی آب‌بند مطابق ضابطه ۱۵۰ یکی از روش‌های مقابله بانفوذ آب به سازه‌های زیرزمینی دارای دیوار و کف بتنی است. بنابراین در این ضابطه فقط به آب‌بندی توسط یک لایه عایق پرداخته خواهد شد.

۱- Sump pit

در مواقعی که هیچ‌یک از تمهیدات به کار گرفته‌شده برای آب‌بندی مؤثر واقع نشده، می‌توان با ترمیم سازه بتنی با اعمال ملات‌های نفوذگر آب‌بند بر روی سطوح داخلی و یا تزریق مواد آب‌بند به داخل درزها یا خلل و فرج بتن شرایط را بهبود بخشید.

۵-۵-۲-۱- لایه عایق (غشایی)[۱]

استفاده از ژئوممبران‌ها در زیر پی و پشت سازه یکی از موثرترین روش های آببندی [۲] سازه‌های زیرزمینی است. این نوع آببندی مترادف طبقه بندی گروه A استاندارد BS8102 است.

طیف وسیعی از مواد آب‌بند در صنایع مختلف وجود دارد. ژئوممبران‌ها بر اساس جنس، تولید و شیوه نصب قابل طبقه بندی هستند، ولی در اینجا صرفاً به مواد و مصالح و روش‌هایی که رایج‌تر است پرداخته می‌شود. بر این اساس ژئممبران‌ها به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

- نمدهای آببندی رسی[۳]
- ژئوممبران‌های پلیمری پیش‌ساخته
- ژئوممبران‌های پایه قیری پیش‌ساخته و درجا اجرا

هر یک از موارد یاد شده دارای برتری‌ها و کاستی‌های نسبی متفاوتی هستند. سهولت نصب، بی درز[۴] بودن، آسیب‌پذیری کم و ترمیم پذیری جزو شاخص‌های اصلی در انتخاب نوع عایق است.

بدیهی است کیفیت پایه محصولات پیش ساخته بالاتر از انواع مشابه درجا اجرا می‌باشد و از این‌رو کنترل کیفیت لایه عایق درجا اجرا در حین و پس از نصب دارای اهمیت است. از سوی دیگر کنترل کیفیت درزبندی در مورد ژئوممبران‌های پلیمری نیز دارای اهمیت زیادی است.

۵-۵-۲-۲- نمد آببندی رسی

پوشش‌های آب‌بندی رسی نوعی ژئوکامپوزیت است که حاوی بسته‌های رس فعال تعبیه شده در میان دو لایه ژئوتکستایل می‌باشد. در تماس با آب رس فعال دچار تورم شده و یک لایه ناتراوا را ایجاد می‌کند.

نصب GCL آسان و آسیب‌پذیری آن در اثر ضربه کم بوده و لایه ایجاد شده فاقد درز است. محدودیت جدی این نوع عایق حساسیت به رطوبت پیش از محصور شدن در زیر بتن است.

۵-۵-۲-۲-۱- الزامات اجرایی

رعایت موارد زیر در اجرای GCL الزامی است:

۱- Geomembrane

۲- Blind/Positive Side Waterproofing

۳- Geotextile Clay Linear (GCL)

۴- Seamless

- کارخانه تولید GCL و محصول مصرفی باید دارای گواهی استاندارد از مراجع ذی صلاح را باشد.
- لایه GCL باید بین بستر صاف و سخت و بتن سازه محصور گردد.
- GCL تا زمان مصرف باید در محلی خشک نگهداری شود و پس از نصب نیز به مدت طولانی رها نشود.
- بستر کار باید عاری از لبه‌های تیزگوشه، شکاف یا ترک با دهانه بیش از ۲ میلی‌متر و همچنین ناهمواری بیش از ۱۲ میلی‌متر باشد.
- بستر کار باید خشک و عاری از رطوبت باشد و باید از رسیدن رطوبت به GCL در فاصله زمانی بین نصب و مدفون شدن زیر بتن، جلوگیری شود.
- ۱۰ درصد همپوشانی لبه‌های GCL باید تأمین و در جای خود با میخ و واشر محکم شود.

۵-۵-۲-۳- ژئوممبران‌های پلیمری

از انواع ورق‌های پلیمری مانند LLDPE,VLDPE, PVC برای آب‌بندی استفاده می‌شود. این نوع عایق قابلیت اجرا بر روی سطوح خیس را دارد ولی درزدار محسوب شده و از این رو حساسیت نسبت به اجرای صحیح و دقیق درزها بالا است. آسیب‌پذیری ژئوممبران‌ها رابطه معکوس با سختی و انعطاف ناپذیری آن‌ها دارد. بدیه ایست نصب ژئوممبران‌های انعطاف‌پذیرتر (مانند PVC) بر روی سطوح ناهموار ساده‌تر است، ولی دوام و آسیب ناپذیری برخی از انواع سخت‌تر ژئوممبران‌ها (مانند LLDPE) کمتر است.

۵-۵-۲-۳-۱- الزامات اجرایی

رعایت موارد زیر در اجرای ژئوممبران‌های پلیمری الزامی است:

- کارخانه تولید ژئوممبران و محصول مصرفی باید دارای گواهی استاندارد از مراجع ذی صلاح را باشد.
- بستر نصب ژئوممبران باید هموار باشد تا امکان ایجاد یک لایه عایق صاف فراهم آید.
- برای نصب ژئوممبران بر روی سطوح قائم باید از دیسک[۱]های اتصال هم‌جنس ژئوممبران استفاده شود.
- طول درزبندی ورق‌های ژئوممبران باید کمینه‌سازی شود و از آببند شدن درزه‌ها با انجام آزمایش‌های جعبه خلاء[۲] طبق استاندارد ASTM D5641 اطمینان حاصل شود. در مورد ژئوممبران‌هایی که اتصال آنها با استفاده از دستگاه جوش دوخطی انجام می‌شود، می‌توان از آزمایش کانال هوا[۳] استفاده شود.
- استفاده از روش جوش دستی هوای داغ برای ژئوممبران های پلی اتیلن مجاز نیست.

۱- Heat-Disc (rundle)

۲- Vaccum Test

۳- Air channel pressure test

۵-۵-۲-۴- ژئوممبران‌های قیری

استفاده از عایق‌های پایه قیری پیش‌ساخته[۱] در پشت‌بام‌ها و دیواره‌های در معرض باران بسیار رایج است. این عایق‌ها برای نصب بر روی سطح صاف مناسب بوده و بی‌درز تلقی می‌شود. چنانچه قیر در معرض تابش اشعه فرابنفش و نوسان دما قرار نداشته باشد، کیفیت و مشخصات اولیه خود را حفظ می‌کند. استفاده از قیر پلیمری موجب بهبود کیفیت و کارایی ژئوممبران های پایه قیری می‌شود.

عایق‌های پایه قیری دارای انعطاف‌پذیری بالایی هستند و قابلیت اجرا بر روی سطوح ناهموار متوسط را نیز دارد. از سوی دیگر علی‌رغم نرمی و آسیب‌پذیری، در صورت اتصال و پیوند سراسری با بستر سخت احتمال سوراخ شدگی در اثر ضربه کمتر از برخی از انواع مشابه است.

استفاده از قیر درجا اجرا بر روی بستر مناسب نیز مجاز است. کنترل مشخصات فنی اجرا و بخصوص ضخامت لایه عایق بسیار مهم است.

۵-۵-۲-۴-۱- الزامات اجرایی

رعایت موارد زیر در اجرای عایق‌های پایه قیری الزامی است:

- کارخانه تولید ژئوممبران پایه قیری پیش‌ساخته و محصول مصرفی باید دارای گواهی استاندارد از مراجع ذی صلاح را باشد.
- بستر ژئوممبران‌های پایه قیری پیش‌ساخته باید خشک، صاف و هموار و عاری از گوشه‌های با زاویه تند باشند.
- اتصال ژئوممبران قیری پیش‌ساخته بر روی سطوح قائم باید به نحوی باشد که پیوند سراسری ایجاد شود. چنانچه نیاز به اتصال مکانیکی به بستر وجود داشته باشد، باید با قیر داغ محل اتصال آب‌بند شود.
- کمینه مقدار قیر مصرفی در واحد سطح برای لایه عایق قیری درجا اجرا باید ۴ کیلوگرم بر متر مربع باشد و ضخامت لایه قیر اندود شده در تمامی سطح باید بیش از ۳ میلی‌متر باشد.
- برای تمامی سطوح ژئوممبران‌های پایه قیری باید آزمون منفذیابی انجام پذیرد.

۱- Prefabricated Bitumenous GeoMembrane (PBGM)

۵-۶- ژئوسنتتیک‌ها

در بخش ۵-۴-۳، به اجمال به کاربرد ژئوسنتتیک‌ها انحصارا در بهسازی خاک اشاره شد. در این بخش، با تفضیل بیشتری به دیگر موارد استفاده از ژئوسنتتیک‌ها پرداخته می‌شود.

۵-۶-۱- مشخصه‌های عمومی ژئوسنتتیک‌ها

عملکرد اصلی ژئوسنتتیک‌ها شامل فیلتراسیون[۱]، زهکشی[۲]، جداسازی[۳]، تسلیح[۴]، آب‌بندی[۵] و حفاظت[۶] می‌شود. انواع ژئوسنتتیک‌ها و عملکرد اصلی آن‌ها در جدول ۵-۱۹ ارائه شده است.

جدول ۵-۱۹- عملکرد انواع ژئوسنتتیک‌ها

	فیلتراسیون	زهکشی	جداسازی	تسلیح	آب‌بندی	حفاظت
ژئوتکستایل	✓	✓	✓	✓		✓
ژئوگرید				✓		
ژئونت		✓				✓
ژئوممبرین					✓	
ژئوکمپوزیت[۲]	✓	✓	✓	✓	✓[۳]	✓

۱. به منظور حصول عملکرد آب‌بندی، ژئوتکستایل باید با قیر یا سایر مواد پلیمری، اشباع شود.

۲. بستگی به نحوه طراحی، ساخت و نوع ژئوکمپوزیت دارد.

۳. ژئوکمپوزیت‌های رسی (جی سی ال)[۷] از این نوع می‌باشند.

۵-۶-۱-۱- نکات کلی

هنگام کاربرد ژئوسنتتیک‌ها و در کلیه مراحل شامل طراحی، تهیه مصالح، حمل، نصب و اجرا، باید معیارهای زیر در مشخصات فنی ذکر شده باشد.

الف- مشخصات عمومی شامل نوع ژئوسنتتیک، نوع پلیمر مورد قبول، مشخصات مربوط به دوام محصول، روش حمل و انبار.

ب- توصیه‌های محافظت در برابر آثار زیان‌بار اشعه فرابنفش، نور مستقیم خورشید، گرد و غبار، رسوبات و سایر عواملی که می‌تواند بر عملکرد ژئوسنتتیک تأثیر بگذارد.

پ- نحوه اتصال و همپوشانی قطعات مجاور طاقه‌ها که باید با توجه به شرایط محیطی، نوع مصالح، و عملکرد ارائه شود.

ت- نحوه آماده‌سازی بستر، نحوه نصب ژئوسنتتیک، مشخصات مصالح خاکی، ضخامت لایه‌های خاکی، نحوه اجرای خاک‌ریزی، پرسنل و ماشین‌آلات اجرایی مورد نیاز

1- Filteration
2- Drainage
3- Separation
4- Reinforcement
5- Fluid Barrier
6- Protection
7- Geosynthetic Clay Liners (GCLs)

ث- نحوه ترمیم آسیب‌دیدگی‌های حین نصب و اجرا

۵-۶-۱-۲- ملاحظات کلی در ژئوسنتتیک‌ها

الف- پیمانکار باید اطلاعات لازم شامل نام تولیدکننده، نام و کد محصول، ترکیبات شیمیایی محصول و سایر اطلاعات مربوط به ژئوسنتتیک را در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

ب- نمونه‌برداری باید طبق استاندارد ISIRI 7774 یا ASTM D4354 انجام شود. مشخصات فنی باید با الزامات استاندارد ASTM D4759 مطابقت داشته باشد.

پ- برچسب محصولات، حمل و انبارش آن‌ها باید مطابق استاندارد ASTM D4873 انجام شود. برچسب محصول باید شامل نام تولید کننده یا فروشنده، کد محصول و شماره طاقه و هر محموله باید دارای گواهینامه محصول باشد.

با توجه به عملکرد ژئوسنتتیک‌ها که توسط مشاور باید در مشخصات فنی بیان شده باشد، الزامات جدول ۵-۲۰ در هر حالت طراحی و اجرا باید رعایت شوند.

۵-۶-۲- درزها

پیوستگی و درزگیری باید در محل مجاورت دو قطعه ژئوسنتتیک، اعمال شود.بدین منظور استفاده از روش‌های همپوشانی، دوختن، بست و گیره، گره زدن، حرارت، مهار کردن، جوش دادن و چسپ زدن مجاز است. نحوه اتصال درزها با توجه به نوع و عملکرد ژئوسنتتیک و شرایط پروژه، باید توسط مشاور اعلام گردد. استفاده از درز در جهت اصلی کشش (عمود بر طول طاقه) در شیب‌ها و دیوارهای خاکی مسلح، مجاز نمی‌باشد.

در زمان اتصال با دوختن درزها در ژئوتکستایل‌ها باید موارد ذیل رعایت شود:

الف- جنس و دوام نخ مصرفی از جنس پلی‌الفین‌ها یا پلی‌استر بوده و الزامات دوام این نخ‌ها توسط دستگاه مشاور اعلام شود.

ب- نخ به اندازه کافی محکم بوده و باعث برش ژئوتکستایل نشود.

پ- تراکم کوک‌ها برای ژئوتکستایل‌های سبک، ۲۰۰ الی ۴۰۰ گره در هر متر طول و برای انواع سنگین، ۱۵۰ الی ۲۰۰ گره در هر متر طول باید باشد.

دو نمونه کوک‌زنی مجاز در شکل ۵-۱۲ سه نوع درز مجاز شامل تخت، دوبل (یا J) و پروانه‌ای در شکل ۵-۱۳ نشان داده شده است.

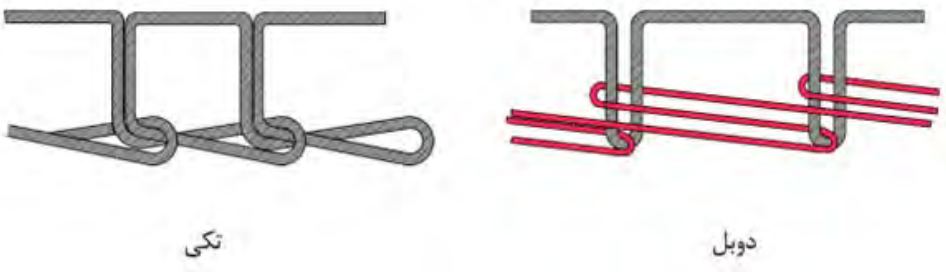
جدول ۵-۲۰- معیارها و مشخصات اصلی ارزیابی ژئوسنتتیک‌ها

معیارها	عملکرد					
	فیلتراسیون	زهکشی	جداسازی	تسلیح	آب‌بندی	حفاظت
طراحی						
مشخصات مکانیکی:						
مقاومت کششی نوار عریض[۱]				✓	✓	
مدول کششی نوار عریض[۲]				✓	✓	
مقاومت کششی درز[۳]				✓	✓	
میزان خزش در کشش[۴]				✓	✓	
میزان خزش در فشار[۵]		✓				
اصطکاک با خاک (مقاومت برشی)[۶]				✓	✓	✓
مشخصات هیدرولیکی:						
میزان نفوذپذیری[۷]	✓	✓	✓	✓	✓	
مقاومت در برابر رگاب[۸]	✓		✓	✓		✓
مقاومت در برابر انسداد روزنه‌ها[۹]	✓					✓
اجرا						
مقاومت در برابر گسیختگی[۱۰]	✓	✓	✓	✓	✓	✓
مقاومت درز در برابر گسیختگی[۱۱]	✓	✓	✓		✓	
مقاومت در برابر شکافتگی[۱۲]	✓	✓	✓	✓	✓	✓
مقاومت در برابر سوراخ‌شدگی[۱۳]	✓	✓	✓	✓	✓	✓
مقاومت در برابر پارگی[۱۴]	✓	✓	✓	✓	✓	✓
دوام (پایداری)[۱]*						
مقاومت در برابر ساییدگی[۱۵]	✓					
مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش[۱۶]	✓			✓	✓	✓
مقاومت در برابر عوامل مضر محیطی[۱۷]						
شیمیایی[۱۸]	✓	✓	✓	✓	✓	✓

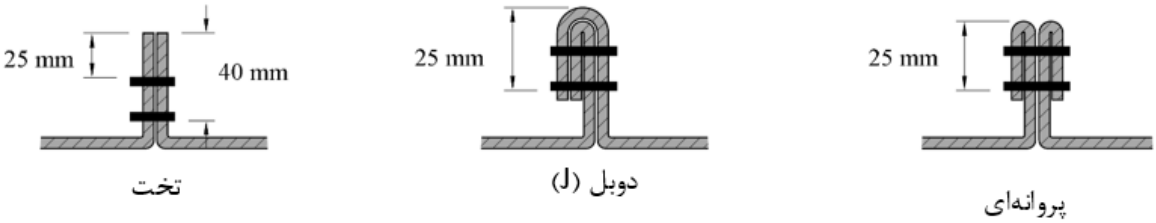
۱- Wide Width Tensile Strength
۲- Wide Width Tensile Modulus
۳- Wide Width Seam Strength
۴- Tension Creep Resistance
۵- Compression Creep Resistance
۶- Soil-Geosynthetic Friction (Shear Strength)
۷- Flow Capacity (Permeability)
۸- Piping Resistance
۹- Clogging Resistance
۱۰- Grab (Tensile) Strength
۱۱- Seam Grab (Tensile) Strength
۱۲- Bursting Resistance
۱۳- Puncture Resistance
۱۴- Trapezoidal Tear Resistance
۱۵- Abrasion Resistance
۱۶- UV Stability
۱۷- Soil Enviroment
۱۸- Chemical

بیولوژیکی[۱]	✓	✓	✓	✓	✓	✓
رطوبت[۲]	✓	✓				✓
یخبندان- ذوب[۳]	✓	✓			✓	

* ضرورت بررسی این معیارها، بستگی به شرایط محیطی و عملکردی ژئوسنتتیک دارد.



شکل ۵-۱۲- دو نوع کوک‌زنی (تکی و دوبل)



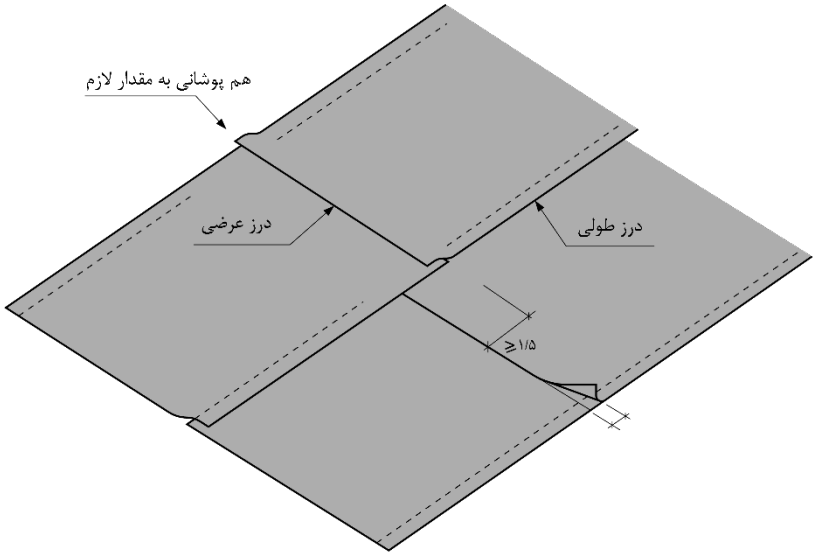
شکل ۵-۱۳- سه نوع متداول درز

در هنگام بازرسیT دوخت‌ها باید رو به بالا باشند و در زیر کار، پنهان نشوند. توصیه می‌شود از نخ‌های با رنگ متفاوت نسبت به رنگ ژئوتکستایل استفاده شود تا میزان دقت بازرسی افزایش یابد.

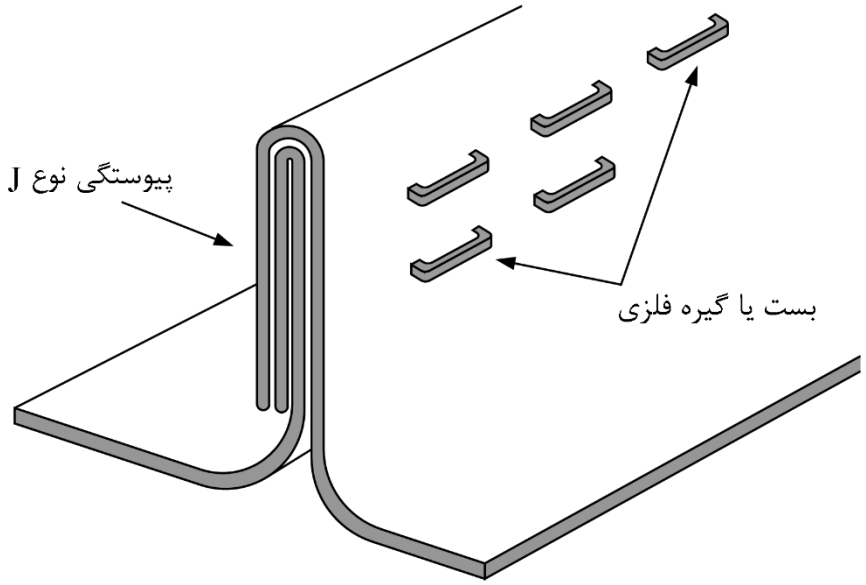
درزهای عرضی در تمامی موارد نباید در یک امتداد افقی قرار گیرند و فاصله افقی بین درزهای عرضی باید حداقل ۱/۵ متر مطابق شکل ۵-۱۴ باشد. در هنگام استفاده از چند لایه ژئوسنتتیک در ارتفاع الزام بیان شده باید رعایت گردد، به طوری‌که درزهای عرضی لایه‌های متوالی در ارتفاع، نباید در یک امتداد قایم واقع شوند.

پیوستگی به وسیله بست‌های فلزی مطابق با شکل ۵-۱۵ تنها در کارهای موقت مجاز می‌باشد.

۱- Biological
۲- Wet-Dry
۳- Freeze-Thaw



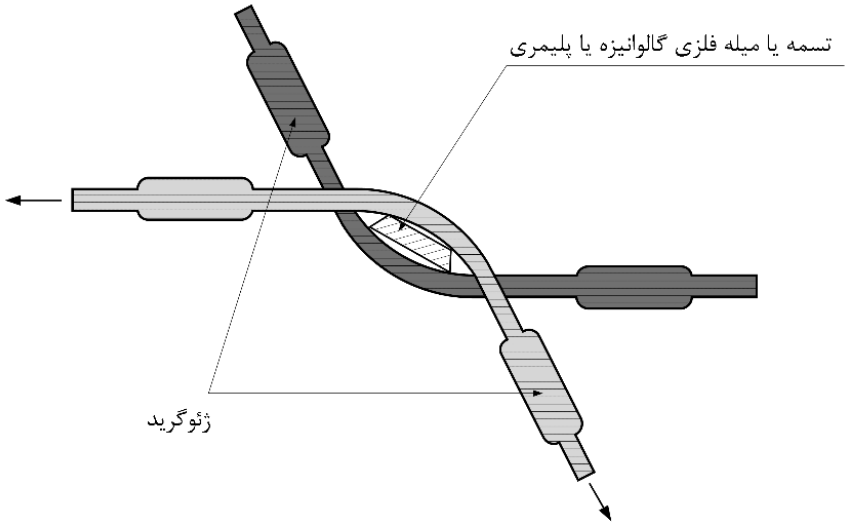
شکل ۵-۱۴- حداقل فاصله افقی درزهای عرضی نسبت به هم



شکل ۵-۱۵- پیوستگی دو قطعه ژئوسنتتیک مجاور به وسیله بست‌های فلزی

نحوه صحیح دوخت به وسیله تسمه یا میله فلزی گالوانیزه یا پلیمری در شکل ۵-۱۶ نشان داده شده است.

در سایر ژئوسنتتیک‌ها، روش‌های درزگیری، باید با توجه به نوع و کاربرد آن توسط مشاور تعیین و در مشخصات فنی ذکر شود. چنانچه دوخت در محل پروژه انجام می‌گیرد، پیمانکار باید یک نمونه ۲ متری از دوخت را قبل از نصب و اجرا، به منظور آزمایش‌های لازم در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. چنانچه دوخت در محل کارخانه انجام می‌شود، دستگاه نظارت باید به‌صورت تصادفی از دوخت‌های کارخانه‌ای طاقه‌ها، نمونه‌برداری انجام دهد. در هر حال مقاومت کششی درز دوخته شده نباید از ۹۰ درصد مقاومت مشخصه طراحی برای ژئوتکستایل کمتر باشد.



شکل ۵-۱۶- اتصال با تسمه یا میله فلزی گالوانیزه یا پلیمری در ژئوگرید

۵-۶-۳- مشخصات ژئوتکستایل‌ها در مسلح‌سازی و بهسازی

طبقه بندی ژئوتکستایل‌ها به همراه روش های آزمون استاندارد در جدول شماره ۵-۲۱ ارائه شده است.

جدول ۵-۲۱- طبقه‌بندی ژئوتکستایل‌ها براساس قابلیت‌های مورد نیاز در حین اجرا (آشتو M-288)

شاخص	روش آزمایش ASTM	واحد	رده ۱		رده ۲		رده ۳	
			تغییر طول		تغییر طول		تغییر طول	
			<۵۰٪	≥۵۰٪	<۵۰٪	≥۵۰٪	<۵۰٪	≥۵۰٪
مقاومت در برابر گسیختگی	D4632	N	۱۴۰۰	۹۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۵۰۰
مقاومت درز دوخته شده	D4632	N	۱۲۶۰	۸۱۰	۹۹۰	۶۳۰	۷۲۰	۴۵۰
مقاومت در برابر پارگی	D4533	N	۵۰۰	۳۵۰	۴۰۰[۱]	۲۵۰	۳۰۰	۱۸۰
مقاومت در برابر سوراخ شدن (پانچ)	D4833	N	۵۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۱۸۰
مقاومت در برابر شکافتگی	D3786	kPa	۳۵۰۰	۱۷۰۰	۲۷۰۰	۱۳۰۰	۲۱۰۰	۹۵۰
نفوذپذیری	D4491	Sec^{-1}	مقادیر حداقل مربوط به این سه مشخصه، بستگی به عملکرد مورد انتظار از ژئوتکستایل داشته و در بخش‌های مربوطه، ارائه شده است.					
اندازه ظاهری روزنه	D4751	mm						
مقاومت در برابر اشعه مضر	D4355	٪						

۱، مقدار حداقل برای ژئوتکستایل بافته شدهٔ تک رشته‌ای ۲۵۰N است.

۱- Woven Monofilament Geotextile

۵-۶-۴- فیلتراسیون و زهکشی

جریان آب در ژئوتکستایل باید عمود بر صفحه آن باشد. در برخی از کاربردها مانند زهکشی عمودی در شالوده‌های روی خاک‌های سست، زهکشی جانبی در پشت دیوارهای حائل و لوله‌های انتقال گاز، به شرط آنکه در نقشه‌های اجرایی توسط مشاور ذکر شده باشد، حرکت جریان آب به‌صورت عمود و هم در جهت صفحه آن مجاز می‌باشد.

۵-۶-۴-۱- انتخاب ژئوتکستایل

ژئوتکستایل مصرفی در عملکرد فیلتراسیون، حداقل باید مشخصات مکانیکی رده دو در جدول ۵-۲۱ را دارا باشد. استفاده از ژئوتکستایل‌های بافته از نوارهای مسطح (ژئوتکستایل ورقه‌ای چاک‌خورده[۱]) مجاز نمی‌باشد. مشخصات فیزیکی ژئوتکستایل در عملکرد فیلتراسیون، متناسب با شرایط جریان و مصالح خاکی موجود باید از جدول ۵-۲۲ تعیین شود.

۵-۶-۴-۲- نکات اجرایی

- ژئوتکستایل‌ها نباید به‌منظور اجرای مراحل بعدی کار، بیش از ۷ روز (یک هفته) به‌صورت پهن‌شده و در معرض آسیب‌های محیطی و تابش نور خورشید قرار گیرند.

جدول ۵-۲۲- مشخصات ژئوتکستایل در عملکرد فیلتراسیون

۱- حفاظت خاک (مقاومت در برابر رگاب)[۲]		
نوع خاک	جریان دایمی	جریان غیر دایمی (در صورت امکان جابجایی ژئوتکستایل)
خاک با کمتر از ۵۰٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	$O_{90} \leq B\, D_{85}$[۳] $C_u \leq 2$ یا $C_u \geq 8$: $B = 1$ $2 \leq C_u \leq 4$: $B = 0.5\, C_u$ $4 \leq C_u \leq 8$: $B = 8 / C_u$	$O_{90} \leq 0.5 D_{85}$
خاک با بیش از ۵۰٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	بافته: $O_{90} \leq D_{85}$ نبافته: $O_{90} \leq 1.8\, D_{85}$	$O_{90} \leq 0.5 D_{85}$
خاک چسبنده (PI >۷)	$O_{90} \leq 0.3$mm	
۲- معیارهای نفوذپذیری و گذردهی[۴]		
شرایط بحرانی	$k_{geo} \geq 10\, k_{soil}$	
شرایط عادی	$k_{geo} \geq k_{soil}$	
خاک با کمتر از ۱۵٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	$\psi \geq 0.5$ sec^{-1}	
خاک با مقدار عبوری از الک شماره ۲۰۰ بین ۱۵٪ تا ۵۰٪	$\psi \geq 0.2$ sec^{-1}	
خاک با بیش از ۵۰٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	$\psi \geq 0.1$ sec^{-1}	

۱- Woven Slit Film Geotextile
۲- Soil Retention (Piping Resistance)
۳- Apparent Opening Size
۴- Permeability/Permittivity

۳- معیارهای انسداد[۱]	
الف- شرایط بحرانی: پس از انتخاب مشخصات براساس بندهای ۱، ۲ و ۳-ب، آزمایش فیلتراسیون خاک- ژئوتکستایل انجام پذیرد (ASTM D5101 , ASTM D5567).	
ب- شرایط عادی:	
- انتخاب مشخصات براساس آزمایش فیلتراسیون خاک- ژئوتکستایل انجام پذیرد.	
- برای $C_u > ۳$: $AOS \geq ۳\ D_{15}$	
- برای $C_u \leq ۳$: ژئوتکستایل با ابعاد حداکثر روزنه که از قسمت ۱ بدست می‌آید، انتخاب شود.	
- خاک با کمتر از ۵٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	بافته: نسبت سطح باز، بیش از ۱۰٪ باشد. نبافته: نسبت تخلخل، بیش از ۷۰٪ باشد.
- خاک با بیش از ۵٪ عبوری از الک شماره ۲۰۰	بافته: نسبت سطح باز، بیش از ۴٪ باشد. نبافته: نسبت تخلخل، بیش از ۵۰٪ باشد.

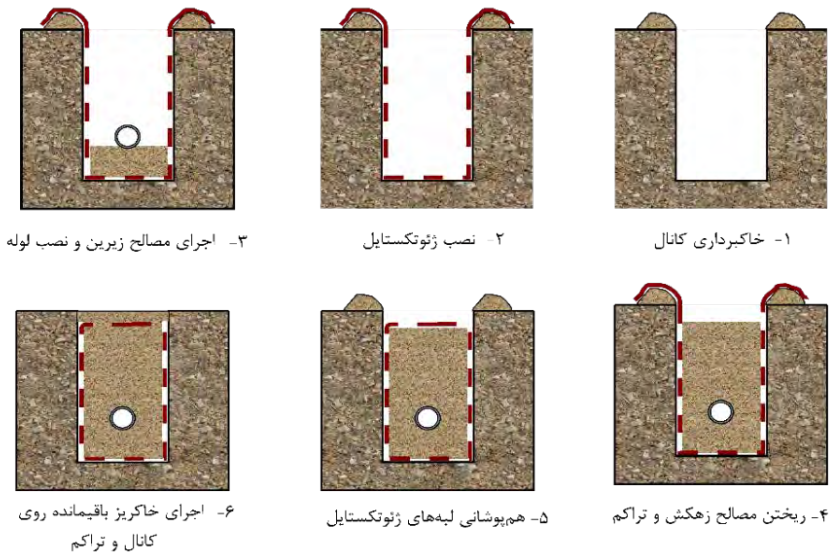
در خاک ریزدانه، بخش عبوری از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلی‌متر) ملاک تعیین مشخصات فیزیکی ژئوتکستایل می‌باشد.

- خاکبرداری باید به صورتی انجام پذیرد که حفرات بزرگ در دیواره و کف کانال یا ترانشه ایجاد نشود. ضمن آن‌که باید سطحی صاف و عاری از هرگونه پستی و بلندی، مصالح واریزه‌ای و نخاله‌ای برای نصب ژئوتکستایل آماده شود.
- در کاربردهای زهکشی هنگام نصب، ژئوتکستایل نباید تحت کشش قرار گیرد و باید فاقد هرگونه چین و چروک باشد. طاقه‌های متوالی باید حداقل ۳۰۰ میلی‌متر همپوشانی داشته باشند، به‌طوری‌که صفحه واقـع در بالادست جریان روی صفحه پایین دست جریان قرار گیرد. در صورت وجـود شرایط سخت و بحرانی در سیستم‌های زهکشی از قبیل جریان‌های هیدرولیکی بالا یا بارگذاری سنگین (کانال عمیق)، باید همپوشانی بیشتر از ۳۰۰ میلی‌متر تا ۶۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.
- در کانال‌های زهکشی با عرض بیش از ۳۰۰ میلی‌متر، پس از پر کردن کانال با مصالح زهکش و تراکم آن، دو لبه ژئوتکستایل باید به‌روی کانال قرار گیرد به‌طوری‌که حداقل ۳۰۰ میلی‌متر همپوشانی در بالای کانال، تأمین گردد. چنانچه عرض کانال بین ۱۰۰ الی ۳۰۰ میلی‌متر باشد، مقدار همپوشانی در بالای کانال، باید برابر عرض کانال باشد. در کانال‌های با عرض کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر، لبه‌های ژئوتکستایل در محل همپوشانی باید به هم دوخته شده یا با روش‌های دیگر، به هم متصل شود. در هر حالت، درزها باید توسط دستگاه نظارت بازدید و تایید گردند.
- در صورت آسیب دیدن ژئوتکستایل در هنگام نصب یا ریختن و تراکم مصالح زهکش، یک قطعه ژئوتکستایل روی قسمت آسیب دیده باید طوری قرار گیرد که ۳۰۰ میلی‌متر از اطراف آن را پوشش دهد.
- از آلوده شدن ژئوتکستایل در هنگام نصب با مواد زیان‌آور، باید اجتناب شود.
- بلافاصله بعد از نصب ژئوتکستایل، باید کانال با مصالح زهکش، پر و متراکم شود. ضخامت کوبیده نشده لایه اول (روی ژئوتکستایل) باید ۳۰ سانتیمتر باشد. چنانچه نصب لوله مشبک در داخل کانال مد نظر باشد، یک لایه مصالح زهکش به ضخامت حداقل ۱۰ سانتیمتر در زیر لوله باید اجرا شود.

۱- Clogging

- برای جلوگیری از نشست‌های زیاد در هنگام زهکشی، مصالح زهکش باید با تراکم حداقل ۹۵ درصد کوبیده شود. در صورت نیاز به میزان تراکم بیشتر، باید از ژئوتکستایل رده یک در جدول ۵-۲۱ استفاده شود.
- پس از اتمام عملیات تراکم مصالح زهکش و اعمال همپوشانی ژئوتکستایل بر روی آن، باید خاکریزی و تراکم لایه‌های بالای کانال انجام شود.

در شکل ۵-۱۷ مراحل اجرای یک کانال زهکشی با استفاده از ژئوتکستایل نشان داده شده است.



شکل ۵-۱۷- مراحل اجرای یک کانال زهکشی با استفاده از ژئوتکستایل

۵-۶-۴-۳- ژئوکمپوزیت‌ها

۵-۶-۴-۳-۱- ملاحظات اجرای ژئوکمپوزیت‌ها

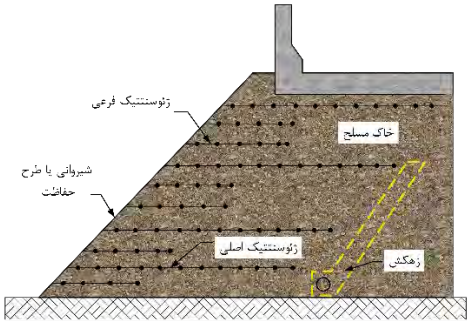
در اجرای ژئوکمپوزیت‌ها، علاوه بر موارد بخش ۵-۶-۱، موارد ذیل باید رعایت شود:

الف- در محل اتصال طاقه‌های مجاور یا متوالی، همپوشانی توسط رویهٔ ژئوتکستایلی و باید با دقت انجام شود. همچنین ژئوتکستایل پس از اتمام هسته زهکشی باید مقداری امتداد یابد تا از ورود مصالح خاکی از قسمت‌های انتهایی به داخل بخش زهکشی، جلوگیری شود.

ب- جزییات نحوه امتداد و ورود ژئوکمپوزیت به درون سیستم زهکش اصلی، باید در نقشه‌ها قید شود.

۵-۶-۵- شیب‌های خاکی مسلح[۱]

زاویه شیب در شیب‌های خاکی مسلح باید کمتر از ۷۰ درجه باشد. سازه‌های تثبیت مکانیکی زمین که در آن‌ها زاویه شیب بیش از ۷۰ درجه تا ۹۰ درجه است، در ردهٔ دیوارهای خاک مسلح[۲] قرار می‌گیرند باید الزامات بند ۵-۶-۶ را برآورده کنند.



شکل ۵-۱۸- شیب خاکی مسلح

۵-۶-۵-۱- مشخصات مصالح

۵-۶-۵-۱-۱- ژئوسنتتیک‌ها

ژئوسنتتیک باید قابلیت تأمین قفل و بست کافی با مصالح خاکی یا سنگی را داشته باشد. ضمن آنکه باید در مقابل تنش‌های وارده ناشی از بارهای حین اجرا، مقاومت کافی داشته و در مقابل اشعه ماورای بنفش و عوامل شیمیایی و بیولوژیکی، آسیب‌پذیر نباشد. نفوذپذیری ژئوسنتتیک نیز باید بیش از نفوذپذیری خاکریز مصرفی باشد.

دستگاه نظارت موظف است مشخصات مسلح‌کننده‌های مصرفی را با مشخصات فنی قید شده در نقشه‌ها، مطابقت دهد.

۵-۶-۵-۱-۲- مصالح خاکی

عمده خاک‌های مجاز جهت مصرف در خاکریزهای غیر مسلح، در شیب‌های مسلح نیز قابل استفاده می‌باشد. جدول ۵-۲۳ راهنمایی‌های ضروری برای انتخاب مصالح خاکی مناسب در خاکریزهای مسلح را ارائه می‌دهد.

بزرگ‌ترین اندازه دانه مصالح خاکریزی تا ۱۰ سانتیمتر مجاز است. در این حالت عدم آسیب‌دیدگی ژئوسنتتیک در اثر استفاده از مصالح درشت‌دانه باید پیش از اجرا در قطعات آزمایشی، بررسی شود. حداقل یک نمونه از هر ۱۵۰۰ مترمکعب مصالح خاکی برای تعیین مشخصات آن باید اخذ شود. چنانچه تغییری در مشخصات مصالح خاکی رخ دهد، نمونه‌گیری باید مجدداً انجام شود.

جدول ۵-۲۳- راهنمای انتخاب مصالح خاکریزی در شیب‌های خاکی مسلح

اندازه الک	درصد مصالح رد شده

۱- Reinforces Soil Slopes (RSS)

۲- MSE Walls

۱۹ میلی‌متر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۷۵-۱۰۰
۴/۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۴)	۲۰-۱۰۰
۰/۴۲۵ میلی‌متر (الک شماره ۴۰)	۰-۶۰
۰/۰۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۲۰۰)	۰-۵۰

- شاخص خمیری خاک باید کمتر از ۲۰ باشد.
- افت وزنی با سولفات منیزیم، بعد از ۴ سیکل، کمتر از ۳۰٪ و با سولفات سدیم، بعد از ۵ سیکل، کمتر از ۱۵٪ باشد.
- برای ژئوسنتتیک‌ها از جنس پلی الفین، $pH>3$ و از جنس پلی استر، $3<pH<9$ باشد.

۵-۶-۵-۲- نحوه اجرا

در خصوص نحوه اجرا الزامات بخش ۵-۶-۱ همین فصل باید رعایت شود. در مواردی که توصیه تولیدکننده ژئوسنتتیک متفاوت باشد، باید الزامات تولیدکننده مدنظر قرار گیرد.

۵-۶-۵-۲-۱- آماده سازی بستر

- محدوده بستر خاک مسلح که در تماس با ژئوسنتتیک است باید مطابق با جزئیات نقشه‌ها و مشخصات فنی، آماده شود. بستر باید در طولی برابر یا بیشتر از طول مسلح‌کننده‌ها و تا رقوم قید شده در نقشه‌ها خاکبرداری، تسطیح و متراکم شود.
- خاکبرداری اضافی باید با مصالح خاکریزی منظور شده برای خاک مسلح، مجدداً پر و متراکم شود.
- سطح بستر باید هموار بوده و عاری از هرگونه ریشه، بوته، نخاله، مواد و مصالح زیان‌آور و نامناسب باشد.
- بستر باید به وسیله غلطک‌های ویبره‌ای یا چرخ لاستیکی کوبیده شده و سطحی کاملاً متراکم و صاف، داشته باشد. هیچ نقطه‌ای از بستر نباید سست و غیرمتراکم باشد. نقاط سست باید با نظر دستگاه نظارت، خاکبرداری و با خاک مناسب پر و متراکم شوند.
- قبل از پهن کردن ژئوسنتتیک، بستر باید توسط دستگاه نظارت، بازدید و تایید شود.

۵-۶-۵-۲-۲- نصب ژئوسنتتیک

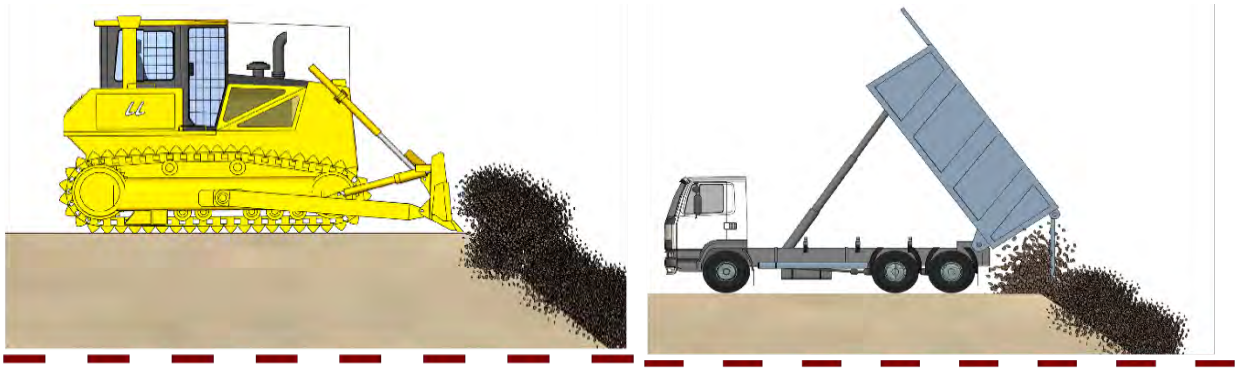
نصب ژئوسنتتیک باید براساس دفترچه مشخصات فنی پروژه حاوی توصیه‌های تولیدکننده محصول و در ابعاد و لایه‌هایی مطابق با نقشه‌ها و مشخصات انجام شود.

- ژئوسنتتیک‌ها باید در نوارهای طولی به‌طوری‌که جهت اصلی آن‌ها عمود بر نما باشد، پهن شوند. استفاده از درز در جهت اصلی کشش (عمود بر طول طاقه)، مجاز نمی‌باشد.
- همپوشانی حداقل به اندازه ۱۵ سانتیمتر بین نوارهای طولی مجاور، لحاظ شود. به‌منظور اجتناب از جابجایی طاقه‌های ژئوسنتتیک در حین عملیات اجرایی نسبت به یکدیگر، استفاده از حلقه‌ها یا بست‌های فلزی در درزهای طولی، توصیه می‌شود.

- پهن کردن مقادیر اضافی ژئوسنتتیک در نقاطی که ممکن است عملیات خاکی با فاصله زمانی به آن نقاط برسد، مجاز نمی‌باشد.
- رقوم قرارگیری لایه‌های مسلح کننده (ژئوسنتتیک‌ها)، نباید بیش از ۷۵ میلی‌متر با رقوم قید شده در نقشه‌ها، اختلاف داشته باشد.
- پس از پهن شدن لایه ژئوسنتتیک، بلافاصله لایه خاکی روی آن باید پخش و متراکم شود.
- لایه‌های ژئوسنتتیک باید به‌صورت صاف و بدون چین و چروک، پهن و محکم کشیده شوند. سپس به‌وسیله میخ‌های فولادی مناسب، ثابت نگهداشته شوند تا حین اجرای لایه خاکی، جابجا نشوند.
- قبل از اینکه ضخامت لایه خاکی روی ژئوسنتتیک به ۱۵ سانتیمتر برسد، ماشین‌آلات اجرایی مجاز به تردد روی آن نیستند. ضمن آنکه حرکات چرخشی یا ترمزهای ناگهانی باید به حداقل رسیده و حتی‌الامکان، انجام نشود.
- ابعاد و وزن ماشین‌آلات و روش اجرا باید طوری انتخاب شوند که شیارشدگی به عمق بیش از ۷۵ میلی‌متر در لایه اول خاکریز، اتفاق نیفتد. در غیر این‌صورت باید در ابعاد و وزن ماشین‌آلات و روش اجرایی، تجدید نظر شود.
- تمام لایه‌های خاکی پس از اجرا باید سطحی صاف و افقی داشته باشند. لایه ژئوسنتتیک بعدی، باید مستقیماً روی لایه خاکریزی کوبیده شده، پهن شود.

۵-۶-۵-۲-۳- عملیات خاکی

- عملیات خاکریزی و پخش باید از لبهٔ کار و از قسمتی که قبلاً خاکریزی شده یا از محل زمین طبیعی، مطابق با شکل ۵-۱۹ آغاز شود.
- حداقل درصد تراکم لایه‌های خاکریزی نسبت به حداکثر وزن مخصوص خشک خاک، باید برابر ۹۵ درصد یا تراکم قیدشده در مشخصات فنی خصوصی پروژه باشد.
- ریختن، پخش و تراکم لایه‌های خاکریز باید به شکلی انجام شود که باعث ایجاد چین‌خوردگی، تاخوردگی یا جابجایی در لایه‌های ژئوسنتتیک، نشود.
- استفاده از غلطک‌های پاچه‌بزی یا مشابه به‌دلیل امکان آسیب زدن به ژئوسنتتیک، مجاز نمی‌باشد. تراکم در نزدیکی نمای شیب (محدوده یک متری نما)، باید با غلطک‌های سبک انجام پذیرد.



شکل ۵-۱۹- خاکریزی و پخش مصالح خاکی بر روی لایه ژئوسنتتیک

(تردد ماشین‌آلات اجرایی بر روی ژئوسنتتیک بدون پوشش مصالح خاکی، مجاز نیست)

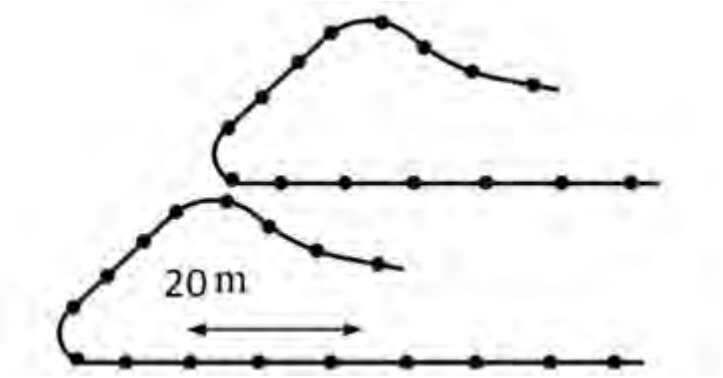
- مصالح خاکریزی باید با میزان رطوبتی برابر رطوبت بهینه (با رواداری ۲ درصد) تا رسیدن به تراکم مشخصه، متراکم شوند.
- حداکثر ضخامت لایه‌های خاکی کوبیده شده برای خاک‌های ریزدانهٔ چسبنده، بین ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر و برای خاک‌های دانه‌ای، بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر باید اختیار شود. اجرای خاکریز با ضخامت بیش از ۲۰ سانتیمتر و حداکثر ۳۰ سانتیمتر در خاک‌های دانه‌ای، مشروط به انجام قطعات آزمایشی با مصالح یکسان و تایید دستگاه نظارت می‌باشد. در صورتی‌که عملیات تراکم با ابزار دستی انجام شود، حداکثر ضخامت لایه خاکی قبل از تراکم، باید ۱۵ سانتیمتر باشد.
- در انتهای هر روز کاری، شیب بندی باید به سمتی باشد که جمع‌شدگی آب در سطح کار، اتفاق نیفتد.

۵-۶-۵-۲-۴- نما

در شیب‌های با زاویه تا ۴۵ درجه، در صورتی‌که فاصله قائم لایه‌های ژئوسنتتیک در ارتفاع کمتر از ۴۰ سانتیمتر باشد، نیازی به برگرداندن ژئوسنتتیک به سمت لایه بالایی جهت پوشاندن و نگهداری نمای شیب، وجود ندارد. در این شرایط، ژئوسنتتیک باید تا لبهٔ نمای شیب امتداد یابد. در این‌گونه شیب‌ها، باید تدابیر لازم جهت حفاظت شیب در مقابل فرسایش حین اجرا و بهره‌برداری، پیش‌بینی شود.

چنانچه نیاز به حفاظت شیب از طریق ژئوسنتتیک‌ها باشد، موارد زیر باید رعایت شود:

- طول ژئوسنتتیک که پس از برگردانده شدن در زیر لایه بعدی خاکریزی حداقل ۱/۲ متر باشد (شکل ۵-۲۰).
- در شیب‌های تند با زاویه بیش از ۵۰ درجه، در صورت نیاز از قالب برای حفظ مصالح خاکی در نما حین عملیات پخش و تراکم، استفاده شود.
- در صورت استفاده از ژئوگرید به عنوان مسلح‌کننده، جهت جلوگیری از ریزش مصالح خاکی باید از یک قطعه ژئوتکستایل یا توری مقاوم با چشمه‌های ریز در نما، استفاده شود.



شکل ۵-۲۰- طول ژئوسنتتیک پس از برگردانده شدن

۵-۶-۶- دیوارهای خاک مسلح[۱]

۵-۶-۶-۱- مشخصات مصالح

۵-۶-۶-۱-۱- ژئوسنتتیک‌ها

مشخصات ژئوسنتتیک مصرفی باید مطابق با بند ۵-۶-۳ باشد.

۵-۶-۶-۱-۲- مصالح خاکی

دانه‌بندی و مشخصات خاک مصرفی برای خاکریز بدنه در دیوارهای خاک مسلح باید مطابق جدول ۵-۲۴ باشد. برای خاکریز پشت نما، استفاده از مصالح درشت‌دانهٔ خوب دانه‌بندی شده با قابلیت زهکشی بالا، الزامی است.

جدول ۵-۲۴- مشخصات مصالح خاکریزی در بدنه دیوارهای خاک مسلح

اندازه الک	درصد مصالح رد شده
$\frac{3}{4}$ اینچ (۱۹ میلی‌متر)	۱۰۰
۴/۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۴)	۲۰-۱۰۰
۰/۴۲۵ میلی‌متر (الک شماره ۴۰)	۰-۶۰
۰/۰۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۲۰۰)	۰-۱۵

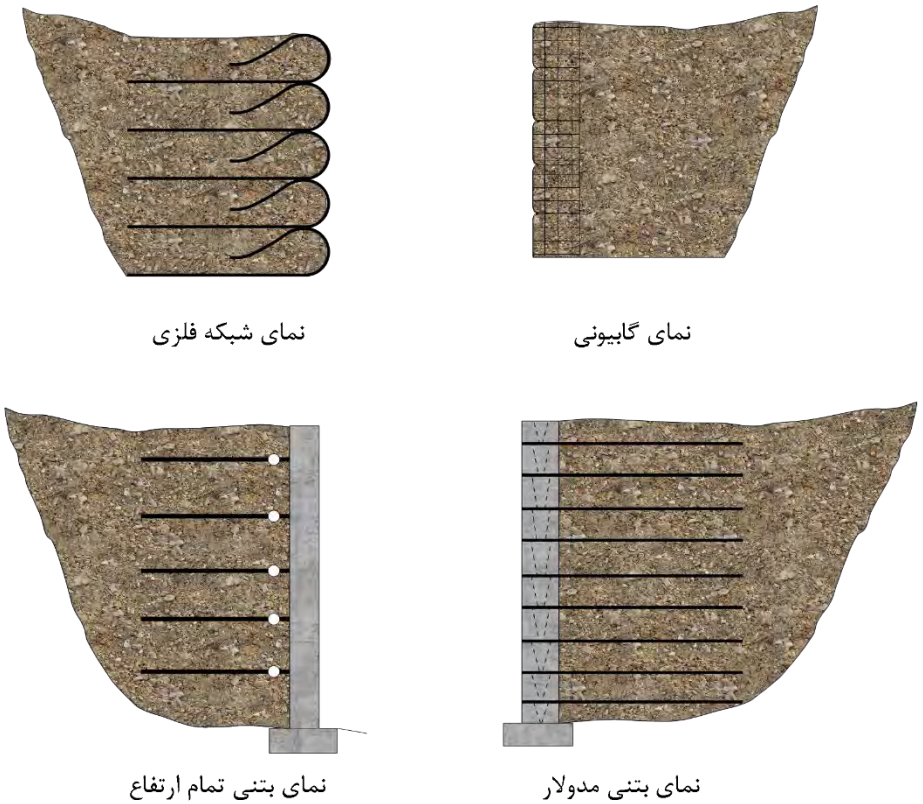
- شاخص خمیری خاک باید کمتر از ۶ باشد.
- افت وزنی با سولفات منیزیم، بعد از ۴ سیکل، کمتر از ۳۰٪ و با سولفات سدیم، بعد از ۵ سیکل، کمتر از ۱۵٪ باشد.
- برای ژئوسنتتیک‌ها از جنس پلی الفین، $PH>3$ و از جنس پلی استر، $3<PH<9$ باشد.

۵-۶-۶-۱-۳- نما

استفاده از موارد ذیل به عنوان نما مجاز می‌باشد:

۱- Mechanically Stabilized Earth (MSE) Walls

الف- نمای بتنی مدولار[۱]: قطعات بتنی مدولار باید دارای ارتفاعی برابر ۱۰-۴۰ سانتیمتر، عرضی برابر ۲۰-۴۵ سانتیمتر و عمقی برابر ۲۰-۶۰ سانتیمتر باشند. حداقل مقاومت فشاری بتن باید برابر با ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع یا برابر مقاومت قید شده در مشخصات فنی خصوصی باشد. با توجه به حساسیت قطعات مدولار به چرخه یخبندان- ذوب در مناطق سردسیر، باید الزامات فصل ۶ این ضابطه رعایت شود. مشخصات کلید برشی برای قفل و بست هر قطعه با قطعه زیرین و نحوه اتصال قطعه بتنی و ژئوسنتتیک باید در مشخصات فنی ذکر شده باشد. در شکل ۵-۲۱ برخی از نماهای معمول در دیوارهای خاک مسلح نشان داده شده است. رواداری مجاز در ابعاد قطعه برای طول و عرض، برابر ۴ میلی‌متر و برای ارتفاع، برابر ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. در صورت لزوم باید طراحی قطعات به‌گونه‌ای باشد که قوس‌های محدب و مقعر افقی را بتوان در نمای دیوار، ایجاد کرد. استفاده از قطعات متفرقه بتنی از قبیل بلوک‌های سیمانی فاقد مشخصات در نمای دیوار خاک مسلح، مجاز نمی‌باشد.



شکل ۵-۲۱- برخی از انواع نماهای معمول در دیوارهای خاک مسلح

ب- قطعات بتنی پیش‌ساخته[۲]: این نوع نما باید در دیوار خاک مسلح با مسلح کننده تسمه فلزی استفاده گردد. قطعات پیش ساخته، باید مسلح و عموماً به شکل مربع یا مستطیل با ضخامت حدود ۱۲ الی ۲۰ سانتیمتر، ارتفاع ۱/۵ متر و عرض ۱/۵ الی ۳ متر باشند. رده مقاومتی بتن باید حداقل C28 و یا برابر مقاومت قید شده در مشخصات

۱- Modular Block Wall Units (MBW)

۲- Segmental Precast Concrete Pannels

فنی خصوصی باشد. حمل و نصب قطعات بتنی قبل از آنکه مقاومت فشاری آن‌ها به ۷۵ درصد مقاومت مشخصه برسد، مجاز نیست. قطعات انتظار که برای قرارگیری در جسم خاک در پشت قطعات پیش‌ساخته تعبیه می‌شوند، نباید با میلگردهای قطعه پیش ساخته در ارتباط مستقیم باشند. رواداری مجاز برای ابعاد قطعه پیش ساخته برابر ۵ میلی‌متر، برای موقعیت قطعات انتظار برابر ۲۵ میلی‌متر، برای چهارگوشی قطعه برابر ۱۳ میلی‌متر (اختلاف بین دو قطر) و برای همواری سطح نمای قطعه برابر ۳ میلی‌متر با شمشه ۱/۵ متری در نمای صاف (بدون طرح) و ۸ میلی‌متر با شمشه ۱/۵ متری در نمای طرح‌دار می‌باشد.

پ- پانل تمام ارتفاع بتنی[1]: این پانل‌ها به‌صورت دیوارهای بتنی پیش‌ساخته باید ساخته شود و دارای ضخامتی برابر ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر، عرضی برابر ۲/۴ تا ۳ متر و حداکثر ارتفاع ۱۰ متر باشند. در این دیوارها، باید از تکیه‌گاه خارجی برای نگهداشتن پانل تا زمان اجرای خاکریز مسلح به اندازه دو سوم ارتفاع آن، استفاده شود. مقاومت فشاری بتن برای این قطعات و سایر مشخصات فنی، باید مشابه قطعات بتنی پیش‌ساخته باشد.

کلیه مشخصات انواع قطعات بتنی نما شامل پارامترهای مقاومتی، شکل و ابعاد، رنگ و طرح ظاهری، مشخصات کلیدهای برشی و بخش‌های اتصالی ژئوسنتتیک به قطعه نما و ... باید به‌طور کامل در نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود. به منظور کنترل کیفیت انواع قطعات بتنی نما، حداقل یک نمونه از هر ۴۰۰ قطعه تولیدشده یا حداقل یک نمونه در روز (هر کدام که بیشتر است)، باید اخذ گردد. حمل و انبار قطعات باید گونه‌ای انجام گیرد که باعث آسیب دیدن آن‌ها نگردد. دستگاه نظارت باید قطعاتی را که وارد کارگاه می‌شوند بازرسی کرده و در صورت مشاهده موارد زیر، آن‌ها را عودت نماید:

- مقاومت فشاری کمتر از مقاومت مشخصه (در نمونه‌های آزمایش شده)
- نقص قالب‌گیری
- ترک‌خوردگی، شکستگی یا موارد مشابه
- تفاوت‌های فاحش در رنگ و ظاهر قطعات
- عدم تطابق ابعاد و خروج از رواداری‌های مجاز
- عدم قرارگیری قطعه اتصالی در موقعیت مشخص شده

ت- نمای شبکه فلزی[2]: این نما باید در سازه‌های خاک مسلح ژئوگریدی با کاربری موقت استفاده شود. در صورتی که از این نما به‌عنوان نمای دایمی استفاده شود، مش مورد استفاده باید به میزان مشخص شده در مشخصات فنی خصوصی پروژه، گالوانیزه شده و از مصالح سنگی با دانه‌بندی باز در پشت نما استفاده گردد. ابعاد شبکه اصلی نما نباید بیش از ۴۵ سانتیمتر باشد. میزان سختی شبکه فلزی باید به اندازه‌ای باشد که تغییرمکان افقی هر لایه خاک

۱- Full-Height Concrete Panels

۲- Welded Wire Mesh Facing

مسلح نسبت به لایه مجاور، بیش از ۲۵ میلی‌متر نگردد. ابعاد شبکه فرعی باید به اندازه‌ای باشد که از ریزش مصالح سنگی نما جلوگیری شود.

۵-۶-۶-۲- دیوار خاک مسلح با نمای بتنی

۵-۶-۶-۲-۱- بستر نما

الف- سطح بستر نما (سطح زیر ردیف اول قطعات بتنی) باید با بتن غیرمسلح با عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب آماده‌سازی شود.

ب- عرض بتن بستر باید حداقل ۲ برابر عرض قطعات نما یا ۵۰ سانتیمتر، هر کدام که بیشتر است، باشد.

پ- ضخامت بتن بستر باید مطابق با نقشه‌های اجرایی بوده و کمتر از ۱۵ سانتیمتر و بیش از ۳۵ سانتیمتر نباشد. برای دیوارهای با نمای پانل‌های تمام ارتفاع، ضخامت بیشتری برای بتن بستر مورد نیاز است.

ت- در دیوارهای با نمای قطعات مدولار و با ارتفاع کمتر از ۴/۵ متر، استفاده از یک لایه به ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر، مصالح دانه‌ای با خاصیت زهکشی که تا ۹۵ درصد کوبیده شده باشد، یا سنگ‌چینی با سنگ لاشه مجاز است. در این حالت، بستر نما باید تا تراکم ۹۵ درصد، کوبیده شود.

ث- بستر نما باید دارای سطحی کاملاً صاف بوده و از نظر پلان و نیمرخ، مطابق با نقشه‌های اجرایی باشد. رواداری مجاز نسبت به رقوم نقشه، ۳ میلی‌متر می‌باشد.

۵-۶-۶-۲-۲- بستر سایر بخش‌های خاکریزی مسلح

الف- محدوده بستر خاک مسلح در تماس با ژئوسنتتیک، باید مطابق با جزئیات نقشه‌ها و مشخصات فنی مربوط آماده شود.

ب- بستر باید در طولی برابر یا بیشتر از طول مسلح‌کننده‌ها و تا رقوم قید شده در نقشه‌ها خاکبرداری، تسطیح و متراکم شود. خاکبرداری اضافی باید با مصالح خاکریزی منظور شده برای خاک مسلح، مجدداً پر و متراکم شود.

پ- سطح بستر باید هموار بوده و عاری از هرگونه ریشه، بوته، نخاله، مواد و مصالح زیان‌آور و نامناسب باشد. بستر باید به‌وسیله غلطک‌های ویبره‌ای یا چرخ لاستیکی کوبیده شده و سطحی کاملاً متراکم و صاف، داشته باشد. هیچ نقطه‌ای از بستر نباید سست و غیرمتراکم باشد. نقاط سست باید با نظر و تایید دستگاه نظارت، خاکبرداری، با خاک مناسب پر و متراکم شوند.

۵-۶-۶-۲-۳- قطعات نما و درپوش[۱]

الف- حمل و دپوی قطعات نما باید به‌گونه‌ای انجام شود که از وارد شدن خسارت به آن‌ها، اجتناب شود. استفاده از قطعات خسارت دیده (دارای ترک خوردگی، شکستگی و ...) در نمای دیوار، مجاز نمی‌باشد.

ب- کلیه قطعات بتنی باید مطابق با نقشه‌ها و مشخصات به دقت در محل خود نصب و ثابت گردند. میزان رواداری مجاز برای نصب قطعات نما مطابق جدول ۵-۲۵ می‌باشد.

جدول ۵-۲۵- میزان رواداری مجاز نصب قطعات نما

شرح	حداکثر رواداری مجاز
امتداد قائم	۶ میلی‌متر با شمشه ۳ متری
امتداد افقی	۱۳ میلی‌متر با شمشه ۳ متری

پ- میزان تغییرمکان جانبی نمای دیوار با توجه به اهمیت و ارتفاع آن، باید محدود و در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی، قید شود.

ت- در نصب قطعات ردیف اول نما، دقت مضاعفی باید اعمال شود. سطح زیر ردیف اول باید کاملاً صاف و عاری از هر نوع مواد و مصالح اضافی باشد. استفاده از چوب‌بست یا پشت‌بند، در ردیف اول برای قطعات مدولار توصیه می‌شود و برای قطعات پیش‌ساخته و پانل‌های تمام ارتفاع، الزامی می‌باشد.

ث- از اجرای صحیح کلیه کلیدهای برشی و ابزار قفل و بستِ قطعات، مطابق با نقشه‌ها و مشخصات فنی، باید اطمینان حاصل شود. میزان حداقل و حداکثر عقب‌نشینی هر قطعه نسبت به قطعه زیرین، باید مطابق با نقشه‌ها و مشخصات فنی باشد.

ج- قطعات ردیف آخر نما به‌عنوان قطعات درپوش، باید با ملات یا مواد چسباننده‌ٔ مناسب (به پیشنهاد تولید کننده) به لایهٔ ما قبل آخر، متصل و محکم گردند.

۵-۶-۶-۲-۴- مصالح پشت نما

الف- محدوده پشت نما مطابق با نقشه‌ها و قبل از جاگذاری ردیف بعدی، باید با مصالح درشت‌دانهٔ خوب دانه‌بندی شده با خاصیت زهکشی بالا، پر شده و متراکم شود. دانه‌بندی باید توسط مشاور در مشخصات فنی ارائه شود.

ب- روی قطعات نما قبل از جاگذاری ردیف بعدی، باید تمیز و عاری از هرگونه مصالح باشد.

پ- مصالح پشت نما در حین اجرا نباید با مصالح نامناسب یا مواد زاید دیگر در تماس بوده و مخلوط شود.

ت- ضخامت افقی مصالح پشت نما، نباید از مقدار ذکر شده در مشخصات فنی خصوصی و یا ۳۰ سانتیمتر، کمتر باشد.

۱- Facing & Cap Units

۵-۶-۶-۲-۵- خاکریزی

الف- موارد بخش ۵-۶-۵-۱ در اجرای دیوارهای خاک مسلح نیز باید رعایت شود.

ب- میزان تراکم برای خاکریزی در دیوارهای خاک مسلح، حداقل ۹۵ درصد و برای دیوارها یا کوله‌هایی که به عنوان زیرسازه عمل می‌کنند، باید ۱۰۰ درصد باشد.

پ- کوبیدگی باید با رطوبتی برابر رطوبت بهینه (با رواداری ۲ درصد) انجام شود.

ت- استفاده از غلطک‌های پاچه‌بزی یا مشابه به‌دلیل امکان آسیب زدن به ژئوسنتتیک، مجاز نمی‌باشد.

ث- برای خاک‌های دانه‌ای، ضخامت لایه خاک کوبیده شده، باید بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر و حداکثر به ارتفاع قطعات نما (هرکدام که کمتر است) باشد. اجرای خاکریز با ضخامت بیش از ۲۰ سانتیمتر تا ضخامت حداکثر ۳۰ سانتیمتر، مشروط به انجام قطعات آزمایشی با تایید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد.

ج- در تمام مراحل اجرای لایه‌های خاکریزی، باید از عدم ایجاد چین و چروک در لایه‌های ژئوسنتتیک به‌ویژه در نزدیکی نما، اطمینان حاصل شود.

چ- برای جلوگیری از تغییرمکان قطعات نما، متراکم کردن خاک در نزدیکی نما (محدوده یک متری)، باید توسط غلطک های سبک صفحه‌ای لرزنده انجام پذیرد. روش کنترل کیفیت در این محدوده باید در مشخصات فنی قید شده باشد.

ح- نمونه‌برداری برای کنترل تراکم خاکریزی براساس برنامه منظم و در طول احداث باید انجام شود. به ازای هر ۵۰ متر طول سازه در هر لایه و در صورتی که عرض خاکریز زیاد باشد در هر ۵۰۰ متر مربع سطح خاکریزی، یک آزمایش تعیین وزن مخصوص در حمل انجام شود.

خ- آزمایش تراکم آزمایشگاهی در صورت یکنواخت بودن جنس خاک هر ۵۰۰ متر طول یک بار باید انجام شود. چنانچه کیفیت خاک تغییر کند، آزمایش تراکم به تناسب و به تعداد بیشتری با نظر دستگاه نظارت باید انجام شود.

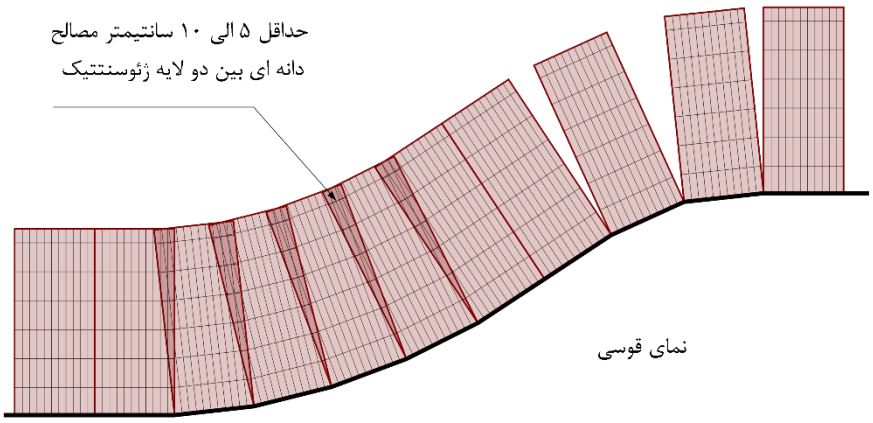
۵-۶-۶-۲-۶- نصب ژئوسنتتیک

الف- عملیات پهن کردن و نصب ژئوسنتتیک باید پس از آنکه رقوم ارتفاع خاکریزی در هر لایه، با نقطهٔ اتصال ژئوسنتتیک و قطعه نما یکسان گردید، انجام شود.

ب- اختلاف ارتفاع سطح مصالح خاکریز در محدوده یک متری پشت نما نسبت به رقوم ارتفاعی لایه مسلح کننده (مطابق با نقشه‌ها)، نباید بیش از ۲۵ میلی‌متر باشد.

پ-ژئوسنتتیک باید در جهت عمود بر نما، پهن شده و به اندازه کافی، کشیده و به‌وسیله میخ‌های چوبی یا فلزی در جای خود محکم شود. همچنین باید به طرز مناسبی که در نقشه‌ها و مشخصات فنی قید شده، به قطعات نما متصل و محکم شود. دستگاه نظارت باید از محکم شدن اتصال قطعات نما و ژئوسنتتیک اطمینان حاصل کند.

ت- در صورت وجود نمای قوسی در دیوار، به‌واسطه فضای خالی که به‌وجود خواهد آمد، نیازمند است که یک لایه مصالح دانه‌ای بین دو لایه ژئوسنتتیک به ضخامت ۵ الی ۱۰ سانتیمتر اجرا شود (شکل ۵-۲۲).



شکل ۵-۲۲- نمونه‌ای از نصب ژئوسنتتیک در دیوار با نمای قوسی

۵-۶-۶-۳- دیوار خاک مسلح با تسمه‌های فلزی

تسمه‌های فلزی باید به صورت آجدار فولادی و با پوشش گالوانیزه با روکش قیر یا اپوکسی باشند. خاک مورد استفاده باید به صورت غیرچسبنده باشد. دانه‌بندی باید توسط مشاور در مشخصات فنی ارائه گردد.

۵-۶-۶-۳-۱- مصالح خاکریز

استفاده از خاک‌های زراعتی، پسمانده‌های صنعتی و ضایعات و خاک‌های آوار در اجرای خاک مسلح مجاز نیست. مصالح خاکریز باید از نظر ژئوتکنیکی، شیمیایی و زهکشی، شرایط زیر را دارا باشد.

- زاویه اصطکاک داخلی مصالح اشباع شده (در شرایط آزمایش سریع) نباید از ۲۵ درجه کمتر باشد.
- ابعاد درشت‌ترین دانه‌های تشکیل دهنده مصالح نباید از ۱۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.
- حداکثر مجاز درصد وزنی دانه‌های ریزتر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر (الک نمره ۲۰۰) در مصالح خاکریز باید به ۱۵٪ محدود شود. در مورد خاک‌هایی که بیش از ۱۵ درصد دانه‌های ریزتر از الک نمره ۲۰۰ دارند از قبیل مصالح حاصل از شکستن سنگ کوهی یا مخلوط رودخانه‌ای شکسته، باید طبق نظر دستگاه نظارت اقدام شود.
- در حالت مصالح حساس در مقابل رطوبت، باید میزان رطوبت خاک به ۱۵ درصد محدود شود.
- استفاده از مارن، شیل، رس و گچ، مجاز نمی‌باشد.
- میزان حداکثر یون کلر (Cl^-) برای بناهای واقع در خشکی، باید ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم مصالح و در مورد بناهای داخل آب شیرین، ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم و میزان حداکثر یون $SO4^{2-}$ نیز به ترتیب ۱۰۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم در شرایط مشابه محدود شود.
- میزان pH خاک اندازه گرفته شده در مخلوط آب - خاک باید بین ۵ تا ۱۰ باشد.
- مصالح خاکریز باید فاقد مواد آلی باشند.

- تودهٔ خاک مسلح نباید از آب اشباع شود و جنس خاکریز باید خاصیت زهکشی داشته باشد. در صورتی که خاک مورد استفاده خاصیت زهکشی مناسبی نداشته باشد، باید با تایید دستگاه نظارت نسبت به استفاده از سایر روش‌ها برای زهکشی اقدام نمود. توصیه می‌شود بین تودهٔ مسلح و زمین طبیعی یعنی در پشت و زیر دیوار از یک لایه ۲۰ سانتیمتری تا ۳۰ سانتیمتری مصالح درشت‌دانه زهکشی برای تخلیه آب استفاده شود.

۵-۶-۶-۳-۲- تسمه‌های فلزی

تسمه‌های فلزی باید مشخصات زیر را داشته باشند:

الف- دارای مقاومت کششی مناسب و کافی و گسیختگی از نوع غیرشکننده باشند.

ب- دارای تغییرشکل‌پذیری (در حدود چند درصد) تحت اثر بارهای متداول باشند.

پ- اصطکاک نسبتاً قابل ملاحظه با مصالح خاکریز داشته باشند.

ت- دارای انعطاف‌پذیری کافی باشد تا حدی که مانع تغییرشکل‌پذیری مجموعه "خاک مسلح" نباشد.

برای دیوارهای در مجاورت دریا توصیه می‌شود جنس تسمه از فولاد گالوانیزه و برای سایر موارد فولاد غیرگالوانیزه باشد.

مشخصات دقیق تسمه‌ها شامل نوع فولاد، طول و عرض و ضخامت آن باید در مشخصات فنی توسط مشاور ارائه شده باشد.

۵-۶-۶-۳-۳- قطعات نما

قطعات نما باید از جنس بتن باشد و الزامات مربوط در فصل چهارم را رعایت نماید. در قطعات پیش‌ساخته برای اتصال تسمه‌ها باید حداقل ۴ زبانه بتن تعیین شده باشد. باید از درزگیرهای افقی قابل تراکم از نوع لاستیک فشرده بین قطعات به منظور امکان تغییرشکل‌پذیری قائم پوسته استفاده گردد.

۵-۶-۶-۴- تهیه مصالح و لوازم و انبار کردن آن ها در کارگاه

۵-۶-۶-۴-۱- قطعات بتنی پیش‌ساخته

محل انبار قطعات بتنی نما باید دارای مساحت کافی و دسترسی آسان باشد. سطح محل انبار باید افقی و مسطح باشد. توصیه می‌شود به‌منظور جلوگیری از آسیب، قشر نازکی از ماسه نرم روی این سطح ریخته شود. انبارش تا پنج قطعه پیش‌ساخته بر روی هم در صورت قرارگیری چهارتراش چوبی بین آن‌ها مجاز است. در هنگام بلند نمودن قطعات بتنی پیش‌ساخته باید از چهار زبانه درگیر در بتن استفاده شود.

۵-۶-۶-۴-۲- تسمه‌ها

با توجه به ابعاد بسته‌بندی تسمه‌ها، باید از جرثقیل کوچک یا لودر برای تخلیه استفاده گردد. محل انبار تسمه‌ها باید دور از آمدوشد کارگاهی باشد.

۵-۶-۶-۴-۳- لوازم دیگر

سایر لوازم از جمله پیچ و مهره‌ها، درزگیرها، قلاب‌های نصب، زبانه‌های تسمه‌گیر و غیره باید در محل سرپوشیده نگهداری شوند.

۵-۶-۶-۵- روش‌های کلی اجرا

اجرای دیوارها به صورت چند مرحله‌ای یا با فاصله زمانی مجاز است.

سر جا نگه داشتن و تأمین پایداری اولین ردیف قطعات نمای فلزی یا قطعات پیش‌ساخته بتنی در موقع خاکریزی پشت آن‌ها، باید به‌وسیله چوب‌بست‌های موقتی که در طرف خارج دیوار قرار می‌گیرند، تأمین شود. این پشت‌بندها در موقع خاکریزی جلوی دیوار باید برداشته شوند.

در زیر قطعات بتنی نما و به منظور تأمین تراز افقی، باید به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتیمتر و عرض ۳۵ سانتیمتر بتن مگر اجرا شود.

برای قائم بودن نمای دیوار باید در موقع نصب قطعات نما از حرکت آن‌ها نسبت به یکدیگر جلوگیری شود. این کار باید توسط گوه‌های چوبی سخت که در درزهای سه ردیف آخری که پشت آن‌ها خاکریزی شده قرار داده می‌شود، صورت گیرد. در دیوارهایی که نمای آن‌ها بتنی است، جلوگیری از پس و پیش قرار گرفتن قطعات نما نسبت به قطعات قبلی، باید با گیره انجام شود.

تسمه‌ها باید عمود به سطح نما و از پهنا به‌طور افقی روی لایه خاکریز که قبلاً انجام گرفته، قرار داده شوند. تسمه‌ها باید به وسیله پیچ و مهره که حتماً باید از همان فلز تسمه باشد به قطعات نما متصل گردند. مهره‌ها نباید زیاد سفت شوند و بین دو قسمتی که با پیچ و مهره وصل شده باید فاصله موجود باشد.

پخش و تسطیح لایه‌ها باید به موازات نمای ساختمان صورت گیرد تا رانش ناشی از حرکت ماشین‌آلات مستقیماً به ردیف‌های آخری نما که خاکریز در پشت آن‌ها صورت می‌گیرد، وارد نشود.

باید از عبور کامیون‌ها در فاصله کمتر از ۲ متری نما اجتناب شود تا از جابه‌جا شدن قطعات نما که هنوز پشت آن‌ها کاملاً خاکریزی و کوبیده نشده، جلوگیری به عمل آید.

در مورد کاربرد ماشین‌آلات زنجیردار باید مطلقاً از تماس مستقیم زنجیر با جوشن‌ها اجتناب شود. در این موارد ماشین‌آلات باید روی لایه خاکی که در جلوی خود پخش می‌کند، حرکت نمایند.

به‌منظور اجتناب از تغییرمکان قطعات نما، غلتک‌های سنگین نباید به هنگام عبور از فاصله یک متری به نما نزدیکتر شوند. متراکم کردن خاک در نزدیکی نما باید به وسیله وسایل سبک لرزنده صورت گیرد. عمل تراکم باید همواره به موازات نما و از داخل به طرف نما صورت گیرد. میزان تراکم لایه‌های خاکریز بر اساس مندرجات بخش خاکریزی و خاکبرداری این فصل می‌باشد.

۵-۶-۶-۶- آزمایش‌های کنترل کیفیت

الف- مصالح قرضه منتخب برای خاک مصرفی در سازه، قبل از شروع عملیات باید مطابق بند ۵-۶-۶-۲ مورد آزمایش قرار گیرد.

ب- برای هر ۱۵۰۰ مترمکعب خاکریزی باید یک آزمایش دانه‌بندی انجام شود. تعیین یون‌های کلر و سولفات موجود در خاک نیز باید متناوباً و به تشخیص دستگاه نظارت کنترل شود.

پ- به ازای هر ۵۰ متر طول سازه در هر لایه، و در صورتی که عرض خاکریز زیاد باشد در هر ۵۰۰ مترمربع، یک آزمایش تعیین وزن مخصوص محلی باید انجام شود.

ت- آزمایش تراکم آزمایشگاهی در صورت یکنواخت بودن جنس خاک باید هر ۵۰۰ متر طول یک بار انجام شود و چنانچه کیفیت خاک تغییر کند آزمایش تراکم به تناسب و تعداد بیشتری باید انجام شود.

۵-۶-۷- آب‌بندها[1]

به‌منظور استفاده از ژئوسنتیتک‌های آب‌بند، موارد ذیل باید در نقشه‌ها و مشخصات فنی ذکر شود:

- حداقل مشخصات فنی مورد نیاز ژئوسنتتیک
- روش حمل و انبار
- نحوه آماده‌سازی بستر و روش نصب
- درزگیری و نحوه آزمایش و تایید یا رد آن
- نحوه کنترل و اطمینان از کیفیت (QC و QA)

۵-۶-۷-۱- ژئوممبرین‌ها

مشخصات فنی ژئوممبران باید مطابق با مشخصات فنی مندرج در استاندارد GRI-GM13 باشد. آزماش‌ها باید مطابق با مندرجات جدول ۵-۲۶ برای ژئوممبرین‌ها انجام شود.

۱- Moisture Barriers

جدول ۵-۲۶- مشخصات فنی ژئوممبران و آزمایش‌های مربوط

شاخص	واحد	مقدار آزمایش	استاندارد
ضخامت کمینه	mm	هر طاقه	ASTM D 5199
چگالی	g/cm^3	۹۰۰۰۰ کیلوگرم	ASTM D 1505
مقاومت کششی حین گسیختگی مقاومت کششی حین تسلیم ازدیاد طول حین گسیختگی ازدیاد طول حین تسلیم	N/mm N/mm % %	۹۰۰۰ کیلوگرم	ASTM D 6693, Type IV Dumbbell, 50 mm/min G.L. 50 mm G.L. 33 mm
مقاومت پارگی	N	۲۰۰۰۰ کیلوگرم	ASTM D 1004
مقاومت سوراخ شوندگی	N	۲۰۰۰۰ کیلوگرم	ASTM D 4833

۵-۶-۷-۱-۱- حمل و انبارداری و بررسی محصول

الف- نحوه حمل و انبارش رول‌های ژئوممبران باید به‌گونه‌ای باشد که از هر گونه خراش، ضربه، سوراخ شدگی، قرارگیری مستقیم در مقابل نور خورشید و آلودگی جلوگیری شود.

ب- ژئوممبران‌های موجود در انبار حداقل به صورت هفته‌ای یک‌بار بازدید شوند تا از احتمال مواردی که به آن‌ها آسیب وارد می‌کنند اطلاع کسب شود.

پ- ژئوممبران‌ها باید کاملاً صاف بوده و عاری از هرگونه سوراخ، حباب، بادکردگی، آلودگی با مواد خارجی، شکستگی و ترک باشند.

ت- تمام رول‌های ژئوممبران تحویلی، باید دارای برچسب کارخانه بوده و مشخصات فنی آن شامل نام کارخانه یا واردکننده، نوع محصول، ضخامت، طول، عرض، شماره رول روی محصول نصب‌شده باشد

۵-۵-۷-۱-۲- کلیات و ملاحظات نصب

الف- در هنگام پهن کردن رول ژئوممبران برای جلوگیری از جمع‌شدگی و بلندشدن در اثر باد توصیه می‌شود از کیسه های حاوی ماسه استفاده گردد.

ب- حتی‌الامکان از حرکت بر روی ژئوممبران پهن شده باید اجتناب شود. پرسنل باید از پوشیدن کفش‌هایی که باعث آسیب برای ژئوممبران می‌شود، اجتناب کنند.

پ- سیگار کشیدن پرسنل در حین نصب ژئوممبران ممنوع است.

ت- عبور و مرور وسایل نقلیه بر روی ژئوممبران ممنوع است، ولی حرکت محدود وسایل نقلیه با چرخ لاستیکی به شرطی که فشار تماس چرخ‌ها کمتر از ۵۵ کیلوپاسکال باشد، مانعی ندارد.

ث- اگر ژئوممبران در محلی نصب می‌شود که عبور و مرور باید از روی آن انجام گیرد، باید یک لایه محافظ با نظر مشاور روی ژئوممبران قرار داده شود.

ج- تمهیدات لازم برای انقباض و انبساط حرارتی در هنگام نصب باید پیش‌بینی شود.

چ- درگوشه‌ها و قسمت‌های با حالت پیچیده مثل کنار سازه‌ها، لوله‌ها، گوشه رمپ‌ها، حداقل میزان درزهای اجرایی ژئوممبران باید پیش‌بینی شود.

ح- برای ایجاد اتصال مناسب بین ورق‌های ژئوممبران باید از همپوشانی کافی استفاده گردد. طبق آیین‌نامه‌ها حداقل همپوشانی ۱۵ سانتی‌متر توصیه می‌گردد.

خ- قبل از اکسترود کردن، قسمت‌های حرارتی دستگاه باید تمیز باشد و درجه حرارت طوری تنظیم گردد که آسیبی به ژئوممبران وارد نشود.

د- قبل از اجرای جوش، ورق‌های ژئوممبران باید از گرد و خاک، رطوبت، آلودگی و غیره پاک شود.

ذ- دستگاه جوش ژئوممبران باید قابلیت تنظیم دما و سرعت حرکت را داشته باشد.

ر- قبل از انجام جوش ورق‌های اصلی، باید یک سری نمونه به صورت آزمایشی با تایید دستگاه نظارت جوش شود تا از مناسب بودن نوع دستگاه، درجه حرارت و سرعت نصب اطمینان حاصل شود. شرایط محیطی در هنگام جوش نمونه‌ها باید همان شرایط ورق‌های اصلی باشد. برای انجام جوش، نمونه‌های ژئوممبران باید دارای حداقل عرض ۲/۵ سانتی‌متر و طول ۱۵ سانتی‌متر باشند. پس از انجام جوش باید آزمایش‌های مندرج در ذیل انجام پذیرد.

ز- تست خلاء باید مطابق با استاندارد ASTM D5641 انجام شود.

ژ- آزمایش فشار هوا باید مطابق با استاندارد ASTM D5820 انجام شود.

س- در صورت تشخیص دستگاه نظارت، قسمت‌هایی از جوش ورق‌های اصلی باید جدا شده و برای انجام آزمایش‌های برشی، کششی روی اتصال به آزمایشگاه ارسال شود. این نمونه باید دارای حداقل عرض ۳۰/۵ سانتی‌متر باشد.

ش- توصیه می‌گردد انتهای رول‌های اصلی را که جوش شده و اضافه هستند برای انجام آزمایش‌های میدانی بریده و آزمایش شود. همچنین سه نمونه به ابعاد ۳۰/۵×۳۰/۵ سانتی‌متر نزد پیمانکار باقی بماند و سایر موارد به آزمایشگاه ارسال گردد و دیگری آرشیو شود.

ص- تست‌های میدانی باید مطابق با استاندارد ASTM D6392 انجام گردد.

۵-۶-۷-۱-۳- آماده‌سازی بستر قبل از نصب ژئوممبران

الف- سطح بایدعاری از وجود سنگ‌دانه‌های با قطر بیشتر از ۱۹ میلی‌متر، آرماتور، اشیای نوک‌تیز، قطعات بتن شکسته و... باشد.

ب- خاک‌برداری به حالتی که موجب تقعر درشیب خاکی شود، مجاز نمی‌باشد. توصیه می‌شود در انتهای خاک‌برداری، سطح نهایی شیب خاکی تحدب داشته باشد. مقدار تحدب در وسط شیب باید برابر ۱۰ سانتی‌متر و مقدار تحدب در بالا و پایین شیب صفر باشد.

پ- بعد از خاک‌برداری، سطح شیب باید متراکم شود. در صورت ناهموار بودن سطح شیب پس از خاک‌برداری و یا خاک‌برداری بیش‌ازاندازه باید در محل موردنظر خاک درشت‌دانه مناسب ریخته و متراکم شود.

ت- پس از خاک‌برداری، سطح شیب خاکی باید از وجود ریشه گیاهان احتمالی باقیمانده کاملاً پاک شده و در سطح خاک از علف‌کش به منظور جلوگیری از رویش مجدد گیاه استفاده شود.

ث- در محل کنج‌ها و اطراف سازه‌های بتنی و محل ورود لوله‌ها باید با ایجاد ماهیچه از جنس ملات سیمان، زاویه اجرا به ۱۳۵ درجه افزایش یابد. ابعاد ماهیچه باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر یا بیشتر به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود که ژئوممبران به‌راحتی روی بستر تماس کامل داشته باشد.

۵-۶-۷-۱-۴- نکات حین نصب ژئوممبران

الف- پیمانکار چیدمان ژئوممبران برحسب عرض رول و محل‌های اجرایی را باید حداقل یک هفته قبل از شروع عملیات نصب به تایید دستگاه نظارت برساند.

ب- نصب ژئوممبران باید در دمای محیطی بین ۲ الی ۳۷ درجه سلسیوس و در یک شرایط آب و هوایی و دمایی یکسان و یکنواخت انجام شود.

پ- شرایط جوی و دمایی باید در گزارش‌های روزانه کارگاه ثبت شود.

ت- نصب لایه‌های ژئوممبران قبل و بعد از جوش دادن باید بدون چین‌وچروک انجام شود.

ث- چنانچه چروک ایجادشده در محل درز طولی در مسیر جوش قرار بگیرد باید به نحو مقتضی رفع شود.

ج- در گوشه‌ها و قسمت‌های باحالت پیچیده مثل کنار سازه‌ها، لوله‌ها، گوشه رمپ‌ها باید حداقل درزهای اجرای ژئوممبران قرار داده شود.

چ- برای ایجاد اتصال مناسب بین ورق‌های ژئوممبران باید از همپوشانی طولی کافی در محل درز استفاده گردد. همپوشانی طولی در محل درز اجرایی باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر و حداکثر ۳۰ سانتی‌متر باشد.

ح- دما، سرعت و گوه دستگاه جوش ژئوممبران را باید متناسب با ژئوممبران مورد استفاده و بر اساس توصیه تولیدکننده انتخاب کرد.

خ- درصورتی‌که در حین آزمایش فشار هوا، نشتی رخ دهد، محل نشتی باید با وصله‌ای مربع شکل به ابعاد حداقل ۳۰ سانتی‌متر ترمیم شود. چنانچه محل نشتی معلوم نباشد، حتماً کل طول درز باید با وصله‌ای به عرض حداقل ۳۰ سانتی‌متر و طول کامل درز ترمیم شود.

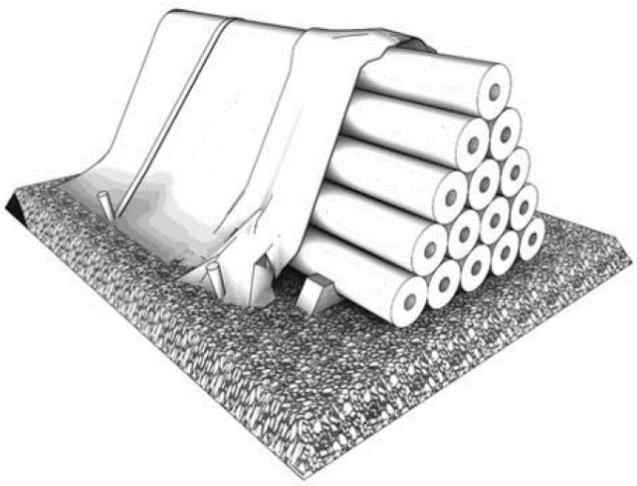
۵-۶-۷-۲- ژئوکمپوزیت‌های رسی

ژئوکمپوزیت‌های رسی از یک لایه خاک بنتونیت خشک که بین دو لایه ژئوتکستایل یا روی یک لایه ژئوممبرین نگهدارنده قرار گرفته، تشکیل می‌شود.

۵-۶-۷-۲-۱- پذیرش و انبارداری ژئوکمپوزیت رسی

الف- قبل از استفاده از بسته‌های ژئوکمپوزیت رسی باید دقت شود تا بسته‌بندی رول‌های وارد به کارگاه عاری از آسیب‌دیدگی باشد. تمامی رول‌ها باید دارای لیبل بوده و از پذیرش رول‌های فاقد لیبل و یا با بسته‌بندی آسیب‌دیده باید خودداری شود.

ب- انبارش محصول باید در محیط خشک با سطح صاف صورت بگیرد. برای جلوگیری از رسیدن آب به محصول باید رول‌ها در محدوده مسقف نگهداری شوند یا اینکه پوشش آب‌بند مناسب (مانند دولایه پلاستیک ضخیم) بر روی آن‌ها کشیده شود. محل نگهداری باید به صورت مناسبی زهکشی گردد تا رول‌ها در معرض رطوبت قرار نگیرند. در هنگام جابه‌جایی رول‌ها باید از رول بازکن یا حداقل یک لوله فولادی در وسط رول استفاده شود تا رول‌ها دچار شکست نشوند. حداکثر تعداد قابل ذخیره رول‌ها به صورت طبقاتی برابر ۱۵ رول در ۵ ردیف مطابق با شکل ۵-۲۳ باید باشد.



شکل ۵-۲۳- نحوه ذخیره‌سازی رول‌ها به‌صورت طبقاتی

۵-۶-۷-۲-۲- شرایط آب و هوایی برای نصب ژئوکمپوزیت رسی

الف- ژئوکمپوزیت رسی نباید به‌صورت روباز[۱] استفاده شود. استفاده از بنتونیت سدیم به صورت گرانول و پودری مجاز است.

ب- عملیات نصب و اجرا باید در هوای آفتابی انجام شود.

پ- به‌منظور جلوگیری از انبساط ژئوکمپوزیت رسی در اثر هیدراتاسیون ناشی از آب‌های سطحی باید بلافاصله پس از نصب روی آن با یک لایه نایلون پلی اتیلن ضخیم پوشانده شود.

ت- پس از نصب روی آن باید با یک لایه خاک به ضخامت حداقل ۳۰ سانتیمتر پوشانده شود. ضخامت خاک پوششی باید به حدی باشد که حداقل فشار ۶ کیلوپاسکال بر ژئوکمپوزیت رسی را اعمال کند. توصیه می‌شود از ۱۵ سانتیمتر

۱- exposed

بتن مگر استفاده شود. پس از بتن ریزی برای افزایش تنش وارد به ژئوکمپوزیت رسی باید با ایجاد بارگذاری بر سطح بتن مقدار فشار افزایش یابد.

۵-۶-۷-۲-۳- آماده‌سازی بستر برای نصب ژئوکمپوزیت رسی

قبل از نصب ژئوکمپوزیت رسی باید سطح از وجود هرگونه آشغال(چوب، فلز،بتن و سنگریزه و...) پاک شود. اگر بستر زیرین ژئوکمپوزیت رسی، خاک باشد باید قلوه سنگ‌های بیشتر از ۶۳ میلی‌متر از سطح برداشته شوند. اگر سطح زیرین ژئوکمپوزیت رسی، بتن باشد باید سطح خوب جاروکشی شود. هرگونه برآمدگی ناگهانی بیش از ۱۲ میلی‌متر از سطح و هرگونه تغییر ناگهانی در سطح بیش از ۲۵ میلی‌متر باید ترمیم گردد. به‌طور کلی در هنگام نصب ژئوکمپوزیت رسی باید سطح خشک (رطوبتی که محصول را هیدراته ننماید مشکل زا نیست) باشد.

۵-۶-۷-۲-۴- اصول نصب ژئوکمپوزیت رسی در کف

پس از آماده‌سازی بستر و اجرای بتن مگر، ژئوکمپوزیت رسی باید بر روی کف پهن گردد. در شکل ۵-۲۴ جزئیات و مقادیر همپوشانی طولی و عرضی ارائه شده است. بین رول‌های مجاور باید همپوشانی (عرض و طولی) به میزان ۲۵ سانتی متر انجام شود و در محل همپوشانی از پودر بنتونیت به مقدار ۰/۵ کیلوگرم در متر طول استفاده شود. پس از پوشاندن کل کف، در محل تلاقی کف با دیواره گودبرداری باید با تمهیداتی ژئوکمپوزیت رسی را مطابق با شکل ۵-۲۵ به دیوار متصل نمود. جهت این کار از میخ می‌توان استفاده نمود. همچنین الزامات ذیل باید رعایت شوند.

الف- نصب ژئوکمپوزیت رسی باید در یک جهت باشد. در سطوح صاف جهت باز نمودن ژئوکمپوزیت رسی خیلی اهمیت ندارد.

ب- حداقل مقدار همپوشانی باید مطابق با شکل ۵-۲۴ باشد و تحت هیچ شرایطی در اجرا مقدار همپوشانی کمتر از مقادیر ارائه شده نباید باشد.

پ- وجود همپوشانی عرض برای دو نوار کنار هم ممنوع است و باید محل همپوشانی عرضی در دو نوار حداقل ۱ متر از هم فاصله داشته باشد (شکل ۵-۲۴).

ت- از پهن نمودن جی سی ال در مساحتی بیش از حدی که نتوان حداکثر در یک روز روی آن را توسط خاک یا بتن پوشاند، باید خودداری شود.

ث- در کنج‌ها برای اجرای صحیح باید یک ماهیچه بنتونیتی مطابق با شکل ۵-۲۵ مابین دیوار یا پی و ژئوکمپوزیت رسی اجرا گردد.

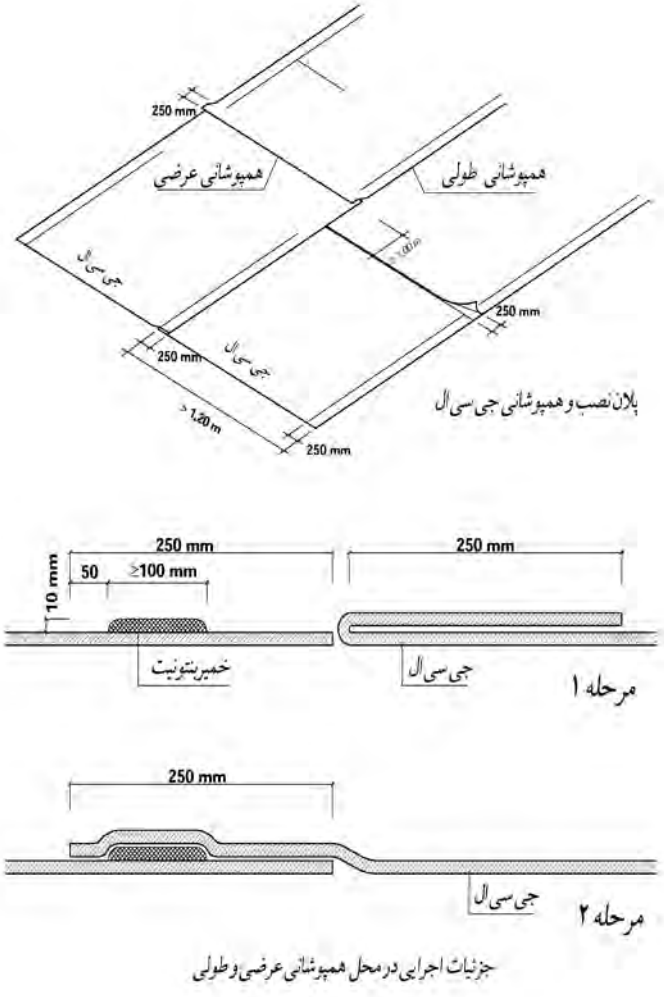
ج- از رفت و آمد ماشین‌آلات و بارگذاری مستقیم بر روی ژئوکمپوزیت رسی باید جلوگیری شود.

چ- محل همپوشانی طولی و عرضی باید عاری از هرگونه آلودگی باشد و فقط باید از پودر یا خمیر بنتونیت در محل همپوشانی استفاده نمود.

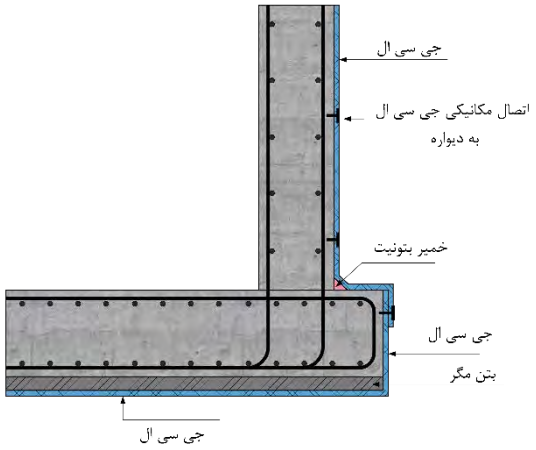
ح- همپوشانی لایه انتظار و اتصال لایه ژئوکمپوزیت رسی کف، زیر شالوده به دیواره باید ۱۰۰ سانتی‌متر باشد. توصیه می‌گردد به‌منظور جلوگیری از هیدراته شدن ژئوکمپوزیت رسی در مجاورت با آب داخل گود یا بارندگی قبل از بتن‌ریزی، از یک لایه پلاستیک به‌روی لایه ژئوکمپوزیت رسی و در نواحی همپوشانی استفاده گردد.

۵-۶-۷-۳-۵- اصول نصب ژئوکمپوزیت رسی در دیواره

کلیات اجرای ژئوکمپوزیت رسی بر روی دیواره مشابه اجرا بر روی کف می‌باشد. جهت همپوشانی رول‌های ژئوکمپوزیت رسی در دیواره‌ها باید از ملات بنتونیت استفاده شود. در گوشه‌ها باید یک لایه اضافی ژئوکمپوزیت رسی به عرض حدود ۵۰ سانتی‌متر در امتداد عمق اجرا شده و توسط ملات بنتونیت به ژئوکمپوزیت رسی مجاور چسبانده شود. سر نیل‌ها را باید با اجرای ملات ماسه سیمان صاف و سپس اقدام به اجرای ژئوکمپوزیت رسی نمود. به این منظور بایستی حتی الامکان از کوتاه نمودن سر نیل‌ها اجتناب نمود (شکل ۵-۲۶).



شکل ۵-۲۴- اجرای ژئوکمپوزیت رسی (جی سی ال) در کف



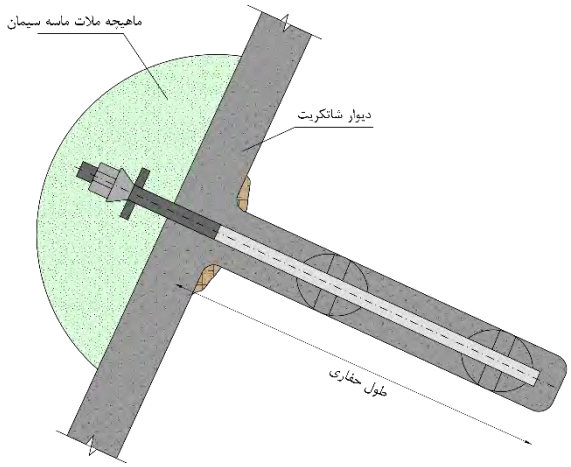
شکل ۵-۲۵- اجرای ژئوکمپوزیت رسی (جی سی ال) در اطراف پی

در مشخصات فنی باید حداقل رزوه آزاد لازم بعد از مهره سر نیل، بیان شود تا در صورت نیاز اضافه رزوه جهت نصب ژئوکمپوزیت رسی بریده شود.

برای اجرای ملات ماسه سیمان سر نیل‌ها باید الزامات ذیل رعایت شود:

الف- یک تور مرغی یا رابیتس باید به ابعاد ۲ برابر پلیت سر نیلینگ بر روی صفحه گذاشته شده و ملات ماسه سیمان به ضخامت مورد نظر اجرا شود. برای جلوگیری از طبله نمودن و ریزش ملات باید ملات در طی ۲ مرحله به ضخامت مورد نظر بر روی سر نیل اجرا شود.

ب- جهت اتصال ژئوکمپوزیت رسی به دیواره باید از میخ‌های مخصوصی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر مطابق شکل ۳-۲۶ استفاده شود.. لازم به ذکر است پس از نصب ژئوکمپوزیت رسی به روی دیوار حائل، در صورت وجود فاصله بین دیواره حائل و دیواره گود، باید با خاک پر گردد. توصیه می‌شود جهت محافظت از لایه ژئوکمپوزیت رسی در هنگام خاکریزی از یک لایه ژئوتکستایل استفاده گردد. هیچ خط یا موجی نباید در محصول نصب شده ایجاد شود. در حین نصب باید ارتباط کامل بین محصول و دیواره زیرین وجود داشته باشد.

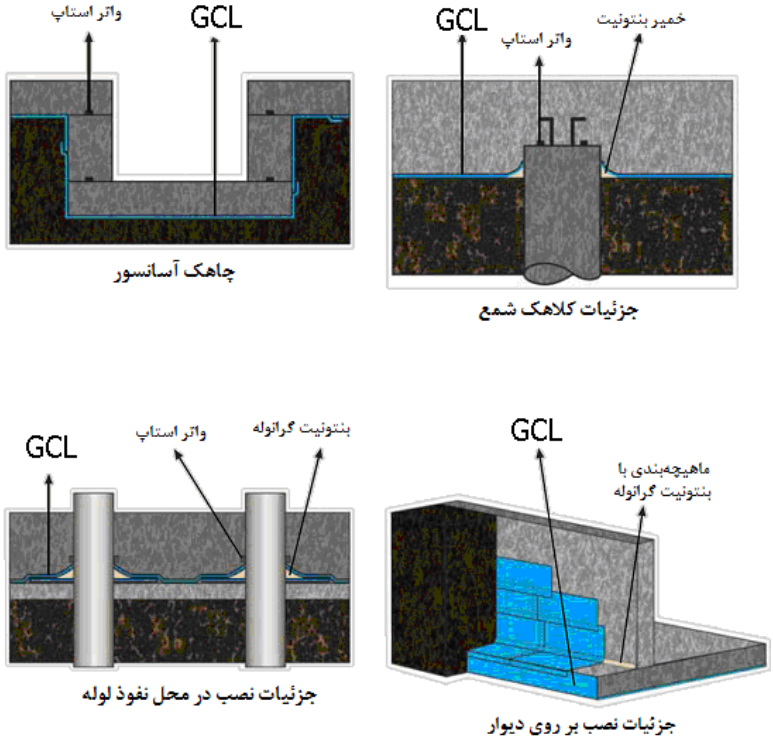


شکل ۵-۲۶- جزئیات آماده سازی سر نیل‌ها برای نصب ژئوکمپوزیت رسی در دیواره

پ- در صورتی‌که ژئوکمپوزیت رسی در دیواره مستقیم با بتن ریزی دیوار حائل در تماس باشد، باید یک لایه نایلون پلی اتیلن در زیر و روی آن هنگام نصب کشیده و بر دیواره میخ شود.

ت- در صورت نشت آب بر روی دیوار و یا احتمال رسیدن آب به لایه ژئوکمپوزیت رسی، باید بر دیواره ابتدا یک نوار زهکش قائم به عرض ۱۰ سانتی‌متر به فاصله مرکز به مرکز ۲,۵ متر و ارتفاع برابر با دیوار درمعرض تراوش، نصب شده و سپس نصب نایلون زیر و ژئوکمپوزیت رسی و نصب نایلون رویه اجرا شود. در کف گود اتصال نوار زهکش قائم به زهکش کف موجود باید برقرار باشد تا از تجمع آب در روی بتن مگر موجود جلوگیری شود.

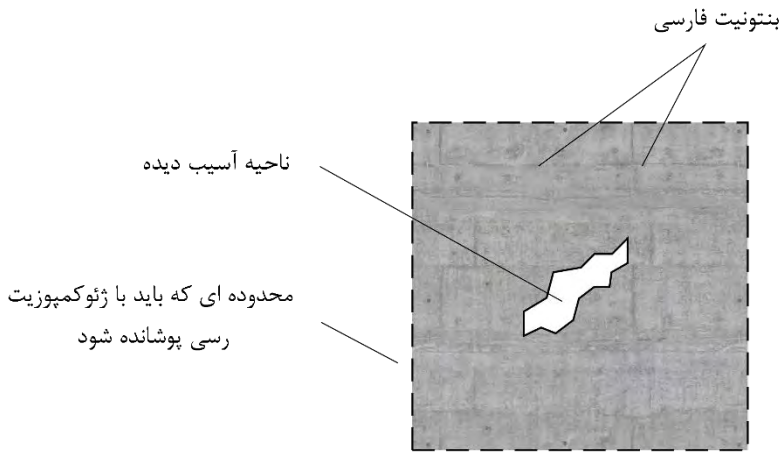
در شکل ۵-۲۷ به‌طورکلی نحوه اجرای ژئوکمپوزیت رسی در اطراف سرشمع و دیواره گود و محل اتصال لوله‌ها ارائه شده است.



شکل ۵-۲۷- نحوه اجرای ژئوکمپوزیت رسی در اطراف سرشمع و دیواره گود و محل اتصال

۵-۶-۷-۲-۶- تعمیر محل آسیب دیده

در صورتی‌که محصول مورد استفاده آسیب ببیند باید عملیات تعمیر با استفاده از تکه‌دهی انجام شود. در اطراف حفره ایجاد شده باید تکه‌ای قرار گیرد به‌گونه‌ای که حداقل فاصله از لبه آسیب دیدگی ۳۰ سانتیمتر باشد. مقدار پودر بتن مورد نیاز در همپوشانی‌ها در این مورد ۵۰۰ گرم بر متر طول باید در نظر گرفته شود (شکل ۵ -۲۸).



شکل ۵-۲۸- نحوه تعمیر حفره های ایجاد شده در محصول در اثر عملیات اجرایی

۵-۷- سلامت، ایمنی و محیط زیست

ضوابط عمومی مندرج در فصل دوم (جلد اول؛ ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با عملیات خاکی و متناسب با هر یک از مراحل عملیات اجرایی لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با این فصل پرداخته شده است.

۵-۷-۱- مشخصات عمومی

۵-۷-۱-۱- در مناطقی که در مجاورت خطوط زیرزمینی مترو قرار دارند، انجام هرگونه عملیات حفاری و گودبرداری منوط به اخذ مجوز از مراجع دارای صلاحیت و رعایت حریم مربوط است.

۵-۷-۱-۲- در مواردی که عملیات گودبرداری و حفاری در مجاورت خطوط راه آهن، مترو، بزرگراه‌ها و یا مراکز و تاسیساتی که تولید ارتعاش می‌نماید، انجام می‌شود، باید تدابیر برای جلوگیری از لغزش یا ریزش جداره‌ها اتخاذ شود و پایداری گود با توجه و دقت بیشتری پایش گردد.

۵-۷-۱-۳- قبل از خاکبرداری زمین مورد نظر، باید استحکام و جنس خاک و همچنین پایداری ابنیه مجاور، فاصله پی‌ها و دیوارها از محل گودبرداری، عوارض زیرزمینی مجاور گود مانند چاه‌های فاضلاب، قنات، سازه‌های زیرزمینی و... شرایط خاص احتمالی دیگر در محل، توسط شخص دارای صلاحیت به دقت مورد بررسی قرار گیرد و خطرات موجود به دستگاه نظارت ارائه شود تا تمهیدات مقتضی در نظر گرفته شود.

۵-۷-۱-۴- افرادی که در عملیات گودبرداری و حفاری، تزریق بتن، کوبش شمع‌ها و کار با ماشین آلات به‌کار گرفته می‌شوند، باید دارای تجربه کافی بوده و کارت مهارت از مرجع صاحب صلاحیت داشته باشند؛ همچنین افراد صاحب صلاحیت بر کار آنان نظارت نمایند.

۵-۷-۱-۵- در استفاده از روش‌های پایدارسازی دیواره‌های گودبرداری از قبیل میخ‌کوبی و میل مهار، ورود به محدوده املاک مجاور و معابر عمومی بدون موافقت مالکان و مرجع دارای صلاحیت ممنوع است.

۵-۷-۱-۶- قبل از شروع کار، خطوط برق‌دار هوایی و زمینی و پست‌های برق موجود در اطراف محل عملیات باید به دقت بررسی شده و در صورت وجود احتمال نقض حریم‌های قانونی این تاسیسات توسط ماشین‌آلات خاکبرداری و کامیون‌های حمل خاک، تجهیزات حفاری، چکش‌های هیدرولیکی و کوبشی، ماشین‌آلات تزریق، لوله ترمی، هیدروفرز، جرثقیل‌ها و سایر ماشین آلات مورد استفاده در عملیات خاکی، باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۱۲-۲ به‌عمل آورده شود.

۵-۷-۱-۷- چنانچه وضعیت گود یا شیار و کانال، به نحوی است که روشنایی کافی با نور طبیعی تامین نمی‌شود، باید برای جلوگیری از حوادث ناشی از فقدان روشنایی، از منابع نور مصنوعی استفاده شود.

۵-۷-۱-۸- قطع و جابجایی و وارد کردن صدمه به درختان در کارگاه در حین عملیات خاکبرداری و گودبرداری ممنوع است و در صورت اجتناب ناپذیر بودن، باید با اخذ مجوز از مراجع صاحب صلاحیت بدان اقدام شود.

۵-۷-۱-۹- چنانچه محل گودبرداری در نزدیکی و یا مجاورت یکی از ایستگاه‌های خدمات عمومی از قبیل آتش‌نشانی و اورژانس و یا در مسیر خودروهای آن‌ها باشد، باید قبلاً مراتب به اطلاع دستگاه‌های مسئول رسانده شود تا احیاناً در سرویس رسانی عمومی وقفه‌ای ایجاد نشود.

۵-۷-۱-۱۰- گروه اجرایی عملیات گودبرداری و تثبیت دیواره‌ها باید نسبت به انجام اقدامات لازم در صورت بروز شرایط اضطراری توجیه بوده و آموزش‌های لازم را گذرانده باشند و بر اساس دستورالعمل تدوین شده برای مدیریت بحران که شرح وظایف هر یک از عوامل در آن مشخص شده، در شرایط اضطراری اقدام نمایند.

۵-۷-۱-۱۱- شب‌ها در کلیه معابر و پیاده‌روهای اطراف محوطه گودبرداری و حفاری، (به‌ویژه در بافت‌های شهری)، باید روشنایی کافی تأمین و همچنین علائم هشدار دهنده شبانه از قبیل چراغ‌های احتیاط، تابلوهای شبرنگ و غیره مطابق بند ۲-۱۱ در اطراف منطقه محصور شده نصب شود، به طوری‌که کلیه عابران و رانندگان وسایل نقلیه از فاصله کافی و به موقع متوجه خطر گردند.

۵-۷-۱-۱۲- کارگران فعال در عملیات پایدارسازی دیواره‌ها، از قبیل ساختن، حمل و تزریق دوغاب سیمانی، پاشش بتن، دستگاه حفاری و ... باید مجهز به تجهیزات حفاظتی از جمله ماسک تنفسی، دستکش، سربند و کلاه ایمنی، عینک و نقاب حفاظتی، کفش و لباس کار با پوشش کامل سطح بدن و محافظ گوش مطابق ضوابط بخش ۲-۱۰ باشند. با توجه به احتمال آسیب رساندن مفتول‌های شبکه موجود در پوشش دیواره گود، لازم است کارگران هنگام نصب از دستکش

حفاظتی استاندارد و ساقدار از جنس برزنت یا لاستیک مخصوص استفاده نمایند. لباس کارگران باید قادر باشد از خراشیدگی احتمالی مفتول‌های شبکه با بدن نیز جلوگیری به‌عمل آورد.

۵-۷-۱-۱۳- در کارهای اجرایی از قبیل تثبیت خاک بستر که در آن کار با سیمان و آهک وجود دارد باید برای کاهش انتشار گردوغبار ضوابط بندهای ۲-۹-۶-۱۱، بندهای ب و پ رعایت شود.

۵-۷-۱-۱۴- کارگران شاغل در عملیات خاکی در زمین‌های لجنی، برای مصون ماندن از عوارض پوستی ناشی از تماس این مواد با پوست، باید مجهز به چکمه لاستیکی ساق دار باشند و از دستکش و لباس‌های آستین بلند استفاده نمایند.

۵-۷-۱-۱۵- جایگاه‌های کار و وسایل دسترسی ایمن در فعالیت‌های اجرایی که در ارتفاع انجام می‌شود مانند حفاری دیوارهای گود، بتن‌پاشی، تزریق دوغاب بتنی و سیمانی، باید مطابق بند ۲-۵ برای کارگران شاغل در عملیات تأمین شود. هنگام بتن‌پاشی دیوارهای گود با توجه به وزن قابل توجه شیلنگ و لوله و احتمال ضربه ناشی از پس‌زدگی دستگاه، باید تمهیدات فوق برای اپراتور بتن‌پاش مد نظر قرار گیرد. در عملیات بتن پاشی و حفاری و تزریق بتن، باید عوامل اجرایی در معرض خطر سقوط، مجهز به تجهیزات حفاظتی مطابق بند ۲-۶ باشند.

۵-۷-۱-۱۶- در مسلح سازی و تثبیت دیوارهای خاکی و سطوح شیب‌دار با استفاده از مصالح ژئوسنتتیک، باید قطعات بریده شده، زوائد و باقیمانده‌های ژئوگریدها و ژئوتکستایل‌ها از محیط جمع آوری شده و مطابق بند ۲-۹-۶-۱۱-خ دفع شوند.

۵-۷-۱-۱۷- شمع‌های بتنی پیش ساخته باید به گونه‌ای طراحی شوند که بخش دور ریز آن به حداقل برسد. قسمت دور ریز شمع‌ها باید به مکان مناسب انتقال داده شود و مطابق ضوابط مرجع دارای صلاحیت حمل و دفع شود.

۵-۷-۱-۱۸- در انتخاب گِل حفاری (بنتونیت) باید ملاحظات زیست محیطی در نظر گرفته شود تا میزان آلودگی‌های مضر به مقادیر مجاز معرفی شده توسط مرجع دارای صلاحیت محدود گردد. برای جلوگیری از هدر رفتن گِل حفاری هنگام سرریز شدن چاه حفاری می‌توان با تعبیه‌کردن یک حوضچه در نزدیکی محل حفاری، رواناب را به حوضچه هدایت و با جداکردن ذرات معلق بزرگتر، با سرند دوباره به چاه برگرداند. همچنین در مورد پساب و رواناب ناشی از بتن پاشی، تزریق دوغاب، گل حفاری، گل و لای ناشی از اجرای روش ستون شنی ارتعاشی و نظایر آن باید الزامات بند ۲-۹-۶-۱۳ رعایت شود.

۵-۷-۱-۱۹- در صورت اجرای روش ستون شنی ارتعاشی باید وضعیت آب‌های زیرزمینی در ناحیه عملیات پایش و بررسی و در صورت وجود مواد آلاینده در خاک و آب زیرزمینی، از این روش پرهیز شده و از روش خشک حین حفاری استفاده شود.

۵-۷-۱-۲۰- هنگام کار با دستگاه جوش ژئوممبران، باید کارگران از دستکش مقاوم در برابر حرارت استفاده کنند.

۵-۷-۱-۲۱- در عملیات بتنی مورد نیاز در اجرای عملیات خاکی و پایدارسازی گودها و قطعات پیش ساخته بتنی، باید الزامات بخش ۶-۴ (جلد سوم؛ بتن و اجرای آن) به تناسب نوع عملیات رعایت شود.

۵-۷-۱-۲۲- در اجرای سازه‌های فولادی مورد نیاز در اجرای عملیات خاکی و پایدارسازی گودها و جابه‌جایی قطعات سنگین فولادی (ستون‌ها، تیرها، خرپاها و...)، باید الزامات بخش ۷-۱۱ (جلد چهارم، فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) به تناسب نوع عملیات رعایت شود.

۵-۷-۱-۲۳- در حفاری انواع چاه‌ها و چاهک‌ها و کانال‌ها، باید الزامات بندهای ۱۳-۵-۱ و ۲ (جلد نهم، محوطه سازی) رعایت شود.

۵-۷-۱-۲۴- اگر در عملیات پایدارسازی خاک بستر، از قیر برای تثبیت استفاده می‌گردد باید الزامات بند ۱۳-۵-۴(جلد نهم، محوطه سازی) رعایت شود.

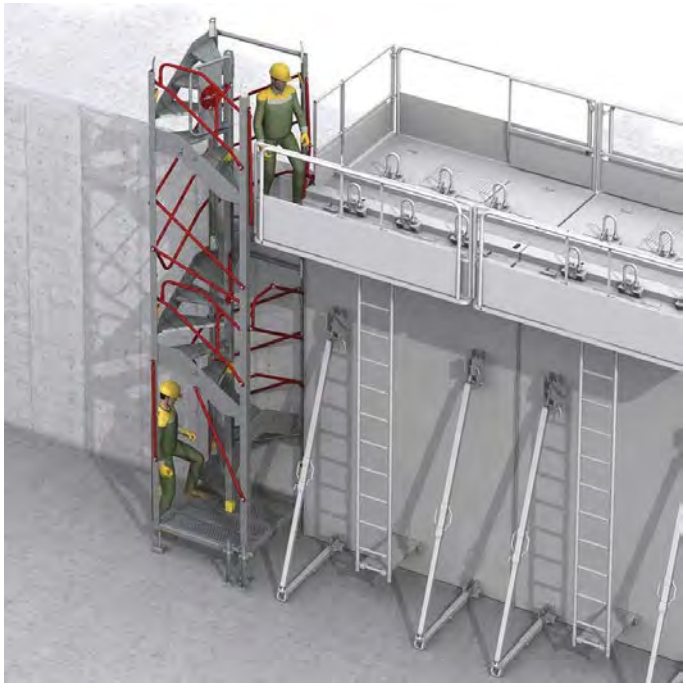
۵-۷-۱-۲۵- در تمام عملیات باربرداری مورد نیاز در اجرای عملیات خاکی باید الزامات بند ۲-۸ رعایت شود.

۵-۷-۱-۲۶- با توجه به مواجهه مستمر کارگران شاغل در عملیات خاکبرداری، حفاری، تزریق و شمع کوبی با سر و صدا، ارتعاش، گرد و غبار و لازم است ضوابط بند ۲-۹-۶ رعایت شود.

۵-۷-۲- حصارکشی و تردد به داخل گود و کانال

۵-۷-۲-۱- در صورتی‌که عملیات گودبرداری و خاکبرداری ترانشه و حفر کانال در مجاورت معابر و فضاهای عمومی انجام می‌شود باید برای جلوگیری از سقوط افراد و وسایل نقلیه، همچنین برای جلوگیری از پرتاب سنگ، سقوط حیوانات، مصالح ساختمانی، وسایل نقلیه عبوری و ماشین‌آلات حفاری و خاکبرداری و سرازیر شدن آب به داخل گود، باید اطراف محل گودبرداری و خاکبرداری به‌نحو مناسب محصور و محافظت شود. حصار حفاظتی باید با رعایت مفاد بند ۲-۲-۲ در فاصله حداقل ۱٫۵ متری از لبه گود احداث شود و به علائم هشداردهنده (چراغ‌های چشمک زن و سایر موانع هدایت مسیر با قابلیت دید در شب و روز) مطابق بخش ۲-۱۱ مجهز شود. در صورتی‌که انجام این اقدامات به‌دلایل شرایط محیطی امکان‌پذیر نباشد، باید با استقرار نگهبان در هر ۲۴ ساعت تا پایان اجرای عملیات، با استفاده از نوارکشی و نصب علائم نوری از سقوط عابران و وسایل نقلیه به داخل کانال یا گود جلوگیری نمود.

۵-۷-۲-۲- برای رفت و آمد کارگران به محل گودبرداری باید راه‌های ورودی و خروجی مناسب و ایمن در نظر گرفته شود. در محل گودهایی که عمق آن بیش از ۶ متر باشد، باید برای هر ۶ متر یک سکو یا پاگرد برای نردبان‌ها، پله‌ها و راه‌های شیب‌دار پیش‌بینی شود. این سکوها یا پاگردها و همچنین راه‌های شیب دار و پلکان‌ها باید به‌وسیله نرده‌های مناسب محافظت شوند (شکل ۵-۲۹).



شکل ۵-۲۹- دسترسی ایمن به داخل گود

۵-۷-۲-۳- عرض معابر و راه‌های شیب دار ویژه وسایل نقلیه نباید کمتر از ۴ متر باشد و در طرفین آن باید موانع محکم و مناسبی نصب شود.

۵-۷-۲-۴- در محل‌گودبرداری باید یک نفر نگهبان مسئول نظارت بر ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین‌آلات سنگین باشد و نیز برای آگاهی کارگران و هدایت عابران و وسایل نقلیه، علایم هشداردهنده در معبر ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین آلات مذکور نصب شود. انتخاب محل استقرار ماشین آلات مورد نیاز عملیات در معابر باید با رعایت ضوابط بند ۲-۷-۱ – پ و ت و ۲-۷-۳-۷ انجام پذیرد.

۵-۷-۲-۵- در شیارهای عمیق و طولانی که عمق آن‌ها بیش از ۱ متر است، باید به ازای حداکثر هر ۳۰ متر طول، یک نردبان کار گذارده شود. لبه بالایی نردبان باید تا حدود ۱ متر بالاتر از لبه شیار ادامه داشته باشد.

۵-۷-۲-۶- درمواردی که حفاری در زیر پیاده‌روها ضروری است باید برای پیشگیری از خطر ریزش، اقدامات احتیاطی از قبیل نصب مهارهای مناسب با استقامت کافی انجام و با نصب موانع، نرده‌ها و علایم هشداردهنده مطابق بخش ۲-۱۱ منطقه خطر به‌طورکلی محصور و از عبور و مرور افراد جلوگیری به‌عمل آید.

۵-۷-۳- بازدید و بازرسی از گود

۵-۷-۳-۱- در موارد زیر باید دیواره‌های محل گودبرداری، همچنین دیوارها و ساختمان‌های مجاور، دقیقاً توسط شخص صاحب صلاحیت مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش، لغزش یا تغییرشکل‌های غیرمجاز به وجود آمده، اقدامات مورد نیاز به‌عمل آورده شود:

الف- قبل از پایدارسازی کامل به صورت روزانه و بعد از پایدارسازی، حداقل هفته‌ای یک بار.

ب- بعد از یک وقفه ۲۴ ساعته یا بیشتر در کار.

پ- بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل، زلزله و یخبندان.

ت- بعد از هرگونه عملیات انفجاری.

ث- بعد از ریزش ناگهانی.

ج- بعد از وارد آمدن صدمات اساسی به مهارها.

چ- در صورت مشاهده هرگونه تغییر رنگ خاک و مشاهده آثار رطوبت غیرمعمول و جدید.

ح- در صورت شنیدن صداهای مهیب از داخل دیوارهای پایدارسازی شده به‌ویژه به روش میخ‌کوبی و انکراژ.

۵-۷-۳-۲- در گودهایی که عمق آن‌ها بیش از ۱ متر است، نباید کارگر در محل کار به‌تنهایی به‌کار گمارده شود. همچنین اگر در مجاورت محل گودبرداری و حفاری کارگرانی مشغول به‌کار دیگری باشند، اقدامات احتیاطی برای ایمنی آنان نیز باید به‌عمل آورده شود.

۵-۷-۳-۳- درصورتی‌که احتمال نشت و تجمع گازهای سمی و خطرناک در داخل کانال وجود داشته باشد باید با اتخاذ تدابیر فنی و نصب وسایل تهویه، هوای منطقه تنفسی کارگران به‌طور موثر تهویه شود. همچنین در صورت تجمع آب در کانال باید نسبت به تخلیه آن اقدام شود.

۵-۷-۳-۴- چنانچه در طول مدت زمان گودبرداری یا پس از آن، رنگ خاک بخشی از دیواره گود تیره‌تر از رنگ بقیه خاک ساختگاه شود، یا درصد رطوبت بخشی از دیواره گود افزایش یابد یا آب از بخشی از دیوار به داخل گود نفوذ کند، نشان دهنده وجود حفره‌ها یا چاه‌های جذبی فاضلاب، نشت آب از شبکه آب یا فاضلاب، وجود باغچه در حال آبیاری در زمین‌های مجاور یا عبور آب‌های زیر زمینی از میان لایه‌های درشت دانه یا منبع آب با منشأ نامشخص در حوالی مرز گودبرداری است و احتمال کاهش پایداری دیواره گود در آن نواحی بیشتر خواهد بود. لذا بسته به نوع پدیده مشاهده شده باید راه‌کارهای پایدارسازی تکمیلی در حذف منبع ایجاد رطوبت به‌کار رود و افزایش ظرفیت سازه نگهبان به‌طور موضعی در همان ناحیه با تایید دستگاه نظارت در نظر گرفته و اجرا شود.

۵-۷-۳-۵- چنانچه در هنگام نصب سازه نگهبان یا پس از آن یکی از عناصر سازه‌ای مانند یک دیوار، مهار پشت‌بند، ستون، شالوده ستون‌ها یا شالوده تامین‌کننده نیروهای فشار مقاوم و عناصر افقی کاهش دهنده طول کمانش جانبی پشت بندها، به حالت حدی کمانش یا گسیختگی خود برسد، نشان دهنده اعمال نیروهای بیش از ظرفیت سازه نگهبان است، در این موارد باید مسئله سریعاً بررسی و با نظر دستگاه نظارت طرح تقویت سازه نگهبان اجرا شود.

۵-۷-۳-۶- باید به‌طور روزانه آمار کارگران شاغل در گود به‌صورت دقیق با تمام مشخصات، آدرس و تلفن تماس در دفتر مخصوص این کار ثبت شود.

دانلود سوالات آزمون

۵-۷-۳-۷- سیستم روشنایی کامل برای مکان گودبرداری ساختگاه باید تأمین و در هنگام شب، تمام قسمت‌های کارگاه گودبرداری با نورکافی روشن شود به‌نحوی که خرابی احتمال هر قسمت از سازه نگهبان یا دیواره گودبرداری را بتوان از بیرون گود به‌خوبی مشاهده کرد.

۵-۷-۳-۸- تا حد امکان در شب و زمان بارندگی باید از خاکبرداری در مجاور مرزگودبرداری خودداری شود. در صورتی‌که خاکبرداری در چنین مواردی الزامی باشد، خاکبرداری باید با مجوز دستگاه نظارت انجام شود.

۵-۷-۳-۹- در مواقع بارندگی چنانچه بخشی از دیواره گود در معرض بارندگی قرار داشته و دیوار سازه نگهبان در آن قسمت تکمیل نشده باشد، ضروری است با پوشش آب‌بند پلاستیکی مناسب تا کف گود به‌گونه‌ای که از نفوذ آب به دیوار و پای آن جلوگیری نماید، پوشانده شود.

۵-۷-۴- انتقال و انبارکردن تجهیزات و مصالح

۵-۷-۴-۱- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال پایه پلیمری از قبیل ژئوسنتتیک‌ها، ژئوتکستایل‌ها، ژئوگرید، ژئو ممبران باید مطابق ضوابط بند ۲-۲-۵-۷ و ۳-۴-۳-۲ صورت گیرد و محل انبارش مجهز به تجهیزات اطفای حریق، مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. همچنین محل انبار این مصالح باید در مکانی خلوت و به دور از مسیر تردد کارگران قرار داشته باشد.

۵-۷-۴-۲- قطعات بتنی پیش‌ساخته مورد استفاده در اجرای ستون‌های روش بالا به پایین و نظایر آن باید به‌گونه ای ساخته شوند که عملیات نقل و انتقال، جابجایی، نصب و برپاکردن آن‌ها به‌راحتی و با ایمنی کامل انجام شود. وزن تقریبی قطعات نیز باید بر روی آن‌ها نوشته یا حک شود. قلاب‌ها یا سایر وسایلی که در قطعات پیش‌ساخته به‌منظور سهولت جابجایی و بلندکردن آن‌ها پیش‌بینی و تعبیه می‌شوند، باید مطابق ضوابط بند ۶-۴-۴-۲ (جلد سوم، بتن و اجرای آن) باشد.

۵-۷-۴-۳- قبل از قراردادن ماشین آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، کامیون و غیره و یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و حفاری و مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه‌های گود، در صورت تشخیص و تایید دستگاه نظارت باید شمع، سپر و مهارهای لازم برای افزایش مقاومت در مقابل بارهای اضافی در دیواره گود نصب شود.

۵-۷-۴-۴- در تخلیه میلگرد یا تیرآهن و سایر بارهای سنگین مشابه در اطراف لبه‌های گود به‌ویژه در زمانی‌که پایدارسازی دیواره‌ها کامل نشده، باید توسط دستگاه نظارت اطمینان حاصل شود که وزن و ضربات ناشی از تخلیه این مصالح و ارتعاشات ناشی از آن، خطری برای گود ایجاد نمی‌کند. رعایت فاصله ایمن مناسب و اتخاذ تدابیر لازم برای کاهش وزن و ضربه ناشی از تخلیه بار الزامی است. در تخلیه مصالح ناشی از خاکبرداری و دپوی لوله‌ها و سایر مصالح مورد نیاز اجرای عملیات حفر گود و کانال باید الزامات بند ۲-۲-۶ رعایت شود.

۵-۷-۴-۵- در شرایطی که فضای کار محدود است، همچنین در زمین‌هایی که شرایط استحکام خاک مطلوب نیست و لازم است سربار لبه گود کاهش یابد، باید مصالح خارج شده از گود مرتباً بارگیری و به محل دپوی تعیین شده حمل شود. همچنین این مصالح نباید در پیاده‌روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شود که مانع عبور و مرور شود و الزامات بند ۲-۲-۷-۱ باید رعایت شود.

۵-۷-۴-۶- بالاکشیدن اجسام سنگین و حجیم از جمله تیرآهن و قطعات فولادی مورد استفاده در اجرای سازه نگهبان خرپایی، نصب ستون‌ها و اجزای اسکلت فلزی در روش بالا به پایین، مهار متقابل، دیوار برلنی و مانند آن‌ها، به صورت دستی با طناب، کابل و نظایر آن مجاز نیست و باید از جرثقیل و یا سایر بالابرهای مکانیکی مناسب استفاده شود. همچنین استفاده از زنجیر برای بستن تیرآهن و سایر اجزای فولادی مجاز نمی‌باشد. ایمنی وسایل بالابر و سایر ادوات و تجهیزاتی که در برپایی و نصب اجزای سازه‌های فولادی به‌کار گرفته می‌شوند باید مطابق با مفاد بخش ۲-۸ تامین شود.

۵-۷-۴-۷- در صورتی‌که از وسایل بالابر برای حمل خاک و مواد حاصل از گود برداری و حفاری استفاده شود، باید پایه‌های این وسایل به طور محکم و مطمئن نصب شده و خاک و مواد مذکور نیز باید با محفظه‌های ایمن و مطمئن بالا آورده شود.

۵-۷-۵- تجهیزات و ماشین آلات

۵-۷-۵-۱- به‌کارگیری ماشین آلات ساختمانی در عملیات خاکی، باید مطابق ضوابط بخش ۲-۷ انجام شود.

۵-۷-۵-۲- برای ضوابط ماشین آلات قیرپاش به بند ۱۳-۵-۴ (جلد نهم، محوطه سازی) مراجعه شود.

۵-۷-۵-۳- برای ضوابط ماشین آلات متراکم کننده خاک (غلتک‌ها) به بند ۱۳-۵-۵ (جلد نهم، محوطه سازی) مراجعه شود.

۵-۷-۵-۴- در استفاده از جک‌های هیدرولیکی باید ضوابط بند ۲-۷-۸-۵ رعایت شود.

۵-۷-۵-۵- استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری برای ساخت، برپایی و نصب اجزای فولادی مورد نیاز، باید با رعایت مفاد بند ۲-۳ انجام شود.

۵-۷-۵-۶- استفاده از ابزارهای دستی و قدرتی باید با رعایت مفاد بند ۲-۷-۱۰ انجام شود.

۵-۷-۵-۷- برای عملیات کندن، هل دادن، دپوکردن و تسطیح خاک در زمین‌های ناپایدار، باید از ماشین‌های دارای چرخ‌های زنجیری استفاده شود.

۵-۷-۵-۸- محل استقرار ماشین‌آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر، کامیون یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در مجاورت گود، باید توسط شخص صاحب صلاحیت بررسی و حداقل فاصله مناسب تعیین شود؛ این فاصله باید دقیقاً از لبه گود رعایت شود. این فاصله در هر حال، نباید کمتر از ۱ متر از لبه گود باشد.

۵-۷-۵-۹- در سطوح شیب‌دار محدوده کارگاه حین مراحل مختلف عملیات خاکی ضروری است تا تمهیدات لازم برای جلوگیری از حرکت ناخواسته ماشین آلات حفر و جابجایی خاک، کامیون مخلوط‌کن و مانند آن در حین اجرای عملیات از طریق قرار دادن بلوک‌های چوبی در زیر چرخ‌ها و توجه به شیب مجاز و پیشگیری از واژگونی به‌عمل آورده شود.

۵-۷-۵-۱۰- در صورتی‌که در گودبرداری از دستگاه‌های برقی مانند الکتروموتور برای هوادهی، تخلیه آب، پمپاژ دوغاب و نظایر آن استفاده می‌شود، این گونه دستگاه‌ها باید با رعایت مفاد بخش ۲-۱۲ به‌کار گرفته شوند تا کارگران در مقابل خطر برق‌گرفتگی محافظت شوند.

۵-۷-۵-۱۱- عملیات اجرای میخ و مهار، حفاری و تزریق دوغاب همراه با ایجاد سر و صدا، دود و گرد و غبار است. از این رو لازم است فعالیت اجرایی در مناطق شهری به‌نحوی مدیریت شود که کمترین مزاحمت ممکن برای اهالی منطقه را در بر داشته باشد. در مناطق شهری اجرای عملیات چال زنی و فعالیت کمپرسور و دریل واگن باید مطابق با ساعات کار مجاز مطابق بند ۲-۹-۶-۲ باشد.

۵-۷-۵-۱۲- در صورتی‌که از موتورهای احتراق داخلی در گود استفاده می‌شود باید با اتخاذ تدابیر فنی، گازهای حاصل از کار موتور به‌طور موثر از منطقه کاری کارگران تخلیه شود.

۵-۷-۵-۱۳- فقط اشخاص صاحب صلاحیت مجاز به انجام تعمیرات بر روی تجهیزاتی از قبیل کمپرسور، کامیون مخلوط‌کن، پمپ، جت گروتینگ، چک‌های هیدرولیکی و... سایر تجهیزات مورد استفاده در عملیات می باشند. قبل از شروع عملیات تعمیر، تمام منابع انرژی دستگاه قطع شده و مطابق بند ۲-۲-۹ دستگاه باید قفل و برچسب زده شود. بر روی برچسب مربوط باید عبارتی نوشته شود که نشان دهنده خارج از سرویس بودن دستگاه باشد.

۵-۷-۵-۱۴- دستگاه همزن ساخت دوغاب باید مجهز به ضامن باشد تا در هنگام تمیزکاری دستگاه، از به کار افتادن تصادفی آن پیشگیری به‌عمل آید.

۵-۷-۵-۱۵- شیلنگ‌های هوای فشرده مورد استفاده در پمپاژ و تزریق دوغاب و بتن پاشی، باید دارای اتصالاتی با قابلیت خرابی بی‌خطر[۱] باشند تا از جدا شدن قسمت‌های مختلف آن از یکدیگر در زمانی که تحت فشار هوا قرار می‌گیرند جلوگیری شده و ریسک برخورد آن با کارگران کاهش یابد.

۵-۷-۵-۱۶- در راه اندازی و بهره برداری از ابزار آلات پنوماتیکی قابل حمل باید ریسک ناشی از صدمات شروع به کار ماشین به حداقل رسانده شود و در مواقعی که فشار بهره برداری متغیر است شیر هوا به‌صورت اتوماتیک تنظیم شود.

۵-۷-۵-۱۷- شیلنگ و اتصال شیلنگ هوای فشرده ابزار پنوماتیکی قابل حمل باید برای فشار کاری مجاز طراحی شده و به‌صورت محکم و ایمن به خروجی لوله بسته شده باشد.

۵-۷-۵-۱۸- ابزارهای پنوماتیکی (چکش و دریل‌های بادی) باید به گیره ایمن و ابزار آزادساز برای جلوگیری از قلاب شدن ابزارها مجهز باشند.

۱- fail safe

۵-۷-۵-۱۹- با توجه به بالا بودن احتمال بروز خطرات به‌دلیل ماهیت عملیات گودبرداری و پایدارسازی و استفاده از ماشین آلات سنگین در اجرای کار باید ناحیه نا ایمن در اطراف ماشین‌آلات و جبهه‌های کاری با استفاده از علائم و تابلوهای هشدار دهنده مطابق بخش ۲-۱۱ مشخص و از بقیه قسمت‌های کارگاه تفکیک شود. ورود افراد و وسایل نقلیه به این نواحی مشخص شده باید با هماهنگی مسئول ایمنی و سرپرست عملیات اجرایی انجام شود.

۵-۷-۵-۲۰- تجهیزات زیرفشار مانند جک‌ها، اهرم‌ها و شیلنگ‌ها از نظر خرابی، فرسودگی و لقی و شیلنگ‌ها از نظر عدم وجود ترک، سوراخ و پارگی، خوردگی و فرسودگی و هرگونه نشتی باید به‌صورت مستمر بازدید و بررسی شده و در صورت مشاهده هرگونه مورد غیرعادی، رفع عیب شود.

۵-۷-۵-۲۱- اطراف موتور و رادیاتور ماشین‌آلات خاکبرداری از نظر جمع شدن آشغال و گردوخاک باید به‌صورت روزانه بازدید و بررسی شود. همچنین اطراف باتری یا قطعاتی از موتور که دارای حرارت زیاد هستند مثل خفه‌کن اگزوز و توربو شارژ باید از نظر تجمع هرگونه مواد قابل اشتعال (شاخ و برگ و علف‌های خشک و...) به‌صورت مستمر بازدید شده و در صورت وجود، پاکسازی شوند.

۵-۷-۵-۲۲- کامیون

الف- کار با کامیون‌هایی که انباره سوخت و یا لوله‌های سوخت‌رسانی آن‌ها دچار نقص فنی شده مجاز نیست، چون ممکن است منجر به وقوع آتش سوزی شود.

ب- هر راننده‌ای که به منطقه عملیات می‌رسد باید نوبت بارگیری را رعایت کرده و در منطقه‌ای توقف نماید که خارج از عملکرد بیل‌های مکانیکی باشد و قبل از دریافت اجازه حرکت از طرف مسئول بیل مکانیکی، کامیون را به حرکت در نیاورد.

پ- باید در قسمت عقب کامیون، چراغ پر نور برای تامین روشنایی در شب، در زمان حرکت به طرف عقب تعبیه شود.

ت- کامیون‌های کمپرسی باید دارای دستگاه‌های بالابرنده سالم باشند.

ث- استفاده از کامیون‌های کمپرسی که دارای نقص‌هایی چون نشت روغن از سیستم هیدرولیکی، کاهش فشار هوا در دستگاه‌های پنوماتیکی، درست کار نکردن فشارسنج‌های کمپرسورها، خوردگی یا شکستن اجزای مکانیکی دستگاه، سالم نبودن ترمز دستی، رگلاژ نبودن ترمزها، کم باد بودن لاستیک‌ها، ظاهر شدن شکاف عرضی در طول شاسی و تغییر شکل آن، شل بودن یا فقدان پرچ‌ها دراتصال فرمان، پاره و زده شدن لاستیک‌ها، سالم نبودن قفل چرخ‌ها هستند، مجاز نمی‌باشد.

۵-۷-۵-۲۳- بیل مکانیکی

الف-در هنگام حرکت بیل مکانیکی، جام یا خاکبردار آن باید خالی از بار باشد، همچنین بوم آن باید در جهت حرکت قرار گیرد.

ب- در موقع تعمیر جام یا خاک بردار بیل مکانیکی یا لودر با تعویض ناخن‌های آن، باید آن را قبلاً در محل خود محکم نمود تا از حرکت ناگهانی آن و ایجاد حادثه جلوگیری به‌عمل آید.

پ- راننده نباید در زیر محل استقرار بیل مکانیکی اقدام به حفاری نماید.

ت- قبل از شروع بارگیری باید اطمینان حاصل شود که پایداری بیل مکانیکی در زمان بارگیری و مانور، حفظ می‌شود.

۵-۷-۵-۲۴- لودر

الف- برای حفظ تعادل بیشتر دستگاه، در زمان حرکت لودر با جام بار شده، باید جام نزدیک زمین نگه داشته شود.

ب- حداکثر شیب مسیر برای کار با لودر چرخ لاستیکی ۳۰ درجه است.

پ- از بیل (جام) دستگاه نباید به‌عنوان بالابر استفاده شود.

ت- راننده لودر هنگام ساختن خاکریز یا خاکریزی از بالای پرتگاه‌ها، باید برای افزایش ایمنی و جلوگیری از سقوط دستگاه، ابتدا توده‌ای اولیه و موقت از خاک را جمع کرده و سپس با استفاده از توده بعدی، به توده اولیه فشار وارد کند.

ث- هنگامی‌که راننده به خاک بالای پرتگاه فشار وارد می‌کند یا زمانی‌که ماشین به قله سربالایی می‌رسد، بار وارده و نیروی مقاوم در برابر حرکت ماشین، به‌ناگهان کاهش می‌یابد و خطر افزایش سریع و کنترل نشده سرعت ماشین وجود دارد. در چنین موقعیت‌هایی راننده باید تمرکز کافی داشته و سرعت را کاهش دهد.

ج- هنگام حمل و جابه‌جایی محموله‌های ناپایدار (مانند اجسام کروی، گرد یا صفحات روی‌هم انباشته)، خطر سقوط بار روی اتاقک راننده و مصدومیت افراد و خرابی ماشین وجود دارد، لذا جام نباید در ارتفاع بالا قرار گیرد و به عقب نیز نباید خم نشود.

چ- استفاده نامناسب از تایرها و رینگ‌های مربوط، خطر ترکیدن و خراب شدن لاستیک یا پرتاب شدن رینگ به سمت بیرون را به‌همراه دارد که می‌تواند منجر به مصدومیت نفرات حاضر در محدوده آن شود. هنگام بادکردن تایرها از قرارگرفتن افراد در نزدیکی آن باید اجتناب شود و شیلنگ باد باید با نصب گیره به شیر باد تایر محکم شود. جوشکاری و روشن کردن آتش در کنار تایرهای لودر مجاز نیست.

۵-۷-۵-۲۵- بولدوزر

الف- برای تعمیرات، روغنکاری و رگلاژ باید بولدوزر را در محوطه‌ای صاف و افقی نگهداشت، موتور را خاموش کرد و بیل را روی زمین قرار داد.

ب- به‌منظور بازدید قسمت زیر بیل بولدوزر، باید موتور آن را خاموش کرد و بیل را روی پایه‌ای مطمئن تکیه داد و آنگاه آن را بازدید کرد.

پ- حمل و نقل ماشین آلات، اطاق‌های سیار و... به‌وسیله بولدوزر فقط با بکسل بند ثابت مجاز است.

ت- حمل و نقل بولدوزر معیوب باید توسط تریلر انجام شود. در صورت لزوم باید از بکسل بند ثابت برای بکسل کردن بولدوزر استفاده کرد و بیل را باید پایین نگه داشت. به هنگام جابه‌جایی دستگاه از یک محل به محل دیگر، باید آن را محکم بست و جلوی چرخ‌های آن را کاملاً مسدود کرد.

ث- سرعت مجاز بولدوزر چرخ لاستیکی ۳۲ تا ۴۸ کیلومتر در ساعت است.

ج- بولدوزر باید قبل از شروع به کار، گریس‌کاری و روغنکاری شود.

چ- حین تخلیه در نزدیکی لبه‌ها برای جلوگیری از سقوط، باید مانعی جلوی چرخ‌های دستگاه قرار داده شود.

ح- به‌کارگیری بولدوزرهای چرخ لاستیکی در جبهه‌های کاری با شیب بیش از ۲۵ درجه مجاز نیست.

۵-۷-۵-۲۶- اسکریپر

الف- اسکریپر باید توسط یک رشته کابل اطمینان به کشنده متصل شود.

ب- هنگام تعویض تیغه‌های اسکریپر، جام تیغه‌ها باید به‌عنوان تکیه‌گاه قرار بگیرد.

پ- در اسکریپرهایی که توسط تراکتورهای لاستیکی کشیده می‌شوند در راه‌های دسترسی، در زمان پُر بودن، شیب مجاز حداکثر ۱۵ درجه و در زمان خالی بودن دستگاه، شیب مجاز، حداکثر ۲۵ درجه است.

۵-۷-۵-۲۷- شمع‌کوب

الف- در زمان کوبش شمع‌ها و سپرها، برای جلوگیری از حوادث احتمالی مانند سقوط شمع هنگام جابجایی، پاره شدن کابل‌های جرثقیل، باید عملیات بار برداری مطابق بخش ۲-۸ انجام شود.

ب- حین اجرای شمع‌های کوبشی و درجا لازم است جهت پیشگیری از حوادث ناشی از واژگونی شمع‌کوب یا شمع، پاره شدن شیلنگ‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی، همچنین جلوگیری از رفت و آمدهای افراد غیرمسئول، با استفاده از نوار خطر مطابق بند ۲-۱۱ حریم ایمن مشخص شود.

پ- چنانچه در حین کوبش، بالشتک شمع مشتعل شود یا دود کند، باید بلافاصله خاموش شده و به محل مناسب برای تعمیرات منتقل شود.

۵-۷-۵-۲۸- دستگاه حفاری

الف- دستگاه حفاری نباید در محلی که در معرض ریزش سنگ قرار دارد مستقر شود.

ب- قبل از چال زنی باید از سفت بودن زمین محل استقرار چرخ‌های دستگاه اطمینان حاصل شود.

پ- از منطقه‌ای که حفاری شده باید بازدید شده و از اتمام حفاری مطابق طرح چال‌زنی اطمینان حاصل شود.

ت- در حفاری‌های انجام شده در سطح زمین باید دهانه سوراخ‌های حفاری شده مسدود شود یا منطقه کاری برای عدم ورود افراد متفرقه حصارکشی و علامت‌گذاری شود تا پای شان در حفرات ایجاد شده فرو نرود و آسیب نبینند.

ث- از شیلنگ‌های باد باید به‌صورت مستمر بازدید به‌عمل آورده شود و قسمت‌های دارای سوراخ به روش بریدن و زدن بست در آن قسمت، اصلاح شود.

ج- بست‌های روی شیلنگ باد که بر اثر جابجایی و کشیده شدن روی زمین شل می‌شوند باید به‌صورت مستمر بازدید شوند.

چ- هنگام بازکردن قطعات دستگاه باید شیر باد بسته باشد.

ح- حین حفاری هر چال قبل از حفر کامل در چندین نوبت، راد و مته باید جلو و عقب برده شود تا مته در داخل چال گیر نکند.

خ- اگر به‌طور اتفاقی خروج دود یا بخار از دستگاه مشاهده شد جریان برق باید فورا قطع شود.

د- در خلال جابه‌جایی دستگاه حفاری در فواصل طولانی و یا هنگامی‌که روی سطح شیبدار حرکت می‌کند باید دکل پایین آورده شود.

Building General Technical Specification Volume II

Demolation-Geotechnics

[IR-Code 55-2]

Authors & Contributors Committee:

Mohsen	Bahram ghaffari (Demolation Section Chair)	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Zahra	Mansouri	Middle East Water and Environment Consulting Engineers	M.Sc. of Civil Eng.
Ali	Taheri	National Iranian Gas Company	Ph.D. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary (Geotechnics Section Chair)	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Javad	Nazariafshar	Azad University	Ph.D. of Civil Eng.
Hamed	Bayesteh	Ghom University	Ph.D. of Civil Eng.
Mahdi	Rojhani	Kharazmi University	Ph.D. of Civil Eng.
Hamidreza	Elahi	Saman pey Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Eiman	Reza	K.N.Toosi University of Technology	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Sabermahani	Iran University of Science & Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract:

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- **Volume Two: Demolition, Geotechnics**
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the second volume) consists of the fourth chapter (Demolition), the fifth chapter (Geotechnics).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification
Volume II

Demolation-Geotechnics

IR-Code 55-2

Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد دوم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به تخریب و ژئوتکنیک در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد سوم
بتن و اجرای آن
ضابطه شماره ۳-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی
امور نظام فنی اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرائی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرائی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب

عملیات ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می کنند و یا به صورت مشارکت عمومی خصوصی اجرا می‌شوند، لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد سوم) مشتمل بر فصل ششم (بتن و اجرای آن) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵
جلد سوم- بتن و اجرای آن

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
هرمز	فامیلی (رئیس کارگروه)	دانشگاه علاء الدوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاو	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
محسن	تدین	انجمن بتن ایران، مهندسین مشاور سیناب غرب	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
بابک	احمدی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
جعفر	سبحانی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
مهدی	خوش‌کردار	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
مهدی	نعمتی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
محمد حسین	تدین	شرکت آرا بتن اروند	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
محمود	ایراجیان	شرکت پادراپات پارس	دکترای مهندسی عمران	فصل ششم
مازیار	رئیس قاسمی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی معماری	فصل ششم
مصطفی	حق طلب	دانشگاه ملایر	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل ششم
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندسی عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندسی عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندسی عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این شریه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسانم از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی	آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای مهندس علیرضا احسانی	آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی	آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس حسن تابش	آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس احمد جاودان	آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس احمد خراسانچیان	آقای مهندس قباد میزانی
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری	خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سیدعلی طاهری	آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری	آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل ششم- بتن و اجرای آن ۱
۶-۱- کلیات ۳
۶-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳
۶-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۳
۶-۲- ویژگی‌ها و الزامات کلی بتن ۷
۶-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۷
۶-۲-۱-۱- ویژگی‌های بتن تازه ۷
۶-۲-۱-۱-۱- کارآیی و روانی بتن (اسلامپ) ۷
۶-۲-۱-۱-۲- جریان اسلامپ ۸
۶-۲-۱-۱-۳- انتخاب کارآیی بتن ۹
۶-۲-۱-۱-۴- دمای بتن تازه ۱۰
۶-۲-۱-۱-۵- درصد هوای بتن تازه ۱۰
۶-۲-۱-۱-۶- همگنی و یکنواختی بتن تازه ۱۰
۶-۲-۱-۱-۷- معیارهای همگنی یا جداشدگی ۱۱
۶-۲-۱-۱-۸- آب انداختگی بتن ۱۲
۶-۲-۱-۱-۹- زمان گیرش بتن ۱۲
۶-۲-۱-۲- ویژگی‌های بتن سخت شده ۱۲
۶-۲-۱-۲-۱- مقاومت فشاری بتن ۱۲
۶-۲-۱-۳- دوام بتن و ناتراوایی بتن ۱۳
۶-۲-۱-۳-۱- طبقه‌بندی شرایط محیطی ۱۳
۶-۲-۱-۳-۲- خوردگی کلریدی فولاد در بتن ۱۵
۶-۲-۱-۳-۳- خوردگی فولاد ناشی از کربناته شدن بتن ۱۷
۶-۲-۱-۳-۴- حمله سولفاتی ۱۷
۶-۲-۱-۳-۵- رویارویی با چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن ۱۸
۶-۲-۱-۳-۶- مقاومت در برابر سایش ۱۹
۶-۲-۱-۳-۷- واکنش سنگدانه – قلیایی در بتن ۲۱
۶-۲-۱-۳-۸- تراوایی بتن ۲۲
۶-۲-۱-۴- مصالح بتن ۲۵
۶-۲-۱-۴-۱- سیمان پرتلند ۲۵
۶-۲-۱-۴-۲- سنگدانه ۲۵
۶-۲-۱-۴-۳- سبکدانه ۲۶
۶-۲-۱-۴-۴- آب و یخ ۲۷
۶-۲-۱-۴-۵- مواد افزودنی شیمیایی ۲۸
۶-۲-۱-۴-۶- مواد افزودنی پودری معدنی ۲۹
۶-۲-۱-۴-۷- رنگدانه‌ها ۲۹
۶-۲-۱-۴-۸- الیاف ۳۰
۶-۲-۱-۴-۹- میلگرد و فولادهای مسلح کننده ۳۰
۶-۲-۱-۴-۱۰- قطعات مدفون در بتن ۳۰

۶-۲-۱-۵- حمل و نگهداری مصالح ۳۱
۶-۲-۱-۵-۱- سیمان پرتلند ۳۱
۶-۲-۱-۵-۲- سنگدانه ۳۳
۶-۲-۱-۵-۳- سنگدانه بازیافتی و بازفرآوری شده ۳۵
۶-۲-۱-۵-۴- سبکدانه ۳۵
۶-۲-۱-۵-۵- آب و یخ ۳۵
۶-۲-۱-۵-۶- مواد افزودنی شیمیایی ۳۶
۶-۲-۱-۵-۷- مواد افزودنی پودری معدنی ۳۶
۶-۲-۱-۵-۸- رنگدانه‌ها ۳۶
۶-۲-۱-۵-۹-الیاف ۳۶
۶-۲-۱-۶- تعیین نسبت‌ها و مقادیر مخلوط بتن (طرح مخلوط) ۳۷
۶-۲-۱-۶-۱- فرآیند طرح مخلوط ۳۷
۶-۲-۱-۶-۲- مبانی طرح مخلوط بتن ۳۷
۶-۲-۱-۶-۳- روش آزمایشگاهی تعیین طرح مخلوط ۴۱
۶-۲-۱-۶-۴- اصلاح مقاومت فشاری هدف ۴۵
۶-۳- ضوابط اجرایی ۴۶
۶-۳-۱- قالب‌بندی ۴۶
۶-۳-۱-۱- ضوابط عمومی قالب و قالب‌بندی ۴۶
۶-۳-۱-۱-۱- عملکرد و وظایف مجموعه قالب‌بندی و سازه موقت ۴۶
۶-۳-۱-۱-۲- نگهداری قالب ۴۶
۶-۳-۱-۱-۳- نقشه‌های اجرایی و کارگاهی ۴۶
۶-۳-۱-۱-۴- سطح تمام‌شده نما ۴۷
۶-۳-۱-۱-۵- روادارى‌ها ۴۷
۶-۳-۱-۱-۶- طراحی قالب ۴۷
۶-۳-۱-۲- دسته‌بندی قالب‌ها ۴۷
۶-۳-۱-۳- سیستم و اجزای قالب‌بندی‌های متداول در کارهای ساختمانی ۴۸
۶-۳-۱-۳-۱- قالب ۴۸
۶-۳-۱-۳-۲- اعضای ایستاگر(نگهداشت) ۴۸
۶-۳-۱-۳-۳- تنظیم‌کننده ۴۸
۶-۳-۱-۳-۴- پاشنه (رامکا) ۴۹
۶-۳-۱-۳-۵- قالب‌بندی با مصالح بنایی ۵۰
۶-۳-۱-۳-۶- قالب‌بندی سقف ۵۰
۶-۳-۱-۴- ضوابط اجرایی قالب‌بندی ۵۰
۶-۳-۱-۴-۱- قالب فوقانی ۵۰
۶-۳-۱-۴-۲- ماده رهاساز (روغن قالب) ۵۰
۶-۳-۱-۴-۳- کنترلهای اجرایی ۵۱
۶-۳-۱-۴-۴- قالب‌برداری ۵۱
۶-۳-۱-۴-۵- زمان قالب‌برداری ۵۲
۶-۳-۱-۴-۶- پایه‌ها ۵۲
۶-۳-۱-۴-۷- پایه اطمینان ۵۳
۶-۳-۲- آرماتور و آرماتوربندی ۵۳

۶-۳-۲-۱- مقدمه ۵۳
۶-۳-۲-۲- انواع آرماتور ۵۳
۶-۳-۲-۲-۱- میلگرد ۵۳
۶-۳-۲-۲-۲- کابلها ۵۳
۶-۳-۲-۲-۳- الیاف ۵۴
۶-۳-۲-۲-۴- شبکه ۵۴
۶-۳-۲-۳- ویژگی‌های ساختاری، فیزیکی و مکانیکی میلگردهای فولادی ۵۴
۶-۳-۲-۳-۱- ویژگی‌های ساختاری ۵۴
۶-۳-۲-۳-۲- رده مقاومتی ۵۵
۶-۳-۲-۳-۳- شکل‌پذیری ۵۶
۶-۳-۲-۳-۴- خم‌پذیری ۵۷
۶-۳-۲-۳-۵- جوش‌پذیری ۵۷
۶-۳-۲-۴- نمونه‌برداری، آزمایش و ضوابط پذیرش ۵۸
۶-۳-۲-۵- ضوابط اجرایی ۵۸
۶-۳-۲-۵-۱- نقشه‌های اجرایی ۵۸
۶-۳-۲-۵-۲- بریدن و خم کردن آرماتورها ۵۸
۶-۳-۲-۵-۳- کارگذاشتن و بستن آرماتورها ۶۰
۶-۳-۲-۵-۴- وصله کردن آرماتورها ۶۱
۶-۳-۲-۵-۵- جوشکاری آرماتورها ۶۱
۶-۳-۲-۵-۶- پوشش بتن روی میلگردها ۶۲
۶-۳-۲-۵-۷- رواداری‌ها در بریدن و کارگذاشتن آرماتورها ۶۲
۶-۳-۲-۶- فاصله نگهدارها(لقمه‌ها) و خرک‌ها ۶۶
۶-۳-۲-۷- بازرسی اجرا ۶۶
۶-۳-۲-۸- حمل و انبارش آرماتور ۶۶
۶-۳-۲-۹- آرماتورهای ویژه ۶۶
۶-۳-۳- ساخت و اجرای بتن ۶۷
۶-۳-۳-۱- ساخت و تولید بتن ۶۷
۶-۳-۳-۱-۱- الزامات توزین و پیمانه کردن ۶۷
۶-۳-۳-۱-۲- الزامات اختلاط ۶۸
۶-۳-۳-۱-۳- مخلوط‌کن‌های بتن و الزامات آنها ۶۸
۶-۳-۳-۲- بازرسی و کنترل تجهیزات تولید ۶۹
۶-۳-۳-۳- انتقال بتن، بتن ریزی و تراکم ۶۹
۶-۳-۳-۳-۱- انتقال بتن ۷۰
۶-۳-۳-۴- الزامات بتن ریزی ۷۵
۶-۳-۳-۵- تراکم بتن ۷۶
۶-۳-۳-۶- پرداخت سطح بتن ۷۷
۶-۳-۳-۷- عمل آوری (نگهداری) بتن ۷۸
۶-۳-۳-۷-۱- مراحل عمل آوری عادی ۷۸
۶-۳-۳-۷-۲- حداقل مدت عمل‌آوری ۸۱
۶-۳-۳-۸- عمل‌آوری بتن ۸۲
۶-۳-۳-۸-۱- روش‌های عمل‌آوری خشک ۸۲

۶-۳-۳-۸-۲- روش‌های حفظ گرما (عایقی) ۸۳
۶-۳-۳-۸-۳- روش‌های عمل‌آوری مرطوب ۸۳
۶-۳-۳-۸-۴- عملآوری حرارتی تسریع شده (عمل‌آوری تسریع شده) ۸۳
۶-۳-۳-۹- بتن ریزی در هوای سرد ۸۴
۶-۳-۳-۹-۱- تعریف شرایط هوای سرد ۸۴
۶-۳-۳-۹-۲- الزامات قبل از بتن ریزی ۸۵
۶-۳-۳-۹-۳- دمای مخلوط بتن ۸۵
۶-۳-۳-۹-۴- سایر الزامات و توصیه‌ها ۸۷
۶-۳-۳-۹-۵- اقدامات پس از بتن ریزی ۸۷
۶-۳-۳-۹-۶- حفاظت بتن ۸۸
۶-۳-۳-۹-۷- افت دما پس از حفاظت ۸۸
۶-۳-۳-۹-۸- قالب برداری ۸۸
۶-۳-۳-۱۰- بتن ریزی در هوای گرم ۸۹
۶-۳-۳-۱۰-۱- شرایط هوای گرم ۸۹
۶-۳-۳-۱۰-۲- تدارکات برای ساخت بتن و بتن‌ریزی ۸۹
۶-۳-۳-۱۰-۳- ساخت بتن ۸۹
۶-۳-۳-۱۰-۴- انتقال بتن ۹۰
۶-۳-۳-۱۰-۵- بتن ریزی ۹۰
۶-۳-۳-۱۰-۶- عمل آوری ۹۱
۶-۳-۴- انواع بتن ۹۱
۶-۳-۴-۱- بتن پاششی ۹۱
۶-۳-۴-۱-۱- مصالح مصرفی ۹۱
۶-۳-۴-۱-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۹۳
۶-۳-۴-۱-۳- ارزیابی قبل از ساخت ۹۳
۶-۳-۴-۱-۴- ارزیابی و پذیرش در حین ساخت ۹۴
۶-۳-۴-۱-۵- اجرا ۹۵
۶-۳-۴-۲- بتن خودتراکم ۹۸
۶-۳-۴-۲-۱- مصالح مصرفی ۹۸
۶-۳-۴-۲-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۹۹
۴-۳-۴-۲-۳- آزمایش‌های بتن تازه خودتراکم ۹۹
۶-۳-۴-۲-۴- اجرا ۱۰۰
۶-۳-۴-۳- بتن نمایان ۱۰۱
۶-۳-۴-۳-۱- کنترل کیفیت ۱۰۲
۶-۳-۴-۳-۲- مصالح ۱۰۲
۶-۳-۴-۳-۳- طرح مخلوط ۱۰۳
۶-۳-۴-۳-۴- اجرا ۱۰۳
۶-۳-۴-۳-۵- ایجاد سطح نهایی ۱۰۵
۶-۳-۴-۳-۶- عمل‌آوری ۱۰۷
۶-۳-۴-۳-۷- پاکسازی‌نهایی سطح ۱۰۷
۶-۳-۴-۳-۸- تأیید نهایی بتن نمایان ۱۰۷
۶-۳-۴-۴- بتن کم‌سیمان (مگر/کم‌مایه) ۱۰۸

۶-۳-۴-۴-۱- مصالح مصرفی ۱۰۸
۶-۳-۴-۴-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط) ۱۰۸
۶-۳-۴-۴-۳- اجرا ۱۰۸
۶-۳-۴-۵- بتن با چگالی‌های مختلف ۱۰۹
۶-۳-۴-۵-۱- بتن سبکدانه ۱۰۹
۶-۳-۴-۵-۲- بتن سنگین ۱۱۰
۶-۳-۴-۶- بتن حجیم ۱۱۲
۶-۳-۴-۷- بتن پلیمردار ۱۱۳
۶-۳-۵- اجرای سقفهای بتنی ۱۱۴
۶-۳-۵-۱- سقف های بتنی درجا ۱۱۴
۶-۳-۵-۱-۱- دال مجوف با تیرچه‌های یکطرفه یا متعامد ۱۱۴
۶-۳-۵-۱-۲- دال مجوف بتن مسلح با استفاده از قالبهای ماندگار ۱۱۵
۶-۳-۵-۱-۳- دال مرکب فولادی و بتنی ۱۱۷
۶-۳-۵-۲- سقف پیش‌تنیده پس‌کشیده ۱۱۸
۶-۳-۵-۳- سقفهای بتنی نیمه‌پیش‌ساخته ۱۱۹
۶-۳-۵-۳-۱- تیرچه و بلوک ۱۱۹
۶-۳-۵-۳-۲- دال مجوف بتن مسلح با گوی های توخالی با پیش دال ۱۲۲
۶-۳-۵-۴- سقفهای بتنی پیش ساخته ۱۲۳
۶-۳-۵-۴-۱- دال مرکب فولادی و بتنی ۱۲۳
۶-۳-۵-۴-۲- سقف پیشتنیده از نوع پیشکشیده ۱۲۳
۶-۳-۶- درزهای ساختمانی ۱۲۴
۶-۳-۶-۱- الزام کلی ۱۲۴
۶-۳-۶-۲- انواع درزهای ساختمانی ۱۲۴
۶-۳-۶-۲-۱- درز ساخت (اجرایی) ۱۲۴
۶-۳-۶-۲-۲- درز انقباض (جمع شدگی) ۱۲۵
۶-۳-۶-۲-۳- درز جداکننده ۱۲۵
۶-۳-۶-۳- مصالح و روشهای درزبندی ۱۲۶
۶-۳-۶-۴- الزامات اجرایی درزهای ساختمانی ۱۲۶
۶-۳-۷- کنترل کیفیت و پذیرش بتن ۱۲۸
۶-۳-۷-۱- کلیات ۱۲۸
۶-۳-۷-۱-۱- پذیرش بتن تازه ۱۲۸
۶-۳-۷-۱-۲- پذیرش بتن از نظر نحوه اجرا ۱۲۸
۶-۳-۷-۱-۳- پذیرش بتن از نظر مقاومت مکانیکی ۱۲۸
۶-۳-۷-۱-۴- پذیرش بتن از نظر دوام ۱۲۹
۶-۳-۷-۲- محل و تواتر نمونه‌برداری ۱۲۹
۶-۳-۷-۲-۱- محل و تواتر نمونهبرداری برای پذیرش بتن تازه ۱۲۹
۶-۳-۷-۲-۲- محل و تواتر نمونه برداری برای پذیرش مقاومت مکانیکی ۱۲۹
۶-۳-۷-۲-۳- محل و تواتر نمونه برداری برای پذیرش دوام ۱۳۱
۶-۳-۷-۳- ضوابط پذیرش بتن در کارگاه ۱۳۱
۶-۳-۷-۳-۱- ضوابط پذیرش بتن تازه ۱۳۱
۶-۳-۷-۳-۲- ضوابط پذیرش مقاومت بتن ۱۳۲

۶-۳-۷-۳-۳- ضوابط پذیرش دوام بتن ۱۳۳
۶-۳-۷-۴- بررسی بتن کممقاومت ۱۳۴
۶-۳-۷-۴-۱- روش تحلیلی ۱۳۴
۶-۳-۷-۴-۲- روش مغزه‌گیری ۱۳۵
۶-۳-۷-۴-۳- روش بارگذاری ۱۳۷
۶-۳-۷-۴-۴- سایر اقدامات ۱۳۷
۶-۳-۷-۵- بررسی بتن کم دوام ۱۳۸
۶-۳-۷-۵-۱- روش تحلیلی ۱۳۸
۶-۳-۷-۵-۲- روش مغزه‌گیری ۱۳۹
۶-۳-۷-۵-۳- سایر اقدامات ۱۳۹
۶-۳-۷-۶- نمونه‌های آگاهی و کنترل کفایت عمل‌آوری ۱۳۹
۶-۳-۷-۶-۱- نمونه آگاهی ۱۳۹
۶-۳-۷-۶-۲- کنترل کفایت عمل‌آوری ۱۴۰
۶-۳-۸- تعمیرات حین اجرا ۱۴۰
۶-۳-۸-۱- مقدمه ۱۴۰
۶-۳-۸-۲- ترک زودهنگام ۱۴۱
۶-۳-۸-۲-۱- روش تعمیر ترک‌های زودهنگام ۱۴۲
۶-۳-۸-۳- کرموشدگیها ۱۴۶
۶-۳-۸-۳-۱- تعمیر کرموشدگی‌های کم‌عمق ۱۴۷
۶-۳-۸-۳-۲- تعمیر کرموشدگی عمیق ۱۴۷
۶-۳-۹ پیش‌تنیدگی بتن یا بتن پیش‌تنیده ۱۴۹
۶-۳-۹-۱- کاربرد پیش تنیدگی ۱۴۹
۶-۳-۹-۲- مصالح و تجهیزات پیش‌تنیدگی ۱۵۰
۶-۳-۹-۲-۱- فولادهای پیش‌تنیدگی ۱۵۰
۶-۳-۹-۲-۲- غلاف‌ها و پوشش تاندون‌ها ۱۵۰
۶-۳-۹-۲-۳- تجهیزات کشش ۱۵۱
۶-۳-۹-۲-۴- ابزار مهار ۱۵۱
۶-۳-۹-۳- روش‌های اجرای پیش‌تنیدگی ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۱- کنترل مدارک فنی مصالح ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۲- مشخصات بتن مصرفی ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۳- آزمایشهای کنترل کیفیت ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۴- خرکها و شابلون‌ها ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۵- ساخت و تحویل فولاد پیش‌تنیدگی ۱۵۴
۶-۳-۹-۳-۶- نصب فولاد پیش‌تنیدگی ۱۵۵
۶-۳-۹-۳-۷- آرماتوربندی اطراف گیره و گوه ۱۵۹
۶-۳-۹-۳-۸- عملیات قبل از بتن‌ریزی ۱۵۹
۶-۳-۹-۳-۹ پاک‌سازی نهایی ۱۶۰
۶-۳-۹-۳-۱۰- بتن‌ریزی ۱۶۰
۶-۳-۹-۳-۱۱- آماده‌سازی محلهای کشش ۱۶۰
۶-۳-۹-۳-۱۲- آماده‌سازی برای کشش تاندونها ۱۶۰
۶-۳-۹-۳-۱۳- عملیات پیش‌تنیدگی ۱۶۱

۶-۳-۹-۳-۱۴- تایید ثبت کشش و خاتمه کار ۱۶۲
۶-۳-۹-۳-۱۵- آزاد کردن یا بریدن فولاد پیش‌تنیدگی و خاتمه عملیات کشش ۱۶۲
۶-۳-۹-۳-۱۶- حفاظت فولاد در نقاط انتهایی ۱۶۲
۶-۳-۹-۴- افت‌های پیش‌تنیدگی ۱۶۳
۶-۳-۹-۵- پایش دراز مدت ۱۶۳
۶-۳-۹-۵-۱- پایش خوردگی ۱۶۳
۶-۳-۹-۵-۲- پایش ابعاد ترک ۱۶۴
۶-۳-۹-۶- محافظت عناصر پیشتنیدگی ۱۶۴
۶-۳-۹-۶-۱- محافظت در برابر عوامل محیطی ۱۶۴
۶-۳-۹-۶-۲- محافظت در برابر حریق ۱۶۴
۶-۳-۹-۷- نظام بازرسی و کنترل کیفیت ۱۶۵
۴-۳-۹-۷-۱- بازرسی قبل از بهره‌برداری ۱۶۵
۶-۳-۹-۷-۲- بازرسی حین بهره‌برداری ۱۶۸
۶-۴- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۱۶۹
۶-۴-۱- مشخصات عمومی ۱۶۹
۶-۴-۲- قالب‌بندی و آرماتورگذاری ۱۷۰
۶-۴-۳- حمل، پخش و عمل‌آوری بتن ۱۷۳
۶-۴-۴- قطعات پیش‌ساخته بتنی ۱۷۷
۶-۴-۵- پیش تنیدگی ۱۷۷
۶-۴-۶- مرکز تولید بتن (بچینگ پلانت) ۱۷۸
۶-۴-۶- ۱- مشخصات عمومی ۱۷۸
۶-۴-۶-۲- جانمایی ۱۸۰
۶-۴-۶- ۳- دپوی مصالح سنگی ۱۸۱
۶-۴-۶- ۴- نوار نقاله انتقال مصالح ۱۸۱
۶-۴-۶-۵- شنکش ۱۸۲
۶-۴-۶-۶- سیلوهای ذخیره سیمان ۱۸۳
۶-۴-۶-۷- دیگ مخلوطکن ۱۸۵
۶-۴-۶-۸- اتاق فرمان ۱۸۶
۶-۴-۶-۹- پساب مرکز تولید بتن ۱۸۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۶-۱- شکل هندسی سیلوی سیمان ۳۱
شکل ۶-۲- روش‌های صحیح و غلط انبار و نگهداری سنگدانه ۳۴
شکل ۶-۳- پاشنه بتنی، بتن‌ریزی همراه با بتن زیرین ۴۹
شکل ۶-۴- پاگیر فلزی ۴۹
شکل ۶-۵- نمودار کلی تنش- کرنش میلگردهای فولادی ۵۶
شکل ۶-۶- نمودار کلی تنش- کرنش فولاد نرم، نیمه سخت و سخت ۵۷
شکل ۶-۷- نمایی از خوردگی حفرهای در میلگرد ۶۰
شکل ۶-۸- رواداری در پوشش بتن روی میلگردها ۶۳
شکل ۶-۹- رواداری جابجا شدن میلگردها ۶۴
شکل ۶-۱۰- رواداری قایم جابجاشدن میلگردها در دال‌های روی بستر موجود ۶۵
شکل ۶-۱۱- رواداری انحراف افقی میلگرد نسبت به میلگرد مجاور ۶۵
شکل ۶-۱۲- مقادیر تقریبی افت فشار برای بتن‌های با عیار حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، حداکثر اندازه سنگدانه ۲۰ تا ۲۵میلیمتر و با مواد افزودنی هوازا و کاهنده آب ۷۲
شکل ۶-۱۳- فرایند صحیح پاشش در گوشه‌ها ۹۶
شکل ۶-۱۴- نحوه حرکت صحیح افشانک ۹۶
شکل ۶-۱۵- تصویر شماتیک از دال مجوف با تیرچه‌های یکطرفه ۱۱۵
شکل ۶-۱۶- تصویر شماتیک از دال مجوف با قالب های ماندگار ۱۱۶
شکل ۶-۱۷- دال مرکب فولادی و بتنی ۱۱۷
شکل ۶-۱۸- حداقل پوشش بتن بر روی کابل ۱۱۸
شکل ۶-۱۹- شمای کلی از سقف تیرچه و بلوک ۱۱۹
شکل ۶-۲۰- انواع تیرچه‌های بتنی ۱۲۰
شکل ۶-۲۱- اجزای تیرچه فولادی با جان باز ۱۲۱
شکل ۶-۲۲- دال مجوف بتن مسلح با گوی‌های توخالی با پیش دال ۱۲۳
شکل ۶-۲۳- دال مرکب فولادی و بتنی ۱۲۳
شکل ۶-۲۴- نمایی از انواع ترک‌ها در سازه بتنی ۱۴۱
شکل ۶-۲۵- نمایی از عملکرد رخنه‌بندهای نفوذگر ۱۴۴
شکل ۶-۲۶- نمایی از رخنهبند سطحی ۱۴۴
شکل ۶-۲۷- چگونگی کارکرد لایه آبگریز در کاهش درون‌رفت آب به منافذ بتن ۱۴۵
شکل ۶-۲۸- جزییات اجرایی روش شیارزدن و پرکردن برای تعمیر ترک‌های کم عمق ۱۴۶
شکل ۶-۲۹- آماده‌سازی و تعمیر ناحیه کرموشده ۱۴۸
شکل ۶-۳۰- برداشتن بتن کرموشده پیرامون میلگردها ۱۴۸
شکل ۶-۳۱- نمونه مقطع غلاف‌ها ۱۵۱
شکل ۶-۳۲- اجزای اصلی مهار یک تاندون ۱۳ میلیمتری در یک سیستم نچسبیده ۱۵۲
شکل ۶-۳۳- نمونه سیستم سردگمهای ۱۵۳
شکل ۶-۳۴- یک نمونه گیره پیچی ۱۵۳
شکل ۶-۳۵- مراحل نصب تاندونها ۱۵۸
شکل ۶-۳۶- آرماتورهای انفجاری در سیستم به هم نچسبیده ۱۵۹
شکل ۶-۳۷- علامتگذاری خط مرجع در انتهای تاندون ۱۶۱

شکل ۶-۳۸- خارج کردن مواد اضافی از حفرات کشش و اسپری مواد ضدخوردگی مانند گالوانیزهکننده با پایه روی جهت محافظت بیشتر بر روی قسمت انتهایی تاندون..... ۱۶۳
شکل ۶-۳۹- جایگاه کار و سکوی دسترسی کارگران شاغل در عملیات اجرای اسکلت بتنی..... ۱۷۱
شکل ۶-۴۰- حفاظگذاری بر روی میلگردهای بیرونزده از کف سازه..... ۱۷۲
شکل ۶-۴۱- محافظ در مقابل تاندونهای پیشتنیده هنگام اجرای پیش تنیدگی ۱۷۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۶-۱- طبقه بندی روانی بتن‌های معمولی ۸
جدول ۶-۲- طبقه بندی روانی بتن‌های آسان تراکم و خودتراکم ۹
جدول ۶-۳- راهنمای انتخاب رده روانی بتن ۹
جدول ۶-۴- راهنمای طبقه‌بندی ضخامت قطعات بتنی ۹
جدول ۶-۵- راهنمای طبقه‌بندی درهمی میلگرد شالوده و دال برحسب وزن میلگرد در هر مترمکعب بتن ۱۰
جدول ۶-۶- معیارهای همگنی بتن بعد از اختلاط ۱۱
جدول ۶-۷- معیارهای همگنی بتن خودتراکم ۱۱
جدول ۶-۸- کاربردهای رایج رده‌های مقاومت بتن ۱۳
جدول ۶-۹- طبقه بندی شرایط محیطی ۱۳
جدول ۶-۱۰- الزامات نسبتها، مقادیر و حداقل رده مقاومتی بتن در شرایط حمله کلریدی ۱۵
جدول ۶-۱۱- حداکثر مجاز یونهای کلرید اولیه در بتن مسلح سخت شده در ارتباط با خوردگی فولاد ۱۶
جدول ۶-۱۲- حداقل ضخامت پوشش بتنی روی فولاد (میلی‌متر) در شرایط محیطی خورنده کلریدی ۱۶
جدول ۶-۱۳- الزامات عملکردی مشخصه بتن در آزمایش‌های جذب و نفوذ آب و یون کلرید در شرایط محیطی و قرارگیری گوناگون حملات کلریدی ۱۶
جدول ۶-۱۴- حداقل رده مقاومتی، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل مقدار سیمان با توجه به شدت شرایط محیطی ۱۷
جدول ۶-۱۵- الزامات مخلوط بتن برای شرایط محیطی حمله سولفاتی ۱۸
جدول ۶-۱۶- درصد هوای کل بتن مقاوم در برابر چرخه‌های یخ زدن و آبشدن ۱۹
جدول ۶-۱۷- الزامات تجویزی بتن با دوام در برابر چرخه‌های یخزدن و آبشدن ۱۹
جدول ۶-۱۸- طبقه‌بندی کف‌های بتنی از نظر ترافیک و مقاومت سایشی ۱۹
جدول ۶-۱۹- الزامات رده مقاومتی، اسلامپ، نسبت آب به سیمان حداکثر و بیشینه حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ۲۰
جدول ۶-۲۰- الزامات تجویزی مقدار سیمان (مواد سیمانی) مصرفی با توجه به حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ۲۰
جدول ۶-۲۱- مقادیر پیشنهادی دوده سیلیسی (جایگزین سیمان) و لاتکس SBR ۲۰
جدول ۶-۲۲- معیارهای عملکردی سایشی بتن در آزمایش‌های مختلف ۲۱
جدول ۶-۲۳- آزمایش‌های تشخیص استعداد واکنشزایی سنگدانه‌ها ۲۱
جدول ۶-۲۴- طبقه‌بندی تراوایی بتن ۲۳
جدول ۶-۲۵- ضوابط تجویزی برای تأمین ناتراوایی لازم (برای بتن با حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر^{۲}) ۲۴
جدول ۶-۲۶- ضوابط عملکردی برای تامین ناتراوایی لازم ۲۴
جدول ۶-۲۷- ترکیبات شیمایی آب بازیافت شده یا ترکیبی ۲۷
جدول ۶-۲۸- مقادیر تقریبی پیشنهادی نسبتهای اختلاط بتن ۳۹
جدول ۶-۲۹- راهنمای اولیه برای انتخاب کارایی و روانی بتن معمولی (اسلامپ) ۴۰
جدول ۶-۳۰- راهنمای اولیه برای انتخاب کارآیی و روانی بتن‌های آسان‌تراکم و خودتراکم (جریان اسلامپ) ۴۰
جدول ۶-۳۱- راهنمای بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ی بتن با توجه به توان دانه‌بندی «فولر تامسون اصلاح شده» ۴۱
جدول ۶-۳۲- راهنمای تراکم میلگرد در شالودهها و دالها با توجه به وزن میلگرد در هر متر مکعب بتن (۱) ۴۱
جدول ۶-۳۳- طبقهبندی ضخامت قطعات بتنی ۴۱
جدول ۶-۳۴- ردهبندی و ویژگی‌های مقاومتی میلگردهای فولادی مصرفی در بتن ۵۵
جدول ۶-۳۵- رواداری‌های اندازه‌گیری مصالح متشکله بتن نسبت به وزن هریک از آن‌ها ۶۷
جدول ۶-۳۶- الزامات تولید بتن همگن در مخلوط‌کن‌ها ۶۸
جدول ۶-۳۷- طول معادل لوله افقی ۷۳
جدول ۶-۳۸- حداکثرفاصله زمانی بین بتن ریزی دو لایه متوالی ۷۶
جدول ۶-۳۹- حداقل دمای بتن ۸۵
جدول ۶-۴۰- ضریب B در رابطه ۴-۴ ..... ۸۷

جدول ۶-۴۱- حداکثر مجاز افت دمای بتن بر اساس حداقل بعد عضو بتنی، ۲۴ ساعت پس از خاتمه حفاظت ۸۸
جدول ۶-۴۲- دانه‌بندی پیشنهادی ترکیب سنگدانه‌ها برای بتن پاششی..... ۹۲
جدول ۶-۴۳- آزمایش‌های بتن خودتراکم ۱۰۰
جدول ۶-۴۴- تبدیل مقاومت بتن معمولی و سبکدانه، از آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلیمتر به آزمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر ۱۳۲
جدول ۶-۴۵- تصحیح نسبت ارتفاع به قطر مغزه ۱۳۶
جدول ۶-۴۶ – جمعبندی نوع ترکها و دلایل پدیدآورندهی آنها..... ۱۴۲
جدول ۶-۴۷- پوشش بتنی برای مقاومت هنگام آتشسوزی ۱۶۴
جدول ۶-۴۸- بازرسی‌های مورد نیاز برای ساخت و سازهای پیش‌تنیده..... ۱۶۵

فصل ششم

بتن و اجرای آن

۶-۱- کلیات

۶-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

در این فصل به اجرای بتن، روش انبار کردن، توزین و پیمانه کردن اجزای بتن، ساخت و اختلاط، حمل و ریختن، تراکم و پرداخت و در نهایت عمل‌آوری بتن پرداخته می‌شود. همچنین کنترل کیفی و اجرای آن، ضوابط پذیرش بتن، بررسی بتن کم‌مقاومت و راهکارهای پذیرش سازه‌ای بتن مورد بحث قرار می‌گیرد.

هدف از ارائه‌ی این مشخصات، دستیابی به یکنواختی در اجرای سازه‌های بتنی است تا از این طریق سازه‌های بتنی ساخته شده، از کیفیت و ایمنی بیشتری برخوردار باشند. دامنه کاربرد این فصل از ضابطه ۵۵ تمام سازه‌هایی است که تمام یا قسمتی از آن از بتن مسلح ساخته می‌شود. این مشخصات دربرگیرنده‌ی تمامی سازه‌های ساختمانی تحت اثر بارگذاری‌های استاتیکی، دینامیکی و لرزه‌ای است؛ ولی شامل آثار خستگی نمی‌شود، مگر آنکه اقدامات تکمیلی یا اصلاحی ویژه‌ای در این خصوص توسط مشاور توصیه شده باشد.

۶-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

آب انداختگی بتن: پس از تراکم بتن در قالب و گذشت دقایقی از آن، معمولاً آب نسبتاً زلالی بر سطح بتن پدیدار می‌شود که این پدیده را آب انداختگی[۱] (آب انداختن) یا آب‌آوری بتن می‌نامند.

اعضای ایستاگر (نگهداشت): تکیه‌گاه یا اعضای ایستاگر (نگهداشت) قالب را در محل خود نگه می‌دارد و از جابه جایی، شکم‌دادن، تغییرشکل، یا دررفتن قالب در حین بتن‌ریزی و پس از آن جلوگیری می‌کند و بار قالب و بتن‌ریزی را به سازه موقت، اعضای بتنی که خودنگهداشت شده‌اند، یا به سازه اصلی منتقل می‌کند.

بتن پاششی: بتنی است که با دستگاه‌های مخصوص پاشش بتن روی سطوح، پاشیده می‌شود تا لایه بتن متراکم خودنگهدار و باربر ایجاد کند. این بتن با عناوین دیگری همچون بتن پاشیدنی یا بتن پاشیده نیز شناخته می‌شود.

بتن پلیمری: بتن یا ملات پلیمری ترکیبی است که در آن سنگدانه‌ها با یک چسباننده پلیمری به‌هم می‌چسبند. بتن پلیمری دارای سیمان هیدرولیکی و آب نیست، هرچند سیمان پرتلند می‌تواند به عنوان یک سنگدانه یا پرکننده استفاده شود.

بتن‌نمایان: بتنی است که در طول بهره‌برداری ساختمان در معرض دید بوده، جنبه‌های زیبایی در سطح آن منظور شده و ظاهر آن دارای اهمیت است.

پوشش بتنی: پوشش بتنی روی میلگردها، حداقل فاصله بین سطح بتن تا رویه‌ی نزدیک‌ترین فولاد درون بتن است.

پیش‌تنیدگی در بتن: اعمال تنش فشاری به بخش‌هایی از مقطع بتنی است که در هنگام اعمال بار در معرض تنش کششی زیادی قرار می‌گیرند. این تنش فشاری موجب افزایش مقاومت خمشی قطعات بتنی می‌گردد.

۱- Bleeding

ترک[1]: جداشدگی کامل یا ناقص بتن به دو یا بیش از دو پاره که به دلیل عوامل فیزیکی، مکانیکی یا شیمیایی پدید می‌آید.

تعمیر[2]: روند جایگزینی یا اصلاح مصالح، اجزا یا اعضای خراب شده، آسیب دیده، یا معیوب یک سازه را تعمیر می‌نامند.

توری[3]: بافته‌ی منظمی از سیم یا مفتول فولادی یا شبکه‌ای یکپارچه ساخته شده از پلیمر است که عموماً کارکرد سازه‌ای ندارد و برای کنترل ترک‌های خمیری در بتن تازه یا کنترل ترک‌های جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن (تکیدگی) در بتن سخت شده به کار می‌رود.

جداشدگی بتن: تجمع یکی از اجزای بتن در یک ناحیه و کاهش اجزای دیگر را عدم همگنی و عدم یکنواختی یا جداشدگی در بتن می‌نامند.

دال مجوف: دال‌هایی که با قالب بندی امکان ایجاد تیرچه‌های با فواصل تقریباً مساوی در یک امتداد (یک‌طرفه) یا دو امتداد عمود برهم (دوطرفه) را به‌صورت درجا ایجاد می‌کنند، دال مجوف بتنی می‌نامند.

رده مقاومتی بتن: همان مقاومت مشخصه فشاری ۲۸ روزه استوانه استاندارد آن برحسب مگاپاسکال یا نیوتن بر میلی‌متر مربع می‌باشد. چنانچه طراح پروژه، سن دیگری را برای مقاومت مشخصه قید نماید، باید آزمونه بتن در این سن مورد آزمایش و ملاک ارزیابی قرار گیرد. رده مقاومتی یا مقاومت مشخصه در سن مقرر باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه درج گردد.

سقف‌های بتنی درجا: به سقف‌های بتنی که کلیه مراحل بتن‌ریزی آن به‌صورت یکپارچه در محل پروژه و بر روی سقف انجام می‌شود، سقف‌های بتنی درجا گفته می‌شود.

سقف‌های بتنی نیمه‌پیش‌ساخته: سقف‌های بتنی است که بخشی از آن به‌صورت پیش‌ساخته (تیرچه یا پیش‌دال)، تولید می‌شود و دال رویه (پوششی) با بتن‌ریزی درجا و بر روی سقف انجام می‌شود.

سنگدانه‌های درشت (شن) و سنگدانه‌ی ریز (ماسه): سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر را سنگدانه درشت (شن) و سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر را سنگدانه ریز (ماسه)، می‌نامند.

سنگدانه‌های درهم: به سنگدانه‌های مخلوط ریز و درشت برداشت شده از منبع قرضه (بستر رودخانه)، سنگدانه‌های درهم[4] گفته می‌شود.

شبکه جوش‌شده[5]: چیدمانی از مفتول‌ها یا میلگردهای طولی و عرضی عمود بر هم است که همه نقاط تماس آن‌ها به یکدیگر جوش شده‌اند.

شکل‌دهنده[6]: شکل‌دهنده یا قالب[1] بخشی از سیستم قالب‌بندی است که در تماس با بتن تازه ریخته شده قرار دارد و هندسه‌ی عضو بتنی را شکل می‌دهد.

1- crack
2- Repair
۳- Mesh
۴- All-in-Aggregates
۵- Welded wire fabric
۶- Mould

عمل‌آوری بتن: به مجموعه‌ای از اقدامات یا تدابیری اطلاق می‌شود که رطوبت و دمای مطلوب یا مورد نظر برای هیدراته شدن سیمان و تداوم آن تأمین گردد تا بتن به مقاومت و دوام مطلوب دست یابد و آسیبی به آن وارد نشود.

قالب موقت[۲]: قالب موقت یا قالب نا ماندگار قالبی است که پس از گرفتن بتن و رسیدن بتن به مقاومت کافی برای خودنگهداشتی، از سطح بتن برداشته می‌شود.

قالب ماندگار[۳]: به قالبی گفته می‌شود که در محل باقی می‌ماند و بخشی از عضو بتنی به شمار می‌آید.

کرموشدگی[۴]: حفره‌هایی در بتن است که به دلیل پُر نشدن تمامی فضاهای خالی بین سنگدانه‌های درشت با ملات ایجاد می‌شوند. کرموشدگی را شن‌نما شدن یا لانه زنبوری شدن هم می‌نامند.

گیرش بتن: پس از ساخت بتن، با گذشت زمان، عمل هیدراته شدن سیمان ادامه می‌یابد. در پی آن، گیرش سیمان و بتن روی می‌دهد و به‌دنبال آن سفت شدن و در نهایت سخت‌شدن بتن صورت می‌گیرد

مخلوط‌کن پیوسته: برای بتن‌های خاص مانند رویه‌های بتن غلتکی، سدسازی و بتن‌های غیرمسلح می‌توان از مخلوط‌کن‌های پیوسته استفاده کرد. در این نوع مخلوط کن‌ها، اجزا به‌صورت پیوسته و به‌صورت نرخ حجم یا وزن بر زمان وارد مخلوط‌کن می‌شوند و عملیات اختلاط و تخلیه نیز به‌گونه‌ی صورت پیوسته انجام می‌گیرد.

مخلوط‌کن ناپیوسته: در مخلوط‌کن‌های ناپیوسته، پس از پیمانه کردن مقادیر اجزای بتن و ورود آن‌ها به مخلوط‌کن، عملیات اختلاط صورت می‌گیرد و سپس بتن تولید شده تخلیه می‌گردد. بدین ترتیب با تکرار چرخه بارگیری، اختلاط و تخلیه، این نوع مخلوط‌کن‌ها نوبت به نوبت بتن می‌سازند.

مرحله عمل‌آوری اولیه: در حالی که بتن سخت نشده یا مراحل ابتدایی سخت شدن را می‌گذراند، نیاز به تدابیر حفاظتی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به آن را دارد. این مرحله را مرحله محافظت یا عمل‌آوری اولیه می‌نامند.

مقاومت فشاری مشخصه بتن: دارای یک تعریف مبتنی بر آمار و احتمال است و بدین ترتیب احتمال دارد برخی نمونه‌ها تا میزان معینی کمتر از آن باشد و این مقاومتی است که در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی پروژه درج می‌شود. مقاومت فشاری نمونه بتنی در کارگاه، با توجه به ضوابط پذیرش بتن مندرج در این ضابطه، با مقاومت فشاری مشخصه مقایسه می‌گردد.

مقاومت فشاری هدف طرح مخلوط: مقداری است از مقاومت مشخصه فشاری بزرگ‌تر که برای تهیه طرح مخلوط بتن در آزمایشگاه کاربرد دارد. اختلاف آن با مقاومت مشخصه تابع انحراف معیار مقاومتی کارگاهی است. نوسانات کمی و کیفی مصالح مصرفی، دقت در ساخت و کنترل بتن در کارگاه از عوامل مهم تغییر در انحراف معیار مقاومتی کارگاهی می‌باشد.

۱- Form
۲- Temporary form
۳- Permanent form
4- Honeycombing

هوای بتن: هوای موجود در بتن به دو دسته هوای غیرعمدی (محبوس یا ناخواسته) و هوای عمدی (خواسته یا ایجاد شده) تقسیم می‌شود.

۶-۲- ویژگی‌ها و الزامات کلی بتن

با توجه به نوع سازه و اهمیت آن باید به ویژگی‌های بتن تازه و سخت شده در ساخت و اجرای آن توجه شود. ویژگی‌های بتن تازه شامل کارایی[۱]، دما، چگالی، درصد هوا، زمان گیرش، یکنواختی و همگنی (عدم جداشدگی) و میزان آب انداختن می‌باشد. از ویژگی‌های بتن سخت شده، مقاومت، دوام و همچنین نمای مورد نیاز و ظاهر مطلوب می‌باشد.

۶-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

۶-۲-۱-۱- ویژگی‌های بتن تازه

۶-۲-۱-۱-۱- کارآیی و روانی بتن (اسلامپ)

اسلامپ بتن باید بر اساس استاندارد ملی ایران ۲-۳۲۰۳ اندازه‌گیری شود. در بتن‌های خیلی سفت یا خیلی روان، آزمایش‌های دیگری به کار گرفته می‌شود و این روش اعتبار ندارد. مقدار اسلامپ برای بتن‌ریزی، همان مقدار اسلامپ در محل نهایی مصرف (درست پیش از ریختن بتن) است. برای دستیابی به اسلامپ موردنیاز در محل نهایی مصرف، اسلامپ اولیه در محل ساخت باید بر اساس میزان افت اسلامپ در اثر فاصله زمانی حمل، تأخیر در عملیات بتن‌ریزی، شرایط محیطی و مشخصات سیمان و افزودنی‌های مصرفی، تعیین شود.

چنانچه مقدار یا بازه اسلامپ مطلوب در مشخصات فنی خصوصی پروژه مشخص شده باشد، بتن باید در چارچوب مقدار مشخص‌شده تهیه شود. تجاوز از کرانه پائین و بالای آن (با تقریب ۵ میلی‌متر) مجاز نخواهد بود.

چنانچه حداکثر اسلامپ مشخص شده باشد، تجاوز از آن مجاز نمی‌باشد، اما حداقل مقدار اسلامپ باید طبق استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴، ۷۰ درصد حداکثر اسلامپ با تقریب نقصانی ۵ میلی‌متر باشد، مشروط بر آن‌که امکان به‌کارگیری بتن وجود داشته باشد.

چنانچه اسلامپ هدف (میانگین) مشخص شده باشد، رواداری مجاز طبق استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴، ۲۰± درصد اسلامپ با تقریب ۵ میلی‌متر می‌باشد. در هر صورت حداکثر اسلامپ نباید از ۲۱۰ میلی‌متر تجاوز کند.

در صورتی که اسلامپ بتن در محل نهایی مصرف خارج از بازه مورد نظر باشد، با تائید دستگاه نظارت، اصلاح آن مجاز می‌باشد، در غیر این صورت استفاده از بتن مجاز نیست. افزایش نسبت آب به سیمان به جهت اصلاح اسلامپ مجاز نمی‌باشد.

در استاندارد ملی ایران ۱۲۲۸۴، روانی بتن‌های معمولی مطابق جدول ۶-۱ طبقه بندی شده است. کاربرد هر طبقه از روانی در جدول ۶-۳ به عنوان راهنما ارائه شده است.

۱- Workability

جدول ۶-۱- طبقه بندی روانی بتن‌های معمولی

طبقه بندی روانی	بازه اسلامپ بتن (میلی‌متر)	میانگین بازه اسلامپ بتن (میلی‌متر)	تشریح و نام گذاری
S1[1]	۱۰-۴۰	۲۵	سفت
S2	۵۰-۹۰	۷۰	خمیری
S3	۱۰۰-۱۵۰	۱۲۵	شل
S4	۱۶۰-۲۱۰	۱۸۵	روان
S5[2]	۲۲۰ و بیشتر	-	ریزشی

۱) برای بتن‌های با اسلامپ کمتر از ۱۰ میلی‌متر (بتن‌های خیلی سفت)، آزمایش اسلامپ اعتبار ندارد و آزمایش‌هایی نظیر آزمایش وی‌بی طبق استاندارد ملی ایران ۳۵۱۸ یا آزمایش درجه تراکم‌پذیری طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۴ باید بکار رود.

۲) برای بتن‌های با اسلامپ ۲۲۰ میلی‌متر و بیشتر (بتن‌های خیلی روان)، آزمایش اسلامپ اعتبار ندارد و آزمایش جریان اسلامپ باید به کار رود.

۶-۲-۱-۱-۲- جریان اسلامپ

مقدار جریان اسلامپ بتن باید طبق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۰ اندازه‌گیری شود. این آزمایش برای بتن‌هایی که دارای اسلامپ ۲۲۰ میلی‌متر یا بیشتر هستند (بتن‌های آسان‌تراکم[1] و خودتراکم[2]) کاربرد دارد. مقدار جریان اسلامپ برای بتن‌ریزی، همان مقدار جریان اسلامپ در محل نهایی مصرف (درست پیش از ریختن بتن) است. برای دستیابی به جریان اسلامپ موردنیاز در محل نهایی مصرف، جریان اسلامپ اولیه در محل ساخت باید بر اساس میزان افت جریان اسلامپ در اثر فاصله زمانی حمل، تأخیر در عملیات بتن‌ریزی، شرایط محیطی و مشخصات سیمان و افزودنی‌های مصرفی، تعیین شود.

در صورتی که مقدار یا بازه جریان اسلامپ در مشخصات فنی خصوصی پروژه مشخص شده باشد، بتن باید در چارچوب مقدار تعیین‌شده تهیه شود. تجاوز از کرانه پائین یا بالای آن (با تقریب ۱۰ میلی‌متر) مجاز نخواهد بود.

چنانچه حداکثر جریان اسلامپ مشخص شده باشد، تجاوز از آن مجاز نیست. حداقل جریان اسلامپ طبق استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ ایران، ۱۵ درصد کمتر از اسلامپ حداکثر، با تقریب نقصانی ۱۰میلی‌متر است، مشروط بر آن‌که از محدوده‌ی جریان اسلامپ بتن خودتراکم خارج نگردد.

چنانچه جریان اسلامپ هدف (میانگین) مشخص شده باشد رواداری آن طبق استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ برابر با ۷± درصد جریان اسلامپ هدف (با تقریب ۱۰ میلی‌متر) است، مشروط بر آن‌که از محدوده‌ی جریان اسلامپ بتن خودتراکم خارج نگردد.

در صورتی که جریان اسلامپ بتن در محل نهایی مصرف خارج از بازه مورد نظر باشد، با تائید دستگاه نظارت، اصلاح آن مجاز می‌باشد، در غیر این صورت استفاده از بتن مجاز نیست. افزایش نسبت آب به سیمان به جهت اصلاح جریان اسلامپ مجاز نمی‌باشد.

۱- Easy Compacting/Consolidating Concrete

۲- Self Compacting/Consolidating Concrete

در استاندارد ملی ایران ۱۲۲۸۴، روانی بتن‌های بسیار روان مطابق جدول ۶-۲ طبقه بندی شده است. کاربرد هر طبقه از روانی در جدول ۶-۳ به عنوان راهنما ارائه شده است.

جدول ۶-۲- طبقه بندی روانی بتن‌های آسان تراکم و خودتراکم

طبقه بندی روانی	بازه جریان اسلامپ و جریان اسلامپ هدف (میلی‌متر)		تشریح و نام گذاری
SF0	۴۰۰ – ۵۰۰	۴۵۰	آسان تراکم
SF1	۵۱۰ – ۶۰۰	۵۵۰	آسان تراکم روان - خودتراکم سفت
SF2	۶۱۰ – ۷۰۰	۶۵۰	خودتراکم معمولی
SF3	۷۱۰ – ۸۰۰	۷۵۰	خودتراکم روان

۶-۲-۱-۱-۳- انتخاب کارآیی بتن

در انتخاب کارایی مناسب برای بتن‌ریزی، پیمانکار باید با توجه به عوامل تأثیرگذار (مانند نوع قطعه، موقعیت آن در سازه، ابعاد قطعه، درهمی یا تراکم میلگردها، نوع وسایل حمل و ریختن بتن، نوع وسیله تراکمی و قدرت آن به همراه برخی نکات فنی مانند جداشدگی، آب انداختن و محدودیت عیار سیمان مصرفی)، رده روانی مناسب را انتخاب نماید و به تائید دستگاه نظارت برساند. در جدول ۶-۳ روانی پیشنهادی بتن با توجه به شرایط قطعه و وسیله حمل، ریختن و تراکم ارائه شده است. معیارهای قطعات ضخیم تا خیلی نازک، و درهمی (تراکم) میلگرد در جداول ۶-۴ و ۶-۵ ارائه شده است.

جدول ۶-۳- راهنمای انتخاب رده روانی بتن

رده روانی	شرایط قطعه، وسیله حمل و ریختن و تراکم
S1	قطعات حجیم و ضخیم غیرمسلح و کم میلگرد، غیر پمپی، که با جام یا وسیله مشابه ریخته می‌شود و با وسایل لرزشی قوی متراکم می‌گردد، بتن کف‌ها و رویه‌های غیر غلتکی
S2	قطعات نیمه حجیم یا حجیم کم میلگرد یا تیر و دال کم میلگرد که با وسایلی به‌جز پمپ ریخته می‌شود و از وسایل لرزشی با قدرت متوسط استفاده می گردد
S3	دیوار، ستون با حجم میلگرد متوسط یا تیر و دال و شالوده با میلگرد نسبتاً زیاد که با وسایل خودتراکمی لرزشی با قدرت متوسط تا کم متراکم می‌شود، بتن‌هایی که با پمپ ریخته می‌شود
S4	دیوار و ستون با حجم میلگرد نسبتاً زیاد یا تیر و دال شالوده با میلگرد زیاد که با پمپ بتن‌ریزی می‌شود و از وسایل تراکمی با قدرت نسبتاً کم یا دستی استفاده می‌شود. بتن‌های ترمی و مشابه که بدون اعمال تراکم در زیر آب یا در عمق زیاد در داخل شمع ریخته می‌شوند
SF0	قطعات نازک با حجم میلگرد زیاد با وسایل تراکمی ضعیف بدون پیچیدگی مقطع و طول حرکت بسیار کم (حداکثر ۲/۵ متر)، قطعات ضخیم یا نسبتاً ضخیم که امکان تراکم آن وجود ندارد مانند بتن ترمی و مشابه
SF1	قطعات نازک، قطعات ضخیم با حجم میلگرد خیلی زیاد با پیچیدگی کم و طول حرکت افقی محدود (تا ۵ متر) یا قطعاتی که امکان تراکم وجود ندارد.
SF2	قطعات خیلی نازک، قطعات ضخیم با حجم میلگرد خیلی زیاد با پیچیدگی در قالب‌بندی و حرکت افقی زیاد (تا ۱۰ متر) و بدون امکان تراکم
SF3	قطعات خیلی نازک، قطعات ضخیم با حجم میلگرد فوق‌العاده زیاد و دارای پیچیدگی زیاد در قالب‌بندی و حرکت افقی زیاد (تا ۱۰متر) و بدون امکان تراکم

جدول ۶-۴- راهنمای طبقه‌بندی ضخامت قطعات بتنی

طبقه‌بندی	بسیار ضخیم	ضخیم	نیمه ضخیم	نسبتاً نازک	نازک	خیلی نازک
بازه ضخامت (mm)	بیش از ۱۸۰۰	۹۰۰-۱۸۰۰	۶۰۰-۹۰۰	۳۰۰-۶۰۰	۱۵۰-۳۰۰	کمتر از ۱۵۰

جدول۶-۵- راهنمای طبقه‌بندی درهمی میلگرد شالوده و دال برحسب وزن میلگرد در هر مترمکعب بتن*

درهمی میلگرد	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	فوق‌العاده زیاد
بازه وزن میلگرد (kg/m^3)	کمتر از ۵۰	۵۰ - ۷۵	۷۵ - ۱۰۰	۱۰۰ - ۱۵۰	۱۵۰ - ۲۰۰	بیش از ۲۰۰

* این مقادیر برای تیر، ستون و دیوار در ۱/۵ ضرب می‌شود.

۶-۲-۱-۱-۴- دمای بتن تازه

دمای بتن باید طبق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۶۸ اندازه‌گیری شود.

حداکثر دمای مجاز بتن در محل نهایی مصرف و هنگام بتن‌ریزی برابر ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. برای قطعات حجیم یا نیمه حجیم محدودیت حداکثر دمای مجاز باید توسط مشاور مشخص شود. در بتن‌ریزی در هوای سرد حداکثر دمای مجاز ساخت و ریختن بتن باید طبق جدول ۶-۳۸ مشخص گردد.

حداقل دمای مجاز بتن در محل نهایی مصرف برای بتن‌ریزی در هوای سرد، باید با توجه به ضخامت قطعه طبق جدول ۶-۳۸ مشخص شود.

۶-۲-۱-۱-۵- درصد هوای بتن تازه

برای اندازه‌گیری میزان هوای کل محبوس در بتن باید از یکی از سه روش اندازه‌گیری هوای بتن طبق استاندارد ملی ایران ۳۸۲۱ (روش وزنی)، استاندارد ملی ایران ۳۸۲۳ (روش حجمی) یا استاندارد ملی ایران ۳۵۲۰ (روش فشاری) استفاده گردد. روش فشاری برای بتن‌های معمولی و حباب‌دار کاربرد بیشتری دارد.

به‌منظور اندازه‌گیری قطر، ضریب فاصله[۱] و سطح ویژه حباب‌های هوای بتن سخت شده، باید از استاندارد استاندارد ملی ایران ۱۵۶۴۳ استفاده گردد که تعیین‌کننده نوع و کیفیت توزیع هوای موجود در بتن است.

در مواردی که حداقل یا حداکثر درصد هوای بتن در مشخصات فنی ذکرشده باشد، رعایت آن‌ها لازم است. اگر مقدار درصد هوا بدون حداقل یا حداکثر ذکر شود، رواداری آن باید ۲۰± درصد مقدار ذکرشده در نظر گرفته شود. اگر مقدار هوای مطلوب کمتر از ۵ درصد ذکرشده باشد، رواداری مجاز ۲۵± درصد مقدار مزبور خواهد بود.

۶-۲-۱-۱-۶- همگنی و یکنواختی بتن تازه

همگنی و یکنواختی بتن باید پس از اختلاط کامل به دست آید. این همگنی و یکنواختی نباید در طول عملیات حمل، ریختن و تراکم از بین برود. برای تعیین یکنواختی انواع بتن پس از اختلاط باید از روش و معیارهای مندرج در پیوست استاندارد۶۰۴۴ ایران استفاده گردد.

برای تعیین همگنی بتن‌های خودتراکم، باید از یکی از روش‌های استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۰ (شاخص چشمی پایداری بتن[۲])، استاندارد ملی ایران ۱۲۲۵۵ (پایداری بتن خودتراکم به روش ستون)، استاندارد ملی ایران ۱۱-۳۲۰۳

۱- Spacing factor

۲- Visual Stability Index (VSI)

(پایداری شبکه الک)، یا استاندارد ملی ایران ۱۹۳۸۷ (ارزیابی سریع پایداری بتن خودتراکم در برابر جداشدگی) استفاده گردد. هرچند می‌توان در آزمایش قابلیت عبور (حلقه J) طبق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۱ یا آزمایش قیف V طب استاندارد ملی ایران ۹-۳۲۰۳ نیز جداشدگی بتن خودتراکم را بررسی و کنترل کرد. در طرح مخلوط آزمایشگاهی، آزمایش شاخص چشمی پایداری و حداقل یکی دیگر از آزمایش‌های پایداری معرفی‌شده بسته به نوع قطعات سازه باید انجام شود. در تعیین همگنی بتن در اجرای بتن‌های معمولی و خودتراکم، بنا بر نظر دستگاه نظارت، استفاده از شاخص چشمی به عنوان تنها روش تعیین همگنی، مجاز می‌باشد. معیارهای همگنی بتن خودتراکم باید مطابق استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ یا بند ت۱۱-۵-۳ جلد دوم آیین‌نامه بتن ایران (تجدیدنظر دوم) در نظر گرفته شود.

هرگونه جداشدگی در بتن معمولی یا خودتراکم به هر شکل اعم از این‌که مربوط به خصوصیات بتن، یا روش حمل، ریختن و تراکم باشد قابل‌قبول نیست.

۶-۲-۱-۱-۷- معیارهای همگنی یا جداشدگی

الف- معیار همگنی بتن پس از اختلاط

حدود قابل‌قبول برای همگنی بتن مطابق با استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ برابر با مقادیر جدول ۶-۶ می‌باشد.

جدول ۶-۶- معیارهای همگنی بتن بعد از اختلاط

آزمایش	حداکثر اختلاف قابل‌قبول در نتایج دو نمونه از اوایل و اواخر بتن مخلوط شده
جرم مخصوص بتن	۱ درصد میانگین
درصد هوای بتن	۲۰ درصد میانگین
اسلامپ بتن	۲۵ درصد میانگین
مانده روی الک نمره ۴	۱۵ درصد میانگین
وزن مخصوص ملات بتن (فاقد هوا)	۱/۶ درصد میانگین
مقاومت فشاری ۷ روز	۷/۵ درصد میانگین

ب- معیارهای همگنی بتن خودتراکم

معیارهای همگنی بتن خودتراکم در جدول ۶-۷ ارائه شده که رعایت آن‌ها الزامی می‌باشد.

جدول ۶-۷- معیارهای همگنی بتن خودتراکم

آزمایش	معیار همگنی
شاخص پایداری چشمی (VSI)	- حداکثر ۱ - مطلوب صفر
پایداری (روش ستون)	- حداکثر مطلوب ۱۰ درصد - حداکثر ۱۵ درصد به‌ویژه برای جریان اسلامپ بیش از ۷۰۰ میلی‌متر
پایداری شبکه الک	- مطلوب: کمتر از ۲۰ درصد - قابل‌قبول: کمتر از ۲۵ درصد به‌ویژه برای جریان اسلامپ بیش از ۷۰۰ میلی‌متر
روش نفوذ	- مطلوب: کمتر از ۱۰ میلی‌متر - قابل‌قبول: کمتر از ۲۵ میلی‌متر

حلقه J	- حداکثر اختلاف قطر ۲۵ یا ۵۰ میلی‌متر بسته به طول حرکت - حداکثر اختلاف ارتفاع ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر بسته به طول حرکت

۶-۲-۱-۱-۸- آب انداختگی بتن

مقدار آب انداختگی و آهنگ آن باید با آزمایش استاندارد ملی ایران ۳۸۲۰ تعیین گردد. در بتن‌هایی با اسلامپ کمتر از ۴۰ میلی‌متر یا بتن‌های خودتراکم که نباید آب‌انداختگی داشته باشد، باید حفاظت اولیه پس از تراکم در اسرع وقت بر روی آن اعمال شود.

در بتن‌های با انداختگی زیاد، در صورت وجود نشست خمیری با فاصله زمانی کافی می‌توان با اعمال تراکم مجدد نسبت به اصلاح سطح اقدام نمود. در ضمن برای پرداخت سطح این بتن‌ها، ابتدا آب رو زده باید تبخیر یا از سطح زدوده شود.

۶-۲-۱-۱-۹- زمان گیرش بتن

زمان گیرش بتن در مواردی که نیاز باشد (مانند سامانه قالب لغزان، پرهیز از ایجاد درز سرد، یا تغییر زمان گیرش با افزودنی‌ها)، باید طبق آزمایش استاندارد ملی ایران ۶۰۴۶ تعیین شود.

۶-۲-۱-۲- ویژگی‌های بتن سخت شده

۶-۲-۱-۲-۱- مقاومت فشاری بتن

در آزمون مقاومت فشاری بتن، طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۲ یا ۱-۱۶۰۸، از آزمونه‌های استوانه‌ای استاندارد به قطر ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر به ترتیب با ارتفاع ۳۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌متر، یا آزمونه‌های مکعبی به ابعاد ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شود که طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ تهیه و در شرایط استاندارد نگهداری شده و طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۶ یا ۶۰۴۸ یا ۳-۱۶۰۸ تحت آزمایش فشاری قرار می‌گیرند. در تمام این موارد، بتن تازه باید طبق استاندارد ملی ایران ۱-۳۲۰۱ نمونه برداری شود.

در صورتی که برای نمونه گیری از آزمونه استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ میلی‌متر یا مکعبی به ابعاد ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شود، برای تعیین مقاومت فشاری در سن مقرر باید حداقل ۳ آزمونه اخذ شود و نیاز به تبدیل مقاومت از نظر ابعاد وجود ندارد.

چنانچه آزمونه‌های مکعبی به ابعاد ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر برای تعیین مقاومت فشاری به‌کار رود، باید به مقاومت متناظر آزمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر مطابق با جدول ۶-۴۴ تبدیل شود.

رده‌های مقاومتی بتن و کاربردهای مرسوم آن‌ها در جدول ۶-۸ ارائه شده است. پیمانکار موظف است با توجه به شرایط مصالح مصرفی و شرایط ساخت و کنترل بتن در کارگاه، نسبت به تأمین مقاومت مورد نظر در مشخصات فنی خصوصی پروژه اقدامات لازم را به عمل آورد.

طراح پروژه باید با توجه به نوع قطعات و اعضای سازه نسبت به تعیین و درج رده مقاومتی بتن در مشخصات فنی خصوصی پروژه اقدام نماید. رده‌های مقاومتی C6، C8، C10، C12، C16 به‌عنوان بتن‌های غیرمسلح، پرکننده و مگر،

رده‌های مقاومتی C20، C25، C30، C35 و C40 به‌عنوان بتن مسلح معمولی، و رده‌های مقاومتی C45 و C50 به‌عنوان بتن مسلح پرمقاومت در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۶-۸- کاربردهای رایج رده‌های مقاومت بتن

رده مقاومتی بتن	شرح	کاربردهای رایج
C6	بتن لاغر	بتن پرکننده
C8	بتن لاغر	بتن پرکننده – بتن مگر
C10	بتن لاغر	بتن پرکننده – بتن مگر – بتن غیرمسلح
C12	بتن لاغر	بتن پرکننده – بتن مگر – بتن غیرمسلح
C16	بتن لاغر	بتن غیرمسلح سازه‌ای
C20	بتن معمولی	بتن مسلح سازه‌ای
C25	بتن معمولی	بتن مسلح سازه‌ای
C30	بتن معمولی	بتن مسلح سازه‌ای – بتن پیش تنیده
C35	بتن معمولی	بتن مسلح سازه‌ای – بتن پیش تنیده
C40	بتن معمولی	بتن مسلح سازه‌ای – بتن پیش تنیده
C45	بتن پر مقاومت	بتن مسلح سازه‌ای – بتن پیش تنیده
C50	بتن پر مقاومت	بتن مسلح سازه‌ای – بتن پیش تنیده

۶-۲-۱-۳- دوام بتن و ناتراوایی بتن

۶-۲-۱-۳-۱- طبقه‌بندی شرایط محیطی

طبقه بندی شرایط محیطی در جدول ۶-۹ ارائه شده است. براساس این طبقه بندی ضوابط و الزامات مربوط به ساخت بتن با دوام باید در نظر گرفته شود.

جدول ۶-۹- طبقه بندی شرایط محیطی

ردیف	رده‌بندی	مشخصه رده	توصیف شرایط	نمونه‌هایی از شرایط محیطی
۱	خطر خرابی با حملات شیمیایی وجود ندارد	X0	بتن غیرمسلح یا بدون فلزات مدفون در همه شرایط به‌جز یخ زدن و آب‌شدن، سایش و حملات شیمیایی	-
			بتن مسلح در شرایط خیلی خشک	بتن درون ساختمان‌ها با رطوبت بسیارکم
۲	خوردگی ناشی از یون کلرید به‌غیر از آب دریای شور (بتن مسلح در تماس با آب حاوی کلرید مانند نمک‌های یخ زدا)	XCD1	رطوبت متوسط	سطوح بتنی در معرض یون کلرید هوا
		XCD2	مرطوب، به ندرت خشک	استخر شنا حاوی کلر آزاد
		XCD3	بتن مسلح در تماس مستقیم با خاک آلوده کلریددار	بخش‌هایی از ساختمان که در معرض خاک مهاجم و زیر سطح آب زیرزمینی است.
		XCD4	چرخه‌های تر و خشک شدن با آب حاوی کلرید	بخش‌هایی از ساختمان که در معرض پاشش کلرید است. روسازی محوطه‌ها و دال پارکینگ‌های طبقاتی
۳	خوردگی ناشی از کلرید دریای شور (بتن مسلح در تماس یا یون کلرید دریا یا نمک‌های	XCS1	بتن مسلح در معرض کلرید موجود در هوا و دور از دریا	ساختمان‌های خیلی دور از ساحل (بیش از ۵ کیلومتر) یا دارای پوشش و محفوظ در فاصله ۱ تا ۵ کیلومتر
		XCS2	بتن مسلح غرقاب یا درون خاک مرطوب یا در معرض نمک متوسط در هوا	- بخش‌های از ساختمان‌های دریایی که درون آب دریا هستند

	موجود در هوای مجاور)			بخش‌های از ساختمان‌هایی که در خاک ساحلی زیرتراز آب دریا هستند. - ساختمان‌های نسبتاً دور از ساحل (۱ تا ۵ کیلومتر) یا دارای پوشش و محفوظ در فاصله کمتر از ۱ کیلومتر

ادامهٔ جدول ۶-۹- طبقه بندی شرایط محیطی

ردیف	رده‌بندی	مشخصه رده	توصیف شرایط	نمونه‌هایی از شرایط محیطی
		XCS3	بتن مسلح در معرض نمک زیاد در هوا بدون تماس با آب دریا و پاشش	ساختمان‌های نزدیک ساحل (کمتر از ۱ کیلومتر) و بدون پوشش و حفاظت نشده
		XCS4	نواحی در معرض پاشش و جزر و مد	بخش‌هایی از ساختمان‌های دریایی در معرض پاشش و جزر و مد
۴	خوردگی ناشی از کربناته شدن (فقط بتن مسلح)	XCA1	شرایط خشک یا همواره مرطوب	- سطوحی که در محیط بسته داخلی ساختمان قراردادند به‌جز محیط‌های داخلی که رطوبت متوسطی دارند - سطوح بتنی که همواره درون آب و بدون عوامل آسیب‌رسان هستند
		XCA2	شرایط غالباً مرطوب و به‌ندرت خشک	سطوحی که به مدت زیاد در معرض آب باشد مانند پی‌ها
		XCA3	شرایط با رطوبت محیطی متوسط	- سطوح خارجی که از بارش در امان هستند - سطوح در معرض رطوبت زیاد مانند حمام و آشپزخانه - بتن در مناطق گرم و خشک و کلان شهرها
		XCA4	چرخه‌های تر و خشک شدن	- سطوحی که در معرض چرخه‌های تر و خشک شدن هستند بتن در پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌های حرارتی، کارخانه‌های سیمان و مشابه که در محیط آن‌ها دی اکسید کربن زیاد وجود دارد.
۵	بتن در معرض حملات سولفاتی قرار دارد اما یون کلرید قابل‌توجهی ندارد	XS1	احتمال حملات سولفاتی متوسط	
		XS2	احتمال حملات سولفاتی شدید	
		XS3	احتمال حملات سولفاتی خیلی شدید	
۶	بتن در معرض چرخه‌های یخ زدن و آب‌شدن قرار دارد	XFT0	درجه اشباع کم	فقط احتمال چند چرخه محدود یخ زدن و آب‌شدن در سال وجود دارد
		XFT1	درجه اشباع متوسط احتمال حضور نمک‌های یخ زدا وجود ندارد	احتمال چرخه یخ زدن و آب‌شدن در هر سال وجود دارد
		XFT2	درجه اشباع زیاد احتمال حضور نمک‌های یخ زدا وجود دارد	احتمال چرخه‌های یخ زدن و آب‌شدن در اجزای قائم وجود دارد
		XFT3	درجه اشباع زیاد احتمال حضور نمک‌های یخ زدا وجود دارد	چرخه‌های یخ زدن و آب‌شدن در اجزای قائم وجود دارد
۷	واکنش زایی سنگ‌دانه‌ها با قلیائی‌ها	XAS1	واکنش ناشی از سنگدانه‌های سیلیسی با قلیایی‌ها	بخش‌هایی از سازه که ممکن است با سنگدانه‌های سیلیسی واکنش زا و سیمان پرقلیا ساخته شده و دارای رطوبت باشد.

		XAS2	واکنش ناشی از سنگدانه‌های کربناتی با قلیایی‌ها	بخش‌هایی از سازه که ممکن است با سنگدانه‌های کربناتی واکنش زا و سیمان پرقلیا ساخته شده و دارای رطوبت باشد.

۶-۲-۱-۳-۲- خوردگی کلریدی فولاد در بتن

در جدول ۶-۱۰ الزامات تجویزی کیفیت بتن از نظر برخی نسبت‌ها و مقادیر اجزا و حداقل رده مقاومتی مشخص شده است.

این الزامات در جداول ۶-۱۱، ۶-۱۲ و ۶-۱۳ برای شروع خوردگی ۲۵ ساله یا حدوداً معادل عمر بهره‌برداری ۳۰ تا ۳۵ ساله در نظر گرفته شده است. چنانچه شروع خوردگی در سنین بالاتری مورد نیاز باشد باید الزامات و معیارهای سخت‌گیرانه‌تر، توسط مشاور تعیین شود.

الزامات ارائه شده مربوط به شرایط خلیج فارس و دریای عمان است و برای دریای خزر، یک درجه تخفیف در رده شرایط محیطی مجاز است.

ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد یا فولاد مدفون در بتن نباید از بزرگ‌ترین قطر میلگرد و همچنین چهار سوم بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی در بتن کمتر باشد.

الزامات عملکردی برای کیفیت بتن مسلح در شرایط محیطی گوناگون به منظور کنترل نفوذپذیری در برابر حملات یون کلرید و خوردگی فولاد باید مطابق با جدول ۶-۱۳ باشد.

جدول ۶-۱۰- الزامات نسبت‌ها، مقادیر و حداقل رده مقاومتی بتن در شرایط حمله کلریدی

رده	طبقه بندی شرایط محیطی	نوع سیمان و مواد سیمانی	حداقل عیار مواد سیمانی kg/m^3	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده بتن[۴]
۱	XCD1 XCS1	پرتلند[۱] نوع ۱و۲ CEM I-SR10 و سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۲۵	۰/۵	C30
۲	XCD2 XCD3 XCS2	پرتلند[۱] نوع ۱و۲ CEM I-SR10 و سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۲۵	۰/۴۵	C35
۳	XCD4 XCS3	پرتلند[۱] نوع ۱و۲ CEM I-SR10 به همراه مواد پوزولانی و سرباره یا سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۵۰	۰/۴	C35
۴	XCS4	سیمان پرتلند[۱] نوع ۱ و ۲ و CEM I-SR10 همراه مواد پوزولانی و سرباره سیمان‌های آمیخته[۲]	۳۷۵	۰/۳۷	C40

۱- سیمان‌های پرتلند باید بین ۶ تا ۱۰ درصد C_3A داشته باشد، استفاده از سیمان پرتلند نوع ۵ برای بتن مسلح مجاز نیست.

۲- سیمان‌های آمیخته شامل سیمان پرتلند با موادی نظیر دوده سیلیس (حداقل ۵درصد)، سرباره (حداقل ۲۵درصد)، پوزولان طبیعی یا خاکستر بادی (حداقل ۱۵درصد)، زئولیت و متاکائولن (حداقل ۱۰درصد) می‌تواند به‌کار رود. مقادیر حداقل ذکر شده برای مصرف این مواد به همراه سیمان پرتلند به‌صورت جایگزین مواد سیمانی نیز صادق است.

حداکثر مواد سیمانی به ۴۲۵ کیلوگرم درمتر مکعب بتن محدود می‌گردد. در صورت نیاز به مصرف مواد سیمانی بیشتر به‌ویژه برای حداکثر اندازه کوچک‌تر از ۲۰ میلی‌متر یا بتن‌های خودتراکم و پاششی باید اقدامات لازم برای جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از جمع شدگی به دلیل خشک‌شدگی و تنش‌های حرارتی در قطعات حجیم اعمال گردد.

۳- حداقل عیار مواد سیمانی برای حداکثر اندازه اسمی ۲۰ میلی‌متر است. در صورت کاهش حداکثر اندازه در بتن‌های پاششی و خودتراکم این مقدار حداقل، افزایش می‌یابد. افزایش حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها توصیه نمی‌شود.

۴- در صورت مصرف مواد حباب‌زا، حداقل رده مقاومتی بتن را می‌توان ۵ مگاپاسکال کاهش داد.

جدول ۶-۱۱- حداکثر مجاز یون‌های کلرید اولیه در بتن مسلح سخت شده در ارتباط با خوردگی فولاد

ردیف	نوع عضو بتنی و شرایط رطوبتی و محیطی	مقدار یون کلرید بر حسب مواد سیمانی (درصد وزنی)	
		کلرید محلول در آب طبق استاندارد ملی ایران ۸۹۴۷	کلرید محول در اسید طبق استاندارد ملی ایران ۸۹۴۶
۱	بتن پیش‌تنیده*	۰/۰۶	۰/۰۸
۲	بتن مسلحی که در زمان بهره برداری در معرض رطوبت و کلرید قرار گیرد. طبقه بندی XCS3، XCS4 و XCD4	۰/۰۸	۰/۱
۳	بتن مسلحی که در زمان بهره‌برداری در تماس با رطوبت و کلرید قرار گیرد. طبقه بندی XCS1، XCS2، XCD1، XCD2 و XCD3	۰/۱۰	۰/۱۳
۴	بتن مسلحی که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و بدون تماس با یون کلرید است	۰/۱۵	۰/۲
۵	بتن مسلحی که در زمان بهره‌برداری در حالت خشک باشد یا از رطوبت محافظت شود	۰/۳	۰/۴

* این الزامات برای قرارگیری در شرایط محیطی XCS3، XCS4 و XCD4 می‌باشد. در شرایط ملایم‌تر می‌توان از ضوابط ردیف ۲ استفاده کرد.

جدول ۶-۱۲- حداقل ضخامت پوشش بتنی روی فولاد* (میلی‌متر) در شرایط محیطی خورنده کلریدی*

نوع عضو	نوع شرایط محیطی			
	XCD1 XCS1	XCD2 و XCD3 XCS2	XCD4 XCS3	XCS4
تیر اصلی، ستون و دیوار	۴۵	۵۰	۶۰	۷۵
دال-تیر فرعی و تیرچه	۳۵	۴۰	۵۰	۶۰
پوسته و صفحات پلیسه‌ای	۳۰	۳۵	۴۵	۵۵
شالوده	۵۰	۶۰	۷۵	۹۰

* توصیه می شود حداکثر ضخامت پوشش بتنی روی فولاد به ۱/۱۵ برابر ضخامت حداقل محدود گردد.

- در صورتی که حفاظت سطحی بتن یا میلگرد با مواد و ضخامت مناسب اعمال شود می‌توان تا ۲۰ درصد از ضخامت پوشش بتنی کم نمود. به هرحال توصیه می‌شود مقدار کاهش بر اساس مطالعات آزمایشگاهی انجام گیرد.
- اگر رده بتن به میزان ۵ مگاپاسکال بالاتر از حداقل رده مورد نظر در جدول باشد، می‌توان ۵ میلی‌متر از حداقل ضخامت پوشش بتنی کاست.
- برای میلگردهای با قطر ۳۶ میلیمتر و بیشتر ، مقادیر پوشش بتنی باید ۱۵ درصد اضافه شود.
- در صورتی که ضوابط دیگری مانند آتش سوزی، ضخامت بیشتری را الزام کند، رعایت آن ضرورت دارد.

جدول ۶-۱۳- الزامات عملکردی مشخصه بتن در آزمایش‌های جذب و نفوذ آب و یون کلرید در شرایط محیطی و قرارگیری گوناگون حملات کلریدی

ردیف	آزمایش / طبقه‌بندی شرایط محیطی	۱	۲	۳	۴
		XCS1 XCD1	XCS2 XCD2 XCD3	XCS3 XCD4	XCS4
۱	حداکثر جذب آب نیم ساعته در سن ۲۸ روز (درصد)، استاندارد ملی ایران ۱۲۲-۱۶۰۸	۳/۵	۳	۲/۵	۲
۲	حداکثر عمق نفوذ آب تحت فشار در سن ۲۸ روز (م‌م)، استاندارد ملی ایران ۵-۳۲۰۱	۶۰	۴۵	۳۰	۲۰
۳	حداکثر جریان عبوری از بتن در آزمایش RCPT در سن ۲۸ روز (کولمب)، استاندارد ملی ایران ۲۰۷۹۳	-	۳۵۰۰	۲۵۰۰	۱۵۰۰
۴	حداکثر مقدار مهاجرت کلرید RCMT در سن ۲۸ روز:				
	روش الف استاندارد ملی ایران ۲۱۴۷۹ (mm/v.h)	-	۰/۰۴۵	۰/۰۳	۰/۰۲
	روش ب استاندارد ملی ایران ۲۱۴۷۹ (10^{-12} m^2/s)	-	۱۸	۱۲	۶
۵	حداقل مقاومت ویژه الکتریکی سطحی در سن ۲۸ روز[1] AASHTO T358 (اهم - متر)	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۷۵
۶	حداکثر هدایت الکتریکی[2] در سن ۲۸ روزه، استاندارد ملی ایران ۱۵۴۲۸ (mS/m)	۲۰	۱۵	۱۲	۸

- مقاومت‌های ویژه الکتریکی سطحی (ونر) برای آزمونه استوانه‌ای ۳۰۰×۱۵۰ میلی‌متر داده شده است. چنانچه از استوانه ۲۰۰×۱۰۰ میلی متر استفاده شود معیارهای مندرج در جدول باید در ۱/۲۵ ضرب گردد.
- مقاومت الکتریکی حجمی با هدایت الکتریکی بتن رابطه معکوس دارد. چنانچه معکوس هدایت الکتریکی در ۱۰۰۰ ضرب شود، مقدار مقاومت الکتریکی حجمی بتن برحسب اهم-متر به‌دست می‌آید و معمولاً در حدود دو سوم مقاومت ویژه الکتریکی سطحی (ونر) می‌باشد.
- سن آزمایش‌ها را می‌توان با نظر نگارنده مشخصات فنی خصوصی پروژه به‌ویژه در صورت مصرف سیمان‌های آمیخته یا مواد پوزولانی معدنی جایگزین سیمان (بجز دوده سیلیسی) به‌صورت ۵۶ یا ۹۰ روزه در نظر گرفت و از همین معیارهای ۲۸ روزه استفاده کرد.
- این مقادیر به‌عنوان پارامترهای مشخصه دوام است و در طرح مخلوط بتن بسته به حداکثر یا حداقل بودن معیارها باید به ترتیب در ۰/۸ و ۱/۲۵ ضرب شود.

- انجام آزمایش‌های ردیف ۱ یا ۲ به همراه دو آزمایش از ردیف‌های ۳ تا ۶ برای شرایط رویارویی ستون ۳ و ۴ در تهیه طرح مخلوط لازم است. در مورد ستون ۱ و ۲ یکی از آزمایش‌های ردیف ۱ یا ۲ به همراه یکی از آزمایش‌های ردیف ۳ تا ۶ در طرح مخلوط الزامی است.
- در رابطه با کنترل کیفی بتن در کارگاه، آزمایش ردیف ۱ به همراه یکی از آزمایش‌های ردیف ۳ تا ۶ برای شرایط رویارویی ستون ۳ و ۴ الزامی است. برای شرایط رویارویی ستون ۱ و ۲ می‌توان صرفاً یکی از آزمایش‌های ردیف ۱، ۳، ۵ و ۶ را انجام داد.

۶-۲-۱-۳-۳- خوردگی فولاد ناشی از کربناته شدن بتن

در جدول ۶-۱۴ با توجه به شدت شرایط محیطی و حداقل ضخامت پوشش بتنی روی فولاد، مقادیر حداقل رده مقاومتی بتن، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل عیار مواد سیمانی برای کاهش خطر خوردگی ناشی از کربناته شدن بتن مسلح و افزایش عمر قطعه ارائه شده است. این الزامات برای عمر بهره‌برداری حدود ۵۰ سال در نظر گرفته شده است. چنانچه عمر بهره‌برداری بیشتری مورد نیاز باشد باید الزامات و معیارهای سختگیرانه‌تر، توسط مشاور تعیین شود.

جدول ۶-۱۴- حداقل رده مقاومتی، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل مقدار سیمان با توجه به شدت شرایط محیطی

شرایط محیطی	پوشش میلگرد (میلی‌متر) / مشخصات مخلوط	رده مقاومتی، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل مقدار سیمان							
		۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
XCA1	حداقل رده مقاومتی حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل عیار مواد سیمانی (کیلوگرم در مترمکعب)	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C20 ۰/۶ ۳۰۰	C20 ۰/۶ ۲۷۵	C20 ۰/۶ ۲۷۵	C20 ۰/۶ ۲۷۵	C20 ۰/۶ ۲۷۵	C20 ۰/۶ ۲۷۵	C20 ۰/۶ ۲۷۵
XCA2	حداقل رده مقاومتی حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل عیار مواد سیمانی (کیلوگرم در مترمکعب)		C30 ۰/۵ ۳۲۵	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۶ ۳۰۰	C25 ۰/۶ ۳۰۰	C25 ۰/۶ ۳۰۰	C25 ۰/۶ ۳۰۰
XCA3	حداقل رده مقاومتی حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل عیار مواد سیمانی (کیلوگرم در مترمکعب)			C30 ۰/۵ ۳۲۵	C30 ۰/۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰
XCA4	حداقل رده مقاومتی حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی حداقل عیار مواد سیمانی (کیلوگرم در مترمکعب)			C35 ۰/۴۵ ۳۵۰	C30 ۰/۴۵ ۳۲۵	C25 ۰/۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰	C25 ۰/۵۵ ۳۰۰

۶-۲-۱-۳-۴- حمله سولفاتی

با توجه به میزان یون سولفات موجود در آب و خاک مجاور بتن، باید طبق جدول ۶-۱۵، نوع سیمان (مواد سیمانی)، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل رده مقاومتی بتن (به‌ویژه برای بتن سبکدانه) انتخاب شود. ضوابط این جدول برای آب‌های شور دریا و یا حمله توأم کلرید و سولفات کاربرد ندارد.

مقدار سولفات موجود در آب باید طبق استاندارد ملی ایران ۲۳۵۳ و مقدار سولفات محلول در آب موجود در خاک باید طبق استاندارد ASTM C1580 اندازه‌گیری شود.

چنانچه مقادیر C3A یا 2C3A + C4AF سیمان خارج از حدود تعریف شده برای سیمان پرتلند نوع ۵ (مقاومت زیاد در برابر حمله سولفاتی) باشد، اما انبساط ملات آن در آزمایش مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۱۷۹۰ کمتر از ۰/۰۴ درصد در سن ۱۴ روز باشد، سیمان دارای مقاومت زیاد در برابر حمله سولفاتی تلقی می‌شود.

چنانچه مقدار C3A موجود در هر سیمان پرتلند کمتر از ۸ درصد باشد، در رده مقاومتی متوسط در برابر حمله سولفاتی در نظر گرفته می‌شود و اگر C3A آن کمتر از ۵ درصد و 2C3A + C4AF کمتر از ۲۵ درصد باشد، رده مقاومتی آن در برابر حمله سولفاتی از نوع زیاد تلقی می‌شود.

در صورت عدم استفاده از سیمان‌های پرتلند نوع ۲ یا ۵، استفاده از سیمان‌های آمیخته و یا مواد افزودنی پودری معدنی جداگانه به همراه سیمان پرتلند با نظر مشاور پروژه در صورتی مجاز است که مقاومت آن سیمان (مواد سیمانی) در برابر حمله سولفاتی طبق استاندارد ملی ایران ۱۷۱۰۷ مشخص شود و معیارهای زیر را برآورده سازد.

زمانی که مقدار انبساط ملات سیمان هیدرولیکی در این آزمایش پس از ۶ ماه و یک‌سال به ترتیب کمتر از ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد باشد، مقاومت سیمان در برابر حمله سولفاتی از نوع متوسط منظور و چنانچه انبساط پس از ۱ سال از ۰/۰۵ درصد کمتر باشد مقاومت سیمان در برابر حمله سولفاتی از نوع زیاد تلقی می‌گردد.

استفاده از سیمان‌های پرتلند آهکی و پرکننده‌های کربنات کلسیمی یا منیزیمی در هوای سرد برای رده‌های XSI ، XS2 و XS3 و در هوای معتدل یا گرم نیز برای رده XS2 و XS3 مجاز نمی‌باشد.

جدول ۶-۱۵- الزامات مخلوط بتن برای شرایط محیطی حمله سولفاتی

شرایط محیطی	درصد یون سولفات محلول در آب (SO_4) موجود در خاک	مقدار یون سولفات (SO_4) در آب (mg/L)	مقاومت مواد سیمانی در برابر سولفات‌ها	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده مقاومتی بتن* (Mpa)
X0	۰/۱ >	۱۵۰>	بدون محدودیت	بدون محدودیت	۲۰
XS1	۰/۲ > SO_4 ≥ ۰/۱	۱۵۰۰ > SO_4 ≥ ۱۵۰ یا آب دریا	مقاومت سولفاتی متوسط	۰/۵	۲۵
XS2	۲/۰ ≥ SO_4 ≥ ۰/۲	۱۰۰۰۰ ≥ SO_4 ≥ ۱۵۰۰	مقاومت سولفاتی زیاد	۰/۴۵	۳۰
XS3	۲/۰<	۱۰۰۰۰<	مقاومت سولفاتی زیاد و ترجیحاً به همراه پوشش مناسب	۰/۴	۳۵

* رعایت این رده‌ها برای بتن سبکدانه الزامی است و برای بتن معمولی نیز توصیه می‌شود.

۶-۲-۱-۳-۵- رویارویی با چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن

سنگدانه مصرفی در بتن رویارو با چرخه‌های یخ زدن و آب شدن، باید الزامات استاندارد ملی ایران ۳۰۲ در مورد آزمایش سلامت سنگدانه طبق استاندارد ملی ایران ۴۴۹ را برآورده نماید. اما ممکن است بتوان با سنگدانه‌هایی که این ضابطه را برآورده نکرده‌اند نیز بتن با دوام ساخت. در چنین مواردی بتن باید الزامات آزمایش‌های عملکردی دوام در برابر چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن (با و یا بدون نمک‌های یخزدا طبق شرایط رویارویی) را ارضا کند.

در جداول ۶-۱۶ و ۶-۱۷، الزامات تجویزی مورد نظر برای مقابله با چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن بتن شامل درصد هوای مناسب، حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی و حداقل رده مقاومتی بتن ارائه شده است.

درصد هوای کل بتن تازه باید اندازه‌گیری شود. درصورتی که مقاومت فشاری یا رده مقاومتی بتن ۳۵ مگاپاسکال یا بیشتر باشد، کاهش مقدار درصد هوای مندرج در جدول به میزان یک درصد مجاز است.

جدول ۶-۱۶- درصد هوای کل بتن* مقاوم در برابر چرخه‌های یخ زدن و آب‌شدن

شرایط محیطی (رده رویارویی) / حداکثر اندازه سنگدانه (میلی‌متر)	۹/۵	۱۳	۱۱	۲۵	۳۸	۵۰	۶۳
XFT1	۶	۵/۵	۵	۴/۵	۴/۵	۴	۳/۵
XFT2 و XFT3	۷/۵	۷	۶	۶	۵/۵	۵	۴/۵

* رواداری درصد هوای بتن در طرح مخلوط و در محل مصرف (کارگاه) در بند ۶-۲-۱-۶-۳ و ۶-۲-۱-۱-۵ دیده می‌شود.

جدول ۶-۱۷- الزامات تجویزی بتن با دوام در برابر چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن

شرایط محیطی	درصد هوای کل	حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی	حداقل رده مقاومتی بتن
XFT0	-	۰/۵۵	C25
XFT1	طبق جدول ۶-۱۵	۰/۵۵	C25
XFT2	طبق جدول ۶-۱۵	۰/۴۵	C30
XFT3	طبق جدول ۶-۱۵	۰/۴	C30

عملکرد بتن در برابر چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن طبق استاندارد ملی ایران ۱۹۲۲۷ (بدون یخزدا) یا ۱۷۰۴۱ (در مجاورت یخزدا) تعیین می‌گردد. در صورت نیاز به استفاده از سایر روش‌های معتبر، این موارد باید توسط مشاور در مشخصات فنی ارائه شده باشد.

۶-۲-۱-۳-۶- مقاومت در برابر سایش

کف‌های بتنی از نظر ترافیک و مقاومت سایشی مورد نیاز به چهار رده طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندی و نوع ترافیک عبوری به همراه کاربرد آن‌ها و تمهیدات خاص اجرایی و پرداخت سطحی آن‌ها در جدول ۶-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۶-۱۸- طبقه‌بندی کف‌های بتنی از نظر ترافیک و مقاومت سایشی

طبقه‌بندی	نوع عبور و مرور	کاربرد	تمهیدات خاص اجرایی و مصالح مصرفی	پرداخت سطحی
۱	پیاده	کم تردد (ادارات، فضای تجاری، آموزشی و مسکونی و مشابه)	پرداخت سطحی یکنواخت و مناسب، کاربرد سنگدانه طبیعی با سختی سایشی LA40، عمل‌آوری رده ۲	ماله معمولی
۲	انسانی شدید و خودرو سبک	پر تردد (فضاهای مذهبی و اداری خدماتی پرتردد و پارکینگ طبقاتی)	پرداخت کامل سطحی، سنگدانه معمولی طبیعی با سختی سایشی LA35، عمل‌آوری رده ۳، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب	ماله مکانیکی معمولی
۳	ماشین آلات صنعتی با چرخ لاستیکی، متوسط	کف‌های صنعتی معمولی، پارکینگ طبقاتی و روباز	زیراساس آماده شده، پرداخت بسیار خوب، سختی سایشی سنگدانه LA30، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب، عمل آوری رده ۳	ماله مکانیکی معمولی با تیغه‌های فلزی سخت
۴	ماشین آلات صنعتی سنگین با بارهای سنگین	کف صنعتی پرتردد و سنگین و بارهای ضربه‌ای، پارکینگ‌های روباز با ماشین آلات سنگین	زیراساس آماده شده، پرداخت خاص، سختی سایشی سنگدانه LA25، پر کردن درزها با درز پرکن مناسب، انتقال بارهای سنگین با میلگرد داول، عمل‌آوری رده ۴	استفاده از سخت‌کننده‌های سطحی به همراه ماله کشی مکانیکی با تیغه‌های فلزی سخت

الزامات تجویزی باید مطابق با جداول ۶-۱۹ و ۶-۲۰ باشد. در جدول ۶-۲۱ درصد مناسب و پیشنهادی مصرف دوده‌سیلیسی و لاتکس SBR ذکر شده که برای رده طبقه بندی ۲، ۳ و ۴ توصیه می‌گردد.

مشاور مجاز است برای افزایش مقاومت سایشی سطح در مشخصات فنی اجازه استفاده از پودرهای سخت‌کننده سطحی (به‌صورت خشکه پاش یا ملاتی) یا پوشش‌های سطحی پلیمری یا غیرپلیمری سخت‌کننده سطح را دهد.

جدول ۶-۱۹- الزامات رده مقاومتی، اسلامپ، نسبت آب به سیمان حداکثر و بیشینه حداکثر اندازه اسمی سنگدانه

رده بندی کف	۱	۲	۳	۴
حداقل رده بندی	C20	C25	C30	C35
حداکثر اسلامپ بدون روان کننده[۱]	۹۰	۹۰	۷۰	۴۰
حداکثر نسبت آب به سیمان	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴	۰/۴
حداکثر اندازه سنگدانه (م.م) [۲]	۲۵	۱۹	۱۹	۱۹
رده مقاومت سایشی سنگدانه[۳]	LA40	LA35	LA30	LA25
حداکثر مقدار مجموع دانه‌های پهن و کشیده و هم پهن و هم کشیده[۴]	۱۵	۱۰	۸	۸
درصد گذشته از الک ۷۵ میکرون سنگدانه‌های ریز: ماسه شکسته	۷	۷	۵	۵
ماسه گردگوشه	۵	۵	۳	۳

[۱] این حداکثر اسلامپ برای بتن بدون روان کننده یا فوق روان کننده منظور شده است.

[۲] استفاده از سنگدانه درشت گردگوشه صرفاً برای رده ۱ مجاز است. در سایر موارد سنگدانه درشت شکسته یا نیمه شکسته توصیه می شود.

[۳] طبق استاندارد ملی ایران ۸۴۴۷

[۴] طبق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۶۹

جدول ۶-۲۰- الزامات تجویزی مقدار سیمان (مواد سیمانی) مصرفی با توجه به حداکثر اندازه اسمی سنگدانه

حداکثر اندازه سنگدانه (م.م)	۲۵	۱۹	۱۳	۱۰
بازه سیمان در هر متر مکعب	۳۰۰-۳۷۵	۳۲۵-۴۰۰	۳۵۰-۴۲۵	۳۷۵-۴۵۰

جدول ۶-۲۱- مقادیر پیشنهادی دوده سیلیسی (جایگزین سیمان) و لاتکس SBR

نام افزودنی / رده سایشی	۱	۲	۳	۴
حداقل دوده سیلیسی[۱]	-	۵	۶	۸
حداقل مقدار لاتکس SBR (درصد)[۲]	-	۵	۱۰	۱۵

[۱] توصیه می شود حداکثر مقدار درصد دوده سیلیسی (جایگزین سیمان) نیز به ۲درصد بالاتر از مقدار حداقل محدود شود.

[۲] این درصدها برای SBR مایع با مواد جامد حدود ۵۰ درصد ارائه شده است.

در صورت نیاز، الزامات عملکردی برای مقاومت (دوام) سایشی همراه با آزمایش مربوط به آن باید در مشخصات فنی خصوصی توسط مشاور قید شده باشد. مقاومت سایشی باید طبق یکی از روش‌های استاندارد ملی ایران ۷۵۵، استاندارد ملی ایران ۱۷۳۰۸، یا استاندارد ملی ایران ۲۰۱۸۵ اندازه‌گیری و الزامات جدول ۶-۲۲ رعایت گردد. همچنین می‌توان از روش‌های استاندارد ملی ایران ۱۷۳۰۷ یا استاندارد ملی ایران ۱۷۳۰۹ نیز استفاده کرد که معیارهای لازم آن‌ها باید توسط مشاور ارائه شود.

جدول ۶-۲۲- معیارهای عملکردی سایشی بتن در آزمایش‌های مختلف

آزمایش / طبقه بندی	۱	۲	۳	۴
حداکثر سایش قابل قبول در روش A استاندارد ملی ایران ۱۷۳۰۸	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴
استاندارد ملی ایران ۲۰۱۸۵ و ۷۵۵ روش چرخ پهن (mm)	۲۶	۲۳	۲۰	۱۷
استاندارد ملی ایران ۲۰۱۸۵ و ۷۵۵ روش بوهم ($Cm^3/50Cm^2$)	۲۶	۲۰	۱۸	۱۶

۶-۲-۱-۳-۷- واکنش سنگدانه – قلیایی در بتن

در بتن‌هایی که در طول بهره‌برداری در معرض رطوبت دائم یا تری و خشکی مکرر هستند، باید واکنش‌زایی سنگدانه‌های بتن با قلیایی‌ها بررسی شود و برای جلوگیری از اثرات مخرب انبساطی آن، الزامات خاصی منظور شود.

در ابتدا باید استعداد واکنش‌زایی سنگدانه‌ها را بررسی کرد. بسته به نوع سنگدانه مصرفی آزمایش‌های مختلفی جهت تشخیص استعداد واکنش‌زایی سنگدانه‌ها باید انجام شود. این موارد در جدول ۶-۲۳ آورده شده است.

بهترین روش برای تشخیص واکنش‌زایی سنگدانه‌ها توسط مشاور، مراجعه به سابقه عملکرد آن‌ها در بتن‌هایی است که در معرض رطوبت یا تری و خشکی مکرر بوده‌اند و حداقل ده سال از ساخت آن‌ها گذشته است. این بتن‌ها باید با سیمانی مشابه سیمان مصرفی پروژه جدید (به‌ویژه از نظر میزان قلیایی معادل) و با طرح مخلوطی شبیه به آن به‌ویژه از نظر حداکثر اندازه، دانه‌بندی، نسبت آب به سیمان و عیار سیمان مصرفی ساخته شده باشد.

جدول ۶-۲۳- آزمایش‌های تشخیص استعداد واکنش‌زایی سنگدانه‌ها

نوع سنگدانه بتن	آزمایش‌ها
سنگدانه‌های سیلیسی	سنگ نگاری برای مشخص کردن نوع کانی‌های واکنش‌زای موجود در سنگدانه‌ها و مقدار تقریبی آن‌ها طبق استاندارد ملی ایران ۱۳۵۵۲ ایران
	تعیین انبساط تسریع شده ۱۴ روزه منشور ملات در مجاورت محلول سود سوزآور طبق استاندارد ملی ایران ۸۷۵۳ ایران و مقایسه با مقدار بی‌خطر کمتر از ۰/۱ درصد و مقدار خطرناک بیش از ۰/۲ درصد. مقدار ۰/۱ تا ۰/۲ درصد به‌عنوان بازه مشکوک.
	اندازه‌گیری انبساط تسریع شده ۱۴ روزه منشور ملات حاوی ترکیب مواد سیمانی در محلول سود سوزآور طبق استاندارد ملی ایشماره ۱۷۱۰۶ ایران و مقایسه با معیارهای فوق (در صورت استفاده از پوزولان یا سرباره)
	اندازه‌گیری انبساط بتن در شرایط مرطوب در سن یک‌سال طبق استاندارد ملی شماره ۸۱۴۹ ایران و مقایسه با میزان حداکثر ۰/۰۴ درصد
سنگدانه‌های کربناتی	سنگ نگاری برای مشخص کردن نوع کانی کربناتی دولومیتی واکنش‌زای موجود در سنگدانه‌ها و مقدار تقریبی آن‌ها طبق استاندارد ملی شماره ۱۳۵۵۲ ایران
	آزمایش تعیین اکسید آلومینیوم و نسبت اکسید کلسیم به اکسید منیزیم طبق CSA-A23.2-26A
	تعیین انبساط استوانه سنگی در مجاورت محلول سودسوزآور طبق استاندارد ملی شماره ۷۶۵۶ ایران و مقایسه با انبساط ۰/۱ درصد در ۴ هفته و ۰/۲ درصد در ۱۶ هفته
	تعیین انبساط بتن در محیط مرطوب در سن ۳ و ۶ و ۱۲ ماه طبق ASTM C1105 و مقایسه با انبساط ۰/۰۱۵ درصد در سه ماه و ۰/۰۲۵ درصد در شش ماه یا ۰/۰۳ درصد در یک‌سال

اگر سنگدانه واکنش‌زا تشخیص داده شد، در وهله اول باید از مصرف آن پرهیز نمود. در صورت نیاز به مصرف این نوع سنگدانه‌ها، لازم است یک یا چند مورد از اقدامات خاص زیر را با تائید مشاور به مرحله اجرا در آورد.

الف) اقدامات در مورد سنگدانه‌های سیلیسی واکنش زا

- کاهش قلیایی معادل سیمان به کمتر از ۰/۶ درصد وزن سیمان
- کاهش قلیایی معادل بتن به کمتر از ۳ یا ترجیحاً ۲/۴ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن (با توجه به سطح واکنش‌زایی سنگدانه) با کاهش عیار سیمان بتن تا حد امکان به‌ویژه با مصرف افزودنی روان‌کننده کم قلیا
- کاهش نفوذ رطوبت در بتن در محیط مرطوب
- کاهش رطوبت موجود در بتن با استفاده از موادی که به‌صورت یک‌طرفه، رطوبت را از بتن خارج می‌کنند
- کاهش نسبت آب به مواد سیمانی به کمتر از ۰/۴۵ و کاهش نفوذپذیری بتن
- استفاده از مواد پوزولانی و سرباره‌ای مناسب به قدرکافی برای کاهش انبساط مخرب به‌صورت جایگزین سیمان (طبق استاندارد ملی ایران ۱۷۱۰۶)
- مخلوط کردن حداقل ۳۰ درصد سنگدانه آهکی با سنگدانه‌های سیلیسی واکنش‌زا
- کاهش قلیائیت بتن با استفاده از سیمان مناسب حاوی C_3S کمتر و C_2S بیشتر
- استفاده از افزودنی‌های شیمیایی کاهنده انبساط واکنش سیلیسی - قلیایی (پایه نمک‌های لیتیمی یا باریمی)
- استفاده از مواد حباب‌زا

ب) اقدامات در مورد سنگدانه‌های کربناتی (دولومیتی) واکنش‌زا

- کاهش قلیایی معادل سیمان به کمتر از ۰/۴ درصد وزن سیمان
- کاهش قلیایی معادل بتن به کمتر از ۲ و ترجیحاً ۱/۸ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن (بسته به میزان واکنش‌زایی سنگدانه) با کاهش عیار سیمان بتن تا حدامکان به‌ویژه با مصرف افزودنی روان‌کننده کم قلیا
- کاهش نفوذ رطوبت در بتن در محیط مرطوب
- کاهش رطوبت موجود در بتن با استفاده از موادی که به‌صورت یک‌طرفه، رطوبت را از بتن خارج می‌کنند
- کاهش قلیائیت بتن با استفاده از سیمان مناسب حاوی C_3S کمتر و C_2S بیشتر
- مخلوط کردن مقدار زیادی سنگدانه‌های غیر واکنش‌زا با سنگدانه‌های کربناتی واکنش‌زا

۶-۲-۱-۳-۸- تراوایی بتن

تراوایی (نفوذپذیری) جسم بتن بدون انواع پوشش آب‌گریز یا نفوذناپذیر، در این ضابطه طبق جدول ۶-۲۴ به چهار طبقه تقسیم شده است و کاربردهای آن نیز به عنوان راهنما ذکر شده است.

درجه ناتراوایی عضو بتنی موردنظر باید توسط مشاور مشخص شود و سپس ضوابط تجویزی طبق جدول ۶-۲۵، یا ضوابط عملکردی طبق جدول ۶-۲۶ توسط پیمانکار رعایت گردد.

جدول ۶-۲۴- طبقه‌بندی تراوایی بتن

درجه تراوایی	وضعیت تراوایی	نمونه کاربرد
P0	تراوایی متوسط	
P1	تراوایی کم	دیوارهای حائل جاده‌ها، مخازن مایعات دارای زهکش
P2	تراوایی خیلی کم	دیوارهای زیرزمین بالاتر از تراز آب زیرزمینی، پوشش تونل‌های مرطوب، مخازن مایعات
P3	تراوایی ناچیز	دیوارهای زیرزمین در تراز آب زیرزمینی، پوشش تونل‌ها در زمین آب‌دار

جدول ۶-۲۵- ضوابط تجویزی برای تأمین ناتراوایی لازم[۱] (برای بتن با حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر[۲])

درجه تراوایی	P0	P1	P2	P3
حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی[۳]	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴	۰/۳۷
درصد میکروسیلیس در موادسیمانی[۴]	-	۵ تا ۶/۵	۶/۵ تا ۸	۸ تا ۱۰
درصد سرباره در موادسیمانی[۴]	-	۲۰ تا ۲۵	۲۵ تا ۳۰	۳۰ تا ۳۵
درصد پوزولان طبیعی در موادسیمانی[۴]	-	۱۵ تا ۲۰	۲۰ تا ۲۵	۲۵ تا ۳۰
درصد هوای کل با مصرف افزودنی حبابساز[۴]	-	۳/۵ تا ۴/۵	۴/۵ تا ۶	۶ تا ۷/۵
بازه مصرف سیمان[۵] (کیلوگرم در مترمکعب)	۳۵۰ تا ۴۰۰	۳۲۵ تا ۳۷۵	۳۲۵ تا ۳۷۵	۳۵۰ تا ۴۰۰
حداقل رده مقاومتی بتن[۶]	C30	C30	C35	C40

۱- از مواد آبگریز می‌توان در مواردی که عضو موردنظر در تماس دائم با آب نیست یا بالاتر از سطح آب است، استفاده کرد.

۲- در صورتی‌که حداکثر اندازه سنگدانه به ۲۰ تا ۱۲/۵ میلی‌متر کاهش یابد، درصد هوا ۰/۵ تا ۱ درصد، و حدود بازه مصرف سیمان ۱۰ تا ۲۵ کیلوگرم افزایش یابد.

۳- در صورت مصرف مواد حبابساز یا میکروسیلیس، می‌توان نسبت آب به مواد سیمانی را تا مقدار متناظر با رده پایین‌تر تراوایی، افزایش داد.

۴- کاربرد حداقل یکی از مواد مکمل سیمانی یا افزودنی حبابساز الزامی می‌باشد. در صورت استفاده همزمان دو ماده مکمل سیمانی، مقدار مصرف آنها معادل میزان مصرف تعیین شده درجه تراوایی یک رده پایین‌تر باشد.

۵- در مواردی‌که مواد مکمل سیمانی مصرف می‌شود، مجموع مواد سیمانی از حاصل جمع سیمان (محدود به بازه مشخص شده) و مواد مکمل سیمانی مصرفی بدست می‌آید.

۶- در صورت مصرف مواد حبابساز، می‌توان از یک رده مقاومتی کمتر استفاده نمود.

جدول ۶-۲۶- ضوابط عملکردی برای تامین ناتراوایی لازم

درجه تراوایی		P0	P1	P2	P3
درصد جذب آب نیم ساعته[۱] استاندارد ملی ایران ۱۲۲-۱۶۰۸		۳	۲/۵	۲	۱/۵
عمق نفوذ آب تحت فشار[۲] (میلی‌متر) استاندارد ملی ایران ۸-۱۶۰۸ یا استاندارد ملی ایران ۵-۳۲۰۱		۴۵	۳۰	۲۰	۱۰
جذب آب سطحی اولیه ISAT (mL/m²/s)[۱] BS 1881-208	زمان قرائت (دقیقه): ۱۰	۱	۰/۵	۰/۲۵	۰/۱۵
	۳۰	۰/۷	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۱
	۶۰	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۷
	۱۲۰	۰/۳	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۰۵
جذب آب سطحی اولیه تجمعی ISAT (mL/m²)[۱] BS 1881-208		۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰

۱- برای آزمایش جذب آب نیم ساعته و جذب آب سطحی اولیه، آزمونه‌ها باید خشک شده در آون طبق دستور مربوطه باشند.

۲- در آزمایش عمق نفوذ آب تحت فشار، آزمونه باید بصورت اشباع از آب باشد و استفاده از جوهر قرمز در آب نفوذی برای تشخیص بهتر حداکثر عمق نفوذ آب، توصیه می‌شود.

۶-۲-۱-۴- مصالح بتن

۶-۲-۱-۴-۱- سیمان پرتلند

سیمان‌های مورد مصرف در هر قسمت از پروژه باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی با آنچه در نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی، دستور کارها و دیگر مدارک پیمان ذکر شده، منطبق باشد و به تصویب دستگاه نظارت برسد. نوع سیمان یا مشخصات مورد انتظار از آن باید بر اساس دوام در شرایط محیطی، نوع کاربری، ابعاد قطعه و دیگر شرایط فنی، انتخاب شود.

مشخصات سیمان مصرفی در بتن باید بر اساس یکی از استانداردهای زیر کنترل و مورد تائید قرار گیرد:

الف- استاندارد ملی ایران ۳۸۹: ویژگی‌های سیمان پرتلند؛

ب- استاندارد ملی ایران ۲۳۴۰۲: سیمان‌های هیدرولیکی آمیخته- ویژگی‌ها؛

پ- استاندارد ملی ایران ۲۹۳۱: سیمان سفید- ویژگی‌ها و معیارهای انطباق؛

ت- استاندارد ملی ایران ۱-۱۷۵۱۸: سیمان-قسمت۱: ویژگی‌ها

ث- استاندارد ASTM 1017: ویژگی‌های عملکردی سیمان.

در صورتی‌که به‌دلیل ملاحظات دوام و یا کنترل گرمای هیدراته شدن و آهنگ رشد مقاومت، نیاز به استفاده از سیمان‌های آمیخته و یا مواد جایگزین سیمان باشد، باید بر اساس نتایج آزمایشگاهی و یا بررسی عملکرد کوتاه‌مدت و درازمدت، تأثیر استفاده از سیمان آمیخته یا مواد جایگزین سیمان در بهبود رفتار و عملکرد بتن به تائید دستگاه نظارت برسد.

در صورت نیاز، استفاده از سیمان پرتلند سفید (به‌جز سیمان سفید بنایی) برای ساخت بتن بلامانع می‌باشد.

در مواردی که درباره‌ی نوع سیمان تردید وجود داشته و با استفاده از نتایج آزمایش‌های فوق، امکان تشخیص مقدور نگردد، باید آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی دیگری نیز انجام شود. تواتر نمونه برداری بر اساس نوع و مشخصات سازه باید مطابق با فصل سوم ضابطه ۲-۱۲۰ (آئین‌نامه بتن ایران) باشد.

۶-۲-۱-۴-۲- سنگدانه

سنگدانه‌های مصرفی در بتن باید دارای مشخصاتی باشند که بتوان با آن‌ها بتنی با مقاومت و دوام کافی در شرایط محیطی مورد نظر ساخت. سنگدانه‌های بتن باید الزامات استاندارد ملی ایران ۳۰۲ را برآورده نمایند.

حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی در بتن نباید از سه چهارم حداقل فاصله خالص بین میلگردها، یک پنجم باریک ترین مقطع قالب یا یک سوم ضخامت دال یا کف سازی، سه چهارم پوشش بتنی روی میلگرد، هرکدام که نتیجه کوچک تری بدهد، بزرگ‌تر باشد. به هرحال توصیه می‌شود در بتن مسلح حداکثر اندازه اسمی سنگدانه از ۳۸ میلی‌متر بزرگ‌تر نباشد.

استفاده از سنگدانه‌های گردگوشه و تیزگوشه در بتن بلامانع است. اگرچه برای استفاده از سنگدانه‌های ریز شکسته یا

تیزگوشه در بتن منعی وجود ندارد، اما توصیه می‌شود برای بتن‌های رده C40 به بالا از سنگدانه‌های درشت تیزگوشه استفاده شود.

در مواردی‌که احتمال خرابی ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه در بتن وجود دارد، و تاریخچه عملکرد سنگدانه از نظر واکنش قلیایی وجود ندارد، انجام مطالعات شناسایی قابلیت واکنش قلیایی سنگدانه‌ها (سیلیسی یا کربناتی) مطابق بند ۶-۲-۳-۱-۷ الزامی می‌باشد.

در مواردی که به دلایل مختلف، گزینه‌ای جز استفاده از سنگدانه‌های دارای استعداد واکنش‌زایی با قلیایی‌ها در اعضا و قطعاتی که رطوبت کافی برای بروز این واکنش مهیا است، وجود نداشته باشد، می‌توان از راهکارهای کنترل واکنش قلیایی، از جمله استفاده از سیمان‌های آمیخته مناسب یا سیمان‌هایی با قلیایی معادل کمتر از ۰/۶ درصد برای سنگدانه‌هایی که قابلیت واکنش «قلیایی سیلیسی» دارند، یا ۰/۴ درصد برای سنگدانه‌هایی که قابلیت واکنش «قلیایی کربناتی» دارند استفاده کرد. استفاده از سیمان‌های آمیخته و یا سیمان‌های کم قلیا به‌عنوان تنها گزینه کنترل واکنش قلیایی، در صورتی مجاز است که تامین قلیایی‌ها از منابع دیگر (به‌جز سیمان) وجود نداشته باشد، و همچنین بر اساس نتایج تاریخچه عملکرد سیمان آمیخته یا سیمان کم‌قلیا با سنگدانه مورد نظر و یا نتایج آزمایشگاهی، اثبات شود که سیمان مورد نظر (آمیخته یا کم‌قلیا)، می‌تواند واکنش‌های مخرب سنگدانه واکنش‌زا را کنترل و به حد مجاز کاهش دهد.

در شرایطی که احتمال خرابی ناشی از چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن بتن وجود دارد، باید آزمایش سلامت سنگدانه طبق استاندارد ملی ایران ۴۴۹ انجام شود.

عملکرد سنگدانه‌ها در بتن باید از نظر دوام در برابر آتش و واکنش‌های شیمیایی مخرب حسب مورد، بررسی شوند.

سنگدانه‌های درهم را نمی‌توان برای تولید بتن مسلح به‌کار برد. سنگدانه‌های درهم را می‌توان در ساخت بتن‌های غیر مسلح کم اهمیت (کمتر از رده C20) استفاده نمود.گاه در برخی بتن‌های کم‌اهمیت و یا بتن‌های با مقاومت‌های کم‌تر از ۱۶ مگاپاسکال، استفاده از مخلوط درهم مجاز می‌باشد، اما باید توجه داشت که در هنگام انبار کردن و مصرف آن‌ها دچار جداشدگی نشوند و دانه‌بندی مورد نیاز به هم نخورد.

تواتر نمونه برداری بر اساس نوع و مشخصات سازه باید مطابق با فصل سوم ضابطه ۲-۱۲۰ (آئین‌نامه بتن ایران) باشد.

۶-۲-۱-۴-۳- سبکدانه

سبکدانه‌ها بر اساس نحوه تولید به دو دسته طبیعی و مصنوعی و بر اساس کاربرد به دو دسته سبکدانه سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم می‌شوند.

مشخصات سبکدانه‌ها بسته به کاربرد مورد نظر باید مطابق استانداردهای ملی زیر باشد:

الف- استاندارد ملی ایران ۴۹۸۵، سبکدانه برای بتن سازه‌ای

ب- استاندارد ملی ایران ۱-۱۴۸۷۵، سبکدانه برای بتن، ملات و گروت

پ- استاندارد ملی ایران ۷۶۵۷، سبکدانه برای بلوک‌های بنایی بتنی

۶-۲-۱-۴-۴- آب و یخ

آب مورد مصرف در ساخت بتن و عمل‌آوری باید مطابق با الزامات ارائه‌شده در این بخش و یا استاندارد ملی ایران ۱۴۷۴۸ باشد. الزامات ارائه‌شده برای آب، شامل آب به‌کار رفته در ساخت بتن، یخ مورد مصرف برای سرد کردن بتن یا اجزای آن، آب آزاد موجود در سنگدانه، آب مورد مصرف در کامیون حمل بتن و آب به‌کار رفته در ساخت مواد افزودنی شیمیایی یا دوغاب‌سازی مواد افزودنی معدنی است.

در مواردی که از آب آشامیدنی برای ساخت و عمل‌آوری بتن استفاده می‌شود، اگر آب مزه یا بوی مشخصی نداشته، تمیز و صاف بوده و همچنین شواهدی از تاثیر منفی آن بر مشخصات بتن یافت نشود، نیازی به انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت نیست.

استفاده از آب بازیافت‌شده‌ی کارخانه‌های تولید بتن، به‌تنهایی و یا در ترکیب با آب آشامیدنی یا آب چاه، در تولید بتن مسلح به شرطی مجاز است که مطابق با الزامات ارائه‌شده در این بخش و جدول ۶-۲۷ باشد.

جدول ۶-۲۷- ترکیبات شیمیایی آب بازیافت شده یا ترکیبی

مواد شیمیایی	حداکثر مجاز، ppm	روش آزمایش
حداکثر میزان یون کلرید، برای بتن پیش‌تنیده، عرشه پل و موارد مشابه برای دیگر بتن‌ها در شرایط مرطوب یا قطعات مدفون	۵۰۰ ۱،۰۰۰	ASTM C114 یا استاندارد ملی ایران ۲۳۵۰
سولفات بر حسب SO_4،	۳،۰۰۰	استاندارد ملی ایران۱۶۹۲یا ۲۳۵۳
میزان قلیائیت معادل $Na_2O+0.658K_2O$،	۶۰۰	استاندارد ملی ایران ۱۶۹۵
مجموع مواد جامد،	۵۰،۰۰۰	استاندارد ملی ایران ۲۳۵۵

در صورتی می‌توان از آبی که دارای الزامات ارائه شده دربندهای بالا نباشد، استفاده کرد که بر گیرش، سخت‌شدن، مقاومت، آهنگ رشد مقاومت، تغییر حجم، خوردگی میلگرد و کارایی بتن تأثیر منفی نداشته باشد. بدین منظور باید با ساخت نمونه ملات و خمیر سیمان شاهد با آب مقطر یا آب آشامیدنی و مقایسه آن با ملات و خمیر سیمان حاوی آب مشکوک مورد نظر، موارد زیر را کنترل نمود. توجه شود که طرح مخلوط تا حد امکان مشابه طرح مخلوط بتن کارگاهی بوده و در مخلوط شاهد و مخلوط مورد آزمایش یکسان باشد:

- مقاومت ۷ روزه نمونه حاوی آب غیر آشامیدنی یا غیراستاندارد باید حداقل ۹۰ درصد مقاومت فشاری ملات شاهد باشد.
- زمان گیرش خمیر سیمان حاوی آب مشکوک مورد نظر نباید زودتر از یک ساعت و دیرتر از یک و نیم ساعت نسبت به مخلوط شاهد باشد.
- نباید نتیجه‌ی انبساط به‌دست آمده از آزمایش سلامت سیمان در نمونه ساخته شده با آب مشکوک مورد نظر، از حد مجاز انبساط یا انقباض استاندارد سیمان مورد نظر بیش‌تر باشد.

استفاده از آب دریا در شست‌وشوی سنگدانه‌ها، ساخت و عمل‌آوری بتن مسلح مجاز نمی‌باشد. از آب فاضلاب به شرط آن که اسیدی یا بازی نباشد و میزان ذرات جامد معلق در آن کمتر از ۰/۱ و میزان مواد محلول در آن نیز کمتر از ۰/۱ درصد باشد و یون کلر و سولفات و قلیایی‌های موجود در آن از حد مشخص شده در آیین نامه بتن ایران کمتر باشد، می‌توان استفاده نمود.

۶-۲-۱-۴-۵- مواد افزودنی شیمیایی

اضافه کردن مواد افزودنی شیمیایی (به‌صورت محلول) به مواد سیمانی خشک مجاز نیست. توصیه می‌شود حداکثر میزان مصرف مواد افزودنی شیمیایی به ۵ درصد وزن مواد سیمانی محدود شود.

مواد افزودنی شیمیایی باید با مشخصات ذکر شده در استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد:

الف- ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ب- ماده‌ی افزودنی فوق‌کاهنده‌ی آب یا فوق‌روان‌کننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

پ- ماده‌ی افزودنی نگهدارنده‌ی آب مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ت- ماده‌ی افزودنی حباب‌ساز مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ث- ماده‌ی افزودنی زودگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ج- ماده‌ی افزودنی زودسخت‌کننده (تسریع‌کننده‌ی زمان سخت‌شدگی) مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

چ- ماده‌ی افزودنی دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ح- ماده افزودنی کاهنده‌ی میزان جذب آب مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

خ- ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب/روان‌کننده و دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

د- ماده افزودنی فوق کاهنده‌ی آب/ فوق‌روان‌کننده و دیرگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ذ- ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی آب/روان‌کننده و زودگیرکننده مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ر- ماده‌ی افزودنی اصلاح کننده‌ی گرانروی مطابق استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰

ز- ماده‌ی افزودنی بازدارنده‌ی خوردگی آرماتورها بر اساس استاندارد ASTM C1582.

استفاده از مواد افزودنی حاوی کلرید کلسیم و یا حاوی یون کلرید در ساخت بتن‌آرمه مجاز نمی‌باشد (بر اساس حد تعریف شده در استاندارد ملی ایران).

عملکرد و تاثیر افزودنی‌های شیمیایی بر خواص بتن تازه و سخت‌شده و همچنین سازگاری آن با دیگر مصالح مورد مصرف، باید قبل از به‌کارگیری و با توجه به نتایج آزمایشگاهی به تایید دستگاه نظارت برسد. در صورت استفاده از چند نوع ماده افزودنی شیمیایی در یک طرح مخلوط، باید نحوه‌ی اختلاط آن‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد یک‌دیگر به تایید دستگاه نظارت برسد.

الف) ماده‌ی افزودنی کاهنده‌ی/ فوق‌کاهنده‌ی آب یا روان‌کننده/ فوق‌روان‌کننده

توصیه می‌شود که مواد کاهنده و فوق‌کاهنده‌ی آب به‌صورت محلول در بتن استفاده شود. باتوجه به مقدار کم مصرف آن‌ها، باید تجهیزات اختلاط و نحوه‌ی مصرف به‌گونه‌ای باشد که مواد کاملاً مناسب و یکنواخت در مخلوط پخش شوند. برای مصرف این مواد توصیه می‌شود افزودن آن‌ها همزمان یا پس از اختلاط اولیه تمام مصالح باشد. در اکثر موارد توصیه می‌شود پس از اضافه نمودن مواد افزودنی شیمیایی باید حداقل یک تا یک و نیم دقیقه عمل اختلاط ادامه یابد.

ب) ماده‌ی افزودنی زودگیرکننده

استفاده از آنی‌گیرکننده‌ها در بتن مسلح مجاز نمی‌باشد و در کارهای آب‌بندی به‌محض قطع نشتی باید ملات یا بتن ترمیمی اصلی اجرا شود. استفاده از آنی‌گیرها نقطه‌ی انجماد آب داخل بتن را به میزان چشمگیری کاهش نمی‌دهند.

پ) مواد افزودنی کندگیرکننده

میزان مصرف کندگیرکننده‌ها باید در محدوده‌ی توصیه شده توسط تولیدکننده باشد. مصرف بیش از حد کندگیرکننده می‌تواند موجب اخلال در گیرش، آب انداختگی و جداشدگی بتن گردد. تاخیر در زمان گیرش به‌میزان بیش از ۴ ساعت توصیه نمی‌شود. اگر تبخیر از سطح بتن زیاد باشد و از مواد کندگیرکننده در بتن استفاده شود، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از ترک‌خوردگی به‌ویژه حفاظت از سطح انجام شود.

۶-۲-۱-۴-۶- مواد افزودنی پودری معدنی

الف) مواد جایگزین سیمان

مواد جایگزین سیمان، باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

الف- پوزولان‌های طبیعی مطابق استاندارد ملی ایران ۳۴۳۳

ب- خاکستر بادی مطابق با ASTM C618

پ- دوده‌ی سیلیسی مطابق استاندارد ملی ایران ۱۳۲۷۸

ت- سرباره‌ی کوره‌ی آهنگدازی مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۲۱۳۱۹

مواد جایگزین سیمان باید در محاسبه‌ی نسبت آب به مواد سیمانی درنظر گرفته شوند.

در صورت استفاده از دوده سیلیسی توصیه می‌شود از دوده‌ی سیلیسی به‌صورت دوغاب حاوی فوق‌روان‌کننده استفاده شود. در صورت استفاده از دوغاب دوده‌ی سیلیسی، باید دقت نمود تا مقدار آب و افزودنی‌های موجود در دوغاب در محاسبات طرح مخلوط بتن درنظر گرفته شود.

در سرباره‌های با فعالیت هیدرولیکی کم‌تر (شاخص فعالیت کم‌تر)، درصد جایگزینی زیاد توصیه نمی‌شود.

ب) مواد پودری پُرکننده (نرمه)

محدودیت‌های مواد زیان‌آور نرمه‌ها باید همانند سنگدانه‌های ریز باشد.

استفاده از نرمه در صورتی مجاز است که حاوی مواد مضر (رس و شیل) بیش از حد استاندارد نباشند (استاندارد ملی ایران ۳۰۲). بدین منظور باید از روش استاندارد آزمایش متیلن بلو (استاندارد ملی ایران ۹-۱۰۴۴۷) استفاده نمود. در این استاندارد، حد مجاز به mg/g ۱ محدود شده است. در صورتی‌که از روش استاندارد ASTM C1777 یا AASHTO T330 استفاده شود، حد مجاز باید mg/g ۵ در نظر گرفته شود.

۶-۲-۱-۴-۷- رنگدانه‌ها

مشخصات رنگدانه‌های مصرفی در بتن باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱۲۱۴۹ باشد. رنگدانه‌ها، باید پودرهایی دارای

درجه‌ی نرمی مشابه یا بیش‌تر از سیمان باشند و نباید اثر نامناسب و بیش از حد مجاز بر رشد مقاومت یا میزان حباب هوای عمدی داشته باشند. برای یکنواخت‌شدن رنگ بتن حاوی رنگدانه، توصیه می‌شود از فوق‌روان‌کننده‌ها استفاده شود. رنگدانه‌ها نباید در آب قابل حل باشند، در برابر تابش نور آفتاب تجزیه شوند و یا تغییر رنگ دهند. میزان مصرف رنگدانه در بتن، بسته به نوع و کیفیت رنگدانه در حدود ۲ تا ۱۰ درصد وزن سیمان توصیه می‌گردد.

۶-۲-۱-۴-۸- الیاف

الف) الیاف فولادی

مشخصات الیاف فولادی باید مطابق استاندارد ASTM A820 یا استاندارد ملی ایران ۱۷۶۹۷ باشد. در صورت استفاده از الیاف جهت بهبود خواص مکانیکی بتن، باید نسبت طول به قطر آن حداقل ۵۰ و حداکثر ۱۰۰ باشد.

ب) الیاف شیشه

این الیاف عموماً به سه رده‌ی A (سودا سیلیکات کلسیم و یا شیشه‌ی معمولی) ، E (بروسیلیکات) و AR (مقاوم در محیط قلیایی) تقسیم می‌شوند. نوع E در محیط قلیایی با دوام نیست و نباید در بتن به‌کار رود، گونه‌ی A تاحدی می‌تواند مقاوم باشد، ولی نوع AR در داخل بتن از دوام خوبی برخوردار است. ویژگی‌های الیاف شیشه پایا در بتن باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۷۵۴۰ باشد.

پ) الیاف پلیمری

متداول‌ترین الیاف‌های پلیمری مجاز برای مصرف در بتن عبارت از: آکریلیک، آرامید، نایلون، پلی‌استر، پلی‌پروپیلن، پلی‌وینیل الکل و پلی‌اتیلن می‌باشد.

با توجه به تاثیر متفاوت انواع الیاف پلیمری، باید قبل از مصرف، تاثیر آن بر خواص فیزیکی و مکانیکی بتن مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گیرد و به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۶-۲-۱-۴-۹- میلگرد و فولادهای مسلح کننده

مشخصات میلگردها و فولادهای مسلح کننده باید مطابق الزامات مشخص شده در استانداردهای زیر باشند:

الف- میلگردهای فولادی گرم نورد شده ساده و آجدار مطابق استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲؛

ب- سیم‌های فولادی نورد سرد ساده و آجدار مطابق استاندارد ملی ایران ۱۱۵۵۸.

۶-۲-۱-۴-۱۰- قطعات مدفون در بتن

قطعات مدفون در بتن نباید برروی مقاومت سازه و یا ضد آتش بودن آن اثرات عمده داشته باشند. جنس قطعات مدفون نباید برروی بتن و یا آرماتور اثرات نامطلوب بگذارد. در صورت استفاده از قطعات مدفون از جنس آلومینیم، این قطعات باید دارای پوشش مناسب برای جلوگیری از واکنش بین بتن و آلومینیم باشند.

۶-۲-۱-۵- حمل و نگهداری مصالح

۶-۲-۱-۵-۱- سیمان پرتلند

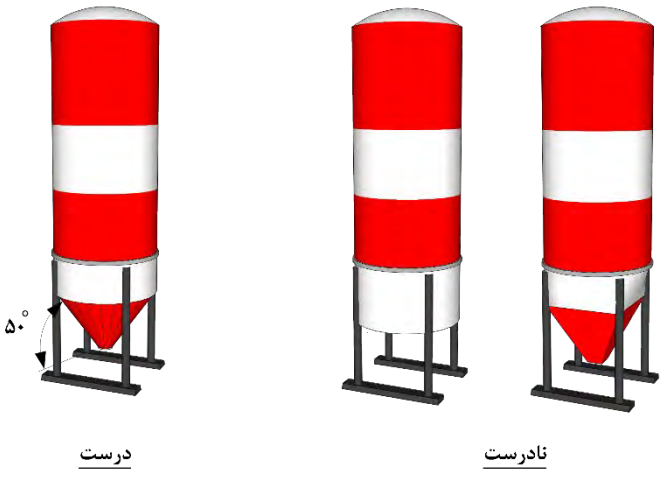
نگهداری سیمان به‌صورت فله یا پاکتی مجاز می‌باشد. در هر صورت، مشخصات انواع سیمان باید به شکل قابل استنادی مشخص باشد؛ در سیمان‌های پاکتی باید نوع و تاریخ تولید بر روی پاکت (با توجه به الزامات نشانه‌گذاری استاندارد و همچنین بارنامه) درج شود و در سیمان‌های فله نیز در بارنامه و دیگر مدارک و مستندات، نوع و تاریخ تولید سیمان باید قید شده باشد.

در صورت نگهداری درازمدت سیمان فله باید با آزمایش از کیفیت مورد قبول سیمان اطمینان حاصل شود. در هر صورت باید توجه داشت که نگهداری طولانی‌مدت سیمان می‌تواند باعث تغییر مشخصات و افت کیفیت آن شود.

در این گونه موارد توصیه می‌شود انواع مختلف سیمان فله‌ای، باید در سیلوها یا مخازن جداگانه‌ای نگهداری شوند. همچنین سیمان‌های فله‌ای که از یک نوع، ولی از کارخانه‌های مختلف تهیه شده‌اند نیز تا حد امکان باید به‌صورت جداگانه نگهداری شوند. سیلوها یا مخازن نگهداری سیمان باید به نحو مناسبی نشانه‌گذاری شوند. نشانه‌گذاری باید نشان دهنده نوع سیمان و نام کارخانه تولید کننده آن باشد. سیلو یا مخازن نگهداری باید مطابق استاندارد ملی ایران ۲۷۶۱ بوده و به‌گونه‌ای طراحی شوند که به‌خصوص در قسمت خروجی، سیمان به راحتی بتواند از آن خارج شود.

توصیه می‌گردد برای انبار کردن سیمان فله‌ای موارد زیر رعایت شوند:

الف- سطح داخلی سیلو کاملاً صاف باشد تا تخلیه ذرات سیمان به راحتی انجام گیرد. شیب قسمت مخروطی سیلو حداقل ۵۰ درجه باشد تا به مرور زمان ذرات سیمان به دیواره اطراف سیلو نچسبد. توصیه می‌شود هر چند وقت یک بار با فشار هوا، سیلو تمیز شود. شکل ۶-۱، شکل هندسی سیلو را به صورت درست و نادرست نشان داده شده است.



شکل ۶-۱- شکل هندسی سیلوی سیمان

ب- سیمان فله را باید در سیلوهای فلزی استاندارد انبار کرد و از انبار کردن آن در سیلوهای غیر استاندارد و انبارهای ساخته شده با مصالح بنایی خودداری نمود.

پ- سطح انتهای قیف باید حدود ۱/۵ متر از زمین فاصله داشته و قطر آن حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

ت- ارتفاع کل سیلو از سطح زمین باید به ۱۵ متر محدود شود تا بتوان با وسایل موجود آن را پر نمود و فشار وارد بر سیمان‌های زیرین افزایش نیابد.

ث- دمای سیمان هنگام تحویل از کارخانه و یا زمان حمل به کارگاه باید محدود شود تا دمای سیمان قبل از مصرف (در بتن‌های معمولی) بیش از ۷۵ درجه سانتی‌گراد نباشد.

سیمان‌های پاکتی نیز طی زمان و در تماس با هوا و رطوبت دچار هوازدگی و افت کیفیت می‌شوند. در کارگاه‌هایی که کارهای پراکنده دارند و مقادیر اندک سیمان در نقاط مختلف مورد نیاز است، و اجباراً باید کیسه‌های سیمان را در فضای باز انبار نمود، سیمان باید روی سکویی که حداقل از کف زمین اطراف خود ۱۰ سانتیمتر بالاتر و از نفوذ آب و رطوبت محافظت شده، نگهداری شود. کیسه‌های چیده شده بر روی هم باید با روکش برزنتی یا پلاستیکی پوشیده شده و لبه‌های پوشش به اندازه کافی هم پوشانی داشته باشند و در بالا و اطراف، اجسام سنگینی مانند آجر یا سنگ روی آن‌ها قرار داده شود. در هر حال نگهداری سیمان نباید برای مدت طولانی ادامه داشته باشد.

در سایر کارگاه ها که قرار است سیمان پاکتی مصرف شود، کیسه‌های سیمان باید در انبارهای مخصوصی نگهداری شوند. سقف، دیوار و کف انبار باید کاملاً نم‌بندی شده و رعایت حداقل فاصله ۱۰ سانتی‌متری از دیوارها و کف نیز به‌منظور جلوگیری از تماس با رطوبت و همچنین امکان گردش هوا رعایت شود. توصیه می‌شود در مناطق مرطوب تا حدامکان پاکت‌ها به هم بچسبند تا امکان گردش هوا و تماس با رطوبت کاهش یابد.

با توجه به حساسیت سیمان‌های پاکتی به رطوبت محیط، زمان نگهداری آن‌ها باید کوتاه تر از سیمان فله‌ای (نگهداری شده در سیلو) باشد و در شرایط مرطوب، حداکثر به ۶ هفته و در شرایط خشک به ۱۲ هفته از تاریخ تولید محدود شود.

حداکثر تعداد پاکت‌هایی که می‌توان سیمان‌های رده مقاومتی ۳۲۵ و کمتر را روی هم قرار داد، برای مدت زمان حداکثر ۱۲ هفته، در مناطق خشک ۱۲ ردیف و در مناطق مرطوب برای حداکثر زمان ۶ هفته، ۸ ردیف است. تعداد ردیف‌های مجاز باید بر حسب رده مقاومتی بالاتر سیمان‌ها و آهنگ کسب مقاومت سریع‌تر یا زمان گیرش کم‌تر، به تعداد کم‌تری محدود شود. این مقدار باید با تأیید دستگاه نظارت تعیین شود.

انبارکردن سیمان‌های پاکتی باید به‌گونه‌ای باشد تا سیمان‌هایی که از یک نوع و یک کارخانه هستند روی هم قرارگیرند. همچنین چیدمان انباشته‌های سیمان به‌گونه‌ای بر اساس زمان تولید و حمل به کارگاه تنظیم شود تا ابتدا سیمان‌هایی که زودتر تولید شده‌اند، مصرف شوند.

استفاده از سیمان‌های دارای کلوخه در بتن‌های سازه‌ای مجاز نیست، مگر در مواردی که کلوخه‌های سست که بر اثر تماس رطوبت در طول مدت نگهداری سیمان تشکیل می‌شوند، با کمی فشار بین انگشتان خُرد شوند. در این موارد، باید

با آزمون بر اساس افت ناشی از سرخ شدن و زمان گیرش، نشان داده شود که سیمان الزامات استاندارد را برآورده می‌نماید. در صورت درخواست دستگاه نظارت باید آزمایش مقاومت فشاری ملات ماسه سیمان انجام شود. در این صورت باید پس از خُردکردن کامل کلوخه‌ها و یا عبور از الک مناسب، از سیمان مورد نظر استفاده نمود. در صورتی‌که کلوخه‌های سُست به‌دلیل فشار کیسه‌های بالایی ایجاد شده باشند و با یک یا دو بار غلتاندن کیسه‌ها به‌راحتی از بین بروند، استفاده از سیمان مورد نظر پس از حذف یا خرد شدن کلوخه‌ها مجاز است.

چنانچه به هردلیل نسبت به کیفیت سیمان (به‌دلیل مدت زمان زیاد نگهداری، وجود کلوخه و موارد مشابه) تردید وجود داشته باشد، باید آزمایش‌های مورد نیاز، از جمله: افت ناشی از سرخ شدن، زمان گیرش (و آزمایش مقاومت فشاری ملات ماسه- سیمان استاندارد به‌عنوان آزمایش اختیاری)، را بر اساس نظر دستگاه نظارت انجام داد.

۶-۲-۱-۵-۲- سنگدانه

سنگدانه‌های ریز و درشت و سنگدانه‌هایی که دارای جنس، نوع و دانه‌بندی متفاوتی هستند باید به‌صورت جداگانه انبار و نگهداری شوند و تمهیدات لازم جهت جلوگیری از اختلاط و تغییر در دانه‌بندی آن‌ها (به‌دلیل خردشدن یا جداشدگی به‌خصوص در سنگدانه‌های درشت و جداشدگی ذرات ریز بر اثر وزش باد) به اجرا درآید.

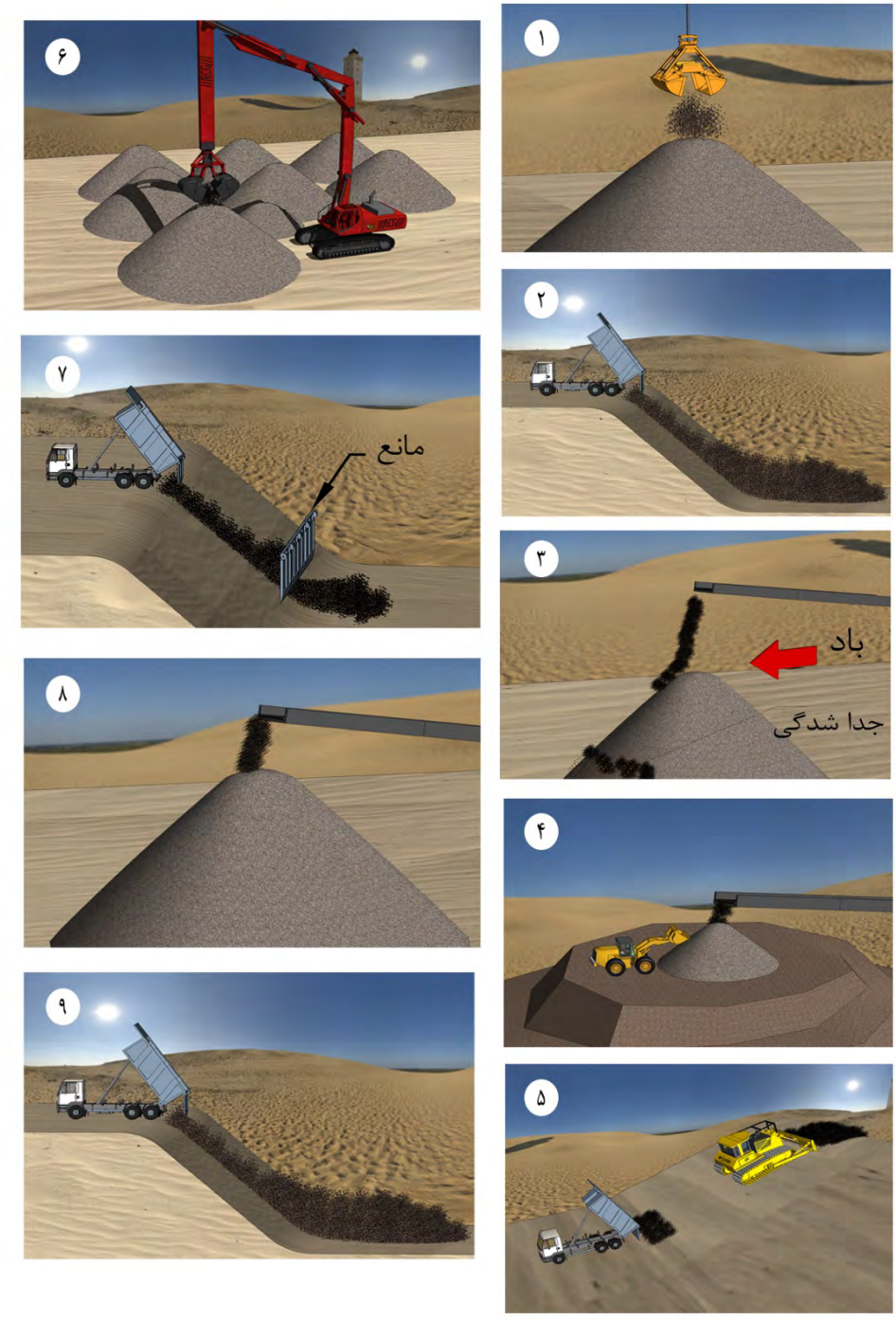
تمام مراحل بارگیری، حمل و جابجایی سنگدانه‌ها باید با ماشین‌آلات مناسب انجام شود، به‌گونه‌ای که از جداشدگی و آلودگی به مصالح دیگر یا مواد مضر جلوگیری شود.

به‌منظور جلوگیری از جداشدگی سنگدانه‌ها و به‌خصوص سنگدانه‌های درشت در هنگام انبار کردن، نباید سنگدانه‌ها را در انباشته‌های مخروطی به ارتفاع و شیب زیاد نگهداری کرد. سنگدانه‌ها باید در سطوحی وسیع و به‌صورت لایه‌ای پخش و نگهداری شوند. در شکل ۶-۲، تصاویر۶ ،۷ و ۸ نحوه انبار و نگهداری درست سنگدانه‌ها و بقیه تصاویر نحوه نادرست را نشان می‌دهند.

عبور کامیون از بالای انباشته و تخلیه سنگدانه‌ها در انتهای آن مجاز نیست، زیرا سبب جدا شدن دانه‌ها می‌گردد. توصیه می‌شود لودر از کنار انباشته و از قسمت بالا به پایین، سنگدانه‌ها را برداشت نماید و تمام لایه‌های افقی به طور همزمان مورد استفاده قرار گیرند. به‌طور کلی کامیون‌ها و لودرها نباید بر روی انباشته رفت‌وآمد کنند، زیرا نه تنها باعث شکستن سنگدانه‌ها می‌شوند، بلکه مواد مضر و آلوده را نیز به آن منتقل می‌کنند.

به‌منظور کاهش احتمال جداشدگی و همچنین کنترل بهتر کیفیت بتن در سنگدانه‌های کوچک‌تر از ۲۰ میلی‌متر، نسبت حداکثر اندازه اسمی به حداقل اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از ۴ بیش‌تر و در سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۰ میلی‌متر نیز این نسبت نباید از ۲ بیش‌تر شود.

محل نگهداری سنگدانه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی و آماده شود که مانع از ورود مواد مضر یا آلاینده‌ها (از جمله خاک)، شده و ضمناً امکان زهکشی آب را فراهم نماید.



شکل ۶-۲- روش‌های صحیح و غلط انبار و نگهداری سنگدانه

استفاده از سنگدانه‌های یخزده و یا دارای کلوخه‌های یخ و برف در بتن مجاز نیست، مگر اینکه قبل از اختلاط با سیمان، با استفاده از روش‌های گرمایشی مناسب از بین بروند. در این موارد باید تغییرات رطوبت سنگدانه‌ها به‌دلیل وجود یخ یا برف در محاسبات مقدار رطوبت سنگدانه‌ها و اصلاح مقدار آب مصرفی در نظر گرفته شود.

نگهداری سنگدانه‌ها در هوای گرم باید به‌گونه‌ای باشد که دمای سنگدانه‌ها قبل از مصرف در بتن از ۵۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز ننماید. در این خصوص استفاده از سایه‌بان، انبارهای سرپوشیده و یا پوشش‌های مناسب به‌ویژه برای

سنگدانه‌های درشت و خشک توصیه می‌شود. ماسه‌های خیس معمولاً دچار افزایش دمای جدی نمی‌شوند، زیرا در اثر تبخیر آب از سطح آن‌ها کاهش دما اتفاق می‌افتد. استفاده از روش پاشش آب یا غوطه‌وری در آب خنک، برای خنک کردن سنگدانه‌های درشت مجاز می‌باشد.

در هنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارد شده به کارگاه، باید ویژگی‌های ظاهری آن‌ها مانند حداکثر اندازه، شکل دانه‌ها و آلودگی به ناخالصی‌ها مورد توجه قرار گیرد. باید از قبول محموله‌هایی که با الزامات تعیین شده انطباق ندارند و یا با محموله‌های مورد تائید قبلی، تفاوت فاحشی دارند، موقتاً جلوگیری شود تا پس از بررسی بیشتر، اظهار نظر قطعی ارایه شود.

سنگدانه‌های درهم به‌شدت مستعد جداشدگی هستند، بنابراین باید در حمل و ریختن آن‌ها در انباشته‌ها دقت زیادی اعمال نمود و از انباشتن آن‌ها در ارتفاع زیاد و به‌صورت مخروطی پرهیز کرد.

۶-۲-۱-۵-۳- سنگدانه بازیافتی و بازفرآوری شده

نگهداری و انبارکردن سنگدانه‌های بازیافتی و بازفرآوری شده همانند سنگدانه‌های معمولی است. محل نگهداری و انبار این سنگدانه‌ها باید جدا از سنگدانه‌های معمولی باشد.

۶-۲-۱-۵-۴- سبکدانه

سبکدانه‌ها باید در برابر آلودگی‌ها و رطوبت محیطی محافظت شوند. به‌دلیل اینکه سبکدانه‌ها شکننده و کم مقاومت‌تر از سنگدانه‌های طبیعی هستند، در حمل، نگهداری و مصرف آن‌ها باید از خردشدن آن‌ها جلوگیری شود. به‌دلیل سبک بودن سبکدانه‌ها باید در هنگام انبار کردن و نگهداری آن‌ها مراقبت لازم جهت جلوگیری از جداشدگی ذرات انجام پذیرد.

۶-۲-۱-۵-۵- آب و یخ

در هر کارگاه ساختمانی، ذخیره سازی آب باید چنان باشد که همواره به اندازه کافی آب در دسترس قرار گیرد تا چنانچه تأمین آب از منبع اصلی به هر علتی دچار اشکال گردد، آب مورد نیاز کارگاه تأمین و برای مصارف ضروری، آب وجود داشته باشد.

در جابه‌جا کردن آب از منبع اصلی و در ذخیره سازی آن باید نهایت مراقبت به عمل آید تا از آلودگی آب به مواد مضر جلوگیری شود. همچنین از ورود مواد آلوده به منابع ذخیره آب در کارگاه باید ممانعت به عمل آید، به نحوی که ویژگی‌های آب تغییر نیابد.

به‌منظور جلوگیری از ایجاد خزه، جلبک و ماناب توصیه می‌شود از سیستم چرخش آب استفاده شود. همچنین لازم است هر از چند گاهی مخزن آب، مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت نیاز، پاک‌سازی شود. آب حاوی با خزه و جلبک می‌تواند باعث هوازایی نامطلوب و کاهش مقاومت و دوام بتن گردد.

توصیه می‌شود از مخازن مدفون در زمین یا دارای عایق، در تابستان و زمستان، که از تغییرات شدید دمای آب در طول شبانه روز جلوگیری می‌کنند، استفاده شود. این منابع به‌ویژه در مناطقی که دارای خاک نامناسب و آلوده به املاح

و مواد مضر هستند، باید کاملاً آب بندی شوند تا مواد مضر موجود در خاک و آب‌های زیرزمینی نتوانند به این منابع نفوذ کنند و موجب آلودگی آب شوند.

۶-۲-۱-۵-۶- مواد افزودنی شیمیایی

ظروف نگهداری مواد افزودنی باید دارای برچسب مشخصات باشند، به‌گونه‌ای که به‌طور کامل قابل رویت باشند. تاریخ مصرف با توجه به نوع ماده‌ی افزودنی متفاوت است و باید با توجه به دستورالعمل‌های تولیدکننده رعایت گردد.

مواد افزودنی مایع، باید در مقابل یخ زدن و کاهش شدید دما محافظت شوند. مواد افزودنی پودری، حساسیت بیش‌تری به رطوبت دارند و باید در کیسه یا ظروف ضد رطوبت بسته‌بندی شوند. برخی از مواد افزودنی، به نور خورشید حساس هستند و باید دور از تابش مستقیم نور خورشید انبار شوند. دمای زیاد نیز می‌تواند به تسریع در فساد مواد افزودنی (به‌ویژه مواد مایع) منجر شود. مواد افزودنی مایع، باید قبل از مصرف به نحو مناسب هم زده شوند.

۶-۲-۱-۵-۷- مواد افزودنی پودری معدنی

الف) مواد جایگزین سیمان

نگهداری دوده‌ی سیلیسی و پوزولان‌ها به‌غیر از خاکستر بادی نوع C و سرباره، به مدت طولانی مجاز است. البته استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب (برای کاهش احتمال کلوخه شدن و تغییرات شدید رطوبتی) توصیه می‌شود. سرباره و خاکستر بادی نوع C را باید مشابه سیمان نگهداری کرد.

ب) مواد پودری پُرکننده (نرمه)

نحوه‌ی نگهداری پودرهای پُرکننده، مانند سنگدانه‌ها و دوده‌ی سیلیس است. استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب (برای کاهش احتمال کلوخه شدن و تغییرات شدید رطوبتی) ضرورت دارد.

پودرهای پرکننده به علت ریزی زیاد، در اثر رطوبت به‌راحتی کلوخه می‌شوند و استفاده از آن‌ها در محل، انبار کردن و پخش شدن آن‌ها در بتن نیازمند تمهیداتی خاص است. به همین دلیل استفاده از سایبان و جلوگیری از تماس مستقیم با رطوبت و جریان آب در محل انبارش و همچنین اصلاح رطوبت بتن بر اساس رطوبت موجود در پودر پرکننده (همانند سنگدانه‌های درشت و ریز) الزامی است.

۶-۲-۱-۵-۸- رنگدانه‌ها

برای نحوه‌ی نگهداری رنگدانه‌ها باید به دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود.

۶-۲-۱-۵-۹-الیاف

بسته‌های حاوی الیاف باید دور از رطوبت نگهداری شوند. الیاف پلیمری باید دور از تابش مستقیم آفتاب نگهداری شوند.

۶-۲-۱-۶- تعیین نسبت‌ها و مقادیر مخلوط بتن (طرح مخلوط)

طرح مخلوط بتن، فرآیند تعیین نسبت‌ها و مقادیر اجزای بتن است، به نحوی که بتن تولید شده تا حد امکان مقرون به‌صرفه بوده و الزامات مورد نیاز را تأمین کند. این الزامات بسته به الزامات خواسته شده می‌تواند «مقاومت محور» و یا «دوام محور» باشد. اگرچه در هر یک از موارد مذکور، خواسته‌ها یا محدودیت‌های دیگر از جمله میزان روانی نیز می‌تواند مدنظر باشد، ولی همان‌گونه که در عنوان هر یک مشخص است، پارامتر مقاومت و یا دوام، پارامتر اصلی و تعیین کننده طرح مخلوط خواهد بود.

توصیه می‌شود تعیین نسبت‌ها و مقادیر اجزای بتن بیشتر بر اساس روابط تجربی و به مقدار کمتری با استفاده از روابط ریاضی و نظری انجام شود. با این وجود استفاده از روابط نظری طرح مخلوط نیز مجاز می‌باشد. برای تعیین نسبت‌های نهایی، باید ساخت مخلوط‌های آزمایشی و تنظیم نسبت‌ها و مقادیر در دستور کار قرار گیرد. روابط تجربی، به طور معمول باید به‌عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرند و مخلوط‌های آزمایشی بر اساس این روابط ساخته شوند. در صورت مغایر بودن ویژگی‌های بتن تازه و سخت شده مخلوط‌های آزمایشی با مشخصات مورد نظر، باید در طرح مخلوط تجدید نظر به‌عمل آید.

با توجه به اینکه روش‌های رایج طرح مخلوط بتن عمدتاً بر اساس مشخصات مصالح مورد استفاده در کشور یا مناطق مشخصی، ارائه و توسعه یافته‌اند و در آن‌ها، شرایط فنی و اجرایی خاص آن کشور یا منطقه خاص نیز لحاظ شده است، توصیه می‌شود برای تعیین نسبت‌های اختلاط بتن، از روش ملی طرح مخلوط بتن (نشریه شماره ض ۴۷۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) استفاده شود.

۶-۲-۱-۶-۱- فرآیند طرح مخلوط

عوامل اصلی که باید در تعیین نسبت‌های مخلوط در نظر گرفته شوند، شامل: الزامات مقاومتی، الزامات دوام، الزامات حرارتی قطعه، روش‌های تراکم و روش انتقال می‌باشد. در هر صورت طرح مخلوط باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۶-۲-۱-۶-۲- مبانی طرح مخلوط بتن

برای طرح مخلوط بتن، ابتدا باید خواسته‌ها و مشخصات فنی بتن مطلوب، شامل مقاومت فشاری مشخصه، روانی و کارآیی بتن در پای کار و دوام بتن بر اساس، «ضوابط تجویزی» مانند نسبت آب به سیمان یا مواد سیمانی، حداقل یا حداکثر عیار سیمان یا مواد سیمانی، نوع سیمان یا «ضوابط عملکردی» را فهرست نمود. باید نیازهای اجرایی و اطلاعات آماری و غیرآماری مربوط به ساخت و کنترل بتن از پیش توسط مشاور تعیین شده باشد. انحراف معیار مقاومتی یا دوامی بتن و یا شرایط ساخت و رتبه‌بندی کارگاه باید مشخص شده باشد تا امکان محاسبه مقاومت فشاری هدف یا دوام، هدف طرح مخلوط فراهم آید. همچنین با توجه به شرایط محیطی و وسایل حمل و فاصله زمانی ساخت تا مصرف بتن، روانی

بتن در هنگام ساخت با منظور نمودن افت روانی، باید به‌عنوان یک نیاز اجرایی در نظر گرفته شود. سایر ملاحظات باید توسط مشاور تعیین گردد.

الف) مقاومت فشاری مشخصه بتن

تغییر سن مقاومت مشخصه باید توسط مشاور تعیین شده باشد و به وضوح در مدارک پروژه مانند نقشه و مشخصات فنی خصوصی قید گردد. در صورت عدم اظهار سن مقاومت مشخصه و یا فقط ذکر رده‌ی بتن، سن مزبور ۲۸ روز خواهد بود. در این صورت با توجه به نوع سازه، نوع سیمان، مواد پوزولانی و سرباره‌ی مصرفی یا فاصله‌ی زمانی اجرا تا بهره‌برداری، نمی‌توان سن مقاومت مشخصه را بدون اخذ مجوز از دستگاه نظارت در حین ساخت تغییر داد.

مقاومت فشاری مشخصه بتن، باید با آزمایش آزمونه‌های استوانه‌ای به قطر اسمی ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر و با ارتفاع به ترتیب ۳۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌متر که طبق استانداردهای زیر تهیه و نگهداری شده و در سن ۲۸ روزه آزمایش می‌شود، تعیین گردد:

الف- نمونه‌برداری استاندارد ملی ایران ۱-۳۲۰۱

ب- تهیه و نگهداری آزمونه‌ها استاندارد ملی ایران ۲-۱۶۰۸ یا ۳۲۰۵

پ- تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌ها استاندارد ملی ایران ۳-۱۶۰۸ یا ۶۰۴۸ و ۳۲۰۶

مقاومت فشاری مشخصه بتن باید با توجه به الزامات زیر در نظر گرفته شود:

الف- حداقل مقاومت فشاری که مبنای تحلیل و طراحی سازه قرار گرفته و توسط مشاور تعیین شده باشد.

ب- حداقل مقاومت فشاری لازم برای تامین دوام بتن.

برای بتن‌های رده‌ی C25 و بالاتر، تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن باید با مطالعات آزمایشگاهی و ساخت مخلوط‌های آزمایشی انجام پذیرد. طرح مخلوط بتن باید قبل از شروع عملیات اجرایی به همراه مستندات و نتایج آزمایشگاهی مصالح مصرفی و بتن ساخته شده به تصویب دستگاه نظارت برسد.

برای بتن‌های رده‌ی C20 و پایین‌تر استفاده از مقادیر نسبت‌های مخلوط بتن را به کمک یکی از روش‌های رایج یا روش تجربی، بدون ساخت مخلوط آزمایشگاهی، مشروط بر اینکه مصالح مصرفی منطبق بر استاندارد و الزامات فنی-اجرایی پروژه بوده و محدودیت‌های خاصی مانند نسبت آب به مواد سیمانی، کارایی و روانی، حداکثر اندازه و شکل سنگدانه‌ها برای بتن تعیین نشده باشد، مجاز است. در این خصوص استفاده از مقادیر ارائه شده در جدول۶-۲۸ توصیه می‌شود.

برای بتن‌های رده‌ی C12 و پایین‌تر تعیین مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن بر اساس تجارب قبلی و بدون مطالعه‌ی آزمایشگاهی مجاز می‌باشد. در این خصوص توصیه می‌شود از مقادیر ارائه شده در جدول ۶-۲۸ نیز استفاده گردد.

جدول ۶-۲۸- مقادیر تقریبی پیشنهادی نسبت‌های اختلاط بتن

رده مقاومتی بتن	رده اسلامپ	مقادیر اجزا تشکیل دهنده بتن، کیلوگرم بر مترمکعب			
		سیمان	سنگدانه درشت (شن)	سنگدانه ریز (ماسه)	آب
C20	S1	۲۴۰	۷۲۰	۱۱۷۰	۱۶۰
	S2	۲۶۵	۶۸۰	۱۱۶۰	۱۷۵
	S3	۲۹۰	۶۶۰	۱۱۲۰	۱۹۰
C16	S1	۲۱۵	۷۱۰	۱۲۱۰	۱۶۰
	S2				۱۸۰
	S3				۱۹۵
C12	S1	۲۱۵	۷۰۵	۱۲۰۰	۱۶۵
	S2				۱۸۵
	S3				۲۰۰
C10	S1	۲۰۶	۶۹۰	۱۲۲۰	۱۶۵
	S2				۱۸۵
	S3				۲۰۰

مقادیر ارایه شده در این جدول تنها جنبه راهنمایی داشته و به‌صورت تقریبی است و با فرض استفاده از سیمان پرتلند نوع ۱ یا ۲ و رده مقاومتی سیمان ۳۲۵ (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۹)، حداکثر اندازه سنگدانه ۱۹ میلی‌متر و سنگدانه ریز رودخانه‌ای گردگوشه مطابق دانه‌بندی نوع استاندارد ملی ایران ۳۰۲ و سنگدانه درشت رودخانه‌ای شکسته یا نیم شکسته یا سنگدانه کوهی تیزگوشه با دانه بندی نوع استاندارد ملی ایران ۳۰۲ ارایه شده است.
مقدار آب (آب آزاد)، با فرض اشباع با سطح خشک (SSD) سنگدانه درشت و ریز و دستیابی به رده اسلامپ مشخص شده ارایه شده است و در صورتی که رطوبت سنگدانه‌ها کمتر یا بیشتر از رطوبت وضعیت SSD باشد باید متناسباً مقدار آب مصرفی و مقادیر سنگدانه ریز و درشت اصلاح شود.

برای بتن‌های رده C50 و بالاتر و نیز بتن‌های خاص، طرح مخلوط باید به تصویب دستگاه نظارت برسد.

ب) دوام مشخصه بتن

دوام بتن، عملکرد بتن در شرایط محیطی رویارو با آن می‌باشد و در افزایش عمر مفید پیش‌بینی شده آن، بسیار حایز اهمیت است. بنابراین مقادیر و نسبت‌های اجزای مخلوط که در این روش به دست می‌آید، باید با مقادیر و نسبت‌های مجاز در مشخصات فنی خصوصی و همچنین آئین‌نامه بتن ایران، حسب مورد مقایسه گردد.

توصیه می‌شود دوام مورد نظر توسط مشاور با محدود کردن حداکثر نسبت آب به سیمان یا نسبت آب به مواد سیمانی، تعیین حدود حداقل و یا حداکثر مقدار سیمان، ایجاد محدودیت در نوع سیمان و یا مواد افزودنی معدنی و هم‌چنین درصد هوا در طرح مخلوط بتن، به‌صورت تجویزی تعیین گردد.

دوام مشخصه‌ی بتن، بر اساس آزمایش‌های مشخص شده دربخش دوام این فصل، و یا مشخصات فنی پروژه باید مشخص شود. مقادیر حاصل از آزمایش‌ها باید حداکثر ۵± درصد با نتایج اندازه‌گیری شده روی آزمونه‌های استاندارد بتن که در حین ساخت سازه برداشته می‌شوند، تفاوت داشته باشد.

پ) حاشیه ایمنی

به دلیل تغییرات در مشخصات بتن، که می‌تواند ناشی از غیریکنواختی احتمالی در کیفیت اجزای بتن و تغییرات کمی مقادیر و نسبت‌های اجزا به دلیل عدم دقت در ساخت بتن باشد، مخلوط بتن باید طوری طرح گردد و یا نسبت‌ها و مقادیر اجزای بتن به گونه‌ای انتخاب شوند که نسبت به مشخصه مورد نظر (هدف) دارای حاشیه ایمنی باشد. در این

بخش هر جا صحبت از حاشیه ایمنی می‌شود، منظور حاشیه ایمنی مقاومت فشاری است مگر به‌طور خاص «حاشیه ایمنی دوام» در مشخصات فنی ذکر شده باشد. توصیه می‌شود حاشیه ایمنی مقاومت بر اساس اطلاعات آماری تعیین گردد. روش تعیین حاشیه ایمنی در فصل پنجم جلد دوم آئین‌نامه بتن ایران شرح داده شده است.

ت) روانی

برای سنجش روانی بتن با روانی معمول، باید از آزمایش اسلامپ و برای بتن‌های خودتراکم از آزمایش جریان اسلامپ استفاده شود. در صورتی که در مشخصات طرح، کارآیی یا روانی خاصی توسط مشاور ارائه نشده باشد توصیه می‌شود با توجه به نوع بتن، نوع وسیله‌ی حمل و ریختن، ابعاد و طرز قرارگیری عضو و ضخامت آن، انبوهی و درهمی میلگردها و امکانات تراکمی موجود، کارآیی یا روانی طبق اطلاعات و راهنمایی‌های جداول ۶-۲۹ الی ۶-۳۳، انتخاب گردد.

جدول ۶-۲۹- راهنمای اولیه برای انتخاب کارایی و روانی بتن معمولی (اسلامپ)

رده‌ی اسلامپ	بازه‌ی اسلامپ، میلی‌متر	موارد کاربرد
S1 (۱)	۱۰-۴۰	قطعات حجیم یا نیمه‌حجیم غیرمسلح یا کم‌میلگرد که با جام یا وسایل مشابه ریخته می‌شود و با وسایل تراکمی لرزشی پرقدرتی متراکم می‌گردد. بافت دانه‌بندی خیلی درشت تا درشت.
S2	۵۰-۹۰	قطعات تیر و دال با حجم میلگرد کم تا متوسط و شالوده‌هایی با حجم میلگرد متوسط که با وسایلی به‌جز پمپ و لوله ریخته شده و از وسایل تراکمی لرزشی با قدرت متوسط برای آن استفاده می‌شود. بافت دانه‌بندی درشت تا متوسط.
S3	۱۰۰-۱۵۰	قطعات دیوار، ستون با حجم میلگرد متوسط یا تیر و دال، شالوده‌ی نازک با حجم میلگرد زیاد و همه‌ی بتن‌هایی که با پمپ و لوله ریخته می‌شوند و برای آن‌ها از وسایل تراکمی لرزشی با قدرت متوسط یا کم استفاده می‌شود. بافت دانه‌بندی متوسط تا ریز.
S4 (۲)	۱۶۰-۲۱۰	قطعات دیوار و ستون نسبتاً نازک با حجم میلگرد زیاد و بتن‌هایی که با پمپ و لوله در قطعات پرمیلگرد ریخته می‌شود و برای مواردی که از وسایل تراکمی لرزشی ضعیف یا دستی استفاده شده و یا بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی و بدون تراکم انجام می‌شود. بافت دانه‌بندی ریز.

(۱) رده‌ی S0 با اسلامپ کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر برای قطعات پیش‌ساخته به‌کار می‌رود که با وسایل تراکمی خاص متراکم شده و برای قطعات سازه‌ای درجا کاربردی ندارد. برای این بتن‌ها آزمایش اسلامپ اعتبار ندارد و باید از آزمایش‌های دیگر استفاده شود.

(۲) کنترل روانی بتن‌هایی با اسلامپ بیش‌تر از ۲۱۰ میلی‌متر با آزمایش اسلامپ تقریباً امکان‌پذیر نمی‌باشد و باید ازجدول، رده‌ی SF0 استفاده شود.

جدول ۶-۳۰- راهنمای اولیه برای انتخاب کارآیی و روانی بتن‌های آسان‌تراکم و خودتراکم (جریان اسلامپ)

رده‌ی جریان اسلامپ	بازه‌ی جریان اسلامپ، میلی‌متر	موارد کاربرد
SF0	۴۵۰-۵۵۰	برای قطعات نازک یا با حجم میلگرد زیاد و وسایل تراکمی ضعیف، بتن آسان تراکم (ECC)، بافت دانه‌بندی ریز تا خیلی ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۲۰ میلی‌متر و گاه تا ۲۵ میلی‌متر.
SF1	۵۵۰-۶۵۰	برای قطعات نازک یا با حجم میلگرد خیلی زیاد با پیچیدگی کم در قالب بندی و حرکت افقی محدود تا ۵ متر، بافت دانه‌بندی خیلی ریز، یا امکان تراکم وجود ندارد، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۲۰ میلی‌متر یا کم‌تر.
SF2	۶۵۰-۷۵۰	برای قطعات خیلی نازک یا با حجم میلگرد خیلی زیاد، دارای پیچیدگی در قالب بندی و حرکت افقی تا ۱۰ متر، بافت دانه‌بندی فوق العاده ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۱۲/۵ میلی‌متر یا کم‌تر و عدم امکان تراکم.
SF3 (۱)	۷۵۰-۸۵۰	برای قطعات خیلی نازک یا با حجم میلگرد فوق‌العاده زیاد، دارای پیچیدگی زیاد در قالب‌بندی و حرکت افقی تا ۱۰ متر، بافت دانه‌بندی فوق‌العاده ریز، حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی ۱۲/۵ میلی‌متر یا کم‌تر و عدم امکان تراکم.

(۱) به‌کارگیری رده‌ی SF3 به‌خاطر مشکلات طرح مخلوط بتن و جلوگیری از جداشدگی و آب‌انداختن نیاز به تدابیر خاص دارد و حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی آن نیز از ۱۲/۵ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند.

جدول ۶-۳۱- راهنمای بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ی بتن با توجه به توان دانه‌بندی «فولر تامسون اصلاح شده»

بافت دانه‌بندی	خیلی درشت	درشت	متوسط	ریز	خیلی ریز	فوق‌العاده ریز
بازه‌ی توان n	۰/۶۷- ۰/۶	۰/۶- ۰/۵	۰/۵- ۰/۴	۰/۳- ۰/۴	۰/۲ — ۰/۳	۰/۲ — ۰/۱

در صورت لزوم می‌توان با انتخاب مقدار n و جاگذاری در رابطه شماره ۴-۱ منحنی دانه‌بندی مخلوط را محاسبه نمود:

رابطه ۶-۱

$$P=\frac{100\%}{1-\left(\frac{0.075}{D}\right)^{n}}\times\left[\left(\frac{d}{D}\right)^{n}-\left(\frac{0.075}{D}\right)^{n}\right]$$

جدول ۶-۳۲- راهنمای تراکم میلگرد در شالوده‌ها و دال‌ها با توجه به وزن میلگرد در هر متر مکعب بتن (۱)

تراکم میلگرد	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	فوق‌العاده زیاد
بازه‌ی وزن، کیلوگرم در متر مکعب	کم‌تر از ۵۰	۷۵-۵۰	۱۰۰-۷۵	۱۵۰-۱۰۰	۲۰۰-۱۵۰	بیش از ۲۰۰

(۱) این مقادیر برای تیر و ستون و دیوار باید در ۱/۵ ضرب شود.

جدول ۶-۳۳- طبقه‌بندی ضخامت قطعات بتنی

طبقه‌بندی	خیلی نازک	نازک	نسبتاً نازک	نیمه ضخیم	ضخیم	بسیار ضخیم
بازه‌ی ضخامت، میلی‌متر	کم‌تر از ۱۵۰	۳۰۰-۱۵۰	۶۰۰-۳۰۰	۹۰۰-۶۰۰	۱۸۰۰-۹۰۰	بیش از ۱۸۰۰

از آنجاکه روانی بتن به‌دلیل مدت زمان حمل می‌تواند کاهش یابد و عملاً معیار کنترل روانی در پای کار انجام و قضاوت می‌شود، باید در تهیه طرح مخلوط بتن، روانی اولیه بتن با تعیین یا تخمین افت روانی (در فاصله زمانی ساخت بتن تا زمان ریختن در سازه) اصلاح و به‌کار گرفته شود.

برای تعیین مدت زمان حمل و بتن‌ریزی به آیین نامه بتن ایران (آبا) بند ۷-۴- مراجعه گردد.

تعیین کل آب مخلوط بتن، شامل آب جذب شده توسط سنگدانه، برای رسیدن به شرایط اشباع با سطح خشک و همچنین آب آزاد برای ایجاد خمیر سیمان برای تامین کارآیی ضروری می‌باشد.

چنانچه در شرایط واقعی، مقدار رطوبت سنگدانه‌ها در حدی کمتر از حالت اشباع با سطح خشک باشد، باید مقدار آب مورد نیاز برای رساندن سنگدانه به حالت اشباع با سطح خشک را تعیین نمود و به مقدار آب آزاد افزود، و در صورتی‌که مقدار رطوبت سنگدانه‌ها بیش از رطوبت سنگدانه در حالت اشباع با سطح خشک باشد، باید مقدار رطوبت اضافی را از آب آزاد کم کرد.

۶-۲-۱-۶-۳- روش آزمایشگاهی تعیین طرح مخلوط

در طرح مخلوط بتن، ابتدا باید بر اساس مشخصات فنی پروژه و محدودیت‌های اجرایی، خواسته‌های مخلوط بتن تعیین شوند. سپس باید با توجه به اطلاعات و نتایج آزمایشگاهی مصالح مصرفی طبق یکی از روش‌های تعیین شده توسط مشاور، مقادیر و نسبت‌های اولیه‌ی مخلوط بتن را به‌دست آورد. در مرحله‌ی بعدی باید بتن را در آزمایشگاه و با دقت و تحت شرایط کنترل‌شده ساخت و آزمایش‌های لازم را روی بتن تازه و سخت‌شده انجام داد. چنانچه نتایج این

مخلوط با خواسته‌های مورد نظر انطباق و نزدیکی نداشته باشد، باید تغییراتی در مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن در جهت دستیابی به خواسته‌ها ایجاد شود تا نسبت‌های مخلوط نهایی آزمایشگاهی حاصل گردد.

رعایت حداکثر اندازه مجاز سنگدانه‌ها، با توجه به محدودیت‌های هندسی عضو و الزامات مشخصات فنی، الزامی است.

الف) الزامات فنی و اجرایی

- در هر روش طرح مخلوط باید حجم مطلق اجزای بتن با تقریب یک درصد برابر یک مترمکعب باشد. درصد هوای عمدی و غیرعمدی مورد نیاز باید در نظر گرفته شود.
- در مخلوط آزمایشی، کارآیی و روانی به‌دست آمده باید نزدیکی قابل قبولی با کارآیی و روانی مطلوب داشته باشد. کارآیی و روانی مطلوب بتن در کارگاه توسط مشاور تعیین می‌شود.
- چنانچه حداکثر اسلامپ مشخص شده باشد، اسلامپ مخلوط آزمایشی نباید از این مقدار تجاوز کند. همچنین این مقدار نباید از ۸۰ درصد حداکثر اسلامپ کمتر باشد.
- در مواردی‌که اسلامپ به‌صورت متوسط یا هدف خواسته شده باشد، اسلامپ مخلوط آزمایشی باید بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بالاتر از اسلامپ هدف در نظر گرفته شود. به‌هرحال اسلامپ به‌دست آمده نباید از ۲۱۰ میلی‌متر بیش‌تر شود.
- در مواردی‌که بازه خاصی از اسلامپ یا جریان اسلامپ مورد نظر باشد، توصیه می‌شود روانی بتن در نزدیکی کرانه فوقانی بازه مربوط باشد.
- در مواردی‌که برای بتن خودتراکم، «بیشینه‌ی جریان اسلامپ» قید شده باشد، باید جریان اسلامپ مخلوط آزمایشی حداکثر ۵ درصد کم‌تر از حداکثر جریان اسلامپ نباشد.
- در مواردی‌که برای بتن خودتراکم، «جریان اسلامپ هدف یا متوسط» توسط مشاور تعیین شده باشد، جریان اسلامپ مخلوط آزمایشی باید ۵ تا ۱۰ درصد بیش از جریان اسلامپ هدف در نظر گرفته شود.
- در مواردی‌که «حداقل درصد هوا» توسط مشاور تعیین شده باشد، درصد هوای مخلوط آزمایشی نباید بیش از ۱۰ درصد از هوای قید شده بیش‌تر شود. اگر حداکثر درصد هوا توسط مشاور تعیین شده باشد، درصد هوای مخلوط آزمایشی نباید بیش از ۷/۵ درصد از مقدار مشخص شده کم‌تر باشد. چنانچه متوسط درصد هوا مشخص شده باشد، باید مخلوط آزمایشی با دو درصد هوا برای نزدیکی با حداقل و حداکثر مقدار حاصل از رواداری مجاز ساخته شود.
- در مواردی‌که حداقل یا حداکثر دمای مجاز در بتن توسط مشاور تعیین شده باشد، توصیه می‌شود بتن‌هایی با دمایی نزدیک به حداقل و همچنین نزدیک به حداکثر دمای مجاز ساخته (با حداکثر اختلاف ۲ درجه‌ی سلسیوس) و نتایج روانی، مقاومت و دوام در این شرایط ساخت و قالب گیری کنترل شود.
- با توجه به زمان‌بر بودن تعیین مقاومت و دوام بتن، باید سه مخلوط آزمایشی ارائه شود که با سه نسبت آب به مواد سیمانی نزدیک به هم (با اختلاف حدود ۰/۰۲) ساخته، تا به احتمال زیاد یکی از آن‌ها به مقاومت و دوام هدف نزدیک شود.

- در مواردی‌که طرح مخلوط «مقاومت محور» باشد و مقاومت بتن در محدوده‌ی ۵± درصد مقاومت هدف طرح باشد، مخلوط آزمایشی قابل قبول است. در این حالت دستیابی به دوام هدف ضروری می‌باشد.
- در مواردی‌که در طرح مخلوط «دوام محور» نتیجه‌ی به‌دست آمده در آزمایش دوام در محدوده‌ی ۱۰± درصد «دوام هدف طرح» باشد، مخلوط آزمایشی قابل قبول است. در این حالت مقاومت به‌دست آمده باید از «مقاومت هدف طرح» بزرگ‌تر باشد. همان‌گونه که در طرح مخلوط، «مقاومت هدف» در نظر گرفته می‌شود، بر اساس «دوام مشخصه» نیز، باید «دوام هدف» منظور گردد.

ب) ارائه‌ی طرح مخلوط نهایی

درگزارش مربوط به طرح مخلوط نهایی که به کارگاه ارایه می‌شود، ارائه اطلاعات بندهای ۱ تا ۳ زیر علاوه بر اطلاعات عمومی پروژه شامل نام پروژه، متقاضی طرح مخلوط، دست اندرکاران اجرا (کارفرما، مشاور، نظارت و پیمانکار) و محل اجرای پروژه الزامی است. این اطلاعات باید به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد.

- اطلاعات مربوط به بتن

- مقاومت مشخصه در سن مورد نظر یا رده‌ی بتن
- روانی و کارآیی مورد نیاز در پای کار و محدودیت‌های آن
- دوام مشخصه در سن مقرر
- لزوم مصرف پوزولان و سرباره و محدودیت‌های آن
- فاصله‌ی زمانی حمل و توقف‌ها
- شرایط محیطی مرتبط با خاک، آب و هوا
- محدودیت‌های نسبت آب به مواد سیمانی، حداقل و حداکثر مقدار مواد سیمانی
- نوع وسیله‌ی ساخت، حمل، ریختن بتن و نحوه متراکم کردن آن
- حداقل ابعاد اعضا، ضخامت دال، فاصله‌ی میلگردها و حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها
- میزان تراکم میلگردهای قطعات مختلف
- نوع قطعات بتنی شامل تیر، دال، ستون، دیوار، شالوده و شمع
- نوع اجرا، پیش‌ساخته و درجا، یا شیوه‌ی اجرا، بتن پاشی و غیره
- نوع عضو از نظر طراحی، ساده، مسلح، پیش‌تنیده
- سایر خواسته‌ها و محدودیت‌های مرتبط با بتن تازه مانند وزن مخصوص، جداشدگی، آب‌انداختن، درصد هوا، زمان گیرش، دما و ...
- سایر خواسته‌ها و محدودیت‌ها مانند زمان قالب‌برداری، اعمال پیش‌تنیدگی، وزن مخصوص بتن سخت‌شده، شیوه‌ی خاص عمل‌آوری تسریع شده، بتن الیافی، حباب‌دار، خوداتراکم، سبک و سنگین.

- اطلاعات مصالح مصرفی در طرح مخلوط

- نوع سیمان، محل تولید و سایر مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن
- نوع سنگدانه ریز و درشت، محل تولید یا تامین و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن شامل دانه‌بندی، درصد گذشت از الک ۷۵ میکرومتر، مدول‌ریزی، چگالی و جذب آب، درصد ذرات پولکی و سوزنی، درصد شکستگی، سایش و دوام در برابر عوامل جوی، مقادیر یون‌های سولفات و کلرید، نتایج آزمایش‌های واکنش‌زایی با قلیایی‌ها و مواد زیان‌آور
- محل تامین آب و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن
- نوع مواد پوزولانی و سرباره‌ای یا پودر سنگ و محل تامین به همراه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها
- نوع مواد افزودنی شیمیایی، محل تامین به همراه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به‌ویژه چگالی، درصد مواد جامد، pH، رنگ، خواص اصلی و جنبی، نحوه‌ی مصرف و انبار کردن و سایر محدودیت‌های مصرف آن‌ها
- نوع الیاف مصرفی و محل تامین به‌همراه مشخصات فیزیکی و مکانیکی شامل چگالی، طول، قطر، شکل آن‌ها

- اطلاعات طرح مخلوط و نتایج مخلوط آزمایشی

- مقاومت هدف طرح مخلوط
- دوام هدف طرح مخلوط
- اسلامپ اولیه در هنگام ساخت بتن
- انحراف معیار یا حاشیه‌ی ایمنی و نحوه‌ی محاسبه یا تخمین آن‌ها
- حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی
- نسبت آب به سیمان یا مواد سیمانی طرح
- مقدار سیمان و مواد سیمانی به تفکیک
- مقدار آب آزاد
- مقدار آب کل
- مقدار افزودنی‌های شیمیایی به تفکیک
- مقدار سنگدانه‌های ریز و درشت اشباع با سطح خشک به تفکیک
- مقدار سنگدانه‌های ریز و درشت کاملاً خشک به تفکیک
- درصد هوای بتن، فرضی و اندازه‌گیری شده
- درصد سهم سنگدانه‌ها
- دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها و مدول نرمی مخلوط
- وزن مخصوص بتن متراکم تازه، محاسباتی و اندازه‌گیری شده
- نتایج روانی و کارآیی در زمان‌های مختلف به‌ویژه در پای کار، پس از حمل و توقف‌ها

- دمای بتن تازه در زمان ساخت و در زمان متناظر پای کار
- نتایج مشاهدات یا اندازه‌گیری شده در مورد جداشدگی، آب‌انداختن، گیرش و ...
- تشریح وضعیت ظاهری بتن
- نتایج آزمایش مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف به‌ویژه در سن مقاومت مشخصه
- نتایج آزمایش‌های دوام در سنین مورد نیاز
- نتایج سایر آزمایش‌های بتن سخت‌شده مانند چگالی، مقاومت خمشی یا کششی، ضریب ارتجاعی و غیره در صورت نیاز
- رابطه‌ی نسبت آب به مواد سیمانی با مقاومت و دوام در صورت ساخت حداقل سه مخلوط آزمایشی.

۶-۲-۱-۶-۴- اصلاح مقاومت فشاری هدف

پس از ساخت بتن در کارگاه و کسب اطلاعات کافی از نتایج آزمایش‌های متعدد مقاومت فشاری، باید انحراف معیار واقعی و نیز میانگین مقاومت نمونه‌های مقاومتی در کارگاه محاسبه شود. برای این منظور توصیه می‌شود حداقل ۳۰ نتیجه‌ی نمونه‌های متوالی در دسترس باشد.

در مواردی‌که انحراف معیار به‌دست آمده جدید، کم‌تر از انحراف معیار محاسباتی یا تخمینی قبلی باشد و برای انطباق با رده، هیچ‌یک از نتایج نمونه‌ها کم‌تر از مقاومت مشخصه نباشد، با توجه به انحراف معیار جدید، اصلاح مقاومت هدف و نسبت‌های مخلوط جدید، مشروط بر این‌که مقدار مواد سیمانی و نسبت آب به مواد سیمانی جدید، ضوابط مربوط به دوام را برآورده نماید، مجاز است. در هر صورت مقادیر جدید باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

در مواردی‌که در حین اجرا، عدم انطباق با رده مورد نظر مشاهده شود، باید با افزایش حاشیه‌ی ایمنی، مقاومت هدف طرح افزایش داده شود. در این موارد انحراف معیار موجود، بیش از انحراف معیار فرضی قبلی خواهد بود. بدیهی است در این موارد باید طرح مخلوط جدیدی ارایه و به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۶-۳- ضوابط اجرایی

۶-۳-۱- قالب‌بندی

۶-۳-۱-۱- ضوابط عمومی قالب و قالب‌بندی

قالب باید چنان طراحی و ساخته شود که اندازه و شکل عضو و قطعه بتنی مطابق نقشه‌ها و رواداری‌های مجاز اجرا گردد. قالب‌بندی باید به گونه‌ای اجرا شود که ایمنی دست‌اندرکاران اجرایی و سازه را تامین کند و بتواند بارهای وارده در زمان بتن‌ریزی و پس از آن را تحمل کند تا زمانی که بتن و اعضای بتنی به مقاومت مورد نظر برای تحمل بارهای وارده دست یابند.

۶-۳-۱-۱-۱- عملکرد و وظایف مجموعه قالب‌بندی و سازه موقت

مجموعه قالب‌بندی و سازه موقت باید ضوابط و مشخصات فنی را برآورده کنند، هرچند که ممکن است بخشی از مشخصات فنی تحت تأثیر عملکرد و کارکرد قالب بندی و سازه موقت، با تائید دستگاه نظارت تنظیم و اصلاح شود.

مجموعه قالب‌بندی، سازه موقت و داربست باید مطابق با مشخصات فنی، ضوابط ایمنی و شرایط محیطی از ایستایی و پایداری کافی و مناسب برخوردار باشند.

۶-۳-۱-۱-۲- نگهداری قالب

قالب‌ها در کارگاه باید در جایی به دور از تاثیر عوامل جوی و صدمات مکانیکی نگهداری شوند. پس از هر بار مصرف باید رویه و چارچوب قالب‌ها تمیز شوند. در زمان چیدن قالب‌ها بر روی یکدیگر باید دقت شود که به رویه و بدنه قالب‌ها آسیب وارد نشود. از انداختن و پَرت کردن قالب‌ها پرهیز شود. چنانچه قالب‌ها برای مدت زمانی بیش از ۱۵ روز استفاده نمی‌شوند، توصیه می‌شود که سطح رویه و بدنه قالب پس از تمیزکاری با روغن مناسب آغشته گردد تا احتمال زنگ‌زدگی در قالب‌های فلزی یا اعوجاج ناشی از خشک شدن و از دست دادن رطوبت در قالب‌های چوبی کاهش یابد.

۶-۳-۱-۱-۳- نقشه‌های اجرایی و کارگاهی

برای سازه‌های ویژه و پیچیده یا سایر مواردی که تهیه نقشه‌های قالب‌بندی و سازه موقت ضرورت داشته باشد، این نقشه ها توسط مشاور تهیه و به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. پیمانکار موظف است پیش از به کارگیری این نقشه‌ها، آن‌ها را بررسی و در صورت نیاز اصلاح کند و به تائید دستگاه نظارت برساند. چنانچه نقشه قالب‌بندی و سازه موقت از طرف مشاور ابلاغ نشده باشد، پیمانکار باید نسبت به طراحی و تهیه نقشه قالب‌ها و سازه موقت اقدام نماید. چنانچه پیمانکار از قالب و تجهیزات شرکت‌های سازنده قالب استفاده کند باید نقشه‌ها، مستندات[۱] و تأییدیه‌های فنی[۲] شرکت سازنده قالب را به تائید

۱- Documents

۲- Certificates

دستگاه نظارت برساند. پیمانکار باید شیوه‌نامه[۱] و نقشه‌های اجرایی کارگاهی[۲] قالب‌بندی و سازه موقت را پیش از اجرا تهیه و به تائید دستگاه نظارت برساند. در قالب‌بندی باید ایمنی و ضوابط زیست‌محیطی در نظر گرفته شود.

۶-۳-۱-۱-۴- سطح تمام‌شده نما

چنانچه کیفیت سطح تمام‌شده بتن دارای اهمیت باشد، مانند سطوح بتنی خویش‌نما (نمایان)[۳]، باید روش اجرایی و نوع قالب (به‌ویژه رویه آن) به‌گونه‌ای انتخاب شوند که سطح تمام شده دارای "رده‌ی پرداخت نما"[۴] مشخص شده در مشخصات فنی پروژه باشد. قطعات قالب که در مراحل قبلی آسیب دیده‌اند، نباید در این نوع سطوح به کار روند مگر آن‌که اصلاح شده باشند.

در قالب‌های نقش‌دار[۵] که دارای برجستگی یا تورفتگی هستند باید دقت شود که هندسه و چیدمان نقش‌ها به گونه‌ای باشد که در زمان قالب‌برداری آسیبی به سطح بتن نرسد. در مورد تورفتگی‌ها چنانچه سطح تورفتگی‌ها بیشتر از ۳٪ سطح کل نما باشد، دقت شود که حداقل پوشش بتن روی میلگردها رعایت شود. در مناطق با شرایط خورندگی میلگرد، صرف‌نظر از آن‌که سطح تورفتگی‌ها چقدر باشد باید ضوابط حداقل پوشش بتن روی میلگردها مطابق ضوابط آیین‌نامه‌ای رعایت شوند.

۶-۳-۱-۱-۵- رواداری‌ها

چنانچه در سازه‌های متعارف، رواداری[۶] ابعاد اعضای بتنی و همچنین رواداری قالب (انحراف از امتداد و محل قرارگیری) در نقشه‌ها مشخص نشده باشد، رواداری‌های مندرج در جدول ۹-۴ آیین‌نامه بتن ایران ملاک عمل خواهد بود.

۶-۳-۱-۱-۶- طراحی قالب

طراحی قالب و قالب‌بندی باید مطابق ضوابط بخش ۹-۴-۲ (بارهای طراحی) و ۹-۴-۳ (ضوابط طراحی) آیین‌نامه بتن ایران انجام شود.

۶-۳-۱-۲- دسته‌بندی قالب‌ها

قالب می‌تواند موقت یا ماندگار باشد. قالب موقت یا قالب نامانده‌گار هر قالبی است که پس از گرفتن بتن و رسیدن بتن به مقاومت کافی برای خودنگهداشتی، از سطح بتن برداشته می‌شود. قالب موقت می‌تواند یک‌بار مصرف یا چندبار مصرف باشد. استفاده از توری، پلاستوفوم، پارچه یا هر فرآورده‌ی طبیعی یا صنعتی دیگر برای رویه قالب موقت یک‌بار مصرف در درزهای اجرایی در صورتی مجاز است که قالب از مقاومت و سختی کافی برخوردار باشد و پس از گیرش و سخت شدن

۱- Method statement

۲- Shop drawing

۳- Exposed

۴- Class of finish

۵- Textured

۶- Tolerance

بتن، مصالح تشکیل دهنده‌ی رویه قالب به طور کامل از سطح بتن زدوده شوند. قالب ماندگار به قالبی گفته می‌شود که در محل باقی می‌ماند و بخشی از عضو بتنی به شمار می‌آید. قالب ماندگار می‌تواند در سطح بتن و نمایان باشد یا درون بتن (قالب تودلی) جای گیرد.

۶-۳-۱-۳- سیستم و اجزای قالب‌بندی‌های متداول در کارهای ساختمانی

سیستم قالب‌بندی در حالت کلی از قالب (رویه و بدنه)، اعضای نگهداشت، دسترسی و ایمنی، تنظیم‌کننده، و در مواردی پاگیر (رامکا) تشکیل می‌شود که به فراخور عملیات اجرایی ممکن است برخی از این اجزا و بخش‌ها حذف یا در یک‌دیگر ادغام شوند.

۶-۳-۱-۳-۱- قالب

قالب یا شکل‌دهنده بخشی از سیستم قالب‌بندی است که در تماس با بتن تازه ریخته شده قرار دارد و هندسه‌ی عضو بتنی را شکل می‌دهد. قالب از دو بخش رویه و چارچوب تشکیل می‌شود و می‌تواند موقت یا ماندگار باشد. رویه در تماس مستقیم با بتن تازه است و می‌تواند از جنس چوب، فلز، پلیمر یا ترکیبی از آن‌ها باشد. دیگر فرآورده صنعتی مانند تخته سیمانی را نیز می‌توان برای رویه قالب به کار برد. رویه می‌تواند به صورت تکه‌چینی (مانند تخته‌کوبی) یا قطعه‌چینی (قالب مدولار) باشد. رویه چوبی می‌تواند از تخته، تخته چندلایی، تخته فشرده یا نیم‌فشرده صنعتی، یا تخته روکش‌دار تشکیل شود. رویه قالب ممکن است ساده (بدون بافت) یا نقش‌دار (بافت‌دار) باشد. در مواردی، رویه قالب با نام "روکش دربرگیرنده" نیز نامیده می‌شود. رویه و چارچوب قالب باید از چنان سختی برخوردار باشند که از شکم‌دادن موضعی رویه قالب جلوگیری کنند.

۶-۳-۱-۳-۲- اعضای ایستاگر(نگهداشت)

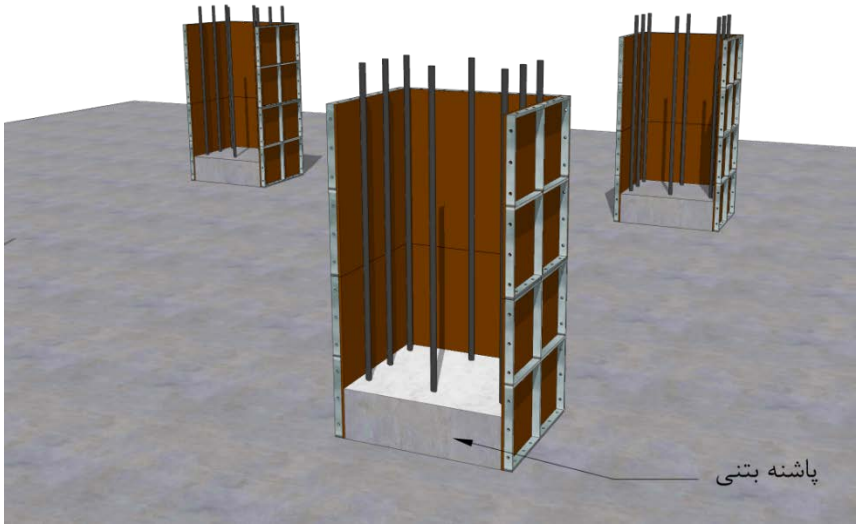
تکیه‌گاه یا اعضای ایستاگر(نگهداشت) قالب را در محل خود نگه می‌دارد و از جابجایی، شکم‌دادن، تغییرشکل، یا دررفتن قالب در حین بتن‌ریزی و پس از آن جلوگیری می‌کند و بار قالب و بتن‌ریزی را به سازه موقت، اعضای بتنی که خودنگهداشت شده‌اند، یا به سازه اصلی منتقل می‌کند. تکیه‌گاه و اعضای نگهداشت قالب‌بندی از پشت‌بند، کلاف قایم، مهاربندی، کمرکش افقی، چپ و راست، میان بولت‌ها، تیر زیرسری، زیرپایی (نشیمن) ، شمع، جک پیچی لوله‌ای و... تشکیل می‌شود.

۶-۳-۱-۳-۳- تنظیم‌کننده

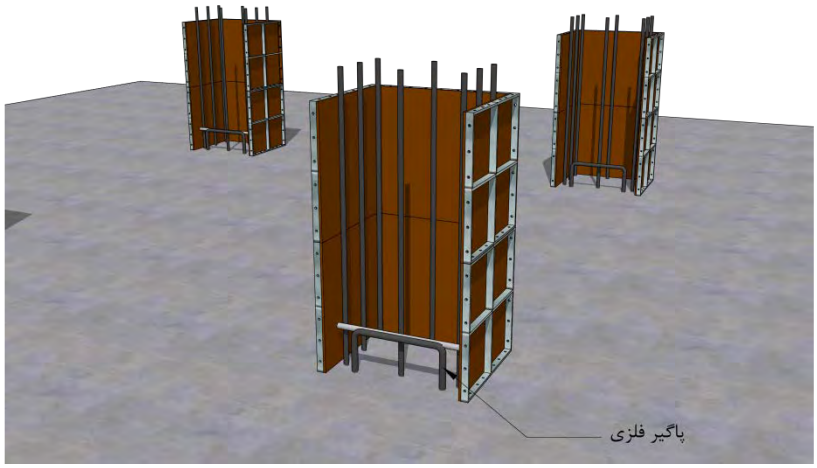
تنظیم‌کننده بخشی از قالب‌بندی و در موارد زیادی بخشی از اعضای نگهداشت است که قالب را در موقعیت و راستای مورد نظر قرار می‌دهد. تنظیم‌کننده‌ها به روش ضربه‌ای (مانند دو گوه که روی هم حرکت می‌کنند)، یا روش پیچاندن (پیچ دستی یا جک پیچی)، یا جک هیدرولیکی جابجا می‌شوند و با افزایش یا کاهش تدریجی فاصله، قالب را در راستای مورد نظر قرار می‌دهند. چنانچه در حین بتن‌ریزی نیز بنا به هر دلیلی قالب از تنظیم خارج شود با کمک تنظیم‌کننده‌ها قالب را تنظیم می‌کنند.

۶-۳-۱-۳-۴- پاشنه (رامکا)

پاشنه (رامکا) پله‌ای کم ارتفاع در پای ستون یا دیوار و هم‌مقطع و هم‌راستا با ستون یا دیوار است و در زمان قالب‌بندی، پایین قالب به آن تکیه داده می‌شود. پاشنه می‌تواند بتنی یا فلزی باشد. چنانچه پاشنه بتنی باشد باید هم‌زمان با بتن دال زیر اجرا شود و کیفیتی برابر با بتن اصلی داشته باشد. برای اجرای پاشنه (رامکا) فلزی، پس از بتن‌ریزی و پیش از قالب‌بندی، میلگردهایی با طولی برابر با ابعاد ستون یا دیوار بریده و در راستای مورد نظر نصب می‌کنند. میلگردهای اندازه را نباید به میلگردهای ستون یا دیوار جوش داد، بلکه شاخک‌هایی در زمان بتن‌ریزی در بتن و داخل مقطع ستون یا دیوار کارگذاشته و میلگردهای اندازه را به این شاخک‌ها جوش می‌دهند. در مناطق خورنده نباید از پاشنه فلزی استفاده شود (شکل ۶-۳ و ۶-۴).



شکل ۶-۳- پاشنه بتنی، بتن‌ریزی همراه با بتن زیرین



شکل ۶-۴- پاگیر فلزی

۶-۳-۱-۳-۵- قالب‌بندی با مصالح بنایی

قالب‌بندی با مصالح بنایی فقط در سمت خاک دیوارهای زیرزمین یا در پی‌ها و شناژهای کوتاه (با بیشینه ارتفاع ۶۰ سانتیمتر) مجاز است. قالب‌بندی با مصالح بنایی باید خودایستا باشد و بارهای جانبی بتن‌ریزی را تحمل کند. سطح قالب با مصالح بنایی باید هموار باشد و بنا به نیاز با اندود سیمانی صاف شود. آن سطحی از قالب‌بندی با مصالح بنایی که در تماس با بتن قرار دارد باید با یک لایه آب‌ناگذر مانند نایلون پلاستیکی، رنگ، قیر، یا ماده پیوندشکن پوشانده شود تا در زمان بتن‌ریزی، آب بتن تازه را به درون خود نکشد. در ستون‌هایی که پیش از خاکبرداری به شکل شمع درجا اجرا می شوند (مانند روش ساخت‌وساز از بالا به پایین) باید کوَل‌گذاری انجام گیرد.

۶-۳-۱-۳-۶- قالب‌بندی سقف

برای قالب‌های سقف (تیر و دال) توصیه می‌شود که پیش از بتن‌ریزی در بخش میانی قالب خیز وارون (خیز منفی) در نظر گرفته شود تا پس از بتن‌ریزی و بازکردن قالب‌ها، بخشی از خیز سقف جبران شود.

برای اجرای سقف‌های قوسی یا گنبدی توصیه می‌شود که کل قالب‌بندی زیرین به یک‌باره بسته شود و قالب رویی (اگر نیاز باشد) می‌تواند همراه و متناسب با روند بتن‌ریزی و مرحله به مرحله بسته و باز شود.

۶-۳-۱-۴- ضوابط اجرایی قالب‌بندی

ضوابط اجرایی قالب‌بندی و قالب‌برداری به فراخور شرایط و ویژگی‌های پروژه و با تائید دستگاه نظارت می‌تواند تغییر کند.

۶-۳-۱-۴-۱- قالب فوقانی

چنانچه شیب قطعات بتن‌ریزی از ۲ قایم به ۳ افقی فراتر رود توصیه می‌شود که برای سطح فوقانی نیز قالب در نظر گرفته شود. در هر حال برای شیب‌های یک‌به‌یک یا بیشتر، تعبیه قالب سطح فوقانی اجباری است. قالب فوقانی باید به گونه‌ای بایسته مهار شود تا بتواند نیروی بالابرنده ناشی از بتن تازه را تاب آورد. برای بتن‌ریزی و متراکم کردن بتن و نیز اطمینان از پُر شدن قالب باید از قبل دریچه‌های بازدیدی در قالب فوقانی در نظر گرفته شود. اندازه و تعداد دریچه‌های بازدید و جانمایی آن‌ها باید متناسب با شرایط دسترسی و بتن‌ریزی انتخاب شود.

۶-۳-۱-۴-۲- ماده رهاساز (روغن قالب)

ماده رهاساز می‌تواند روغن حل شده در یک حلال پایه نفتی یا روغن محلول در آب (امولسیون) باشد. روغن قالب مصرفی باید از جذب شدن رطوبت یا آب بتن به بدنه قالب و چسبیدن بتن به رویه قالب جلوگیری کند و پس از قالب‌برداری نیز لکه روی نمای بتن به جا نگذارد. چنانچه رویه قالب با روکشی از رزین (لعاب نچسب) پوشانده شده باشد نیازی به روغن قالب ندارد. برای قالب لغزان بهتر است از قالب با رویه لعاب‌دار استفاده کرد.

باید از آغشته شدن آرماتورها یا سطح واریز بتن قبلی با روغن قالب پرهیز شود، زیرا روغن قالب از پیوستگی بتن و آرماتور

جلوگیری می‌کند. بنابراین باید رویه قالب پیش از نصب با روغن قالب پوشانده شود. روغن زدن رویه‌ی قالب پس از بستن قالب مجاز نیست مگر آن‌که با تائید دستگاه نظارت راهکاری به کارگرفته شود که از آغشته شدن آرماتورها یا سطح واریز بتن قبلی با روغن قالب جلوگیری شود. روغن قالب باید چنان به رویه‌ی قالب مالیده شود که لایه‌ای نازک و یکنواخت روی سطح پدید آید. روغن زدن بیش از اندازه می‌تواند موجب شره کردن و انباشته شدن روغن اضافی در کنج‌های قالب یا روی سطح بتن موجود (در درزهای اجرایی افقی) شود. سطح درونی رویه قالب باید پاک و به دور از آلودگی باشد و پیش از هر بار مصرف با روغن قالب پوشانده شود. پیش از به‌کارگیری مواد رهاساز یا روغن قالب، باید از سازگاری این مواد با بتن و قالب اطمینان حاصل شود.

۶-۳-۱-۴-۳- کنترل‌های اجرایی

دستگاه نظارت پیش از بتن‌ریزی باید قالب‌بندی و محل بتن‌ریزی را بازرسی کند. قالب‌بندی و سازه موقت باید عملکردی مناسب داشته باشند و به خوبی از پس وظایف اشاره شده در بندهای پیشین بربیایند. مواد خارجی مانند آب، خاک، ماسه، برف، یخ، چربی، روغن، تکه یا براده‌ی چوب، میخ و... باید از درون قالب و سطح بتن زیرین جمع‌آوری شوند. در مواردی که دسترسی به کف قالب دشوار یا غیر ممکن است باید با تعبیه دریچه و بازشو در پایین قالب نسبت به پاک سازی و شست‌وشوی داخل قالب پیش از بتن‌ریزی اقدام شود.

قالب‌ها باید چنان جذب و جفت کنار یک‌دیگر قرار گیرند که از به هدر رفتن شیره یا ملات بتن تازه از درز بین آن‌ها جلوگیری شود. پیش از به‌کارگیری و بستن قالب باید ملات یا شیره سیمان خشک شده از درز بین قالب‌ها زدوده شود.

قالب‌بندی و سازه موقت باید در تمامی مراحل پیش از، در هنگام، و پس از بتن‌ریزی به دقت زیر نظر باشند و بنا به نیاز تنظیم شوند تا در محدوده‌ی رواداری‌های مجاز قرار داشته باشند. تنظیم قالب پس از بتن‌ریزی تا زمانی مجاز است که بتن هنوز خمیری باشد و گیرش اولیه آن رخ نداده باشد.

تمامی درزهای اجرایی قایم باید قالب‌بندی شوند. برای قالب‌بندی درزهای اجرایی قایم می‌توان از قالب یا قالب موقت یک‌بار مصرف استفاده کرد. استفاده از قالب موقت یک‌بار مصرف که در محل درز باقی می‌ماند (مانند توری یا شبکه فلزی) در صورتی مجاز است که به تایید دستگاه نظارت برسد.

کنج‌های قایم در دو کله‌ی قالب باید پخ داشته باشند. پخ کنج‌ها را می‌توان با کارگذاشتن زِوار سه‌گوش ایجاد کرد. در درزهای اجرایی باید قالب به سطح بتن موجود تکیه داده شود و دست‌کم ۲۵ میلی‌متر با سطح بیرونی بتن مرحله قبل همپوشانی داشته باشد. استفاده از زِوار برای ایجاد شیار (چفت) در درزهای اجرایی افقی و قایم می‌تواند به یک‌دست شدن خط واریز بتن کمک کند.

۶-۳-۱-۴-۴- قالب‌برداری

قالب باید زمانی باز و برداشته شود که بتن خودایستا شده باشد و تنش‌ها و تغییرشکل‌های وارده را تاب آورد. در هنگام بازکردن و برچیدن قالب‌بندی باید به موارد زیر توجه کرد:

- عملیات قالب‌برداری و برچیدن پایه‌ها باید گام به گام و بدون وارد کردن ضربه به عضو بتنی انجام شود.
- قالب‌برداری باید چنان انجام شود که اعضا و قطعات تحت تنش و بار ناگهانی قرار نگیرند.
- در هنگام بازکردن و برداشتن قالب باید دقت شود که آسیبی به بتن وارد نشود.
- عملیات قالب‌برداری باید چنان انجام شود که خدشه‌ای به ایمنی وارد نشود.
- قالب‌ها و قطعات قالب‌بندی باید با مهارت باز و برداشته شوند به‌گونه‌ای که قابلیت بهره‌برداری خود را برای استفاده دوباره، حفظ کنند.
- در هنگام قالب‌برداری باید دقت شود که تغییرشکل‌های ناگهانی یا غیرمجاز در اعضای و قطعات بتنی رخ ندهد.
- چنانچه قالب‌برداری پیش از پایان دوره مراقبت انجام شود باید تدابیر و تمهیداتی برای مراقبت بتن پس از قالب‌برداری به کار گرفته شود.

۶-۳-۱-۴-۵- زمان قالب‌برداری

زمانی می‌توان قالب‌برداری کرد که بتن و اعضای بتنی خودایستا باشند. یکی از معیارهای خودایستا بودن بتن، دستیابی به حداقل مقاومت لازم برای قالب‌برداری (مقاومت خودایستایی) است. حداقل مقاومت لازم بتن برای بازکردن قالب‌های اعضای خمشی باید توسط مهندسین مشاور یا دستگاه نظارت مشخص گردد. در مواردی‌که این حداقل تعیین نشده باشد، چنانچه مقاومت آزمونه‌های آگاهی، حداقل به ۷۰ درصد مقاومت مشخصه رسیده باشد، می‌توان قالب‌های سطوح زیرین را برداشت. در مواردی که مهندسین مشاور یا دستگاه نظارت، حداقل مقاومت یا زمان خاصی را اعلام نکرده باشند، بعنوان گزینه دیگر می‌توان مطابق جدول ۹-۵ آئین‌نامه بتن ایران اقدام نمود.

۶-۳-۱-۴-۶- پایه‌ها

پایه‌ها (شمع‌ها) اعضای لاغری هستند که به صورت تکی برای ایستاسازی قالب‌بندی و تنظیم قالب به کار می‌روند و معمولا طول آنها قابل تنظیم است. پایه می‌تواند ایستاده (زیربند سقف)، کج (مهاری و بغل‌بند دیوار یا ستون)، یا خوابیده (پاشنه دیوار یا ستون) باشد. از آنجا که پایه‌ها عموماً از سختی جانبی ناچیزی برخوردارند به آسانی در اثر بارهای محوری فشاری مستعد کمانه کردن هستند، بنابراین باید تابمندی (مقاومت) آنها را با بستن به یکدیگر افزایش داد. پایه‌های ایستاده تا سه متر نیازی به میان‌بند (مهار جانبی) ندارند به شرط آن‌که فاصله بین پایه‌ها در دو امتداد عمود بر هم بیشتر از یک متر نباشد و همچنین بار وارده به هر پایه از ظرفیت باربری آن فراتر نرود. پایه‌های بلندتر از سه متر باید در دو امتداد عمود بر هم میان‌بند داشته باشند. فاصله مهارهای میانی در هر امتداد نباید بیشتر از ۲ متر باشد.

بالا و پایین پایه‌های ایستاده باید به گونه‌ای به قالب‌بندی (تیر زیرسری) و نشیمن (تیر زیرپایه) بسته شوند که در اثر تکان‌ها و بارهای ناشی از بتن‌ریزی از قالب‌بندی جدا یا از محل خود جابجا نشوند. در سقف‌ها که بتن با پمپ یا جام

(باکت) ریخته می‌شود باید دقت کرد که بتن در یک دهانه انباشته نشود، زیرا انباشته شدن بتن در یک دهانه باعث می‌شود که قالب در دهانه‌های کناری بلند شود (خیز رو به بالا) و پایه‌ها از قالب جدا شوند.

۶-۳-۱-۴-۷- پایه اطمینان

در صورت استفاده از پایه‌های اطمینان، زمان برداشتن باید توسط مهندسین مشاور یا دستگاه نظارت مشخص شود و می‌تواند متناظر با زمانی انتخاب شود که مقاومت آزمونه‌های آگاهی به ۹۰ درصد مقاومت مشخصه رسیده باشد. در هر حالت، ضوابط بند ۹-۶-۲ آئین‌نامه بتن ایران برای بازکردن و برچیدن پایه‌های اطمینان باید رعایت شود.

زمانی که قالب‌ها باز می‌شوند یا پایه‌های اطمینان برداشته می‌شوند، نباید هیچ‌گونه تغییرشکل یا اعوجاج بیش از اندازه در اعضای بتنی رخ دهد و نیز نشانه‌ای از خرابی در بتن به‌دلیل بازکردن قالب‌ها یا برداشتن پایه‌ها (شمع‌ها) دیده نشود.

۶-۳-۲- آرماتور و آرماتوربندی

۶-۳-۲-۱- مقدمه

این بخش دربرگیرنده مشخصات فنی آرماتورهای مورد استفاده و ضوابط اجرایی و کارگذاری آنها (آرماتوربندی) در بتن است. آرماتورها شامل میلگردها، سیم‌ها و شبکه‌های جوش شده، کابل‌ها و الیاف می‌شوند. آرماتور مورداستفاده در بتن باید مطابق استانداردهای معتبر، تولید شده و دارای برگ شناسایی کارخانه سازنده باشد.

۶-۳-۲-۲- انواع آرماتور

آرماتور مصرفی در بتن آرمه به چهار گروه میلگرد، کابل، شبکه و الیاف تقسیم می‌شود.

۶-۳-۲-۲-۱- میلگرد

میلگرد یک عضو میله‌ای فولادی یا پلیمری است که برای مسلح کردن بتن به کار می‌رود. استفاده از میلگردها به دو شکل ساده و آجدار در دسترس هستند. قطر اسمی میلگرد قطری است که در برگ شناسایی آن ذکر می‌شود و معادل قطر دایره‌ای است که مساحت آن برابر مساحت مقطع عرضی میلگرد باشد. سطح مقطع عرضی میلگرد از تقسیم وزن واحد طول بر چگالی آن به دست می‌آید.

ویژگی‌های میلگردهای فولادی گرم‌نوردیده شده باید مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲ و میلگردهای سرد نوردیده شده مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران ۱۱۵۵۸ باشد.

۶-۳-۲-۲-۲- کابل‌ها

کابل‌ها بافته‌ای درهم تنیده از سیم‌ها هستند که به عنوان اعضای کششی در قطعات پیش‌تنیده برای ایجاد نیروی فشاری در بتن استفاده می‌شوند. مشخصات کابل‌های مصرفی در بتن باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۳۲۵۰ باشد.

۶-۳-۲-۲-۳- الیاف

الیاف مواد توپُر باریک و درازی هستند که معمولا درازای آنها دست‌کم ۳۰ برابر قطر اسمی آنها است. قطر اسمی الیاف، قطر دایره‌ای هم مساحت با سطح مقطع الیاف است. الیاف برای ساخت بتن مسلح شده با الیاف به کار می‌روند و می‌توانند عملکردی سازه‌ای یا غیرسازه‌ای در بتن داشته باشند. چنانچه الیاف بر ظرفیت باربری عضو بتنی مانند مقاومت کششی، مقاومت یا مدول خمشی و چقرمگی آن تاثیر داشته باشند، دارای عملکرد سازه‌ای هستند و اگر نقش آنها فقط کنترل ترک و جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن (تکیدگی) در بتن باشد، دارای عملکرد غیرسازه‌ای هستند. الیاف با عملکرد سازه‌ای می‌توانند از نوع فولادی یا پلیمری باشند. الیاف فولادی به کار رفته در بتن باید مطابق با مشخصات فنی و استاندارد ملی به شماره‌ی ۱۷۶۹۷ یا استاندارد ASTM A820 باشند. ویژگی‌های الیاف مصرفی در بتن باید مطابق بخش ۳-۳-۱۰ آیین‌نامه بتن ایران باشد. با توجه به تعریف بتن‌آرمه، بتن مسلح شده با الیاف در کلیات بتن‌آرمه جای نمی‌گیرد.

۶-۳-۲-۲-۴- شبکه

شبکه چیدمانی منظم از سیم، مفتول، یا میلگرد است که به دو شکل توری یا شبکه جوش‌شده در دسترس است. توری بافته‌ی منظمی از سیم یا مفتول فولادی یا شبکه‌ای یکپارچه ساخته شده از پلیمر است که عموماً کارکرد سازه‌ای ندارد و برای کنترل ترک‌های خمیری در بتن تازه یا کنترل ترک‌های جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن (تکیدگی) در بتن سخت شده به کار می‌رود. شبکه جوش‌شده، چیدمانی از مفتول‌ها یا میلگردهای طولی و عرضی عمود بر هم است که همه نقاط تماس آنها به یکدیگر جوش شده‌اند. شبکه‌های جوش‌شده از میلگردهای ساده، مفتول‌ها یا از میلگردهای آجدار ساخته می‌شوند و می‌توانند کارکردی سازه‌ای داشته باشند. مشخصات شبکه‌های جوش شده باید مطابق استاندارد ملی ایران ۴-۱۱۳۳ باشند.

۶-۳-۲-۳- ویژگی‌های ساختاری، فیزیکی و مکانیکی میلگردهای فولادی

ویژگی‌های مکانیکی میلگردها بر اساس مشخصات مکانیکی و رفتاری ماده سازنده آن بیان می‌شود. از آنجا که در ایران عمدتاً میلگردهای تولیدی از فولاد ساخته می‌شوند، بیشتر میلگردهای مصرفی در بتن از نوع میلگردهای فولادی هستند.

قطر اسمی میلگردهای فولادی از ۶ تا ۵۰ میلی‌متر با گام‌های مختلف است. چگالی فولاد برابر ۷۸۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، مدول کشسانی آن ۲×۱۰^{۵} مگاپاسکال و ضریب انبساط حرارتی آن $۱/۲\times۱۰^{-۵}$ بر درجه سلیسیوس در نظر گرفته می‌شود.

۶-۳-۲-۳-۱- ویژگی‌های ساختاری

ساختار فولادهای به کار رفته در آرماتور مصرفی در بتن‌آرمه از نظر روش تولید به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند:

۱- فولاد گرم نورد شده بر اساس استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲

۲- فولاد سرد اصلاح شده، که بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر پیچانیدن، کشیدن، نورد کردن یا گذرانیدن از حدیده، بر روی میلگردهای گرم نورد شده، در حالت سرد به‌دست می‌آید. ویژگی‌های فولاد سرد اصلاح‌شده باید بر اساس استاندارد ملی ایران ۲-۱۳۲۵۰ و ۱۱۵۵۸ باشد.

۳- فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه، که بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر گرمایش و آب دادن بر روی میلگردهای گرم نورد شده در حالت گرم به‌دست می‌آید. ویژگی‌های این نوع فولاد باید منطبق بر استاندارد ملی ایران ۳-۱۳۲۵۰ باشد.

۶-۳-۲-۳-۲- رده مقاومتی

رده مقاومتی میلگردهای فولادی براساس مقاومت مشخصه آنها تعیین می‌شود. طبقه‌بندی میلگردهای مصرفی در بتن آرمه بر حسب رده مقاومتی با Sxxx بیان می‌شود که xxx عدد بعد از S بیانگر مقاومت تسلیم (f_y) فولاد بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع (مگاپاسکال) است. رده‌بندی آرماتورها بر اساس تنش حد تسلیم آن‌ها مطابق فصل ۴ آئین‌نامه بتن ایران است.

در مواردی که تنش تسلیم فولاد به وضوح مشخص نباشد مقدار آن معادل تنش نظیر ۰/۲ درصد تغییرشکل نسبی ماندگار اختیار می‌شود.

چنانچه در فرایند تولید، تغییراتی در ترکیبات شیمیایی یا در روش ساخت با اهداف مشخص ایجاد شود، در سمت راست رده میلگرد یک حرف لاتین اضافه خواهد شد. در آئین‌نامه بتن ایران (آبا)، برای فولادهای سرد نوردیده و مفتول‌های ساخته شده مطابق استاندارد ملی ایران ۱۱۵۵۸ ایران، رده S500C به‌کار برده شده است.

ویژگی‌ها و رده مقاومتی میلگردهای مصرفی بر اساس مندرجات جدول ۶-۳۴ می‌باشد. باید توجه کرد رده‌بندی رایج میلگردها در بازار ایران که با A-I، A-II، A-III، و A-IV بیان می‌شود انطباق کاملی با مندرجات جدول مزبور ندارد.

جدول ۶-۳۴- رده‌بندی و ویژگی‌های مقاومتی میلگردهای فولادی مصرفی در بتن

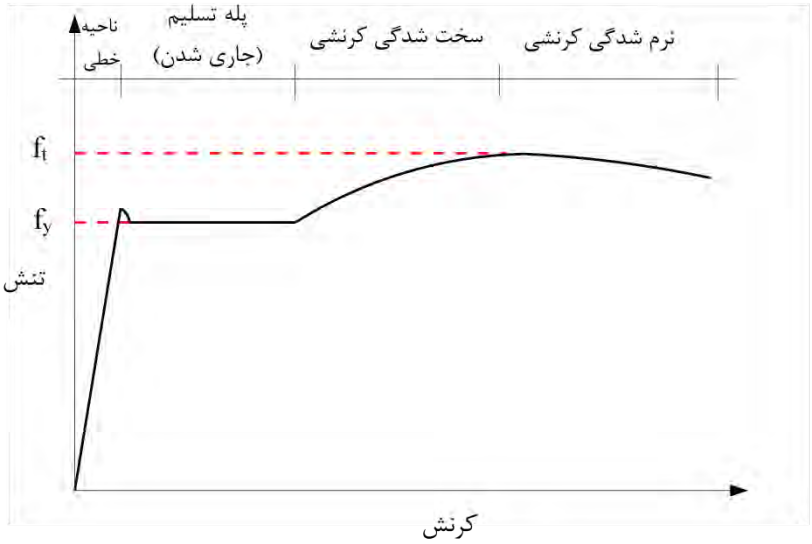
رده	علامت مشخصه در ایران	طبقه‌بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر شکل پذیری	مقاومت کششی حداقل MPa	تنش حد تسلیم MPa		ازدیاد طول نسبی [۱]	
					حداقل	حداکثر	حداقل A_5	حداقل A_{10}
S240	س ۲۴۰	ساده	نرم	۳۶۰	۲۴۰	–	۲۵	۱۸
S340	آج ۳۴۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۴۰	–	۱۸	۱۵
S350	آج ۳۵۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت	۵۰۰	۳۵۰	۴۵۵	۱۷ [۲]	–
S400	آج ۴۰۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۰۰	–	۱۶	۱۲
S420	آج ۴۲۰	آجدار جناغی	نیم سخت	۶۰۰	۴۲۰	۵۴۵	۱۶ [۲]	–
S500	آج ۵۰۰	آجدار مرکب	سخت	۶۵۰	۵۰۰	–	۱۰	۸
S500C	آج ۵۰۰ سرد	آجدار	سخت	۵۵۰	۵۰۰	–	۱۲	–
S520	آج ۵۲۰	آجدار مرکب	سخت	۶۹۰	۵۲۰	۶۷۵	۱۳	–

۱- انتخاب یکی از طول‌های آزمون برای تعیین میزان ازدیاد طول نسبی کافی است. در صورت عدم ذکر طول آزمون، طول حداقل A_5 باید ملاک قرار گیرد. طول‌های A_5 و A_{10} در استاندارد INSO 3132 ایران تعریف شده‌اند.

۲- در خصوص میلگردهایی که قطر اسمی آن‌ها ۳۲ میلی‌متر یا بیشتر است، حداقل مقدار مشخصه تعریف شده برای A_5 ممکن است تا ۲ درصد به ازای هر ۳ میلی‌متر افزایش در قطر، کاهش یابد. حداکثر کاهش از حداقل مقادیر تعریف شده در جدول فوق به ۴ درصد محدود می‌شود.

در صورتی که نمونه‌های آزمون کشش تراشکاری شوند، باید ضریب تبدیل محاسباتی مربوط به نمونه نوردی تراشکاری شده را با توجه به پیوست ب استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲، در نتایج به‌دست آمده از آزمون اعمال نمود.

در میلگردهای فولادی ذکر شده در جدول ۳-۳۳، حداقل نسبت مقاومت کششی به تنش حد تسلیم برابر با ۱/۲۵ می‌باشد. در میلگردهای فولادی سرد نوردیده شده حداقل نسبت فوق برابر ۱/۰۳ است. نمودار کلی تنش-کرنش میلگردهای فولادی مطابق شکل زیر است:



شکل ۶-۵- نمودار کلی تنش- کرنش میلگردهای فولادی

در میلگردهای فولادی که مقاومت لازم و نسبت مقاومت کششی به تنش حد جاری شدن (تسلیم) حداکثر در آنها مطابق جدول ۳-۳۳ به روش خنک‌کاری و برگشت کنترل شده (مانند روش ترمکس) حاصل می‌شود، نشانگر (حرف) T و برای میلگردهای فولادی آلیاژی، حرف A به انتهای رده میلگرد در گواهینامه فنی صادره و نیز در نشانه‌گذاری روی میلگرد درج می‌شود.

۶-۳-۲-۳-۳- شکل‌پذیری

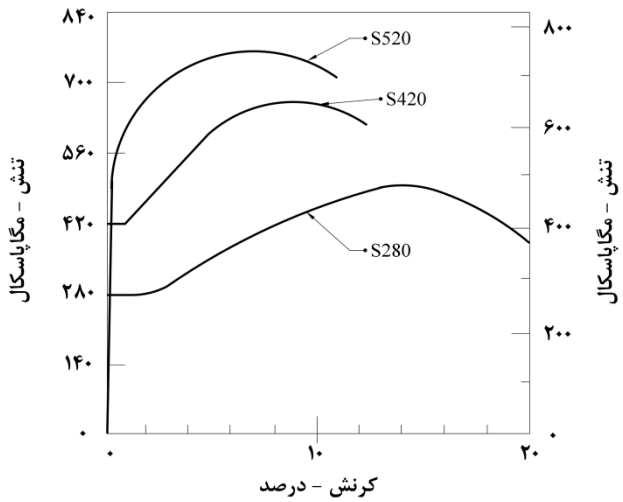
شکل‌پذیری[۱] توانایی یک ماده برای تحمل تغییرشکل ماندگار زیاد پیش از گسیخته شدن است. میلگردهای فولادی بر پایه شکل‌پذیری و نمودار تنش-کرنش (تنجش) آنها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف-فولاد نرم (S240) ، که نمودار تنش – تنجش آن دارای پله تسلیم مشهود است.

ب-فولاد نیمه سخت (S420,S400,S350,S340)، که نمودار تنش – تنجش آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است.

پ-فولاد سخت (S520,S500) که نمودار تنش –کرنش آن فاقد پله تسلیم است.

۱- Ductility



شکل ۶-۶- نمودار کلی تنش- کرنش فولاد نرم، نیمه سخت و سخت

۶-۳-۲-۳-۴- خم‌پذیری

خم‌پذیری میلگردها باید براساس آزمایش تاشدگی با زاویه ۱۸۰ درجه یا آزمایش خم کردن و باز کردن خم با استفاده از فلکه استاندارد مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ تعیین شود. ضوابط خم‌پذیری میلگردها باید مطابق بند ۶-۶-۴ آئین‌نامه بتن ایران باشد.

۶-۳-۲-۳-۵- جوش‌پذیری

جوش پذیری میلگردها به نحوه تولید و نیز ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد. فولاد از نظر جوش‌پذیری به سه رده زیر دسته‌بندی می‌شود:

الف- فولاد جوش‌پذیر که با تجهیزات و روش‌های متداول قابل جوشکاری است.

ب- فولاد جوش پذیر مشروط که در شرایطی معین با تجهیزات و روش‌های معین قابل جوشکاری است.

پ- فولاد جوش‌ناپذیر که با وسایل متعارف قابل جوشکاری نیست.

تمامی میلگردهای فولادی گرم نورد شده با ترکیب شیمیایی متعارف، دارای جوش‌پذیری مطلوب تلقی می‌شوند. میلگردهای فولادی سرد اصلاح شده و گرم به عمل آمده، به حرارت جوش حساسیت بسیار دارند و با روش‌های معمول جوش‌پذیر نیستند. وصله جوشی این گونه میلگردها با رعایت ضوابط خاص میسر است. جوشکاری میلگردها باید مطابق بند ۴-۶-۵ آبا باشد.

شرایط جوشکاری آرماتورهای فولادی مصرفی در بتن و حداقل دمای مورد نیاز پیش گرمایش و انجام عملیات جوشکاری باید بر مبنای استاندارد ملی ایران INSO-3132 باشد.

۶-۳-۲-۴- نمونه‌برداری، آزمایش و ضوابط پذیرش

پس از تحویل محموله‌های آرماتور به کارگاه، دستگاه نظارت دستور انجام آزمایش‌های لازم را صادر خواهد کرد. تعداد و تواتر نمونه‌ها باید طوری باشد که ارزیابی کیفیت کل آرماتور مصرفی ممکن شود.

بسته به حجم میلگرد مصرفی در پروژه و با صلاحدید مشاور و دستگاه نظارت باید همه یا تعدادی از آزمایش‌های فهرست شده در بند ۶-۶ آئین‌نامه بتن ایران (آبا) بر روی میلگرد فولادی مصرفی پروژه انجام گیرد.

۶-۳-۲-۵- ضوابط اجرایی

آرماتورها، میل مهارها، لوله‌ها و هر آنچه که در بتن باقی می‌ماند باید بر اساس نقشه‌های اجرایی یا دستورکارهای کارگاهی به گونه‌ای درست و اطمینان بخش در محل خود مستقر و تثبیت شوند و پیش از بتن‌ریزی، کنترل و به تایید دستگاه نظارت برسند. در مورد بتن‌ریزی با قالب لغزان که آرماتوربندی همزمان با بتن‌ریزی انجام می‌شود، نحوه نظارت و تایید آرماتوربندی باید بر اساس مشخصات فنی و دستورکارهای پروژه یا بر اساس استانداردهای معتبر بین‌المللی تعیین و انجام شود. به جز در مورد قالب لغزان، آرماتوربندی یا جابجایی میلگردها در زمان بتن‌ریزی مجاز نیست.

همخوانی قطر اسمی میلگردهای تهیه شده با میلگردهای مندرج در نقشه‌های سازه‌ای باید پیش از بتن ریزی به تایید دستگاه نظارت یا مشاور برسد.

آرماتورها در هنگام بتن‌ریزی باید تمیز و عاری از هر نوع آلودگی همچون چربی، زنگار، پوسته‌شدگی، خاک، گل، دوغاب خشک و بتن سخت شده باشند. پیش از آغاز بتن‌ریزی باید هر آنچه که از پیوستگی و پیوند[۱] آرماتور و بتن جلوگیری می‌کند از سطح آرماتورها زدوده شود.

۶-۳-۲-۵-۱- نقشه‌های اجرایی

جزییات آرماتوربندی همچون قطر، طول، شکل، اندازه و چگونگی خم‌ها، تعداد و جدول وزن آرماتورها باید در نقشه‌های منضم به پیمان آورده شوند. بسته به نوع سازه و پیچیدگی آرماتوربندی و برای کاهش دورریز میلگردها، پیمانکار باید بنا به درخواست دستگاه نظارت و بر اساس نقشه‌های اصلی قرارداد، اقدام به تهیه "نقشه‌های اجرایی کارگاهی[۲]" کند. نقشه‌های اجرایی کارگاهی دربرگیرنده جزییات بیشتری در باره طول برش میلگردها، جزییات خم کردن، تعداد و محل دقیق قرارگیری میلگردها در هر مقطع، نوع و اندازه وصله میلگردها، محل وصله‌ها، و دیگر جزییاتی هستند که به درک بهتر و بهبود روند اجرایی آرماتوربندی کمک کنند.

۶-۳-۲-۵-۲- بریدن و خم کردن آرماتورها

بریدن و خم کردن آرماتور باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات اجرایی در کارگاه یا در کارخانه تولید کننده و با رعایت

۱- Bonding

۲- Shop drawing

ضوابط فصل هشتم آیین نامه بتن ایران (جزییات آرماتوربندی) انجام شود. بریدن آرماتورها باید به روش‌های مکانیکی مانند قیچی یا اره انجام شود. روش‌های برش حرارتی (مانند هوا برش یا برش پلاسما) برای بریدن میلگردهای فولادی توصیه نمی‌شود ولی در صورت صلاحدید و تایید دستگاه نظارت، می‌توان آنها را به کار برد. در مورد میلگردهای سرد اصلاح شده به روش پیچاندن یا کشیدن و غیره چنانچه از روش حرارتی برای بریدن استفاده شود به دلیل تغییر ریزساختار فولاد باید طولی حدود قطر میلگرد یا ۲۵ میلی‌متر (هر کدام بزرگتر باشد)، از انتهای بریده شده در محاسبه طول مهاری میلگرد در نظر گرفته نشود. چنانچه میلگرد مصرفی به صورت کلاف باشد باید میلگردها پیش از بریدن صاف شوند.

خم کردن میلگردهای فولادی باید به روش سرد انجام شود و استفاده از حرارت بدون تایید دستگاه نظارت برای این منظور مجاز نیست. خم کردن یا بازکردن خم میلگردهایی که یک سر آنها داخل بتن قرار دارد مانند میلگردهای انتظار و میلگردهای ریشه یا بازکردن میلگردهای خم شده، مجاز نیست مگر آن‌که در نقشه‌های اجرایی پیش‌بینی شده باشد. در چنین مواردی برای شکل دادن مجدد باید به ویژگی‌های فولاد مصرفی توجه کرد و تمهیداتی به کار گرفت تا بتن دچار ترک و آسیب ناشی از تنش‌های موضعی یا ناشی از حرارت نشود.

در خم کردن میلگردهای فولادی، رعایت نکات زیر الزامی است:

الف- حداقل قطر فلکه خم‌کن باید متناسب با قطر میلگرد و مطابق نقشه‌های اجرایی باشد و جزییات خم میلگردها رعایت شود.

ب- سرعت خم کردن متناسب با نوع فولاد و دمای میلگرد انتخاب می‌شود. در مورد میلگردهای فولادی سرد اصلاح شده، سرعت خم کردن با روش تجربی به دست می‌آید. با افزایش مقاومت فولاد و کاهش دمای آن، سرعت خم کردن باید کاهش یابد.

پ- خم کردن میلگردهای فولادی در دمای کمتر از ۱۵- درجه سلسیوس مجاز نیست.

ت- در صورتی که ریشه میلگردها در زمان بتن‌ریزی به هر دلیلی جابجا شده باشند اگر جابجایی کمتر از ۲۵٪ پوشش بتنی روی میلگرد باشد می‌توان ریشه‌ها را با صلاحدید دستگاه نظارت و با شیب ۱ به ۶ (یک افقی به شش عمودی) خم کرد و به جای اولیه برگرداند. چنانچه جابجایی ریشه‌ها بیش از ۲۵٪ پوشش بتنی روی میلگرد باشد، خم کردن ریشه‌ها مجاز نیست و می‌توان از راهکار افزایش متقارن سطح مقطع عضو بتنی یا کاشت میلگردهای جایگزین (هر کدام که به تایید دستگاه نظارت برسد) استفاده کرد.

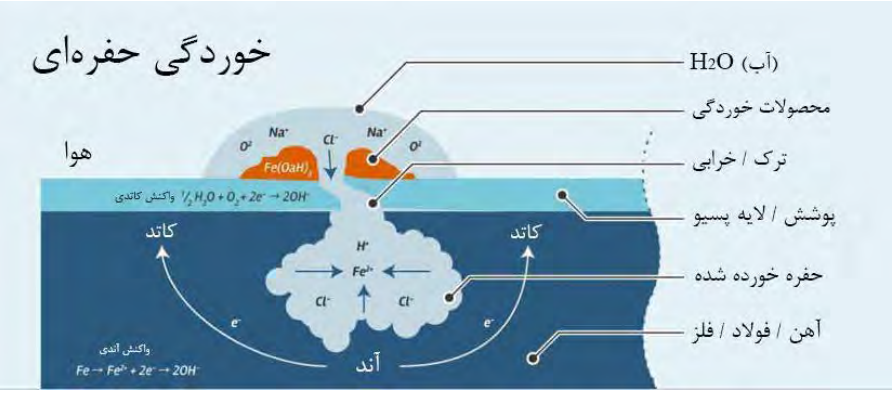
ث- باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد مجاز نیست مگر در شرایط خاص و اضطراری که در نقشه‌ها دیده شده باشد یا به تایید دستگاه نظارت رسیده باشد. در چنین مواردی باید تمام میلگردها از نظر ترک خوردگی کنترل شوند و نتایج کنترل به تایید کتبی کنترل کننده و دستگاه نظارت برسد.

ج- محل خم میلگردهای گالوانیزه یا با پوشش اپوکسی باید پس از خم‌کاری بررسی شود و چنانچه آسیب دیده باشد باید پس از خم‌کاری، پوشش ناحیه خم ترمیم شود.

۶-۳-۲-۵-۳- کارگذاشتن و بستن آرماتورها

آرماتورها در زمان کارگذاری باید تمیز و عاری از هر گونه آلودگی باشند. هر آنچه که به پیوستگی آرماتور و بتن آسیب می‌رساند باید پیش از کارگذاری آرماتور از رویه آن زدوده شود و تا زمان بتن‌ریزی از آلودگی‌ها محفوظ بماند. میلگردهایی که دچار زنگ‌زدگی شدید و تا حد پوسته‌شدگی شده باشند (چه پیش از بستن و چه پس از بستن) باید پیش از بتن‌ریزی زنگ‌زدایی شوند. برای زنگ‌زدایی میلگردها می‌توان از روش‌های برس‌زنی (دستی یا ماشینی)، ساینده-پاششی (مانند ماسه‌پاشی) یا پاشش آب پرفشار[۱] استفاده کرد. میلگردهای زنگ‌زدایی شده در صورتی برای استفاده در بتن آرمه مجاز خواهند بود که پس از زنگ‌زدایی، مشخصات فنی و مکانیکی مندرج در مشخصات فنی پروژه و بندهای ۴-۲-۴ و ۴-۳-۱ آیین نامه بتن ایران را برآورده کنند. در مورد میلگردهایی که لایه زنگ روی آنها با تشخیص دستگاه نظارت نازک باشد و به مرحله پوسته شدگی نرسیده باشد و به آسانی برداشته می‌شوند، نیازی به زنگ‌زدایی نیست.

چنانچه خوردگی میلگرد از نوع حفره‌ای[۲] باشد استفاده از این میلگرد مجاز نیست(شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷- نمایی از خوردگی حفره‌ای در میلگرد

آرماتورها بایستی مطابق نقشه‌های اجرایی به گونه‌ای در محل خود نصب و تثبیت شوند که در زمان بتن‌ریزی جابجا نشوند. سر آزاد سیم‌های آرماتوربندی که برای بستن میلگردها به کار می‌روند به‌ویژه در مناطق خورنده باید به داخل بتن کج شوند و در پوشش بتنی روی میلگرد واقع نشوند. چنانچه به دلیل تداخل میلگردها با دیگر اقلام مدفون در بتن (مانند لوله‌ها و داکت‌ها) نیاز به جابجابندی[۳] میلگردها و تغییر فاصله آنها باشد، این عمل باید پیش از بتن‌ریزی به تایید دستگاه نظارت برسد. در مواردی که شبکه آرماتور بسیار فشرده باشد به گونه‌ای که برای عبور بتن و تراکم آن ایجاد ممانعت کند، بازکردن و بستن مجدد بخشی از میلگردها بلامانع است به شرط آن‌که تا زمانی که بتن تازه و به قدری روان است که اطراف میلگرد را پر می‌کند، در اسرع وقت میلگردهای باز شده دوباره در محل اولیه و اصلی خود نصب شوند.

۱- Water jet

۲- Pitting corrosion

۳- Relocation

جایگزین کردن میلگردهای مندرج در نقشه با میلگردهای معادل، در صورتی مجاز است که ضوابط سازه‌ای و پایایی عضو بتن آرمه و سازه را برآورده کند و به تایید دستگاه نظارت برسد.

۶-۳-۲-۵-۴- وصله کردن آرماتورها

بهتر است که میلگردها به شکل یکپارچه و پیوسته در بتن به‌کار روند. چنانچه استفاده از وصله در کارگذاری میلگردها به دلایل فنی و اجرایی ناگزیر باشد باید محل و نوع وصله‌ها در نقشه‌های اجرایی کارگاهی نشان داده شده باشد. انواع وصله و روش وصله کردن آرماتورها باید مطابق مشخصات و ضوابط آیین نامه بتن ایران باشد. در تعیین محل وصله‌ها علاوه بر ضوابط آیین نامه بتن و مشخصات فنی پروژه، رعایت نکات زیر توصیه می‌شود.

الف- تا آنجا که ممکن است تعداد وصله‌ها در یک عضو به حداقل رسانده شود.

ب- محل قطع میلگردها و وصله‌ها در مقاطعی از عضو قرار داده شود که تنش وارده بر عضو یا قطعه بتنی حداکثر نباشد.

پ- در اعضای خمشی یا خمشی-فشاری نباید بیش از نصف میلگردها در یک مقطع وصله شوند. بهتر است وصله میلگردها در مقطع به صورت یک در میان[۱] باشد.

ت- در صورت وجود کشش مستقیم یا کشش ناشی از خمش، حداکثر یک سوم میلگردها در یک مقطع را می‌توان با همپوشانی[۲] وصله کرد.

۶-۳-۲-۵-۵- جوشکاری آرماتورها

همبندی و وصله میلگردها با روش جوش نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) یا جوش ذوبی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی) باید مطابق آیین نامه بتن ایران باشد و علاوه بر آن باید نکات زیر نیز مورد توجه قرار گیرد:

الف- اتصال جوشی میلگرد سرد اصلاح شده فقط با روش‌های خاص و تحت کنترل دقیق دستگاه نظارت، مجاز است.

ب- در صورتی که برای هر نوع فولاد از الکترود مخصوص و روش جوشکاری استفاده شود می‌توان روش اتصال جوش ذوبی را با صلاحدید دستگاه نظارت به کار برد.

پ- پیش از جوشکاری باید میلگردها را گرم کرد (پیش گرمایش) و جوشکاری توسط جوشکار صلاحیت‌دار و آزموده انجام شود.

ت- نوع جوش، مشخصات دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری به همراه صلاحیت فنی جوشکار باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

۱- Staggered

۲- Overlap

۶-۳-۲-۵-۶- پوشش بتن روی میلگردها

پوشش بتنی روی میلگرد، کوتاه‌ترین فاصله رویه میلگرد طولی یا عرضی تا نزدیک‌ترین سطح بتن است (در مورد محیط‌های خورنده، این فاصله تا نزدیک‌ترین فلز مدفون سنجیده می‌شود). از آنجا که پوشش بتنی روی میلگرد نقش بسزایی در پایایی[۱] (دوام) میلگرد و حفاظت آن در برابر خوردگی دارد، باید در زمان آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی دقت کافی به عمل آید تا حداقل پوشش بتنی روی میلگردها تامین شود. حداقل پوشش بتنی روی میلگردها باید مطابق آیین نامه بتن ایران و آیین نامه سازه‌های بتنی در سواحل خلیج فارس باشد.

۶-۳-۲-۵-۷- رواداری‌ها در بریدن و کارگذاشتن آرماتورها

بریدن و کارگذاشتن میلگردها باید در محدوده رواداری‌های مندرج در آیین نامه بتن ایران باشد و علاوه بر آن، موارد زیر در رواداری بریدن و کارگذاشتن میلگردها نیز رعایت شود.

- رواداری‌های بریدن میلگردها

- طول میلگرد ۲۵± میلی‌متر یا db± هر کدام کوچک‌تر باشد (db قطر میلگرد است)
- مجموع ابعاد خاموت ۱۲± میلی‌متر
- خم‌ها ۲۵± میلی‌متر

طول برش واقعی میلگردها دارای خم نسبت به اندازه‌ی نشان داده شده در نقشه کوتاه‌تر است.

- رواداری‌های بستن و کارگذاشتن میلگردها

مقدار تعیین شده برای رواداری عمق مؤثر مقطع خمشی (d) که در آئین‌نامه بتن ایران (آبا) بیان شده است برای محاسبه مقاومت و ظرفیت خمشی مقطع است و نباید آن را برای رواداری جابجایی میلگردها در زمان اجرا به کار برد.

محدوده مجاز رواداری‌های بستن و کارگذاشتن میلگردها به شرح زیر است:

الف - کاهش ضخامت پوشش بتن نسبت به مقادیر تعیین شده در نقشه‌ها، حداکثر ۱۰ میلیمتر می‌تواند باشد به شرط آن‌که از یک سوم اندازه پوشش بتنی بزرگتر نباشد. در مورد افزایش ضخامت پوشش بتن محدودیت موجود بر اساس ضوابط طراحی مشخص می‌شود. (شکل ۶-۸)

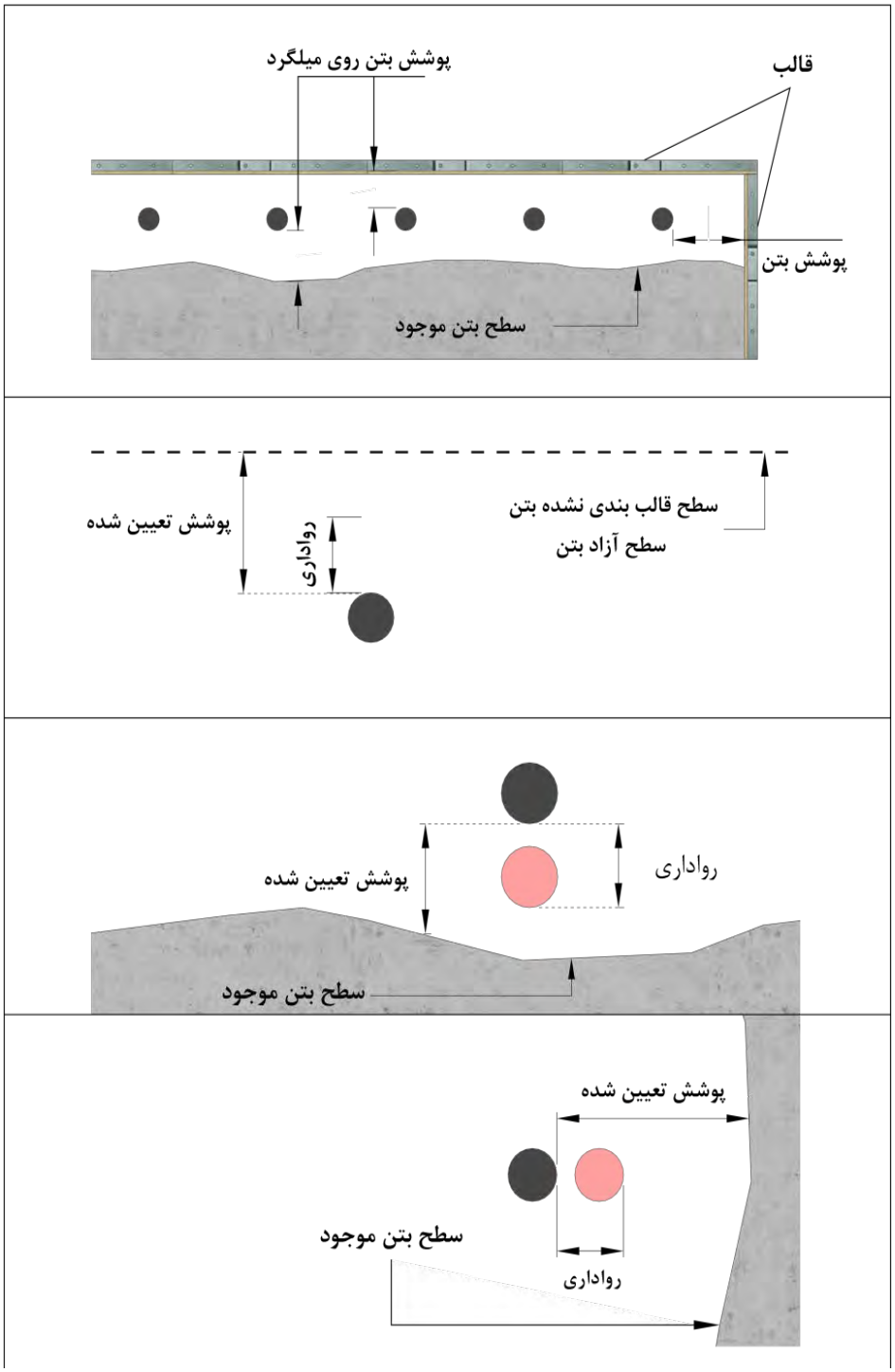
ب- انحراف موقعیت میلگردها (به جز ضخامت پوشش بتنی) با توجه به اندازه ارتفاع مقطع اعضای خمشی، ضخامت دیوارها یا کوچک‌ترین اندازه ستون‌ها به شرح زیر است: (شکل ۶-۹).

تا ۱۰۰ میلی‌متر ۶± میلی‌متر

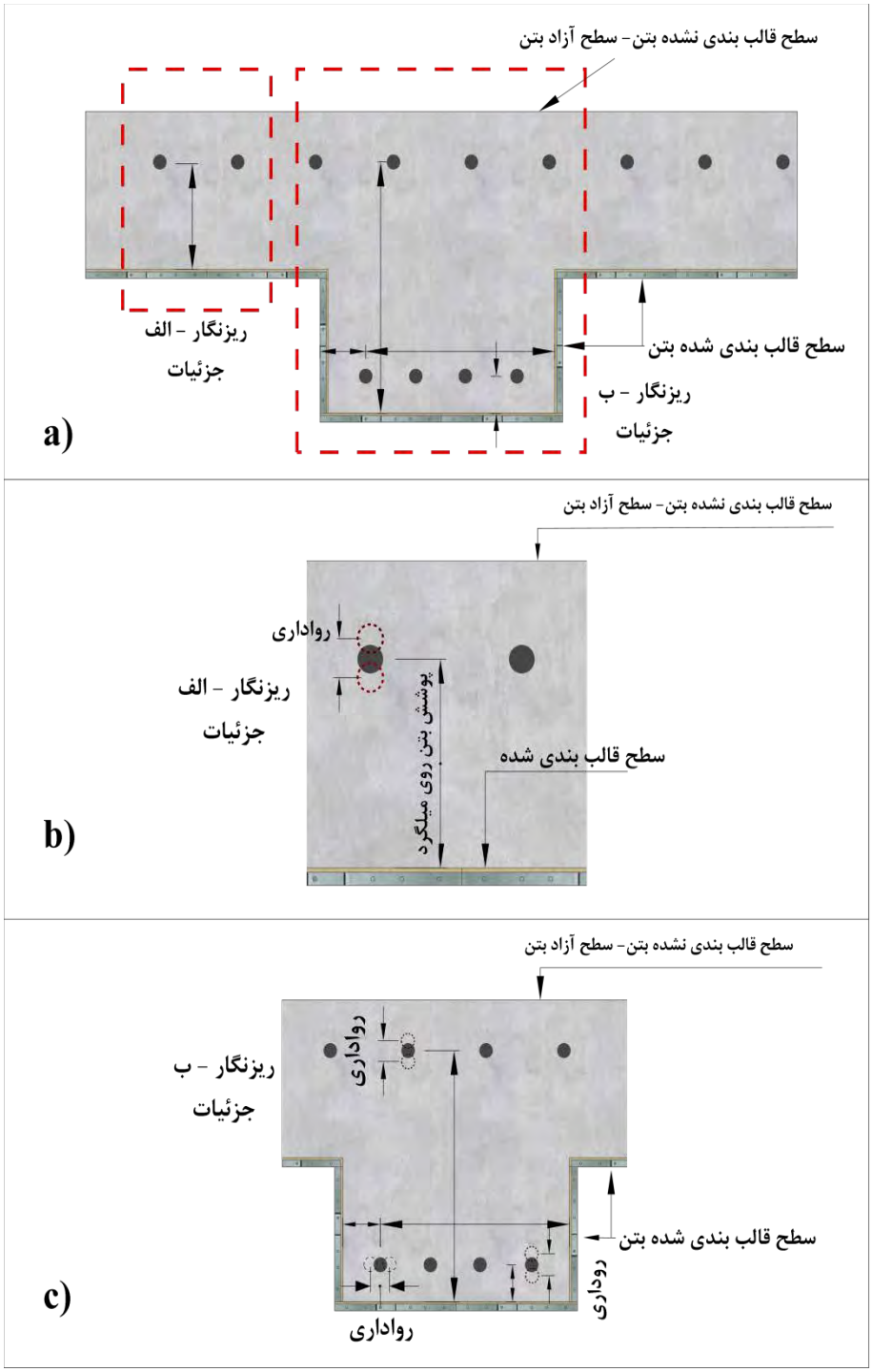
بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر ۱۰± میلی‌متر

۱- Durability

بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر	±۱۳ میلی‌متر
۶۰۰ میلی‌متر یا بیشتر	±۲۰ میلی‌متر

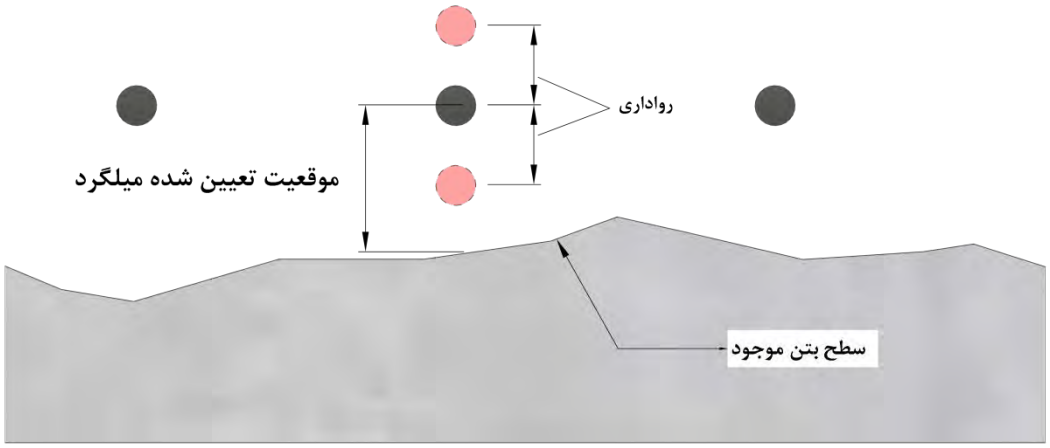


شکل ۶-۸- رواداری در پوشش بتن روی میلگردها



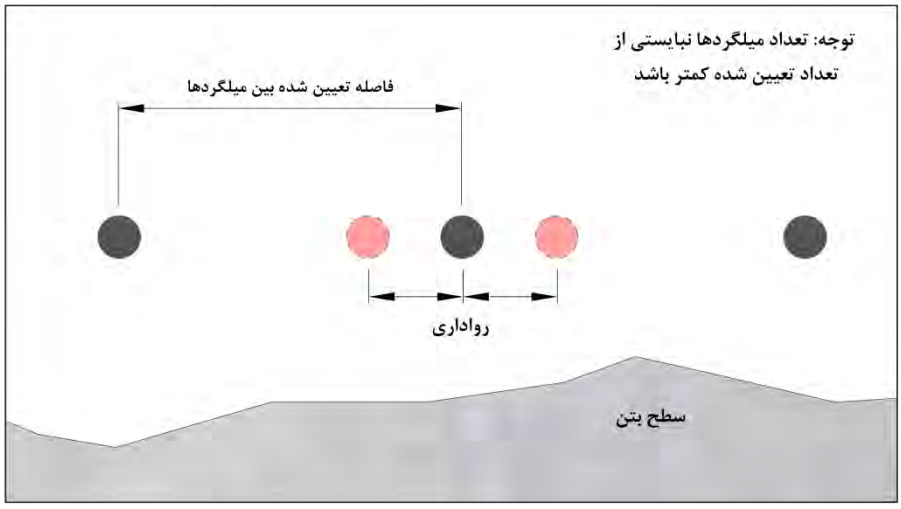
شکل ۶-۹- رواداری جابجا شدن میلگردها

پ- رواداری جابجایی قایم در دال‌های سقف و یا در روی بستر خاکی نسبت به موقعیت مشخص شده در نقشه در محدوده ۲۰± میلیمتر می‌تواند باشد به شرط آن‌که ضوابط پوشش بتنی رعایت گردد. (شکل ۶-۱۰)



شکل ۶-۱۰- رواداری قایم جابجاشدن میلگردها در دال‌های روی بستر موجود

ت- انحراف فاصله آزاد[۱] جانبی بین هر میلگرد با میلگرد مجاور، نباید در مجموع از یک چهارم فاصله آزاد طبق نقشه و حداکثر۲۵± میلیمتر، هر کدام کوچک‌تر است، بیشتر باشد.



شکل ۶-۱۱- رواداری انحراف افقی میلگرد نسبت به میلگرد مجاور

رواداری مجاز فاصله آزاد میلگردها نباید سبب شود که تعداد میلگردها در مقطع از تعداد میلگردهای نقشه کمتر شود.

چنانچه به هر دلیلی (مانند همپوشانی میلگردها) در یک مقطع نتوان رواداری مجاز فاصله آزاد بین میلگردها را رعایت کرد، با صلاحدید طراح و دستگاه نظارت می‌توان تعدادی از میلگردها را به هم چسباند (گروه میلگرد) به شرط آن‌که ضوابط گروه میلگردها[۲] مطابق آیین نامه بتن ایران رعایت شوند.

ث- به شرط آن‌که ضوابط پوشش بتنی رعایت گردد، رواداری انحراف موقعیت طولی خم‌ها و انتهای میلگردها در انتهای ناپیوسته قطعات ۲۰± میلی‌متر و در سایر موارد ۵۰± میلی‌متر است.

۱- Clear distance

۲- Bundling

۶-۳-۲-۶- فاصله نگهدارها(لقمه‌ها) و خرک‌ها

فاصله نگهدارها می‌تواند از جنس فولادی، بتنی، یا پلیمری باشد. فاصله نگهدارها و خرک‌های فولادی باید از نوع گالوانیزه یا فولاد ضد زنگ باشد یا پیش از کارگذاری با پوشش محافظ (مانند اپوکسی غنی شده با روی) پوشانده شود. فاصله نگهدار بتنی با رعایت ضوابط مقاومت و دوام می‌تواند به صورت پیش‌ساخته یا ساخته شده در کارگاه باشد.

در شرایط محیطی رده خورنده استفاده از فاصله نگهدار پلاستیکی مجاز نیست و استفاده از نوع بتنی باکیفیت مناسب توصیه می‌شود. ملات یا بتن مصرفی در فاصله نگهدار باید کیفیتی مشابه یا نزدیک با بتن اصلی داشته باشد. این ملات یا بتن باید به خوبی متراکم و عمل‌آوری شود و نیاز به کنترل‌های مقاومتی و پایایی دارد. چنانچه در فاصله نگهدار از سیم یا مفتول برای بستن آنها پیش‌بینی شده باشد باید ضوابط حداقل پوشش بتنی در آنها رعایت شود.

خرک‌ها عمدتاً از نوع فولادی هستند. بخشی از خرک‌ها که در ناحیه پوشش بتنی روی میلگرد قرار می‌گیرد باید به گونه‌ای مناسب در برابر خوردگی محافظت شوند. توصیه می‌شود که تا حد امکان خرک‌ها روی فاصله نگهدارهای مناسب یا روی شبکه میلگرد زیرین قرار گیرند.

جنس و چیدمان فاصله نگهدارها یا خرک‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که زیر بار وارده ناشی از وزن میلگردها و بارهای حین اجرا خرد یا له نشوند و تغییرشکل بیش از حد ندهند.

۶-۳-۲-۷- بازرسی اجرا

دستگاه نظارت باید موارد زیر را بازرسی و کنترل کند:

- پیش از آرماتوربندی، آماده‌سازی بستر کار؛ ابعاد، موقعیت و رقوم قالب‌ها؛ رواداری میلگردهای بریده و خم شده پیش از بستن
- جای‌گذاری میلگردها با فاصله مناسب و در محل مناسب و رعایت ضوابط حداقل پوشش بتنی روی آنها
- ابعاد و رقوم قالب‌ها و شاغول بودن آن‌ها پیش از و در حین بتن‌ریزی

۶-۳-۲-۸- حمل و انبارش آرماتور

حمل و انبار کردن میلگردها در کارگاه باید مطابق با ضوابط آیین نامه بتن ایران انجام گیرد.

۶-۳-۲-۹- آرماتورهای ویژه

استفاده از میلگردهای پلیمری، میلگردهای ضدزنگ، یا میلگردهای با پوشش اپوکسی در صورتی مجاز است که در نقشه‌های اجرایی و توسط طراح در نظر گرفته شده باشد. ضوابط به کارگیری این نوع میلگردها باید مطابق استانداردهای ایران یا در نبود این استانداردها، مطابق با استانداردهای بین‌المللی معتبر مانند ACI یا fib باشد.

۶-۳-۳- ساخت و اجرای بتن

۶-۳-۳-۱- ساخت و تولید بتن

۶-۳-۳-۱-۱- الزامات توزین و پیمانه کردن

تجهیزات مورد نیاز برای توزین هر یک از مصالح باید سازگار با فرایند تولید بتن و قادر به پیمانه کردن هر یک از مصالح با دقت مورد نیاز باشد. این تجهیزات باید به‌طور دوره‌ای، قبل و در طی بهره‌برداری مطابق با آیین نامه بتن ایران مورد بازرسی قرار گیرد و طبق جدول ۶-۳۳ یا هر زمان که دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد واسنجی شود.

مصالح باید مطابق طرح مخلوط بتن مورد نظر، پیمانه شود. بدین منظور لازم است اطلاعاتی مانند نوع و مقدار اجزای بتن به صورت مکتوب در محل پیمانه کردن بتن در دسترس اپراتور دستگاه مخلوط‌کن باشد.

با توجه به تأثیر تغییر رطوبت سنگدانه بر روی اسلامپ و نسبت آب به سیمان، باید رطوبت سنگدانه‌ها در تواتر مناسب اندازه‌گیری شود و مقادیر آب در پیمانه اصلاح شود. سیمان، سنگدانه‌ها، یخ در صورت مصرف و مواد افزودنی پودری باید به صورت وزنی، توزین شوند. اندازه‌گیری آب و مواد افزودنی شیمیایی مایع به‌صورت حجمی یا وزنی مجاز است.

توزین افزودنی‌های معدنی همراه با سیمان مجاز است، مشروط بر آنکه دقت اندازه‌گیری طبق جدول ۶-۳۵ باشد. در هر صورت سیمان و افزودنی معدنی را باید از یک قیف توزین به‌طور مجزا از سایر مواد، وزن نمود، ضمن آنکه سیمان باید قبل از افزودنی معدنی توزین گردد.

جدول ۶-۳۵- رواداری‌های اندازه‌گیری مصالح متشکله بتن نسبت به وزن هریک از آن‌ها

اجزای مخلوط بتن	نسبت وزن هر پیمانه به ظرفیت وسیله سنجش وزن (٪)	رواداری اندازه‌گیری (درصد)	
		کمتر از مقدار تعیین شده	بیشتر ار مقدار تعیین شده
آب/یخ	--	-۱	+۱
سیمان/مجموع سیمان و مواد افزودنی معدنی	۳۰ >	-۱	+۱
	۳۰≤	۰	+۴
مصالح سنگی (جداگانه)	۱۵ <	-۰/۱	+۰/۱
	۱۵≥	-۲	+۲
مصالح سنگی (تجمعی)	۳۰ ≥	-۱	+۱
	۳۰<	-۰/۳	+۰/۳
مواد افزودنی معدنی	--	-۱	+۲
مواد افزودنی شیمیایی	--	-۳	+۳
الیاف فلزی و پلیمری	--	-۳	+۵

توزین سنگدانه‌ها به صورت تجمعی با هم مجاز است، مشروط بر آنکه دقت اندازه‌گیری طبق جدول ۶-۳۵ باشد.

اگر از چند ماده افزودنی شیمیایی به‌طور همزمان در تولید بتن استفاده شود، هر یک باید به صورت جداگانه پیمانه شوند، مگر آنکه تولیدکننده افزودنی، پیش اختلاط آنها را مجاز اعلام نماید.

دانلود سوالات آزمون

در صورت استفاده از مخلوط‌کن پیوسته و برای بتن‌های با رده کمتر از C16، توزین سنگدانه و سیمان به صورت وزنی و یا به صورت حجمی مجاز است. در هر صورت خطای اندازه‌گیری نباید بزرگ‌تر از مقادیر داده شده در جدول ۶-۳۵ باشد. خطا باید بر مبنای جرم تعیین گردد و درصورت پیمانه کردن حجمی به‌وسیله تبدیل حجم هر یک از مصالح به وزن، در دوره‌های زمانی مشخص، بسته به ظرفیت مخلوط کن، خطا باید محاسبه شود.

۶-۳-۳-۱-۲- الزامات اختلاط

بتن باید تا زمان ایجاد یکنواختی مناسب، به‌طور کامل مخلوط شود. استفاده از مخلوط‌کن‌ها بیش از ظرفیت مجاز نمی‌باشد و باید با سرعت توصیه شده توسط سازنده به‌کار گرفته شوند.

در صورت ساخت بتن با استفاده از کامیون مخلوط‌کن، حجم بتن نباید بیش از دوسوم حجم کل دیگ آن باشد. حجم بتن مخلوط شده که با کامیون مخلوط‌کن حمل می‌شود، نباید از ۸۰ درصد ظرفیت اسمی دیگ تجاوز کند.

در صورتی که تیغه‌های مخلوط‌کن‌ها سائیده شده یا با لایه‌های بتن سخت شده پوشیده شده باشند، بازده تولید دچار اخلال خواهد شد. در این صورت باید در اسرع وقت نسبت به تعویض و یا تعمیر آن‌ها اقدام شود. اگر بتن به‌قدر کافی مخلوط شده باشد، در این صورت، نمونه‌های اخذ شده از بخش‌های مختلف مخلوط، باید مطابق با مندرجات استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ دارای چگالی، میزان هوا، اسلامپ و مقدار سنگدانهٔ درشت یکسان و یکنواخت باشند. حداکثر رواداری مجاز ارزیابی شده برای یکنواختی در داخل یک مخلوط بتن باید مطابق با این ضابطه باشد. در هر صورت مخلوط کردن بتن به صورت دستی برای تولید بتن سازه‌ای مجاز نمی‌باشد.

۶-۳-۳-۱-۳- مخلوط‌کن‌های بتن و الزامات آن‌ها

برای بتن‌های خاص مانند رویه‌های بتن غلتکی، سدسازی و بتن‌های غیرمسلح استفاده از مخلوط‌کن‌های پیوسته مجاز می‌باشد. در سایر انواع بتن توصیه می‌شود از مخلوط‌کن ناپیوسته استفاده گردد.

عملکرد مخلوط کن باید به نحوی باشد که در مدت زمان اختلاط مورد نظر، حداکثر تغییرات در جرم حجمی ملات، مقدار درشت‌دانه بتن، مقاومت فشاری، حباب هوا و اسلامپ بتن در قسمت‌های مختلف بتن تولید شده مطابق الزامات جدول ۶-۳۶ باشند. حداقل زمان اختلاط بتن باید به میزانی باشد که مخلوط همگن حاصل گردد. زمان اختلاط پس از ورود همه اجزای بتن به درون دیگ مخلوط‌کن مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

جدول ۶-۳۶- الزامات تولید بتن همگن در مخلوط‌کن‌ها

موضوع	حداکثر مجاز تغییرات (٪)*
جرم حجمی بتن	۰/۸
مقدار درشت‌دانه	۶
میانگین مقاومت فشاری ۷ روزه سه آزمونه	۷/۵
مقدار هوا	۲۰
مقدار اسلامپ	۳۰

* مقدار اختلاف بین نتیجه دو نمونه گرفته شده از حدود ۱۵٪ و ۸۵٪ بتن تخلیه شده از مخلوط‌کن تعیین می‌شود و سپس این اختلاف بر مقدار متوسط نتیجه دو نمونه تقسیم شده و به‌صورت درصد ارائه می‌شود.

ترتیب اختلاط مصالح به هر نحوی که بتواند تامین کننده مشخصات موردنیاز بتن و الزامات جدول ۶-۳۵ باشد، قابل قبول است. با این وجود توصیه می‌شود، سیمان و ماسه قبل از بقیه مصالح اضافه نگردد تا باعث دشواری در اختلاط آنها به‌ویژه برای مخلوط‌کن‌های گرانشی نگردد.

در مخلوط‌کن‌های ناپیوسته، قبل از تخلیه کامل بتن پیمانه قبلی، نباید مصالح پیمانه جدید وارد مخلوط کن شود. مخلوط‌کن‌ها باید بعد از اتمام هر نوبت کاری و یا ایجاد وقفه طولانی در تولید بتن، تمیز شوند.

بتن آماده باید مطابق با الزامات بند ۷ استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ مخلوط و تحویل داده شود.

باید سابقه کار روزانه همه مخلوط‌های ساخته شده در کارگاه به‌طور تفصیلی و مشتمل بر مشخصات بتن از جمله موارد زیر، ثبت و نگهداری شود:

الف- تاریخ و زمان اختلاط و بتن ریزی؛

ب- مقادیر به‌کار رفته برای اختلاط مصالح و نوع اجزای بتن؛

پ- نتایج آزمایش‌های بتن تازه طبق تواتر نمونه برداری؛

ت- دمای بتن و دمای محیط در هنگام بتن ریزی و تواتر نمونه برداری؛

ث- محل نهایی و حجم تقریبی بتن‌های ریخته شده در سازه.

۶-۳-۳-۲- بازرسی و کنترل تجهیزات تولید

کنترل تجهیزات باید این اطمینان را ایجاد نماید که تجهیزات ذخیره‌سازی، تجهیزات توزین و اندازه‌گیری، مخلوط‌کن و ابزار کنترلی مانند اندازه‌گیری مقدار رطوبت موجود در سنگدانه‌ها، در شرایط کارکرد خوبی قرار دارند. تواتر بازرسی‌ها و آزمایش‌ها برای تجهیزات باید مطابق استاندارد ملی ایران ۹۶۰۱ باشد.

۶-۳-۳-۳- انتقال بتن، بتن ریزی و تراکم

باید قبل از شروع بتن‌ریزی موارد زیر آماده یا مشخص شده باشد:

الف) برنامه زمان‌بندی بتن‌ریزی

برنامه زمان‌بندی بتن‌ریزی باید با در نظر گرفتن عوامل مختلفی، تهیه شود، از جمله: نوع و شکل سازه، ارتباط بتن‌ریزی با سایر عملیات اجرایی پروژه و برنامه زمان‌بندی کلی پروژه، حجم کل بتن‌ریزی، روش تامین، فاصله حمل و حجم بتن که در هر مقطع زمانی باید تامین شود و همچنین صعوبت اجرایی هر بخش.

ب) تجهیزات و نیروی انسانی

نوع، ظرفیت و تعداد ماشین آلات لازم برای انتقال بتن، بتن‌ریزی و تراکم و همچنین نیروی انسانی باید با در نظر گرفتن مواردی مانند وضعیت کارگاه، نوع و شکل سازه، فاصله حمل بتن، ابعاد مقطعی که باید بتن‌ریزی شود، حجم

بتن‌ریزی مقطع، دستورالعمل‌های بتن‌ریزی، آهنگ بتن‌ریزی، حجم بتن قابل تامین، ظرفیت و تعداد لرزاننده‌ها، نوع مصالح و طرح مخلوط بتن تعیین شود.

پ) مسیرهای انتقال بتن

مسیرهای انتقال بتن باید به نحوی تعیین و انتخاب گردند که امکان انتقال ساده‌تر و سریع‌تر بتن به‌وجود آید و زمان و فاصله حمل به حداقل ممکن برسد.

ت) مقطع بتن ریزی، محل درزهای اجرایی و روش آماده‌سازی درزها

مقطع بتن‌ریزی باید براساس حجم قابل بتن‌ریزی در هر نوبت تعیین شود. این حجم بر اساس حجم بتن قابل تامین، برنامه زمان‌بندی اجرا، شکل مقطع، ظرفیت بتن‌ریزی، زمان مجاز توقف‌ها حین بتن‌ریزی و موقعیت درزهای اجرایی تعیین می‌گردد. چنانچه به دلیل ملاحظات اجرایی، در نظر گرفتن درز اجرایی لازم در نقشه‌ها مشخص نشده باشد، محل آن باید با در نظر گرفتن تنش‌ها در مقطع، ملاحظات دوام و نحوه آرماتورگذاری در محل درز و با تایید دستگاه نظارت انتخاب شود و از انتخاب آن به‌صورت تصادفی و براساس پیشرفت کار اجتناب گردد.

ث) ترتیب و آهنگ بتن‌ریزی

ترتیب و آهنگ بتن‌ریزی در هر مقطع باید با در نظر گرفتن شکل سازه، وضعیت تولید بتن، ظرفیت بتن‌ریزی، توقف‌های مجاز، تجهیزات موجود و همچنین ملاحظات مربوط به رانش بتن در بدنه قالب‌ها و سیستم نگهداری قالب انتخاب شود.

زمان مجاز از ساخت بتن تا اتمام بتن‌ریزی باید مطابق با بندهای ذیل باشد:

- به عنوان یک زمان حداکثر مجاز (برای دمای محیطی کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد) عملیات بتن‌ریزی(شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم) باید حداکثر تا ۲ ساعت پس از ساخت بتن تمام شود. در دمای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد این زمان باید به ۱/۵ ساعت محدود گردد. زمان مجاز بتن‌ریزی با توجه به استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان کننده و دیرگیر کننده) در صورت تامین کارایی مورد نظر می‌تواند با تایید دستگاه نظارت افزایش یابد.
- در صورت استفاده از وسایل حمل بتن بدون دیگ چرخان از محل تولید تا محل بتن‌ریزی، محدودیت‌های زمانی ذکر شده ۳۰ دقیقه کاهش می‌یابد.

۶-۳-۳-۳-۱- انتقال بتن

انتقال بتن از مخلوط کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید چنان صورت گیرد که از جدا شدگی یا از هدر رفت بتن جلوگیری شود و کیفیت شامل نسبت آب به سیمان، روانی موردنظر، درصد هوا و یکنواختی حفظ گردد. همچنین فرآیند انتقال بتن در بتن‌ریزی‌های متوالی باید به نحوی باشد که حالت خمیری بتن از بین نرود و درز سرد ایجاد نشود.

در صورت احتمال برخورد بتن با میلگرد عرضی، بدنه قالب و احتمال بروز جداشدگی در بتن، حداکثر ارتفاع سقوط آزاد بتن از انتهای قیف یا لوله به ۱/۵ متر یا کمتر بسته به شرایط اجرایی و استعداد جداشدگی بتن محدود می‌گردد . در هر صورت چنانچه در اجرای آزمایشی و با تائید دستگاه نظارت نشان داده شود که با افزایش ارتفاع سقوط آزاد بتن جداشدگی بروز نخواهد کرد، می‌توان ارتفاع سقوط آزاد بتن را افزایش داد.

الف) انتقال بتن از محل تولید بتن تا محل بتن‌ریزی

هنگامی‌که در بتن‌ریزی از بتن آماده استفاده می‌شود، ضوابط استاندارد ملی ایران ۶۰۴۴ باید برای انتقال بتن رعایت گردد.

بعد از افزوده شدن آب اولیه اختلاط، هیچ آبی نباید به بتن اضافه گردد. چنانچه نیاز به افزایش روانی بتن در محل مصرف باشد، با تایید دستگاه نظارت استفاده از مواد روان‌کننده و یا دوغاب سیمان با نسبت آب به سیمان مساوی یا کمتر از بتن اصلی در صورت تامین محدودیت حداکثر سیمان مصرفی، مجاز می‌باشد. در صورتی‌که اسلامپ بتن، بیشتر از حد مجاز باشد، با نظر دستگاه نظارت، افزودن سیمان و یا ماسه، با حفظ نسبت آب به سیمان و دستیابی به اسلامپ مورد نظر، در صورت تامین محدودیت حداکثر سیمان مصرفی، مجاز است. در صورت افزودن مصالح جدید، باید دیگ کامیون مخلوط‌کن حداقل ۷۰ دور با سرعت تند بچرخد تا بتن همگن حاصل گردد. باید اطمینان حاصل شود که روش انتقال بتن، امکان تخلیه آسان بتن، جلوگیری از جداشدگی در هنگام انتقال بتن و حداقل تغییر در روانی و درصد هوا را مقدور می‌سازد.

انتقال بتن از محل تولید بتن تا پای کار با تجهیزاتی مانند کامیون مخلوط کن، تسمه نقاله، جام بتن که روی کامیون و یا ریل حمل می‌گردد، فرغون، دامپر و کامیون حمل بتن با و یا بدون هم زننده با رعایت الزامات مجاز است.

در مواردی که فاصله حمل زیاد است یا اسلامپ بتن بالا می‌باشد، توصیه می‌شود از کامیون حمل بتن با دور کم، برای انتقال بتن استفاده شود. در مواردی که بتن با اسلامپ ۵ سانتی‌متر و یا کمتر برای فواصل کمتر از ۱۰ کیلومتر یا فواصل کمتر از یک ساعت انتقال می‌یابد، استفاده از دامپ تراک یا جامی که توسط ماشین حمل می‌شود، مجاز می‌باشد.

ب) انتقال بتن با پمپ

قبل از بتن‌ریزی با پمپ، جزئیاتی مانند نوع پمپ، قطر لوله‌ها، مسیر لوله‌ها و نرخ تخلیه بتن باید مشخص گردد. همچنین پمپ‌پذیری بتن باید طوری باشد که امکان حمل و ریختن بتن میسر باشد. برای به‌وجود آوردن شرایط بتن‌ریزی پیوسته با پمپ، باید قبل از بتن‌ریزی، با انجام بازرسی، از تمیزی سطوح داخلی لوله‌های پمپ، عدم پوسیدگی و سایر عیوب، اطمینان حاصل گردد. همچنین تجهیزات و نیروی انسانی لازم برای شست‌وشوی داخلی پمپ و باز و بسته کردن و جابجایی لوله‌ها باید در نظر گرفته شود.

قطر لوله باید بر اساس نوع و کیفیت بتن، حداکثر اندازه سنگدانه، وضعیت لوله‌ها، ایمنی، مهار لوله‌ها و نرخ پمپ کردن انتخاب شود. موقعیت پمپ باید به نحوی انتخاب شود که حداقل طول و خم در مسیر انتقال بتن وجود داشته باشد. نسبت حداکثر اندازه اسمی سنگدانه به کوچک‌ترین قطر داخلی لوله انتقال بتن، باید از یک سوم کمتر باشد.

تعداد و نوع پمپ باید براساس سرعت تخلیه بتن، سرعت بتن‌ریزی در مقطع و شرایط آب و هوایی انتخاب شود. تجهیزات پمپ باید طوری طراحی و تهیه گردد که امکان بتن‌ریزی پیوسته به‌وجود آید. زمانی‌که احتمال قطع بتن به مدت نسبتاً طولانی در حین بتن‌ریزی وجود دارد، باید پیش‌بینی روش‌هایی برای جلوگیری از افت کیفیت بتن صورت گیرد. پمپ بتن باید بتواند فشار لازم برای انتقال بتن با توجه به طول لوله‌ها (افقی و عمودی) و نوع بتن را تامین نماید. قبل از شروع بتن‌ریزی اصلی با پمپ، باید با دوغاب یا ملات به‌منظور لغزنده کردن سطوح داخلی لوله و با هدف جلوگیری از گرفتگی لوله‌ها استفاده شود. این دوغاب یا ملات نباید داخل قالب ریخته شود، مگر آنکه با تایید دستگاه نظارت کیفیت لازم برای ملات اتصال را داشته باشد. دقت شود از لوله‌های انعطاف‌پذیر در نزدیکی پمپ استفاده نشود.

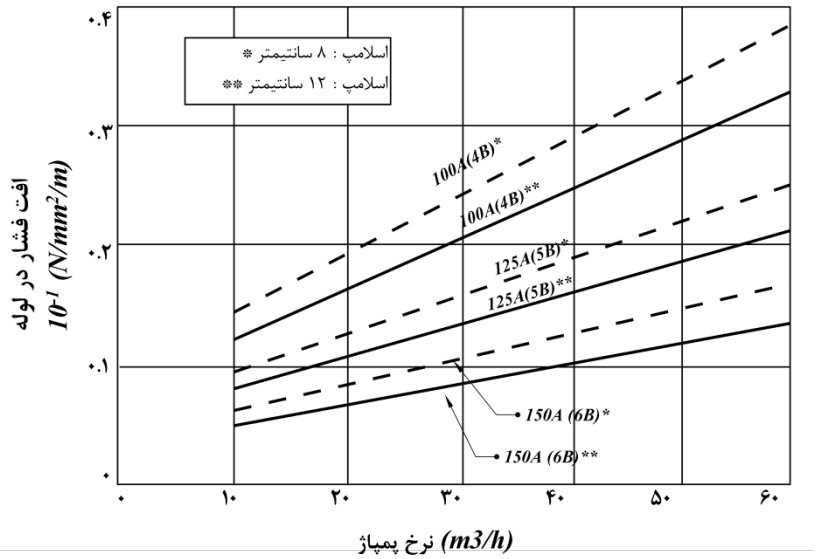
در زمان توقف عملیات پمپ کردن و با توجه به کاهش پمپ‌پذیری بتن با گذشت زمان، تخلیه نکردن بتن داخل لوله ها می‌تواند منجر به گرفتگی در لوله‌ها گردد. همچنین با توجه به احتمال کاهش کیفیت بتن در داخل لوله‌ها، باید در توقف‌های طولانی نسبت به خالی کردن لوله‌ها اقدام گردد.

حداکثر فشار پمپ باید از سابقه بتن‌ریزی در سازه‌های مشابه یا با آزمایش عملی قبل از بتن‌ریزی اصلی، تعیین گردد. فشار مورد نیاز پمپ با کمک رابطه زیر محاسبه می‌گردد، اما انتخاب پمپ باید به نحوی انجام شود که این فشار از ۸۰ درصد توان اسمی پمپ بیشتر نگردد:

P_{max}= (طول لوله معادل افقی) × (افت فشار در هر متر لوله افقی) (۲-۶)

که در آن افت فشار در هر متر لوله افقی برحسب $N/mm^2/m$ و طول لوله بر حسب متر می‌باشد.

در شکل ۶-۱۲ مقادیر معمول افت فشار برای بتن، با حداکثر اندازه سنگدانه ۲۰ تا ۲۵ میلیمتر نشان داده شده است.



شکل ۶-۱۲- مقادیر تقریبی افت فشار برای بتن‌های با عیار حدود 300 کیلوگرم بر متر مکعب، حداکثر اندازه سنگدانه 20 تا 25میلیمتر و با مواد افزودنی هوازا و کاهنده آب (A=mm B=inch)

این نمودار برای طول لوله افقی می‌باشد. برای محاسبه طول معادل لوله افقی در لوله‌های قائم، خم‌ها، تغییر مقطع ولوله‌های انعطاف‌پذیر از جدول ۶-۳۷ استفاده می‌شود.

جدول ۶-۳۷- طول معادل لوله افقی

ردیف	قطر اسمی لوله (میلیمتر)	طول معادل لوله افقی (متر*)
هر متر لوله قائم	۱۰۰	۳
	۱۲۵	۴
	۱۵۰	۵
هر لوله تبدیل	از ۱۷۵ به ۱۵۰	۳
	از ۱۵۰ به ۱۲۵	
	از ۱۲۵ به ۱۰۰	
خم ۹۰ درجه با شعاع نیم متر		۶
لوله انعطاف‌پذیر ۵ تا ۸ متری		۲۰

* مقادیر برای بتن‌های معمولی می‌باشد.

*مقادیر برای لوله تبدیل با طول یک متر و بر اساس قطر لوله کوچک‌تر تعیین می‌شود.

برای بتن‌ریزی‌هایی که به‌صورت پیوسته انجام می‌شود، باید یک پمپ اضافی (آماده به‌کار) در نظر گرفته شود. در شرایطی که انتظار می‌رود در هنگام بتن‌ریزی با پمپ، صعوبت‌هایی وجود داشته باشد، توصیه می‌شود عملکرد پمپ، فشار واقعی مورد نیاز و وضعیت تخلیه بتن از لوله به‌صورت عملی و قبل از شروع بتن‌ریزی مورد آزمایش قرار گیرد.

برخی مواردی که باید در برنامه‌ریزی برای پمپ کردن بتن به آنها توجه بیشتری شود، به شرح زیر است:

- بتن‌های با عیار کم یا زیاد؛
- بتن‌های با اسلامپ کمتر از ۸ سانتیمتر؛
- بتن با یا بدون مواد افزودنی هوازا یا کاهنده آب؛
- بتن‌ریزی در هوای سرد یا گرم؛
- بتن‌ریزی از ارتفاع بالا به پائین یا در طول‌های زیاد؛
- بتن‌های سبکدانه، پرمقاومت، خودتراکم، الیافی و سایر بتن‌های خاص.

در این موارد توصیه می‌شود بتن‌ریزی آزمایشی قبل از بتن‌ریزی اصلی برای اندازه‌گیری افت فشار واقعی و تغییر در کیفیت بتن پمپ شده، انجام گردد. درصورت عدم امکان انجام آزمایش واقعی، با تأیید دستگاه نظارت می‌توان از اطلاعات پروژه‌های مشابه استفاده نمود.

در صورت استفاده از پمپ برای انتقال بتن به‌ویژه در آب و هوای گرم، توصیه می‌شود خنک‌سازی لوله‌ها انجام پذیرد تا دمای بتن، بیش از حد افزایش نیابد. خنک کردن لوله پمپ به‌نحو مقتضی به‌ویژه در پمپاژهای طولانی توصیه می‌گردد. توصیه می‌گردد در بتن‌ریزی با پمپ زمینی عملیات بتن‌ریزی از دورترین بخش عضو به سمت نزدیک‌ترین نقطه عضو به پمپ انجام گیرد. در بتن‌ریزی‌های از ارتفاع بالا به پایین با پمپ زمینی، توصیه می‌شود در مسیر لوله از خم

S-شکل ارتفاعی (سیفون) استفاده شود. مواقعی که استفاده از بیش از یک پمپ در مسیر بتن ریزی پیش بینی می‌گردد، باید تمهیداتی برای حفظ یکنواختی و انسجام بتن در نظر گرفته شود.

پ) بتن‌ریزی با جام

جام باید به شکلی ساخته شده باشد که جداشدگی در هنگام بارگیری و تخلیه بتن به حداقل برسد. همچنین از خروج شیره بتن در هنگام بسته بودن در خروجی جام جلوگیری شود. در مواردی‌که در جام، همزن وجود ندارد، نگهداری طولانی بتن در جام، سبب بروز مشکلاتی در تخلیه آن می‌گردد، لذا حداکثر زمان باقی ماندن بتن در جام نباید بیشتر از ۱۰ دقیقه باشد، مگر آنکه بتن به راحتی از جام تخلیه شود. جام باید به نحوی باشد که در صورت باز شدن دریچه، تمامی بتن بر اثر وزن خود، کاملاً تخلیه شود. شیب جدار جام نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد و اندازه دهانه آن باید از ۸ برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های بتن بزرگ‌تر و خروجی آن کاملاً قائم باشد. توصیه می‌شود تخلیه بتن از زیر و مرکز جام صورت گیرد در صورتی‌که بازشو دارای خروج از مرکز یا به‌صورت سرسره‌ای باشد، احتمال جداشدگی در بتن به شدت وجود دارد.

ت) بتن‌ریزی با سرسره بتن (ناوه) و لوله (سرسره قائم)

در صورت استفاده از سرسره بتن، شیب سرسره باید به حدی باشد که از جداشدگی جلوگیری شود و نباید از ۲ عمودی به ۳ افقی کمتر باشد. همچنین نباید از ۳ عمودی به ۲ افقی بیشتر باشد.

استفاده از لوله صلب و یا انعطاف‌پذیر مجاز می‌باشد. حداقل قطر لوله باید در بالای لوله ۸ و در پایین لوله ۶ برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه باشد. حداکثر ارتفاع ریختن بتن به کمک ناوه، محدودیت خاصی ندارد. در صورتی‌که بتن با میلگردها و سایر اقلام جاگذاری شده برخورد داشته باشد، حداکثر ارتفاع سقوط به ۱/۵ متر محدود می‌گردد. محدودیتی در مورد ارتفاع بتن‌ریزی با لوله وجود ندارد.

توصیه می‌شود قبل از اجرای بتن اصلی، امکان انتقال بتن با سرسره با کیفیتی مناسب مورد آزمایش قرار گیرد و به تایید دستگاه نظارت برسد. در هنگام استفاده از سرسره، توصیه می‌شود در انتها از قیف قائم برای کاهش جداشدگی استفاده گردد. شکل سرسره باید به‌صورت نیم‌دایره و قطر آن از ۸ برابر اندازه اسمی سنگدانه‌ها بیشتر باشد. قبل و بعد از استفاده از سرسره، سطح سرسره باید با آب شست‌وشو شود.

در هنگام بتن‌ریزی دهانه خروجی لوله باید حتی‌الامکان به سطح نهایی بتن نزدیک باشد. همچنین بتن به‌طور ناگهانی و با حجم زیاد در یک محل ریخته نشود تا نیازی به جابه‌جایی افقی بتن که احتمال جداشدگی را زیاد می‌کند، نباشد. در صورتی‌که هنگام تخلیه، جداشدگی رخ دهد بتن قبل از استفاده باید مجدداً مخلوط شود.

ث) بتن‌ریزی با لوله‌ی ترمی (ناودان)

در این روش باید همواره انتهای لوله به مقدار کافی در بتن ریخته شده، قرار گرفته باشد و به‌هیچ‌وجه از درون بتن خارج نشده یا بیرون کشیده نشود. توصیه می‌شود در این نوع بتن‌ریزی از یک بتن روان با اسلامپ زیاد و ترجیحاً خودتراکم استفاده شود. در صورتی که قرار باشد بتن در یک شمع یا سپر بدون آب ریخته شود، می‌توان از ناوه‌ی

سقوطی یا پمپ و لوله بهره گرفت و نیازی به بتن‌ریزی با لوله ترمی نیست. چنانچه به‌دلیل وجود جریان آب، بتن شسته شود، روش بتن‌ریزی با سنگدانه‌ی پیش آکنده به‌کار می‌رود.

لوله ترمی (ناودان) باید صلب و دارای اتصالات آب‌بند و حداقل قطر داخلی ۲۰۰ و حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر باشد. در انجام کار تعمیر در زیر آب استفاده از لوله‌های ترمی با قطر کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر نیز مجاز می‌باشد. به‌هرحال قطر لوله باید حداقل ۸ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی باشد. توصیه می‌شود از قیف مناسب با حجمی معادل ۵ تا ۱۵ دقیقه بتن‌ریزی به‌عنوان یک مخزن موقت، برای سهولت ریختن بتن در لوله استفاده گردد.

در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی باید از یک توپ در ابتدای لوله برای عدم اختلاط بتن و آب استفاده شود. همچنین باید حین بتن‌ریزی، عمق بتن تعیین گردد تا لوله به میزان کافی بالا کشیده شود. وسایل حمل و ریختن بتن در قیف باید چنان باشند که بتوان پی‌درپی آن را تغذیه کرد تا تأخیری بیش از ۳۰ دقیقه در بتن‌ریزی به‌وجود نیاید.

ج) سایر تجهیزات انتقال بتن

در صورت استفاده از تسمه نقاله برای انتقال بتن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از تغییر نسبت آب به سیمان و روانی بتن بر اثر تابش آفتاب، بارش باران و سایر شرایط آب‌وهوایی در نظر گرفته شود. برای جلوگیری از جداشدگی بتن باید از صفحات مانع و لوله‌های قیفی شکل در هنگام تخلیه از انتهای تسمه نقاله یا در بین راه استفاده شود. در انتهای تسمه نقاله باید با در نظر گرفتن تجهیزات مناسب (مانند تیغه)، از برگشت ملات جلوگیری شود. ضمنا شیب تسمه نقاله باید به گونه‌ای باشد که بتن روی آن سر نخورد.

در صورت استفاده از وسایل حمل مانند فرغون (چرخ‌دستی) برای حمل بتن، فاصله حمل نباید از ۶۰ متر و در صورت استفاده از فرغون موتوری (دامپر) از ۳۰۰ متر تجاوز کند و در هر حال باید از جداشدگی بتن جلوگیری شود.

۶-۳-۳-۴- الزامات بتن ریزی

بتن‌ریزی باید به‌نحوی صورت گیرد که موجب جابه‌جایی قالب و شبکه آرماتور از محل اولیه نشود. به دلیل احتمال آسیب به شبکه آرماتورها و قالب‌ها، بتن‌ریزی باید با دقت انجام شود. همچنین نیروی انسانی آرماتوربند و قالب‌بند، باید به‌طور آماده به‌کار در حین بتن‌ریزی حضور داشته باشند که در صورت آسیب احتمالی، اقدامات لازم انجام پذیرد. با توجه به افزایش احتمال جداشدگی بر اثر جابه‌جایی افقی بتن، باید تلاش شود بتن‌ریزی در محل نهایی صورت گیرد.

چنانچه جداشدگی بتن هنگام بتن‌ریزی مشاهده گردد، باید بتن‌ریزی متوقف و روش‌های مناسب برای حذف یا کاهش جداشدگی بتن به‌کار گرفته شود.

بتن‌ریزی باید به نحوی انجام شود که سطح بتن تازه ریخته شده به‌جز در سطوح شیب‌دار، نسبتاً تراز باشد. در مواردی که باید بتن ریزی در چند لایه اجرا شود و نیاز به تراکم وجود دارد، حداکثر ضخامت بتن در هر لایه باید به حدود ۵۰ سانتیمتر محدود شود. در صورتی‌که کل ضخامت بتن ۶۰ سانتیمتر باشد اجرای آن در یک لایه مجاز است. در

صورت بتن‌ریزی در چند لایه، ضخامت لایه‌ها باید تقریباً مساوی باشد و بتن لایه جدید با بتن لایه قبل پیوستگی کامل پیدا کند. بدین منظور لرزاننده درونی (خرطومی) باید به میزان ۵ تا ۱۰ سانتیمتر در لایه قبلی فرو برده شود.

محدوده بتن ریزی، ظرفیت بتن‌ریزی و فاصله زمانی بین بتن‌ریزی لایه‌ها باید به‌نحوی تعیین شود که از بروز درز سرد جلوگیری شود. برای بتن‌های متداول و در شرایط معمول مقادیر جدول ۶-۳۸ توصیه می‌شود. منظور از فاصله زمانی بین لایه‌ها برابر فاصله زمانی از اتمام تراکم لایه قبلی بتن‌ریزی تا بتن‌ریزی لایه جدید، با احتساب زمان توقف بین بتن‌ریزی دو لایه می‌باشد. در هر صورت برای پرهیز از ایجاد درز سرد، لایه زیرین باید به‌نحوی باشد که امکان فرو بردن میله تراکم در آن میسر باشد.

در مواقعی که احتمال وقوع درز سرد زیاد است، باید با در نظر گرفتن تدابیری مانند استفاده از مواد افزودنی شیمیایی دیرگیر و یا کاهش ارتفاع لایه بتن‌ریزی یا افزایش توان تولید، شیوه حمل و ریختن بتن، از وقوع آن جلوگیری کرد. در بارندگی شدید بتن‌ریزی باید قطع و سطح بتن محافظت گردد. در قطعات با سطح گسترده و در صورتی‌که بارندگی محدود باشد، ادامه بتن‌ریزی با پوشش موقت مجاز است.

جدول ۶-۳۸- حداکثرفاصله زمانی بین بتن ریزی دو لایه متوالی

دمای محیط	حداکثر فاصله زمانی بین دو لایه بتن‌ریزی (ساعت)
بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد	۲
۲۵ درجه سانتی‌گراد یا کمتر	۲/۵

نرخ ارتفاعی بتن‌ریزی به علت فشاری که به قالب وارد می‌کند، در شرایط معمول حداکثر ۳ متر در ساعت در نظر گرفته شود. سرعت بتن‌ریزی باید براساس شکل مقطع، طرح مخلوط، روش تراکم و سایر عوامل، محدود گردد. توصیه می‌شود نرخ ارتفاعی بتن‌ریزی در شرایطی مانند آب و هوای سرد و یا استفاده از دیرگیرها، به ۲ متر در ساعت محدود شود.

در بتن‌ریزی‌هایی که تغییر مقطع قابل توجه ناگهانی وجود دارد، باید ابتدا بتن اعضای عمیق ریخته شود و با یک وقفه زمانی (بدون ایجاد درز سرد)، اجازه نشست به بتن داده شود و یا تراکم مجدد انجام گیرد، سپس بتن سایر اعضا اجرا شود. زمان وقفه حدود ۱ تا ۲ ساعت است که با توجه به دما و طرح مخلوط و تأیید دستگاه نظارت باید تعیین شود. از اجرای یک باره بتن ستون و تراکم یک‌باره آن باید پرهیز شود و ضابطه حداکثر ضخامت لایه ۵۰ سانتیمتر رعایت گردد. پرتاب بتن به‌وسیله ادواتی مانند بیل مجاز نمی‌باشد. در صورت اجرای بتن خودتراکم نیازی به رعایت ضخامت حداکثر لایه بتن‌ریزی نیست، اما توصیه می‌شود سرعت ارتفاعی بتن‌ریزی برای کاهش فشار قالب و حفرات هوای سطحی به همان ۳ متر در ساعت محدود شود.

۶-۳-۳-۵- تراکم بتن

بتن باید به نحوی متراکم شود که هوای غیرعمدی (ناخواسته) بتن کاهش یابد و پس از باز کردن قالب، سطح بتن قابل قبول باشد. تراکم باید تا زمانی‌که بتن حالت خمیری دارد، انجام پذیرد.

نوع لرزاننده مناسب باید با توجه به مشخصات فنی لرزاننده‌ها شامل توان، قطر، فرکانس و با توجه به ابعاد و شکل قالب، تراکم آرماتور و مشخصات بتن و با تأیید دستگاه نظارت انتخاب شود.

عمق تاثیر لرزاننده بدنه در بتن باید حداکثر ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود. برای دیوارهای با ضخامت تا ۶۰ سانتیمتر به شرط اینکه از دو طرف لرزانده شود و لرزاننده دارای شعاع اثر ۳۰ سانتیمتر باشد، استفاده از لرزاننده بدنه مجاز است. برای ضخامت‌های بیش از ۶۰ سانتیمتر، قسمت مرکزی باید با لرزاننده داخلی متراکم شود.

همواره در کارگاه باید لرزاننده‌های ذخیره وجود داشته باشد تا از بروز توقف عملیات تراکم پرهیز شود.

در هنگام تراکم با لرزاننده داخلی، لرزاننده باید حدود ۵ تا ۱۰ سانتیمتر در لایه قبلی فرو برود. فاصله فرو بردن و زمان لرزاندن در هر موقعیت باید به نحوی در نظرگرفته شود که بتن به میزان کافی متراکم گردد. لرزاننده باید به‌صورت تقریباً شاقولی در بتن فرو برده و سپس در همان حالت بیرون آورده شود. لرزاننده باید به آرامی بیرون کشیده شود به‌گونه‌ای که اثری از محل فرو بردن لرزاننده باقی نماند.

تراکم بتن با لرزاننده باید تا جایی ادامه پیدا کند که مشاهده اتمام خروج هوا و شروع به رو زدن شیره بتن حاصل گردد. با توجه به اینکه در قطعاتی مانند دیوار و ستون، معمولا رو زدن شیره قابل‌مشاهده نمی‌باشد، زمان لازم را باید از مدت زمان لازم برای تراکم بتن مشابه، در اعضایی که روزدن شیره قابل مشاهده است، برآورد نمود.

حداکثر فاصله نقاط فروبردن لرزاننده داخلی (به منظور تراکم یکنواخت بتن)، باید ۱/۵ برابر شعاع تاثیر باشد و در مجاورت قالب‌ها حداکثر فاصله از قالب به ۰/۷۵ شعاع اثر آن محدود گردد.

لرزاندن مجدد برای جلوگیری از ترک‌های ناشی از نشست خمیری در بتن و بهبود کیفی بتن توصیه می‌شود. در صورت لرزاندن مجدد، این امر باید قبل از گیرش اولیه و تا حد امکان با تأخیر نسبت به تراکم اولیه انجام شود به شرط آنکه امکان فرو بردن و لرزاندن بتن هنوز وجود داشته باشد. باید دقت شود که تراکم از طریق آرماتورها به بتنی که زمان گیرش آن گذشته یا به‌مقدار زیادی سفت شده، منتقل نشود.

توصیه می‌شود با تعبیه سکو و تمهیدات لازم، امکان مشاهده سطح بتن در هنگام تراکم فراهم آید. باید از تماس لرزاننده داخلی با قالب و یا میلگرد جلوگیری شود. از لرزاننده داخلی نباید برای جابه‌جایی بتن استفاده کرد، چون موجب جدا شدگی می‌شود. ضمناً باید از حرکت لرزاننده به‌صورت افقی در بتن اجتناب گردد.

به منظور کاهش حفرات سطحی استفاده از ضرباتی توسط چکش لاستیکی به سطح قالب‌ها مجاز می‌باشد. تراکم دستی (با تخماق یا میله) مجاز است مشروط بر اینکه ضخامت لایه از ۲۰ سانتی‌متر تجاوز ننماید. همچنین می‌توان با اعمال ضربات تخته ماله به سطح بتن، تراکم را به‌دست آورد به شرطی که ضخامت دال از ۱۵ سانتی‌متر تجاوز نکند.

۶-۳-۳-۶- پرداخت سطح بتن

الف) مراحل پرداخت سطح بتن

- **مرحله اول**- شمشه‌گیری که عبارت است از رساندن تراز بتن به حد مورد نظر (افقی یا شیبدار) پس از تراکم بتن

- **مرحله دوم**- تخته‌ماله‌زنی که عبارت است از استفاده از تخته‌ماله برای هموار کردن سطح و فرو بردن سنگدانه‌های درشت در بتن
- **مرحله سوم**- ماله‌کشی شامل استفاده از ماله برای ریزبافت کردن و بستن منافذ ریز و آب بندی و تراکم مناسب برای لیسه‌ای کردن
- **مرحله چهارم**- ایجاد بافت سطحی خاص به‌منظور زبر کردن یا جاروکشی و برس‌کشی و مضرس کردن سطح

ب) مشکلات پرداخت سطح

در صورتی که بتن مستعد آب انداختن باشد، پس از ریختن و تراکم بتن و معمولا به دنبال شمشه‌گیری اولیه، رو زدن آب آغاز می‌شود. چنانچه در مرحله دوم و به‌ویژه در مرحله سوم پرداخت سطح (در صورت لزوم)، بتن در حال آب انداختن باشد و یا با آب رو زده پرداخت انجام گردد، کیفیت سطح بتن از نظر سایشی و دوام (پوسته شدگی، پودر شدگی و غیره) تضعیف خواهد شد. در صورتی که به‌ویژه مرحله سوم پرداخت، قبل از شروع رو زدن آب انجام شود، کیفیت بسیار ضعیفی را شاهد خواهیم بود و سطح بتن به‌زودی پوسته می‌شود و یا دچار پودرشدگی خواهد شد. برای اجرای مرحله سوم لازم است بتن تا حدی سفت شود و آب رو زده زدوده شود.

برای پرداخت سطح بتن استفاده از ماله‌های چوبی، پلاستیک سخت یا آلیاژ فولاد منیزیمی یا آلومینیومی مجاز می‌باشد. صاف کردن سطوح با ماله منیزیمی برای بتن‌های غیرحباب‌دار و با روانی زیاد توصیه می‌شود. فرد پرداخت کننده باید از کفش‌های مخصوص عریض استفاده کند و یا در زیر زانوی خود تخته‌ای را قرار دهد به‌نحوی که بیش از ۳ میلیمتر در بتن فرو نرود و جا نیندازد. تخته ماله را نباید از بغل یا سروته کج نمود. در استفاده از تخته ماله نباید سطح را زیاده از حد پرداخت نمود و باید اجازه داد تا آب بتن بتواند خارج شود و رو بزند. توصیه می‌شود از ماله‌های پلاستیکی برای ماله زنی استفاده نشود زیرا اجازه رو زدن آب را نمی‌دهند. ماله کشی با ماله‌های دستی و یا مکانیکی (به‌ویژه چرخشی یا هلیکوپتری) مجاز است. هر چه بتن سفت‌تر باشد باید از ماله‌هایی با عرض و طول کوچکتر استفاده شود تا فشار بیشتری اعمال گردد.

۶-۳-۳-۷- عمل آوری (نگهداری) بتن

۶-۳-۳-۷-۱- مراحل عمل آوری عادی

الف) عمل آوری اولیه (محافظت)

عمل‌آوری اولیه شامل ایجاد پوشش در سطح بتن، مانند ورقه نایلونی برای جلوگیری از آسیب رگبار و شسته شدن در اثر جریان آب، جلوگیری از تبخیر سریع در اثر وزش باد به‌ویژه باد گرم و خشک، استفاده از مواد شیمیایی کاهنده تبخیر، عایق‌بندی حرارتی برای جلوگیری از یخبندان سریع و زودهنگام در هوای خیلی سرد یا جلوگیری از وارد آمدن ضربه به بتن یا قالب و ممانعت از ایجاد لرزش در اثر عوامل مختلف مانند حرکت ماشین آلات سنگین، غلتک‌ها و غیره

در بتن تازه می‌باشد. چنانچه نمای سطح، مهم باشد باید به کمک وسایل مناسب از تماس نایلون با سطح بتن تازه، جلوگیری شود.

ب) عمل‌آوری رطوبتی یا مراقبت (عمل‌آوری نهایی)

مراقبت یا عمل‌آوری رطوبتی به سه روش رطوبت رسانی، حفظ رطوبت (عایقی) و یا ترکیب این دو روش مجاز می‌باشد.

پ) رطوبت رسانی

در طول مدت عمل‌آوری رطوبتی به روش رطوبت‌رسانی، باید همواره بتن مرطوب بماند و از تر و خشک شدن آن جلوگیری شود.

پ ۱- رطوبت رسانی مستقیم

رطوبت رسانی مستقیم به روش‌های غرقاب‌سازی، ایجاد حوضچه، آب پاشی، بارانی، پاشش غبار آب (ذرات ریز آب) و رسانیدن بخار آب به سطح بتن مجاز است. در این روش دمای آب عمل آوری نباید بیش ۱۲ درجه سلسیوس، خنک‌تر از سطح بتن باشد.

در صورت وجود مشکل خروج آهک هیدراته (هیدروکسید کلسیم) از بتن در این روش، با استفاده از آهک هیدراته در آب عمل‌آوری (تا حد اشباع)، جبران می‌شود. خروج آهک از بتن به‌ویژه در مناطق خورنده به‌دلیل کاهش قلیائیت بتن مشکل‌زا خواهد بود. به هرحال شیوه غرقاب سازی در زمره روش عمل آوری رطوبتی مطلوب رده‌بندی می‌گردد.

ایجاد حوضچه آب کم عمق بر روی سطح بتن در دال‌های افقی یا سقف و شالوده‌ها به‌واسطه خروج آهک از بتن، در مناطق خورنده توصیه نمی‌گردد. آب‌پاشی به‌صورت بارانی، آب‌پاشی با قطرات درشت و آب‌پاشی با ذرات ریز (غبار آب) یا مه‌پاشی به شرط آنکه موجب شسته شدن سطوح بتنی نگردد مجاز می‌باشد. استفاده از بخار آب تا دمای ۴۵ درجه سیلسیوس برای عمل آوری رطوبتی عادی، مجاز است. در صورتی که دمای بخار آب در مجاورت سطح بتن از حدود ۴۵ درجه سیلسیوس بالاتر رود، شرایط عمل آوری تسریع شده خواهد بود.

پ ۲- رطوبت رسانی غیرمستقیم (با ماده جاذب)

در شیوه‌های رطوبت‌رسانی غیرمستقیم، از یک ماده جاذب آب به‌عنوان واسطه حفظ رطوبت و همچنین رطوبت رسانی استفاده می‌شود. هر چه میزان جذب آب در واحد سطح ماده جاذب بیشتر باشد برای عمل آوری رطوبتی مناسب‌تر خواهد بود.

در صورت استفاده از چتایی خیس برای عمل آوری، چتایی باید از نوع درجه یک با تاروپود به‌هم چسبیده باشد به نحوی که نور از آن به‌راحتی عبور نکند. همپوشانی چتایی‌ها به میزان ۰/۱ متر ضرورت دارد. همچنین توصیه می‌شود در صورت استفاده از لایه دوم چتایی خیس، این لایه عمود بر جهت لایه زیرین باشد. چتایی باید در تمام مدت عمل آوری، به‌ویژه در محیط گرم و خشک و بادخیز، خیس نگهداشته شود.

در سطوح عمودی و افقی، لایه‌های چتایی باید تا حد امکان به سطح بتن بچسبد و امکان عبور جریان هوا در زیر چتایی از بین برود. چتایی در سطح افقی باید با استفاده از اجسام سنگین (مانند میلگرد، تیرچوبی یا لوله و غیره) در محل مورد نظر تثبیت شود. توصیه می‌شود از این اجسام در محل همپوشانی استفاده گردد تا از جابه‌جایی و بلند شدن لایه‌های چتایی جلوگیری شود. در پایان مدت عمل آوری باید اجازه داده شود چتایی در همان محل (روی بتن) خشک شود و از برداشتن چتایی خیس بلافاصله در پایان عمل آوری خودداری نمود تا بتن دچار شوک ناگهانی رطوبتی نشود. توصیه می‌شود چتایی نو در ابتدا شسته و آبکشی گردد تا اسیدهای گیاهی و مواد آلی آن حذف شود. استفاده از گونی حاوی سایر مواد، قبل از شستن با آب باید خودداری گردد. دمای آب مصرفی می‌تواند ۲۰ درجه خنک‌تر از دمای سطح بتن باشد.

استفاده از حصیر طبیعی که از گیاهان تهیه شده باشد و بافته‌های پنبه‌ای یا سایر مواد جاذب برای عمل آوری رطوبتی غیرمستقیم مجاز است. این مواد هرچه سنگین‌تر و ضخیم‌تر و دارای جذب آب بیشتر باشند، مفیدتر و کارآمدتر خواهند بود و تثبیت آنها ساده‌تر می‌باشد. الزامات، تداوم خیس بودن و تثبیت آنها و سایر موارد مانند چتایی خیس است.

توصیه می‌شود از حصیرهای بافته شده از برگ نخل یا نی تازه و سایر گیاهان تازه استفاده نشود، تا اسیدهای گیاهی و مواد آلی آن در تماس با سطح بتن قرار نگیرند. این مواد همانند چتایی خشک یا سایر مواد جاذب خشک می‌تواند احتمال بروز خطر آتش سوزی را افزایش دهد. استفاده از مواد جاذب مانند کاه، پوشال و خاک اره چنانچه خیس و دارای ضخامت کافی باشند برای عمل آوری رطوبتی مجاز هستند. حداقل ضخامت این مواد در سطح بتن ۷۵ میلی‌متر توصیه می‌شود. سایر الزامات مشابه بند مربوط به چتایی می‌باشد. استفاده از کاه و خاک اره چوب تازه به دلیل احتمال داشتن اسید شیره‌های گیاهی و تأثیر نامطلوب بر سطح بتن توصیه نمی‌شود.

استفاده از خاک یا ماسه خیس در سطح افقی و گاه در سطوح عمودی (کنار شالوده) در صورتی که مواد زیان آور (به ویژه یون سولفات یا یون کلرید) در حدی نباشد که به بتن جوان آسیب برساند، مجاز است. حداقل ضخامت این مواد در سطح بتن ۱۰۰ میلیمتر توصیه می‌شود. هرچه خاک و یا ماسه ریزدانه‌تر باشند، آب را بیشتر و به مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند. استفاده از خاک‌های حاوی مواد آلی زیاد و خاک برگ و غیره مجاز نمی‌باشد.

ت) روش جلوگیری از تبخیر (حفظ رطوبت یا عایقی)

استفاده از روش‌های عایقی (صرفاً حفظ رطوبت) برای بتن‌هایی با نسبت آب به مواد سیمانی کمتر از ۰/۴۲ توصیه نمی‌شود. در مواردی که به‌کارگیری این روش اجتناب‌ناپذیر است، روش مصرف و اجرا باید به تایید دستگاه نظارت برسد. پوشش‌های مجاز مانع تبخیر شامل ورق نایلون، کاغذهای مسلح دولایه قیردار و مواد شیمیایی غشاساز می‌باشند.

در صورت استفاده از ورق‌های پلی‌اتیلن، حداقل ضخامت این ورق‌ها باید ۰/۱ میلی‌متر و منطبق بر مشخصات استاندراد ASTM C171 باشد. هم‌پوشانی ۰/۱ متری ورق‌ها الزامی است. همچنین تثبیت آنها باید با چارتراش چوبی یا میله ها و پروفیل‌های فولادی به‌ویژه در محل هم‌پوشانی انجام پذیرد. استفاده از ورقه‌های نایلونی (پلاستیکی) در سطوح افقی و حتی عمودی مجاز است. از جریان هوا در زیر ورقه نایلونی باید جلوگیری به‌عمل آید. در دال‌های کف و در لبه

آنها، ورقه نایلونی باید به میزان دو برابر ضخامت دال در اطراف ادامه پیدا کند. در پهن کردن و برداشتن ورقه‌های نایلونی باید احتیاط نمود تا دچار پارگی و سوراخ شدگی نشوند و بتوان از آنها دوباره یا چند باره استفاده نمود.

مواد شیمیایی غشاساز عمل‌آوری، به دو دسته محلول در آب و غیرمحلول در آب (دارای حلال غیرآبی) تقسیم می‌شود. به‌کارگیری نوع محلول در آب امکان اعمال بلافاصله پس از بتن‌ریزی را فراهم می‌کند. نوع غیرمحلول در آب ماده عمل آوری باید پس از اتمام آب انداختن و زدوده شدن آب رو زده بر روی سطوح افقی استفاده گردد. در هر صورت اجرای آنها باید پیش از خشک شدن سطح انجام پذیرد. مواد غشاساز عمل‌آوری باید با استاندارد ملی ایران ۸۲۸۸ منطبق باشند.

در مواردی‌که علاوه‌بر عملکرد عمل‌آوری، این مواد به‌منظور افزایش مقاومت سطحی در برابر سایش و یا اسید به‌کار می‌روند، باید الزامات استاندارد ASTM C1315 را برآورده کنند. اجرای این مواد در سطوح کوچک با قلم‌مو یا غلتک نقاشی و سطوح وسیع‌تر باید با پیستوله یا وسایل مشابه اجرا شود. توصیه می‌شود این مواد در دو لایه عمود بر هم، بر سطح مالیده یا پاشیده شوند تا پوشش بهتری حاصل گردد. با توجه به زبری و صافی سطح بتن، به ۰/۲ تا ۰/۳۵ لیتر در هر مترمربع مایع عمل آوری جهت پوشش مناسب سطح نیاز است. در صورت باقی ماندن این مواد تا فرصت بتن‌ریزی بعدی بر روی سطح باید این مواد را از روی سطح پاک نمود. در هنگام قالب‌برداری توصیه می‌شود سطح بتن را مرطوب و سپس از مواد عمل‌آوری بر روی این سطح استفاده کرد. به‌هرحال آب اضافی این سطح باید از بین برود.

استفاده از محلول‌های معدنی (مانند سیلیکات‌ها) در صورتی که با آهک سطحی بتن واکنش دهند و سیلیکات غیرمحلول در آب و مقاوم در برابر سایش به‌وجود آورد، به عنوان ماده عمل‌آوری مجاز است. کنترل این مواد با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۲۸۸ امکان‌پذیر نمی‌باشد اما با استفاده از روش کنترل کفایت عمل‌آوری و پس از تأیید دستگاه نظارت می‌توانند استفاده شوند.

استفاده از مواد حاوی حلال غیرآبی در محیط بسته توصیه نمی‌شود، زیرا بخارات متصاعد شده می‌تواند برای انسان زیان آور باشد. استفاده از این مواد به‌ویژه زمانی‌که وزش باد وجود دارد، باید با ملاحظات ایمنی و بهداشتی خاصی صورت گیرد.

در آب و هوای گرم و خشک که آهنگ تبخیر از آهنگ رو زدن آب بیشتر می‌شود، به‌کارگیری مایع عمل‌آوری محلول در آب توصیه می‌شود، زیرا پس از اعمال این مواد، آب انداختن ادامه پیدا می‌کند.

ث) روش‌های ترکیبی

استفاده از یک روش رطوبت‌رسانی و سپس استفاده از یکی از روش‌های جلوگیری از تبخیر مانند استفاده از نایلون به همراه پوشش‌های خیس و مواد جاذب آب مانند گونی خیس، از روش‌های مجاز ترکیبی است.

۶-۳-۳-۷-۲- حداقل مدت عمل‌آوری

حداقل مدت عمل آوری و نگهداری رطوبتی (مراقبت) بتن باید با توجه به نوع مواد سیمانی، آهنگ کسب مقاومت، دمای سطح بتن و هوای مجاور، شرایط محیطی پس از پایان دوره عمل‌آوری و همچنین اهمیت بتن و سازه به‌ویژه از

نقطه نظر دوام توسط مشاور تعیین شود. چنانچه دمای سطح بتن در طی مدت عمل‌آوری از ۵ درجه سلسیوس کمتر شود، معادل آن را باید به مدت عمل‌آوری افزود. چنانچه حداقل مدت عمل‌آوری خاصی توسط مشاور مشخص نشده باشد، باید از حداقل مدت توصیه شده در بند ۷-۷-۴ جلد دوم آیین‌نامه بتن ایران (ضابطه ۲-۱۲۰) استفاده گردد.

برای تعیین مدت عمل آوری باید در طرح مخلوط بتن، نسبت مقاومت ۲ روزه به ۲۸ روزه مشخص گردد تا آهنگ کسب مقاومت تعیین شود. چنانچه گیرش بتن بیش از ۵ ساعت به طول انجامد باید مدت اضافی گیرش را به مدت عمل آوری اضافه نمود. در صورت وجود نمونه آگاهی بتن و رابطه همبستگی مقاومت بتن با بلوغ بتن، تعیین مدت زمان عمل آوری با استفاده از بلوغ بتن مجاز است.

۶-۳-۳-۸- عمل‌آوری بتن

۶-۳-۳-۸-۱- روش‌های عمل‌آوری خشک

در این روش‌ها باید از خشک شدن سطح بتن به‌طور کلی یا موضعی و ترک‌خوردگی جلوگیری به‌عمل آید. دمای بتن نباید به‌صورت موضعی افزایش قابل توجهی پیدا کند.

الف) روش گرمارسانی خشک به کمک بخاری

در رابطه با به‌کارگیری بخاری‌هایی که مواد سوختنی را می‌سوزانند باید به نکات زیر توجه نمود:

- گازهای ناشی از سوختن این مواد نباید در مجاورت و تماس با بتن جوان و نارس قرار گیرد. گازهای ناشی از سوختن کامل این مواد، دی اکسید کربن ایجاد می‌کنند که عامل اصلی کربناته شدن بتن است. بنابراین لازم است این گازها توسط یک دودکش مناسب از محل خارج شوند. در بتن غیرمسلح، این الزام اهمیت چندانی ندارد.
- وسیله گرمایشی (بخاری) نباید در نزدیکی سطح بتن یا قالب قرار گیرد و آن را به‌صورت موضعی گرم کند. توصیه می‌شود از بخاری‌های فن‌دار استفاده شود تا توزیع بهتری از گرما به‌وجود آید.

ب) روش گرمارسانی خشک به کمک المنت‌ها یا بخاری‌های برقی

علاوه بر موارد بیان شده در مورد بکارگیری بخاری در بند «الف»، فاصله مناسب این وسایل گرمایشی با سطح بتن بدون قالب حداقل ۷۵۰ میلی‌متر و برای سطوح قالب دار ۵۰۰ میلی‌متر توصیه می‌شود.

پ) روش گرمایی رسانی خشک به کمک رادیاتورهای گرمایشی

الزامات بند «ب» باید رعایت شود.

ت) روش گرمارسانی خشک به کمک تشعشع

استفاده از وسایل تشعشعی (مانند لوله‌های حاوی روغن بسیار داغ یا لوله‌هایی که گاز طبیعی در آن می‌سوزد و آن‌را داغ و سرخ می‌کند و یا لامپ‌های مادون قرمز) مجاز است. تعداد و فاصله منابع تشعشعی از سطح بتن یا قالب باید مشخص و تنظیم گردد. توصیه می‌شود فاصله یک لامپ ۱۰۰ وات مادون قرمز از سطح بتن بدون قالب کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر و از سطح قالب، کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر نشود.

۶-۳-۸-۳-۲- روش‌های حفظ گرما (عایقی)

استفاده از عایق‌بندی سطح به‌منظور حفظ گرمای بتن برای عمل‌آوری مجاز است. عایق حرارتی باید دارای طول همپوشانی مناسب باشد که از هدررفت گرما جلوگیری کند.

۶-۳-۸-۳-۳- روش‌های عمل‌آوری مرطوب

توصیه می‌شود روش عمل‌آوری با رطوبت‌رسانی همراه گردد. در صورت استفاده از بخار آب باید چنان در محیط دمیده شود یا در تماس با سطح بتن قرار گیرد که تقریبا همه سطح را به یک مقدار گرم کند و تنش حرارتی و گرمای موضعی به وجود نیاورد. توصیه می‌شود بخار آب گرم یا داغ به‌طور مستقیم بر سطح بتن دمیده نشود. دمای بخار بهتر است از ۷۵ درجه سلسیوس تجاوز نکند و دمای سطح بتن بالاتر از ۶۵ درجه سلسیوس نشود.

در همه شیوه‌های عمل‌آوری مرطوب، رطوبت‌رسانی به شکل آبدهی مستقیم یا پاشش آب مجاز است. تماس بخار آب با قالب بتن، عمل‌آوری مرطوب تلقی نمی‌شود و نقش آن صرفاً گرم کردن قالب و عمل‌آوری خشک می‌باشد. در مواردی که دمای سطح بتن باید بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس باشد و عمل آوری تسریع شده اعمال شود، باید به توصیه‌های عمل‌آوری حرارتی تسریع شده در این ضابطه مراجعه گردد. توصیه می‌شود که مدت بخاردهی در مجموع از ۱۸ ساعت بیشتر نشود. در موارد خاص (مانند وجود پوزولان و سرباره در بتن) و تأیید دستگاه نظارت، افزایش دمای بتن از محدودیت گفته شده مجاز است.

۶-۳-۸-۳-۴- عمل‌آوری حرارتی تسریع شده (عمل‌آوری تسریع شده)

در مواردی که نیاز به کسب مقاومت سریع در مدت کوتاهی وجود دارد، افزایش دمای عمل‌آوری و عمل‌آوری تسریع شده به دو روش خشک و مرطوب مجاز می‌باشد. نرخ افزایش دما، طول مدت حفظ دمای حداکثر و نرخ کاهش دما باید توسط مشاور تعیین و در مشخصات فنی لحاظ شود.

الف) زمان شروع گرمارسانی و بالا رفتن دما از ۴۰ درجه سلسیوس

پیش از آغاز عمل آوری تسریع شده باید زمان تأخیر تا رسیدن به گیرش اولیه در نظر گرفته شود. این زمان معمولا در محدوده ۱ تا ۵ ساعت قرار دارد. تا اتمام زمان تاخیر، حداکثر دمای سطح بتن نباید به بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد برسد.

ب) نرخ افزایش دمای عمل آوری تسریع شده

برای رسیدن به حداکثر دمای مورد نیاز برای عمل آوری تسریع شده، باید با نرخ خاصی، دما را زیاد نمود. توصیه می‌شود برای قطعات نازک‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر، حداکثر نرخ افزایش دما، ۲۵ درجه سلسیوس بر ساعت باشد. برای قطعات ضخیم‌تر از ۱۸۰۰ میلی‌متر، رعایت نرخ حداکثر ۱۰ درجه سلسیوس در ساعت الزامی است. برای ضخامت‌های دیگر در حد فاصل این دو باید با نظر دستگاه نظارت از درونیابی استفاده شود.

پ) حداکثر دمای عمل آوری حرارتی تسریع شده

برای کاهش طول مدت عمل آوری، افزایش حداکثر دمای عمل آوری‌حرارتی مجاز است. توصیه می‌شود دمای حداکثر برای عمل‌آوری حرارتی تسریع شده در سطح بتن به ۶۵ درجه سلسیوس محدود گردد. در صورتی که SO_3 موجود در سیمان از ۲ درصد بیشتر شود دمای حداکثر عمل آوری به ۶۰ درجه سلسیوس محدود گردد.

استفاده از پوزولان‌ها و سرباره‌های مختلف برای افزایش حداکثر دما مجاز است. به‌هرحال لازم است عمل‌آوری حرارتی تسریع شده در دمای بالاتر از ۷۰ درجه سلسیوس بر روی نمونه بتن مورد نظر اعمال گردد تا نشان داده شود که آیا این افزایش دما می‌تواند بر عملکرد دوامی بتن در شرایط مهاجم تأثیر منفی چشمگیری باقی گذارد یا خیر. در صورتی که تأثیر حاصله ناچیز و نتیجه کار در حد قابل قبول باشد، افزایش دما بلامانع خواهد بود. به‌هرحال باید در مواردی که دوام بتن از اهمیت جدی برخوردار است، نسبت به انجام آزمایش‌های لازم با نظر دستگاه نظارت اقدام شود.

ت) نرخ کاهش دمای سطح بتن پس از عمل‌آوری تسریع شده

پس از خاتمه نگهداری بتن در حداکثر دمای مورد نظر، باید نسبت به قطع یا کاهش گرمارسانی اقدام شود و بتن را به‌تدریج خنک کرد تا دمای سطح آن به دمای محیط برسد. توصیه می‌شود که پوشش روی قطعه بتنی به آرامی و در یک بازه زمانی مناسب برداشته شود. نرخ کاهش دما باید محدود گردد تا ترک‌های ناشی از شوک حرارتی یا تنش‌های حرارتی به‌وجود نیاید. حداکثر نرخ کاهش دمای سطح بتن نباید بیش از حداکثر نرخ افزایش دما باشد.

۶-۳-۳-۹- بتن ریزی در هوای سرد

هنگام اجرای بتن در هوای سرد لازم است اقداماتی انجام پذیرد تا از آسیب‌دیدگی بتن جوان به علت رویارویی زود هنگام با یخبندان جلوگیری گردد و روند عادی کسب مقاومت بتن در هوای سرد حاصل شود.

دمای یخ زدگی بتن حدود ۱- تا ۲– درجه سلسیوس و درجه اشباع بحرانی برای بتن حدود ۸۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. درجه اشباع بتن تازه با افزایش سن و واکنش آب با سیمان در هنگام هیدراته شدن، کاهش می‌یابد. زمانی که مقاومت فشاری بتن به حدود ۵ مگا پاسکال برسد، درجه اشباع بتن کمتر از سطح بحرانی می‌شود. در ضمن در دمای کمتر از ۵ درجه سلسیوس، عملاً واکنش‌های بتن متوقف می‌گردد.

۶-۳-۳-۹-۱- تعریف شرایط هوای سرد

هنگامی که دمای هوا کمتر از ۵ درجه سلسیوس باشد یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کمتر از ۵ درجه سلسیوس برسد، شرایط هوای سرد حاکم است و الزامات این بخش باید رعایت شود.

حفاظت از بتن، تا دستیابی بتن به مقاومت ۵ مگاپاسکال در بتن غیراشباع، یا ۲۵ مگاپاسکال در حالت اشباع، ادامه می‌یابد. در مواردی که از مواد حباب زا در بتن استفاده شده باشد، این مدت می تواند با نظر مشاور کاهش یابد.

۶-۳-۳-۹-۲- الزامات قبل از بتن ریزی

کلیه وسایل و تجهیزات بتن‌ریزی در هوای سرد، باید در کارگاه موجود باشند. برخی از این موارد شامل دماسنج، پوشش برای بتن و در صورت لزوم وسایلی برای محفوظ کردن فضای اطراف بتن و وسایل گرمایشی می‌باشند

از ریختن بتن بر روی زمین یا بتن یخ زده باید اجتناب شود و قبل از بتن‌ریزی باید شرایط آرماتور و قالب‌ها مورد بازرسی قرار گیرند و نباید یخ و برف در سطح آنها مشاهده شود. همچنین دمای هر نوع فلزی که در تماس با بتن قرار می‌گیرد، باید قبل از بتن‌ریزی حداقل صفر درجه سلسیوس باشد.

۶-۳-۳-۹-۳- دمای مخلوط بتن

حداقل دمای مجاز اختلاط بتن تابع دمای هوا و حداقل اندازه مقطع بتن است. در جدول ۶-۳۹ حداقل دمای مخلوط بتن در هنگام اختلاط و در زمان بتن‌ریزی و دوره حفاظت ارائه شده است. طبق این جدول مقاطع به چهار رده از نظر ضخامت تقسیم شده‌اند. بتن‌ریزی نباید در دمای کمتر از ۱۵- درجه سلسیوس بتن‌ریزی انجام شود، مگر آن‌که دستگاه نظارت با رعایت تمهیدات خاص آن را مجاز بداند. دمای مخلوط بتن در هنگام بتن‌ریزی نباید بیش از ۱۱ درجه سلسیوس از دماهای ذکر شده در ردیف ۱ و همچنین دمای بتن پس از مخلوط کردن، نباید بیش از ۸ درجه سلسیوس از دماهای ذکر شده در ردیف ۲ جدول ۶-۳۹ بالاتر باشد.

جدول ۶-۳۹- حداقل دمای بتن

ردیف	شرایط	حداقل دمای بتن به درجه سلسیوس بر اساس حداقل بعد مقطع بتنی(m)			
		کمتر از ۰/۳	بین ۰/۳ تا۰/۹	بین ۰/۹ تا ۱/۸	بیشتر از ۱/۸
۱	حداقل دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی و در دوره حفاظت	۱۳	۱۰	۷	۵
۲	حداقل دما پس از مخلوط کردن				
۱-۲	برای دمای هوا بیش از ۰ درجه سلسیوس	۱۶	۱۳	۱۰	۷
۲-۲	بین ۰ تا ۱۵- درجه سلسیوس	۱۸	۱۶	۱۳	۱۰
۳-۲	کمتر از ۱۵- درجه سلسیوس	۲۰	۱۸	۱۵	۱۲

دمای بتن در هنگام مخلوط کردن و ریختن، باید نزدیک به حداقل دمای مجاز باشد، تا از مزایای بهبود کیفیت بتن در دمای پایین بتوان بهره‌گرفت.

حداقل دمای مخلوط بتن پس از ساخت آن، به عوامل مختلفی از جمله، مدت حمل، معطلی، نوع وسیله حمل ارتباط دارد. در جدول ۶-۳۸ فرض شده است که از کامیون مخلوط‌کن برای حمل بتن به مدت یک ساعت استفاده شده است. بدیهی است، اولویت با رعایت حداقل دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی خواهد بود.

برای کسب دمای بتن مخلوط شده طبق جدول ۶-۳۹، استفاده از آب گرم برای ساخت مخلوط بتن مجاز است، اما دمای آب مصرفی نباید بیش از ۸۰ درجه سلسیوس باشد.

برای محاسبه دمای مخلوط بتن می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$T_{\mathrm{m}}=\frac{0.22\left(T_{\mathrm{G}}W_{\mathrm{G}}+T_{\mathrm{S}}W_{\mathrm{S}}+T_{\mathrm{C}}W_{\mathrm{C}}\right)+T_{\mathrm{W}}W_{\mathrm{W}}+T_{G}W_{WG}+T_{S}W_{WS}}{0.22\left(W_{\mathrm{G}}+W_{S}+W_{\mathrm{C}}\right)+W_{W}+W_{WG}+W_{WS}} \qquad (۳-۶)$$

که در آن:

T_{m} = دمای مخلوط بتن،

T_C = دمای سیمان،

T_G = دمای سنگدانهٔ درشت،

T_S = دمای سنگدانهٔ ریز،

T_W = دمای آب مخلوط،

W_C = وزن سیمان،

W_S = وزن سنگدانهٔ ریز،

W_G = وزن سنگدانهٔ درشت،

W_{WG} = وزن آب در سنگدانهٔ درشت،

W_{SG} = وزن آب در سنگدانهٔ ریز، می‌باشد.

برای افزایش دمای بتن افزایش دمای مصالح دیگری غیر از آب مانند سنگدانه‌ها مجاز است. با این وجود توصیه می‌شود که در مرحله اول، آب مصرفی مخلوط بتن گرم شود.

در صورتی‌که سنگدانه‌ها یخ زده باشند باید با گرم کردن، نسبت به آب کردن یخ اقدام شود.

در صورت استفاده از آب گرم برای ساخت مخلوط بتن، ترتیب اختلاط مصالح باید به این صورت باشد که ابتدا سنگدانه‌ها و آب و سپس مواد سیمانی در مخلوط کن ریخته شود و دمای مخلوط سنگدانه و آب از ۴۰ درجه سلسیوس فراتر نرود. برخورد آب داغ با سیمان، به گیرش ناگهانی منجر می‌گردد. لذا توصیه می‌شود برای رفع این مشکل از برخورد مستقیم آب داغ با سیمان جلوگیری شود.

دمای مخلوط بتن در هنگام ساخت و در هنگام بتن‌ریزی باید کنترل شود. برای محاسبه دمای بتن در هنگام مخلوط کردن، با در نظر گرفتن مقدار افت دمای مخلوط، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$T_{\mathrm{m}}=T_{p}+\beta\times\left(T_{p}-T_{a}\right)\times t \qquad (۴-۶)$$

که در آن:

T_a = دمای هوا به درجه سلیسیون،

T_m = دمای بتن پس از مخلوط شدن به درجه سلیسیوس،

T_p = دمای بتن هنگام بتن‌ریزی درجه سلیسیوس،

t = فاصله زمانی از تولید بتن تا هنگام بتن‌ریزی به ساعت،

β = ضریب ثابت طبق جدول ۴-۴۰، می‌باشند.

رابطه بالا، برای انتقال بتن با کامیون مخلوط‌کن (تراک میکسر) استفاده می‌شود.

برای اجتناب از کاهش زیاد دمای مخلوط بتن در هنگام انتقال، اگر از کامیون مخلوط‌کن (تراک میکسر) استفاده شود، توصیه می‌گردد که حداکثر زمان انتقال کامیون تا محل بتن‌ریزی ۱/۵ ساعت باشد.

جدول ۶-۴۰- ضریب β در رابطه ۴-۴

ردیف	شرایط	ضریب β
۱	کامیون مخلوط کن	۰/۲۵
۲	کامیون مخصوص حمل بتن به‌صورت غیر پوشیده	۰/۱۷
۳	وسیله حمل غیر چرخان و سرپوشیده	۰/۱۰

در صورت استفاده از این رابطه، نیازی به استفاده از دماهای ردیف ۲ جدول ۶-۳۹ نمی‌باشد.

۶-۳-۳-۹-۴- سایر الزامات و توصیه‌ها

برای بتن‌ریزی در هوای سرد، به‌ویژه در حالتی که بتن در مدت عمل آوری اشباع می‌شود، باید از مواد حباب زا برای ایجاد هوای عمدی در بتن استفاده شود. نباید اجازه داد تا قبل از دستیابی به مقاومت فشاری ۵ مگاپاسکال، بتن غیراشباع یخ بزند. از یخ زدن بتن تحت شرایط اشباع باید جلوگیری شود مگر آنکه بتن به مقاومت ۲۵ مگاپاسگال رسیده باشد. در صورتی‌که از مواد حباب زا در بتن استفاده شود، دستیابی به مقاومت ۲۵ مگاپاسکال در بتن اشباع، ضرورت ندارد.

۶-۳-۳-۹-۵- اقدامات پس از بتن ریزی

عملیات پرداخت در هوای سرد باید با دقت بیشتری به‌ویژه برای سطوحی که دارای تردد یا سایش هستند، انجام پذیرد.

الف- بلافاصله پس از بتن ریزی، حفاظت بتن با پوشش عایق یا گرم کردن باید آغاز شود. در صورتی که لازم باشد از روش گرم کردن برای محافظت بتن استفاده شود، نیاز به ایجاد فضای بسته در اطراف بتن خواهد بود، اما باید از روشن کردن آتش بر روی عضو بتنی اجتناب شود.

ب- در هوای سرد، منظور از عمل آوری، ایجاد پوشش عایق بر روی بتن و یا گرم کردن بتن است. در محیط بسته، اگر ایجاد گرما باعث خشک شدن بتن شود، باید از رطوبت رسانی با آب یا بخار آب استفاده کرد. لبه‌ها و گوشه‌های اعضای بتنی در معرض افت دمای بیشتر و احتمال یخزدگی هستند و باید توجه بیشتری به این محل‌ها معطوف گردد.

پ- برای مقایسه دمای بتن در طی مدت حفاظت با حداقل دمای دوره حفاظت که در جدول ۶-۳۹ ارایه شده، باید دمای سطح بتن، به‌ویژه در نواحی بحرانی نظیر سطوح قالب بندی نشده یا لبه‌ها و گوشه‌ها، حداقل دو بار در هر شبانه‌روز اندازه‌گیری و ثبت گردد.

ت- در هوای سرد توصیه می‌گردد ترجیحاً از قالب‌بندی چوبی استفاده شود.

ث- در هوای سرد، چنانچه نتوان شرایط دمایی حداقل عمل‌آوری را فراهم کرد و احتمال یخ زدن در روزهای اول پیش‌بینی می‌شود، نباید از روش عمل آوری رطوبت رسانی مستقیم استفاده کرد.

ج- در بتن‌ریزی در هوای سرد، احتمال بروز ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی خمیری وجود دارد که در این خصوص اقدامات احتیاطی لازم را باید در نظر گرفت.

۶-۳-۳-۹-۶- حفاظت بتن

پس از بتن‌ریزی باید دمای بتن حداقل ۳ روز مطابق با حداقل دمای ردیف ۱ در جدول ۶-۳۹، توسط پوشش مناسب و در صورت لزوم ایجاد محفظه بسته و اعمال گرمایش، تامین شود. در صورتی‌که با استفاده از آزمونه‌های آگاهی یا بلوغ سنجی و یا روش‌های غیرمخرب، بتوان نشان داد که برای بتن زیر حد اشباع بحرانی به مقاومت ۵ مگاپاسکال و برای بتن های اشباع به مقاومت ۲۵ مگاپاسکال رسیده است، می‌توان حفاظت را خاتمه داد. زمان خاتمه باید به تصویب دستگاه نظارت رسیده باشد.

پس از دوره محافظت چنانچه دمای متوسط محیط بیشتر از ۵ درجه سلسیوس باشد، باید عمل‌آوری متعارف به نحو مناسب طبق این ضابطه اعمال گردد. چنانچه بعد از دوره محافظت، دمای محیط کمتر از ۵ درجه سلسیوس باشد باید عمل آوری بتن تا رسیدن به حداقل مدت عمل آوری، تداوم یابد.

پس از مدت حفاظت بتن، اگر دمای محیط بیشتر از ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی محیط در حدی باشد که احتمال خشک‌شدگی شدید بتن وجود داشته باشد، باید از روش عمل‌آوری با آب یا عایق رطوبتی مانند، پوشش نایلونی و مواد عمل آوری غشاساز استفاده شود.

۶-۳-۳-۹-۷- افت دما پس از حفاظت

در طی ۲۴ ساعت پس از اتمام مدت حفاظت از بتن، باید به‌تدریج از حفاظت کاسته شود تا بتن در معرض تغییرات ناگهانی دما قرار نگیرد. براساس حداقل بعد بتن، حداکثر افت دما پس از ۲۴ ساعت بعد از خاتمه حفاظت باید مطابق با جدول ۶-۴۱ باشد.

جدول ۶-۴۱- حداکثر مجاز افت دمای بتن بر اساس حداقل بعد عضو بتنی، ۲۴ ساعت پس از خاتمه حفاظت

حداقل بعد عضو بتنی، (متر)	حداکثر مجاز افت دما (درجه سلسیوس)
کمتر از ۰/۳	۲۸
۰/۳ تا ۰/۹	۲۲
۰/۹ تا ۱/۸	۱۷
بیشتر از ۱/۸	۱۱

۶-۳-۳-۹-۸- قالب برداری

با توجه به اهمیت زمان قالب برداری در هوای سرد، باید به بخش قالب بندی این ضابطه مراجعه گردد.

۶-۳-۳-۱۰- بتن ریزی در هوای گرم

۶-۳-۳-۱۰-۱- شرایط هوای گرم

هرگاه احتمال داده شود که به خاطر بالا بودن دمای هوا یا مصالح مصرفی، و همچنین شرایط محیطی، دمای بتن تازه بدون رعایت تمهیدات ویژه در زمان بتن‌ریزی به بیشتر از ۳۲ درجه سلسیوس می‌رسد، یا میزان تبخیر از سطح بتن زیاد است، شرایط هوای گرم وجود دارد و تدارکات ضروری برای ساخت بتن و بتن ریزی در هوای گرم را باید فراهم کرد.

غیر از دمای بتن، عوامل دیگری نیز مانند دمای زیاد هوا، رطوبت نسبی کم هوا، سرعت زیاد باد، ارتفاع زیاد از سطح دریا و تابش مستقیم خورشید به تبخیر بیشتر از سطح بتن می‌انجامد. مشاور باید در مشخصات فنی، شرایط آب و هوای گرم را تعریف کند.

۶-۳-۳-۱۰-۲- تدارکات برای ساخت بتن و بتن‌ریزی

تمام مواد و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت بتن و بتن ریزی در هوای گرم باید قبل از شروع عملیات فراهم شوند.

برای جلوگیری از افزایش دمای آب، توصیه می‌شود منابع یا مخازن آب و لوله‌های رابط در سایه قرار گیرند و با مواد عایق پوشانده شوند. همچنین توصیه می‌شود که مخازن آب در زمین مدفون گردند. جهت جلوگیری از افزایش دمای سنگدانه‌ها، ناشی از تابش مستقیم آفتاب، توصیه می‌شود سنگدانه‌ها در زیر سایبان مناسبی قرار گیرند.

برای خنک کردن سنگدانه درشت در مناطق غیرشرجی می‌توان از پاشش آب بر سطح آن استفاده کرد و اجازه داد تا آب سنگدانه تبخیر شود، به‌هر حال در صورتی که بخشی از آب در سنگدانه‌ها باقی بماند، باید آن‌را در تعیین مقدار آب مورد نیاز برای ساخت مخلوط منظور نمود. شایان ذکر است که این روش، در مناطق شرجی مجاز نمی‌باشد زیرا امکان تبخیر آب موجود نمی‌باشد و دمای سنگدانه‌ها تغییر محسوسی نمی‌کنند.

باید تمام وسایل ساخت بتن تا حد امکان در سایه نگهداری شوند و با ریختن آب بر سطح یا درون مخلوط‌کن نسبت به کاهش دمای آن اقدام شود. اما در هنگام ساخت مخلوط بتن، نباید آب اضافی در مخلوط‌کن باشد.

۶-۳-۳-۱۰-۳- ساخت بتن

برای کاهش دمای مخلوط بتن، باید از روش‌های پیشگیرانه افزایش دمای مصالح اولیه (سیمان، سنگدانه و آب) استفاده گردد. کاهش دمای مصالح مصرفی مجاز است. چنانچه با استفاده از آب سرد در ساخت مخلوط بتن نتوان دمای بتن را در حد مورد نظر کاهش داد، می‌توان تا ۷۵ درصد آب مورد نیاز برای ساخت مخلوط بتن را با تراشه یخ یا یخ پولکی جایگزین کرد. اما نباید در پایان عملیات اختلاط بتن، یخی در بتن مشاهده شود.

برای محاسبه دمای مخلوط بتن بر مبنای وزن و دمای مصالح مصرفی می‌توان از رابطه ارائه شده در بخش بتن‌ریزی در هوای سرد استفاده کرد. اما اگر از یخ به عنوان بخشی از آب مصرفی استفاده می‌شود، برای محاسبه دمای مخلوط می توان از رابطه ۶-۵ بهره گرفت:

$$T_{\text{conc}} = \frac{\left[0.22 \times \left(T_{\text{G}} W_{\text{G}} + T_{\text{S}} W_{\text{S}} + T_{\text{C}} W_{\text{C}}\right) + T_{\text{W}} W_{\text{W}} + T_G W_{WG} + T_S W_{WS} - 80 W_i\right]}{0.22\left(W_{\text{G}} + W_S + W_{\text{C}}\right) + W_W + W_{WG} + W_{WS} + W_i} \qquad (۵-۶)$$

که در آن w_i وزن یخ به کیلوگرم بوده و بقیه پارامترها طبق فرمول ۴-۳ می‌باشد.

برای جبران افت اسلامپ در هوای گرم نباید بیشتر از مقدار آب طرح مخلوط بتن، آب دیگری اضافه شود. با کاهش دمای بتن می‌توان افت اسلامپ را کاهش داد. برای طولانی‌تر کردن مدت حفظ اسلامپ مخلوط، استفاده از مواد کندگیر یا روان‌کننده که خاصیت کندگیری دارند، مجاز است.

۶-۳-۳-۱۰-۴- انتقال بتن

توصیه می‌شود مدت انتقال بتن با کامیون مخلوط‌کن تا اتمام تخلیه بتن از کامیون، از یک ساعت بیشتر نشود. همچنین این مدت می‌تواند با مصرف مواد افزودنی کندگیر یا سیمان‌های با دیرگیری و افت اسلامپ کم، با مجوز دستگاه نظارت افزایش یابد. برای جلوگیری از گرم شدن بتن در مناطق غیرشرجی در حین انتقال، باید از دمای وسایل و تجهیزات حمل و ریختن بتن قبل از استفاده مانند دیگ مخلوط‌کن با کمک آب یا چتایی خیس کاست. توصیه می‌شود رنگ وسایل حمل و ریختن بتن مانند، دیگ کامیون حمل بتن (تراک میکسر)، سفید یا رنگ روشن باشد.

۶-۳-۳-۱۰-۵- بتن ریزی

حداکثر دمای مخلوط بتن در هنگام بتن ریزی باید به ۳۲ درجه سلسیوس محدود شود مگر اینکه مشاور، دمای کمتری را تجویز نماید. هنگامی که شرایط محیطی به نحوی است که احتمال ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری وجود دارد، باید از تبخیر زیاد از سطح بتن به‌ویژه در دال‌ها جلوگیری شود. استفاده از پوشش نایلونی بر سطح بتن یا استفاده از مواد غشاساز جلوگیری کننده از تبخیر پس از اتمام پرداخت، برای کاهش نرخ تبخیر توصیه می‌شود.

در صورتی که نرخ تبخیر در حد زیاد و امکان کاهش نرخ تبخیر وجود نداشته باشد، استفاده از انواع الیاف به مقدار حدود ۰/۱ تا ۰/۲ درصد حجم بتن توصیه می‌شود. برای افزایش رطوبت نسبی محیط اطراف بتن و همزمان کاهش شدت تابش آفتاب، آب‌پاشی و مه‌پاشی به سطح بتن توصیه می‌شود. این امر با ایجاد خنکی در محیط، در مجموع تبخیر از سطح بتن را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

چنانچه مقدار تبخیر آب از سطح بتن بیشتر از $1\ kg/m^2$ در ساعت باشد، احتمال ترک خوردگی بسیار زیاد می‌باشد. در این مواقع باید تمهیدات این ضابطه دقیقاً اجرا گردد. اما به هر حال وقتی مقدار تبخیر از حد $0/5\ kg/m^2$ درساعت بیشتر می‌شود، توصیه می‌گردد تمهیدات ارائه شده در این بخش به کار گرفته شود. برای بتن‌های حاوی مقدار زیاد مواد پوزولانی و سرباره‌ای و به‌ویژه بتن‌های حاوی دوده سیلیس، مقدار تبخیر آستانه بحرانی ممکن است به کمتر از kg/m^2 ۰/۲۵ در ساعت کاهش یابد. در هر صورت میزان تبخیر سطحی بحرانی باید توسط مشاور بیان شود.

برای تخمین مقدار تبخیر می‌توان از رابطه ۶-۶ استفاده کرد:

$$E = 5 \times \left(\left[T_c + 18\right]^{2.5} - r\left[T_a + 18\right]^{2.5}\right) \times \left(V + 4\right) \times 10^{-6} \qquad (۶-۶)$$

که در آن:

E نرخ تبخیر به $kg/m^2/h$،

R رطوبت نسبی تقسیم بر ۱۰۰،

Ta دمای هوا به درجه سلسیوس،

Tc دمای بتن به درجه سلسیوس،

V سرعت باد به km/h.

برای تعیین سرعت وزش باد در وهله اول باید از بادسنج استفاده شود. برای تقسیم‌بندی بر اساس مشاهدات ظاهری محیط، استفاده از موارد ذیل مجاز است:

- سرعت باد تا ۱۰ km/h (کیلومتر در ساعت) باعث حرکت برگ‌ها می‌شود.
- سرعت باد تا ۲۰ km/h (کیلومتر در ساعت) درختان کوچک را حرکت می‌دهد.
- سرعت باد تا ۳۰ km/h (کیلومتر در ساعت) سبب حرکت شاخه‌های بزرگ می‌شود.

۶-۳-۳-۱۰-۶- عمل آوری

برای عمل آوری در هوای گرم توصیه می‌شود از حوضچه آب بر سطح و همچنین از چتایی خیس همراه با پوشش پلاستیک بر روی آن در اعضای بتنی استفاده گردد. چتایی باید در طول مدت عمل‌آوری به‌طور مداوم خیس باشد. از خشک و مجدداً خیس شدن چتایی باید جلوگیری شود.

استفاده از مواد عمل‌آوری غشاساز مجاز است. اما برای بتن‌های پرمقاومت با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۲، استفاده از روش‌های صرفاً جلوگیری کننده از تبخیر، مانند استفاده از پوشش نایلونی به تنهایی و مواد عمل‌آوری غشاساز، توصیه نمی‌شود، مگر آن‌که استفاده از آنها توسط دستگاه نظارت مجاز تشخیص داده شود.

۶-۳-۴- انواع بتن

۶-۳-۴-۱- بتن پاششی

اجرای بتن پاششی به دو صورت تر و خشک مجاز است. مشاور، روش بتن‌پاشی را باید با توجه به محدودیت‌ها و مزایای این دو روش و همچنین امکانات موجود تعیین کند.

۶-۳-۴-۱-۱- مصالح مصرفی

الف) سیمان

از انواع سیمان پرتلند و آمیخته می‌توان در ساخت بتن پاششی استفاده کرد. استفاده از انواع سیمان آمیخته به‌دلیل ایجاد حالت خمیری بهتر و حفظ آب بیش‌تر، توصیه می‌گردد.

ب) سنگدانه

حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی مصرفی باید به ۲۰ میلی‌متر محدود شود، هرچند توصیه می‌شود این مقدار از ۱۲/۵ میلی‌متر تجاوز نکند. مخلوط سنگدانه‌ی درشت و ریز باید از مقدار کافی ذرات ریز برخوردار باشد تا برگشت و هدررفت مصالح کم‌تر شود. بافت دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید تا حد امکان ریز باشد. بدین منظور می‌توان به دانه‌بندی جدول ۶-۴۲ مراجعه کرد.

جدول ۶-۴۲- دانه‌بندی پیشنهادی ترکیب سنگ‌دانه‌ها برای بتن پاششی

اندازه‌ی الک، mm	درصد تجمعی عبوری	
	دانه‌بندی۱	دانه‌بندی ۲
۱۲/۵	-	۱۰۰
۹/۵	۱۰۰	۹۰-۱۰۰
۴/۷۵	۹۵-۱۰۰	۷۰-۸۵
۲/۴	۸۰-۹۸	۵۰-۷۰
۱/۲	۵۰-۸۵	۳۵-۵۵
۰/۶۰۰	۲۵-۶۰	۲۰-۳۵
۰/۳۰۰	۱۰-۳۰	۸-۲۰
۰/۱۵۰	۲-۱۰	۲-۱۰

در مواردی که ضخامت قطعه یا پوشش بتن روی میلگرد خیلی کم باشد یا نیاز به کاهش مقدار برگشت و هدررفت بتن وجود داشته باشد، استفاده از دانه بندی رده۱ می‌تواند مناسب‌تر باشد.

پ) مواد افزودنی معدنی

استفاده از انواع مواد پودری معدنی فعال شامل، سرباره‌ها و پوزولان‌ها و مواد پودری غیرفعال مانند پودرسنگ مجاز است. مصالح مصرفی باید الزامات این فصل را رعایت کند.

ت) مواد افزودنی شیمیایی

استفاده از افزودنی‌های زودگیرکننده‌ی مخصوص بتن پاششی، به‌ویژه در روش خشک مجاز است. توصیه می‌شود برای استفاده از افزودنی‌های زودگیرکننده در بتن پاششی، این مواد باید به صورت‌تر به‌وسیله شیلنگی که به افشانک متصل است به مخلوط اضافه شود. در بسیاری از موارد توصیه می‌شود از زودگیرکننده‌هایی که قلیایی نیستند استفاده شود تا ایمنی نفرات رعایت گردد.

ث) الیاف

استفاده از الیاف مانند الیاف فلزی و الیاف پلی‌پروپیلن در بتن پاششی مجاز است. استفاده از این الیاف سبب بهبود خواص مکانیکی مانند مقاومت در برابر ضربه، طاقت و مقاومت خمشی و باعث کاهش برگشت و هدر رفت مصالح می‌شود.

۶-۳-۴-۱-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

طرح مخلوط بتن پاششی باید توسط مشاور برای دستیابی به مقاومت مورد نظر یا مشخصات مورد نیاز دیگر تهیه شود. مشخصات دیگری که ممکن است توسط طراح پروژه تعیین شوند عبارتند از:

- حداقل و حداکثر مقدار مواد سیمانی
- حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی
- مقاومت خمشی
- طاقت
- مقاومت اولیه‌ی کوتاه مدت
- نفوذپذیری
- جذب آب
- چسبندگی به بستر

مقدار متداول مواد سیمانی در بتن پاششی بین ۳۷۵ تا ۵۵۰ کیلوگرم در مترمکعب است.

۶-۳-۴-۱-۳- ارزیابی قبل از ساخت

قبل از اجرای پروژه باید مطالعات و آزمایش‌های کافی در خصوص مشخصات مواد و مصالح، نسبت‌های مخلوط بتن پاششی، کیفیت بتن، روش اجرا و عملکرد مسئول پاشش توسط پیمانکار انجام شده و به تایید دستگاه نظارت برسد.

مصالح، نسبت‌های مخلوط، تجهیزات، فرآیند ساخت و مسئول پاشش باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن دستیابی به مشخصات مکانیکی، دوام و سایر خواسته‌های مورد نیاز، مقدار مصالح هدر رفته در بتن پاششی به حداقل برسد.

استفاده از مصالح اتلاف شده برای عملیات پاشش مجاز نیست. دستگاه نظارت مجاز به تعیین معیاری برای حداکثر مقدار مصالح هدر رفته می‌باشد. حداکثر هدررفت برای سطوح قائم ۲۵ درصد و برای سطوح افقی بالاسر ۴۰ درصد توصیه می‌شود.

برای ارزیابی کیفیت بتن پاششی، پانل‌های آزمایشی بتن پاششی باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۷۱۷ تهیه شوند. باید این پانل‌ها برای هر طرح مخلوط بتن، هرجهت پاشش و هر مسئول پاشش تهیه شود. به عبارت دیگر ساخت پانل‌های آزمایشی باید منطبق با شرایط واقعی در پروژه باشد. این پانل‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۷۱۷ در شرایط کارگاهی عمل‌آوری شده و برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردند. پانل‌های آزمایشی باید برای سطوح کف، سقف، قائم و مایل به‌طور جداگانه تهیه و آزمایش شوند.

آزمونه‌های مربوط به بتن پاششی سخت‌شده باید به‌صورت مغزه‌ها یا منشورهای برش خورده از پانل‌های آزمایشی مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۲۳۰۶ تهیه و روی آن آزمایش‌هایی مانند مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و غیره بر حسب الزامات فنی پروژه انجام شود. در رابطه با قطر و سایر ابعاد آزمونه‌ها به استاندارد مربوطه مراجعه شود. این آزمونه‌ها باید فاقد میلگرد باشند.

پانل‌های آزمایشی دیگری نیز باید برای بررسی کیفیت در برگرفتن میلگرد با بتن پاششی و کیفیت ظاهری بتن پاششی مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۷۱۷ تهیه شوند. در این پانل‌ها باید میلگردها به‌گونه‌ای کار گذاشته شود، که قطر و نحوه‌ی قراردهی آن‌ها نشان دهنده‌ی شرایط میلگردگذاری پروژه باشد. مغزه‌ی تهیه شده از پانل‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که میلگردها را قطع کند. دستگاه نظارت باید با مشاهده‌ی ظاهری مغزه‌ها، به‌خصوص نواحی اطراف میلگردهای قطع‌شده، کیفیت بتن پاششی اجرا شده را بررسی کند. برای این آزمایش، قطر مغزه‌ها باید حداقل ۹۴ میلی‌متر و ارتفاع آن برابر ضخامت پانل باشد. اگر این پانل آزمایشی مردود شود، استفاده از یک پانل دیگر برای آزمایش مجاز است. اگر پانل جدید مورد قبول باشد کار ادامه پیدا می‌کند. در غیر این صورت باید فرآیند ساخت، نسبت‌های مخلوط، مسئول پاشش یا تجهیزات پاشش اصلاح شوند.

۶-۳-۴-۱-۴- ارزیابی و پذیرش در حین ساخت

برای هر طرح مخلوط بتن پاششی، به ازای هر ۳۰ مترمکعب بتن یا ۱۵۰ مترمربع سطح پاشیده شده (هر کدام که تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری بیش‌تری را به‌دست دهد)، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری برای آزمایش مقاومت فشاری انجام شود. برای نمونه‌برداری آزمایش‌های دوام از هر ۱۵۰ مترمکعب بتن یا هر ۷۵۰ مترمربع سطح (هر کدام که تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری بیش‌تری را به‌دست دهد)، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری انجام شود. در هر نوبت کاری باید حداقل یک مرتبه نمونه‌برداری برای آزمایش مقاومت فشاری انجام شود.

نمونه‌برداری را می‌توان از محل بتن اجرا شده یا از پانل‌های آزمایشی (تهیه و نگهداری شده مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۷۱۷) انجام داد. این پانل‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۷۱۷ در شرایط کارگاهی عمل‌آوری شوند و آزمونه‌های اخذ شده برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل شوند.

توصیه می‌شود جهت جلوگیری از آسیب‌رسانی به سازه‌ی اصلی، از پانل‌های آزمایشی نمونه‌برداری به‌صورت مغزه یا تیر بریده شده استفاده شود. چنانچه نمونه‌برداری از محل بتن اجراشده انجام شود، محل مغزه یا منشور برش خورده نباید با بتن پاششی پر شود، و باید با بتن معمولی با مشخصات مشابه بتن پاششی پر گردد و عمل‌آوری محل پر شده نیز طبق ضوابط بخش عمل‌آوری این فصل باشد.

هر نمونه‌برداری مقاومت فشاری باید شامل سه مغزه باشد. آزمونه‌های تشکیل دهنده هر نمونه باید به‌صورت مغزه یا منشور مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره‌ی ۱۲۳۰۶ تهیه و آزمایش شوند. برای ارزیابی مقاومت فشاری، مغزه‌ها باید حداقل دارای قطر ۷۵ میلی‌متر باشند، مگر اینکه طراح پروژه مشخصات دیگری را ذکر کرده باشد. به‌هرحال نسبت ارتفاع به قطر مغزه باید حداقل برابر یک باشد. همچنین حداقل قطر مغزه معمولاً باید سه برابر حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های مصرفی در بتن باشد.

مقاومت مشخصه بتن پاششی برای حداقل قطر مغزه ۹۴ میلی‌متری تعریف می‌شود و معمولاً نیاز به تبدیل مقاومت به سایر قطرها وجود دارد، اما چنانچه مشاور مقاومت مشخصه را برای قطر خاص دیگری تعریف کند نیازی به تبدیل

نتایج مغزه‌های مورد نظر نمی‌باشد. به‌هرحال توصیه می‌شود، مشاور با درنظر گرفتن تفاوت مقاومت مغزه‌های با قطرهای مختلف، مقاومت فشاری مشخصه مورد نظر را تعیین کند.

متوسط مقاومت فشاری یک مجموعه‌ی سه‌تایی مغزه که از هر پانل آزمایشی یا محل بتن اجرا شده به دست آمده، باید بیشتر یا مساوی ۸۵ درصد مقاومت مشخصه باشد. مقاومت هیچ مغزه‌ای نیز نبایدکم‌تر از ۷۵ درصد مقاومت مشخصه باشد. باید توجه نمود که ضوابط پذیرش مربوط به بتن معمولی برای بتن پاششی قابل استفاده نمی‌باشد، مگر در مواردی که از مخلوط بتن پاششی به‌روش‌تر قبل از پاشش نیز نمونه برداری انجام گردد و آزمونه‌های مقاومتی قالب گیری شوند. برای این حالت پذیرش بتن به‌صورت معمولی مطابق با ضوابط این فصل باید انجام شود.

بر حسب ضرورت و توسط مشاور معیارهای پذیرش دیگری غیر از مقاومت فشاری مانند ضخامت، مقاومت خمشی، دوام و چسبندگی به بستر می‌تواند برای بتن پاششی تعیین شود. همچنین در مواردی که بتن پاششی به‌صورت تر اجرا می‌شود، مشاور می‌تواند الزاماتی برای نمونه‌گیری و ارزیابی بتن مانند درصد هوا، اسلامپ، دمای بتن تازه و مقاومت بتن سخت‌شده و غیره را قبل از پاشش در مشخصات فنی بیان کند.

۶-۳-۴-۱-۵- اجرا

الف) آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

چنانچه بتن پاششی روی خاک یا سنگ یا هر سطح جاذبی اجرا شود، باید سطح آن بلافاصله قبل از پاشش مرطوب شده و به‌صورت اشباع با سطح خشک درآید. آب اضافی باید با هوای پرفشار یا روش دیگر از سطح زدوده شود. استفاده از دوغاب حاوی لاتکس یا اپوکسی به جای اشباع کردن با آب مجاز است.

چنانچه بتن پاششی بر سطوح بتنی یا مصالح بنایی اجرا شود، باید تمام بخش‌های سست و معیوب و آغشته به آلودگی که سبب عدم چسبندگی می‌شود، از سطح زدوده شوند. بلافاصله قبل از پاشش باید سطوح مرطوب شده و به حالت نزدیک به اشباع با سطح خشک برسند. همچنین سطوح صیقلی را باید مضرس نمود. سطح مورد نظر را می‌توان با وسایل دستی، ماسه‌پاشی یا آب پرفشار زبر و خشن نمود.

سطوح میلگردها باید عاری از بتن سخت‌شده قبلی و آلودگی‌هایی باشند که مانع چسبندگی آن به بتن پاششی می‌گردند. زنگ و بتن سخت‌شده‌ی روی میلگردها باید با آب پرفشار یا ماسه‌پاشی پاک شوند. همچنین چربی‌ها باید با مواد مناسب پاک‌کننده که به بتن آسیب نمی‌رساند یا بخار آب زدوده شوند.

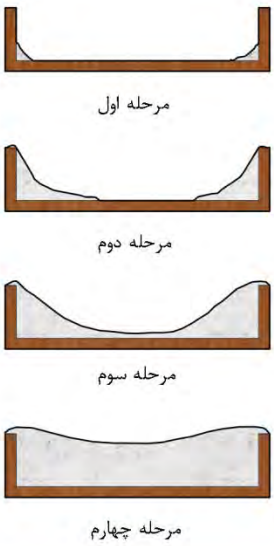
قالب‌های پروژه باید دارای مقاومت کافی در برابر تغییرشکل‌های زیاد و اتکای کافی باشند تا در طول پاشش ثابت باقی بمانند. میلگردها باید به‌گونه‌ای نصب شوند که بتن پاششی به‌خوبی اطراف میلگردها را در بر بگیرد. فاصله‌ی آزاد بین میلگردها نباید از ۵۰ میلی‌متر کم‌تر باشد. توصیه می‌شود در هنگام طراحی، تا حد امکان از میلگردهای با قطر کمتر و مقاومت بیشتر استفاده شود. برای آن‌که مسئول پاشش به ضخامت مورد نظر دست پیدا کند، باید از میله‌های راهنما یا هر وسیله‌ی مناسب دیگری استفاده شود.

ب) عملیات پاشش

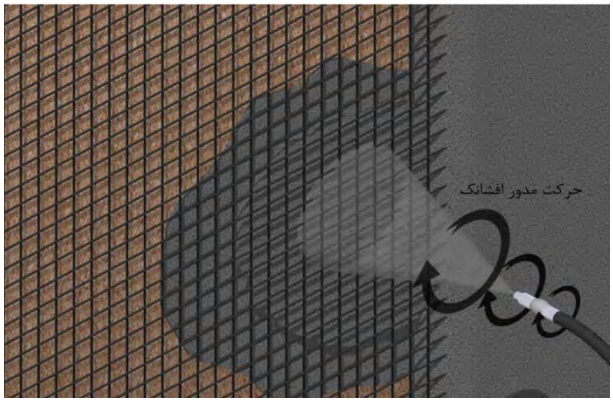
باید از همان نسبت‌های مخلوط، تجهیزات و مسئول پاشش، در پروژه استفاده شود که در مرحله‌ی ارزیابی قبل از ساخت تأیید شده‌اند. باید توجه نمود که کیفیت بتن پاششی اجرا شده به‌شدت به عملکرد مسئول پاشش وابسته است.

باید نور و تهویه‌ی کافی برای انجام عملیات پاشش تأمین شود. سرعت تخلیه مصالح درون دستگاه پاشش و فشار هوا در افشانک دستگاه باید یکنواخت باشد تا جریانی پایدار و مداوم برای بتن درحال پاشش به وجود آید. سرعت پاشش و فاصله‌ی افشانک باید به‌گونه‌ای باشد که تراکمی مطلوب با حداقل مصالح هدر رفته تأمین شود.

بتن پاششی باید ابتدا در گوشه‌ها و تورفتگی‌ها و همچنین از پایین به بالا اجرا و به‌صورت عمود بر سطح و در گوشه‌ها در راستای نیمساز گوشه‌ها پاشیده شود (شکل ۶-۱۳). همچنین حرکت موضعی افشانک به هنگام پاشش باید به‌صورت دایره‌ای یا بیضوی با قطر کوچک باشد(شکل ۶-۱۴). برای پاشیدن بتن به زیر میلگردها، افشانک باید به‌صورت مایل درآید. بتن پاششی باید اطراف میلگرد را به‌خوبی در بر گرفته و پوششی با ضخامت لازم به وجود آورد. پاشیدن بتن را باید از پشت میلگردها شروع کرد تا با افزایش ضخامت بتن پاشیده شده، میلگردها نیز درون بتن مدفون شوند.



شکل ۶-۱۳- فرایند صحیح پاشش در گوشه‌ها



شکل ۶-۱۴- نحوه حرکت صحیح افشانک

بتن پاششی خشک باید تا ۹۰ دقیقه پس از اختلاط مصالح، پاشیده شود. چنانچه سنگدانه‌های مصرفی رطوبتی کمتر از اشباع با سطح خشک داشته باشند، مدت ذکر شده برای این روش می تواند با تایید مشاور افزایش یابد. توصیه می‌شود برای کاهش هدررفت بتن و جلوگیری از آلودگی محیط بر اثر غبار پاشش و کاهش جمع شدگی خمیری، رطوبت سنگدانه‌ها در روش خشک، کمی بیشتر از حالت اشباع با سطح خشک باشد. بتن پاششی تر باید حداکثر تا ۴۵ دقیقه پس از مخلوط کردن آن به شرط آنکه بتن کارایی لازم را داشته باشد، اجرا شود.

درصورت ریزش و انباشته شدن بتن پاششی در محل‌هایی از قالب، باید این مواد قبل از پاشش بتن در این نواحی با فشار هوا یا وسایل مناسب دیگر زدوده شوند. در صورت وزش باد شدید به نحوی که بر جهت جریان پاشش تاثیر بگذارد، باید عملیات پاشش قطع شود.

تخلخل موجود در سطح بتن پاششی اجرا شده را باید قبل از سخت شدن و اجرای لایه‌های بعدی با ماله‌کشی برطرف نمود. بتن پاششی قبل از اجرای لایه‌ی بعدی باید به اندازه‌ی کافی سفت شده باشد. اگر بتن پاششی اجرا شده سخت شده باشد، باید قبل از اجرای لایه‌ی بعدی سطح آن را از مصالح سست و موادی که ممکن است چسبندگی به لایه‌ی بعدی را دچار مشکل کند، زدود و نزدیک به حالت اشباع با سطح خشک درآورد.

دمای بتن پاششی نباید بیش‌تر از ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد و دمای سطوح پاشش و میلگردها در هنگام پاشش نیز نباید بالاتر از ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد. چنانچه دمای محیط کم‌تر از ۵ درجه‌ی سانتیگراد باشد، باید عملیات پاشش متوقف شده یا تمهیداتی برای محافظت از بتن پاششی در حال اجرا اعمال شود. همچنین نباید بتن پاششی بر سطوح یخ زده اجرا شود. چنانچه شرایط هوای سرد برقرار باشد، دمای بتن درهنگام پاشش باید مطابق ضوابط مربوط به بتن‌ریزی در هوای سرد این فصل تنظیم گردد. به‌هرحال دمای بتن پاششی در هنگام پاشش نباید کم‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

پ) پرداخت سطح

با توجه به نظر دستگاه نظارت پرداخت سطح بتن می‌تواند به یکی از دو حالت زیر انجام شود:

- **بافت طبیعی**: در این نوع پرداخت، سطح بتن پاششی ماله‌کشی نشده و بتن بافت سطحی طبیعی خود را دارد. در این حالت سطح بتن می‌تواند با شمشه‌ی مناسب تسطیح گردد.
- **سطح ماله کشی شده**: در این نوع پرداخت پس از تسطیح به‌وسیله شمشه، سطح بتن با ماله پرداخت می‌شود تا بافتی صاف پیدا کند. شمشه باید دارای لبه‌ی تیز و برنده‌ی چاقویی باشد تا به بتن اجرا شده فشار وارد نیاورده و آن را قلوه‌کن نکند. به‌هرحال برای شمشه‌گیری باید از میله یا میخ‌های راهنما جهت ایجاد ضخامت لازم بهره گرفت. همچنین بتن پاششی باید به اندازه‌ای سفت شده باشد که ماله‌کشی سبب ریزش آن نشود و باید آن‌قدر خمیری باشد که امکان پرداخت با ماله میسر شود.

ت) عمل‌آوری و نگهداری

در مواردی که متوسط دمای محیط بیش‌تر از ۵ درجه‌ی سانتیگراد است، برای عمل‌آوری رطوبتی باید به ضوابط عمل‌آوری این فصل مراجعه شود. به‌هرحال مشاور باید رده‌ی عمل‌آوری مورد نظر را مشخص نماید. برای بررسی کفایت عمل‌آوری استفاده از نمونه‌های آگاهی مجاز است.

در مواردی که متوسط دمای محیط کم‌تر یا مساوی ۵ درجه سانتیگراد باشد، شرایط نگهداری همانند الزامات نگهداری بتن معمولی در هوای سرد خواهد بود.

با تایید دستگاه نظارت، چنانچه رطوبت نسبی هوا بیش از ۸۰ درصد باشد و بتن در معرض تابش مستقیم آفتاب و وزش باد قرار نگیرد، تمهیدات خاصی برای عمل‌آوری رطوبتی نیاز نمی‌باشد.

۶-۳-۴-۲- بتن خودتراکم

۶-۳-۴-۲-۱- مصالح مصرفی

الف) سیمان و مواد سیمانی

استفاده از انواع سیمان و مواد افزودنی معدنی شامل سرباره و مواد پوزولانی مطابق با الزامات این فصل مجاز است.

ب) ماده افزودنی فوق‌روان‌کننده

در ساخت بتن خودتراکم باید از ماده افزودنی شیمیایی فوق‌روان‌کننده مطابق با الزامات این فصل استفاده شود.

پ) پودر سنگ (پر کننده‌ی معدنی غیرفعال)

استفاده از انواع پودر سنگ به‌ویژه پودر سنگ آهک مجاز است. عدم رعایت مقدار مجاز رد شده از الک ۷۵ میکرومتر (الک نمره ۲۰۰) در ساخت بتن معمولی که در استاندارد ملی ایران ۳۰۲ ذکر شده، به‌شرطی مجاز است که پودر رد شده از الک ۷۵ میکرومتر از نظر مواد زیان‌آور (رس و شیل) مطابق مقادیر مجاز ارایه شده در این استاندارد باشد. توصیه می‌شود که ذرات پودر سنگ کوچک‌تر از ۱۵۰ میکرومتر (۰/۱۵۰ میلی‌متر) باشند و بیش از ۷۰ درصد پودر از الک ۷۵ میکرومتر (الک نمره ۲۰۰) عبور کند.

ت) سنگدانه

سنگدانه‌های مصرفی باید مطابق با الزامات این فصل باشد. حداکثر اندازه‌ی سنگدانه‌ی مصرفی باید به ۲۰ میلی‌متر محدود شود. توصیه می‌شود ترجیحاً از ماسه‌ی گردگوشه به همراه ذرات کافی ریزتر از ۰/۳ میلی‌متر (حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن ماسه) استفاده گردد. توصیه می‌شود در روش ملی طرح مخلوط بتن، توان رابطه‌ی فولر تامسون اصلاح شده، بین ۰/۳۵ تا ۰/۱(محدوده ۲ منحنی دانه‌بندی ترکیب سنگ‌دانه‌ها) بسته به بافت دانه، دانه‌بندی، ریزی مطلوب بتن و روانی آن انتخاب شود.

ث) ماده‌ی افزودنی اصلاح‌کننده‌ی گرانروی

استفاده از ماده‌ی افزودنی اصلاح‌کننده‌ی گرانروی برای افزایش گرانروی و پایداری مخلوط بتن مجاز است. این مواد باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰ ایران باشد. برای افزایش گرانروی مخلوط بتن استفاده از پودرسنگ یا ماده‌ی افزودنی اصلاح کننده گرانروی یا ترکیبی از هر دو مجاز است.

۶-۳-۴-۲-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

مقادیر و نسبت‌های مخلوط بتن خودتراکم مشابه بتن معمولی، باید براساس مقاومت و دوام مورد نظر هر پروژه تعیین شود. درعین حال در تعیین نسبت‌های مخلوط باید خصوصیات رئولوژی (رفتارشناسی) و کارایی و نتایج آزمایش‌ها مطابق با بند ۶-۳-۴-۲-۳ در نظر گرفته شود.

در صورت استفاده از پودر سنگ کوچک‌تر از ۱۵۰ میکرومتر برای افزایش گرانروی توصیه می‌شود مقدار آن بین ۵۰ تا ۱۵۰کیلوگرم در هر مترمکعب بتن محدود شود. در صورتی‌که پودر سنگ مصرفی حاوی ذرات درشت‌تری باشد، این مقدار باید افزایش یابد. ذرات درشت‌تر از ۱۵۰ میکرومتر باید جزو سنگدانه‌ی مصرفی محسوب شود.

۶-۳-۴-۲-۳- آزمایش‌های بتن تازه خودتراکم

روش‌های آزمایش بتن تازه‌ی خودتراکم برای تعیین رئولوژی و کارایی باید مطابق با استانداردهای ارایه شده، در جدول ۶-۴۳ باشد. در تعیین نسبت‌ها و مقادیر مخلوط بتن، استفاده از مجموعه‌ی آزمایش‌های زیر کافی به‌شمار می‌رود. همچنین استفاده از آزمایش‌های دیگر می‌تواند در دستور کار قرار گیرد:

- جریان اسلامپ، T_{50} و شاخص چشمی پایداری؛
- آزمایش حلقه‌ی J؛
- آزمایش قیف V یا جعبه‌ی L (حسب مورد)
- یکی از آزمایش‌های مقاومت در برابر جداشدگی بتن با الک، پایداری بتن(روش ستون) و مقاومت در برابر جداشدگی به روش نفوذ (حسب مورد).

در کنترل بتن در کارگاه در حین اجرا، لازم است حداقل از آزمایش جریان اسلامپ و شاخص پایداری دیداری استفاده گردد. به هرحال، استفاده از آزمایش‌های دیگر به‌منظور کنترل بتن در کارگاه مانعی ندارد.

جدول ۶-۴۳- آزمایش‌های بتن خودتراکم

نام آزمایش	حدود قابل قبول		روش آزمون
جریان اسلامپ	رده SF1: ۵۶۰ mm تا ۶۵۰ mm رده SF2: ۶۶۰ mm تا ۷۵۰ mm رده SF3: ۷۶۰ mm تا ۸۵۰ mm		استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۰
شاخص‌پایداری دیداری(VSI)	حداکثر یک		استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۰
T50	رده VS1: کمتر از ۲s رده VS2: بیشتر از ۲s		استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۰
حلقه J	اختلاف میان اندازه جریان اسلامپ و جریان حلقه J: - رده J1 برای طول حرکت کمتر از ۵m: حداکثر ۵۰mm - رده J2 برای طول حرکت بین ۵m تا ۱۰m: حداکثر ۲۵mm		استاندارد ملی ایران ۱۱۲۷۱
نسبت قابلیت عبور با جعبه L	PL1- برای جعبه L با دو میلگرد: حداکثر ۰/۸ PL2 - برای جعبه L با سه میلگرد: حداکثر ۰/۸		استاندارد ملی ایران ۱۰-۳۲۰۳
زمان روان شدن از قیف V	رده VF1: کوچکتر یا مساوی ۸s رده VF2: ۹s تا ۱۲ s		استاندارد ملی ایران ۹-۳۲۰۳
جدا شدگی (با یکی از سه روش مقابل)	جدا شدگی ایستایی با استفاده از روش فنی ستون (SS)	-متوسط (رده SS1): حداکثر ۱۰٪ - زیاد (رده SS2): حداکثر ۱۵٪	استاندارد ملی ایران ۱۲۲۵۵
	نسبت جدایی با الک (SR)	-متوسط(رده SR1): حداکثر ۱۵٪ - زیاد (رده SR2): حداکثر ۲۰٪	استاندارد ملی ایران ۱۱-۳۲۰۳
	عمق نفوذ (Pd)	حداکثر ۲۵mm	استاندارد ملی ایران ۱۹۳۸۷

۶-۳-۴-۲-۴- اجرا

تمام الزاماتی که در اجرای بتن معمولی در این ضابطه ذکر شده، باید برای بتن خودتراکم نیز رعایت شود. علاوه بر آن باید الزامات اجرایی این بخش نیز رعایت گردد.

برای پرداخت سطح بتن خود تراکم توصیه می‌شود از ابزار چوبی استفاده نشود و از ابزارهای فلزی مانند ماله‌ی فلزی بهره برداری شود.

فشار جانبی قالب برای بتن خودتراکم باید برابر با فشار هیدرواستاتیک طبق رابطه ۴-۷ محاسبه شود:

$$P = \rho g h \qquad (۶-۷)$$

که در آن؛

P= فشار جانبی (KPa)،

ρ= چگالی بتن (Kg/m^3) ،

g = ثابت گرانش (۹/۸ m^2/s) ،

h= ارتفاع بتن (m) که اگر بتن‌ریزی در یک مرحله در کل ارتفاع قالب انجام شود، برابر با ارتفاع قالب است.

اگر آهنگ ارتفاعی بتن‌ریزی بیش از m/hr ۵ باشد و یا مخلوط بتن از پایین قالب پمپ شود، احتمال افزایش فشار جانبی بیش‌تر از فشار هیدرواستاتیک خواهد بود و این مورد باید در قالب‌بندی در نظر گرفته شود.

مدت مورد نیاز برای اختلاط بتن خودتراکم باید طولانی‌تر از بتن معمولی مشابه باشد. مدت اختلاط و ترتیب ریختن مصالح به درون مخلوط‌کن باید بر اساس تجربه و نتایج آزمایشی تعیین گردد. بر اساس مخلوط‌های آزمایشی باید روشی برای ترتیب ریختن مصالح به درون مخلوط‌کن و همچنین مدت اختلاط در تولید بتن به تشخیص دستگاه نظارت تعیین شود. با توجه به نوع و مقدار مواد سیمانی و روانی بتن، مدت اختلاط بین ۱ تا ۲ دقیقه پس از ریختن آخرین جزء بتن در دیگ مخلوط‌کن توصیه می‌شود.

طول مجاز حرکت افقی بتن خودتراکم با پایداری رده SS1 یا SR1 باید به ۱۰ متر محدود شود. در شرایطی که پایداری در حد قابل قبول (SS2 یا SR2) باشد، این طول باید به ۵ متر محدود شود. چنانچه آزمایش‌های میدانی نشان دهد که حرکت افقی با طول بیش‌تر از مقادیر اشاره شده منجر به ناهمگنی و جداشدگی و افزایش هوای محبوس بتن نمی‌شود، می‌توان طول مجاز حرکت افقی بتن خودتراکم را با مجوز دستگاه نظارت افزایش داد.

ارتفاع مجاز سقوط آزاد بتن بسته به مشخصات بتن می‌باشد و تا ۵ متر با تأیید دستگاه نظارت مجاز است. حداکثر ارتفاع ریختن بتن به کمک ناوه سقوطی دارای محدودیت خاصی نمی‌باشد.

توصیه می‌شود برای بتن خودتراکم، ریختن بتن با تراز پایین قالب دیوار یا ستون باشد. باید محل مناسبی برای اتصال لوله پمپ به قالب تعبیه شود تا بتوان در پایان پمپ کردن آن را مسدود و لوله پمپ را جدا نمود. توصیه می شود بتن خودتراکم از یک نقطه در دال، تیر یا دیوار ریخته شود و محل آن تغییر نکند.

بتن خودتراکم نباید آب انداختن مشهودی داشته باشد. سطح آن ممکن است به‌ویژه در مناطق خشک یا مناطق گرم و خشک و یا در صورت وزش باد و تابش مستقیم آفتاب، خیلی زودتر از بتن‌های معمولی خشک شود و ترک بخورد. به همین دلیل، باید حفاظت اولیه از سطح بتن برای جلوگیری از تبخیر، در اسرع وقت آغاز شود تا سطح بتن ترک نخورد.

۶-۳-۴-۳- بتن نمایان[۱]

در بتن نمایان باید توجه ویژه‌ای به انتخاب مصالح، قالب‌بندی، جای دهی و پرداخت کرد تا از جنبه معماری، ظاهری قابل قبول به دست آید. قطعه‌های بتنی نمایان می‌توانند نقش سازه‌ای یا غیرسازه‌ای داشته باشند.

بتن‌های نمایان از دیدگاه بافت سطحی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- **سطوح اصلاح نشده**[۲]: سطوحی هستند که پس از قالب‌برداری در صورت وجود قالب، عملیات تکمیلی روی آن انجام نمی‌شود و بافت سطحی بتن توسط رویه[۳] یا روکش[۴] قالب شکل گرفته است.

۱- Architectural Concrete

۲- Untreated Surfaces

۳- Sheathing

۴- Liner

- **سطوح اصلاح شده**: سطوحی که به روش‌های مکانیکی یا شیمیایی لایه‌برداری می‌شود تا سنگدانه‌ها نمایان شوند.

درتعاریف فوق، ترمیم‌های موضعی، عملیات اصلاحی یا تکمیلی محسوب نمی‌شود.

۶-۳-۴-۳-۱- کنترل کیفیت

الف) قطعه مرجع

قبل ازاجرای بتن اصلی، قطعه‌ای آزمایشی باید در محل پروژه با استفاده از روش‌های اجرا، تجهیزات، مصالح، طرح مخلوط، رنگ، طرح و بافت کاملاً مشابه عملیات اصلی ساخته شود. کیفیت ظاهری این قطعه باید به تأیید دستگاه نظارت برسد. قطعه آزمایشی مورد تأیید، به عنوان قطعه مرجع به‌منظور مقایسه کیفیت ظاهری قطعات تولید شده در پروژه خواهد بود و باید تا انتهای کار محافظت و نگهداری شود. این قطعه باید در محل مناسبی از کارگاه قرار گیرد به طوری‌که در دسترس و کاملاً در معرض دید باشد. همچنین در صورت وجود تعمیرات، باید عملیات تعمیر سازگار با بتن اصلی روی بخشی از قطعه مرجع، به عنوان روش تعمیر مرجع، شبیه‌سازی شود. سطوح تعمیر شده روی قطعه مرجع به عنوان معیاری برای هماهنگی رنگ و بافت سطوح تعمیر شده در پروژه به کار خواهد رفت.

در سطوح قالب‌بندی شده، تمام درزهای عمودی و افقی و نقوش اعم از فرورفته یا برجسته باید روی قطعه مرجع اجرا شود. ارتفاع قطعه آزمایشی مرجع باید به‌گونه‌ای باشد که حداقل دو قطعه روی هم با ارتفاع مشابه عملیات اصلی واقعی اجرا شود تا حداقل یک درز اجرایی افقی داشته باشد. برای قطعات تخت و افقی مانند کف‌ها، ابعاد قطعه آزمایشی مرجع باید حداقل ۳ متر در ۳ متر باشد.

ب) تأیید دوره‌ای

دستگاه نظارت باید به صورت دوره‌ای و بر اساس تواتر ذکر شده توسط مشاور از بخش‌های اجرا شده بازدید و مطابقت آن را با قطعه مرجع بر اساس معیارهای ظاهری تعیین شده کنترل نماید. بتن نمایانی که طی بازدیدهای دوره‌ای غیرقابل قبول تشخیص داده شود، باید تعمیر یا جایگزین شود. پیمانکار در چنین شرایطی موظف است قبل از ادامه کار، فرایند تولید بتن نمایان را اصلاح و به تأیید دستگاه نظارت برساند.

۶-۳-۴-۳-۲- مصالح

الف) مواد سیمانی

استفاده از انواع سیمان و مواد افزودنی معدنی شامل سرباره و مواد پوزولانی در بتن نمایان مجاز است. به منظور به حداقل رساندن تغییرات در رنگ، مواد سیمانی مصرفی در قطعات مشابه و همرنگ، باید از یک تولید کننده تهیه شود. قبل از اجرا باید از قابل تأمین بودن سیمان یکسان تا انتهای پروژه اطمینان حاصل شود.

ب) آب

مشخصات آب مصرفی باید مطابق الزامات بند ۶-۲-۱-۴-۴ باشد و علاوه بر این آب باید عاری از روغن و ناخالص‌هایی باشد که مستعد تغییر رنگ در سطح بتن هستند.

پ) سنگدانه

مشخصات سنگدانه باید مطابق الزامات بند ۶-۲-۱-۴-۲ و دیگر الزامات مندرج مشخصات فنی باشد. قبل از اجرا باید از قابل تأمین بودن سنگدانه یکسان تا انتهای پروژه اطمینان حاصل کرد. دانه‌بندی، شکستگی و گردگوشه‌گی، شکل (پولکی بودن و کشیدگی) و رنگ سنگدانه‌های مصرفی باید مشابه سنگدانه به کاررفته در قطعه مرجع باشد.

ت) مواد افزودنی شیمیایی

الزامات مواد افزودنی شیمیایی. باید مطابق الزامات بند ۶-۲-۱-۴-۵ باشد. به منظور به حداقل رساندن تغییرات در رنگ، مواد افزودنی شیمیایی مورد استفاده در قطعات مشابه و همرنگ، باید از یک تولید کننده تهیه شود به طوری‌که کیفیت، غلظت و نوع مواد افزودنی شیمیایی تغییر نکند. قبل از اجرا باید از قابل تأمین بودن مواد افزودنی شیمیایی یکسان تا انتهای پروژه اطمینان حاصل شود.

۶-۳-۴-۳-۳- طرح مخلوط

طرح مخلوط بتن نمایان اجرا شده در پروژه باید همانند طرح مخلوط به‌کار رفته در قطعه مرجع باشد. در انتخاب مصالح و طراحی مخلوط بتن نمایان علاوه بر مقاوت مکانیکی، باید بر خواص دیگری شامل رنگ و بافت، کارایی و دوام و جمع شدگی توجه ویژه‌ای داشت. برای بتن‌های نمایانی که در معرض چرخه‌های یخ زدن و آب شدن هستند، باید از مواد حباب‌زا مطابق با ضوابط مربوط به مواد افزودنی شیمیایی استفاده شود. مخلوط بتن باید به‌گونه‌ای طراحی شود که بتن تازه دارای استعداد جداشدگی نباشد. رده مقاومتی بتن در مواردی که عملیات اسیدشویی، حکاکی و آب‌پاشی با فشار روی سطح بتن سخت شده انجام می‌شود، باید حداقل C30 باشد.

۶-۳-۴-۳-۴- اجرا

تمام عملیات اجرایی باید مشابه عملیات اجرایی قطعه مرجع باشد.

الف) آماده سازی

قبل از اجرای بتن، باید قالب‌ها تمیز شود و تجهیزات قالب‌بندی، پیمانه کردن، اختلاط، انتقال و جای‌دهی بازرسی شوند.

ب) قالب‌بندی

قالب‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که سطح نهایی مطلوب حاصل شود. باید تغییرشکل رویه و پشت‌بندهای افقی و پشت‌بندهای عمودی تحت بارهای وارده به یک چهارصدم طول آزاد (L/400) آن‌ها محدود شود، مگر آنکه مشاور ضابطه دیگری را تعیین کند.

حداکثر ناهمواری مجاز سطوح بتنی اصلاح نشده برابر ۳ میلی‌متر در طول شمشه ۱/۵ متری تعیین می‌گردد. برای ارزیابی باید شمشه‌های کاملاً صاف و مستقیم به طول ۱/۵ متر روی سطح بتن قرار داده شود و انحراف سطح بتن نسبت به آن اندازه‌گیری شود، مگر اینکه مشاور ضابطه دیگری را تعیین کند.

تمام اجزای قالب باید به‌گونه‌ای باشند که منجر به سطحی مشابه قطعه مرجع بشوند. کیفیت جنس و نوع قالب در طول پروژه باید یکسان باشد.

از قالب‌های با سطوح آسیب‌دیده نباید مجدداً استفاده شود، مگر در مواردی که مشاور در مشخصات فنی پروژه مجوز آن را صادر کرده باشد. قالب باید دارای رویه ازجنس تخته چندلایه[۱] با چگالی زیاد و دارای پوشش یا دیگر انواع رویه‌های غیر جاذب باشد.

قالب‌ها باید مطابق نقشه‌های ساخت برپا و نقش‌اندازها[۲]، روکش قالب‌ها، ابزارها و درزها مطابق نقشه‌های ساخت، تعبیه شوند. تمام درزها باید با مواد غیر جاذب مناسب درزگیری شوند.

نقش‌اندازها ابزاری هستند که قبل از بتن‌ریزی در سطح قالب کارگذاشته می‌شوند تا روی سطح بتن، نقش ایجاد شود. در صورت استفاده، محل، اندازه و فواصل نقش‌اندازها باید مشخص شوند. نقش‌اندازها باید غیرجاذب و به اندازه کافی پایدار باشند تا درهنگام بتن‌ریزی، تغییرشکل نامطلوبی در سطح بتن ایجاد نشود. در مواردی که از نقش‌انداز فلزی به همراه قالب فلزی استفاده می‌شود، جنس فلز نقش‌انداز باید مشابه رویه قالب باشد.

در صورت استفاده از قالب با رویه چوبی دارای بافت طبیعی یا ناصاف، سطح رویه باید با دوغاب سیمان یا دوغاب آهک سازگار با سیمان مورد مصرف در بتن نمایان اندود شود. باید بعد از اصلاح سطح قالب، اضافات دوغاب سیمان یا آهک از سطح رویه قالب زدوده شود.

روغن قالب (مواد رهاساز) باید همانی باشد که در ساخت قطعه مرجع به کار رفته و به تأیید مشاور رسیده است. همچنین لازم است میزان مصرف آن مشابه قطعه مرجع باشد.

پ) آرماتورگذاری

باید از خرک و فاصله نگهدار(لقمه) از جنس فولاد زنگ نزن یا پلاستیک یا دارای روکش پلاستیکی در نزدیکی سطوح نمایان استفاده کرد. در مواردی که خمیر سیمان به منظور نمایان‌سازی سنگدانه‌ها لایه‌برداری می‌شود، نباید از خرک و اسپیسر دارای روکش پلاستیکی در مجاورت سطوح نمایان استفاده کرد. به دلیل مشکلاتی که ممکن است در ظاهر بتن‌های نمایان اصلاح‌شده و اصلاح نشده ایجاد شود، استفاده از لقمه‌های بتنی یا ملات سیمانی مجاز نمی‌باشد.

باید از سیم آرماتوربندی و قالب‌بندی دارای روکش پلاستیکی یا زنگ‌نزن استفاده کرد. برای آرماتور پوشش داده شده با اپوکسی، تنها سیم آرماتوربندی دارای روکش پلاستیکی مجاز است. سیم‌های آرماتوربندی باید به داخل قطعه خم گردد. این موضوع در سطوح اصلاح شده اهمیت بیشتری دارد.

۱- Plywood

۲- Rustications

ت) ساخت و اختلاط

تغیرات در وزن و مقدار مصالح مصرفی باید کنترل شود و در حدود تغییرات قطعه مرجع باشد. مدت زمان اختلاط و دستگاه مخلوط کن ترجیحا باید شبیه قطعه مرجع باشد.

ث) انتقال، جای‌دهی و تراکم

تغییرات در مدت انتقال بتن، سرعت جای‌دهی و روش‌های جای‌دهی و تراکم بتن و همچنین شرایط محیطی می‌تواند منجر به تغییرات در رنگ و کیفیت بافت سطحی بتن نمایان شود. لذا باید کمترین تغییرات ممکن در حین اجرا وجود داشته باشد.

انتقال بتن باید به خوبی برنامه‌ریزی شود تا تاخیری در بتن ریزی اتفاق نیافتد و احتمال ایجاد درز سرد به حداقل برسد. مسیر تردد عوامل و انتقال تجهیزات و لوله پمپ باید به گونه‌ای فراهم شود که از تکان خوردن میلگردها اجتناب شود. عملیات جای‌دهی باید به‌گونه‌ای باشد که احتمال جداشدگی سنگدانه‌ها به حداقل برسد.

ج) قالب‌برداری

قالب‌برداری بتن نمایان نسبت به بتن‌معمولی باید با دقت بیشتری انجام شود تا سطح بتن آسیب نبیند. زمان قالب برداری باید ترجیحاً در طول پروژه به‌طور یکسان حفظ شود.

چ) ترمیم سطوح و پرکردن سوراخ بولت‌ها

تعمیر سطوح و پرکردن سوراخ بولت‌ها به‌منظور ایجاد هماهنگی با سطوح مجاور باید قبل از اصلاح سطوح (مانند آب پاشی با فشار، ماسه پاشی، اسیدشویی وغیره) انجام شود. بخش‌های ترمیم شده در بتن نمایان اصلاح نشده باید دقیقاً رنگ و بافتی مشابه سطوح مجاور داشته و با سطوح تعمیر شده قطعه مرجع همخوانی داشته باشند. در بتن‌های دانه‌نمایان (شسته)، سنگدانه‌های بخش‌های ترمیم شده نیز باید همانند بخش‌های مجاور نمایان شود. نواحی تعمیر شده باید حاوی سنگدانه‌های مشابه بتن مجاور و با عمق حداقل ۲/۵ سانتی‌متر باشد. بعد از آنکه بتن ترمیمی به حداقل مقاومت رسید، عملیات نمایان‌سازی سنگدانه‌های آن باید به همراه سطوح مجاور انجام شود به طوری‌که مشابه سطح قطعه مرجع باشد.

۶-۳-۴-۳-۵- ایجاد سطح نهایی

- سطح‌های نقش‌دار

می‌توان از قالب‌های با رویه نقش‌دار یا روکش‌های نقش‌دار از جنس پلیمر، چوب یا فلز برای ایجاد نقش در سطح بتن استفاده کرد. استفاده از میخ، پیچ یا واشر که بر سطح بتن رد می‌گذارند برای نصب روکش نقش‌دار روی سطح قالب مجاز نیست. درزهای روکش‌های مجاور باید درزگیری شوند تا شیره بتن به داخل آنها نفوذ نکند. مواد درزگیر نباید رنگ بتن را تغییر دهند.

- سطوح دانه نمایان(شسته)

الف) سطوح عمودی دیرگیر شده[۱]

در این روش، گیرش سطح بتن توسط مواد دیرگیر کننده به تعویق انداخته می‌شود، در حالیکه قسمت‌های داخلی بتن روال عادی گیرش و سخت شدن خود را طی می‌کند. باید از مواد دیرگیر پذیرفته شده در ساخت قطعه مرجع استفاده شود. بعد از قالب‌برداری، لایه خارجی خمیر سیمان که دیرگیر شده است، توسط برس زدن، آب‌پاشی تحت فشار، یا ماسه پاشی کم فشار قابل برداشتن است. شیوه برس‌زدن، فشار پاشش آب و ماسه و فاصله افشانه از سطح باید مشابه قطعه مرجع باشد. سطوح دیرگیر شده نباید قبل از رسیدن مقاومت بتن اصلی دیرگیرنشده به ۹ مگاپاسکال (نمونه مکعبی) برداشته شود. بدین منظور لازم است از نمونه آگاهی برای اطلاع از دستیابی به چنین مقاومتی استفاده نمود.

ب) سطوح افقی دیرگیرشده

باید از مواد دیرگیر پذیرفته شده در ساخت قطعه مرجع استفاده شود. ماده دیرگیرکننده باید پس از تراکم، پاشیدن سنگدانه‌های تزئینی (در صورت لزوم) و پرداخت نهایی بتن تازه روی سطوح افقی بتن خمیری پاشیده شود. لایه‌برداری خمیر سیمان دیرگیر شده باید پس از گیرش خمیر سیمان تا حدی که سنگدانه‌ها جدا نشوند، انجام گیرد.

پ) سطوح آب‌پاشی شده با فشار[۲]

برای لایه برداری خمیر سیمان توسط آب‌پاشی با فشار، باید مقاومت بتن به حداقل ۱۳ مگاپاسکال (نمونه مکعبی)رسیده باشد بدین منظور لازم است از نمونه آگاهی برای اطلاع از دستیابی به چنین مقاومتی استفاده نمود. نحوه جمع‌آوری آب مصرفی باید قبلاً مشخص شده و به تأیید مشاور برسد. آب مورد استفاده در عملیات آب‌پاشی تحت فشار[۳] برای زدون ملات باید عاری از روغن و ناخالصی‌های مستعد ایجاد لکه روی سطح بتن باشد.

ت) سطوح اسید شویی شده

باید از اسید هیدروکلریک (جوهرنمک) یا اسید فسفریک برای اسید شویی سطوح استفاده شود. اسیدشویی باید صرفاً روی سطوح افقی انجام شود. اسیدشویی نباید قبل از سن ۱۴ روز بتن و رسیدن به مقاومت فشاری حداقل ۲۰ مگاپاسکال استوانه‌ای (۲۵ مگاپاسکال مکعبی) انجام شود. قبل از اسید شویی، سطح بتن باید خیس شود. عملیات اسید شویی باید تا زمان رسیدن به بافت سطحی مشابه قطعه مرجع ادامه یابد. هنگامی‌که کف کردن یا جوشش اسید متوقف شود، باید اسید و ذرات با فشار آب از سطح بتن شسته شود. باید از مصالح و سطوح مجاور در برابر اسید و آب شستشو محافظت شود. لازم است نحوه جمع آوری آب شستشو قبلاً مشخص شده و به تأیید مشاور برسد.

در این عملیات باید به ایمنی افراد توجه شود. استفاده از ماسک محافظ صورت و ماسک تنفسی (به‌ویژه در مورد اسید هیدوکلریک)، دستکش و لباس مخصوص و کفش مناسب برای کار با اسید ضروری است.

۱- Retarded Vertical Surfaces

۲- Waterblast

۳- Water Blasting

- سطوح ماسه پاشی شده

ماسه‌پاشی باید روی بتن با مقاومت حداقل ۱۵ مگاپاسکال استوانه‌ای(۱۹ مگاپاسکال مکعبی) و پس از بازکردن قالب‌ها و شمع‌ها آغاز شود. ترک‌ها باید قبل از ماسه‌پاشی ترمیم شوند. اگر به منظور کاهش غبار، ذرات ساینده مرطوب می‌شوند، ذرات باقیمانده روی سطح بتن، قبل از خشک شدن، باید با آب زدوده شوند.

- سطوح اصلاح شده با ابزار مکانیکی[1]

روش‌های تیشه‌زنی، ساب زدن و حکاکی از جمله روش‌های اصلاح سطوح با ابزار مکانیکی است. اصلاح سطح بتن با ابزار مکانیکی نباید قبل از رسیدن بتن به مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال استوانه‌ای (۳۰ مگاپاسکال مکعبی) آغاز شود. سعی شود تا حد ممکن از پراکنده شدن غبار، ذرات و تکه‌ها در طول عملیات جلوگیری شود. می‌توان انتشار ذرات معلق در هوا را با ابزاری همانند برزنت و بادشکن محدود کرد.

- سطوح با طرح قالب (خود نقش)

این سطوح، طرح رویه یا روکش قالب را به خود می‌گیرند. در این سطوح لازم است حفرات با عرض بزرگتر از ۹ میلی‌متر یا عمق بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر ترمیم شوند و زواید بزرگتر از ۳ میلی‌متر از روی آن زدوده شود.

۶-۳-۴-۳-۶- عمل‌آوری

عمل آوری بتن نمایان باید مطابق ضوابط بند ۶-۳-۳-۷ انجام شود. روش و مدت عمل‌آوری باید مطابق عمل‌آوری قطعه مرجع و به صورت یکنواخت باشد.

۶-۳-۴-۳-۷- پاک‌سازی‌نهایی سطح

بتن نمایان باید دربرابر لک شدن، آلودگی و آسیب ناشی از عملیات ساختمانی آتی محافظت شود. سطح بتن باید قبل از تحویل نهایی پروژه توسط پیمانکار تمیز شده باشد. باید از همان موادی که برای تمیز کردن قطعه مرجع به کار رفته است، استفاده کرد. ضروری است سطوح مجاور، در هنگام پاک‌سازی سطح محافظت شود.

۶-۳-۴-۳-۸- تأیید نهایی بتن نمایان

تأیید نهایی قطعه اجرا شده و ترمیم سطوح و پرکردن سوراخ بولت‌ها، بر مبنای مطابقت آن با قطعه مرجع باید از فاصله ۶ متری در روشنایی روز انجام پذیرد. بخش‌های غیرقابل قبول باید برداشته و جایگزین شوند.

۱- Mechanical Tooling

۶-۳-۴-۴-۴- بتن کم‌سیمان (مگر/کم‌مایه)

بتن کم‌سیمان در ساختمان، به بتنی گفته می‌شود که مقدار مواد سیمانی آن کمتر از ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و رده مقاومتی آن حداکثر C12 باشد که قابل استفاده به عنوان بتن سازه‌ای نیست. این بتن می‌تواند به عنوان بتن مگر (نظافت/تسطیح) قبل از اجرای بتن مسلح در زیر شالوده و بتن پرکننده به‌کار رود.

۶-۳-۴-۴-۴-۱- مصالح مصرفی

بتن کم‌سیمان مانند بتن‌های دیگر شامل سنگدانه، سیمان، آب و در برخی موارد شامل مواد پرکننده مانند پودر سنگ و افزودنی‌های شیمیایی مانند ماده کاهنده آب و یا حبابساز می‌باشد. رعایت الزامات مصالح مصرفی در بتن عادی برای بتن کم‌سیمان اجباری نیست و با نظر مشاور و رعایت مشخصات فنی پروژه، می‌توان از مصالح با کیفیت پایین‌تری استفاده کرد. در ساخت بتن کم‌سیمان توصیه می‌شود از سیمان نوع ۲، سیمان نوع ۵ یا سیمان پوزولانی، بسته به مواد شیمیایی موجود در خاک اطراف استفاده شود.

۶-۳-۴-۴-۴-۲- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

طرح مخلوط بتن کم‌سیمان می‌تواند مانند طرح مخلوط بتن معمولی تعیین گردد و یا به کمک یکی از روش‌های رایج یا تجربی، بدون ساخت مخلوط آزمایشگاهی تعیین شود، مشروط بر اینکه مصالح مصرفی، منطبق با مشخصات فنی پروژه باشد و محدودیت خاصی برای بتن مانند نسبت آب به مواد سیمانی مطرح نشده باشد.

۶-۳-۴-۴-۴-۳- اجرا

توصیه می‌شود در اجرای بتن کم‌سیمان مانند بتن عادی، الزامات حمل، ریختن، پخش و تراکم رعایت گردد و پس از اجرای بتن کم‌سیمان، این بتن مانند بتن عادی عمل‌آوری شود.

اگر بتن کم‌سیمان صرفاً به‌عنوان بتن پرکننده مصرف‌شود، رده مقاومتی آن نباید کمتر از C6 و نسبت آب به مواد سیمانی آن، بیشتر از ۱/۰ باشد. در صورت تأیید دستگاه نظارت، استفاده از بتن کم‌سیمان برای پر کردن محل خاکبرداری‌های اضافی یا حفره‌ها مجاز است. در هر صورت مقاومت بتن پرکننده نباید کمتر از مقاومت خاک اطراف آن باشد.

اگر بتن کم‌سیمان به عنوان بتن مگر (نظافت) در زیر فونداسیون استفاده شود، رده مقاومتی آن نباید کمتر از C10 و نسبت آب به مواد سیمانی آن، بیشتر از ۰/۸ باشد. در هر صورت مقاومت بتن مگر نباید کمتر از مقاومت خاک بستر باشد.

قبل از اجرای بتن کم‌سیمان زیر بتن مسلح، سطح بستر خاکی باید تسطیح و تنظیم شود. ضمناً تراز نهایی بتن کم‌سیمان باید طبق نقشه باشد. ضخامت بتن کم‌سیمان زیر بتن مسلح باید مطابق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی پروژه باشد. چنانچه این ضخامت در منابع فوق درج نشده باشد، باید آن را حداقل ۷۵ میلی‌متر در نظر گرفت.

در صورتی‌که پمپ کردن بتن کم‌سیمان ضروری باشد، مقدار مواد سیمانی می‌تواند با تایید دستگاه نظارت تا ۲۵۰ کیلوگرم در مترمکعب افزایش داده شود. برای بهبود پمپ‌پذیری استفاده از مواد افزودنی حباب‌ساز و یا روان کننده‌های مناسب مجاز است. در هر صورت رده مقاومتی بتن باید تامین شود.

۶-۳-۴-۵- بتن با چگالی‌های مختلف

بتن‌های سازه‌ای از نظر چگالی به سه دسته زیر تقسیم می‌شود که ویژگی آنها و الزامات اجرایی آنها در بندهای بعدی آورده شده است:

۱- بتن سبکدانه با چگالی کمتر از ۲۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

۲- بتن معمولی با چگالی بیش از ۲۰۰۰ تا ۲۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

۳- بتن سنگین با چگالی بیش از ۲۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

۶-۳-۴-۵-۱- بتن سبکدانه

بتن سبکدانه، بتنی است که چگالی آن به‌طور محسوسی کمتر از چگالی بتن ساخته شده با سنگدانه‌های طبیعی یا شکسته می‌باشد. بتن سبکدانه در دو دسته سازه‌ای و غیرسازه‌ای به شرح زیر کاربرد دارد.

الف- بتن سبکدانه سازه‌ای: بتن سبکدانه سازه‌ای دارای مقاومت کافی و چگالی مناسب می‌باشد، به‌طوری‌که کاربرد آن در اعضای سازه‌ای مجاز شمرده می‌شود. این بتن معمولا با جایگزینی بخشی از سنگدانه‌های بتن با سبکدانه مطابق با استاندارد ملی ایران ایران به شماره‌های ۱-۱۴۸۷۵ و ۴۹۸۵ ساخته می‌شود و دارای چگالی ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و رده مقاومتی حداقل C16 است.

ب- بتن سبکدانه غیرسازه‌ای: بتن سبکدانه غیر سازه‌ای که اغلب برای ساخت بلوک‌های سبکدانه غیر سازه‌ای بکار می‌رود می‌تواند دارای چگالی و رده مقاومتی کمتر باشد ولی حداقل مقاومت بتن سبکدانه غیر سازه‌ای باید طبق ضوابط مرتبط باشد.

- مصالح

برای ساخت بتن سبکدانه سازه‌ای یا غیرسازه‌ای، ترکیب سنگدانه با وزن مخصوص معمولی (۲/۴۰ تا ۲/۷۰) و سنگدانه‌های سبک مجاز است. سبکدانه‌ها در نوع طبیعی (مانند پومیس، اسکوریا و ...) و مصنوعی (مانند لیکا) قابل استفاده است. در هر صورت میزان مصرف و نوع سبکدانه باید به‌گونه‌ای باشد که مشخصات مورد انتظار در حالت‌های تازه و سخت‌شده بتن را تامین نماید. همچنین کنترل دانه‌بندی مخلوط سنگدانه باید بر اساس روش حجمی صورت گیرد.

قبل از استفاده سبکدانه‌ها در کارگاه، باید آزمایش‌های دانه‌بندی و چگالی دانه‌ها و چگالی توده‌ای انجام شود و بر اساس نتایج مورد استفاده در طرح مخلوط بتن، مورد تایید قرار گیرند.

- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

کلیات تعیین نسبت‌های مخلوط بتن سبکدانه مانند طرح مخلوط بتن معمولی است، با این تفاوت که چگالی بتن باید معیار اصلی تعیین نسبت‌های اختلاط در طراحی در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود پیش از اجرا، با استفاده از مقدار کافی مخلوط آزمایشگاهی، رابطه میان چگالی بتن تازه و بتن سخت‌شده برای کنترل‌های بعدی تعیین شود. هرچند در اکثر مواقع چگالی مورد انتظار برای بتن سبکدانه، چگالی بتن سخت‌شده در زمان بهره‌برداری می‌باشد، ولی لازم است رابطه بین چگالی بتن در حالت تازه و چگالی بتن سخت‌شده در زمان بهره‌برداری تعیین شود تا بتوان با استفاده از آن، چگالی بتن در زمان تولید را کنترل نمود. منظور از چگالی در زمان بهره برداری، جرم یک متر مکعب از بتن پس از قرارگیری در معرض محیط بهره‌برداری با همان رطوبت نسبی متوسط و دمای متوسط می‌باشد.

- تولید و اجرا

پیمانه‌کردن سبکدانه‌ها در فرایند تولید بتن به‌صورت حجمی یا وزنی مجاز است. الزامات اختلاط در بتن سبکدانه مشابه الزامات بتن معمولی ذکر شده در این فصل است. هرچند لازم است در حین اختلاط از عدم خرد شدن سبکدانه‌ها، اطمینان حاصل شود. همچنین رطوبت سبکدانه‌ها باید به صورت مستمر در کارگاه اندازه‌گیری و کنترل شود.

الزامات روش انتقال بتن سبکدانه به محل بتن‌ریزی باید مشابه الزامات ذکر شده در این فصل برای بتن معمولی باشد. هرچند باید تمهیدات لازم برای حفظ کارایی بتن در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود سبکدانه‌های درشت قبل از استفاده به صورت نزدیک به حالت اشباع با سطح خشک در آید.

در هنگام پمپ کردن بتن سبکدانه، باید از کاهش ناگهانی قطر در قسمت‌های مختلف پمپ و لوله، اجتناب شود. توصیه می‌شود قطر لوله پمپ کمتر از ۱۲۵ میلیمتر نباشد. برای تسهیل در عملیات پمپ کردن استفاده از مواد افزودنی اصلاح‌کننده گرانروی یا نگهدارنده آب طبق بند ۶-۲-۱-۴-۵ مجاز است. در صورت وجود مشکل در عملیات پمپ کردن، استفاده از سبکدانه با جذب آب بیش از ۲۰ درصد، توصیه نمی‌شود.

عملیات حمل، انتقال، جای‌دهی و تراکم بتن باید با دقت بیشتری نسبت به بتن معمولی انجام شود. پرداخت سطحی بتن سبکدانه به دلیل احتمال وجود سبکدانه در سطح، باید با دقت بیشتری نسبت به بتن معمولی انجام شود.

الزامات عمل‌آوری بتن سبکدانه باید مشابه الزامات ذکر شده در این فصل برای بتن معمولی باشد.

۶-۳-۴-۵-۲- بتن سنگین

بتن سنگین معمولا برای ساخت قطعات بتنی سنگین (به عنوان وزنه) و یا بتن محافظ در برابر پرتو بکار می‌رود. بتن سنگین با استفاده از سنگین‌دانه یا جایگزینی بخشی از سنگدانه‌های معمولی بتن با سنگدانه‌های سنگین ساخته می‌شود و باید دارای چگالی بیش از ۲۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

- مصالح

انواع سیمان‌های پرتلند و آمیخته مورد استفاده در بتن‌های معمولی طبق بند ۶-۲-۱-۴-۱ ، برای کاربرد در بتن‌های سنگین قابل استفاده هستند. در صورتی‌که بتن سنگین در مقاطع حجیم استفاده شود، باید از سیمان‌های با گرمازایی متوسط یا کم و یا کاهش مقدار مواد سیمانی استفاده کرد.

استفاده از مواد افزودنی شیمیایی در بتن‌های سنگین مجاز است. این مواد باید منطبق بر ضوابط استاندارد ملی ایران ۲۹۳۰ باشند. در صورتی‌که بتن سنگین به عنوان محافظ پرتوهای رادیواکتیو استفاده می‌شود و خطر چرخه‌های یخزدن و آب‌شدن وجود ندارد، استفاده از ماده افزودنی حباب‌ساز توصیه نمی‌شود. چنانچه کاهش وزن ناشی از استفاده حباب ساز در بتن سنگین و سایر تمهیدات مقاومت در برابر پرتو به مقدار کافی در نظر گرفته شده باشد، استفاده از حباب‌ساز مجاز است.

ضوابط مربوط به میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌ها و میزان مجاز سنگدانه‌های پولکی و سوزنی، مشابه بتن‌های معمولی است. ضوابط الزامی چگالی و ترکیب شیمیایی سنگین‌دانه‌های مصرفی برای سپرهای محافظ پرتو، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۵۵۲۷ و ۱۵۵۲۸ باشد. سنگین‌دانه‌های فولادی یا چدنی باید دارای حداقل چگالی ۷۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و همچنین تمیز و عاری از هرگونه پوشش خارجی، مانند گریس، روغن، ترکیبات حاصل از عملیات فلزکاری، کرمات روی، پوسته سست، زنگ فلز، و گردوغبار باشند. سنگین‌دانه‌های درشت مصرفی در بتن‌های سنگین، که به صورت پیش‌آکنده اجرا می‌شوند، باید حداقل ۹۸ درصد روی الک ۹/۵ میلیمتر باقی بمانند.

- تعیین مقادیر نسبت‌های مخلوط (طرح مخلوط)

برای تعیین نسبت‌های مخلوط اجزای بتن‌های سنگینی که به‌صورت متعارف یا پیش‌آکنده اجرا می‌شوندمی‌توان از روش‌های مذکور در روش ملی طرح مخلوط و راهنمای آن استفاده کرد.

در صورت اجرای بتن به صورت متعارف، توصیه می‌شود اسلامپ بتن کمتر از ۹۰ میلیمتر باشد و سنگین‌دانه‌هایی با چگالی خیلی زیاد به‌کار نروند.

- اجرا

با توجه به آنکه لرزاننده‌ها دارای محدودهٔ موثر و شعاع عملکرد کمتری هستند، باید فاصله نقاط فروبردن لرزاننده در بتن سنگین را کمتر در نظر گرفت. جابجایی بتن سنگین توسط لرزاننده در درون قالب از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر مجاز نیست. حداکثر ضخامت مجاز هر لایهٔ بتن‌ریزی در هر مرحله درون قالب حدود ۳۰۰ میلیمتر است. چنانچه بر اثر تراکم، یک لایهٔ دوغاب روی بتن جمع شود، این لایهٔ دوغاب باید پس از تکمیل تراکم هر لایه و تا هنگامی که لایهٔ مورد نظر هنوز حالت خمیری دارد، از روی سطح آن جمع‌آوری گردد.

در بتن‌های سنگینی که به روش پیش‌آکنده اجرا می‌شوند ، طرح مخلوط ملات با سنگدانه‌های ریز باید به‌گونه‌ای باشد که امکان تزریق آن در بین سنگدانه‌های درشت وجود داشته باشد؛ همچنین، باید پیش از ریختن سنگدانه درون قالب، سنگدانه‌های درشت را به خوبی شست تا عاری از ذرات ریز و چسبیده به سطح شوند. برای سهولت در تزریق ملات در

روش اجرا به‌صورت پیش‌آکنده، توصیه می‌شود که دانه‌بندی سنگدانه‌های درشت نسبتا یکنواخت باشد و شکل آن تیزگوشه (شکسته) انتخاب شود. حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ریز در ملات تزریق نباید از یک دهم حداقل اندازه اسمی سنگدانه درشت بیشتر شود. ملات تزریقی باید به‌طور کافی روان باشد.

به دلیل محدودیت‌های قرارگیری بتن در داخل قالب، حداکثر اندازهٔ اسمی سنگدانه درشت در بتن سنگین مسلح نباید بیشتر از ۳۸ میلیمتر در نظر گرفته شود. همچنین، حداقل اندازه اسمی سنگدانه درشت نباید از ۱۹ میلیمتر کمتر باشد.

۶-۳-۴-۶- بتن حجیم

منظور از بتن حجیم، بتنی است که حجم آن به اندازه‌ای بزرگ می‌باشد که نیازمند تمهیدات مناسب برای جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از تنش‌های حرارتی ایجاد شده در اثر هیدراته شدن سیمان و مکمل‌های سیمانی است. فونداسیون‌های با ضخامت زیاد یا دیوارهای بسیار ضخیم در زمره‌ی بتن حجیم قرار می‌گیرند. مشاور پروژه باید نوع بتن (از نظر حجیم بودن) را مشخص کند.

برای اجرا و عمل آوری بتن حجیم، باید محاسبات مربوط به کنترل حرارتی قبل از اجرا توسط پیمانکار انجام شود و به تایید دستگاه نظارت برسد. برنامه کنترل حرارتی باید دربردارنده موارد زیر باشد:

- طرح مخلوط بتن و محدودیت‌های مربوط به حداکثر عیار و مشخصات مواد سیمانی
- میزان افزایش دمای آدیاباتیک بتن به صورت محاسباتی یا اندازه‌گیری شده
- حد بالایی دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی
- شرح اقدامات خاص و تجهیزات مورد استفاده برای اطمینان از اینکه حداکثر دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی از حد بالایی دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی بیشتر نشود.
- حداکثر دمای محاسباتی بتن در هنگام بتن‌ریزی بر اساس شرایط مورد انتظار در هنگام بتن‌ریزی و استفاده از اقدامات پیشنهادی برای کنترل دما
- شرح اقدامات خاص و تجهیزات مورد استفاده برای اطمینان از اینکه حداکثر اختلاف دمای بتن از حد بالایی گرادیان حرارتی بیشتر نشود.
- حداکثر گرادیان حرارتی محاسباتی بتن در مقطع بتن‌ریزی بر اساس شرایط مورد انتظار در هنگام بتن‌ریزی و استفاده از اقدامات پیشنهادی برای کنترل گرادیان حرارتی
- شرح تجهیزات و روش‌هایی که برای نظارت و ثبت دما و اختلاف دما استفاده می‌شود.
- طراحی محل قرارگیری حسگرهای دما در مقطع بتن‌ریزی
- شرح روش و تواتر ارائه داده‌های دما
- شرح اقدامات لازم برای رفع و کاهش دمای بیش از حد و گرادیان‌های دمایی، در صورتی که رخ دهد.
- شرح روش‌های عمل‌آوری شامل مواد و روش‌ها و مدت زمان عمل‌آوری

- شرح روش‌های قالب‌برداری و ادامه عمل‌آوری برای اطمینان از اینکه گرادیان حرارتی (بین سطح و هسته مقطع بتنی) از حداکثر اختلاف دمای مجاز بیشتر نشود.

چنانچه طرح مخلوط بتن تغییر کند، لازم است برنامه کنترل حرارتی به روزرسانی شود.

اگر در مشخصات فنی پروژه، محدوده‌ای برای دمای بتن اعلام نشده باشد، محدودیت‌های زیر باید در نظر گرفته شود:

- حداکثر دمای بتن پس از اجرا و در دوره عمل‌آوری و پس از آن نباید به بیش از ۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کند.
- در دوره عمل‌آوری و پس از آن، حداکثر اختلاف دما بین هسته بتن و سطح آن در بتن غیر مسلح نباید بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد شود. البته چنانچه محاسبات حرارتی در بتن مسلح نشان دهد که گرادیان دمایی بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد منجر به ترک‌خوردگی بتن، نمی‌شود، گرادیان دمایی حداکثر در محاسبات حرارتی، مبنای کنترل خواهد بود.

در استفاده از انواع مواد سیمانی و مواد افزودنی، باید میزان گرمای قابل تولید و سرعت تولید گرما در برنامه کنترل حرارتی در نظر گرفته شود. چنانچه نوع یا مقدار مواد سیمانی و افزودنی بتن تغییر کند، باید برنامه کنترل حرارتی به روزرسانی شود. در هر صورت توصیه می‌شود در بتن حجیم از سیمان‌های با گرمازایی کمتر مانند سیمان پرتلند نوع ۲ کم‌حرارت یا نوع ۴ یا سیمان‌های آمیخته استفاده شود.

در فرایند اجرا و عمل‌آوری بتن حجیم، لازم است تمهیدات مربوطه مطابق آئین‌نامه بتن ایران در نظر گرفته شود و در اجرای بتن حجیم، اندازه‌های مقاطع، مکان و ساختار درزهای اجرایی افقی و قائم، وقفه بین دفعات بتن‌ریزی مطابق برنامه طرح کنترل حرارتی باشد.

توصیه می‌شود مقدار مواد سیمانی در بتن‌های حجیم از ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب بیشتر نشود، مگر اینکه در محاسبات حرارتی مقادیر بیشتر اجازه داده شود.

در بتن‌های حجیم با رده‌های مقاومتی کمتر از C25، توصیه می‌شود از مواد افزودنی حباب‌ساز و برای کاهش عیار سیمان به میزان ۱۰ تا ۳۵ درصد، از مواد افزودنی روان‌کننده یا فوق روان‌کننده مطابق الزامات افزودنی‌های شیمیایی استفاده شود. در هر صورت استفاده از مواد افزودنی مستلزم طرح مخلوط بتن در آزمایشگاه و تنظیم مجدد آن در کارگاه تولید بتن می‌باشد.

۶-۳-۴-۷- بتن پلیمردار

استفاده از بتن یا ملات پلیمری یا اصلاح شده با پلیمر به عنوان یک ماده ترمیمی، روکش سطحی یا قطعه پیش‌ساخته مجاز است. محل، شرایط و روش استفاده از بتن‌ها و ملات‌های پلیمردار باید مطابق استانداردهای مربوط و مشخصات فنی تولیدکنندگان مواد پلیمری باشد. برای کسب آگاهی بیشتر توصیه می‌شود به گزارش شماره ۱-۵۴۸ انجمن بتن آمریکا مراجعه شود.

۶-۳-۵- اجرای سقف‌های بتنی

رعایت الزامات بتن و بتن‌ریزی ارائه شده در سایر بخش های این فصل و تاییدیه های فنی صادره از مرکز تحقیقات راه،مسکن و شهرسازی در اجرای کلیه سقف ها الزامی می‌باشد. در این فصل صرفا توصیه های لازم در مراحل مختلف ساخت بتن و بتن‌ریزی که بر روی ایمنی،پایداری سازه ای و دوام در شرائط اقلیمی و منطقه ای مختلف تاثیر گذار است، شرح داده شده است.

رعایت الزامات دوام در برابر خوردگی برای کلیه اعضا در سقف‌های بتنی نظیر تیرها، تیرچه‌ها(پیش‌ساخته و درجا)،دال‌ها ، اجزای فلزی قالب(ماندگار در سازه)و همچنین فولاد پیش‌تنیدگی و ملحقات پیش‌تنیدگی الزامی می‌باشد.

در فصل حاضر سقف ها به سه گروه سقف‌های بتنی درجا،سقف‌های بتنی نیمه‌پیش‌ساخته و سقف‌های بتنی پیش‌ساخته تقسیم شده‌اند.

۶-۳-۵-۱- سقف های بتنی درجا

به سقف های بتنی که کلیه مراحل بتن‌ریزی آن بصورت یکپارچه در محل پروژه و بر روی سقف انجام می‌شود ،سقف های بتنی درجا گفته می‌شود.

۶-۳-۵-۱-۱- دال مجوف با تیرچه‌های یکطرفه یا متعامد

دال‌هایی که با قالب بندی امکان ایجاد تیرچه‌های با فواصل تقریبا مساوی در یک امتداد(یکطرفه)یا دو امتداد عمود برهم (دوطرفه) را بصورت درجا ایجاد می کنند، دال مجوف بتنی می باشند.

الف- حداقل رده بتن مصرفی در دال‌های مجوف باید ۲۰ مگاپاسکال باشد.

ب- با توجه به اینکه امکان ترک‌خوردگی بتن به دلیل نشست پلاستیک ناشی از تغییر ضخامت مقطع در مرز تیرچه و دال وجود دارد، توصیه می‌شود از بتن با آب انداختگی کمتر استفاده شود.

پ- ضخامت دال فوقانی نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از ۵۰ میلیمتر کمتر اختیار شود.

ت- در صورت عدم استفاده از بتن خودتراکم، استفاده از لرزاننده‌ها برای تراکم بتن داخل و روی تیرچه‌ها الزامی می‌باشد.

ث- در دال‌های با ضخامت کمتر از ۱۵سانتیمتر، استفاده از ماله چوبی و اعمال ضربه به سطح بتن برای تراکم مجاز است.

ج- حداقل ضخامت پوشش بتنی بر روی میلگردهای سفره تحتانی در تیرچه‌ها و میلگردهای فوقانی دال‌ها براساس شرایط بند ۶-۲-۱-۳ شود.

چ- حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی در این سقف‌ها نباید از مقادیر زیر بیشتر شود:

- سه چهارم پوشش روی میلگردها
- یک پنجم عرض تیرچه‌ها (حداقل عرض تیرچه‌ها ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.)

- یک سوم ضخامت بتن دال

ح- روانی بتن مصرفی مطابق جدول ۴-۱، باید حداقل رده S3 باشد

شکل ۶-۱۵- تصویر شماتیک از دال مجوف با تیرچه‌های یکطرفه

۶-۳-۵-۱-۲- دال مجوف بتن مسلح با استفاده از قالب‌های ماندگار

دال مجوف بتن مسلح با گوی‌های توخالی کروی و تخت و دال مجوف با تیرچه متعامد با استفاده از قالب های ماندگار مکعبی شکل در این گروه قرار می‌گیرند(شکل ۶-۱۵).

الف- حداقل رده بتن مصرفی در دال‌های مجوف با قالب‌های ماندگار باید ۲۰ مگاپاسکال باشد.

ب- به‌واسطه امکان ترک‌خوردگی ناشی از نشست پلاستیک در محل تغییر ضخامت مقطع در مرز تیرچه و قالب‌های ماندگار، توصیه می‌شود از بتن با آب انداختگی کمتر استفاده شود.

پ- برای این نوع از سقف، حداقل روانی بتن بر اساس جدول ۶-۱ این ضابطه نباید از رده S4 کمتر باشد. در صورتی که از بتن خودتراکم استفاده می‌شود ،رده روانی براساس جدول ۶-۲ نباید از SF1 کمتر نباشد.

ت- گوی‌های کروی به‌دلیل ابعاد و شکل کروی و همچنین قالب‌های اصلاح شده مکعبی با ابعاد کوچک‌تر یا حفرات میانی جهت امکان تراکم از وسط قالب‌ها،نیاز به روانی کمتری برای تراکم خواهند داشت.حداقل روانی در این شرایط باید برابر با ۱۳۰ میلیمتر باشد.

ث- حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی در این سقف‌ها نباید از مقادیر زیر بیشتر شود:

- سه چهارم ارتفاع فاصله‌اندازهای روی قالب‌های ماندگار و پوشش تحتانی و فوقانی میلگردها .
- یک پنجم عرض تیرچه‌های متعامد (فاصله بین قالب‌های مکعبی و کمترین فاصله بین گوی‌ها)
- یک سوم ضخامت بتن روی دال (روی قالب‌ها)

ج- ضخامت دال فوقانی بر روی قالب‌های ماندگار نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از ۵۰ میلیمتر کمتر اختیار شود. حداقل ضخامت پوشش بتنی بر روی میلگردهای سفره تحتانی و فوقانی براساس شرایط محیطی باید مطابق بند ۶-۲-۱-۳ انتخاب شود. باید توجه نمود که با افزایش پوشش بتنی بر روی میلگردها از مزیت سبک سازی این نوع سقف‌ها کاسته می‌شود.

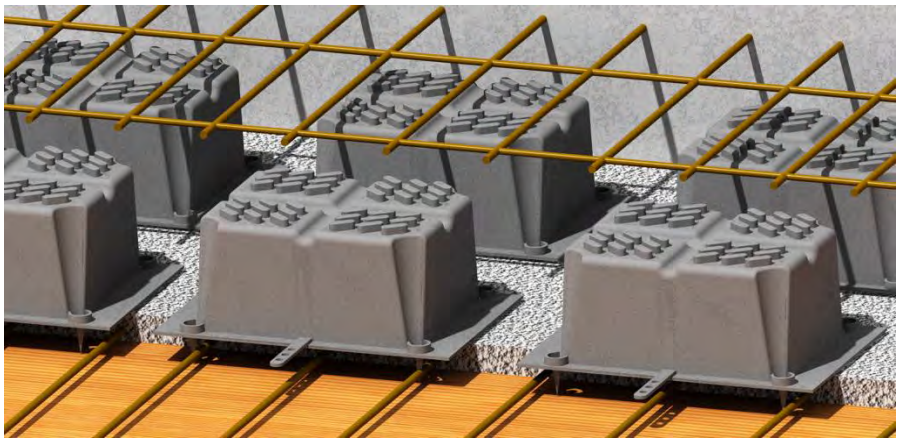
چ- قالب‌های ماندگار باید با قطعات رابط به‌نحوی به یک‌دیگر متصل شوند که با تکان‌های ناشی از بتن‌ریزی جابه‌جا نشوند، طوری که تیرچه‌ها به‌صورت متعامد و در امتداد یک‌دیگر تشکیل شوند.در خصوص گوی‌های مصرفی با اتصال محکم به شبکه تحتانی باید از حرکت قفسه گوی‌ها جلوگیری شود.

ح- قالب های معیوب که باعث کاهش حجم فضاهای خالی و امکان پرشدن توسط بتن را دارند باید قبل از بتن‌ریزی تعویض گردند.حداکثر گوی‌ها و قالب‌های ماندگار معیوب، مشروط بر آنکه موجب کاهش حجم فضاهای خالی نگردند، باید به ۵ درصد محدود شود. به‌منظور جلوگیری از شناور شدن قالب‌ها یا یا بالا آمدن قفسه‌ها، پیش از آغاز بتن‌ریزی باید شبکه فوقانی میلگرد با عناصر افقی مهار شود.

د- در این نوع از سقف‌ها بتن باید در دو لایه اجرا شود. در لایه اول بتن به میزان نصف ضخامت قالب اجرا می‌شود. پس از سفت شدن لایه اول و قبل از گیرش اولیه بتن، لایه دوم باید ریخته شود. توجه به الزامات این ضابطه برای بتن‌ریزی در شرائط محیطی مختلف جهت جلوگیری از ایجاد درز سرد الزامی می‌باشد.

ذ- در روش بستن شبکه میلگرد به زیر سیستم قالب‌بندی استفاده از سیم قالب‌بندی در شرایط محیطی خورنده مجاز نمی‌باشد.

در حالت استفاده از گوی های محصور در شبکه فلزی، گوی ها باید بگونه ای باشد که با بالا آمدن گوی ها در قفس‌ها پوشش حداقل بین میلگرد و گوی ها حفظ شود.اهمیت این موضوع در گوی های تخت بدلیل سطح تماس بیشتر میلگرد با گوی ها بیشتر خواهد بود.



شکل ۶-۱۶- تصویر شماتیک از دال مجوف با قالب های ماندگار

۶-۳-۵-۱-۳- دال مرکب فولادی و بتنی

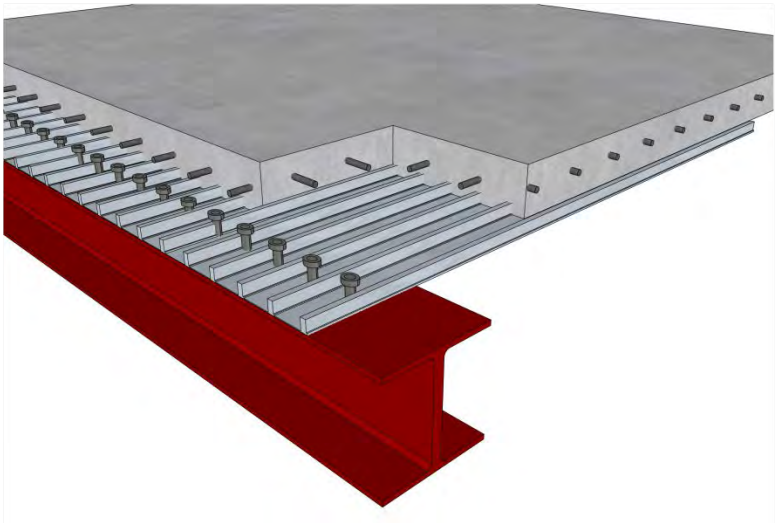
الف- دال مرکب فولادی بتنی از ترکیب تیرهای فولادی با دال بتنی ساخته می‌شود.تیرهای فولادی علاوه بر مشارکت در تحمل بارهای وارده ، به عنوان بخشی از سیستم قالب بندی باید در زمان اجرای بتن قابل استفاده باشند(شکل ۶-۱۷).

ب- حداقل مقاومت مشخصه بتن در این سقف ها باید به ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر آن به ۷۰ مگاپاسکال محدود گردد.

پ- حداقل ضخامت دال بتن‌آرمه درهیچ قسمت از دال بتنی نباید از ۵۰ میلیمتر کمتر باشد. در دال‌های با ضخامت کمتر از ۱۵ سانتیمتر، توصیه می‌شود برای تراکم از ضربات تخته‌ماله چوبی به سطح بتن استفاده شود.

ت- در مناطق با شرایط محیطی خورنده ،ضوابط مربوط به محافظت در برابر خوردگی برای ورق‌های ماندگار در سقف های عرشه فولادی باید رعایت گردد. در مناطق خورنده کلریدی استفاده از سیستم سقف‌های با قطعات فلزی ماندگار در بیرون بتن، مجاز نمی‌باشد. در صورتی‌که قالب ماندگار و موقت دارای عملکرد سازه‌ای باشند، علاوه بر تحمل بارهای سازه‌ای، باید مقاومت لازم در برابر وزن شبکه میلگرد، بتن تازه و بارهای حین اجرا را داشته باشد. در هنگام اجرا باید تمهیدات مناسب برای بستن ابتدا و انتهای قالب‌ها و جلوگیری از خروج بتن و یا شیره بتن در نظر گرفته شود.

ث- در سقف‌های با قالب قوسی، باید حداقل ضخامت بتن موجود در راس قالب ۵۰ میلیمتر وحداقل پوشش زیر میلگردها در محل راس قالب ۱۰ میلیمتر باشد. حداقل ضخامت بتن در محل تیرچه‌ها که از سطح روی تیرچه تا سطح تمام شده بتن اندازه گیری می‌شود، ۱۷۰ میلیمتر باید باشد.



شکل ۶-۱۷- دال مرکب فولادی و بتنی

۶-۳-۵-۲- سقف پیش‌تنیده پس‌کشیده

در اجرای سقف‌های پیش‌تنیده با روش پس‌کشیدگی با پیش‌بینی فضای عبور کابل‌ها که اصطلاحا غلاف نامیده می‌شوند،بتن‌ریزی باید انجام و بعد از کسب مقاومت لازم،فولاد پیش‌تنیدگی کشیده و مهار شده و بدین ترتیب نیروی پیش تنیدگی بر بتن سخت شده اعمال شود (شکل ۶-۱۸).

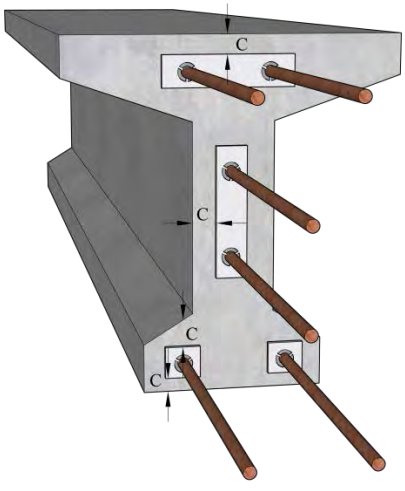
الف- حداقل رده بتن مصرفی باید در سقف های پیش‌تنیده ۳۰ مگاپاسکال باشد.

ب- باز کردن قالب‌ها پس از اعمال نیروی پیش‌تنیدگی و اطمینان از پایداری سازه باید انجام شود. اعمال نیروی پیش‌تنیدگی پس از رسیدن بتن به مقاومت فشاری اعلام شده در نقشه ها خواهد بود.اطمینان از دستیابی به مقاومت مورد نظر باید با آزمایش برروی آزمونه‌های آگاهی مطابق استاندارد"روش ساختن و عمل آوردن آزمونه‌های بتنی در کارگاه" ، انجام شود.

پ- غلاف ها باید به‌قدر کافی مقاوم و درزبندی شده باشند تا در هنگام بتن‌ریزی صدمه نبینند و شیره بتن به هیچ وجه به درون انها راه پیدا نکند.همچنین باید به گونه‌ای مهارشوند که با نیروهای اعمالی در زمان اجرا به‌ویژه با تکان های اعمالی در زمان بتن‌ریزی با پمپ جابه‌جا نشوند. به‌دلیل اهمیت زیاد حفاظت فولاد پیش‌تنیدگی در برابر عوامل خورنده مشخصات دوغاب تزریق باید مطابق ضابطه ۲۵۰ سازمان برنامه و بودجه باشد.

ت- حداقل پوشش بتن روی فولاد پیش‌تنیدگی باید علاوه بر رعایت الزامات ذکر شده در بند ۶-۲-۱-۳ این ضابطه از بزرگ‌ترین مقادیر زیر کمتر نباشد:

- سه چهارم بعد افقی مستطیل محاط بر غلاف یا دسته غلاف
- قطر بیرونی غلاف
- ۴۰ میلیمتر



شکل ۶-۱۸- حداقل پوشش بتن بر روی کابل

ث- در قطعاتی که چسبندگی فولاد پیش‌تنیدگی به بتن ضرورت دارد باید غلاف‌ها نیز این خاصیت را داشته باشند. عملیات تزریق باید به‌صورت پیوسته و یکپارچه انجام شود تا از گرفتگی مقطعی غلاف‌ها جلوگیری شود.

ج- محافظت فولاد پیش تنیدگی در برابر خوردگی از اهمیت بالایی برخودار می‌باشد و باید به نحو موثری محافظت شود.

۶-۳-۵-۳- سقف‌های بتنی نیمه‌پیش‌ساخته

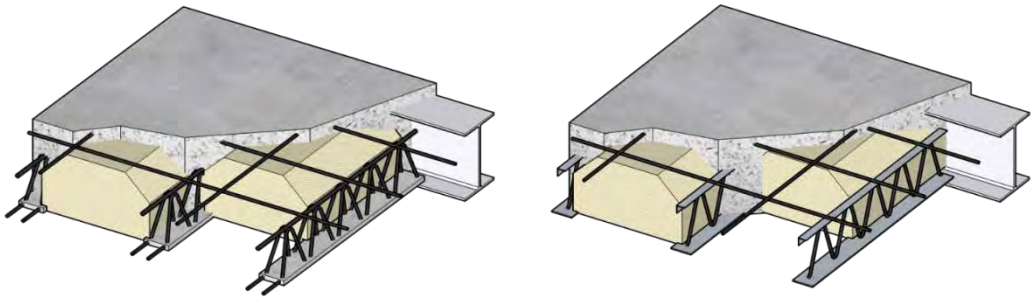
۶-۳-۵-۳-۱- تیرچه و بلوک

سقف‌های تیرچه و بلوک به دو دسته‌ی کلی سقف‌های با تیرچه‌های بتنی و سقف های با تیرچه‌های فولادی با جان باز تقسیم بندی می‌شوند. سقف‌های با تیرچه‌های پیش‌ساخته بتنی (خرپایی ،پیش‌تنیده و دال T شکل) و فولادی با جان باز در ترکیب با بلوک‌های سیمانی،سفالی و پلی استایرن منبسط شده در این گروه قرار می‌گیرند (شکل ۶-۱۹).

تیرچه‌ها وظیفه تحمل بارهای طراحی و بارهای حین اجرا را خواهند داشت.بلوک ها نقش سازه ای ندارند و صرفا به عنوان بخشی از سیستم قالب بندی،علاوه بر پر کنندگی باید تحمل بارهای حین اجرا را داشته باشند.

تعبیه هرگونه آویزهای فلزی در سقف های تیرچه و بلوک که معمولا برای امکان اتصال سقف های کاذب پیش بینی می شوند،در شرائط محیطی خورنده مجاز نمی‌باشد.

مصالح مصرفی شامل تیرچه، بتن و بلوک‌های مورد استفاده باید الزامات بندهای الف تا ج که در ادامه آمده‌اند را برآورده کنند.

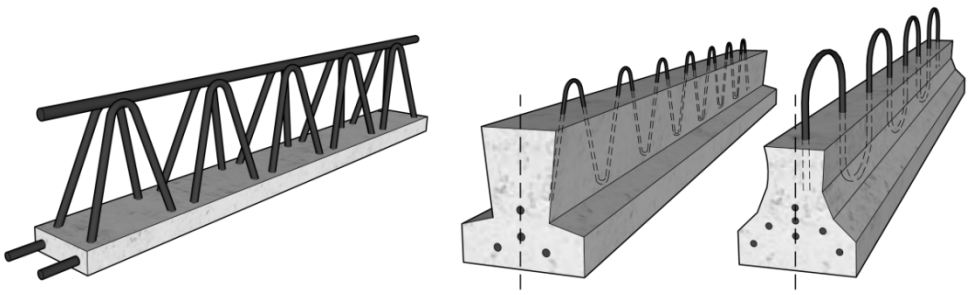


الف - سقف تیرچه و بلوک با تیرچه فولادی با جان باز ب - سقف تیرچه و بلوک با تیرچه بتنی

شکل ۶-۱۹- شمای کلی از سقف تیرچه و بلوک

الف) تیرچه بتنی

عضو پیش ساخته‌ای است متشکل از بتن آماتورهای فولادی که با قرارگیری بلوک‌ها در میان تیرچه‌ها به عنوان قالب و با بتن پوششی در جا ریخته، مقطع مرکب T شکل مناسبی را تشکیل می‌دهند. ساخت تیرچه‌ها در دو نوع خرپایی و پیش تنیده متداول است(شکل ۴-۲۰).



الف- تیرچه پیش تنیده ب - تیرچه خرپایی

شکل ۶-۲۰- انواع تیرچه‌های بتنی

استفاده از تیرچه‌های خرپایی با قالب ماندگار که کفشک‌دار یا فوندوله‌دار نیز نامیده می‌شوند، به دلیل عدم رعایت پوشش مناسب میلگرد های کششی مجاز نمی‌باشد.

ضخامت پاشنه بتنی باید آن‌قدر باشد که امکان بتن‌ریزی داشته باشد. ضخامت پوشش بتنی روی آرماتورهای کششی تیرچه و دال، علاوه بر رعایت ضوابط بند ۴-۲-۱-۳ این ضابطه، نباید کمتر از مقادیر زیر اختیار شود:

- قطر میلگردها
- ۴/۳ برابر قطر اسمی بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه بتن،

فواصل آزاد بین میلگردهای کششی تیرچه نباید از هیچیک از سه مقدار قطربزرگترین میلگرد، ۲۵ میلیمتر و ۴/۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن، کمتر باشد. فاصله میلگرد کششی از لبه جانبی بتن پاشنه تیرچه نباید از ۱۰ میلیمتر کمتر باشد. ضمنا نباید در مناطق خورنده این مقدار از مقادیر بند ۶-۲-۱-۳ کمتر باشد.

حداقل عرض بتن پاشنه ۱۰ سانتیمتر است و نباید از ۲/۷ برابر ضخامت سقف کمتر باشد. عرض بتن پاشنه از ۱۰ سانتیمتر تا ۱۶ سانتیمتر می‌تواند متغیر باشد. ضخامت بتن پاشنه حداقل باید ۴۰ میلیمتر باشد و نباید از بزرگترین قطر میلگرد کششی به‌علاوه ۳۰ میلیمتر کمتر باشد.

حداقل رده بتن پاشنه باید C20 باشد.در شرایط محیطی خورنده حداقل رده و ضوابط آن باید مطابق بند ۶-۲-۱-۳ باشد. اسلامپ بتن تازه آن نیز باید بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر تنظیم گردد.

حداکثر اندازه اسمی سنگدانه بتن پاشنه باید ۱۳ میلیمتر یا ۳/۴ ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد، هر کدام که کوچکتر است، در نظر گرفته شود.

پس از بتن‌ریزی پاشنه، باید عمل آوری بتن، انجام گیرد. در شرایط محیطی خورنده توجه به الزامات حفاظت در برابر خوردگی برای میلگردهای کششی تیرچه‌ها اهمیت زیادی دارد.

اختلاط دستی بتن پاشنه تیرچه‌های بتنی مجاز نمی‌باشد.

نمونه برداری،آزمایش و پذیرش تیرچه‌های پیش‌ساخته خرپایی باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۰۹ باشد.

ب) تیرچه پیش‌ساخته پیش‌تنیده

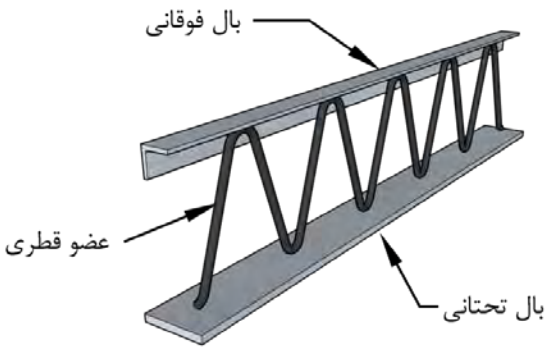
برای تیرچه‌های پیش‌ساخته پیش‌تنیده باید حداقل رده مقاومتی بتن C35 و مفتول‌های فولادی با مقاومت بین ۱۷۵۰ تا ۱۹۰۰ مگاپاسکال باشند. مفتول‌های مصرفی باید استاندارد ملی ایران ۱۳۲۵۰ را به طور کامل رعایت کنند.

رعایت الزامات پوشش بتن روی فولاد پیش‌تنیدگی مطابق بند ۶-۳-۹-۶ این ضابطه الزامی است. همچنین رعایت الزامات ضابطه شماره ۲۵۰ با عنوان «آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده» برای این تیرچه‌ها الزامی است.

تیرچه‌ها باید بارهای ناشی از وزن خود در زمان حمل و نقل، بار مرده ناشی از اجزای سقف (وزن تیرچه، بلوک و بتن پوششی درجا)و همچنین بارهای حین اجرا را بین تکیه‌گاه‌های موقت (شمع بندی‌ها) و بار ناشی از بارهای مرده و زنده در هنگام بهره برداری را تحمل کنند.

پ) تیرچه فولادی با جان باز

عضو پیش ساخته‌ای است که به‌صورت خرپای دو سر ساده، شامل بال‌های تحتانی و فوقانی و اعضای قطری اجرا می شود(شکل ۴-۲۱).



شکل ۶-۲۱- اجزای تیرچه فولادی با جان باز

آن قسمت از تیرچه‌های فولادی با جان باز که در بتن قرار می‌گیرد نباید رنگ آمیزی شوند.

انتهای تیرچه‌ها باید حداقل ۱۰ سانتیمتر در داخل کلاف بتنی افقی و یا تیر بتنی قرار گیرد. توصیه می‌شود از تیرچه‌های فولادی با جان باز در مناطق خورنده استفاده نشود.

ث) بتن پوششی (دال روی بلوک)

رعایت الزامات بتن و بتن‌ریزی این ضابطه برای بتن پوششی الزامی است.

حداقل ضخامت بتن پوشش روی بلوک‌ها، باید ۵۰ میلیمتر و حداقل رده‌ی آن C20 باشد. ضخامت دال بتنی فوقانی نباید از ۱/۱۲ فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از۵۰ میلیمتر کمتر اختیار شود.در صورت وجود نیروهای متمرکز بر روی سقف حداقل ضخامت دال ۸۰ میلیمتر توصیه می‌شود.

ج) بلوک‌های سقفی

بلوک‌های سقفی مورد استفاده باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۲۹۰۹ باشند. رعایت الزامات بلوک‌های سقفی مطابق ضابطه ۵۴۳ سازمان برنامه و بودجه الزامی است. مواد تشکیل دهنده بلوک نباید بر روی بتن درجا اثر شیمیایی داشته باشد.

بلوک‌های سفالی و سیمانی قبل از بتن‌ریزی باید کاملا مرطوب شوند به‌گونه‌ای که آب بر روی آنها جمع نشود.

برای بلوک‌های مجاور تیرها و کلاف‌های بتنی و همچنین در محل‌هایی که حفره‌های بلوک در مجاورت بتن درجای تیرها و کلاف‌ها قرار می‌گیرد، توصیه می‌شود از بلوک‌های ته‌بسته که به همین منظور تولید می‌شوند، استفاده شود .برای جلوگیری از ورود بتن درجا به داخل بلوک، استفاده از قطعات بتنی پیش‌ساخته به ضخامت ۲ سانتیمتر یا هر مانع دیگر به ابعاد مقطع بلوک مجاز می‌باشد.

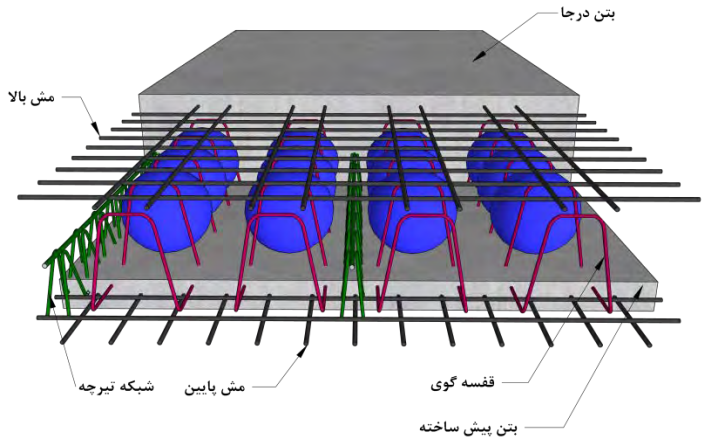
برای قالب‌بندی باید از تخته‌هایی به عرض ۱۲ تا ۲۰ سانتیمتر و ضخامت ۲ سانتیمتر استفاده شود. برای جلوگیری از خروج بتن از کناره‌های تیرهای لانه زنبوری یا دیگر فضاها باید از تخته‌ی قالب‌بندی استفاده شود. تخته‌ها باید بعد از بسته شدن کاملاً محکم شوند، به نحوی که فشار زیاد بتن‌ریزی را تحمل نمایند.

کنترل کیفیت تیرچه و بلوک شامل تواتر نمونه‌برداری، آزمایش‌های موردنیاز و ضوابط پذیرش باید مطابق ضابطه ۵۴۳ باشد.

۶-۳-۵-۳-۲- دال مجوف بتن مسلح با گوی های توخالی با پیش دال

سقف های بتن مسلح مجوف با قالب‌های ماندگار کروی که قفسه و گوی ها در پیش دال (دال پیش ساخته) درگیر بوده و فولادهای کششی در آن پیش بینی شده باشد، در این گروه قرار می‌گیرد (شکل ۶-۲۱). رعایت الزامات ذیل برای این سقف ها ضروری است:

- حداقل ضخامت بتن در اطراف گوی‌ها شامل بالا و پایین گوی، باید حداقل ۵ سانتیمتر و بین دو گوی متوالی حداقل ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شود.
- پیش‌دال‌ها باید بارهای ناشی از وزن خود در زمان حمل و نقل، بار مرده ناشی از اجزای سقف (وزن پیش دال و بتن پوششی درجا)و همچنین بارهای حین اجرا را بین تکیه‌گاه‌های موقت (شمع بندی‌ها) و بار ناشی از بارهای مرده و زنده در هنگام بهره‌برداری را تحمل کنند.
- سیستم قالب مورد استفاده در اجرای این نوع سقف باید انعطاف لازم برای اعمال خیز منفی کافی قبل از بتن‌ریزی را داشته باشد.



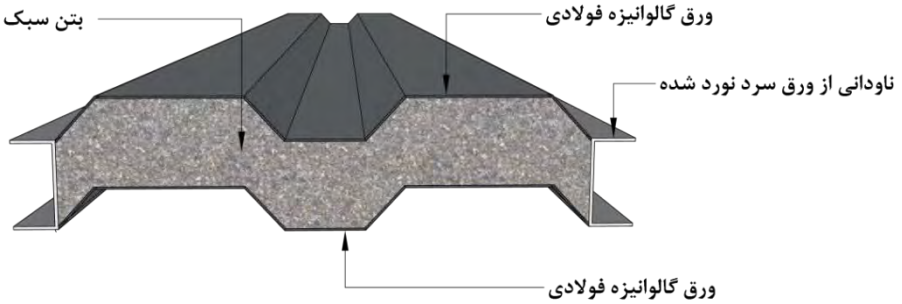
شکل ۶-۲۲- دال مجوف بتن مسلح با گوی‌های توخالی با پیش دال

۶-۳-۵-۴- سقف‌های بتنی پیش ساخته

۶-۳-۵-۴-۱- دال مرکب فولادی و بتنی

بتن سبک مورد استفاده در هستهٔ میانی پانل پیش‌ساخته باید از نوع بتن سبک سلولی (بتن کفی) با دانسیتهٔ حداقل ۵۰۰ و حداکثر ۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد. در این پانل‌ها مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه‌های مکعبی بتن سبک، به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر، نباید کمتر از ۲/۵ مگاپاسکال باشد.

در مناطق با شرائط محیطی خورنده ،ضوابط مربوط به محافظت در برابر خوردگی برای ورق های ماندگار در این سقف ها باید رعایت گردد.توصیه می‌گردد در مناطق خورنده کلریدی از سیستم سقف‌های با قطعات فلزی ماندگار در بیرون بتن استفاده نشود.



شکل ۶-۲۳- دال مرکب فولادی و بتنی

۶-۳-۵-۴-۲- سقف پیش‌تنیده از نوع پیش‌کشیده

در اجرای سقف‌های پیش‌تنیده با روش پیش‌کشیدگی، ابتدا فولاد پیش‌تنیدگی باید کشیده و سپس بتن در تماس با آرماتورها ریخته شود. بعد از سخت شدن بتن و کسب حداقل مقاومت لازم، مفتول‌ها باید از جک جدا و نیروی پیش تنیدگی به بتن اعمال شود. رعایت ضوابط ضابطه شماره ۲۵۰ سازمان برنامه و بودجه برای این سقف ها الزامی می‌باشد.

۶-۳-۶- درزهای ساختمانی

۶-۳-۶-۱- الزام کلی

محل درز و ساختار سازه‌ای آن باید در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی مشخص شده باشد.

در صورتی‌که درز در طراحی دیده نشده باشد و حین اجرا نیاز به آن احساس شود، محل درز، راستای آن، ساختار و روش اجرای آن بر اساس مشخصات عملکردی سازه (همانند ظرفیت باربری، دوام، ظاهر و آب‌بندی) باید توسط مشاور پروژه مشخص گردد.

۶-۳-۶-۲- انواع درزهای ساختمانی

درزها به دو نوع، درز ساخت (اجرایی)[۱] و درز حرکتی[۲] تقسیم می‌شوند. درز حرکتی خود شامل درز انقباض (جمع‌شدگی) و درز جداکننده می‌باشد. سعی شود محل درزها بگونه‌ای انتخاب گردد که درز حرکتی در محل درزهای ساخت واقع شود.

۶-۳-۶-۲-۱- درز ساخت (اجرایی)

درز ساخت باید در محل توقف‌های از پیش تعیین‌شده در عملیات بتن‌ریزی در نظر گرفته شود. از آنجایی که محل درز اجرایی اغلب در برابر برش ضعیف می‌باشد، درز اجرایی باید در محلی تعبیه شود که تا حد امکان کمترین تنش‌های برشی را دارا باشد. به همین منظور، راستای درز اجرایی باید عمود بر راستای نیروی فشاری موثر بر عضو، درنظر گرفته شود. در شرایطی که در محل درز اجرایی تنش برشی زیادی وجود داشته باشد، باید در طراحی درز، تمهیدات لازم برای تحمل تنش مانند کلیدهای برشی، تعبیه میلگرد دوخت و غیره، درنظر گرفته شود.

در انتخاب محل درزهای ساخت باید دقت شود تا یکپارچگی سازه تحت تاثیر قرار نگیرد و از طرف دیگر با ظاهر ساختمان و شرایط آب‌بندی سازه سازگار باشد. تعداد و محل درزهای اجرایی باید توسط مشاور، در کمترین مقدار لازم پیش‌بینی شود و در نقشه‌های کارگاهی منعکس گردد و از ایجاد درز اجرایی بصورت تصادفی در محل یا زمان دلخواه (مانند پایان ساعت کاری) اجتناب شود.

درزهای ساخت عمودی در تیرها و دال‌ها، باید در وسط دهانه یا در یک سوم میانی دهانه تعبیه شوند. درزهای ساخت افقی، شیبدار یا مورب، در تیرها و دال‌ها مجاز نیست. تیرها (بجز تیرهای عمیق) باید با دال به صورت یکپارچه بتن‌ریزی شود. درزهای ساخت باید با ایجاد قالب موقت، کاملا عمود بر محور طولی تیر و دال باشند.

۱- Construction Joint

۲- Movement Joint

در بتن‌ریزی ستون‌ها و دیوارها، بتن‌ریزی باید تا زیر تیر یا دال هر طبقه انجام شود. تیرها یا دال‌های متکی بر ستون‌ها یا دیوارها تا زمانی که این اعضای قائم حالت خمیری دارند، نباید بتن‌ریزی گردند. بتن تیرها و سرستون‌ها باید به‌صورت یکپارچه با بتن دال ریخته شود مگر آنکه در نقشه یا مشخصات فنی خلاف آن تصریح شده باشد.

محل درزهای اجرایی عمودی در دیوارها تابع امکانات و توان اجرایی و یا سازگاری با ظاهر، آب‌بندی و دوام سازه است که توسط مشاور تعیین می‌شود. چنانچه محل درز تحت برش باشد، باید از میلگردهای انتقال‌دهنده بار استفاده شود. توصیه می‌شود از ریختن یکپارچه دیوار با طول بیش از ۷/۵ متر بدون درز ساخت عمودی خودداری گردد. این طول با توجه به نظر مشاور و استعداد جمع شدگی بتن دیوار (به‌ویژه با در نظر گرفتن مقدار عیار مواد سیمانی) باید تعیین شود.

ایجاد پاشنه بتنی در پای ستون یا دیوار در مناطق زلزله‌خیز (با خطر زلزله زیاد و خیلی زیاد) مجاز نمی‌باشد و برای نصب قالب ستون و دیوار باید از راهکارهای دیگری استفاده نمود. اگر آب‌بندی دیوار نیاز باشد، در محل درز ساخت، نیاز به تعبیه نوار آب‌بند[۱] وجود دارد.

در شرایط محیطی مهاجم، به دلیل احتمال افزایش نشت و درون‌رفت[۲] عوامل زیان‌بار (همانند سولفات، یون کلراید و غیره)، آب‌بندی مناسب درزها از سطح ضروری است.

۶-۳-۶-۲-۲- درز انقباض (جمع شدگی)

هدف از تعبیه درز انقباض، کنترل محل ترک‌هایی است که به دلیل جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن پدید می‌آیند. درز انقباض معمولا برای دیوارها و دال‌های روی زمین استفاده می‌شود. برای دال‌های طبقات، تنش‌های ناشی از جمع‌شدگی با مقدار و توزیع مناسب آرماتور (مطابق روش طراحی در آیین‌نامه بتن ایران) باید کنترل گردد.

فواصل درزهای انقباض تابع کیفیت و نوع بتن، مقدار جمع‌شدگی، شرایط محیطی و آرماتور حرارتی است که باید توسط مشاور تعیین شود. در غیر این‌صورت می‌توان از مقادیر ذکر شده به شرح زیر به عنوان راهنما استفاده کرد:

- برای دیوارهای بدون بازشو: ۷/۵ متر یا یک تا سه برابر ارتفاع دیوار، هرکدام کوچک‌تر باشد
- برای دیوارها با بازشوهای متعدد برابر ۶ متر
- در محل‌هایی از ساختمان که از نظر ارتفاع و شکل، تغییر می‌کند

درزهای انقباض باید در تمام طبقات در یک امتداد باشند (به‌جز طبقه اول و کنار بازشوها)، در غیر این‌صورت ترک خوردگی پیش‌بینی نشده ایجاد می‌شود.

۶-۳-۶-۲-۳- درز جداکننده

درزهای جداکننده به دو دسته درزهای جدایی و درز انبساط تقسیم می‌شوند. درزهای جدایی برای جداسازی رفتار دو سازه و یا اجزای مختلف یک سازه (در برابر باد، زلزله، نشست نامتقارن، منظم‌سازی پلان و غیره) پیش‌بینی می‌شود.

۱- Waterstop

۲- Ingress

درز انبساط، تغییرشکل‌های ناشی از تغییرات دمایی، رطوبتی و یا هر عاملی که سبب انقباض و انبساط اعضای بتنی در امتدادهای مختلف می‌شود را کنترل می‌کند.

میزان عرض درز باید به میزان کافی توسط مشاور بر اساس مقدار حرکت (انبساط، انقباض، نشست، زلزله) و تنش‌ها یا کرنش‌های مجاز اعضای سازه‌ای تعیین شود و از تماس بخش‌های ساختمان در دو طرف درز جلوگیری کند. در تعیین عرض درز باید حداکثر جابه‌جایی مورد انتظار، در نظر گرفته شود. عرض درز معمولا بین ۲۵ تا ۱۵۰ میلیمتر است.

درز جداکننده باید از میان تمام سطح مقطع اعضا عبور کند. بسته به هدف تعبیه این درزها، در برخی موارد، لازم است این درز تمام ضخامت شالوده را هم در بر گیرد. در درزهای جدایی که هدف، جداسازی حرکت اجزای سازه است، آرماتورها نباید در محل درز ادامه پیدا کنند. در صورت لزوم در درزهای انبساط با استفاده از میله‌های انتقال بار، می‌توان برش را انتقال داد.

۶-۳-۶-۳- مصالح و روش‌های درزبندی

درزهای انقباض و جداکننده باید با مواد مناسب درزگیر با توجه به شرایط موردنیاز، پر شوند. این مواد باید طبق مشخصات فنی خصوصی یا نظر مشاور دارای انعطاف‌پذیری کافی و چسبندگی مطلوب با سطح بتن باشند. نفوذپذیری آنها باید بسیار کم و سازگار با شرایط و بارهای محیطی (مانند دما و تابش آفتاب) باشند و ساختار شیمیایی آنها در طول بهره‌برداری تغییر چشمگیری نکند. الزامات و مشخصات فنی درزگیرها باید مطابق آیین‌نامه بتن ایران یا راهنمای ACI 224.3R و ACI 504R باشد.

۶-۳-۶-۴- الزامات اجرایی درزهای ساختمانی

الف- در درزهای اجرایی افقی، سطح بتن قبلی باید با آب پرفشار یا ماسه پاشی، زبر و تمیز گردد. رطوبت بتن قبلی باید در حدود حالت اشباع با سطح خشک نگه داشته شود. زبر کردن سطح بتن قبلی با هر وسیله مناسب دیگر با تایید مشاور امکان‌پذیر است. زبر و خشن بودن سطح بتن قبلی و حتی ایجاد کلیدهای برشی می‌تواند درگیری مکانیکی و آب‌بندی مناسبی به‌وجود آورد.

ب- در صورت تائید دستگاه نظارت، استفاده از یک لایه اتصالی ملات به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر روی سطح بتن قبلی مجاز است. لایه اتصالی نباید دارای نسبت آب به مواد سیمانی بیشتر از نسبت آب به مواد سیمانی بتن اصلی باشد. توصیه می‌شود حداکثر اندازه سنگدانه لایه اتصالی، به یک چهارم حداکثر اندازه اسمی بتن اصلی محدود شود. همچنین روانی این ملات باید به‌قدری باشد که بدون نیاز به تراکم، در پستی و بلندی‌های ایجاد شده در سطح بتن قبلی جای گیرد. استفاده از دوغاب خالص سیمان برای این کار مجاز نمی‌باشد.

پ- برای ایجاد درز اجرایی عمودی باید از قالب موقت (توری با چشمه ریز، ورق رابیتس یا سایر موارد) استفاده نمود. سوراخ‌های توری یا رابیتس نباید چنان باشد که بتن از آن رد شود. در صورتی‌که سطح دارای زبری مناسب نباشد، بتن جوان را باید زبر، خشن و مضرس نمود.

ت- توری یا رابیتس موجود در ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد باید برداشته شود. بنابراین باید در اسرع وقت باید این توری یا رابیتس‌ها را از سطح بتن جدا نمود. در ضمن سطح خشن و زبر ایجاد شده، قبل از بتن ریزی جدید، باید به‌صورت اشباع با سطح خشک درآید. اگر شیره یا ملات بتن از توری یا رابیتس رد شده و در پای مقطع انباشته شده باشد، باید قبل از بتن ریزی جدید، شیره یا ملات انباشته برداشته شود.

ج- در صورتی‌که از قالب موقت از نوع فلزی، چوبی یا پلی استایرن استفاده می‌گردد، باید زبر کردن، خشن‌سازی، و اشباع‌سازی سطح، مشابه درز افقی انجام پذیرد.

چ- در صورت تائید دستگاه نظارت می توان از لایه واسط (لاتکس‌های پلیمری، اپوکسی‌های آبدوست، یا دوغاب سیمانی حاوی لاتکس یا اپوکسی‌های آبدوست) در سطح بتن قبلی استفاده نمود. در این حالت نیازی به اشباع سازی بتن قبلی وجود ندارد و باید قبل از خشک شدن لایه واسط، بتن جدید اجرا شود.

ح- در سطوح عمودی با ارتفاع زیاد، ایجاد شکستگی و پله‌ای کردن درز اجرایی توصیه می‌شود. همچنین ایجاد کلیدهای برشی مناسب می‌تواند مفید واقع گردد.

خ- در محل درز انقباض، باید سطح مقطع بتن و آرماتور کاهش داده شود تا از ضعیف شدن و تشکیل ترک در آن محل اطمینان حاصل شود. مقدار دقیق کاهش سطح مقطع و آرماتور باید توسط مشاور مشخص گردد. مقدار کاهش سطح مقطع حداقل ۲۵ درصد ضخامت (درز جزئی) و حداکثر تمام ضخامت (درز کامل) می‌باشد. مقدار کاهش آرماتور حداقل ۵۰ درصد (درز جزئی) و حداکثر تمام آرماتور (درز کامل) می‌باشد. محل قطع آرماتور باید حداقل ۵۰ میلی‌متر از محل درز فاصله داشته باشد.

د- برای ایجاد درزهای حرکتی استفاده از دو روش نوارهای جداکننده (قبل از بتن‌ریزی) یا اره کردن (پس از بتن‌ریزی) مجاز است. در روش نوارهای جداکننده از نوارهای پیش‌ساخته فولادی یا پلیمری بهره گرفته می‌شود.

ذ- در زمان اره کردن، بتن نباید آن‌قدر تازه باشد که عملیات اره کردن سبب قلوه‌کن شدن بتن شود و نباید این زمان آن‌قدر طولانی گردد که ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی رخ دهد. این زمان معمولا بین ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از اجرای بتن توصیه می‌شود.

ر- برای نصب پوشش‌های روی درزهای جداکننده باید دقت نمود که روش اتصال مانع حرکت آزادانه دو سمت درز نشود.

ز- برای استفاده از مواد درزگیر معمولا نیاز به پرایمرها، نوارهای جداکننده، و مواد پشت‌بند (فتیله درز پرکن) می‌باشد که برای به‌کارگیری آن‌ها باید به دستورالعمل‌های تشریحی یا دستورالعمل تولیدکننده مراجعه نمود.

ژ- نوارهای آب‌بند باید به نحوی نصب و مهار گردند که هنگام بتن‌ریزی، جابه‌جا نشوند. در نوارهای آب‌بند حباب‌دار، حباب باید دقیقا در محل درز باشد وگرنه عملکرد نوار آب‌بند بسیار کاهش می‌یابد. نوار آب‌بند باید کاملا تمیز و عاری از هرگونه ماده اضافی نظیر روغن، خمیر سیمان و غیره باشد.

۶-۳-۷- کنترل کیفیت و پذیرش بتن

۶-۳-۷-۱- کلیات

برای کنترل کیفیت و پذیرش بتن، نمونه‌برداری طبق ضوابط این ضابطه و درخواست دستگاه نظارت انجام می‌شود. نمونه‌برداری باید به‌صورت غیرگزینشی، تصادفی یا اتفاقی بوده و به زمان خاص یا روانی خاصی وابسته نباشد. بدیهی است بتن‌هایی که از نظر ظاهر و روانی در محدوده‌ی قابل قبول نیستند، نباید مصرف شوند و نمونه‌گیری از آن‌ها موضوعیت ندارد. به‌هرحال ایجاد ضابطه‌ی خاص در نمونه‌برداری مانند شرایط خاص جوی و نظایر آن نیز قابل قبول نیست، زیرا مبانی آماری ضوابط پذیرش مقاومتی یا دوام را مخدوش می‌کند. پذیرش بتن در کارگاه از چهار جنبه باید مدنظر قرار گیرد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

۶-۳-۷-۱-۱- پذیرش بتن تازه

بتن تازه باید دارای مشخصات قابل قبول مندرج در این ضابطه و مشخصات فنی پروژه باشد. رعایت محدوده‌های مجاز روانی، درصد هوا، دما و مشخصات ظاهری بتن (شامل جداشدگی، آب انداختن، وجود کلوخه، عدم پخش الیاف و غیره) ضروری است تا بتن تازه مورد پذیرش قرار گیرد.

۶-۳-۷-۱-۲- پذیرش بتن از نظر نحوه اجرا

عملیات اجرایی شامل آماده‌سازی محل بتن‌ریزی، ریختن، پخش و جای دادن، تراکم، پرداخت و عمل‌آوری بتن باید طبق مندرجات این ضابطه یا مشخصات فنی پروژه انجام شود. در غیر این‌صورت بتن مورد پذیرش قرار نگرفته و کیفیت آن مورد تردید خواهد بود. برخی از این موارد را نمی‌توان با انجام آزمایش روی بتن کنترل نمود و لازم است موارد اجرایی به‌صورت کامل و صحیح رعایت گردد و دستگاه نظارت مسئولیت کنترل و پذیرش را به‌عهده داشته باشد.

۶-۳-۷-۱-۳- پذیرش بتن از نظر مقاومت مکانیکی

پذیرش مقاومت مکانیکی (فشاری، خمشی و غیره) بتن در کارگاه برای انطباق با رده و مقاومت مشخصه، بر اساس نتایج آزمایش مقاومت مکانیکی نمونه‌های برداشت شده از بتن تازه مصرفی صورت می‌پذیرد. نمونه‌برداری از بتن باید به‌صورت تصادفی در طول مدت مصرف بتن انجام شود. تهیه‌ی آزمونه‌ها و نگهداری آن‌ها باید در شرایط استاندارد و طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ انجام شود. قابل ذکر است زمانی‌که پذیرش بتن از نظر مقاومت خمشی، کششی و غیره مورد نیاز باشد، باید ضوابط مربوط در مشخصات فنی پروژه ذکر شود.

۶-۳-۷-۱-۴- پذیرش بتن از نظر دوام

پذیرش بتن از نظر دوام در کارگاه بر اساس نتایج آزمایش‌های کنترلی دوام برای نمونه‌های برداشته شده از بتن تازه صورت می‌پذیرد. تهیه‌ی آزمونه‌ها و نگهداری آن‌ها در شرایط استاندارد باید طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ و شرایط اختصاصی آزمایش دوام موردنظر انجام شود.

۶-۳-۷-۲- محل و تواتر نمونه‌برداری

۶-۳-۷-۲-۱- محل و تواتر نمونه‌برداری برای پذیرش بتن تازه

برای تعیین ویژگی‌های بتن تازه حداقل تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری، همان نوبت‌های نمونه‌برداری در محل نهایی مصرف، برای تعیین مقاومت فشاری بتن خواهد بود.

دستگاه نظارت مجاز به نمونه‌برداری در نوبت‌های بیش‌تر برای کنترل مضاعف بتن تازه، با توجه به بروز هر گونه شک یا تغییرات ظاهری در بتن تازه خواهد بود. در این حالت، نمونه‌برداری می‌تواند از کامیون مخلوط‌کن یا سایر وسایل حمل بعد از تخلیه‌ی حدود ۳۰۰ لیتر بتن انجام گیرد.

۶-۳-۷-۲-۲- محل و تواتر نمونه برداری برای پذیرش مقاومت مکانیکی

در صورتی که هدف از نمونه‌برداری، انطباق بر رده یا مقاومت مشخصه باشد، نمونه‌برداری بتن از محل نهایی مصرف، قبل از ریختن در عضو مورد نظر انجام می‌شود. در این مورد نباید از وسیله‌ی حمل بتن نمونه‌گیری کرد، مگر آن‌که وسیله‌ی حمل مورد نظر همان وسیله‌ی ریختن بتن در عضو باشد.

در صورتی‌که از دو یا چند نوع بتن مختلف (سبک، سنگین، حباب‌دار، الیافی و خودتراکم، همچنین بدون افزودنی و با افزودنی) در یک سازه استفاده شود، نمونه‌برداری و انطباق هر یک با رده‌ی مورد نظر باید جداگانه انجام شود. همچنین در صورت به‌کارگیری از دو یا چند رده‌ی مقاومتی یا مقاومت‌های مشخصه‌ی مختلف در یک سازه، باید ضوابط نمونه‌برداری برای هر یک به‌صورت جداگانه اعمال گردد، حتی اگر بتن آن‌ها از یک واحد تولید بتن و در یک زمان تأمین گردد. به‌هرحال سازه‌های جداگانه، سازه‌هایی هستند که تجزیه و تحلیل و طراحی آن‌ها به‌طور مستقل انجام شده باشد.

در صورتی که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در محل نهایی مصرف یک مترمکعب باشد، تواتر نمونه‌برداری بر اساس موارد زیر، هر کدام تعداد نوبت بیش‌تری را به‌دست دهد، ملاک خواهد بود:

الف- حداقل یک نمونه‌برداری در هر نوبت کاری روزانه؛

ب- حداقل از هر ۳۰ مترمکعب بتن؛

پ- حداقل از هر ۱۵۰ متر مربع سطوح دال و دیوار (یک وجه دال و دیوار)؛

ت- حداقل از هر ۱۰۰ متر طول تیر و کلاف در صورتی که جدا از سایر قطعات بتن‌ریزی شوند؛

ث- حداقل از هر ۵۰ متر طول ستون.

در صورتی که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در محل نهایی مصرف بیش‌تر یا کم‌تر از یک مترمکعب باشد می‌توان مقادیر فوق را به همان نسبت افزایش یا کاهش داد. به‌هرحال این نسبت نباید از ۲ بیش‌تر و از نصف کم‌تر شود. وقتی بتن با کامیون مخلوط‌کن حمل می‌شود حجم هر پیمانه، همان حجم بتن کامیون مخلوط‌کن خواهد بود و چنانچه برای مثال در هر نوبت ۶ مترمکعب بتن حمل شود، احجام مرتبط با تواتر نمونه‌برداری در ۲ ضرب می‌شود. چنانچه هر نوبت ساخت بتن نیم مترمکعب باشد و در یک وسیله خاص این حجم بتن حمل شود، می توان احجام مرتبط با نمونه‌برداری را با توجه به نظر دستگاه نظارت در ۰/۵ ضرب نمود.

مقادیر فوق در صورتی که تولیدکننده بتن دارای گواهینامه‌ی معتبر از سازمان برنامه و بودجه باشد یا پروانه‌ی استاندارد و سابقه‌ی مناسبی داشته‌باشد، برقرار خواهد بود. در غیر این‌صورت این مقادیر نصف خواهد شد.

در صورتی که سابقه‌ی بتن آماده و بتن تولیدی در کارگاه به‌دلیل عدم انطباق با رده، توسط دستگاه نظارت نامناسب تشخیص داده شود، تواتر سخت‌گیرانه‌تری به‌کار می‌رود (دو برابر شدن تعداد نوبت‌ها یا نصف شدن مقادیر فوق). در صورتی که مجددا انطباق با رده، تأیید شود، تواتر معمولی به‌کار گرفته می‌شود.

دستگاه نظارت با توجه به اهمیت سازه و عدم وجود یکنواختی مطلوب در ساخت بتن، مجاز می‌باشد مقدار بتن برای نمونه‌برداری از بتن‌هایی با حجم پیمانه کم‌تر از یک مترمکعب را کاهش دهد، تا تعداد نوبت‌های نمونه‌برداری بیش‌تر گردد و در صورتی که یکنواختی وجود داشته باشد می تواند از تواتر سخت‌گیرانه صرفنظر نماید.

در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن در هر نوبت کاری روزانه، باید حداقل یک نوبت نمونه‌برداری انجام شود. در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن، حداقل ۶ نوبت نمونه‌برداری (صرف‌نظر از حجم یا سطح بتن سازه) در طول ساخت ضرورت دارد.

در صورتی‌که کل حجم هر نوع یا هر رده بتن در یک سازه از ۳۰ مترمکعب کم‌تر باشد، مشروط بر اینکه به تشخیص دستگاه نظارت دلیلی بر رضایت‌بخش بودن کیفیت مقاومتی بتن وجود داشته باشد، می‌توان از نمونه‌برداری مقاومتی و آزمایش آن صرف‌نظر کرد. استفاده از بتن آماده استاندارد یا بتن دارای گواهینامه خاص از مراکز ذی‌صلاح (همانند گواهینامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) یا بتن دارای سابقه مناسب مقاومتی و یا به‌کارگیری طرح مخلوط دارای سابقه‌ی مناسب (به شرط عدم تغییر اجزای بتن) می‌تواند دلیل مناسبی بر رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن تلقی شود. به‌هرحال دستگاه نظارت با مسئولیت خود از درخواست نمونه‌برداری و انجام آزمایش می‌تواند صرف‌نظر نماید.
استفاده از بتن آماده استاندارد یا بتن دارای گواهینامه خاص از مراکز ذی‌صلاح (همانند گواهینامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) یا بتن دارای سابقه مناسب مقاومتی و یا به‌کارگیری طرح مخلوط دارای سابقه‌ی مناسب (به شرط عدم تغییر اجزای بتن) می‌تواند دلیل مناسبی بر رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن تلقی شود. به‌هرحال دستگاه نظارت با مسئولیت خود از درخواست نمونه‌برداری و انجام آزمایش می‌تواند صرف‌نظر نماید.

موارد مطرح شده مربوط به تواتر نمونه‌برداری برای ساخت قطعات پیش‌ساخته و منفرد (مانند قطعات دیوار پیش ساخته، نمای پیش‌ساخته و غیره) اعتبار ندارد و فقط برای سازه‌های درجا ریخته معتبر می‌باشد، مگر اینکه دستگاه

نظارت تشخیص دهد که از این ضوابط می‌توان در این‌گونه موارد نیز بهره برد.

۶-۳-۷-۳-۲- محل و تواتر نمونه برداری برای پذیرش دوام

در صورت وجود ضوابط ویژه در مشخصات فنی یا شرایط خصوصی در باره‌ی دوام، باید نمونه‌گیری با توجه به شرایط ویژه انجام پذیرد، در غیر این صورت ضوابط حاکم بر محل نمونه‌برداری، ضوابط مربوط به تعیین مقاومت فشاری می‌باشد. در مواردی که الزامات خاصی در مورد دوام در مشخصات فنی ذکر شده است، باید روش نمونه‌برداری و مشخصات آزمونه‌ها توسط مشاور در مشخصات فنی مشخص شده باشد. با توجه به نوع آزمایش مورد نظر در ارتباط با دوام، معمولا روش نمونه‌برداری و تهیه آزمونه‌ها و آماده‌سازی آن‌ها در استاندارد مربوط مشخص شده است.

انتخاب سطح مورد آزمایش یا بخشی از آزمونه تهیه شده برای انجام آزمایش، باید توسط مشاور با توجه به نوع آزمایش دوام مشخص گردد.

تواتر نمونه‌برداری آزمایش‌های دوام بر اساس اهمیت و شرایط رویارویی باید توسط مشاور ارائه گردد، در غیر این صورت، اگر حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در محل نهایی مصرف یک مترمکعب باشد، تواتر نمونه‌برداری به‌صورت زیر خواهد بود و هر کدام تعداد نوبت بیش‌تری دهد ملاک قرار خواهد گرفت:

الف- حداقل هر ۲۰۰ مترمکعب بتن (از هر نوع و هر رده‌ی دوام برای هر سازه)؛

ب- حداقل هر ۱۰۰۰ مترمربع سطح دال و دیوار؛

پ- حداقل هر ۵۰۰ متر طول تیر و کلاف در صورتی که جدا از سایر قطعات بتن‌ریزی شوند؛

ت- حداقل هر ۲۵۰ متر طول ستون؛

ث- حداقل یک نوبت نمونه‌برداری از هر ۶ نوبت کاری یا ۶ نوبت نمونه‌برداری برای مقاومت

در صورتی‌که حجم هر پیمانه (اختلاط) بتن در محل نهایی مصرف بیش‌تر یا کم‌تر از ۱ متر مکعب باشد، می‌توان مقادیر فوق را به همان نسبت افزایش یا کاهش داد. به‌هرحال این نسبت نباید بیش‌تر از ۲ یا کم‌تر از نصف شود.

مقادیر فوق در صورتی‌که بتن آماده گواهینامه‌ی مورد تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی را داشته باشد یا پروانه‌ی استاندارد و سابقه‌ی مناسبی داشته باشد، برقرار خواهد بود؛ در غیر این‌صورت این مقادیر نصف خواهد شد.

در یک سازه برای هر نوع و هر رده‌ی بتن از نظر دوام، حداقل ۳ نوبت نمونه‌برداری در طول ساخت ضرورت دارد.

۶-۳-۷-۳- ضوابط پذیرش بتن در کارگاه

۶-۳-۷-۳-۱- ضوابط پذیرش بتن تازه

چنانچه در مشخصات فنی پروژه ضوابط خاصی برای پذیرش بتن تازه مطرح نشده باشد، باید ضوابط زیر را به‌کار گرفت.

بازه پذیرش اسلامپ بتن مطابق بند ۶-۲-۱-۱، بازه پذیرش جریان اسلامپ بتن مطابق بند ۶-۲-۱-۲، و بازه پذیرش درصد هوای بتن مطابق بند ۶-۲-۱-۵ می‌باشد. نحوه پذیرش همگنی و یکنواختی بتن در بند ۶-۲-۱-۶ بیان شده است.

چنانچه حداقل یا حداکثر دمای مجاز بتن ذکر شود، رعایت آن ضرورت خواهد داشت و اگر دمای بتن بدون ذکر حداقل یا حداکثر اعلام شود، رواداری آن ۲± درجه‌ی سلسیوس خواهد بود.

معیار پذیرش بتن از نظر آب‌انداختن و زمان گیرش در صورت نیاز توسط مشاور تعیین می‌شود.

۶-۳-۷-۳-۲- ضوابط پذیرش مقاومت بتن

در یک سازه و برای هر نوع و هر رده‌ی مقاومت بتن، انطباق بر رده‌ی مورد نظر زمانی وجود دارد که هر دو ضابطه زیر برقرار باشد:

الف- میانگین نتایج هر سه نمونه‌ی متوالی مقاومت فشاری بتن کم‌تر از مقاومت مشخصه‌ی مورد نظر نباشد.

ب- هیچ یک از نتایج نمونه‌های مقاومت فشاری بتن کم‌تر از ۹۰ درصد مقاومت مشخصه‌ی مورد نظر نباشد.

منظور از نتیجه‌ی مقاومت فشاری هر نمونه، میانگین نتایج حداقل دو آزمونه‌ی استوانه‌ای به قطر حدود ۱۵۰ میلی‌متر و ارتفاع حدود ۳۰۰ میلی‌متر برای سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده‌ی دیگر برای مقاومت مشخصه است.

در صورتی‌که آزمونه‌های مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری تهیه و مورد آزمایش قرار گیرد، لازم است نتایج آن به نتایج استوانه‌ای تبدیل شود. تعداد آزمونه‌های مکعبی ۱۰۰ میلی‌متری یا استوانه‌ای به قطر حدود ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع حدود ۲۰۰ میلی‌متر، باید حداقل ۳ عدد باشد. تبدیل نتایج مکعبی به استوانه‌ای یا بالعکس می‌تواند بر اساس جدول ۶-۴۴ برای بتن‌های با وزن مخصوص معمولی و بتن سبکدانه انجام شود. در صورتی که مقاومت فشاری در سنین دیگر نیز مبنای قضاوت خاصی قرار گیرد، تهیه و آزمایش دو آزمونه با قطر یا بعد ۱۵۰ میلی‌متر یا سه آزمونه با قطر یا بعد ۱۰۰ میلی‌متر برای هر سن ضروری خواهد بود. لازم است به‌دلیل وجود نقص‌های احتمالی در آزمونه‌ها، تعداد آن‌ها بیش‌تر از حداقل ذکر شده باشد تا بتوان در صورت نیاز از آن‌ها استفاده کرد.

جدول ۶-۴۴- تبدیل مقاومت بتن معمولی و سبکدانه، از آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلی‌متر به آزمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر

مقاومت فشاری مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری MPa	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵
مقاومت فشاری استوانه‌ی استاندارد MPa	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰

۱- برای مقاومت‌های بین اعداد ذکر شده در جدول، کافی است Mpa ۵ از نتیجه‌ی مکعبی کم شود تا نتیجه‌ی استوانه‌ای حاصل گردد.

۲- برای تبدیل مقاومت مکعبی کم‌تر از MPa ۲۵ به استوانه‌ی استاندارد، مقدار آن بر ۱/۲۵ تقسیم شود.

۳- در صورت استفاده از مکعب ۱۰۰ میلی‌متری، تبدیل آن به استوانه‌ی ۱۰۰ میلی‌متری مشابه جدول فوق خواهد بود.

۴- حداقل قطر آزمونه‌ی استوانه‌ای باید از سه برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه کم‌تر نباشد و برای آزمونه‌ی مکعبی نیز باید از ۳/۵ برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه کم‌تر نباشد.

۵- برای بتن‌های سبکدانه، نسبت مقاومت فشاری آزمونه مکعبی ۱۵۰ میلی‌متری به استوانه به قطر ۱۵۰ میلی‌متر، برای رده‌های مقاومتی تا ۴۰ مگاپاسکال، برابر با ۱/۰۵ می‌باشد، که برای مقاومت‌های بیشتر تقریباً یک خواهد بود.

۶- برای رده‌های مقاومتی بیش از ۸۰ مگاپاسکال، عملاً مقاومت فشاری مکعبی و استوانه‌ای تقریباً یکسان خواهد بود.

در صورتی‌که بیش‌ترین اختلاف مقاومت آزمونه‌ها کم‌تر از ۱۵ درصد میانگین آن‌ها باشد، میانگین مزبور گزارش می‌شود. در غیر این‌صورت چنانچه فقط دو آزمونه موجود باشد، نتیجه‌ی آن نوبت نمونه‌برداری از فهرست نتایج حذف

خواهد شد، مگر آن‌که بتوان نشان داد که نتیجه‌ی کم‌تر به‌دلیل وجود یک نقص در نمونه‌برداری یا قالب‌گیری و نگهداری و آزمایش آن آزمونه بوده است. در این حالت با تأیید دستگاه نظارت نتیجه کم‌تر حذف و نتیجه بیش‌تر به‌عنوان نتیجه‌ی نمونه‌برداری گزارش می‌شود.

در صورت وجود آزمونه سوم، این آزمونه باید مورد آزمایش قرار گیرد و سپس نتیجه‌ای که بیش از ۷/۵ درصد مقدار میانگین با مقدار میانگین نتایج موجود اختلاف دارد، حذف و میانگین نتایج باقیمانده به‌شرط اینکه اختلاف نتایج آن‌ها با میانگین از ۷/۵ درصد میانگین بیش‌تر نباشد، محاسبه و گزارش شود. در صورتی که تعداد آزمونه‌ها در یک سن بیش‌تر از سه آزمونه باشد نیز می‌توان مانند حالتی که نتیجه‌ی سه آزمونه در دسترس باشد عمل نمود.

در صورتی که ضوابط پذیرش مقاومتی بتن یا انطباق بر رده حاصل نشود، بتن منطبق بر رده نمی‌باشد. در این صورت، اگر فقط شرط «الف» برقرار نباشد (یعنی فقط شرط «ب» برقرار است)، ضمن عدم انطباق بتن با رده مدنظر، می‌توان آن را از نظر سازه‌ای پذیرفت، اما باید با اصلاح طرح مخلوط و یا دقت در ساخت بتن از تکرار آن جلوگیری کرد. در صورتی‌که شرط «ب» برآورده نشود، باید بررسی بتن کم‌مقاومت در دستور کار قرار گیرد.

قابل ذکر است که عدم انطباق بتن با رده یا مقاومت مشخصه نمی‌تواند به تنهایی دلیلی برای تخریب عضو یا قطعه‌ی مورد نظر و یا سازه باشد. بلکه ممکن است از نظر سازه‌ای پذیرش شود یا در صورت انجام تعمیر، ترمیم یا تقویت یا سایر روش‌ها که به تأیید مشاور برسد، امکان استفاده از عضو وجود دارد.

۶-۳-۷-۳-۳- ضوابط پذیرش دوام بتن

نتیجه‌ی آزمایش دوام در هر نوبت نمونه‌برداری، برابر با میانگین نتایج حداقل سه آزمونه در سن ۲۸ روز یا هر سن مقرر شده دیگر در مشخصات فنی برای دوام خواهد بود.

در صورتی‌که نتایج دوام در سنین بیش‌تر از ۲۸ روز مورد نیاز باشد باید مشخصات فنی مشخص شده باشد.

از آنجا که دوام و آزمایش‌های آن به شکل‌های مختلفی وجود دارد، مشاور در صورت لزوم باید به صراحت آزمایش دوام، سن انجام آزمایش و معیارهای دوام بتن پروژه را مشخص نماید که همان دوام مشخصه نام دارد.

اختلاف مجاز نتایج حاصله از آزمایش آزمونه‌های دوام باید در مشخصات فنی پروژه تعیین شود.

چنانچه ضابطه‌ی پذیرش خاصی در مشخصات فنی مطرح نشده باشد، در یک سازه برای هر نوع بتن و هر رده‌ی دوام، انطباق بر رده‌ی مورد نظر (دوام مشخصه)، زمانی وجود دارد که هر دو شرط زیر برقرار باشد.

الف- میانگین نتایج هر سه نمونه متوالی دوام بتن نباید کم‌تر از معیار حداقل دوام و یا بیش‌تر از معیار حداکثر دوام مشخصه باشد.

ب- هر یک از نتایج آزمایش دوام نباید بیش از ۱/۲۵ برابر معیار حداکثر و یا کم‌تر از ۸۰ درصد معیار حداقل دوام مشخصه باشد.

در صورتی که ضوابط پذیرش بتن از نظر دوام برآورده نشود، بتن منطبق با دوام مشخصه نمی‌باشد. اگر فقط ضابطه «الف» برقرار نباشد می توان با اغماض آن را پذیرفت، اما باید با اصلاح طرح مخلوط و یا دقت در ساخت بتن از تکرار آن جلوگیری نمود. در صورتی که ضابطه «ب» برقرار نشود بررسی بتن کم دوام ضرورت خواهد داشت.

۶-۳-۷-۴- بررسی بتن کم‌مقاومت

بررسی بتن کم‌مقاومت در گام اول باید در دو مرحله و بصورت تحلیلی انجام شود. در صورتی‌که در مراحل تحلیلی، پذیرش سازه‌ای بتن حاصل نشود یا بنا به دلایلی امکان بررسی تحلیلی وجود نداشته باشد، باید از روش‌های مبتنی بر آزمایش شامل مغزه‌گیری و روش بارگذاری استفاده کرد. به‌هرحال قبول و پذیرش بتن در این بررسی‌ها از نظر سازه‌ای، رافع مسئولیت پیمانکار و عدم دستیابی به رده مقاومتی موردنیاز نیست و در هرصورت نشان دهنده‌ی آن است که کیفیت بتن ساخته شده در کارگاه مطابق مشخصات فنی پروژه نبوده است.

۶-۳-۷-۴-۱- روش تحلیلی

در صورتی‌که با توجه به مقاومت نمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد، مشخص شود که انطباق با رده مقاومتی یا مقاومت مشخصه مورد نظر وجود ندارد و بتن مزبور غیرقابل قبول است، باید بررسی‌های لازم ذیل جهت پذیرش سازه‌ای بتن انجام پذیرد.

روش تحلیلی اول: چنانچه با استفاده از بازبینی طراحی (تحلیل مقاطع همسان‌سازی شده) بتوان نشان داد که ظرفیت باربری سازه به ازای مقاومت کم بتن موجود در همه اعضای سازه، قابل قبول می‌باشد، مقاومت بتن موجود از نظر تأمین مقاومت سازه پذیرفته می‌شود، مشروط بر اینکه ضوابط مقاومت بتن طبق بندهای مربوط به حداقل رده‌های مقاومتی مجاز بتن سازه‌ای و دوام برآورده شود. در غیر این‌صورت روش تحلیلی دوم باید مورد بررسی قرار گیرد.

منظور از مقاومت کم بتن مورد استفاده در روابط طراحی مقاطع، مقاومتی کم‌تر از مقاومت مشخصه است که اگر به‌عنوان مقاومت مشخصه به‌کار رود، انطباق بر آن با توجه به نتایج موجود نمونه‌های بتن حاصل می‌گردد. در این روش تحلیلی لازم نیست مشخص شود که بتن کم‌مقاومت در کدام عضو یا اعضا ریخته شده است.

در این روش تحلیلی باید خمش، برش و خیز عضو و همچنین کفایت وصله‌های پوششی با توجه به مقاومت فشاری بتن کنترل شود.

روش تحلیلی دوم: چنانچه با تحلیل مجدد سازه و همچنین طراحی مجدد آن، صرفاً با فرض وجود بتن کم‌مقاومت در اعضای مورد نظر، بتوان نشان داد که ظرفیت باربری سازه قابل قبول است، کیفیت مقاومتی بتن از نظر سازه‌ای مورد پذیرش قرار می‌گیرد، مشروط بر اینکه ضوابط مقاومت بتن طبق بندهای مربوط به حداقل رده‌های مقاومتی مجاز بتن سازه‌ای و دوام برآورده شود.

در روش دوم تحلیلی، لازم است تحلیل مجدد سازه بر اساس واقعیت‌های موجود (ابعاد، ضریب ارتجاعی و سایر مشخصات) انجام شود و بدون همسان‌سازی اعضای سازه، طراحی مجدد برای همه‌ی اعضا و قسمت‌های مشکوک به داشتن بتن کم‌مقاومت، صورت گیرد.

در این روش صرفاً بتن کم‌مقاومت برای قسمت‌هایی از سازه منظور می‌شود که احتمال می‌رود در آن اعضا ریخته شده باشد. در حالی‌که برای سایر اعضا، مقاومت مشخصه‌ی بتن یا مقاومت موجود (بیش از مقاومت مشخصه برای سایر اعضا) را باید در نظر گرفت.

برای تعیین محل استفاده بتن کم‌مقاومت باید به مدارک کارگاه شامل تاریخ نمونه‌گیری و گزارش بتن‌ریزی روزانه رجوع گردد. در این جا نیز مقاومت کم بتن، متناظر با مقاومت مشخصه‌ای است که مقاومت موجود نمونه‌های بتن را می‌توان با آن منطبق دانست.

در این روش تحلیلی نیز باید خمش، برش، خیز و همچنین کفایت وصله‌های پوششی با توجه به مقاومت فشاری بتن کنترل شود.

۶-۳-۷-۴-۲- روش مغزه‌گیری

با مغزه‌گیری از اعضایی که احتمال وجود بتن کم‌مقاومت در آن‌ها داده می‌شود، می‌توان پذیرش سازه‌ای بتن را مشخص نمود. حداقل سه مغزه از هر منطقه‌ی مشکوک به داشتن بتن کم‌مقاومت باید تهیه و آزمایش گردد. مغزه‌ها باید طبق استاندارد ملی ایران ۱۲۳۰۶ تهیه و آماده شوند. مغزه‌هایی که تحت آزمایش مقاومت فشاری قرار می‌گیرند باید فاقد میلگرد باشند و سر و ته این مغزه‌ها باید بریده، ساییده یا کلاهک‌گذاری گردند.

مغزه‌ها باید ترجیحاً از نقاطی در منطقه‌ی مشکوک گرفته شود که ضعف اساسی در ایمنی و بهره‌برداری عضو به‌وجود نیاورد و محل آن باید در اسرع وقت ترمیم شود. محل دقیق مغزه‌گیری باید توسط دستگاه نظارت به کمک آزمایش‌های غیرمخرب مانند چکش اشمیت یا دستگاه‌های فراصوتی به‌صورت مقایسه‌ای و انتخاب مناطق ضعیف‌تر تعیین شود. دلیل مغزه‌گیری علاوه بر نتایج مقاومتی کم، می‌تواند تردید دستگاه نظارت به نحوه‌ی ریختن بتن در عضو، تراکم و عمل‌آوری آن نیز باشد، هر چند نمونه‌های تهیه و عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد انطباق با رده را برآورده کرده باشد.

آزمایش مقاومت فشاری مغزه‌ها نباید زودتر از ۴۸ ساعت پس از تهیه‌ی آن و آخرین مرطوب‌سازی، و دیرتر از ۷ روز پس از اخذ آن انجام شود، مگر آن‌که در مشخصات فنی، زمان دیگری قید شود. از نظر رطوبتی، انجام آزمایش مقاومت فشاری بر روی مغزه‌ها به‌صورت خشک‌شده در هوا یا غرقاب‌شده انجام می‌گیرد. در حالتی که سازه در زمان بهره‌برداری در شرایط مرطوب یا اشباع قرار گیرد، باید مغزه‌ها حداقل به مدت ۴۰ ساعت در آب غرقاب شوند و پس از کلاهک‌گذاری یا ساییدن سر و ته آن‌ها مورد آزمایش مقاومتی قرار گیرند. چنانچه قرار باشد سازه در زمان بهره‌برداری مرطوب نشود، مغزه‌ها باید به مدت ۷ روز در هوایی با رطوبت نسبی کم‌تر از ۶۰ درصد و دمای (۶ ± ۲۱) درجه‌ی سلسیوس خشک شوند و پس از کلاهک‌گذاری یا ساییدن سر و ته آن‌ها آزمایش شوند.

مقاومت فشاری مغزه‌ها باید با توجه به نسبت ارتفاع به قطر آن (پس از کلاهک‌گذاری یا ساییدن) تصحیح گردد. به‌هرحال این نسبت نباید از یک کم‌تر شود. به‌جز مواردی که مشاور در مشخصات فنی اجازه می‌دهد، قطر مغزه نباید کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر باشد. قطر مغزه باید از سه برابر حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ی بتن کم‌تر نباشد، مگر آن‌که مشاور اجازه دهد این نسبت تا حد ۲ کاهش یابد. به‌شرط آن‌که قطر مغزه ۹۴ میلی‌متر یا بیش‌تر باشد، لازم نیست که به‌دلیل تغییر قطر مغزه نسبت به قطر ۱۵۰ میلی‌متر، تصحیح خاصی انجام شود.

گاه به‌دلیل محدودیت‌های خاص مانند نازک بودن عضو و یا فاصله‌ی کم میلگردها، لازم است قطر مغزه کاهش یابد. در این حالت چنانچه دستگاه نظارت این کاهش قطر را مجاز بداند، لازم است درباره‌ی تصحیح نتایج مقاومت فشاری به‌دلیل قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر اظهار نظر نماید.

تصحیح مقاومت فشاری مغزه‌ها به‌دلیل نسبت ارتفاع به قطر، طبق استاندارد ملی ایران ۱۲۳۰۶ با استفاده از جدول ۶-۴۵ انجام می‌گیرد. این ضریب در مقاومت فشاری به‌دست آمده از مغزه‌ها ضرب می‌شود.

جدول ۶-۴۵- تصحیح نسبت ارتفاع به قطر مغزه

نسبت طول یا ارتفاع مغزه به قطر	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۲۵	۱/۰۰
ضریب تصحیح مقاومت فشاری	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۷

این ضرایب در شرایط خشک و مرطوب برای بازه‌ی مقاومتی ۱۴ تا ۴۲ مگاپاسکال و بتن‌هایی با چگالی عادی تا ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب اعتبار دارد.

توصیه می‌شود طول مغزه در محدوده‌ی ۱/۹ تا ۲/۱ برابر قطر آن باشد. در صورتی‌که طول مغزه بیش‌تر از ۲/۱ برابر قطر آن باشد، طول آن باید چنان کاهش یابد که پس از ساییدن یا کلاهک گذاری در بازه‌ی فوق قرار گیرد. چنانچه طول مغزه مساوی یا کم‌تر از ۱/۷۵ برابر قطر مغزه باشد، نیاز به تصحیح وجود دارد. می‌توان از طریق درون‌یابی، ضریب تصحیح را برای نسبت‌های دیگر ارتفاع به قطر مغزه به‌دست آورد.

توصیه می‌شود وقتی از مغزه‌هایی با قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر استفاده می‌شود، به‌جای حداقل ۳ مغزه، از حداقل چهار مغزه استفاده گردد. برای تصحیح مقاومت مغزه‌هایی با قطر کم‌تر از ۹۴ میلی‌متر، ضرایب قطعی در استانداردها و آیین‌نامه‌ها گزارش نشده است، بنابراین مشاور می‌تواند ضریب خاصی را در نظر بگیرد یا در غیر این‌صورت از همان ضریب یک استفاده کند.

محدودیت سن برای مغزه‌گیری جهت بررسی بتن کم مقاومت وجود ندارد و قطعا سن مغزه‌گیری بیش‌تر از سن مقاومت مشخصه می‌باشد، اما نیازی به تبدیل مقاومت مغزه در این سن، به مقاومت بتن در سن مقرر برای مقاومت مشخصه نمی‌باشد.

محل و جهت مغزه‌گیری در عضو سازه تاثیری بر معیار پذیرش مقاومت بتن از نظر سازه‌ای در مبحث مغزه‌گیری ندارد و صرفا می‌تواند در انتخاب محل و جهت مغزه‌گیری توسط دستگاه نظارت اثرگذار باشد.

در صورتی که دستگاه نظارت در مورد نتیجه مغزه‌ها بطور مستند تردید کند، می‌تواند با تکرار مغزه‌گیری دقت بیش‌تری در این زمینه به‌دست آورد. چنانچه سازه یا عضو مورد نظر از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و یا دستگاه نظارت در مشخص کردن ناحیه مشکوک و یا نقاط مشکوک برای مغزه‌گیری یا در ارتباط با مراحل و جهت مغزه‌گیری، آماده سازی، کلاهک‌گذاری و ساییدن، بریدن سر و ته مغزه‌ها یا آزمایش آن‌ها بطور مستند تردید کند، باید به تهیه و آزمایش حداقل سه مغزه‌ی دیگر از ناحیه‌ی مشکوک، اقدام شود.

چنانچه میانگین مقاومت فشاری مغزه‌ها بیش از ۸۵ درصد مقاومت فشاری مشخصه و مقاومت فشاری هر مغزه نیز بیش از ۷۵ درصد مقامت فشاری مشخصه باشد، می‌توان مقاومت بتن مشکوک (کم مقاومت) را از نظر سازه‌ای پذیرفت. در صورتی که نتایج مغزه‌ها نشان دهد که بتن با در نظر گرفتن معیارهای پذیرش، از نظر سازه‌ای قابل قبول است، نیازی در به‌کارگیری روش‌های تحلیلی برای مشخص کردن کفایت ظرفیت باربری سازه وجود ندارد.

برای قضاوت درباره‌ی کیفیت بتن سازه در حال احداث (پذیرش یا عدم پذیرش و انطباق با رده)، به هیچ‌وجه نباید از آزمایش‌های غیرمخرب یا نیمه‌مخرب دیگر استفاده نمود، مگر آن‌که در مشخصات فنی قید شده باشد. در این حالت، ارزیابی بتن از نظر مقاومتی وقتی امکان‌پذیر است که همبستگی نتایج آن از قبل با نتایج مقاومتی مغزه‌ها یا آزمونه‌های قالب‌گیری شده مشخص و بدین ترتیب نتایج حاصله واسنجی شده باشد. همچنین باید واسنجی دستگاه، طبق استانداردهای معتبر به‌طور کامل انجام شود. همه‌ی این عملیات و آزمایش‌ها باید توسط مهندس ذی‌صلاح هدایت شود و همواره روش مغزه‌گیری از اعتبار بیش‌تر برای قضاوت درباره‌ی کیفیت بتن سازه و بررسی بتن کم‌مقاومت برخوردار است. برای اطلاع بیش‌تر می‌توان به ACI 228R مراجعه نمود.

۶-۳-۷-۴-۳- روش بارگذاری

در صورتی که ظرفیت باربری سازه همچنان مورد تردید باقی بماند و نتوان مقاومت بتن را از نظر سازه‌ای پذیرفت، استفاده از آزمایش بارگذاری بر روی اعضای خمشی مشکوک مجاز است. آزمایش بارگذاری باید طبق فصل ۲۵ جلد اول آیین نامه بتن ایران (تجدیدنظر دوم) انجام شود و معیارهای پذیرش مربوط را برآورده نماید. در این حالت می‌توان مقاومت عضو را از نظر سازه‌ای مورد پذیرش قرار داد.

نتایج آزمایش بارگذاری قابل تعمیم به کیفیت بتن از نظر مقاومتی نمی‌باشد. بنابراین تفکیک صحت طراحی، صحت اجرا و مصرف مصالح مناسب و منطبق با خواسته‌های پروژه از یک‌دیگر، توسط آزمایش بارگذاری مقدور نیست.

انجام آزمایش بارگذاری تنها برای اعضای خمشی کاربرد دارد. برای اعضای فشاری و یا فشاری-خمشی باید از روش‌های تحلیلی یا مغزه‌گیری استفاده نمود.

۶-۳-۷-۴-۴- سایر اقدامات

چنانچه انجام آزمایش بارگذاری بر روی عضو مورد نظر ممکن نباشد و یا نتیجه‌ی قابل قبولی از آزمایش حاصل نگردد

و کیفیت مقاومتی بتن از نظر پذیرش سازه‌ای تأیید نگردد، می‌توان اقدامات دیگری را به مرحله اجرا گذاشت تا سازه از نظر عملکرد مقاومتی پذیرفته شود. این اقدامات می‌تواند به‌شرح زیر انجام شود:

الف- به‌کارگیری مقاومت مغزه در محاسبات تحلیلی روش اول و دوم: چنانچه در مرحله‌ی مغزه‌گیری، مقاومت مغزه‌ها در حد پذیرش سازه‌ای بتن نباشد، قبل یا بعد از بارگذاری (بسته به تشخیص دستگاه نظارت) می‌توان طبق روش اول یا دوم تحلیلی از مقاومت متوسط مغزه‌ها تقسیم بر ۰/۸۵ و یا کم‌ترین مقاومت مغزه تقسیم بر ۰/۷۵ (هرکدام کوچک‌تر باشد) به‌عنوان مقاومت مشخصه در روابط محاسباتی تحلیل یا طراحی مقطع استفاده کرد. چنانچه بتن از نظر سازه‌ای مورد پذیرش واقع شود، نیاز به ادامه بررسی بتن کم‌مقاومت وجود ندارد.

ب- تقویت سازه: یکی از اقدامات قابل قبول، تقویت سازه یا عضو ضعیف مورد نظر است. با توجه به روش‌های مختلف تقویت که از نظر کارفرما و طراح پروژه مشکلی را از نظر بهره‌برداری به‌وجود نمی آورد، می‌توان سازه یا عضو مورد نظر را تقویت کرد و مقاومت بتن موجود را از نظر سازه‌ای پذیرفت.

پ- کاهش بارهای مرده و زنده: از دیگر اقدامات، در این مرحله می‌توان به تغییر بارهای مرده‌ی عضو مورد نظر از طریق تغییر در نقشه‌ی تیغه‌بندی یا مصالح مصرفی در آن یا کاهش بار مرده‌ی کف‌سازی از طریق کاهش ضخامت یا تغییر مصالح مصرفی و در مجموع سبک‌سازی سازه اشاره کرد. تغییر بارهای زنده نیز می‌تواند از طریق تغییر در شرایط بهره‌برداری و کاربری منطقه ضعیف انجام شود.

ت- ترکیبی از موارد فوق با نظر مشاور.

۶-۳-۷-۵- بررسی بتن کم دوام

چنانچه نتایج آزمایش‌های نمونه‌های بتن عمل آمده در شرایط استاندارد، ضوابط انطباق بر رده‌ی مورد نظر دوام را برآورده نکند، باید بررسی‌های زیر انجام شود تا مشخص گردد که آیا می‌توان کیفیت بتن را از نظر دوام در عضو مورد نظر با توجه به‌شرایط موجود و حاکم بر آن مورد قبول قرار داد یا خیر.

مانند بررسی مقاومت، این بررسی می‌تواند به‌صورت تحلیلی یا توأم با آزمایش انجام شود و یا با اقدامات خاصی امکان پذیرش بتن در سازه از نظر دوام فراهم آید. به‌هرحال قبول و پذیرش دوام بتن در این بررسی‌ها، رافع مسئولیت پیمانکار و عدم دستیابی به رده دوامی موردنیاز نیست و در هرصورت نشان دهنده‌ی آن است که کیفیت بتن ساخته شده در کارگاه مطابق مشخصات فنی پروژه نبوده است.

۶-۳-۷-۵-۱- روش تحلیلی

در صورتی که بتوان نشان داد که نتایج ویژگی‌های بتن موجود از نظر الزامات دوام در عضو مورد نظر می‌تواند با توجه به شرایط عضو و شرایط حاکم بر آن از نظر محیطی و عوامل زیان‌آور موجود قابل قبول باشد، بتن کم‌دوام با تایید مشاور، مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

۶-۳-۷-۵-۲- روش مغزه‌گیری

در صورتی‌که آزمونه‌های تهیه و عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد، انطباق بر رده‌ی دوام مورد نظر را نداشته یا بطور مستند تردیدی در روش ریختن، تراکم و عمل‌آوری و آزمایش این آزمونه‌ها و یا بتن‌های ریخته شده در سازه وجود داشته باشد، باید با مغزه‌گیری از عضو یا اعضای مشکوک و ضعیف، آزمونه‌هایی را تهیه و آزمایش‌های لازم را انجام داد.

حداقل سه مغزه باید از هر ناحیه‌ی مشکوک تهیه شود و مورد آزمایش قرار گیرد. مغزه‌گیری باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۲۳۰۶ انجام پذیرد، مگر اینکه آزمایش دوام مورد نظر اعمال ضابطه‌ی خاصی را ایجاب نماید.

در برخی آزمایش‌های دوامی ممکن است رعایت حداقل قطر ۹۴ میلی‌متر ضرورت یا امکان نداشته باشد، اما به‌هرحال رابطه‌ی حداکثر اندازه‌ی اسمی سنگدانه و قطر مغزه باید رعایت گردد. همچنین ممکن است در برخی موارد رعایت نسبت ارتفاع به قطر مغزه نیز موضوعیت نداشته باشد.

از آنجا که در اغلب موارد کیفیت سطحی بتن در آزمایش‌های دوام از اهمیت زیادی برخوردار است، شرایط آماده‌سازی مغزه باید متناسب با روش آزمایش و شرایط رویارویی عضو مورد نظر با عوامل آسیب‌رسان باشد و نظر مشاور پروژه نیز باید مورد توجه قرار گیرد. توصیه می‌شود سطح بیرونی مغزه که در معرض شرایط محیطی حاکم قرار دارد، علامت گذاری شود تا در برخی آزمایش‌ها (مانند نفوذ یون کلرید، کربناته شدن، سایش، یخ زدن و آب شدن، نفوذ آب و رطوبت و گازها، حمله‌ی مواد زیانبار مانند سولفات‌ها) مورد استفاده قرار گرفته و حذف نشود.

نتایج مغزه‌ها در صورت نیاز باید تصحیح شده و ضوابط زیر برآورده گردد، مگر آن‌که در مشخصات فنی پروژه ضابطه‌ی دیگری ارائه شده باشد. در این‌صورت، بتن موجود در عضو مشکوک از نظر دوام پذیرفته خواهد شد.

الف- میانگین نتایج مغزه‌ها نباید از ۰/۸۰ معیار حداقل آزمایش دوام مشخصه کم‌تر یا از ۱/۲۵ برابر معیار حداکثر آزمایش دوام مشخصه بیش‌تر شود.

ب- نتیجه‌ی هیچ‌یک از مغزه‌ها نباید از ۰/۶۷ معیار حداقل آزمایش دوام مشخصه کم‌تر یا از ۱/۵ برابر معیار حداکثر آزمایش دوام مشخصه بیش‌تر شود.

۶-۳-۷-۵-۳- سایر اقدامات

در صورتی که در هیچ‌یک از روش‌های تحلیلی و مغزه‌گیری نتوان بتن موجود را از نظر دوام پذیرفت، در صورت تأیید مشاور با استفاده از روش‌هایی نظیر پوشش‌های محافظ سطحی یا اصلاحات و ترمیم‌های سطحی، باید عملکرد بتن عضو را از نظر دوام به سطح قابل قبولی رساند. نتیجه عملکرد این تدابیر باید بر اساس نتایج آزمایشگاهی یا میدانی به اثبات برسد.

۶-۳-۷-۶- نمونه‌های آگاهی و کنترل کفایت عمل‌آوری

۶-۳-۷-۶-۱- نمونه آگاهی

نمونه آگاهی شامل یک یا چند آزمونه است که برای آگاهی یافتن از کیفیت بتن مصرفی پروژه در سنی خاص تهیه و

آزمایش می‌شود. این آزمونه‌ها باید مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ تهیه شوند و در همان شرایطی که عضو مورد نظر قرار دارد، نگهداری و عمل‌آوری گردند.

به کمک نتایج این آزمونه‌ها و مقایسه با معیارها و مشخصات فنی خاص می‌توان زمان باز کردن قالب‌ها، زمان اعمال پیش‌تنیدگی، مدت زمان عمل‌آوری اعم از عادی یا تسریع شده و مدت حفاظت در هوای سرد را تعیین کرد.

۶-۳-۷-۶-۲- کنترل کفایت عمل‌آوری

در صورتی‌که دستگاه نظارت در ارتباط با مدت یا شیوه‌ی عمل‌آوری بتن سازه تردید داشته باشد، باید قبل از اجرای سازه، آزمایش‌هایی برای کنترل کفایت عمل‌آوری انجام شود. این آزمایش‌ها باید بر روی بتن عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد و همچنین عمل‌آوری شده در شرایط واقعی کارگاهی و مقایسه آنها انجام پذیرد.

تهیه و عمل‌آوری آزمونه در شرایط استاندارد و شرایط واقعی کارگاهی طبق استاندارد ملی ایران ۳۲۰۵ و ۲-۱۶۰۸ انجام می‌شود. آزمونه‌های عمل‌آمده در شرایط استاندارد و واقعی کارگاهی باید دارای شکل و ابعاد یکسان باشند. برای آزمونه‌های نگهداری شده در شرایط واقعی کارگاهی، باید مدت و شیوه‌ی عمل‌آوری مورد بررسی اعمال گردد و برای آزمونه‌های استاندارد، روش عمل‌آوری استاندارد اعمال شود. پس از عمل‌آوری کارگاهی، آزمونه‌ها باید تا سن مقاومت مشخصه در همان محل و در شرایط در نظر گرفته شده برای سازه نگهداری شوند و آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد تا سن مقاومت مشخصه در حوضچه آب یا اتاق مرطوب نگهداری می‌گردند.

آزمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد و واقعی کارگاهی باید از یک پیمانه‌ی بتن مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۳۲۰۱ «نمونه‌برداری از بتن تازه» برداشته شود. تعداد آزمونه‌ها برای هر یک از شرایط حداقل سه آزمونه است و در مجموع حداقل ۶ آزمونه خواهد شد.

کفایت عمل‌آوری وقتی حاصل می‌گردد که نسبت مقاومت آزمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط واقعی کارگاهی در سن مقاومت مشخصه، حداقل ۰/۸۵ مقاومت میانگین آزمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط استاندارد در همان سن باشد.

در مواردی که این شرط برآورده نشود، اگر میانگین مقاومت آزمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط واقعی کارگاهی، حداقل به میزان ۱۰ درصد بیش از مقاومت مشخصه بتن در همان سن باشد، مدت و شیوه عمل‌آوری مورد تایید است. در این حالت نیازی به نتایج آزمونه‌های عمل آمده در شرایط استاندارد نیست.

۶-۳-۸- تعمیرات حین اجرا

۶-۳-۸-۱- مقدمه

این بخش دربرگیرنده دسته‌بندی و روش‌های تعمیر کاستی‌های اجرایی است که به دلیل ضعف در عملیات اجرایی در زمان ساخت سازه‌های بتنی و پیش از بهره‌برداری رخ می‌دهند. کاستی‌های اجرایی به آسیب‌های فیزیکی یا مکانیکی گفته می‌شوند که به دلیل اشتباهات سهوی دست‌اندرکاران و عوامل اجرایی پدید می‌آیند. استفاده از تجهیزات نامناسب

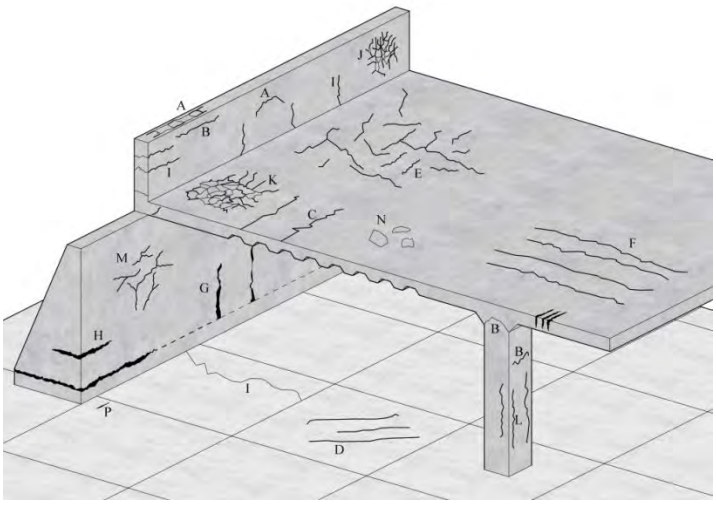
و ناکافی و به‌کارگیری پرسنل ناکارآزموده می‌تواند نقاط ضعفی در بتن پدید آورد که ممکن است بهره‌برداری از سازه را دچار مشکل کند.

۶-۳-۸-۲- ترک زودهنگام

ترک‌های زودهنگام می‌توانند در بتن تازه، بتن جوان و در بتن سخت‌شده پدید آیند. ترک‌های زودهنگام در بتن تازه به دو دسته ترک‌های جمع‌شدگی خمیری و نشست خمیری تقسیم می‌شوند. ترک‌های پدید آمده در بتن سخت‌نشده بیشتر از نوع ترک‌های سطحی یا ترک‌های کم‌عمق هستند که حداکثر تا روی میلگردها (پوشش بتن) ادامه یافته‌اند.

ترک‌های زودهنگام در بتن سخت‌شده ممکن است به دلیل بارگذاری زودرس، بارگذاری بیش از اندازه در حین ساخت، یا بارگذاری اتفاقی پدید آیند. زود بازکردن قالب یا زود برداشتن شمع‌ها یا پایه‌های اطمینان می‌تواند منجر به بارگذاری زودرس در اعضای بتنی به‌ویژه در اعضای افقی و خمشی (تیر و دال) شود. بارگذاری بیش از حد مجاز به دلیل انباشتن بیش از اندازه مصالح یا تجهیزات ساخت روی سقف‌ها ممکن است به پدید آمدن ترک‌هایی در بتن سخت‌شده بیانجامد. بارگذاری‌های اتفاقی یا حوادث پیش‌بینی‌نشده، پیشامدهای یکباره و کوتاه‌مدتی هستند که به‌طور ناگهانی در زمان ساخت سازه اتفاق می‌افتند. ضربه وارد به اعضای بتنی مانند برخورد اجسام سخت یا قطعات رها شده، رخ‌دادن زلزله، طوفان و آتش‌سوزی را می‌توان از جمله بارگذاری‌های اتفاقی در زمان ساخت برشمرد. یکی دیگر از مهم‌ترین ترک‌های زودهنگام در بتن سخت‌شده، به‌ویژه در بتن‌ریزی‌های حجیم، ترک‌های حرارتی هستند که به دلیل ناآگاهی و نادیده گرفتن مسایل مرتبط با گرمازایی بتن پدید می‌آیند. ترک‌های زودهنگام در بتن سخت‌شده در بیشتر موارد از ضخامت پوشش بتنی فراتر می‌روند و در دسته ترک‌های عمیق جای می‌گیرند. در مواردی این ترک‌ها ممکن است در سطح پیوسته باشند و در مواردی به صورت یکپارچه در تمام مقطع عضو بتنی ادامه یابند.

شمایی از ترک‌های متداول بتن در شکل ۶-۲۴ نشان داده شده است. دلایل و زمان شکل‌گیری این ترک‌ها در جدول ۳-۴۶ آورده شده است.



شکل ۶-۲۴- نمایی از انواع ترک‌ها در سازه بتنی

جدول ۶-۴۶ – جمع‌بندی نوع ترک‌ها و دلایل پدیدآورنده‌ی آنها

نوع ترک	نمود در شکل ۳-۲۷	بندی و تقسیم خاستگاه ترک	ترین متداول موقعیت بُروز ترک	دلیل اولیه و اصلی (به جز مقیدشدگی)	دلایل ثانویه و عوامل تاثیرگذار	راهکارهای پیشگیری و درمان*	زمان پدیدار شدن پس از ریزی‌بتن
نشست خمیری	A	روی میلگردها	مقاطع عمیق	آب انداختن بیش از اندازه	خشک شدن سریع و زودهنگام	کاهش آب انداختگی (با کمک هوازایی یا بازلرزاندن)	۱۰ دقیقه تا ۳ ساعت
	B	قوسی شکل	هابالای ستون				
	C	تغییر عمق مقطع	های مجوف‌دال				
شدگی جمع خمیری	D	قطری	هاها و دال‌روسازی	خشک شدن سریع و زودهنگام	نرخ و آهنگ پایین آب انداختن	شروع زودهنگام آوری‌عمل	۳۰ دقیقه تا ۶ ساعت
	E	نامنظم	های بتن آرمه‌دال				
	F	روی میلگردها	های بتن آرمه‌دال	خشک شدن سریع به همراه پوشش کم بتن روی میلگرد			
انقباض حرارتی زودهنگام	G	وجود قید بیرونی	دیوارهای ضخیم	گرمازایی بیش از اندازه	سرد شدن سریع	کاهش گرمازایی یا عایقکاری حرارتی	از یک روز تا دو یا سه هفته
	H	وجود قید درونی	های ضخیم‌دال	گرادیان (شیب) دمایی زیاد			
شدگی جمع ناشی از خشک شدن (تکیدگی)	I		های دیوارها و دال نازک	درزآرایی ناکافی یا نامناسب	شدگی جمع بیش از اندازه / آوری عمل ناکافی	کاهش آب مخلوط آوری/ بهبود عمل	چندین هفته یا ماه
هاپوست ترک	J	بتن در تماس با جداره قالب	بتن نمایان	بندی ناتراواقالب	های پر مخلوط سیمان / عمل آوری ضعیف	آوری / بهبود عمل بهبود عملیات پرداخت	یک تا ۷ روز، گاهی هم دیرتر
	K	کشی شده‌بتن ماله	هادال	کشی بیش از اندازه‌ماله			
خوردگی میلگرد	L	شرایط رویارویی	اعضای بتن آرمه	فراهم بودن شرایط اکسایش	پوشش کم / کیفیت پایین بتن	حذف کردن عوامل برشمرده	بیش از دو سال
واکنش قلیایی-سنگدانه	M	شرایط رویارویی	های نمدارمحیط	زا به سنگدانه واکنش همراه سیمان پُرقلیا	بتن با کیفیت پایین	حذف کردن عوامل برشمرده	بیش از ۵ سال
تاول زدگی	N		هادال	محبوس شدن آب انداختگی‌ناشی از آب	استفاده از ماله فلزی	حذف کردن عوامل برشمرده	پس از پرداخت سطح
های گوشه‌ترک	P		های آزاد دال‌لبه	پذیر در سنگدانه آسیب یخبندان		کاهش اندازه سنگدانه	بیش از ۱۰ سال

۶-۳-۸-۲-۱- روش تعمیر ترک‌های زودهنگام

وجود ترک در بتن از یک سو به دلیل ایجاد ناپیوستگی (بتن به بتن و بتن به میلگرد) می‌تواند بر عملکرد سازه‌ای عضو تاثیر بگذارد و از سوی دیگر به دلیل ایجاد محل رخنه می‌تواند درون‌رفت مواد و یون‌های زیانبار را آسان کند و پایایی بتن و آببندی سازه را به خطر اندازد. در این راستا، روش‌های تعمیر ترک‌های زودهنگام را می‌توان بر اساس عملکرد غیرسازه‌ای یا سازه‌ای آنها دسته‌بندی کرد.

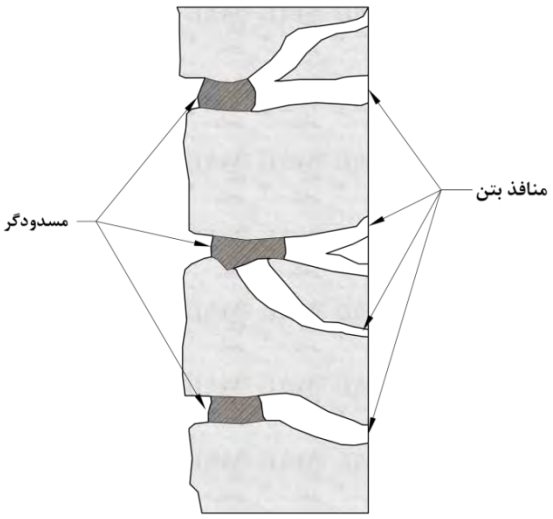
- ترک‌های غیرسازه‌ای

ترک‌های غیرسازه‌ای به دو دسته پوست‌ترک‌ها[۱] (سطحی) و ترک‌های کم‌عمق تقسیم می‌شوند. هدف راهبردی تعمیر این ترک‌ها بستن مسیر درون‌رفت و کاهش نفوذ مواد زیانبار به درون بتن است. روش کلی تعمیر این نوع ترک‌ها، بستن منافذ (منفذبندی)[۲] آنها است. منفذبندها[۳] به دو روش ۱) بستن منفذ[۴] یا ۲) پوشاندن جداره منفذ[۵] از درون‌رفت رطوبت و مواد زیانبار به درون بتن جلوگیری می‌کنند. منفذبندها به سطح بتن اعمال می‌شوند و ممکن است به درون منافذ بتن نفوذ کنند یا عملکردی سطحی در دهانه ورودی روزنه‌ها و منافذ داشته باشند.

الف) پوست ترک‌ها

برای منفذبندی پوست‌ترک‌ها می‌توان از انسدادگرها[۶] و جداره‌پوش‌ها[۷] استفاده کرد. انسدادگرها به دو گروه منفذبندهای نفوذگر و منفذبندهای سطحی تقسیم می‌شوند.

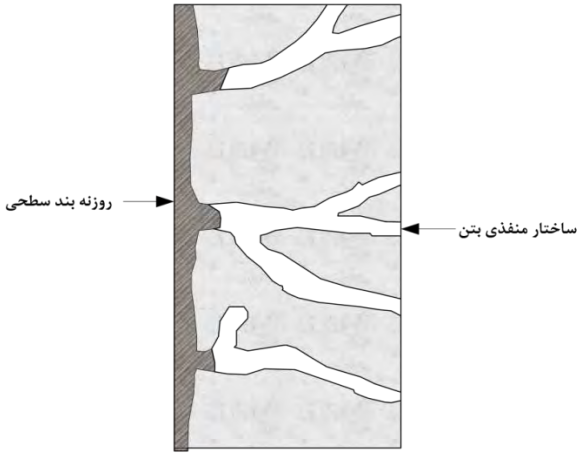
انسدادگرهایی که به درون منافذ و ترک‌ها نفوذ می‌کنند به نام رخنه‌بندهای نفوذگر یا درون‌رونده[۸] شناخته می‌شوند. میزان و عمق نفوذ این نوع رخنه‌بندها به اندازه مولکولی ماده رخنه‌بند و اندازه و ساختار حفره‌ای بتن و نیز به شرایط رطوبتی منافذ و حفرات بستگی دارد. رخنه‌بندهای نفوذگر معمولا قابلیت ترک‌پوشانی[۹] ندارند و نمای بتن را نیز تغییر نمی‌دهند هر چند ممکن است برخی از آنها رنگ سطح بتن را اندکی تغییر دهند. نمایی از عملکرد رخنه‌بندهای نفوذگر در شکل ۶-۲۵ نشان داده شده است.



۱- Crazing cracks
۲- Sealing
3- Sealer
4- Pore blocking
5- Pore lining
۶- Pores blockers
۷- Pores liners
8- Penetrating sealers
9- Crack-bridging

شکل ۶-۲۵- نمایی از عملکرد رخنه‌بندهای نفوذگر

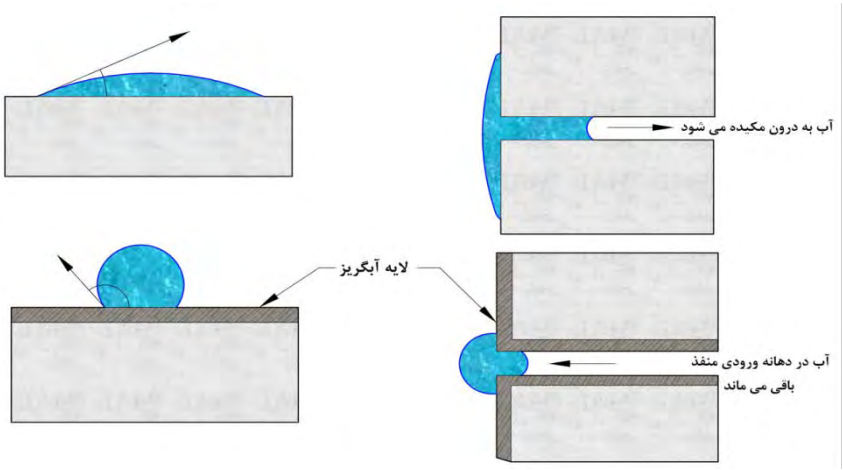
رخنه‌بندهای سطحی[1] آنهایی هستند که لایه‌ای بسیار نازک (با ضخامت لایه خشک شده بین ۰/۰۳ تا ۰/۲۵ میلیمتر) بر روی کل سطح بتن و دهانه منافذ پدید می‌آورند (شکل ۶-۲۶). این رخنه‌بندها بافت سطحی بتن را خیلی تغییر نمی‌دهند و قابلیت ترک‌پوشانی آنها برای ترک‌های فعال ممکن است محدود باشد. برخی از آنها با پرکردن دهانه ورودی منافذ و ریزترک‌های غیرفعال، از نفوذ رطوبت به درون این نوع ترک‌ها می‌کاهند. در حالت کلی، روزنه‌بندهای سطحی از درون‌رفت آب، یون کلر، و برخی مواد شیمیایی ضعیف جلوگیری می‌کنند ولی ممکن است اجازه عبور بخار آب را بدهند.



شکل ۶-۲۶- نمایی از رخنه‌بند سطحی

رخنه‌بندهای جداره‌پوش با ایجاد لایه‌ای نازک از مواد آب‌گریز[2] بر روی سطح بتن و جداره داخلی منافذ و حفره‌های درونی بتن، سبب افزایش زاویه تماس سطح آب با دیواره منافذ و کاهش مکش مویینه می‌شوند و سطح را دافع آب[3] می‌کنند. نمایی از چگونگی کارکرد آب‌گریزکننده‌ها در شکل ۶-۲۷ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود، این نوع منفذبندها برای فشارهای هیدروستاتیک کاربرد ندارند.

1- Surface sealers
۲- Hydrophobic
۳- Water repellent



شکل ۶-۲۷- چگونگی کارکرد لایه آب‌گریز در کاهش درون‌رفت آب به منافذ بتن

ب) ترک‌های کم‌عمق

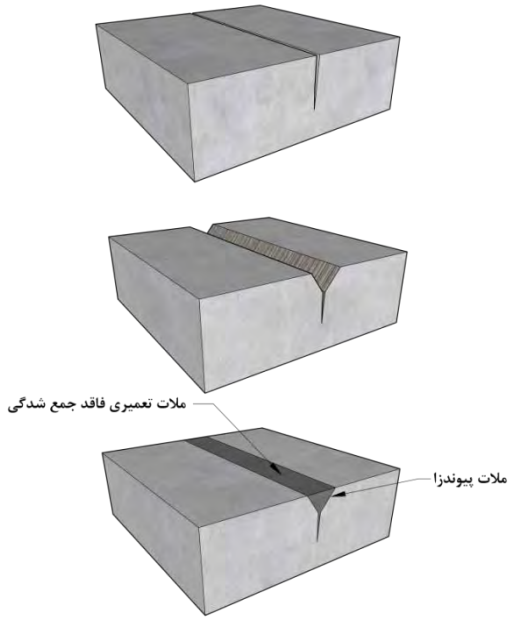
برای تعمیر ترک‌های کم عمق می‌توان از ۱) روش پُرکردن ثقلی یا ۲) روش شیارزدن و پُرکردن استفاده کرد.

در روش پُرکردن ثقلی ابتدا رخنمون ترک با فشار هوا پاک‌سازی شود. سپس با کمک یک خمیر در دو طرف ترک یک خزینه ایجاد می‌شود (یا یک شیار جناغی روی ترک ایجاد می‌شود). پس از آماده‌سازی و پاکسازی دوباره سطح ترک، رزین اپوکسی رقیق در خزینه یا شیار ریخته می‌شود و اجازه داده می‌شود تا رزین تحت اثر وزن خود به آرامی در ترک نفوذ کند. مقدار اضافی رزین به همراه ماده خمیری (دیواره خزینه) در انتها برداشته می‌شود.

در روش شیارزدن و پُرکردن[۱] باید ابتدا ترک توسط سنگ‌فرز به صورت شیار جناغی (V شکل) درآید و پس از تمیزکردن و در صورت نیاز اعمال لایه پیوندزا[۲]، ترک با استفاده از ملات تعمیری ریزدانه پایه سیمانی بدون جمع‌شدگی پر شود. پیشنهاد می‌شود بزرگ‌ترین اندازه سنگدانه مصرفی به ۲ میلیمتر محدود شود. جزییات این روش در شکل ۶-۲۸ نشان داده شده است. این روش تنها برای منفذبندی ترک غیرسازه‌ای به کار می‌رود.

۱- Grooving and filling

۲- Bonding layer



شکل ۶-۲۸- جزییات اجرایی روش شیارزدن و پرکردن برای تعمیر ترک‌های کم عمق

- ترک‌های سازه‌ای

برای تعمیر ترک‌های عمیق یا سازه‌ای باید با صلاحدید مشاور و دستگاه نظارت از روش‌هایی مانند تزریق با اپوکسی، تزریق دوغاب سیمانی بدون جمع‌شدگی، کارگذاری میلگردهای دوخت، یا روش‌های تقویتی مانند زره‌پوش کردن، جلیقه (غلاف) بتنی، جلیقه پلیمری[۱] و ... استفاده کرد. بنا به نیاز می‌توان روش‌های تعمیر غیرسازه‌ای را نیز همراه با روش‌های تعمیر سازه‌ای ترک به کار برد.

۶-۳-۸-۳- کرموشدگی‌ها

کرموشدگی در زمان بتن‌ریزی می‌تواند به دلیل تراکم ناکافی، جداشدگی و انباشتگی دانه‌های درشت در پای ستون یا دیوار، فرار دوغاب بتن به دلیل درزبند نبودن قالب یا لرزاندن بیش از اندازه پدید آید. کرموشدگی به دو دسته کم‌عمق (سطحی) یا عمیق تقسیم می‌شود. گو اینکه مرز مشخصی برای تفکیک کرموشدگی کم‌عمق[۲] و عمیق[۳] وجود ندارد ولی برای مقاصد اجرایی می‌توان کرموشدگی کم‌عمق (سطحی) را آن دسته از کرموشدگی‌ها در نظر گرفت که عمق آن بیش از حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی نباشد.

۱- FRP: Fiber reinforced polymer

۲- Shallow honeycombing

۳- Deep honeycombing

۶-۳-۸-۳-۱- تعمیر کرموشدگی‌های کم‌عمق

برای تعمیر کرموشدگی سطحی یا کم‌عمق، ابتدا باید سطح بتن با برس سیمی یا آب پُرفشار[۱] پاک‌سازی و آماده‌سازی شود و حفرات با استفاده از یک ملات ریزدانه پایه سیمانی بدون جمع‌شدگی یا اصلاح شده با پلیمر[۲] پُر شود. چنانچه از لایه پیوندزا استفاده نشود، باید سطح زیرین در حالت اشباع با سطح خشک (SSD) باشد. به دلیل زیاد بودن نسبت سطح به ضخامت ملات تعمیری، باید حفاظت و عمل‌آوری پس از اجرای ملات تعمیری آغاز شود. در صورت پراکنده بودن نقاط تعمیری توصیه می‌شود از روش‌های جلوگیری از تبخیر برای عمل‌آوری و حفاظت استفاده شود. چنانچه از ملات ریزدانه پلیمری[۳] (مانند بتونه اپوکسی[۴]) برای تعمیر کرموشدگی سطحی استفاده شود نیازی به عمل‌آوری نیست.

۶-۳-۸-۳-۲- تعمیر کرموشدگی عمیق

محل تعمیر باید تا آنجا که ممکن است شکل هندسی ساده‌ای داشته باشد و لبه‌های آن باید تقریبا عمودبُر باشد. در این راستا پیرامون ناحیه تعمیری باید با استفاده از یک سنگ برش الماسه (سنگ فرز) به شکل یک چند ضلعی بریده شود که زوایای داخلی آن همگی کمتر از ۱۸۰ درجه باشد. توصیه می‌شود در صورت امکان کنج‌ها تیزگوشه نباشند. عمق برش باید دست‌کم ۱۵ میلیمتر یا سه برابر بزرگترین اندازه دانه ماده تعمیری (هر کدام که بزرگتر است) باشد. دقت شود که در زمان بریدن بتن، میلگردها آسیب نبینند. عمودبُر کردن لبه‌ها سبب می‌شود از ایجاد لبه‌های پَرکلاغی[۵] جلوگیری شود و احتمال بلندشدن و جداشدن ماده تعمیری از پیرامون تعمیر در آینده کاهش یابد (شکل ۶-۳۳).

پس از بریدن لبه‌های پیرامون ناحیه کرموشده، بتن ناسالم و آسیب دیده درون ناحیه برش خورده با کمک بتن‌کن[۶] دستی سبک یا چکش و قلم برداشته شود. برای برداشتن بتن نزدیک به لبه‌های برش خورده بهتر است از چکش و قلم یا چکش‌های سبک‌تر استفاده شود. برداشتن بتن تا آنجا باید ادامه یابد که در زمان بتن‌برداری، سنگدانه بشکند بدون آن که از خمیر دربرگیرنده خود جدا شود. در چنین حالتی می‌توان اطمینان پیدا کرد که به یک بستر سالم دست یافته‌ایم. توصیه می‌شود در بخش‌های تحتانی از چکش‌های سبک‌تر یا وسایل تخریبی ظریف‌تر استفاده شود تا بتن به جا مانده، سالم و ترک نخورده باقی بماند.

۱- Water jet

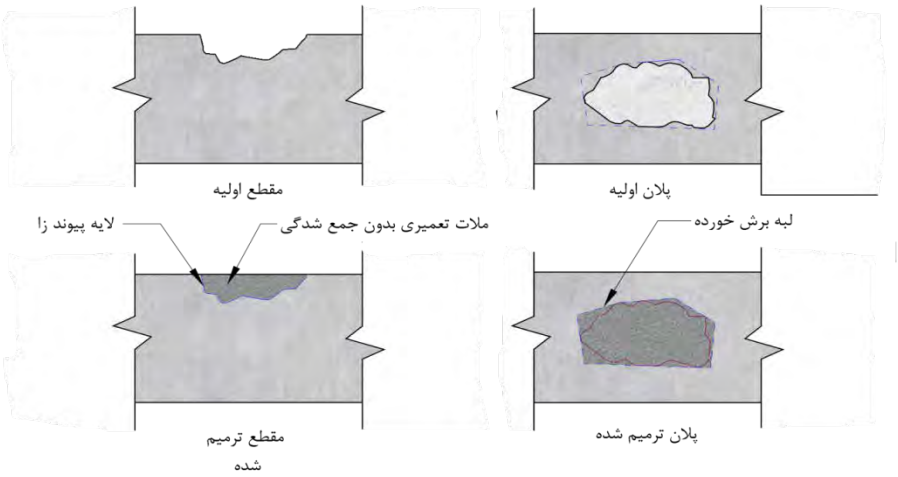
۲- Polymer modified cementitious mortar

۳- Polymer mortar

۴- Epoxy putty

۵- Feather edges

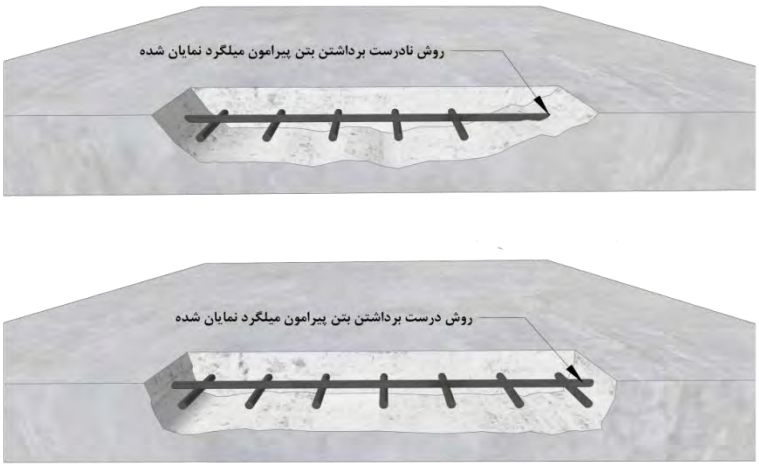
۶- Concrete breaker



شکل ۶-۲۹- آماده‌سازی و تعمیر ناحیه کرموشده

اگر در هنگام برداشتن بتن کرمو یا ناسالم، میلگردها نمایان شوند، باید دقت کرد که پیوستگی میلگرد نمایان شده با بتن آسیب نبیند. چنانچه کرموشدگی تا عمق میلگرد یا بیشتر از آن ادامه یافته باشد یا به پیوستگی میلگرد و بتن یا به لایه انفعالی پیرامون میلگردها در زمان بتن‌برداری آسیب برسد باید عملیات برداشتن بتن تا پشت میلگردها ادامه یابد. برداشتن بتن پشت و پیرامون آرماتورها باید تا آنجا ادامه یابد که یک فضای خالی به ضخامت دست‌کم ۲۰ میلیمتر یا حداقل ۵ برابر بزرگترین اندازه دانه ماده تعمیری (هر کدام که بیشتر باشد) پدید آید.

عملیات برداشتن بتن پیرامون میلگرد نمایان شده باید در امتداد میلگرد تا آنجا ادامه یابد که میلگرد کاملا در بتن مهار شده باشد (شکل ۶-۳۰).



شکل ۶-۳۰- برداشتن بتن کرموشده پیرامون میلگردها

در زمان اجرای ملات تعمیری، سطح بستر بتنی باید سالم و بدون ذرات سست باشد. چنانچه سطح به دلیل فاصله زمانی بین آماده‌سازی تا اجرای ملات تعمیری یا به هر دلیل دیگر با روغن، گریس، گردوخاک، و هر ماده‌ای که باعث تضعیف پیوستگی ملات تعمیری با بتن یا میلگرد می‌گردد، آلوده شده باشد باید پیش از اجرای ملات تعمیری دوباره پاک‌سازی شود.

در صورتی که لازم باشد سطح بتن پایه شرایط اشباع با سطح خشک (SSD) داشته باشد باید این سطح ۱۵ تا ۳۰ دقیقه پیش از اجرای ملات تعمیری آبپاشی شود و اجازه داده شود که پس از اشباع شدن بتن، آب سطحی تبخیر یا جذب گردد و آب آزاد روی سطح بتن باقی نماند. زمانی که سطح بتن شروع به تغییر رنگ می‌دهد و کمرنگ می‌شود می‌توان آن را اشباع با سطح خشک در نظر گرفت.

بنا به نیاز، یک لایه پیوندزا از جنس دوغاب لاتکس‌دار بر روی سطح آماده‌سازی شده اجرا می‌شود. پیش از خشک شدن لایه پیوندزا باید ملات تعمیری پایه سیمانی بدون جمع‌شدگی بر روی ناحیه تعمیری اجرا شود و عمل‌آوری بی درنگ پس از پرداخت سطح آغاز شود.

در روش اجرای ملات تعمیری به صورت دستی و در مواردی که میلگردها نمایان شده‌اند ابتدا باید پشت میلگردها با دست پُر و متراکم شوند. برای دستیابی به تراکم مناسب باید ملات تعمیری از یک طرف با انگشتان دست به پشت میلگرد رانده شود تا زمانی که ملات تعمیری از طرف دیگر بیرون بزند. سپس با کمک انگشتان دو دست و از دو طرف ملات پشت میلگرد فشرده و متراکم شود. پس از پر شدن پشت همه میلگردهای نمایان شده، می‌توان فضای بین میلگردها را در یک یا چند لایه پر کرد. توجه شود که عملیات تعمیر بتن پیرامون میلگردهای نمایان شده باید در یک نوبت کاری تا آنجا پیش رود که روی میلگردها با ملات تعمیری پوشانده شده باشد.

۶-۳-۹ پیش‌تنیدگی بتن[1] یا بتن پیش‌تنیده[2]

۶-۳-۹-۱- کاربرد پیش تنیدگی

پیش‌تنیدگی معمولا به دو صورت پیش‌کشیدگی[3] و پس‌کشیدگی[4] انجام می‌شود. در روش پیش‌کشیده، ابتدا فولادهای پیش‌تنیدگی با نیرو یا تنش موردنظر کشیده و سپس بتن درون قطعه و در تماس با این فولادها ریخته می‌شود و پس از کسب مقاومت لازم، این فولادها از جک جدا یا بریده می‌گردد و نیروی پیش‌تنیدگی آزاد و اعمال می‌شود.

در خطوط پیوسته بلند، برای ساخت چندین قطعه، معمولا برای اعمال پیش‌تنیدگی، کابل یا استرند در فواصل قطعات بریده می‌شود و چسبندگی بتن و فولاد مهم می‌باشد. در خطوطی که برای ساخت تک قطعه پیش‌تنیده استفاده می‌شود، معمولا از طریق صفحات انتهایی و آزاد کردن میلگرد یا فولاد پیش‌تنیدگی اعمال می‌گردد و چسبندگی بتن و فولاد اهمیت کمتری دارد.

در روش پس کشیده، ابتدا فضای عبوری سیم های فولادی (غلاف)[5] در قالب قرار داده می‌شود و به دنبال آن بتن ریزی انجام می‌گردد و پس از کسب مقاوت لازم، فولاد پیش تنیدگی عبور داده شده از داخل غلاف کشیده و پس از مهار

1- Prestressing of Concrete
2 -Prestressed Concrete
3 -Pre-tensioning
4 -Post-tensioning
5- Duct

آن و رهاسازی پیش‌تنیدگی اعمال می‌شود. چنانچه غلاف با دوغاب یا ملات سیمانی پر شود به آن تاندون چسبیده[1] و در صورتی با روغن گریس پرگردد به آن تاندون نچسبیده[2] می‌گویند. در هر دو صورت، این مواد باعث محافظت تاندون های فولادی در برابر خوردگی می شوند.

قطعات بتنی پیش‌تنیده می‌تواند به دو روش درجا و پیش‌ساخته باشد، اعم از اینکه به‌صورت پیش‌کشیده یا پس‌کشیده تولید شود، در روش پیش‌کشیده، درجا بودن قطعات قابل کاربرد نمی‌باشد.

۶-۳-۹-۲- مصالح و تجهیزات پیش‌تنیدگی

مصالح و تجهیزات پیش‌تنیدگی باید شامل فولادهای پیش‌تنیدگی، پوشش‌ها یا غلاف‌ها، تجهیزات کشش و ابزار مهار، تجهیزات تزریق روان‌ملات، دوغاب و گریس باشد. روش نگهداری و انبار کردن مصالح پیش‌تنیدگی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۲۰۸۵۸ باشد.

۶-۳-۹-۲-۱- فولادهای پیش‌تنیدگی

مفتول[3] پیش‌تنیدگی: مشخصات مفتول‌های پیش‌تنیدگی باید مطابق با استاندارد ASTM A421[4] در دو نوع BA و WA و در رده‌های ۲۳۵، ۲۴۰ و ۲۵۰ با مقاومت نهایی ۱۶۲۰، ۱۶۵۵ و ۱۷۲۵ مگاپاسکال باشد. تفاوت این دو نوع در نحوه مهار انتهایی آن‌ها است. استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۱-۱۳۲۵۰ تا ۵-۱۳۲۵۰ برای سیم و مفتول و میلگردهای پیش‌تنیدگی بر اساس و هماهنگ با ISO 6934-1 تا ISO 6934-5 وجود دارند.

سیم بافته‌شده[5] پیش‌تنیدگی: تعداد رشته‌های مفتول سیم‌های بافته‌شده پیش‌تنیدگی تا ۵۰ رشته مجاز است، اما توصیه می‌شود برای فولاد پیش‌تنیدگی، از سیم‌های بافته‌شده هفت رشته‌ای استفاده گردد. سیم‌های هفت رشته‌ای با وادادگی کم باید منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۱-۱۳۲۵۰ و ۴-۱۳۲۵۰ باشند. مقاومت نهایی تاندون‌های رده ۲۵۰ برابر ۱۶۹۰ و رده ۲۷۰ برابر ۱۸۲۵ مگاپاسکال باید باشد.

میلگرد[6] پیش‌تنیدگی: ویژگی‌های میلگردهای پیش‌تنیدگی باید مطابق استاندارد ملی ایران ۱-۱۳۲۵۰ و ۵-۱۳۲۵۰ در رده ۱۵۰ با مقاومت نهایی ۱۰۳۵ مگاپاسکال باشند. استفاده هم‌زمان از فولاد با آلیاژهای متفاوت مجاز نمی‌باشد.

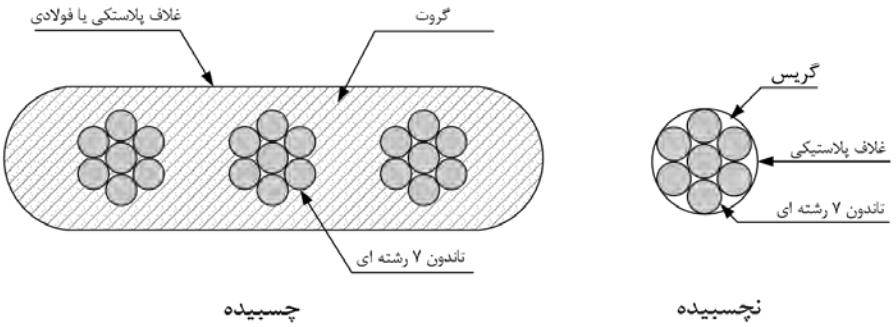
۶-۳-۹-۲-۲- غلاف‌ها و پوشش تاندون‌ها

مقطع تاندون‌های نچسبیده و چسبیده در شکل ۶-۳۱ نشان داده شده است. پوسته‌ای که برای یک تاندون نچسبیده استفاده می‌گردد باید بتواند پوشش ضد آب ایجاد کند. این پوشش باید یک محفظه ضد آب ایجاد نماید. استفاده از

1- Bonded
2- Unbonded
3- Wire
4- Standard Specification for Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete
5- Strand
6- Bar

پوشش‌های پلی‌اتیلن با چگالی زیاد (HDPE)، فلزی و پلاستیکی مجاز است. غلاف‌های فلزی با ورق گالوانیزه باید با استاندارد BS 4447[1] مطابقت داشته باشد. در سیستم‌های پیش‌کشیده، نیازی به غلاف وجود ندارد.

غلاف‌هایی که برای کاربردهای معمولی دال استفاده می‌شوند، اغلب تخت و دارای ابعادی هستند که ۲ تا ۵ تاندون را در کنار هم در خود جای می‌دهند.



شکل ۶-۳۱- نمونه مقطع غلاف‌ها

۶-۳-۹-۲-۳- تجهیزات کشش

برای انجام کنش باید از تجهیزات ذیل در کارگاه استفاده گردد:

- جک برای اعمال کشش
- پمپ فشار هیدرولیکی
- گِیج اندازه‌گیری فشار هیدرولیکی
- یک نمودار واسنجی که بر اساس فشار قرائت‌شده در گِیج، نیروی اعمالی به تاندون را تعیین می‌کند.

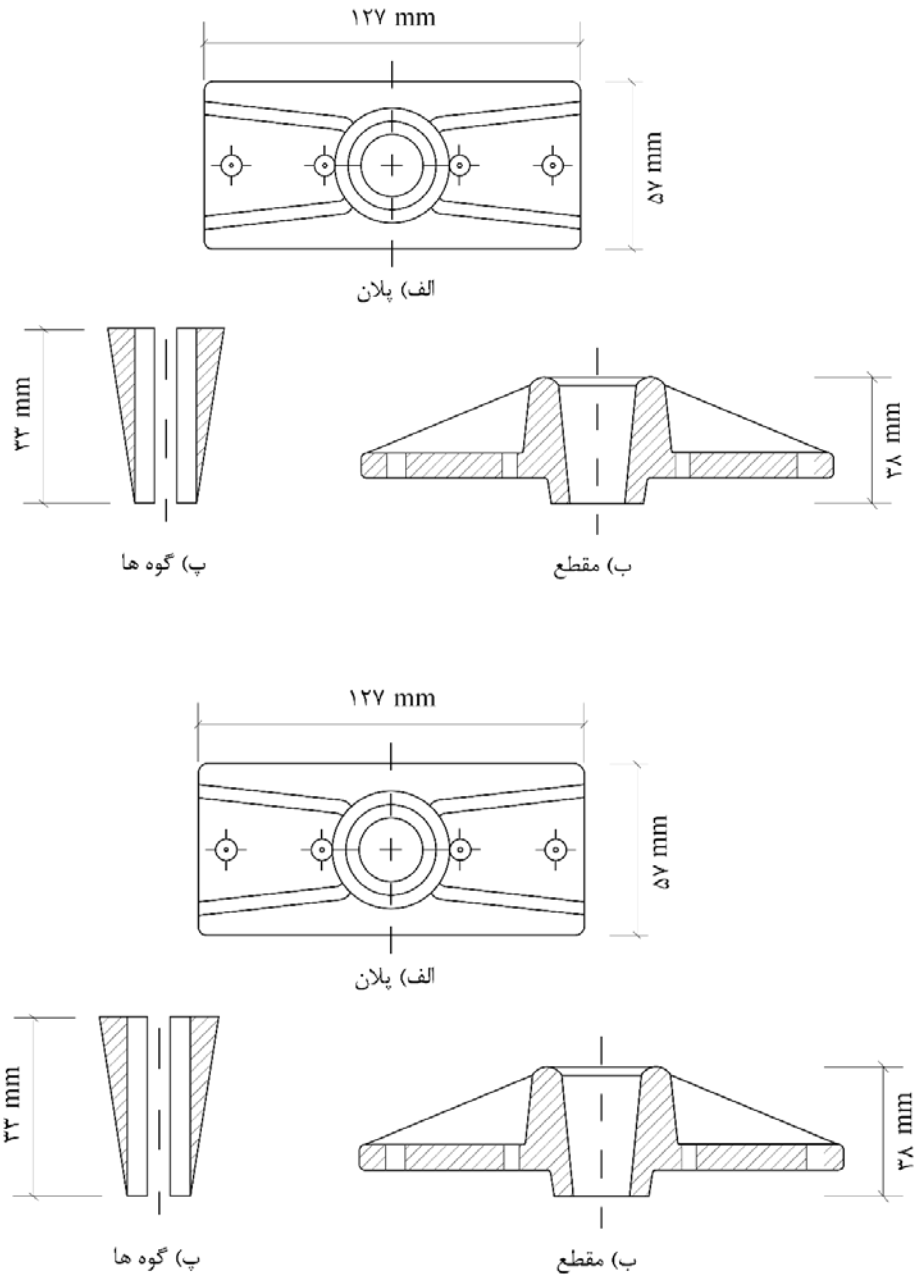
۶-۳-۹-۲-۴- ابزار مهار

الف) گیره‌های گوه‌ای[2]

این نوع گیره برای تاندون‌هایی که شامل کابل و مفتول باشند باید به کار برده شود.

شکل ۶-۳۲ اجزای اصلی تجهیزات یک مهار در سیستم نچسبیده را نشان می‌دهد (یک گیره، یک دست گوه).

1- Specification for the Performance of Prestressing Anchorage for Post-Tensioned Construction
2- Wedge Anchorages



شکل ۶-۳۲- اجزای اصلی مهار یک تاندون ۱۳ میلیمتری در یک سیستم نچسبیده

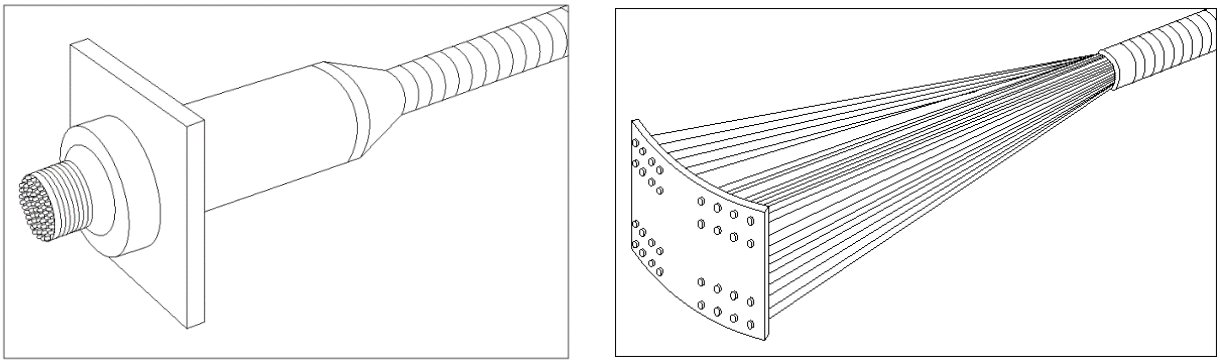
ب) هدایت‌کننده سر زنده تاندون‌ها[1]

با توجه به اینکه تمام تاندون‌های مربوط به سیستم به‌هم چسبیده از یک غلاف عبور می‌کنند، باید از یک هدایت‌کننده در سر زنده تاندون‌ها استفاده شود. فواصل بین کابل‌ها باید در هدایت‌کننده قابل تنظیم باشد و همچنین تزریق دوغاب از داخل هدایت‌کننده امکان داشته باشد.

۱- Anchorage Guide

پ) سیستم‌های سردکمه‌ای[1]

برای تاندون‌هایی که از مفتول تشکیل شده‌اند به‌جای مهار کردن با اصطکاک، استفاده از گزینه‌ی ایجاد سردکمه در انتهای مفتول و اتکای آن به یک صفحه مجاز است. جزئیات ورق پرکننده[2] در شکل ۶-۳۳ نشان داده شده است.

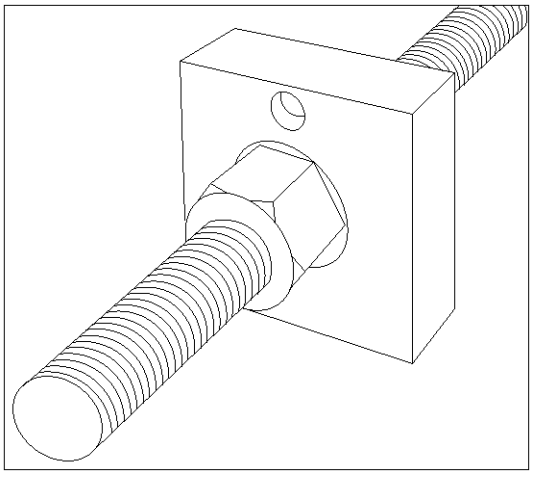


الف) گیره انتهای سر زنده ب) گیره انتهای سر مرده

شکل ۶-۳۳- نمونه سیستم سردگمه‌ای

ت) گیره پیچی[3]

گیره پیچی باید از یک میله‌ی رزوه شده به همراه یک مهره تشکیل شده باشد که به یک صفحه فولادی تکیه می‌کند (شکل ۴-۳۶). توصیه می‌شود رزوه در طول میلگرد پیش‌تنیدگی به‌صورت پیوسته باشد و امکان داشتن رواداری بزرگ‌تری را در طول میله فراهم تا در روش پس‌کشیدگی، پیوستگی بهتری با دوغاب پیرامونی درون غلاف حاصل شود.



شکل ۶-۳۴- یک نمونه گیره پیچی

1- Buttonhead Anchorages
2- Shim Plates
3- Threaded Bar Anchorages

۶-۳-۹-۳- روش‌های اجرای پیش‌تنیدگی

۶-۳-۹-۳-۱- کنترل مدارک فنی مصالح

پس از وارد شدن فولاد پیش‌تنیدگی به کارگاه، تمام مدارک و مشخصات فنی محصول باید با مشخصات مندرج در نقشه‌های اجرایی تطابق داده شود.

۶-۳-۹-۳-۲- مشخصات بتن مصرفی

ویژگی‌های بتن مصرفی باید بر اساس این فصل و همچنین آیین‌نامه بتن ایران مشخص شود.

حداقل رده مقاومتی بتن مصرفی باید C30 باشد. مقاومت موردنیاز بتن در زمان اعمال پیش‌تنیدگی و تقویت محل اعمال پیش‌تنیدگی، باید طبق الزام سازنده گیره‌ها با توجه به نیروهای جک، تعیین شود. برای قطعات پیش‌تنیده، ۷۰ درصد مقاومت مشخصه برای اعمال پیش‌تنیدگی و در روش پیش‌کشیده خطوط بلند، ۶۰ درصد مقاومت مشخصه برای اعمال پیش‌تنیدگی توصیه می‌شود.

۶-۳-۹-۳-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت

فولاد مصرفی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ برای آگاهی از تنش تسلیم، تنش حد نهایی، مدول ارتجاعی، میزان کرنش و آزمایش وادادگی مورد آزمایش قرار گیرد و به تائید دستگاه نظارت برسد.

۶-۳-۹-۳-۴- خرک‌ها و شابلون‌ها

به‌منظور تنظیم محل دقیق غلاف فولاد پیش‌تنیدگی پس‌کشیده، باید از خرک‌هایی[1] استفاده شود. نصب و رنگ‌آمیزی خرک‌ها باید متناسب با ارتفاع خرک‌ها در نقشه انجام شود تا به راحتی با کنترل چشمی بتوان میزان افت و خیز فولاد را در طول مسیر کنترل کرد. در روش پیش‌کشیده، به‌جای استفاده از خرک، محل دقیق فولاد به کمک شابلون‌هایی باید تعیین شود.

۶-۳-۹-۳-۵- ساخت و تحویل فولاد پیش‌تنیدگی

فولاد باید براساس نقشه‌های نصب کارگاهی[2] که توسط پیمانکار یا کارخانه‌ی سازنده پس از بررسی نقشه‌های مشاور و تطابق با محل اجرا، تهیه شده، آماده و جاگذاری شوند. در صورتی‌که فولاد دو سر کشش استفاده شود، فولادهای تک رشته‌ای روکش‌دار بر اساس طول مندرج در مشخصات فنی باید بریده شوند و در یک سر آن‌ها گیره ثابت نصب گردد. هر فولاد باید به‌وسیله رنگ‌آمیزی گیره یا روکش آن، کدگذاری و بر مبنای نقشه‌های نصب نشان‌دهنده محل نصب، شناسایی گردند. بسته‌بندی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۲۶۴۰ و ۲۰۸۵۸ انجام شود.

1- Duct Chair
2- Shop Drawing

۶-۳-۹-۳-۶- نصب فولاد پیش‌تنیدگی

الف) نصب فولاد پیش‌تنیدگی پس‌کشیده

جزئیات مراحل نصب فولاد پیش‌تنیدگی پس‌کشیده باید مطابق با الزامات شکل ۶-۳۵ باشد.

پس از حمل فولاد بسته‌بندی شده به محل اجرا باید طبق نقشه‌های نصب در محل خود قرار گیرد. کنترل طول برش باید با اندازه‌گیری‌های میدانی و مقایسه آن با طول مستقیم و اضافه نمودن طول مربوط به فک جک هیدرولیکی و همچنین درصدی از طول فولاد که وابسته به میزان افت و خیز آن در طول مسیر می‌باشد، انجام شود.

گیره‌های انتهای مرده باید با فاصله حداقل ۵۰ میلی‌متر از قالب قرار گیرند و انتهای زنده در قالب جداره وجه مقابل نصب شود. عبور فولاد از داخل گیره باید بعد از اینکه روکش پلاستیکی فولاد در انتهای زنده برداشته شد، انجام شود.

فولاد باید با طول‌های مورد نیاز از روی قرقره[1] همراه با ابزار هدایت، مطابق شکل ۶-۳۵-پ بریده شوند. طول فولاد باید به گونه‌ای انتخاب شود که پس از استقرار (با در نظر گرفتن حرکت موجی) به مقدار مورد نیازِ جک، جهت اعمال کشش، از قالب بیرون بماند. این میزان وابسته به نوع جک بوده و باید بر اساس نظر دستگاه نظارت تعیین شود.

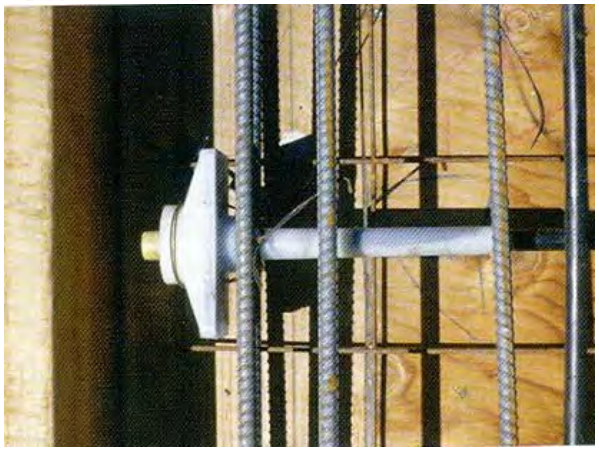
الف) گیره کششی و قالب حفره‌ی جلوی گیره در سیستم نچسبیده

ب) گیره کششی و قالب حفره‌ی جلوی گیره در سیستم چسبیده

1- Strand Coil

پ) قرقره تاندون‌ها و باز کردن تاندون‌ها و جایگذاری آن‌ها توسط ابزار هدایت از روی قرقره (انتهای مرده تاندون در فاصله ۵۰ میلی‌متری قالب جداره قرار می‌گیرد)

ت) سر مرده تاندون‌ها در سیستم به هم چسبیده



ث) سر مرده تاندون‌ها در سیستم‌های بهم نچسبیده

ج) نحوه اجرای سر زنده تاندون‌ها در لبه قالب دال و آرماتوربندی اطراف آن و تزریق دوغاب از طریق لوله تزریق[1] تعبیه‌شده بر روی آن در سیستم چسبیده

1- Live End Grout Vent

چ) نحوه اجرای سر زنده تاندون‌ها در لبه قالب دال و آرماتوربندی اطراف آن در سیستم نچسبیده (انتهای کششی به قالب جداره متصل شده و تاندون‌ها از گیره‌ها عبور داده می‌شوند)

شکل ۶-۳۵- مراحل نصب تاندون‌ها

در ابتدا باید فولادهای پیش‌تنیدگی تحتانی در جهتی که مطابق با نقشه‌ها، پایین‌ترین تراز ارتفاعی را دارند اجرا شوند. فولاد تحتانی باید به نحو مناسبی بر روی خرک‌ها مهار شود تا در حین عملیات بتن‌ریزی جابه‌جا نشود، سپس آرماتورهای تحتانی هم‌راستا با فولاد پیش‌تنیدگی اجرا شوند. در مقاطعی که فولاد پیش‌تنیدگی با آرماتور در یک نقطه برخورد می‌کند، اولویت محل قرارگیری با محل فولاد پیش‌تنیدگی می‌باشد.

فولاد پیش‌تنیدگی در جهت متعامد با فولاد پیش‌تنیدگی اجراشده باید طوری اجرا شود که با ارتفاع مشخص شده در نقشه تطابق داشته باشد و درصورت برخورد با میلگرد، اولویت محل اجرا با فولاد پیش‌تنیدگی می‌باشد.

در هنگام عملیات آرماتوربندی، باید احتیاط کافی جهت جلوگیری از جابجایی فولاد پیش‌تنیدگی اعمال شود.

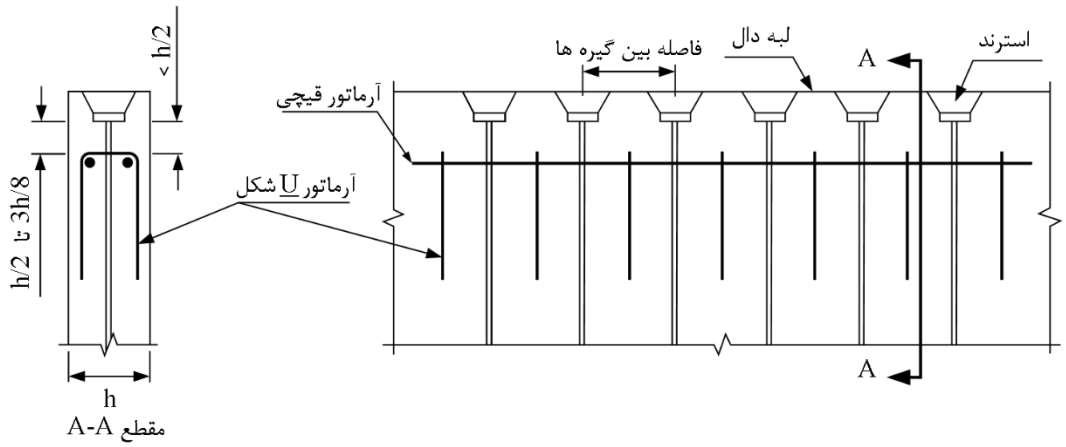
ب) نصب فولاد پیش تنیدگی و پیش کشیده

در روش پیش کشیده معمولاً از دو نوع اجرا استفاده می‌شود. در روش اول اجرای پیوسته نام دارد که در آن فولاد بین دو تکیه‌گاه با فواصل زیاد از یکدیگر (معمولاً ۷۵ تا ۱۵۰ متر)، قرار می‌گیرد و سپس کشیده می‌شود تا تغییر شکل و تنش لازم در آن به وجود آید. سپس بتن درون قالب ریخته یا به‌صورت روزن رانی اجرا می‌شود. بدیهی است فولاد مزبور اغلب به‌صورت کلاف می‌باشد و امکانات لازم برای بازکردن کلاف و کشش شبیه روش پس کشیده خواهد بود.

روش دوم اجرای ناپیوسته است که در آن فولاد پیش‌تنیدگی در قالب قرار می‌گیرد، یک سر آن به‌صورت دگمه‌ای با صفحه انتهایی قالب درگیر و مهار می‌شود. سر دیگر با ابزار کشش، کشیده و به دیگر صفحه انتهای قالب توسط پیچ مهار می‌گردد. سپس بتن درون قالب ریخته می‌شود.

۶-۳-۹-۳-۷- آرماتوربندی اطراف گیره و گوه

در سیستم‌های نچسبیده درصورتی که فواصل بین فولاد پیش‌تنیدگی، کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشد، باید از آرماتورهای انفجاری استفاده شود. جزئیات در شکل ۶-۳۶ ارائه شده است.



شکل ۶-۳۶- آرماتورهای انفجاری در سیستم به هم نچسبیده

در سیستم‌های چسبیده آرماتورهای انفجاری باید به شکل فنری اجرا شوند. در صورت عدم استفاده از آرماتورهای انفجاری در انتهای فولاد پیش تنیدگی، احتمال پکیدن بتن دال در اثر فشار فولاد پیش‌تنیدگی وجود دارد.

۶-۳-۹-۳-۸- عملیات قبل از بتن‌ریزی

قبل از عملیات بتن‌ریزی باید تمام عملیات مربوط به قالب‌بندی، آرماتوربندی و کابل‌کشی به‌طور کامل انجام شود. به این منظور در روش پس‌کشیده، باید محل‌هایی به‌منظور انجام عملیات کشش پس از سخت‌شدن بتن پیش‌بینی شود.

۶-۳-۹-۳-۹ پاک‌سازی نهایی

با استفاده از آهن‌ربا باید میخ‌های رهاشده، سیم‌ها و سایر قطعات فلزی در نقاطی که دسترسی به آن‌ها سخت می‌باشد، جمع‌آوری گردند. به‌وسیله هوای فشرده هرگونه گرد و خاک یا مواد اضافی از روی قالب یا اطراف آرماتورها باید پاک‌سازی شوند. توصیه می‌شود در آب و هوای گرم قالب با آب‌پاشی قبل از بتن‌ریزی، مرطوب و خنک گردد.

در حالت پیش‌کشیده باید دقت شود که هنگام استفاده از روغن قالب (مواد رهاساز قالب)، فولاد به این مواد آغشته نگردد. در صورت آلودگی فولاد به این مواد، باید به کمک حلال تمیزکننده مناسب، این مواد از سطح فولاد زدوده شوند.

۶-۳-۹-۳-۱۰- بتن‌ریزی

در قطعات پس‌کشیده درجا، حمل و انتقال و تراکم بتن باید مطابق با الزامات این فصل انجام شود.

در قطعات پیش‌کشیده اعم از پیش‌ساخته یا درجا، استفاده از بتن‌های فاقد اسلامپ، بتن‌های اسلامپ‌دار، یا بتن خودتراکم مجاز است. برای بتن فاقد اسلامپ باید از میز لرزه برای تراکم استفاده گردد.

۶-۳-۹-۳-۱۱- آماده‌سازی محل‌های کشش

پس از آزمایش مقاومت فشاری آزمونه‌های آگاهی بتن مصرفی قطعه، در زمانی که مقاومت بتن به مقادیر مناسب ذکر شده رسیده باشد، برای حالت پس‌کشیده باید قالب‌های جداره برداشته شوند تا لبه‌های دال نمایان گردد. بتن اضافی اطراف محل فولاد پیش‌تنیدگی باید تراشیده و قالب حفره‌ی جلوی گیره[1] برداشته شود تا قسمت انتهایی فولاد برای علامت‌گذاری و کشش آماده گردد.

تعداد جک که به طور باید برای کشش فولاد پیش‌تنیدگی استفاده می‌شود، باید پیش از آغاز عملیات توسط مشاور بیان شده باشد. باید توجه شود که جک‌های مورد استفاده برای کشیدن سایر فولادهای پیش‌تنیدگی، از مرکز به سمت کناره‌ها حرکت می‌کنند تا میزان تنش به‌وجود آمده در سقف حین عملیات کشش به حداقل مقدار ممکن برسد و از ترک‌خوردگی و چین‌خوردگی سطح دال، به‌دلیل اعمال نیروی نامتقارن، جلوگیری به‌عمل آید.

۶-۳-۹-۳-۱۲- آماده‌سازی برای کشش تاندون‌ها

گوه‌ها باید با ضربه داخل حفره فرو روند و باید از قرارگیری قطعات گوه‌ها به میزان مساوی در داخل گیره و همچنین از جفت شدن آن‌ها به تاندون‌ها اطمینان حاصل شود. عملیات کشش شامل موارد زیر می‌باشد:

الف- درگیر کردن قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی در گیره موقت جک

ب- اعمال نیروی کششی مشخص‌شده به فولاد پیش‌تنیدگی

پ- اندازه‌گیری ازدیاد طول فولاد پیش‌تنیدگی

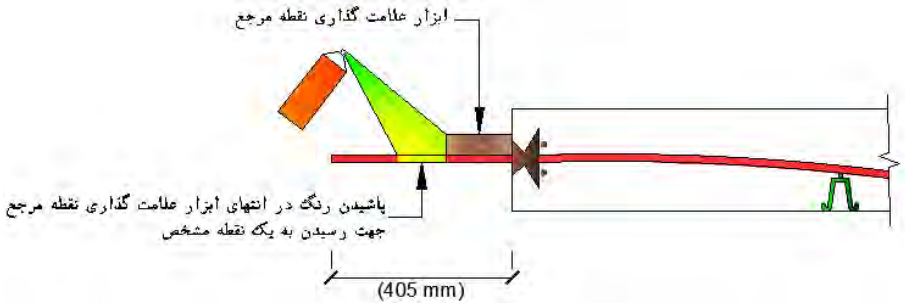
ت- جا زدن گوه‌ها

1- Pocket Former

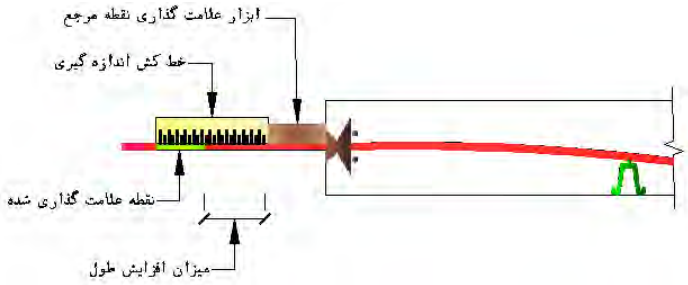
ث- آزادسازی فولاد پیش‌تنیدگی از گیره موقت جک

ج- مهار نیروی پیش‌تنیدگی فولاد پیش‌تنیدگی در گیره انتهایی

اگر ازدیاد طول فولاد پیش‌تنیدگی با نیروی جک همخوانی داشته باشد، عملیات کشش رضایت‌بخش خواهد بود. برای اندازه‌گیری ازدیاد طول، باید قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی فاصله ثابتی از انتهای عضو علامت‌گذاری گردد، که از آن به‌عنوان خط مرجع یاد می‌شود. قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی باید قبل از علامت‌گذاری، کاملا از گریس پاک شود تا علامت روی آن به‌وضوح قابل تشخیص باشد. این امر همچنین احتمال لغزش هنگام کشش را به حداقل می‌رساند (شکل ۴-۳۷).



الف) علامت‌گذاری اولیه به‌منظور اندازه‌گیری میزان افزایش طول تاندون



ب) اندازه‌گیری میزان افزایش طول تاندون

شکل ۶-۳۷- علامت‌گذاری خط مرجع در انتهای تاندون

۶-۳-۹-۳-۱۳- عملیات پیش‌تنیدگی

تیم اجرائی باید حداقل شامل دو نفر؛ یک تکنسین و یک اپراتور پمپ باشد. کشش باید تا جایی ادامه پیدا کند که ازدیاد طول فولاد پیش‌تنیدگی به مقدار مندرج در نقشه‌ها برسد. حداکثر اختلاف ازدیاد طول اندازه‌گیری‌شده با مقدار محاسباتی آن مطابق راهنمای PTI[1] نباید بیشتر از ۷ درصد باشد. درصورت مشاهده رواداری خطا بیش از ۷ درصد مقادیر، باید مجددا اقدام به اصلاح عملیات اجرایی شود تا درصد خطا به زیر ۷ درصد کاهش یابد و درصورت عدم امکان اصلاح این نقص، راهکار مناسب جهت اصلاح نقص به‌وجود آمده، توسط مشاور ارائه شود.

احتمال دارد گوه ها هنگام عملیات کشش ترک بردارند، از این رو با استفاده از با یک آینه، قسمت تحتانی فولاد

1- Post Tension Institute

پیش‌تنیدگی، گیره‌ها و گوه‌ها باید بازرسی چشمی شود و در صورتی که میزان ناترازی انتهای گوه‌ها بیشتر از ۳ میلی‌متر باشد، از ادامه عملیات جلوگیری شود. اگر میزان ناترازی کمتر یا مساوی ۳ میلی‌متر باشد، مشروط بر شناسایی علت ترک‌خوردگی و تایید دستگاه نظارت، عملیات می‌تواند ادامه پیدا کند.

۶-۳-۹-۳-۱۴- تایید ثبت کشش و خاتمه کار

میزان ازدیاد طول برای یک فولاد پیش‌تنیدگی، از مقدار مشخص‌شده نباید تجاوز کند. عدم موفقیت حداکثر ۲٪ از فولادهای پیش‌تنیدگی هنگام عملیات کشش بدون نیاز به هرگونه علت‌یابی یا اصلاح و تعمیر مجاز است.

۶-۳-۹-۳-۱۵- آزاد کردن یا بریدن فولاد پیش‌تنیدگی و خاتمه عملیات کشش

الف) حالت پس‌کشیده

در صورت تایید نیروهای کششی توسط دستگاه نظارت، قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی باید بریده شود و حفره کشش فولاد پیش‌تنیدگی توسط ملات سفت منبسط‌شونده پر گردد. برای محافظت در مقابل خوردگی و آتش، قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی باید به‌گونه‌ای بریده شود که حداقل ۲۵ میلی‌متر پوشش بتنی روی آن قطعه تامین گردد. چهار روش الف) برش با شعله، ب) دستگاه فرز، اره چرخشی ساینده، پ) برش هیدرولیکی و ت) برش پلاسما با رعایت الزامات مجاز است.

شعله باید در قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی و به فاصله ۲۰ میلی‌متر از لبه گوه اعمال شود. باید احتیاط لازم جهت محافظت از آتش‌سوزی انجام شود. دستگاه فرز نباید برای برش فولاد پیش‌تنیدگی تک‌رشته‌ای استفاده شود. از برش هیدرولیک، به علت هزینه تجهیزات، هنگامی استفاده می شود که برش با شعله ممنوع باشد. اگر از برش پلاسما استفاده می‌گردد، حفره‌های ایجادشده توسط قالب حفره‌ی جلوی گیره باید به میزانی باشند که انبرهای دستگاه بتوانند داخل آنجا شوند.

ب) حالت پیش‌کشیده

در روش اجرای پیوسته، ابتدا باید فولاد کشیده شده آزاد و سپس این فولاد از محل‌های مشخص (در فواصل قالب‌ها یا انتهای طول قطعه موردنظر) بریده شود تا تنش به بتن اعمال شده و قطعات با طول مشخص حاصل گردد.

در این روش بتن باید به مقاومت مناسب برای تحمل نیروی پیش‌تنیدگی که مشاور تعیین است، دست یافته باشد.

۶-۳-۹-۳-۱۶- حفاظت فولاد در نقاط انتهایی

در روش پس‌کشیده، پس از برش باید مواد و مصالح اضافی از داخل حفرات کشش مطابق شکل ۶-۳۸ زدوده و قسمت انتهایی فولاد پیش‌تنیدگی با یک اسپری ضدخوردگی پوشیده شود. اگر در مناطق با خوردگی بالا سیستم گیره روکش‌دار به کار گرفته شده باشد، یک سرپوش که با گریس محافظت‌کننده پرشده، باید در انتهای فولاد پیش‌تنیدگی

نصب گردد. حفرات کشش با یک ملات سفت منبسط‌شونده باید پر شود. ملات مصرفی باید طبق استاندارد ملی ایران ۱-۱۷۷۶۸ و ۳-۱۷۷۶۸ باشد.

شکل ۶-۳۸- خارج کردن مواد اضافی از حفرات کشش و اسپری مواد ضدخوردگی مانند گالوانیزه‌کننده با پایه روی[1] جهت محافظت بیشتر بر روی قسمت انتهایی تاندون

در روش پیش‌کشیده، فولاد باید در دو انتها تقریبا هم‌سطح بتن باشد و با استفاده از پوشش‌های اپوکسی، پلی‌اورتان، قطران-اپوکسی[2]، محافظت شود.

۶-۳-۹-۴- افت‌های پیش‌تنیدگی

به‌منظور کنترل پیش‌تنیدگی در هنگام کشش، میزان افت و خیز بتن باید به‌وسیله‌ی دوربین‌های نقشه‌برداری پایش شود. نشانه‌های پایش باید در نقاطی نصب گردند که امکان باقی ماندن آن‌ها تا انتهای پروژه در همان محل وجود داشته باشد و در برابر عبور و مرور افراد و تجهیزات صدمه ندیده و جابه‌جا نشوند. نقطه مبنای پروژه باید در محلی قرار گیرد که در طول پروژه دچار تغییرمکان قائم و افقی نگردد.

۶-۳-۹-۵- پایش دراز مدت

به‌منظور کنترل وضعیت سازه پیش‌تنیده باید در درازمدت، خوردگی فولاد و ابعاد ترک پایش شود.

۶-۳-۹-۵-۱- پایش خوردگی

به‌منظور انجام آزمایش غیرمخرب خوردگی فولاد در بتن، باید از روش‌های تعیین پتانسیل خوردگی (آزمایش نیم‌پیل[3]) یا سایر روش‌های تعیین آهنگ خوردگی استفاده شود. آزمایش پتانسیل خوردگی فولاد یا نیم‌پیل طبق روش استاندارد ASTM C876 باید انجام گردد. برای سایر روش‌ها باید از استاندارد ASTM G96 استفاده شود. این روش‌ها فقط برای حالاتی قابل استفاده است که بتن و فولاد دارای پوشش‌های نارسانا نباشند.

1- Zinc Rich
2- Coal tar epoxy
3- Half-cell Potential

۶-۳-۹-۵-۲- پایش ابعاد ترک

آزمایش فراصوتی[1] بتن ازجمله آزمایش‌های غیرمخرب بتن است. این آزمون در حال حاضر به طور عمده مبتنی بر تفسیر اندازه‌گیری سرعت پالس با استفاده از روش‌های فراصوتی است.

۶-۳-۹-۶- محافظت عناصر پیش‌تنیدگی

۶-۳-۹-۶-۱- محافظت در برابر عوامل محیطی

برای جلوگیری از زنگ زدن فولاد پیش‌تنیدگی باید حداقل پوشش بتنی روی فولاد پیش‌تنیدگی رعایت شود. علاوه بر رعایت حداقل پوشش بتن مطابق این ضابطه یا آیین‌نامه بتن ایران باید الزامات ذکرشده در جداول ۶-۱۲ و ۶-۱۴ بر آورده شوند. در هر حال، پوشش بتن نباید از بزرگترین مقادیر زیر کمتر باشد:

الف- سه چهارم بعد افقی مستطیل محاط بر غلاف یا دسته غلاف

ب- قطر بیرونی غلاف

پ- ۴۰ میلی‌متر

در مواردی که فولاد پیش‌تنیدگی از یک غلاف عبور می‌نماید، حداقل پوشش موردنیاز برای غلاف باید ۵۰ میلی‌متر باشد.

۶-۳-۹-۶-۲- محافظت در برابر حریق

باید ضوابط حریق مندرج در ضابطه شماره ۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با عنوان "آیین نامه محافظت ساختمان در برابر آتش" برای بالا بردن مقاومت تمام اعضای بتنی در برابر آتش‌سوزی، رعایت گردد. پوشش‌های اسمی برای مدت زمان‌های متفاوت آتش‌سوزی و انواع سازه‌ای در جدول ۶-۴۷ نشان داده شده است.

جدول ۶-۴۷- پوشش بتنی برای مقاومت هنگام آتش‌سوزی

مقاومت آتش‌سوزی (ساعت)	پوشش اسمی (میلی‌متر)			
	کف‌ها		تیرها	
	سراسری	ساده	سراسری	ساده
۰/۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۱	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۱/۵	۲۰	۲۵	۲۰	۲۰
۲	۲۵	۳۵	۳۰	۴۰
۳	۳۵	۴۵	۴۰	۶۰
۴	۴۵	۵۵	۵۰	۷۰

1- Ultrasonic Testing

۶-۳-۹-۷- نظام بازرسی و کنترل کیفیت

۶-۳-۹-۷-۱- بازرسی قبل از بهره‌برداری

بازدید به منظور تطابق اجرا با مدارک و مراجع استاندارد باید توسط شخصی که صلاحیت آن به صورت رسمی قابل تایید است، انجام پذیرد. بازدیدها می‌تواند بر اساس تعریف به صورت «پیوسته» یا «دوره‌ای» انجام پذیرد. برای تعیین نوع بازدید به جدول ۶-۴۸ مراجعه شود. برای مواردی که باید بازرسی شوند به آیین‌نامه بتن ایران (ضابطه ۱۲۰) و آیین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش‌تنیده (ضابطه ۲۵۰) مراجعه شود.

جدول ۶-۴۸- بازرسی‌های مورد نیاز برای ساخت و سازهای پیش‌تنیده

تاییدها و بازرسی‌ها	پیوسته	دوره‌ای
۱. بازدید میلگردها، تاندون‌های پیش‌تنیده و جانمایی آن‌ها		×
۲. تایید طرح مخلوط		×
۳. نمونه‌گیری و آزمایش بتن		
الف) آزمایش بتن تازه (روانی، درصد هوا، دمای بتن)	×	
ب) آزمایش بتن سخت‌شده (مقاومت و دوام)	×	
۴. بازدید از بتن‌ریزی و بتن پاشی به منظور اجرای صحیح	×	
۵. بازدید به منظور عمل آوری صحیح بتن		×
۶. بازدیدهای مربوط به پیش‌تنیدگی		
الف) اعمال نیروی پیش‌تنیدگی	×	
ب) تزریق دوغاب برای تاندون‌های چسبیده	×	
۷. تایید مقاومت بتن نمونه آگاهی برای کشیدن تاندون‌های پیش‌تنیدگی و برداشتن قالب زیر اعضا		×

الف) بازرسی قبل از اجرا

پیمانکار باید کیفیت مصالح مصرفی را پیش از اجرا به تصویب دستگاه نظارت برساند. در صورت لزوم، باید بازدید از کارخانه تولیدکننده برای اطمینان از کیفیت در دستورکار قرار گیرد.

قبل از اجرا، پیمانکار می‌باید گواهی‌نامه تشخیص صلاحیت فنی و حرفه‌ای عوامل اجرایی را که از مراجع ذی‌صلاح اخذ گردید، به دستگاه نظارت ارائه نماید و دستگاه نظارت می‌باید مجوز شروع به کار عوامل اجرایی را صادر نماید و در طول اجرا، بازرسی لازم را انجام دهد.

پس از وارد شدن تاندون‌ها به کارگاه، تمام مدارک و مشخصات فنی محصول باید با مشخصات مندرج در نقشه‌های اجرایی تطابق داده شود. همچنین رده‌بندی تاندون‌ها باید طبق استاندارد ملی ایران ۱-۱۳۲۵۰ و ۴-۱۳۲۵۰ انجام و با مقادیر مندرج در نقشه‌ها تطابق داده شود. تاندون‌های فولادی پیش‌تنیده بنا بر نوع آن‌ها باید یکی از الزامات ملی ایران به شماره‌های ۱-۱۳۲۵۰ تا ۵-۱۳۲۵۰ را تأمین کنند.

اجزای مورد استفاده نظیر گوه، گیره و قالب حفره‌ی جلو گیره باید به‌صورت چشمی مورد بررسی قرار گیرند و از سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود.

پس از جایگذاری همه اجزا باید بازرسی نهایی توسط دستگاه نظارت انجام شود و از جایگذاری کابل‌ها و استحکام آنها اطمینان حاصل شود.

محل قرارگیری تاندون‌ها و آرماتورها باید در انطباق کامل با نقشه‌های اجرایی باشد. دستگاه نظارت باید آرایش و جزئیات آرماتورها و کابل‌ها را مشاهده و در صورت تأیید مجوز مرحله بعد را صادر کند. همچنین یک تکنسین آموزش‌دیده و تأییدشده از دستگاه نظارت باید چیدمان آرماتورها و کابل‌ها را با جزئیات کامل بررسی و با مستندات مقایسه نماید و هر خطایی را که وجود دارد گزارش کند. در انتها باید گزارشی مبنی بر اتمام بازرسی صادر کند.

- با توجه به حساسیت سالم بودن غلاف‌ها در محل بتن‌ریزی، در صورت وجود هرگونه آسیب‌دیدگی در سطح آن‌ها، لازم است ترمیم شوند. برای ترمیم باید غلافی از جنس روکش تاندون‌ها به طول ناحیه آسیب‌دیده به‌علاوه ۱۰۰ میلی‌متر تهیه و به‌صورت طولی برش داده شود. این غلاف باید بر روی ناحیه آسیب‌دیده قرار گرفته و روی آن با نوار چسب مخصوص پوشانده گردد.
- جک‌های هیدرولیکی باید کالیبره باشند و یکنواختی سرعت کشیدن تاندون‌های آن‌ها کنترل شود. در هنگام اجرا از آخرین زمان کالیبره شدن جک نباید بیشتر از ۶ ماه گذشته باشد. همچنین دستگاه باید گیج فشار هیدرولیکی به‌منظور کنترل نیروی وارده را داشته باشد. باید از به‌کارگیری تمام جک‌هایی که فاقد مدارک کالیبراسیون معتبر هستند و یا دوره کالیبراسیون آن‌ها به اتمام رسیده، جلوگیری شود.
- قبل از آغاز عملیات، تجهیزات مورد استفاده مانند تجهیزات برش و دوغاب‌ریزی باید کنترل گردد.

ب) بازرسی حین اجرا

به منظور اعمال نیروی پیش‌تنیدگی مورد نظر به عضو، مشاور باید تعداد، موقعیت و پروفیل تاندون‌ها را در مشخصات فنی بیان نماید. برای به‌دست آوردن پروفیل معین‌شده تاندون‌ها، رعایت حداقل انحراف قائم از مسیر تعیین‌شده در نقشه‌ها الزامی می‌باشد. به منظور کنترل قرارگیری تاندون‌ها در محدوده‌ی رواداری‌های مجاز باید موقعیت قرارگیری گیره‌ها، قالب حفره‌ی جلو گیره و انحراف‌دهنده‌ها و همچنین بالاترین و پایین‌ترین نقاط در طول تاندون قبل از بتن‌ریزی کنترل شود تا از نصب صحیح تاندون در محدوده‌ی رواداری‌های مجاز اطمینان حاصل شود. تاندون‌ها باید بین نقاط بالا و پایین پروفیلِ تعیین‌شده بدون اعوجاج بیش از حد، عبور داده شوند. همچنین آرماتورهای انفجاری استفاده‌شده باید از لحاظ موقعیت قرارگیری، تعداد و فاصله کنترل گردند.

مقدار رواداری قائم قابل قبول در اعضای پیش‌تنیده به شرح ذیل است:

- دال‌ها تا ضخامت ۲۰۰ میلیمتر: ۶± میلی‌متر
- دال‌ها یا تیرها با ضخامت بیش از ۲۰۰ میلیمتر تا ۶۱۰ میلیمتر: ۹± میلی‌متر
- دال‌ها یا تیرها با ضخامت بیش از ۶۱۰ میلیمتر: ۱۳± میلی‌متر

مقدار رواداری افقی نسبت به قائم معمولاً بحرانی نبوده و در صورت موافقت دستگاه نظارت تا مقدار ۳۰۰± میلی‌متر قابل قبول است. مادامی که از اعوجاج بیش از حد در صفحه‌ی افقی جلوگیری شده و در اطراف موانع در مسیر از یک

ناحیه انتقالی نرم با حداکثر انحراف ۱:۶ استفاده گردد، هیچ‌کدام از رواداری‌ها نباید موجب کاهش مقدار پوشش خالص بتن گردد.

پیش از بتن‌ریزی، با توجه به حساسیت سالم بودن غلاف‌ها در محل بتن‌ریزی، در صورت وجود هرگونه آسیب‌دیدگی در سطح آن‌ها باید ترمیم صورت گیرد. بتن باید به‌گونه‌ای اجرا شود که موقعیت میلگردها و راستای تاندون‌ها تغییر نکند. همچنین در هنگام تراکم بتن در محل گیره‌ها و انحراف‌دهنده‌ها، باید از تحکیم صحیح در این موقعیت‌ها اطمینان حاصل شود.

درصورت بازشدن سیم‌ها حین عملیات بتن‌ریزی، باید بتن اطراف تاندون به سرعت تخلیه گردد و تاندون مورد نظر در محل اولیه خود قرار داده شده و موقعیت مکانی آن تنظیم و مجددا با سیم آرماتوربندی بسته گردد.

حین عملیات بتن‌ریزی، به‌دلیل عدم امکان عبور بتن از بین لایه‌های تاندون، باید توجه شود که زیر و اطراف تاندون ها به‌طور کامل از بتن با تراکم مناسب پر شود؛ به این منظور باید از بازرسی چشمی استفاه شود.

بازرسی دقیق در مرحله‌ی کشیدن تاندون‌ها، به منظور حصول اطمینان از اعمال نیروی پیش‌تنیدگی تعیین‌شده الزامی می‌باشد. تا زمانی که بتن بر اساس تأیید دستگاه نظارت به حداقل مقاومت فشاری معادل ۷۰ درصد مقاومت مشخصه طراحی و یا ۲۰ مگاپاسکال ـ هرکدام که بیشتر باشد ـ نرسیده باشد، نیروی پیش‌تنیدگی نباید بر عضو اعمال شود. مقاومت بتن باید براساس روش‌های قابل قبول آزمایش مقاومت فشاری بتن در سن مورد نظر تعیین شود. با هماهنگی‌های دستگاه نظارت استفاده از آزمایش‌های غیرمخرب مجاز است.

کشش تاندون‌ها باید پس از صدور مجوز توسط دستگاه نظارت آغاز شود. نیروی پیش‌تنیدگی تاندون‌ها باید به‌طور همزمان به دو صورت اندازه‌گیری گردد. در روش اول، نیروی وارد بر تاندون که توسط جک، اعمال شده قرائت می‌شود سپس بارگذاری تا زمان رسیدن به مقادیر محاسباتی انجام می‌پذیرد. در روش دوم، افزایش طول ناشی از بارگذاری بر روی تاندون اندازه‌گیری شده و با مقادیر تعیین‌شده مقایسه می‌شود. میزان رواداری تغییرطول تا حد ۷ درصد قابل قبول می‌باشد، مگر آن که در مدارک، حد کم‌تری تعیین شده باشد. دقت اندازه‌گیری تغییرطول به فرآیند انجام آن و نحوه‌ی علامت‌گذاری بستگی دارد.

انجام یا تداوم عملیات کشش در دمای زیر صفر درجه سانتیگراد مشروط بر تأیید دستگاه نظارت مجاز است.

پ) بازرسی بعد از اجرا

پس از کشیدن تاندون‌ها، ترک در گوه‌ها و گیره‌ها نباید مشاهده شود. درصورتی که میزان ناترازی انتهای گوه‌ها بیشتر از ۳ میلی‌متر باشد، کشش مجاز نمی‌باشد و در غیر این صورت به شرط بررسی علت ترک‌خوردگی و تأیید دستگاه نظارت، قابل قبول است. در صورت عدم تأیید دستگاه نظارت، باید تدابیر خاص جهت رفع نقص به‌وجود آمده اتخاذ شود.

قبل از برش انتهای تاندون‌ها و دوغاب‌ریزی، دستگاه نظارت باید مراحل قبل را تأیید و مجوز برش و دوغاب‌ریزی را صادر کند. در صورت عدم انطباق، نظر مشاور برای ادامه کار ملاک خواهد بود.

دانلود سوالات آزمون

تزریق دوغاب برای تاندون‌های چسبیده باید پس از تأیید دستگاه نظارت در مورد میزان افزایش طول اندازه‌گیری‌شده تاندون و حداکثر طی ۴۰ روز بعد از پیش‌تنیدگی، در شرایط محیطی غیرخورنده و بسیار خشک انجام شود. در شرایط محیطی خورنده و با رطوبت زیاد یا برای سازه‌های اجراشده در آب شور، این زمان باید به ۷ روز کاهش یابد.

برای تاندون‌های نچسبیده، قرار دادن سرپوش‌ها برای مقاومت در برابر خوردگی فولادهای پیش‌تنیده الزامی است. در صورت تأیید دستگاه نظارت مجوز حذف انتهای تاندون‌ها وجود دارد.

اتصالات باید به گونه‌ای باشند که مقاومت کافی را در برابر نفوذ رطوبت و هر ماده‌ای که می‌تواند باعث خوردگی در مهارها و یا فولاد پیش‌تنیده شود، داشته باشند.

۶-۳-۹-۷-۲- بازرسی حین بهره‌برداری

بازرسی از سازه‌های پیش‌تنیده در حین خدمت‌رسانی باید به صورت دوره‌ای برای ارزیابی هرگونه نیاز به تعمیر و نگهداری انجام شود. فاصله بین هر بازرسی به ویژگی‌های دوامی که در ساخت و طراحی آن در نظر گرفته شده و همچنین کاربری و شرایطی که سازه در معرض آن است، بستگی دارد. سازه‌هایی که در معرض ترافیک، عوامل جوی، مواد شیمیایی، آب نمک‌دار یا هوای نمک‌دار هستند بازرسی‌های بیشتری را نیاز دارند. بازرسی باید بر روی ضخامت بتن یا سایر نقاطی که می‌تواند فولاد پیش‌تنیدگی و دیگر اجزای فولادی را به خوردگی دچار کند، انجام شود.

۶-۴- سلامت، ایمنی و محیط زیست

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با اجرای سازه‌های بتنی لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با این فصل پرداخته شده است.

۶-۴-۱- مشخصات عمومی

۶-۴-۱-۱- انتخاب محل استقرار ماشین‌آلات موردنیاز عملیات انتقال و تخلیه آرماتور و قالب‌ها، کامیون‌های مخلوط‌کن، پمپ بتن (هوایی و زمینی) و... در معابر عمومی باید با رعایت ضوابط بند ۲-۲-۷-۱ انجام شود.

۶-۴-۱-۲- قبل از شروع کار بر روی اسکلت بتنی باید نسبت به پیش‌بینی اوضاع جوی و اخذ استعلامات لازم از مراجع دارای صلاحیت برای دریافت اطلاعات وضعیت آب و هوا در روزهای انجام عملیات، اقدام شود. در شرایط نامساعد جوی از قبیل باد، طوفان و بارندگی و یا در صورت ناکافی بودن روشنایی و محدود بودن میدان دید، باید از ادامه کار بر روی اسکلت بتنی جلوگیری به‌عمل آید. همچنین جایگاه‌های کار و مسیرهای تردد کارگران نباید آغشته به برف، یخ، روغن و سایر مواد لغزنده باشند.

۶-۴-۱-۳- باید حریم خطوط هوایی و پست‌های برق هنگام استفاده از بالابرهای ساختمانی و جرثقیل‌ها برای تخلیه و جابجایی آرماتورها، انتقال قالب به محل اجرا، جابجایی جام حمل بتن آماده و جابجایی قطعات بتنی پیش ساخته، نصب و برچیدن داربست‌های جایگاه کار و فعالیت بر روی آن‌ها، استفاده از پمپ بتن هوایی، جانمایی سیلوهای فلزی نگهداری سیمان و مانند آن مطابق بند ۲-۱۲ به‌عمل آورده شود. همچنین کارگرانی که وظیفه جابجایی لوله‌های فلزی داربست و آرماتورها و اجزای قالب فلزی و شمع‌های فلزی را برعهده دارند باید نسبت به مخاطرات خطوط هوایی برق شهری و حریم ایمنی مربوطه توجیه شوند و مجهز به دستکش حفاظتی و کفش و کلاه مناسب و مقاوم در برابر خطر برق باشند.

۶-۴-۱-۴- در صورت استفاده از دستگاه‌های اسکن بتن برای بررسی تعداد و وضعیت آرماتورهای داخل آن، لازم است تا حدود مجاز مواجهه پرتوهای غیر یونساز (امواج الکترومغناطیسی)[1] کنترل شود.

۶-۴-۱-۵- سیمان‌های هیدرولیکی به‌دلیل آنکه حاوی مقادیر نسبتاً کمی از آهک زنده و برخی از اکسیدهای قلیایی هستند در اثر برخورد به پوست یا چشم می توانند آسیب‌رسان باشند. همچنین تنفس گرد و غبار این سیمان‌ها می‌تواند مشکل‌زا شود. لذا باید در حین بارگیری، تخلیه و به‌کارگیری، از پراکنده شدن سیمان در هوا با تدابیر مختلف جلوگیری نمود. انبار کردن سیمان باید مطابق بند ۲-۲-۵ انجام شود.

۱- از وزارت بهداشت ، درمان و آموزش پزشکی استعلام شود.

۶-۴-۱-۶- فقط اشخاص صاحب صلاحیت مجاز به انجام تعمیرات بر روی تجهیزاتی از قبیل کمپرسور، کامیون مخلوط‌کن، پمپ بتن و سایر تجهیزات مورد استفاده در عملیات بتن‌ریزی هستند و قبل از شروع عملیات تعمیر، تمام منابع انرژی دستگاه باید قطع شده و مطابق بند ۲-۲-۹ دستگاه قفل و برچسب زده شود. بر روی برچسب مربوطه باید عبارتی نوشته شود که نشان دهنده خارج از فعالیت‌بودن دستگاه باشد.

۶-۴-۲- قالب‌بندی و آرماتورگذاری

۶-۴-۲-۱- باید جایگاه کار ایمن برای کارگران در انجام عملیات قالب‌بندی، آرماتوربندی، بتن‌ریزی و عمل‌آوری مطابق ضوابط بخش ۲-۵ فراهم شود. کارگران برای کار در ارتفاع بیش از ۲ متر از سطح، نیاز به سکوهای دسترسی دارند. باید بادبندی مناسب داربست و سکوی کار برای جلوگیری از حرکات افقی انجام شود. همچنین کارگرانی که در ارتفاع بیش از ۱٫۸ متری، مشغول به‌کارند و در معرض خطر سقوط قرار دارند، باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ نیز باشند (شکل ۶-۳۹). درصورت وجود محدودیت در استفاده از تجهیزات توقف سقوط به‌دلیل شرایط محل انجام عملیات، باید اقدام به نصب توری ایمنی مطابق ضوابط بند ۲-۶-۳ شود.

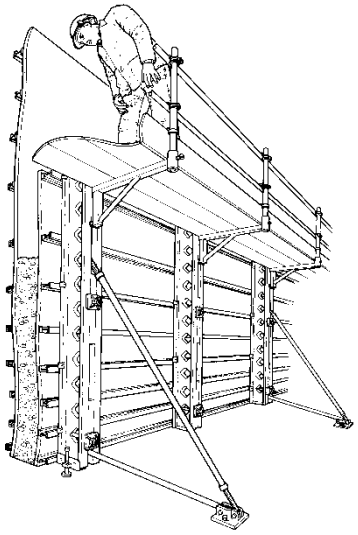
۶-۴-۲-۲- باید تدابیر لازم برای جلوگیری از سقوط ابزارهای دستی کارگران قالب‌بند و آرماتوربند حین انجام کار از قبیل سرپوش حفاظتی، نصب پاخور مطابق ضوابط بند ۲-۲-۳-۳ و ۴ به‌عمل آورده شود. همچنین هنگام حمل و انتقال آرماتورها به محل اجرا، باید بازرسی‌ها و تدابیر لازم برای جلوگیری از رهاشدن ناگهانی ابزارهای بستن بار و سقوط آن‌ها قبل از باربرداری و حین آن مطابق بند ۲-۸-۳ به‌عمل آورده شود.

۶-۴-۲-۳- کارگرانی که در امر ساختن، حمل و ریختن بتن اشتغال دارند، باید طبق ضوابط بند ۲-۱۰ به کفش، کلاه، عینک و دستکش حفاظتی مجهز باشند. برای کارگران ماسه‌پاش و بتن‌پاش، اندودکار سیمان علاوه بر موارد فوق باید لباس کار با پوشش کامل بدن، سرپوش و سربند حفاظتی نیز در اختیار آن‌ها گذاشته شود. همچنین کارگران شاغل در عملیات پخش و لرزاندن بتن، باید مجهز به چکمه لاستیکی ساق‌دار باشند.

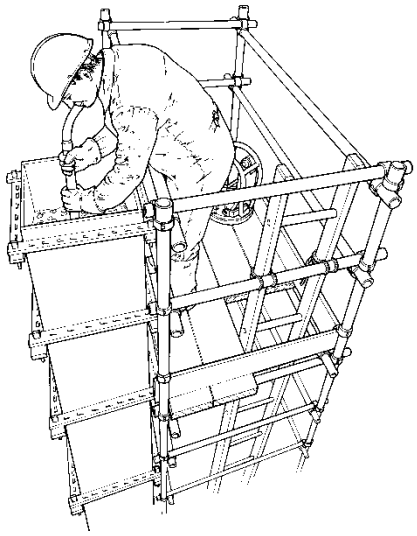
۶-۴-۲-۴- تخلیه آرماتور و اجزای قالب‌ها از تریلر، کامیون و کامیونت باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل و مطابق ضوابط بند ۲-۷-۶ انجام شود. همچنین انبارکردن آرماتورها باید مطابق بند ۲-۲-۵ -۲۱ و ۲۲ انجام پذیرد. قراردادن تمام میلگردهای آرماتور در یک نقطه بر روی سکوی‌کار ممکن است باعث شکستن آن شود.

۶-۴-۲-۵- تمام بخش‌های بیرون زده از سازه خصوصاً آرماتورهای انتظار که احتمال سقوط کارگران بر روی آنها وجود دارد، باید به‌صورت مناسب حفاظ‌گذاری شوند. بهترین حفاظت در برابر آرماتورهای بیرون زده از سازه بتنی، قراردادن تخته‌های چوبی با ضخامت حداقل ۱٫۵ سانتیمتر بر روی آرماتورهاست که به‌وسیله سیم‌های فلزی محکم شده باشند. استفاده از سرپوش‌های آماده لاستیکی استاندارد نیز بلامانع است. (شکل ۶-۴۰)

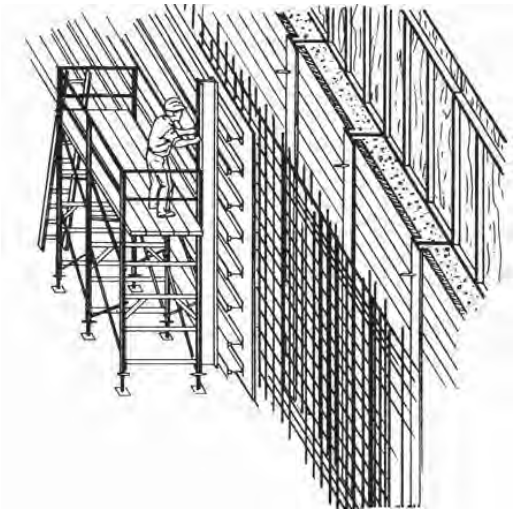
۶-۴-۲-۶- هنگام برش و خم‌کاری آرماتورها باید اقدامات حفاظتی لازم برای جلوگیری از افتادن بارهای سنگین بر روی افراد و اعضای بدن، پاگیر شدن و سُرخوردن بر روی آرماتورهای واقع در کف کارگاه، جلوگیری از ورود پلیسه‌های اره‌کاری آرماتورها به چشم و پخش گدازه‌های ناشی از برشکاری بر روی مواد قابل اشتعال و جلوگیری از برخورد اجسام تیز و بُرنده به بدن کارگران به‌عمل آورده شود.



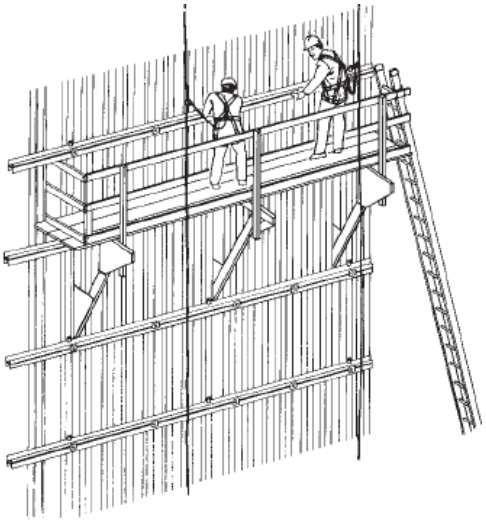
الف- سکوی دسترسی (جایگاه کار) دیوار



ب- سکوی دسترسی (جایگاه کار) ستون

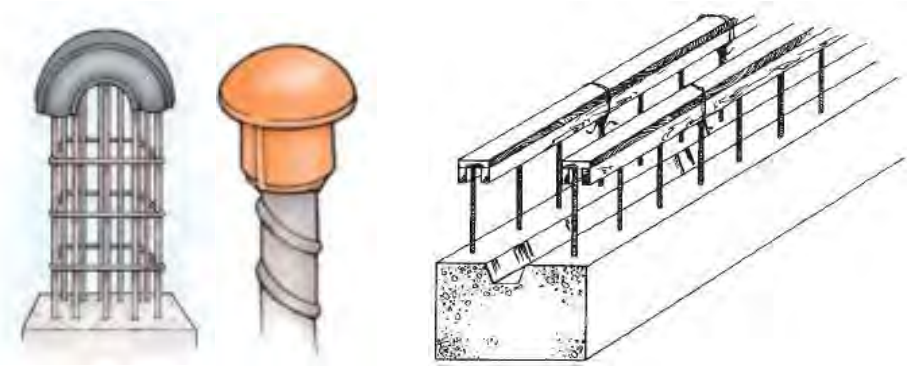


پ- جایگاه کار داربستی



ت- جایگاه کار و سیستم توقف سقوط

شکل ۶-۳۹- جایگاه کار و سکوی دسترسی کارگران شاغل در عملیات اجرای اسکلت بتنی



الف- پوشش با الوار چوبی به ضخامت ۱/۵ سانتیمتر ب- سرپوش لاستیکی

شکل ۶-۴۰- حفاظ‌گذاری بر روی میلگردهای بیرون‌زده از کف سازه

۶-۴-۲-۷- موارد ایمنی در هنگام کار با دستگاه خم‌کننده دستی و برقی آرماتور عبارتند از:

الف- برای خم‌کردن آرماتورهای بزرگتر از ۱۵ میلیمتر از لوله خم‌کن استفاده شود.

ب- پاها و بدن کارگران به‌صورتی قرار گیرد که در حین کار با خم کننده دستی، تعادل خود را از دست ندهند.

پ- از وجود فضای کافی در اطراف منطقه کاری قبل از انجام عملیات خم‌کردن آرماتور اطمینان حاصل شود. همچنین بررسی شود تا در حین صاف کردن یا خم‌کردن آرماتورها، کارگران در لبه‌های باز و پرتگاه قرار نگرفته و برای ایمن‌سازی منطقه کاری، از روش‌های جلوگیری از سقوط یا توقف سقوط مطابق بخش ۲-۶ استفاده شود.

ت- مراقبت کافی انجام شود تا تا بدن کارگر در نقاط گیردار قرار نگیرد و اعضای بدن، به‌ویژه انگشتان دست‌ها دچار لهیدگی یا قطع شدگی نشوند.

ث- سیم‌ها و کابل‌های برق دستگاه خم‌کن آرماتور باید در برابر صدمات فیزیکی مانند عبور و مرور افراد و ماشین آلات و تجهیزات دارای لبه تیز حفاظت شوند.

۶-۴-۲-۸- اگر هم‌بندی و وصله آرماتورها با روش جوش نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) یا جوش ذوبی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی) انجام می‌شود، همچنین اگر از روش‌های برش حرارتی (مانند هوا برش یا برش پلاسما) برای بریدن آرماتورهای فولادی استفاده می شود باید اجرای آن مطابق بند ۲-۳ انجام شود.

۶-۴-۲-۹- در مرحله آرماتورگذاری، برای جلوگیری از بروز اختلالات اسکلتی عضلانی مانند صدمات قسمت تحتانی پشت و آسیب به عصب و عضلات کف دست هنگام اعمال نیروی زیاد به انبردست، استفاده از ماشین‌گره‌زن آرماتور توصیه می‌شود. ماشین‌های گره‌زن آرماتور به کمک باتری کار کرده و علاوه بر افزایش سرعت کار، سبب می‌شوند تا وضعیت قرارگیری بدنی فرد بهتر شده و نیروی کمتری برای گره‌زدن اعمال نمایند.

۶-۴-۲-۱۰- قالب بتن باید قبل از بتن‌ریزی توسط دستگاه نظارت بازدید و نسبت به استحکام و پایداری تمام اجزای قالب، مهارها و نظایر آن اطمینان حاصل شود تا در موقع بتن‌ریزی از فرو ریختن قالب پیشگیری به عمل آید.

همچنین بستر و سطحی که پایه شمع‌ها بر روی آنها قرار می‌گیرد باید از استحکام کافی برخوردار باشد. صفحات پایه و سر شمع‌ها و پیچ‌های تنظیم شمع‌ها در زیر قالب نیز باید دارای استحکام کافی باشد.

۶-۴-۲-۱۱- در صورت استفاده از جک‌های هیدرولیکی در عملیات قالب‌بندی، کارگران نباید در پشت جک‌ها قرار بگیرند زیرا احتمال باز شدن جک‌ها و برخورد قالب بتنی با آن‌ها وجود دارد. همچنین علائم و موانع مطابق بند ۲-۱۱ باید حین عملیات نصب شود تا از ورود افراد متفرقه به منطقه کاری جلوگیری شود. در صورتی‌که احتمال لغزش سر فلزی جک بر روی بار وجود دارد لازم است تا بین سر فلزی و قالب یک قطعه چوبی قرار داده شود تا از لغزش جلوگیری شود. در استفاده از جک‌های هیدرولیکی باید ملاحظات بند ۲-۷-۸-۵ رعایت شود.

۶-۴-۲-۱۲- در شرایطی که قالب‌بندی به اتمام نرسیده، نباید بارهای سنگین مانند کلاف‌های آرماتور یا تخته‌های چند لایه بر روی سازه قرار گیرد. حتی بر روی سازه‌ای که قالب بندی آن به پایان رسیده نباید بار اضافی قرار داده شود چون ممکن است دچار ریزش و ایجاد صدمه به کارگران شود.

۶-۴-۲-۱۳- در هنگام راه رفتن بر روی قالب‌های آغشته به روغن نباید از کفش‌هایی با کف لغزنده استفاده شود. در صورتی‌که تردد کارگران از روی شبکه بسته شده میلگردها ضروری باشد باید با قرار دادن تعدادی تخته یا صفحه فولادی مشبک روی میلگردها گذرگاهی ایجاد شود تا احتمال لغزیدن و سقوط کارگران کاهش یابد و در ضمن شبکه آرماتور هم آسیب نبیند.

۶-۴-۲-۱۴- در بازکردن و نگهداری قالب‌ها باید احتیاط‌های لازم به منظور حفاظت کارگران از خطر احتمالی سقوط، لغزش و یا واژگونی قالب‌ها و عدم برخورد قطعات به اشخاص و پایه‌های داربست به‌عمل آید.

۶-۴-۲-۱۵- میخ‌های موجود در تخته‌ها و سایر اجزای قالب‌های چوبی باید بلافاصله بعد از باز شدن قالب به داخل چوب فرو کوبیده یا بیرون کشیده شوند.

۶-۴-۳- حمل، پخش و عمل‌آوری بتن

۶-۴-۳-۱- از تردد افراد و قراردادن تجهیزات در نقطه کور راننده کامیون مخلوط‌کن[1] باید خودداری شود.

۶-۴-۳-۲- برای استقرار صحیح کامیون مخلوط‌کن برای بارگیری زیر مرکز تولید بتن، راهنمایی و علامت‌دهی باید توسط مباشر آموزش دیده انجام شود. نباید مواد لغزنده در زیر محدوده بارگیری وجود داشته باشد. این محل همواره باید تمیز شود تا از لغزش ماشین‌آلات جلوگیری شود.

۶-۴-۳-۳- در زمان انجام نگهداری و تعمیرات، باید رویه اجرایی مشخصی به‌منظور تامین ایمنی و جلوگیری از روشن شدن کامیون مخلوط‌کن و به‌حرکت درآمدن دیگ توسط افراد متفرقه در نظر گرفته شود.

1- Track mixer

۶-۴-۳-۴- برای انجام عملیات نگهداری و پاک‌سازی دیگ کامیون مخلوط‌کن باید مکان مناسبی در نظر گرفته شده و تردد افراد متفرقه در این ناحیه محدود شود.

۶-۴-۳-۵- سوئیچ کامیون مخلوط‌کن باید در اختیار مسئول تعمیرگاه قرار داده شده و در محل امنی دور از دسترس افراد متفرقه نگهداری شود تا از روشن شدن خارج از کنترل ماشین جلوگیری گردد.

انجام تعمیرات و نگهداری، همچنین تمیزکاری داخل دیگ منوط به صدور مجوزکار توسط واحد HSE است. صدور این مجوز برای مطمئن شدن از عدم دَوران ناخواسته و روشن شدن سهوی دیگ، مادامی‌که راننده یا کمک او مشغول کار هستند ضروری است. عملیات نگهداری و تعمیرات باید در حالت توقف کامل و خاموش بودن انجام شود. قبل از شروع، باید برق ماشین از طریق جداسازی اتصال کابل‌های باتری قطع شود و قفل ایمنی مکانیکی متوقف‌کننده دیگ نیز باید درگیر شود. بعد از اتمام تعمیرات و قبل از وصل مجدد جریان برق، باید از درگیرنبودن قفل ایمنی اطمینان حاصل شود.

۶-۴-۳-۶- عملیات جوشکاری و تمیزکردن بتن خشک شده در داخل دیگ باید به‌همراه یک فن هواکش با مکش مناسب و تجهیزات روشنایی ولتاژ پایین ۲۴ ولت انجام شود.

۶-۴-۳-۷- کامیون مخلوط‌کن نباید بیش از ظرفیت پر شود. در تمامی شرایط باید حداکثر میزان بار مجاز توصیه شده توسط سازنده مد نظر قرارگیرد و در زمینه‌هایی که توسط سازنده اعلام شده به‌کار گرفته شود.

۶-۴-۳-۸- در هنگام دَوران دیگ و حرکت کامیون مخلوط‌کن، باید همواره فاصله ایمن کارگران با آن حفظ شود. در هنگام تخلیه بتن باید اطمینان حاصل شود که هیچ یک از کارگران در زیر مجرای تخلیه بتن تردد ندارند.

۶-۴-۳-۹- تمامی پلاک‌های حاوی مشخصات و دستورالعمل‌های ماشین باید همواره تمیز نگهداشته شود.

۶-۴-۳-۱۰- در صورتی که عملیات بتن‌ریزی در مکان‌های عمومی انجام می‌شود اطمینان حاصل شود که وسایل نقلیه شخصی و رهگذران در نواحی خطرناک تردد ندارند و باید از علائم و تابلوهای هشدار دهنده مطابق بند ۲-۱۱ استفاده شود.

۶-۴-۳-۱۱- برای پیشگیری از بروز حوادث برای راننده‌های کامیون‌های مخلوط‌کن لازم است همواره سطوح کف اتاقک و پلکان نردبان‌ها، تمیز و عاری از مواد لغزنده مانند روغن، گریس، گل‌ولای باشد. دستگیره‌های کافی در محل‌های تردد نصب‌شده و از سالم بودن پلکان اطمینان حاصل شود. برای سوار و پیاده‌شدن از ماشین، همچنین بالا و پایین رفتن از نردبان‌ها، همواره باید قاعده سه نقطه تماس (دو دست و یک پا یا دو پا و یک دست) برقرار باشد. سوارشدن راننده و کمک او و سایرین بر روی گِلگیر پشتی کامیون مخلوط‌کن برای تنظیم قیف شوت بتن ممنوع است.

۶-۴-۳-۱۲- هنگام بتن‌ریزی باید فضای کافی برای استقرار ماشین آلات پمپ و کامیون‌های مخلوط‌کن انتقال بتن فراهم باشد. در سطوح شیب‌دار محدوده کارگاه و معابر مجاور آن ضروری است تا تمهیدات لازم برای جلوگیری از حرکت ناخواسته کامیون مخلوط‌کن و ماشین پمپ بتن در حین عملیات تخلیه و انتقال بتن از طریق قراردادن بلوک‌های چوبی در زیر چرخ‌ها، همچنین توجه به شیب مجاز و پیشگیری از واژگونی به‌عمل آورده شود.

۶-۴-۳-۱۳- راننده دستگاه پمپ بتن باید در مورد نحوه بازدید جک‌های دستگاه آموزش‌های لازم را ببینند. در اجرای عملیات باید از کارگران آموزش‌دیده و صاحب صلاحیت استفاده شود.

۶-۴-۳-۱۴- برای استقرار و ایستادن کارگران هنگام پخش بتن (با پمپ یا جام) باید جایگاه کار ایمن طبق بند ۶-۴-۲-۱ تامین شود.

۶-۴-۳-۱۵- هنگامی که کارگران برای پمپاژ بتن مشغول فعالیت‌اند یک فرد صاحب صلاحیت باید در تمام مدت انجام کار حضور داشته باشد تا در مواقع اضطراری مانند شکستن لوله‌ها یا دیگر اتفاقاتی که نیاز به خاموش کردن دستگاه است آن را سریعا خاموش کند.

۶-۴-۳-۱۶- دستگاه‌های پمپاژ بتن که از لوله تخلیه استفاده می‌کنند باید مجهز به ساپورت‌هایی باشند که لوله تخلیه را نگه بدارند و این ساپورت‌ها باید قدرت تحمل فشار بیش از صد درصد ظرفیت اسمی مقاومت لوله انتقال بتن را داشته باشند.

۶-۴-۳-۱۷- شیلنگ‌های هوای فشرده مورد استفاده در پمپاژ بتن، باید دارای اتصالاتی با قابلیت خرابی بی‌خطر[۱] باشند تا از جدا شدن قسمت‌های مختلف آن از یکدیگر در زمانی که تحت فشار هوا قرار می‌گیرند جلوگیری شده و ریسک برخورد آن با کارگران کاهش یابد.

۶-۴-۳-۱۸- بیرون آمدن شیلنگ، ترکیدن خطوط لوله انتقال بتن و اتصالات مرتبط می‌تواند موجب بروز خطرات و حوادث جدی برای کارگران شود. برای پیشگیری از بروز حوادثی از این دست، باید اتصالات قبل از شروع کار بازدید و بررسی شوند. برای این منظور باید اطمینان حاصل شود که حباب‌های هوا گرفته و خطوط لوله افقی و عمودی به‌طور مناسب محکم و مهار شده‌اند و مهارکننده (گیره) لوله توانایی تحمل فشار بتن وارده به لوله‌های انتقال را دارد، پین‌ها و بست‌ها باید محکم شده باشند و در صورت هرگونه تغییرشکل تعویض شوند. همچنین باید نظارت مستمر انجام شود که شیلنگ‌های منعطف توسط سایر تجهیزات و وسایل زیرگرفته و له نشوند.

۶-۴-۳-۱۹- کارگران شاغل در پخش بتن با دستگاه پمپ باید نسبت به ضربه‌های ناگهانی شیلنگ، به‌دلیل فشار بالای بتن تحت فشار توجیه شوند و برای جلوگیری از سقوط مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ باشند.

۶-۴-۳-۲۰- برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به کارگران به‌دلیل پدیده شلاق‌زدن شیلنگ[۲]، باید از بتنی که قبلاً توسط یک منبع مخلوط شده، استفاده شود. استفاده از انواع دیگر بتن ممکن است باعث گرفتگی و شلاق زدن شیلنگ شود. باید از بتن در حالت خمیری استفاده شود و نباید اجازه داد بتن در خطوط سفت شود. پمپاژ را باید به‌آهستگی شروع کرد و شیلنگ انتقال دهنده را نباید برای رسیدن به مکان مورد نظر کشید. هنگام اتمام پمپاژ، برای جلوگیری از

۱- fail safe

2- Hose whip ضربه ناشی از حرکت ناگهانی و غیرقابل کنترل شیلنگ پلاستیکی و منعطف در انتهای مکان استقرار بازوی متحرک یا خطوط انتقال بتن

ورود هوا به سیستم، باید کارگر متصدی شیلنگ را خم کرده و به سمت بالا بگیرد. همچنین نباید اجازه داد که شیلنگ بیشتر از حد مجاز از بازوی متحرک آویزان شود. حد مجاز برای شیلنگ با قطر ۱۲۵ میلیمتر ۵ متر است.

۶-۴-۳-۲۱- به‌دلیل سر و صدای تجهیزات پمپ بتن استفاده از محافظ گوش مطابق بند ۲-۱۰-۱۰ الزامی است.

۶-۴-۳-۲۲- حمل بتن توسط دستگاه‌های بالابر باید در جام‌های استاندارد انجام شود. جام‌های حمل بتن باید توسط بالابر به‌گونه‌ای به محل استفاده انتقال داده شوند که در مسیر انتقال کمترین تعداد شاغلان حضور داشته باشند. تردد کارگران در منطقه واقع در زیر مسیر عبور جام‌های بتن ممنوع است و باید با توجه به ضوابط بند ۲-۱۱ برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه محصور و علامت‌گذاری شود. همچنین طراحی این جام‌ها باید به‌صورتی باشد که از واژگون شدن و سقوط آن‌ها هنگامی که در حالت معلق به‌وسیله بالابر در حال انتقال هستند جلوگیری شود.

۶-۴-۳-۲۳- اهرم تخلیه مجرای خروجی جام‌ها باید مجهز به قفل ضامن دار باشد تا در حین عبور از فراز کارگاه، به‌صورت سهوی باز نشود و بتن بر روی افراد، ماشین آلات و تاسیسات نریزد. سوار شدن کارگران پخش بتن بر روی جام ها حین جابجایی ممنوع است.

۶-۴-۳-۲۴- فاصله دستگیره‌های گاری‌های حمل بتن نباید در دو سمت، از فاصله بین چرخ های آن بیشتر باشد.

۶-۴-۳-۲۵- در تراکم بتن با لرزاننده باید تمام سیم‌ها و کابل‌های برق از داخل لوله‌های لاستیکی عبور کند و قسمت لرزاننده دستگاه باید به‌وسیله فنر یا لاستیک از قسمت فوقانی جدا شده باشد. دستگاه لرزاننده باید زمانی به‌کار افتد که میله لرزاننده روی بستر نرمی قرار گرفته باشد. بهتر است در شروع کار میله بالا گرفته شود یا روی جسم نرمی قرار بگیرد. به‌محض گرم شدن بیش از اندازه دستگاه باید آن را خاموش کرد و پس از انجام کار نیز باید آن را از برق کشید. باید مراقبت شود که قسمت لرزنده دستگاه به دست کارگر برخورد نکند. همچنین زیر پای کارگر باید تخته‌ای باشد تا ارتعاشات لرزاننده کمتر به بدن او منتقل شود. کارگری که با لرزاننده کار می‌کند باید در فواصل زمانی مناسب به پزشک مراجعه کند و گواهی ادامه کار بگیرد.

۶-۴-۳-۲۶- ماشین‌های ماله‌کش پروانه‌ای که توسط اپراتور هدایت می‌شوند باید مجهز به یک کلید کنترل باشد، به‌صورتی‌که بلافاصله پس از آنکه اپراتور دستان خود را از روی دستگیره دستگاه برداشت، به‌صورت خودکار خاموش شود. دستگیره‌های ماله‌های دستی و برقی در صورتی که احتمال برخورد با اتصالات برقی داشته باشند باید از مواد عایق ساخته شوند یا دارای روکشی از یک ماده عایق باشند.

۶-۴-۳-۲۷- هنگام عمل‌آوری بتن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از برق‌گرفتگی در اثر پاشیدن آب بر روی کابل‌ها و سیم‌های رابط معیوب برق‌دار و مانند آن به‌عمل آورده شود.

۶-۴-۳-۲۸- در روش‌های مختلف عمل‌آوری بتن (به‌کارگیری روش‌های عمل‌آوری خشک) باید الزامات ایمنی و تدابیر پیشگیری از برق‌گرفتگی مطابق بند ۲-۱۲-۸ مورد توجه قرار گیرد. در صورتی‌که از مواد قابل اشتعالی چون کاه،

خاک اره، پوشال، چوب، حصیر، چتایی، ورقه‌های نایلونی و پلی‌اتیلنی و سایر مواد مشابه استفاده می‌شود لازم است تدابیر پیشگیری از حریق مطابق بخش ۲-۴ به‌عمل آورده شود.

۶-۴-۴- قطعات پیش‌ساخته بتنی

۶-۴-۴-۱- قطعات پیش‌ساخته بتنی باید طوری طراحی و ساخته شوند که عملیات نقل و انتقال، جابجایی، نصب و برپا کردن آنها به‌راحتی و با ایمنی کامل انجام شود. وزن تقریبی قطعات نیز باید بر روی آنها نوشته یا حک شود.

۶-۴-۴-۲- قلاب‌ها یا سایر وسایلی که در قطعات پیش‌ساخته بتنی به‌منظور سهولت جابجایی و بلند کردن آنها پیش‌بینی و تعبیه می‌گردند، باید از جنس فولاد نرم (St37) انتخاب شوند و دارای مقاومت کافی در برابر نیروهایی که بر آنها وارد می‌شوند با ضریب اطمینان ۳ باشند. در داخل خود قطعه و در اسکلت ساختمان باعث ایجاد نیروهای مخربی نشده و پس از استقرار قطعات در محل نصب خود، به‌راحتی از وسایل و ادوات بالابر و جرثقیل جدا شوند.

۶-۴-۴-۳- قلاب‌ها و ادوات مربوط به سقف‌ها و پلکان‌ها باید به‌نحوی در قطعات پیش‌ساخته بتنی تعبیه شده باشند که پس از نصب قطعه، بالاتر از سطح کار قرار نگیرند.

۶-۴-۴-۴- هنگام نصب قطعات پیش‌ساخته بتنی، محوطه اطراف ساختمان که امکان سقوط قطعات به داخل آنها وجود دارد، باید مورد مراقبت دقیق قرار گرفته و محصور گردند. همچنین حریم خطوط هوایی انتقال برق باید مطابق بند ۲-۱۲-۲ رعایت شود.

۶-۴-۴-۵- در حین قراردادن بتن‌های پیش‌ساخته در محل نصب، کارگران باید مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط باشند. کارگران باید در تمام سطوح سکوهای شمع‌بندی[۱] از سیستم حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ استفاده کنند و هر جا که امکان دارد برای جابجایی مواد و تجهیزات از جرثقیل استفاده شود.

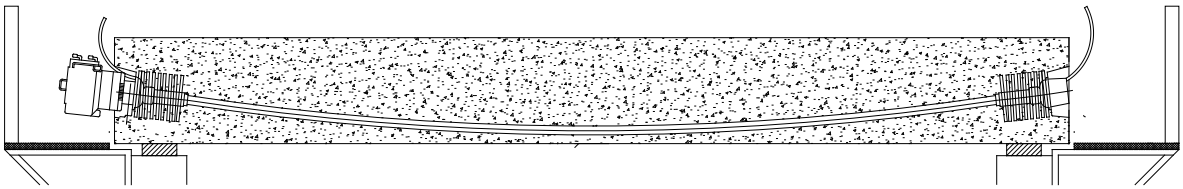
۶-۴-۴-۶- تمام تجهیزات شمع‌بندی باید قبل از نصب مورد بازرسی قرار گیرد تا مشخص شود که این تجهیزات الزامات انجام عملیات قالب‌بندی به‌صورت ایمن را برآورده می‌کنند. تجهیزات شمع‌بندی صدمه دیده و مواردی‌که قدرت تحمل آنها به کمتر از حد استاندارد مورد نیاز رسیده باشد، باید تقویت شده یا تعویض شوند. این بازرسی‌ها همچنین در حین و بلافاصله پس از عملیات بتن‌ریزی نیز باید انجام شود.

۶-۴-۵- پیش تنیدگی

هنگام کشیدن تاندون‌ها نباید فردی در مقابل گیره‌ها و یا در مسیر آن‌ها حضور داشته باشد. توصیه می‌شود صفحات محافظی مطابق شکل ۶-۴۱ مقابل گیره تعبیه گردد تا در صورت در رفتن تاندون، جلوی پرتاب آن را بگیرد. صفحات محافظ را می‌توان با یک لچکی و مهار از پشت مهار نمود. این صفحات باید دارای فاصله کافی با جداره سازه باشند تا

۱- shoring tower

هنگام انجام عملیات کشش، فضای کافی وجود داشته باشد. صفحه محافظ باید ابعاد کافی برای پوشش مناسب محدوده پرتاب را داشته باشد.



شکل ۶-۴۱- محافظ در مقابل تاندون‌های پیش‌تنیده هنگام اجرای پیش تنیدگی

۶-۴-۶- مرکز تولید بتن[1] (بچینگ پلانت)

۶-۴-۶- ۱- مشخصات عمومی

الف- برای استفاده از دستگاه تولید بتن باید اپراتور صاحب صلاحیت گمارده شود و افراد غیر مسئول باید از روشن کردن، کارکردن و یا دستکاری آن خودداری کنند.

ب- اپراتور قبل از شروع به‌کار باید با بررسی‌های لازم از صحت و سلامت کلیه قسمت‌های مرکز تولید بتن اطمینان حاصل نموده و در زمان اتمام کار، از خاموش بودن دستگاه مطمئن شود.

پ- اپراتور در حین عملیات نباید محل کار خود را ترک کند.

ت- رفت و آمد کلیه افراد به‌جز کارکنان آموزش‌دیده، در قسمت مرکز تولید بتن ممنوع است.

ث- نصب کلیه علائم ایمنی و برچسب هشدار دهنده موردنیاز بر روی مرکز تولید بتن مطابق بند ۲-۱۱ ضروری است.

ج- انجام هرگونه تعمیرات بر روی اجزا و تجهیزات مرکز تولید بتن باید با اخذ مجوز از واحد HSE باشد و از افراد صاحب صلاحیت برای انجام تعمیرات استفاده شود. درموقع انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات به‌ویژه در دیگ‌های مخلوط‌کن و نوارهای نقاله باید تابلو «درحال تعمیر است» نصب شده و برق دستگاه از تابلوی اصلی به‌طورکامل قطع شود. محدوده عملیات تعمیراتی در اطراف تجهیزات باید با نصب تابلوها و نوارهای هشدار دهنده مطابق بند ۲-۱۱ مشخص شوند تا از ورود افراد متفرقه جلوگیری شود.

چ- در هنگام انجام تعمیرات بر روی دکل شن‌کش، سیلوها و هرگونه انجام کار در ارتفاع، رعایت الزامات ایمنی مطابق بند ۶-۱۳ الزامی است.

ح- کلیه کابل‌ها و سیم‌کشی مرکز تولید بتن باید کاملاً منظم بوده و از داخل داکت عبور کند.

خ- کلیه اجزای فلزی مرکز تولید بتن (اسکلت فلزی، اتاق فرمان، دکل شن‌کش، سیلوها) باید دارای اتصال زمین (ارت) بوده و مجهز به صاعقه‌گیر مطابق بند ۲-۱۲-۳ و ۵ باشد.

1- Batching plant

د- پس از اتمام کار و قبل از شروع نظافت، باید ابتدا برق دستگاه قطع شود.

ذ- دپوی مواد در پله و در سکوی مرکز تولید بتن باید به‌گونه‌ای باشد که مانع رفت و آمد نشود.

ر- کارکنان در موقع رفت و آمد از پله مرکز تولید بتن باید نهایت دقت را به‌عمل آورده و از عجله و شتاب‌زدگی در کار خودداری نمایند.

ز- الکتروموتورها و تابلوهای برق مرکز تولید بتن نباید در معرض نفوذ آب و یا گردوغبار و در مسیر بارگیری کامیون‌های مخلوط‌کن قرار داشته باشد. کلیه الکتروموتورها باید دارای حفاظ ایمنی باشند.

ژ- درساخت پله و مسیرهای رفت و آمد کارکنان باید کلیه الزامات از جمله نصب نرده و پاگرد، رعایت شیب مجاز، طول، عرض، ارتفاع مجاز هر پله رعایت شود.

س- باید برنامه منظمی برای مدیریت نگهداری دستگاه‌ها و تجهیزات مرکز تولید بتن وجود داشته باشد و تجهیزات به‌صورت ادواری مورد بازرسی قرارگرفته و عیوب آنها به‌موقع گزارش شود.

ش- پس از پایان تعمیرات در صورت برداشتن حفاظ ایمنی در قسمت‌های مختلف، باید از نصب مجدد آنها اطمینان حاصل شود.

ص- در موقع انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات باید از قرارگرفتن نفرات در زیر سیستم بالابر و جام حمل مصالح جلوگیری شود.

ض - در مواردی‌که کارکنان در طبقات بالا روی مرکز تولید بتن مشغول به‌کار هستند احتمال سقوط ابـزار و وسـایل کـار در اثر رها شدن سهوی از دست‌شان وجود دارد، لذا باید ناحیه کاری که در معرض پرتاب اشیا و ابزار آلات است علامت‌گذاری شود و تابلوها و علائم هشدار دهنده مطابق بند ۲-۱۱ نصب شود و در صورت نیاز سرپوش‌های حفاظتی مطابق بند ۲-۲-۳-۳ مستقر شود.

ط- کارکنان شاغل در مرکز تولید بتن به‌دلیل تماس مستمر با سیمان، باید به ماسک حفاظتی و دستکش مجهز باشند افرادی که در تراشیدن بتن خشک‌شده بر روی اجزای دستگاه کار می‌کنند، باید به عینک، دستکش لاستیکی، زانوبند و ماسک حفاظتی مجهز مطابق بخش ۲-۱۰ شده باشند.

ظ- در مناطق سردسیر و فصول سرد که سرمای محیط باعث یخزدگی آب می‌شود، اپراتور باید در زمان اتمام کار شیر تخلیه آب را باز کند تا آب باقی‌مانده در لوله‌ها و کاسه آب‌متر تخلیه شده و مانع از یخزدگی و شکستن قطعات حساس داخل آن شود.

ع- در بالاترین نقطه ارتفاعی مرکز تولید بتن باید چراغ نوری هشداردهنده در شب برای تشخیص موقعیت آن برای هواپیماها و بالگردها تعبیه شود.

غ- هنگام نصب دستگاه‌ها و ماشین‌آلات مرکز تولید بتن باید از جرثقیل‌های دارای گواهی سلامت از مراکز صاحب صلاحیت استفاده شود. اپراتورهای این جرثقیل‌ها نیز باید دارای گواهینامه مهارت معتبر از مراکز صاحب صلاحیت باشند.

ف- تمامی الزامات کار در ارتفاع برای کسانی که در ارتفاع بر روی مرکز تولید بتن قطعات را جوشکاری و مونتاژ می کنند یا بازرسی و تعمیرات انجام می‌دهند باید مطابق بند ۲-۶ رعایت شود. همچنین در صورت داربست‌بندی رعایت موارد ایمنی مطابق ۲-۵-۴ الزامی است

ق- در عملیات باربرداری، برچیدن و انجام تعمیرات اجزای مرکز تولید بتن رعایت الزامات مندرج در بند ۲-۸ الزامی است.

ک- ورود کارکنان با موهای بلند، لباس‌های شل و گشاد و جیب‌دار، همچنین زیورآلات به مناطق تعمیراتی مرکز تولید بتن ممنوع است.

ل- برای مرکز تولید بتن باید روشنایی مناسب به‌ویژه هنگام کار در شب تامین شود.

م- دهانه‌های سیلوهای مصالح ساختمانی و قیف تغذیه‌کننده کامیون مخلوط‌کن و پمپ بتن باید به‌وسیله چند میله عمود بر هم حفاظ‌گذاری شود تا از سقوط افراد به داخل آن‌ها جلوگیری به‌عمل آید.

۶-۴-۶-۲- جانمایی

الف- باید محل استقرار مرکز تولید بتن، از محیط‌های جمعیتی و ساختمان‌های مسکونی و خوابگاه‌های کارگری حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد. باید به جهت وزش باد غالب در جانمایی توجه شود تا اثر منفی باد در انتشار گرد و غبار کاهش یابد.

ب- مرکز تولید بتن باید در محلی قرار گیرد که در مسیر جاری شدن سیلاب نباشد و شیب محوطه به‌گونه‌ای باشد که پساب تولید شده در یک محل مشخص تجمع پیدا کند تا بتوان آن را جمع‌آوری نمود.

پ- در تعیین محل مرکز تولید بتن باید علاوه بر فضای موردنیاز برای نصب تجهیزات و سیلوها، فضای کافی برای دپوی مصالح مورد نیاز تولید بتن، محاسبه و تامین شود. در جانمایی مناسب مخازن سوخت باید ملاحظات ایمنی لازم مطابق بند ۲-۴-۲ رعایت شود.

ت- در محل استقرار مرکز تولید بتن باید فضای کافی برای تردد راحت و گردش و دور زدن ماشین آلات وجود داشته باشد. جاده‌های دسترسی به مرکز تولید بتن باید به‌گونه‌ای احداث شوند که گردوغبار ناشی از تردد، محل‌های اسکان کارگران و کارمندان را تحت تاثیر قرار ندهد. تداخل‌های کاری و حوادث احتمالی به‌واسطه تردد ماشین‌آلات باید به‌حداقل برسد.

۶-۴-۶- ۳- دپوی مصالح سنگی

الف- برای تفکیک مصالح و سنگدانه‌های مختلف مورد نیاز تولید بتن، باید از دیوار حائل استفاده شود تا حداقل سه ناحیه جداگانه برای دپوی مصالح شامل ماسه، شن نخودی و شن بادامی در پشت مرکز تولید بتن فراهم شود. در ساخت دیوار حائل مصالح سنگی از لحاظ ایمنی ساخت دیوار بتن مسلح به‌دلیل استحکام تحمل بار بیشتر نسبت به سایر روش‌ها از ارجحیت برخوردار است.

ب- در صورت ساخت دیواره دپو با استفاده از سازه بتنی پیش‌ساخته و تخته الوار، باید ستون‌های عمودی کاملاً تراز بوده و از جوش با کیفیت برای استحکام آنها استفاده شود. برای استحکام دیواره لازم است تا برای آن پشت‌بند تعبیه شود که این پشت‌بندها متناسب با بار وارد به دیوار انتخاب می‌شوند و باید دارای مقاومت لازم باشند.

پ- در دیواره‌های ساخته شده از جنس بلوک بتنی باید ضمن کاربرد آرماتور در مصالح دیوار از پشت‌بند بتنی نیز استفاده کرد.

ت- درصورتی که دیواره دپوی مصالح سنگی از جنس تخته و الوار باشد بالارفتن لودر روی آن ممنوع است.

ث- به‌هنگام دپوی مصالح در پشت دیواره (خصوصاً دیوار از جنس تخته و الوار) باید دقت شود که تعادل وزن بار در دو طرف دیواره رعایت شود.

ج- ورود افراد به روی دپوی مصالح ممنوع است. حضور کارگران بر روی دپوی سنگدانه می‌تواند منجر به سقوط فرد داخل حفره ورود مصالح به پیمانه‌کن شود. این حفره در حالت فعال دارای خلاء است و به‌راحتی می‌تواند فرد را به همراه مصالح به‌داخل خود بکشاند.

چ- اطراف محل دپو مصالح باید محصورسازی شده و توسط تابلوها و علائم هشداردهنده از ورود افراد متفرقه بر روی مصالح جلوگیری شود.

۶-۴-۶- ۴- نوار نقاله[1] انتقال مصالح

الف- قبل از راه‌اندازی نوارهای نقاله باید کلیه سوئیچ‌های حفاظتی و تجهیزات ایمنی، بازرسی شده و از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود. همچنین اطراف آن باید کاملا بررسی شود. بازرس هنگام بازرسی نقاله باید از کنار آن فاصله گرفته و زیاد به آن نزدیک نشود. چنانچه عیوب ظاهری در قطعات نقاله و یا نشت روغن از جعبه دنده و قسمت‌های دیگر مشاهده شد باید به مسئول مربوطه گزارش شود. همراه داشتن چراغ قوه برای افراد بازرس خط ضروری است.

1- Conveyor

ب- محل اتصالات نوار نقاله به سیلوها و ورودی به مخلوط‌کن باید کاملاً محکم و درزبندی شده باشد تا از نشت گرد و غبار سیمان به بیرون جلوگیری شود. همچنین الکتروموتورها باید دارای حفاظ ایمنی باشند تا از نفوذ گرد و غبار، آب و... به داخل آن‌ها جلوگیری شود.

پ- دریچه‌های موجود بر روی نوار نقاله نیز باید به‌طور کامل بسته شوند تا سیمان از آن به بیرون نفوذ نکند.

ت- مناطق ممنوعه یا خطرناک نوار نقاله عبارتند از؛ روی نقاله‌ها و زیر آن، اطراف وزنه تعادل، اطراف قطعات گردنده مثل شفت‌ها و متعلقات انتقال نیرو. این مناطق مکان‌هایی هستند که به‌هیچ عنوان کارگران و کارکنان نباید در آن محدوده قرارگیرند مگر با اجازه مسئول ایمنی.

ث-کارگران باید از دست‌زدن به قطعات در حین کار و از راه رفتن و ایستادن بر روی نقاله حتی در هنگام توقف خودداری کنند. درصورت گرفتن یا گیرکردن نوار نقاله‌ها از قراردادن دست در دریچه نوار نقاله باید جلوگیری شود.

ج- درصورت گرفتن مارپیچ نوار نقاله باید از پتک لاستیکی استفاده شود.

چ- هرگونه سروصدای غیر عادی از موتور و دیگر تجهیزات در حین کار نوار نقاله باید به مسئول مربوط گزارش شود.

ح- برای کارهای تعمیراتی کارکنان حداقل باید به‌صورت دو نفره در محل حضور داشته باشند.

خ- برای تعویض غلتک‌ها و هرزگردها، بعد از ایمن‌سازی خط، باید اول تسمه نقاله را توسط جک از روی آنها بلند کرد و سپس توسط اهرم آنها را خارج نمود.

۶-۴-۶-۵- شن‌کش

الف- در مرکز تولید بتن از نوع دراگلاینی[1] که به ستاره‌ای نیز معروف است و از قدیمی‌ترین دستگاه‌های تولید بتن به‌شمار می‌رود از شن‌کش و سیم بکسل برای هدایت مصالح به داخل دستگاه استفاده می‌شود. با دکل جرثقیل ثابت نصب شده دراین نوع مرکز تولید بتن، انتقال مصالح با استفاده از شن‌کش تا شعاع ۲۰ متری و با شعاع گردش ۱۸۰ درجه مکان پذیر است. از آنجا که سیم بکسل کشش دارای طول بیشتری است تا بتواند با پرتاب جام، مصالح را به بالای محل دپو و سپس دریچه‌ها عبور دهد لازم است منطقه اطراف مصالح به شعاع برابر با طول سیم بکسل به‌علاوه ۱۰ متر، به‌عنوان منطقه ممنوعه تردد در نظر گرفته شود تا از برخورد تجهیزات با کارگران جلوگیری شود.

ب- برای رفت و آمد اپراتور شن‌کش باید مسیر مناسبی تعبیه شده باشد. مسیر دسترسی اپراتور شن‌کش به اتاقک نیز باید دارای نرده‌حفاظتی باشد.

پ- کلیه قسمت‌های متحرک خصوصاً سقف اتاقک (کابین) شن‌کش باید کاملاً پوشیده و دارای حفاظ ایمنی باشد.

ت- اتاقک شن‌کش باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که میدان دید اپراتور نسبت به محوطه دپو مصالح مناسب باشد.

1- Drag line

ث- محل نشستن اپراتور شن‌کش در معرض برق گرفتگی است لذا اتاقک مورد نظر باید دارای اتصال زمین و کلید جریان باقیمانده مطابق بند ۲-۱۲ باشد.

ج- به دلیل سروصدای موجود در این دستگاه باید تمام اپراتورها از گوشی‌های محافظتی مطابق بند ۲-۱۰-۱۰ استفاده نمایند.

چ- نصب صندلی ارگونومی برای اپراتور شن‌کش ضروری است. همچنین اتاقک شن‌کش باید مجهز به سیستم تهویه مطبوع باشد.

ح- اپراتور قبل از استفاده از شن‌کش باید از نبودن افراد روی دپوی مصالح اطمینان حاصل کند.

خ- تمام قسمت‌های متحرک خصوصاً در پایین شن‌کش باید پوشیده و مجهز به حفاظ ایمنی باشد. همچنین با ورود افراد به حریم کار دستگاه شن‌کش احتمال برخورد جام شن‌کش با افراد وجود دارد، لذا در تمام قسمت‌هایی که احتمال ورود افراد متفرقه به داخل محدوده عملیاتی وجود دارد باید نرده حفاظتی نصب شود.

د- هنگام کار در شب باید روشنایی مناسب تامین شود. نصب پروژکتور بر روی بوم جرثقیل توصیه می‌شود.

۶-۴-۶-۶- سیلوهای ذخیره سیمان

الف- پایه‌های سیلو باید بر اساس وزن سازه در حالات مختلف پر یا خالی بودن و حفاظت در برابر باد و زلزله و دیگر بارهای احتمالی توسط پیمانکار محاسبه و طراحی شده و به تائید دستگاه نظارت برسد. قبل از نصب سیلوها باید از استحکام پی و تراز بودن صفحه ستون‌ها اطمینان حاصل شود. محل استقرار میل‌مهارها بر روی صفحه ستون نیز باید در چهارگوشه صفحه در فواصل برابر باشد و از دوربین نقشه‌برداری برای کنترل شاغول بودن آن استفاده شود.

ب- محل اتصال پایه‌های سیلو به صفحه ستون باید به‌وسیله لچکی‌های هم‌اندازه و با زاویه ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر برای تحمل بار یکنواخت مستحکم شود. بادبندها باید به‌طور صحیح با توجه به‌موقعیت محل استقرار نصب شود.

پ- پایه سیلوها باید با یکدیگر کاملاً هم اندازه، تراز و لبه زیرین هر پایه کاملاً یکنواخت و صاف باشد.

ت- در جوشکاری سیلوهای بزرگ به‌دلیل اینکه بار سنگینی به پایه‌ها وارد می‌شود باید برای رسیدن به جوش یکنواخت و مستحکم از دستگاه رکتیفایر یا دیزل برای جوشکاری استفاده شود.

ث- نردبان‌های ثابت عمودی تعبیه شده بر روی سیلوها باید دارای حفاظ پشت‌بند (حفاظ ملوانی نیم دایره) بوده و تا ارتفاع ۲ متری سطح زمین ادامه پیدا کند و در فواصل ۶ متری دارای پاگرد باشد. همچنین در سقف سیلو باید قبل از نصب، حفاظ نیم تنه نصب شود.

ج- هنگام بالارفتن و پائین آمدن کارگران برای تعمیرات و بازرسی از سیلوها، به‌ویژه به‌دلیل وجود وزش باد و تکان‌های احتمالی یا لغزندگی سطوح باید ضمن اخذ مجوز از واحد HSE، از تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ استفاده شود.

چ- در هنگام نصب و استقرار سیلوها عدم ازدحام و تجمع بی‌مورد کارکنان و اعلام ممنوعیت رفت و آمد در محدوده شعاع ارتفاع سیلوها ضروری است. برای تردد ایمن در محل انجام عملیات، باید منطقه کاری با علائم و تابلوهای هشدار دهنده مطابق بند ۲-۱۱ ایمن سازی شود.

ح- در زمان نصب و برچیدن سیلوها، رعایت ضوابط مربوط به حمل و جابجایی بارهای سنگین مطابق بند ۲-۸ ضروری است.

خ- باتوجه به مهم بودن دما در ساخت بتن، توصیه می‌شود رنگ سیلوها روشن انتخاب شود تا جذب و انتقال گرما کاهش یابد.

د- در کنار سیلو باید محوطه‌ای برای استقرار بونکرهای سیمان در نظر گرفته شود تا به بونکر امکان مانور و حرکت بدهد. کف محوطه باید تحمل بار ناشی از وزن بونکر را که ممکن است تا ۴۰ تا چهل تن برسد، داشته باشد.

ذ- هنگام تخلیه سیمان از بونکر به سیلوها باید توجه شود که سیلو بیش از حد پر نشود. برای این منظور باید تراز سیمان به‌صورت چشمی و یا ترجیحا با استفاده از تجهیزات خودکار کنترل شود. در این زمینه اپراتور باید آموزش ببیند و ارتباط مناسب بین اپراتور مرکز تولید بتن با راننده بونکر حین عملیات تخلیه سیمان برقرار باشد. همچنین اپراتور باید از اتصال صحیح شیر تخلیه بونکر به مخزن و آب‌بندی مناسب آن قبل از شروع عملیات تخلیه سیمان اطمینان حاصل کند.

ر- برای جلوگیری از پاشش سیمان به چشم راننده بونکر سیمان و سایر افراد حاضر در زمان تخلیه، باید از عینک ایمنی مطابق بند ۲-۱۰-۳ استفاده شود.

ز- کنترل فشار هوای داخل سیلو برای حفظ ایمنی عملکرد آن بسیار اهمیت دارد. همانگونه که سیلو تحت فشار خطرناک است، سیلو با فشار پائین نیز می‌تواند باعث بروز برخی مشکلات و خطرات از جمله کمانش بدنه و خارج شدن سیمان از سیلو شود. برای نمایش فشار داخل باید فشارسنج‌هایی برای سیلو تعبیه کرد.

ژ- هنگامی‌که سیمان وارد سیلو می‌شود باید مجرایی برای خروج هوایی که سیمان جایگزین آن شده فراهم باشد تا ضمن آنکه مخزن تحت فشار قرار نگیرد، انتقال سیمان به سیلو با صرف انرژی کمتری انجام شود. هنگام تخلیه سیمان به‌دلیل آنکه از سیستم هوای فشرده استفاده می شود، حجم بالایی از گرد و غبار از سیلو خارج می‌شود که علاوه بر هدر رفتن سیمان، باعث آلودگی زیست محیطی شده و سلامتی کارکنان و مجاورین کارگاه را مورد تهدید قرار می‌دهد. برای کنترل گرد و غبار خروجی سیلو از روش‌هایی چون تعبیه فیلتر غبارگیر (خودکار و دستی)، اتاقک آرامش سیمان و سیستمِ تر به تناسب شرایط پروژه استفاده می‌شود.

ژ-۱- فیلتر غبارگیر (خودکار و دستی): در غبارگیر خودکار، برای جمع‌آوری گرد و غبار از فیلترهای کاغذی استفاده می‌شود. حجم و ظرفیت این فیلترها باید متناسب با حجم سیلو انتخاب شود تا همواره فشار هوای داخل سیلو در حد مطلوب باقی بماند. در این روش به موتور الکتریکی برای مکش هوای آلوده از روی سیلو به داخل

غبارگیر نیاز است. در اثر مکش، هوای حاوی گرد و غبار سیمان. از منافذ فیلترها عبور کرده و غبار موجود از هوا جدا شده و هوای تمیز از غبارگیر خارج می‌شود. از سیمان جذب‌شده نیز می‌توان مجدد استفاده کرد. در نوع دستی این روش لوله‌ای روی درب خروجی سیلو (محل خروج گرد و غبار) تعبیه می‌شود و انتهای باز این لوله را با کیسه کاغذی بسته می‌شود تا گرد و غبار از هوا جدا شود. در صورتی‌که فیلترها فاقد امکانات تمیزکننده خودکار باشند باید نظارت مستمری انجام شود و حداقل یک‌بار در هفته فیلترها تمیز شوند.

ژ-۲- اتاقک آرامش: در این سیستم یک لوله ۲ اینچی از قسمت دمپر خروجی هوای سیلو برای برگشت سیمان تعبیه می‌شود. لوله مورد نظر به داخل اتاقک ساخته شده در زیر سیلوها متصل می‌شود. با ورود گرد و غبار به این اتاقک، از سرعت آن کاسته شده و به تدریج ته‌نشین می‌شود. گرد و غبار سیمان ته‌نشین شده نیز می‌تواند مجدد در سیستم استفاده شود.

ژ-۳- سیستم تر: راه دیگر کنترل آلودگی، انتهای لوله مذکور که در بند فوق (بند ژ-۲) به آن اشاره شد به‌جای آنکه وارد اتاقک آرامش شود، وارد بشکه آب شده و ذرات سیمان در اثر آب‌شستگی از هوای آلوده جدا می‌شود. گِل نشین شده باید توسط پیمانکاران صاحب صلاحیت بارگیری و برای دفع اصولی به بیرون از کارگاه منتقل شود. از معایب دیگر این روش عدم استفاده از سیمان ته‌نشین شده است. استفاده از این روش مجاز نیست و تنها در صورتی‌که که به تشخیص دستگاه نظارت به‌دلیل شرایط پروژه استفاده از دو روش فوق امکان پذیر نباشد، با صدور مجوز مکتوب دستگاه نظارت قابل اجراست.

س- قسمت تحتانی سیلوها، ظروف و مخازن ذخیره سازی سیمان باید مخروطی شکل و به‌گونه‌ای باشد که جریان خروج سیمان فقط به کمک نیروی مکانیکی یا پنوماتیکی انجام شود.

ش- هیچ‌یک از کارگران، مجاز به ورود به تجهیزات ذخیره‌سازی سیمان نیستند مگر سیستم بیرون‌رانی[1] سیمان خاموش شده و مطابق بند ۲-۲-۹ قفل و برچسب خورده باشد. در صورت ضرورت ورود کارگران به سیلوهای ذخیره سیمان باید از تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ استفاده شود.

۶-۴-۶-۷- دیگ مخلوط‌کن[2]

الف- هنگام مخلوط‌کردن مصالح به‌هیچ عنوان درب مخلوط‌کن مرکز تولید بتن نباید باز بماند. لذا بر روی درب آن، نصب میکروسوئیچ ضروری است تا هنگام بازشدن، دستگاه به‌طور خودکار متوقف شود. همچنین درب مخلوط‌کن باید هنگام بسته بودن کاملا درز بندی شده باشد تا گرد و غبار و مصالح از آن در محیط پراکنده نشود.

ب- درب دیگ مخلوط‌کن هنگام باز شدن باید به‌طور کامل قابلیت مهار شدن را داشته باشد تا از سقوط آن جلوگیری شود.

۱- ejection system

2- Mixer

پ- دریچه ورود مواد افزودنی به بتن باید دارای حفاظ مناسب باشد تا مانع ورود دست به داخل مخلوط‌کن شود. هنگام اختلاط بتن، درصورت نیاز به اضافه‌کردن افزودنی به بتن از دریچه تعبیه شده روی مخلوط‌کن، باید ضمن زدن ماسک از دستکش و پیمانه مربوطه استفاده شود.

ت- در صورتی که حجم مخلوط‌کن بتن از ۰/۸ مترمکعب بیشتر باشد باید مجهز به یک وسیله مکانیکی باشد تا از بیرون پریدن مواد داخل مخلوط‌کن حین چرخش جلوگیری کند.

ث- هنگام کار با افزودنی‌ها و سایر مواد پلیمری، شیمیایی و نانو، باید الزامات بند ۲-۴-۳ رعایت شود.

ث- هر نوع دستگاه بتن‌ساز باید مجهز به ضامن باشد تا در هنگام تمیزکاری دستگاه، از به‌کار افتادن تصادفی آن پیشگیری به‌عمل آید.

۶-۴-۶-۸- اتاق فرمان

اتاق فرمان مرکز کنترل و هدایت کلیه عملیات مرکز تولید بتن است و تابلوی فرمان و سیستم‌های الکتریکی هدایت دستگاه در آن مستقر است. در اتاق فرمان موارد ایمنی زیر باید رعایت شود:

الف- باید فضای کافی برای تردد راحت اپراتور وجود داشته باشد. همچنین باید از محدودکردن فضای‌کاری در اتاق فرمان و استفاده از آن به‌عنوان محلی برای انبارکردن اقلامی مانند روغن، میکروسیلیس و نگهداری سایر وسایل دست و پاگیر جلوگیری شود.

ب- اتاق فرمان باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشد تا اپراتور نسبت به سایر همکاران خود درسکوی مرکز تولید بتن، دیدِ کافی داشته باشد.

پ- تعبیه یک عدد کپسول اطفا حریق (ترجیحا CO_2)، جعبه کمک‌های اولیه و چراغ قوه در اتاق فرمان ضروری است.

ت- پس از اتمام کار و همچنین در هنگام تعمیرات، باید محفاظ ایمنی تابلو فرمان در حالت بسته باشد.

ث- درهنگام نظافت باید از پاشیدن آب به قسمت اتاق فرمان و الکتروموتورها خودداری شود.

ج- فقط اپراتور مرکز تولید بتن مجاز به رفت و آمد در قسمت اتاق فرمان است. تردد افراد متفرقه به اتاق فرمان ممنوع است و افراد مجاز به ورود به اتاق فرمان توسط سرپرست کارگاه مشخص می‌شود. کلید درب اتاق باید فقط در تحویل اپراتور باشد.

چ- تابلوی فرمان باید طوری جانمایی شود که احتمال برخورد سهوی اپراتور با آن وجود نداشته باشد. در تابلو فرمان به‌جای استفاده از کلیدهای برجسته باید از کلیدهای دارای حفاظ (رینگ دار) استفاده شود تا در اثر برخورد سهوی عمل نکند. همچنین در تابلو اتاق فرمان باید کلید قطع اضطراری[1] برای توقف فوری دستگاه تعبیه شده باشد تا در صورتی که اپراتور با هرگونه مشکل یا شرایط اضطرار مواجه شد با فشار دادن این کلید، عملکرد مرکز تولید بتن فورا قطع شود.

1- Emergency

ح- بدنه فلزی اتاق فرمان، همچنین تابلوی فرمان باید دارای سیستم اتصال به زمین یا ارتینگ باشند.

خ- بازرسی سیم بکسل و کنترل ایمنی آن در سیستم بالابر و واگن حمل مصالح و شن‌کش باید مطابق با الزامات بند ۲-۸-۳ انجام شود.

۶-۴-۶-۹- پساب مرکز تولید بتن

در مورد الزامات پساب ناشی از شست‌شوی تجهیزات مرکز تولید بتن و کامیون‌های مخلوط‌کن و پمپ‌های بتن به بند ۲-۹-۶-۱۳مراجعه شود.

Building General Technical Specification Volume III

Concrete, Technology and Construction

[IR-Code 55-3]

Authors & Contributors Committee:

Hormoz	Famili (Concrete, Technology and Construction Section Chair)	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Mohsen	Tadayon	Sinab gharb Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Babak	Ahmadi	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Jafar	Sobhani	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Mahdi	Khoshkerdar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Mehdi	Nemati chari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Mohammad Hosein	Tadayon	Ara Beton Arvand Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Mahmood	Irajian	Padrapat Pars Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Amirmaziar	Raeisghasemi	Building and Housing Research Center	M.Sc. of Architectural Eng.
Mostafa	Haghtalab	Malayer University	M.Sc. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.

Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

.

Abstract:

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- **Volume Three: Concrete, Technology and Construction**
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the third volume) consists of the sixth chapter (Concrete, Technology and Construction).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification
Volume III

Concrete, Technology and Construction

IR-Code 55-3
Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد سوم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به بتن و اجرای آن در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی

کارهای ساختمانی

تجدید نظر سوم

جلد چهارم

فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

ضابطه شماره ۴-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی

امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد چهارم) مشتمل بر فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال نمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد چهارم- فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
اباذر	اصغری (رئیس کارگروه)	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران	فصل هفتم
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران	فصل هفتم
نادر	فنایی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران	فصل هفتم
شاهرخ	شعیبی	مهندسین مشاور	دکترای مهندسی عمران	فصل هفتم
فرزان	حداد شرق	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب	دکترای مهندسی عمران	فصل هفتم
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندسی عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندسی عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندسی عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی و اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن نشریات و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی

آقای مهندس علیرضا احسانی

آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی

آقای مهندس حسن تابش

آقای مهندس احمد جاودان

آقای مهندس احمد خراسانچیان

آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری

آقای مهندس سیدعلی طاهری

آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ

آقای دکتر مهدی قالیبافیان

آقای مهندس مصطفی کتیرایی

آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند

آقای مهندس جواد مجلسی

آقای مهندس قباد میزانی

خانم مهندس منیر وزیرنیا

آقای مهندس سید اکبر هاشمی

آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل هفتم- فولاد و اجرای سازه‌های فولادی ۱

۷-۱- کلیات ۳

۷-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳

۷-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۳

۷-۲- مصالح ۵

۷-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۵

۷-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول ۵

۷-۲-۲-۱- قطعات فولادی ۵

۷-۲-۲-۱-۱- کیفیت و استاندارد ۵

۷-۲-۲-۱-۲- آزمایش ۸

۷-۲-۲-۱-۳- ابعاد و رواداری‌های ابعادی محصولات فولادی ۸

۷-۲-۲-۱-۴- شرایط سطحی ۹

۷-۲-۲-۱-۵- چقرمگی و طاقت نمونهٔ شیار دادشدهٔ شارپی مصالح فولادی ۹

۷-۲-۲-۱-۶- مشخصات مکانیکی در امتداد ضخامت ۱۰

۷-۲-۲-۱-۷- حداکثر نسبت تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد به تنش کششی آن در کاربردهای لرزه‌ای ۱۱

۷-۲-۲-۱-۸- اعضای خمیده یا دارای انحنا ۱۱

۷-۲-۲-۲- جوش ۱۲

۷-۲-۲-۲-۱- کیفیت و استاندارد ۱۲

۷-۲-۲-۲-۲- چقرمگی فلز پرکنندهٔ جوش ۱۲

۷-۲-۲-۲-۳- نگهداری ۱۳

۷-۲-۲-۳- پیچ و مهره ۱۳

۷-۲-۲-۳-۱- کیفیت و استاندارد ۱۳

۷-۲-۲-۳-۲- نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌ها در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی ۱۵

۷-۲-۲-۳-۳- خزینه و پَخ‌کاری ۱۷

۷-۲-۲-۳-۴- انبارداری و ذخیرهٔ پیچ‌ها ۱۷

۷-۲-۲-۳-۵- دمای محیط ۱۷

۷-۲-۲-۳-۶- پوشش محافظتی ۱۷

۷-۲-۲-۴- میل‌مهار ۱۸

۷-۲-۲-۵- گل‌میخ‌های برشی ۱۸

۷-۲-۲-۶- مصالح پوشش محافظتی ۱۹

۷-۲-۲-۷- جایگزینی در مصالح یا شکل قطعات ۱۹

۷-۳- تهیه اطلاعات و مستندات ۱۹

۷-۳-۱- سیستم اطلاعات و مستندسازی ۱۹

۷-۳-۲- تمهیدات عمومی ۱۹

۷-۳-۲-۱- شماره‌گذاری (نشانه‌گذاری) قطعات ۱۹

۷-۳-۲-۲- نقشه شماره‌گذاری (نشانه‌گذاری) قطعات ۲۰

۷-۳-۳- اطلاعات در محل تلاقی قطعات با دیوار بتنی یا پی ۲۰

۷-۳-۴- اطلاعات و مستندات ساخت قطعات ۲۰

۷-۳-۴-۱- نقشه‌های کارگاهی و اطلاعات ساخت ۲۰

۷-۳-۴-۲- قطعات الحاقی جهت سهولت نصب ۲۱
۷-۳-۴-۳- جوشکاری ۲۱
۷-۳-۴-۴- پرکننده‌ها، فواصل آزاد و پیش‌خیز ۲۱
۷-۳-۴-۵- ابعاد اسمی سوراخ‌ها ۲۱
۷-۳-۴-۶- اتصالات مجاز به جابه‌جایی ۲۲
۷-۳-۴-۷- ماشین‌کاری و مته‌کاری ۲۲
۷-۳-۴-۸- سطوح تماس در اتصالات لغزش بحرانی ۲۲
۷-۳-۴-۹- اطلاعات موردنیاز برای ساخت سیستم‌های باربر لرزه‌ای ۲۳
۷-۳-۵- اطلاعات و مستندات نصب قطعات ۲۵
۷-۳-۵-۱- نقشه‌های کارگاهی نصب ۲۵
۷-۳-۵-۲- نقشه‌های کارهای فولادی موقت ۲۵
۷-۳-۵-۳- اطلاعات و جزئیات موردنیاز برای نصب سیستم‌های باربر لرزه‌ای ۲۵
۷-۳-۶- بررسی نقشه‌ها و مستندات ۲۶
۷-۳-۷- نقشه‌های چون‌ساخت ۲۶
۷-۴- ضوابط اجرایی ۲۷
۷-۴-۱- شناسایی مشخصات کار ۲۷
۷-۴-۲- حمل‌ونقل و جابه‌جایی قطعات ۲۷
۷-۴-۳- برش‌کاری و شکل‌دهی ۲۷
۷-۴-۳-۱- عملیات برش‌کاری ۲۷
۷-۴-۳-۲- لبه‌های برش‌کاری حرارتی ۲۷
۷-۴-۳-۳- ستون‌ها و اعضای فشاری ۲۸
۷-۴-۴- ماشین‌کاری ۲۸
۷-۴-۴-۱- ضخامت قطعات ماشین‌کاری شده ۲۸
۷-۴-۵- پرداخت ۲۸
۷-۴-۵-۱- برداشتن زوائد ۲۸
۷-۴-۵-۲- پرداخت لبه‌ها ۲۸
۷-۴-۶- سوراخ‌کاری ۲۸
۷-۴-۶-۱- سوراخ‌ها ۲۸
۷-۴-۶-۲- تطابق ۲۹
۷-۴-۶-۳- مته‌کاری هم‌زمان چندین قطعه ۲۹
۷-۴-۶-۴- منگنه‌کاری با اندازهٔ کامل ۲۹
۷-۴-۶-۵- منگنه‌کاری و برقو زدن ۲۹
۷-۴-۶-۶- سوراخ‌های لوبیایی ۳۰
۷-۴-۷- سرهم‌بندی ۳۰
۷-۴-۸- خم‌کاری و صاف کردن قطعات ۳۰
۷-۴-۹- الزامات ویژه برای ساخت قطعات سیستم باربر لرزه‌ای ۳۱
۷-۴-۱۰- بازرسی ۳۱
۷-۴-۱۱ انبار کردن ۳۱
۷-۵- جوشکاری ۳۲
۷-۵-۱- صلاحیت جوشکار ۳۲
۷-۵-۱-۱- آزمایش ۳۲

۷-۵-۱-۲- گواهینامه صلاحیت ۳۲
۷-۵-۲- فرایندهای جوشکاری ۳۲
۷-۵-۲-۱- تهیه دستورالعمل جوشکاری (WPS) ۳۲
۷-۵-۲-۲- تایید دستورالعمل جوشکاری و آزمایش‌های مربوط ۳۲
۷-۵-۲-۳- استفاده از دستورالعمل‌های جوشکاری ۳۳
۷-۵-۳- سرهم‌بندی ۳۳
۷-۵-۳-۱- آماده‌سازی ۳۳
۷-۵-۳-۲- گیره‌ها و ثابت‌کننده‌های قطعات ۳۳
۷-۵-۳-۳- خال‌جوش کاری ۳۳
۷-۵-۳-۴- کنترل اعوجاج ۳۳
۷-۵-۳-۵- ساخت یا نصب قطعات الحاقی ۳۳
۷-۵-۳-۶- ورق گوشواره (ناودانی انتهای جوش) ۳۴
۷-۵-۴- آزمایش جوش‌ها ۳۵
۷-۵-۴-۱- آزمایش‌های متعارف جوش ۳۵
۷-۵-۴-۲- آزمایش‌های اولیه جوش ۳۶
۷-۵-۴-۳- بازرسی چشمی جوش ۳۷
۷-۵-۴-۴- حداقل زمان موردنیاز برای شروع آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) ۳۸
۷-۵-۴-۵- آزمایش تشخیص عیوب سطحی ۳۹
۷-۵-۴-۶- آزمایش فراصوت ۳۹
۷-۵-۴-۷- آزمایش‌های ویژه ۳۹
۷-۵-۴-۸- معیار پذیرش جوش ۳۹
۷-۵-۵- جوشکاری گل‌میخ ۴۱
۷-۵-۵-۱- روش جوشکاری ۴۱
۷-۵-۵-۲- جوشکاری آزمایشی پیش از عملیات اجرای گل‌میخ‌ها ۴۲
۷-۵-۵-۳- آزمایش در هنگام اجرای گل‌میخ‌ها ۴۲
۷-۵-۵-۴- بررسی و آزمایش‌ها ۴۲
۷-۵-۵-۵- گل‌میخ‌های معیوب ۴۳
۷-۶- پیچ‌کاری ۴۳
۷-۶-۱- سرهم‌بندی پیچ‌های شش‌گوش معمولی (بدون قابلیت پیش‌تنیدگی) ۴۳
۷-۶-۱-۱- ترکیب پیچ و مهره برای پیچ‌کاری معمولی ۴۳
۷-۶-۱-۲- استفاده از پیچ با رده مصالح متفاوت ۴۳
۷-۶-۱-۳- طول پیچ ۴۳
۷-۶-۱-۴- واشرها ۴۳
۷-۶-۱-۵- واشرهای گوه‌ای ۴۴
۷-۶-۱-۶- مهره‌های گالوانیزه‌شده ۴۴
۷-۶-۱-۷- محکم کردن پیچ‌ها ۴۴
۷-۶-۱-۸- جفت شدن پیچ‌ها در سوراخ ۴۴
۷-۶-۲- آماده‌سازی و تنظیم برای سرهم‌بندی پیچ‌های معمولی (بدون قابلیت پیشتنیدگی) ۴۵
۷-۶-۲-۱- تنظیم کردن ۴۵
۷-۶-۲-۲- برقو زدن ۴۵
۷-۶-۳- سرهم‌بندی پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی ۴۵

۷-۶-۳-۱ ترکیب پیچ و مهره ۴۵
۷-۶-۳-۲- طول پیچ ۴۵
۷-۶-۳-۳- واشرها ۴۵
۷-۶-۳-۴- واشرهای گوه‌ای ۴۶
۷-۶-۳-۵- محکم کردن پیچ‌ها ۴۶
۷-۶-۳-۶- بررسی در هنگام و پس از محکم کردن پیچ‌ها ۴۷
۷-۶-۳-۷- دور انداختن پیچ ۴۷
۷-۶-۴- آماده‌سازی و تنظیم برای سرهم‌بندی پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی ۴۷
۷-۶-۴-۱- تنظیم کردن ۴۷
۷-۶-۴-۲- برقو زدن ۴۷
۷-۷- دقت در ساخت ۴۸
۷-۷-۱- کلیات ۴۸
۷-۷-۲- رواداری‌های مجاز برای قطعات نوردشده پس از ساخت ۴۹
۷-۷-۳- رواداری‌های مجاز برای اجزاء در قطعات ساخته‌شده ۵۰
۷-۷-۴- رواداری‌های مجاز برای مقاطع I شکل ساخته‌شده از ورق ۵۲
۷-۷-۵- رواداری‌های مجاز برای مقاطع قوطی‌شکل ساخته‌شده از ورق ۵۴
۷-۷-۶- رواداری‌های مجاز برای خرپاهای مشبک ۵۶
۷-۸- نصب ۵۷
۷-۸-۱- کلیات ۵۷
۷-۸-۱-۱- دستورکار روش نصب ۵۷
۷-۸-۱-۲- تعیین خط پروژه و محدوده کار توسط کارفرما ۵۷
۷-۸-۱-۳- جابه‌جایی و انبارداری ۵۷
۷-۸-۱-۴- قطعات فولادی آسیب‌دیده ۵۸
۷-۸-۱-۵- کف‌ستون‌ها و دال‌ها ۵۸
۷-۸-۱-۶- دوغاب‌ریزی ۵۸
۷-۸-۲- شرایط کارگاه ۵۸
۷-۸-۲-۱- مسئولیت‌های کارفرما ۵۸
۷-۸-۲-۲- مسئولیت‌های پیمانکار ۵۹
۷-۸-۳- تأمین پایداری ۵۹
۷-۸-۳-۱- مهارهای موقت تا تکمیل پایداری کار ۵۹
۷-۸-۳-۲- دیگر مهارهای موقت استفاده شده توسط پیمانکار ۵۹
۷-۸-۴- بارهای نصب ۵۹
۷-۸-۵- هم‌راستایی و تراز کردن ۵۹
۷-۸-۵-۱- هم‌راستایی قطعات سازه ۵۹
۷-۸-۵-۲- اثرات دما ۶۰
۷-۸-۶- جوش‌کاری در کارگاه ۶۰
۷-۸-۷- پیچ‌کاری در کارگاه ۶۰
۷-۸-۸- گواهی پایان کار ۶۰
۷-۹- دقت در نصب کارهای فولادی ۶۱
۷-۹-۱- کلیات ۶۱
۷-۹-۲- بازرسی پی ۶۱

۷-۹-۳- اطلاعات موردنیاز برای دیگر پیمانکاران ۶۲
۷-۹-۴- رواداری‌های مجاز برای پی‌ها، دیوارها و میل‌مهارها ۶۲
۷-۱۰- تدابیر حفاظتی ۶۹
۷-۱۰-۱- کلیات ۶۹
۷-۱۰-۱-۱- مشخصات ۶۹
۷-۱۰-۱-۲- دستورکار روش انجام ۶۹
۷-۱۰-۱-۳- نحوه انجام پوشش‌دهی ۶۹
۷-۱۰-۱-۴- حمل‌ونقل، جابه‌جایی و انبارداری قطعات فولادی پوشش‌شده ۶۹
۷-۱۰-۲- آماده‌سازی سطوح ۶۹
۷-۱۰-۲-۱- تمیزکاری سطوح ۶۹
۷-۱۰-۲-۲- سطوح پوششی مقاطع ۷۰
۷-۱۰-۲-۳- اندازه‌گیری سطوح پوششی مقاطع ۷۱
۷-۱۰-۲-۴- عیوب سطحی ۷۱
۷-۱۰-۳- پوشش‌های فلزی پاششی ۷۱
۷-۱۰-۳-۱- روش انجام کار ۷۱
۷-۱۰-۳-۲- ترمیم سطوح صدمه دیده ۷۱
۷-۱۰-۳-۳- عایق‌کاری پیش از رنگ‌پاشی ۷۱
۷-۱۰-۴- پوشش‌های گالوانیزه با غوطه‌وری گرم ۷۱
۷-۱۰-۴-۱- روش انجام کار ۷۱
۷-۱۰-۴-۲- سوراخ‌های تهویه ۷۲
۷-۱۰-۵- پوشش‌های محافظتی با رنگ ۷۲
۷-۱۰-۵-۱- روش انجام کار ۷۲
۷-۱۰-۵-۲- آماده سازه سطوح پیش از رنگ‌کاری ۷۲
۷-۱۰-۵-۳- مراحل و نکات اجرای رنگ‌آمیزی ۷۳
۷-۱۰-۵-۴- انبارداری رنگ ۷۴
۷-۱۰-۵-۵- رنگ‌کاری جوش‌های کارگاهی و پیچ‌ها ۷۵
۷-۱۰-۵-۶- بازرسی پوشش‌های انجام‌شده در کارگاه ۷۵
۷-۱۰-۶- پوشش‌های سطوح مدفون‌شده در بتن ۷۵
۷-۱۱- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۷۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۷-۱- اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره ۱۳
شکل ۷-۲- شکل کلی سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی سازه‌های فولادی ۲۲
شکل ۷-۳- جوشکاری خارج ناحیهٔ k در محل اتصال ورق پیوستگی به جان ستون ۲۳
شکل ۷-۴- شرایط پذیرش قطعهٔ کلگی ۲۴
شکل ۷-۵- وضعیت‌های قابل‌قبول برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای در انتهای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل ۲۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۷-۱- نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی طبق استانداردهای ساما ۱۴۲۶۲ (جدید ایران)، ساما ۱۶۰۰ (قدیم ایران) ، EN 10025 (اتحادیه اروپا) و ISO 630 (بین‌المللی)..... ۶

جدول ۷-۲- نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی بهبودیافته برای شرایط لرزه‌ای طبق استانداردهای ساما ۱۲۰۶۵ و ISO 24314 ... ۷

جدول ۷-۳- نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی طبق استانداردهای موسسهٔ آزمایش مصالح آمریکا (ASTM) ۷

جدول ۷-۴- حداکثر ضخامت قطعات برحسب میلی‌متر در صورت استفاده از مصالح فولادی پرمقاومت ۱۰

جدول ۷-۵- ضخامت درزهای جوش با احتمال خطر گسیختگی لایه‌ای ۱۰

جدول ۷-۶- فلز پرکنندهٔ جوش سازگار با فلز پایه..... ۱۲

جدول ۷-۷- حداقل طاقت نمونهٔ شیار داده‌شده شارپی فلز پرکنندهٔ جوش (الکترودها و سیم‌جوش‌های مصرفی)..... ۱۳

جدول ۷-۸- استانداردهای مورد تایید برای مجموعه پیچ، مهره و واشر ۱۴

جدول ۷-۹- حداقل تعداد نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز پیچ‌ها ۱۵

جدول ۷-۱۰- آزمایش‌های موردنیاز پیچ‌ها مطابق ISO 898..... ۱۶

جدول ۷-۱۱- مهره‌های موردنیاز پیچ‌ها مطابق ISO 898 ..... ۱۶

جدول ۷-۱۲- آزمایش‌های موردنیاز واشرها مطابق ISO 898..... ۱۶

جدول ۷-۱۳- حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه پیچ‌های پرمقاومت طبق استاندارد ISO ۱۶

جدول ۷-۱۴- حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه پیچهای پرمقاومت طبق استاندارد ASTM..... ۱۷

جدول ۷-۱۵- مشخصات مکانیکی گل‌میخ‌ها طبق استاندارد EN ISO 13918 ..... ۱۸

جدول ۷-۱۶- ابعاد اسمی سوراخ پیچ‌ها برحسب میلی‌متر..... ۲۲

جدول ۷-۱۷- الزامات برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای (ناودانی‌های انتهای جوش‌ها)..... ۳۴

جدول ۷-۱۸- آزمایش‌های غیر مخرب (NDT) ۳۶

جدول ۷-۱۹- زمان موردنیاز برای شروع آزمایش NDT..... ۳۸

جدول ۷-۲۰- ضوابط پذیرش برای تولیدات جوشش‌ده در سازه‌ها فولادی..... ۴۰

جدول ۷-۲۱- چرخش اضافی برای پیش‌تنیده کردن پیچ در روش ترکیبی ۴۶

جدول ۷-۲۲- بازرسی پس از گالوانیزه کردن ۷۲

جدول ۷-۲۳- حداقل ضخامت رنگ‌آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف..... ۷۴

فصل هفتم

فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

۷-۱- کلیات

۷-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از ارائهٔ این مشخصات، دستیابی به یکنواختی در روش ساخت و نصب قطعات فولادی است تا از این طریق سازه‌های فولادی ساخته شده، از کیفیت و ایمنی بیشتری برخوردار باشند.

فولاد هم به‌عنوان یک ماده به‌دست‌آمده از منابع طبیعی و هم با توجه به گستردگی کاربرد آن در صنعت ساختمان به‌عنوان مصالح سازه‌ای در کشور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و لزوم استفادهٔ مناسب و بهینه از آن اجتناب‌ناپذیر است. به همین منظور، در این فصل مشخصات عمومی برای انجام کارهای مربوط به ساخت و اجرای سازه‌های فولادی براساس آخرین تغییرات انجام‌گرفته در آیین‌نامه‌ها و استانداردها ارائه می‌شود.

حدود و دامنه کاربرد این فصل برای ساخت و نصب سازه‌هایی است که باید تماماً یا بخش‌هایی از آن با استفاده از مصالح فولادی اجرا شوند. این مشخصات دربرگیرنده تمام سازه‌های ساختمانی تحت اثر بارگذاری‌های استاتیکی، دینامیکی و لرزه‌ای است؛ ولی شامل آثار خستگی نمی‌شود، مگر آنکه اقدامات تکمیلی یا اصلاحی ویژه‌ای در این خصوص توسط مشاور تجویز شده باشد.

مشخصات عمومی ارائه شده، شامل اطلاعات و الزامات مورد نیاز در مشخصات پروژه، ضوابط تهیهٔ مصالح، تهیه مستندات و نقشه‌ها، ساخت قطعات، برشکاری، مونتاژ، جوشکاری، حمل، پیش‌نصب، برپاداشتن، نصب، کارهای تکمیلی جوشکاری، سوراخ‌کاری، پیچکاری، محکم کردن پیچ‌ها، آماده‌سازی سطوح، رنگ‌آمیزی، انبارداری رنگ، رواداری‌ها، نصب، خم و راست کردن قطعات، حمل قطعات ساخته‌شده به محل نصب، انبارداری، محافظت از قطعات، تدابیر حفاظتی و... است.

۷-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

اتصال اتکایی: اتصالی که در آن انتقال نیروی برشی از طریق اتکای بدنه پیچ به جداره سوراخ صورت می‌گیرد و از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرف‌نظر می‌شود.

اتصال ساده (مفصلی): اتصالی است که ازنظر دوران، انعطاف‌پذیر بوده و لنگری را به تکیه‌گاه انتقال نمی‌دهد.

اتصال گیردار تیر به ستون: اتصالی است که در آن زاویه بین تیر و ستون پس از تغییر شکل حاصل از تمام بارها، تقریباً بدون تغییر مانده و لنگر خمشی تیر قابل انتقال به ستون است.

آزمایش طاقت نمونه شیار داده شده شارپی: آزمایش دینامیکی که بر روی نمونه شیار داده شده استاندارد فولادی تحت اثر یک ضربه استاندارد صورت می‌گیرد و میزان طاقت (جذب انرژی) نمونه فولادی را در مقابل ترد شکنی مشخص می‌نماید.

آزمون غیر مخرب: آزمایشی که در آن بر عضو سازه‌ای آسیبی وارد نگردد و پیوستگی مصالح فولادی سازه و اجزای مقطع آن به هم نخورد.

جوش انگشتانه: به جوش به‌کاررفته در داخل سوراخ دایره‌ای شکل یک ورق گفته می‌شود که آن را به سطح قطعه فلزی دیگر متصل می‌نماید.

جوش کام: به جوش به‌کاررفته در داخل سوراخ لوبیایی شکل بک ورق گفته می‌شود که آن را به سطح قطعه فلزی دیگری متصل می‌نماید.

جوش شیاری با نفوذ کامل (CJP): به جوش‌هایی گفته می‌شود که در آن‌ها فلز جوش در کل ضخامت ورق متصل شده نفوذ می‌نماید.

جوش شیاری با نفوذ نسبی یا ناقص (PJP): به جوش‌هایی گفته می‌شود که در آن‌ها فلز جوش در بخشی از ضخامت ورق متصل شده نفوذ می‌نماید.

جوش گوشه: جوش‌هایی که شکل آن‌ها عموماً مثلثی بوده و بر روی سطح دو ورق (اتصال T)، سطح یک ورق و لبه ورق دیگر (اتصال روی هم) یا ضخامت دو ورق (اتصال L) را به یکدیگر متصل می‌نماید.

سازه شکل‌پذیر: به سازه‌های باربر جانبی لرزه‌ای اطلاق می‌شوند که بتواند در نواحی خاصی از اعضای خود تغییر شکل‌های فرا ارتجاعی را پذیرا بوده و این ویژگی را در بارگذاری‌های رفت و برگشتی بدون کاهش قابل ملاحظه در مقاومت، حفظ نماید.

سخت کننده: به یک جز سازه‌ای نظیر ورق یا نبشی گفته می‌شود که به یک عضو سازه‌ای متصل می‌گردد تا سختی آن را افزایش داده و توزیع بار را هموارتر نماید.

قاب خمشی فولادی: به سیستم سازه‌ای اطلاق می‌گردد که سختی، مقاومت و شکل‌پذیری آن از طریق مقاومت خمشی، برشی و محوری اعضایی که دارای اتصال گیردار هستند، تأمین می‌شود.

قاب خمشی معمولی: شکل‌پذیری مورد انتظار در این سیستم حداقل بوده و از طریق تغییر شکل‌های دورانی فرا ارتجاعی کم در انتهای تیرها و ستون‌ها و تسلیم برشی کم در ناحیه چشمه اتصال تأمین می‌شود.

قاب خمشی متوسط: شکل‌پذیری مورد انتظار در این سیستم باربر جانبی محدود بوده و از طریق تغییر شکل‌های دورانی فرا ارتجاعی محدود در انتهای تیرها یا انتهای ستون‌ها و تسلیم برشی محدود در ناحیه چشمه اتصال تأمین می‌شود.

قاب خمشی ویژه: شکل‌پذیری مورد انتظار در این سیستم باربر جانبی قابل‌ملاحظه بوده و از طریق تغییر شکل‌های دورانی فرا ارتجاعی زیاد در انتهای تیرها، تسلیم برشی کم در ناحیه چشمه اتصال و تغییر شکل‌های فرا ارتجاعی دورانی در ستون‌ها در تراز پایه تأمین می‌شود.

مفصل پلاستیک: به ناحیه‌ای از طول عضو گفته می‌شود که در آن مقدار لنگر خمشی برابر لنگر پلاستیک مقطع باشد.

ناحیه حفاظت شده: به ناحیه‌ای از طول عضو اطلاق می‌شود که انتظار می‌رود در این ناحیه تغییر شکل‌های فرا ارتجاعی خمشی، کششی و برشی تشکیل شود.

۷-۲- مصالح

۷-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

تمام مواد و قطعاتی که در اجزای تشکیل‌دهنده یک سازه فولادی به کار می‌رود، باید با الزامات مشخصات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آن المان فولادی تعیین شده در مشخصات پروژه (نقشه‌ها، دستورکارها، مشخصات فنی خصوصی و ...) مطابقت داشته باشند. این اجزا و آزمایش‌ها باید مطابق با استانداردهای ملی ایران بوده و در صورت عدم موجود بودن استاندارد ملی، باید با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی (ترجیحاً سازمان بین‌المللی استاندارد، ISO) کنترل شود. مرجع تایید مصالح، نمونه‌ها و آزمایش‌ها، دستگاه نظارت می‌باشد. تعیین استاندارد و قبول آن نیز به عهده دستگاه نظارت است.

به‌طورکلی، در یک سازه فولادی به‌کار بردن فلزات مستعمل ممنوع است، مگر در موارد خاصی که در نقشه‌ها و مشخصات اولیه پروژه پیش‌بینی و مشخص شده باشند.

لازم به ذکر است استفاده از هر یک از استانداردهای ملی ایران، ISO، ASTM بنابر نظر مشاور مجاز می‌باشد.

۷-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول

۷-۲-۲-۱- قطعات فولادی

۷-۲-۲-۱-۱- کیفیت و استاندارد

مشخصات مکانیکی مصالح فولادی به کار رفته در مقاطع گرم نورد شده، مقاطع سرد نورد شده یا سرد کار شده، مقاطع ساخته شده از ورق، مقاطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق و کلیهٔ قطعاتی که در ساخت سازه پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید با استاندارد ملی ایران یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مطابقت داشته باشند.

مشخصات مصالح فولادی سازه‌ای گرم و سرد نورد شده باید مطابق ساما ۱۴۲۶۲ یا EN 10025 یا ISO 630 و یا ASTM باشد. رده‌های فولاد ساختمانی مورد استفاده طبق استانداردهای ساما، EN و ISO عبارت‌اند از: S235، S275، S355، S450 و S460 و رده‌های فولاد ساختمانی مورداستفاده طبق استاندارد ASTM عبارت‌اند از: A36، A572، A588، A709، A913 و A992.

برای سازه‌های مقاوم در برابر زلزله درصورتی‌که در مشخصات پروژه، مصالح با مشخصات ویژه‌ای تعیین شده باشد، این مشخصات باید مطابق با استانداردهای معتبر موردنظر مشاور باشد.

مشخصات اصلی فولادهای معرفی‌شده در استانداردهای مختلف، در جداول ۷-۱ الی ۷-۳ ارائه شده است.

جدول ۷-۱ - نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی طبق استانداردهای ساما ۱۴۲۶۲ (جدید ایران)، ساما ۱۶۰۰ (قدیم ایران) ، EN 10025 (اتحادیه اروپا) و ISO 630 (بین‌المللی)

نام ردهٔ فولاد طبق استانداردهای جهانی اروپایی و جدید ایران	نام ردهٔ فولاد طبق استاندارد قدیم ایران	ضخامت (mm)	تنش تسلیم مشخصه، F_y (MPa)	تنش کششی نهایی، F_u (MPa)	حداقل کرنش نهایی، ε_u (٪)
-	St-۳۴	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶	۲۰۵ ۱۹۵	۴۱۰-۳۳۰	۲۸
S۲۳۵	St-۳۷	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۱۰۰ ~ ۴۰	۲۳۵ ۲۲۵ ۲۱۵	۵۱۰-۳۶۰	۲۶-۲۲
S۲۷۵	St-۴۴	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۶۳ ~ ۴۰ ۸۰ ~ ۶۳ ۱۰۰ ~ ۸۰	۲۷۵ ۲۶۵ ۲۵۵ ۲۴۵ ۲۳۵	۵۶۰-۴۱۰	۲۳-۱۹
S۳۵۵	St-۵۲	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۶۳ ~ ۴۰ ۸۰ ~ ۶۳ ۱۰۰ ~ ۸۰	۳۵۵ ۳۴۵ ۳۳۵ ۳۲۵ ۳۱۵	۶۳۰-۴۷۰	۲۲-۱۸
-	St-۵۰	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۶۳ ~ ۴۰	۲۹۵ ۲۸۵ ۲۷۵	۶۱۰-۴۹۰	۲۰
S۴۵۰	-	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۶۳ ~ ۴۰ ۸۰ ~ ۶۳ ۱۰۰ ~ ۸۰	۴۵۰ ۴۳۰ ۴۱۰ ۳۹۰ ۳۸۰	۷۲۰-۵۵۰	۱۷
S۴۶۰	-	۱۶≥ ۴۰ ~ ۱۶ ۶۳ ~ ۴۰ ۸۰ ~ ۶۳ ۱۰۰ ~ ۸۰	۴۶۰ ۴۴۰ ۴۳۰ ۴۱۰ ۴۰۰	۷۳۰-۵۴۰	۱۷

جدول ۷-۲- نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی بهبودیافته برای شرایط لرزه‌ای طبق استانداردهای ساما ۱۲۰۶۵ و ISO 24314

نام ردهٔ فولاد	ضخامت (mm)	تنش تسلیم، F_y (MPa)	تنش کششی نهایی، F_u (MPa)	$\frac{F_y}{F_u}$ (٪)	حداقل کرنش نهایی، ε_u (٪)
S۲۳۵S	$۶ \le t < ۱۲$	۳۵۵ - ۲۳۵	۵۱۰ - ۴۰۰	—	۲۱
	$۱۲ \le t < ۱۶$	۳۵۵ - ۲۳۵		≤۸۰	
	$۱۶ \le t < ۴۰$	۳۵۵ - ۲۳۵		≤۸۰	
	$۴۰ \le t \le ۱۲۵$	۳۳۵ – ۲۱۵		≤۸۰	
S۳۲۵S	$۶ \le t < ۱۲$	۴۴۵ – ۳۲۵	۶۱۰ - ۴۹۰	—	۲۰
	$۱۲ \le t < ۱۶$	۴۴۵ – ۳۲۵		≤۸۰	
	$۱۶ \le t < ۴۰$	۴۴۵ – ۳۲۵		≤۸۰	
	$۴۰ \le t \le ۱۲۵$	۴۱۵ – ۲۹۵		≤۸۰	
S۳۴۵S	$۶ \le t < ۱۲$	۴۵۰ – ۳۴۵	≥ ۴۵۰	≤۸۵	۱۹
	$۱۲ \le t < ۱۶$	۴۵۰ – ۳۴۵		≤۸۵	
	$۱۶ \le t < ۴۰$	۴۵۰ – ۳۴۵		≤۸۵	
	$۴۰ \le t \le ۱۲۵$	۴۵۰ – ۳۴۵		≤۸۵	
S۴۶۰S	$۶ \le t < ۱۲$	۵۸۰ – ۴۶۰	۷۰۰ - ۵۲۰	≤۹۰	۱۶
	$۱۲ \le t < ۱۶$	۵۸۰ – ۴۶۰		≤۹۰	
	$۱۶ \le t < ۴۰$	۵۶۰ – ۴۴۰		≤۹۰	
	$۴۰ \le t \le ۱۲۵$	۵۴۰ – ۴۲۰		≤۹۰	

جدول ۷-۳- نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی طبق استانداردهای موسسهٔ آزمایش مصالح آمریکا (ASTM)

نام و ردهٔ فولاد	ضخامت (mm)	تنش تسلیم مشخصه، F_y (MPa)	تنش کششی نهایی، F_u (MPa)	حداقل کرنش نهایی، ε_u (٪)
ASTM A۳۶	تا ۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰-۵۵۰	۲۱
	بیشتر از ۲۰۰	۲۲۰		
ASTM A۵۷۲	تمام ضخامت‌ها			
Grade ۴۲		۲۹۰	۴۱۵	۲۴
Grade ۵۰		۳۴۵	۴۵۰	۲۱
Grade ۵۵		۳۸۰	۴۸۵	۲۰
Grade۶۰		۴۱۵	۵۲۰	۱۸
Grade۶۵		۴۵۰	۵۵۰	۱۷
ASTM A۵۸۸	تمام ضخامت‌ها			
Grade B		۳۴۵	۴۸۵	۲۱
Grade C		۳۴۵	۴۸۵	۲۱
ASTM A۷۰۹	تمام ضخامت‌ها			
Grade ۳۶		۲۵۰	۴۰۰-۵۵۰	۲۱
Grade۵۰		۳۴۵	۴۵۰	۲۱
Grade ۵۰S		۳۴۵-۴۵۰	۴۵۰	۲۱
ASTM A۹۱۳	تمام ضخامت‌ها			
Grade ۵۰		۳۴۵	۴۵۰	۲۱
Grade ۶۰		۴۱۵	۵۲۰	۱۸
Grade ۶۵		۴۵۰	۵۵۰	۱۷
ASTM A۹۹۲	تمام ضخامت‌ها	۳۴۵-۴۵۰	۴۵۰	۲۱

۷-۲-۲-۱-۲- آزمایش

تمامی فولادهای مصرفی باید به‌طور اختصاصی آزمایش شده و تولیدکننده‌های مصالح فولادی باید گواهی بازرسی آن‌ها را ارائه نمایند. دستگاه نظارت باید از نوع مصالح فولادی مصرفی از طریق گزارش‌های بازرسی که توسط پیمانکار یا تولیدکننده مصالح فولادی ارائه می‌شود، اطمینان حاصل نماید. درصورتی‌که در این خصوص مدارکی موجود نباشد، انجام آزمایش‌های لازم جهت حصول اطمینان از کیفیت مصالح مصرفی، بررسی و تایید دستگاه نظارت الزامی است. هرگونه آزمایش ویژه‌ای که در مشخصات پروژه تعیین شده یا به تشخیص دستگاه نظارت براساس شرایط کار جهت تعیین خصوصیات مکانیکی محصولات فولادی لازم باشد، باید صورت پذیرد. در سازه‌های مقاوم در برابر زلزله تمام قطعاتی که جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای باشند، باید الزامات استانداردهای ساما ۱۲۰۶۵و ISO 24314 را تأمین نمایند.

در صورت نیاز به آزمایش برای مصالح فولادی، باید از هر محموله مصالح فولادی مشابه واردشده به کارگاه، به تعداد دو نمونهٔ اتفاقی انتخاب شود و بر اساس استانداردهای ملی یا بین‌المللی مانند ASTM A307 آزمایش‌های زیر در مورد آن‌ها صورت پذیرد:

الف- برای همه نمونه‌ها آزمایش تعیین ترکیب شیمیایی محصول

ب- برای همه نمونه‌ها آزمایش مقاومت کششی با اندازه‌گیری تغییرشکل نسبی

پ- برای همه نمونه‌ها آزمایش ضربه

محمولهٔ مصالح فولادی جهت نمونه‌گیری شامل مقاطع مشابه، ردهٔ مقاومتی مشابه و محدوده ضخامت مشابه، به شرح زیر است:

الف- به ازای هر ۴۰ تن و کسر آن برای همه مقاطع

ب- به ازای هر ۶۰ تن و کسر آن برای مقاطع سنگین با وزن واحد طول بیش از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر طول

پ- به ازای هر ۸۰ تن و کسر آن برای همه مقاطع با شماره ذوب یکسان

۷-۲-۲-۱-۳- ابعاد و رواداری‌های ابعادی محصولات فولادی

در اجزایی که برای ساخت قطعات سازه‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرند، باید رواداری‌های مجاز تولیدکنندهٔ این اجزا رعایت شود. علاوه بر رواداری‌های تولیدکننده، رواداری‌های ارائه شده در بخش‌های زیر نیز باید رعایت شوند:

الف- رواداری‌های مجاز برای قطعات نوردشده پس از ساخت مطابق بند ۷-۷-۲

ب- رواداری‌های مجاز برای اجزای در قطعات ساخته‌شده مطابق بند ۷-۷-۳

پ- رواداری‌های مجاز برای مقاطع I شکل ساخته‌شده از ورق مطابق بند ۷-۷-۴

ت- رواداری‌های مجاز برای مقاطع جعبه‌ای ساخته‌شده از ورق مطابق بند ۷-۷-۵

ث- رواداری‌های مجاز برای پی‌ها، دیوارها و میل‌مهارها مطابق بند ۷-۹-۴

ج- رواداری‌های مجاز برای نصب قطعات فولادی مطابق بند ۷-۹-۵

۷-۲-۲-۱-۴- شرایط سطحی

تمامی قطعات فولادی باید از نواقص و معایبی که به مقاومت یا شکل ظاهری آن‌ها لطمه می‌زند، عاری باشند. همچنین کلیهٔ قطعات فولادی سازه ساختمان باید حتی‌الامکان یکپارچه باشند، مگر آنکه محل وصله در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد یا موافقت مشاور طرح برای وصلهٔ مورد نظر جلب شود.

شرایط سطحی مصالح فولادی، ورق‌ها و مقاطع نورد شده باید مطابق با استانداردهای ملی و درصورت عدم وجود استاندارد ملی مربوط، مطابق با یکی از استانداردهای EN یا ISO باشد.

۷-۲-۲-۱-۵- چقرمگی[1] و طاقت نمونهٔ شیار دادشدهٔ شارپی مصالح فولادی

چقرمگی و طاقت یک ماده به مقاومت آن در برابر انتشار ترک یا توانایی آن برای جذب انرژی در تغییرشکل‌های پلاستیک گفته می‌شود. اگر میزان چقرمگی یک ماده کم باشد، شکست آن از نوع ترد و در مقابل اگر میزان چقرمگی یک ماده بیشتر باشد، شکست آن احتمالاً از نوع نرم خواهد بود.

از نظر چقرمگی و جلوگیری از شکست ترد، مشخصات مکانیکی کلیهٔ مصالح فولادی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۶ یا مطابق با یکی از استانداردهای EN و ISO باشد.

مصالح فولادی از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی به شرح زیر به سه ردهٔ JR، J0 و J2 طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- ردهٔ JR: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای +۲۰ درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی، آزمایش‌های مورد نیاز این رده آسان‌تر از آزمایش‌های مورد نیاز رده‌های J0 و J2 است. از این رده مصالح فولادی عموماً در سازه‌هایی استفاده می‌شود که قطعات آن در طول بهره‌برداری در معرض شرایط جوی قرار ندارد. همچنین استفاده از این رده برای اعضای باربر لرزه‌ای ممنوع است.

ب- ردهٔ J0: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای صفر درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی، آزمایش‌های موردنیاز این رده آسان‌تر از آزمایش‌های موردنیاز ردهٔ J2 اما سخت‌گیرانه‌تر از آزمایش‌های موردنیاز ردهٔ JR است. به‌بیان‌دیگر به لحاظ طاقت نمونه شیار داده‌شده شارپی این نوع مصالح فولادی مرغوب‌تر از مصالح فولادی JR اما ضعیف‌تر از مصالح فولادی J2 است.

پ- ردهٔ J2: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی آن حداقل ۲۷ ژول در دمای -۲۰ درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی، آزمایش‌های مورد نیاز این رده هم از آزمایش‌های ردهٔ JR و هم از آزمایش‌های مورد نیاز ردهٔ J0 سخت‌گیرانه‌تر است. به‌عبارت دیگر به لحاظ طاقت نمونه شیار داده شدهٔ شارپی، این نوع مصالح فولادی هم از مصالح فولادی JR و هم از مصالح فولادی J2 مرغوب‌تر است.

1- Toughness

در اعضای باربر غیرلرزه‌ای، از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده شدهٔ شارپی، مصالح فولادی باید مطابق با یکی از رده‌های JR، J0 یا J2 باشد. دستگاه نظارت باید از ردهٔ مصالح فولادی مصرفی از طریق مدارک معتبر ارائه‌شده از طرف شرکت تولید کنندهٔ آن اطمینان حاصل نماید. درصورتی‌که در این خصوص مدارک معتبری موجود نباشد، انجام آزمایش‌های لازم جهت حصول اطمینان از رده مورد نظر مصالح مصرفی (مطابق با مشخصات پروژه) و ارائهٔ آن به دستگاه نظارت جهت بررسی و تایید الزامی است. در اعضای باربر جانبی لرزه‌ای، از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده شدهٔ شارپی، مصالح فولادی باید حداقل از ردهٔ J0 باشد.

برای فولادهای از نوع S235 به لحاظ چقرمگی محدودیتی برای ضخامت اجزای قطعات فولادی وجود ندارد، اما درصورتی‌که فولادهای مصرفی از نوع S275 یا S355 باشد، در این صورت براساس استاندارد EN 1993-1-10 حداکثر ضخامت اجزای قطعات فولادی باید مطابق مقادیر جدول ۷-۴ باشد.

جدول ۷-۴- حداکثر ضخامت قطعات برحسب میلی‌متر در صورت استفاده از مصالح فولادی پرمقاومت

نوع فولاد	S۲۷۵			S۳۵۵		
ردهٔ فولاد از نظر چقرمگی و طاقت	JR	J۰	J۲	JR	J۰	J۲
مصالح فولادی در داخل فضاهای بسته یا کاملاً محافظت‌شده در برابر شرایط جوی	۴۰	۷۰	۱۰۲/۵	۲۲/۵	۴۵	۶۷/۵
مصالح فولادی در معرض شرایط جوی (نمایان)	۲۲/۵	۶۰	۸۵	۱۲/۵	۳۷/۵	۵۵

الف) مقادیر فوق با فرض جزئیات جوشکاری در حد معمولی و با وجود تنش‌های کششی است.

ب) برای شرایط متفاوت با حالت الف، مقادیر ضخامت متناظر با استفاده از ضرایب ارائه‌شده در زیر براساس موقعیت و جزئیات جوشکاری اصلاح گردد.

شرایط کار	جوشکاری خیلی زیاد (نظیر جوشکاری انتهای ورق‌های تقویتی پوششی)	جوشکاری زیاد	فقط پیچ شده	مصالح فولادی خارج از ناحیه اتصال	قطعات تحت‌فشار (جوش شده)
ضریب	۰/۵	۰/۷۵	۱/۵	۲	۲

۷-۲-۲-۱-۶- مشخصات مکانیکی در امتداد ضخامت[1]

در محل درزهای جوش مشخص شده در جدول ۷-۵، به‌منظور جلوگیری از تورق یا گسیختگی لایه‌ای[2] در امتداد ضخامت قطعات فولادی، باید مطابق استاندارد ملی مربوط، اقدامات احتیاطی ویژه‌ای انجام شود.

جدول ۷-۵- ضخامت درزهای جوش با احتمال خطر گسیختگی لایه‌ای

	جوش با نفوذ کامل یا نسبی برای ورق عمودی با ضخامت بیش از:	جوش گوشه با ضخامت گلوگاه مؤثر بیش از:
درزهای جوش سپری شکل	۳۵ میلی‌متر	۳۵ میلی‌متر
درزهای جوش صلیبی و نبشی شکل	۲۵ میلی‌متر	۲۵ میلی‌متر

درز جوش بین ستون و کفستون‌ها از این محدودیت فوق معاف هستند، مگر آنکه در مشخصات پروژه کشش‌های قابل‌توجهی در این محل مشخص شده باشد.

1- Through-thickness properties
2- Lamellar Tearing

در محدودهٔ اتصالات با جوش‌های فوق به سطح ورق دیگر، باید اقدامات احتیاطی ویژه در خصوص بی‌عیب بودن محدودهٔ درزهای اتصال، قبل و بعد از جوشکاری، از طریق آزمایش فراصوت[1] (التراسونیک) انجام پذیرد، و با گزارش آزمایش‌های انجام شده توسط کارخانهٔ سازنده یا آزمایش‌های مورد تایید کارفرما بر روی مصالح فوق،صحت ویژگی‌های مکانیکی فولادها در انطباق با آنچه در این بند قید شده ، تایید شود.

در کاربردهای لرزه‌ای در محدودهٔ درزهای جوش سپری، صلیبی و نبشی برای ضخامت‌های بیش از ۱۶ میلی‌متر، مصالح فولادی از نظر مشخصات مقطع در امتداد Z (مشخصات مقطع در امتداد ضخامت) باید مطابق با استاندارد ISO 7778 از ردهٔ Z25 باشد. منظور از ردهٔ Z25 این است که مقدار میانگین کاهش سطح مقطع $\left(\frac{S_0-S_u}{S_0}\times 100\right)$ در سه نمونه حداقل ۲۵ درصد و مقدار کاهش سطح مقطع در تک تک نمونه‌ها حداقل برابر ۱۵ درصد باشد، که در آن S_0 برابر سطح مقطع اولیهٔ نمونه و S_u برابر سطح مقطع نمونه در هنگام شکست است.

دستگاه نظارت اختیار دارد نتایج آزمایش‌های انجام شده تولیدکننده فولاد را پذیرفته و سپس تقاضای بازدید محصولات، قبل از ارسال آن‌ها از کارخانه را نموده یا انجام آزمایش‌های مورد نظر را با حضور نمایندهٔ خود در کارخانه درخواست نماید. بازدید از فولاد سازه‌ای قبل از حمل به کارگاه از وظایف و اختیارات دستگاه نظارت است.

۷-۲-۲-۱-۷- حداکثر نسبت تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد به تنش کششی آن در کاربردهای لرزه‌ای

در کاربردهای لرزه‌ای اگر برای اعضای باربر لرزه‌ای، اجزا و اتصالات آن‌ها مطابق جدول ۷-۲ از فولادهای با مشخصات مکانیکی بهبودیافته استفاده شود، در این صورت از لحاظ حداکثر نسبت تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد به تنش کششی آن، مقادیر ارائه شده در این جدول معیار تایید نوع فولادهای این نوع اعضا، اجزا و اتصالات خواهد بود. اما اگر برای این نوع اعضا، اجزا و اتصالات آن‌ها از سایر انواع فولادها (فولادهای جدول‌های ۷-۱ و ۷-۳) استفاده شود، در این صورت نسبت تنش تسلیم مشخصه به تنش کششی آن‌ها نباید از ۰/۸ بزرگ‌تر باشد $\left(F_y/F_u \leq 0.8\right)$.

۷-۲-۲-۱-۸- اعضای خمیده یا دارای انحنا

به‌کارگیری روش‌های گرم کردن موضعی برای ایجـاد انحنا یـا صاف کردن قطعات با تأیید نماینده کارفرما مجاز است. دمای موضع گرم شده نباید از ۶۵۰ درجه سلسیوس برای فولادهای معمولی و ۵۶۵ درجه سلسیوس برای فولادهای پرمقاومت و آلیاژی بیشتر شود. این دما باید به کمک گچ‌های رنگی مخصوص که در دمای زیاد تغییر رنگ می‌دهند، کنترل گردد. استفاده از روش‌های مکانیکی برای صاف کردن تا سه برابر مقادیر رواداری‌های مجاز این فصل، قابل‌قبول است. بعد از ایجاد انحنا یا پیش‌خیز در قطعات فولادی از طریق عملیات شکل‌دهی گرم یا سرد، برای اطمینان از عدم کاهش مقاومت قطعه، یکی از الزامات زیر باید تأمین شود:

1- Ultrasonic Test

۱- در آزمایشگاه‌های معتبر، جهت تعیین مقاومت در برابر ضربه بعد از عملیات شکل‌دهی، آزمایش ویژه‌ای بر روی فولادهای مصرفی صورت گیرد.

۲- براساس گزارش‌ها و مستندات پیوستی از تولیدات فولادهای مصرفی، تمامی آثار این عملیات شکل‌دهی مشخص شده باشد.

۷-۲-۲-۲- جوش

۷-۲-۲-۲-۱- کیفیت و استاندارد

تمامی مصالح مصرفی برای جوشکاری با قوس الکتریکی[1] برحسب مورد، باید با ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه و استانداردهای EN ISO 17632، EN ISO 14341، EN ISO 2560 و AWS مطابقت داشته باشد.

علاوه بر رعایت الزامات استانداردهای فوق، در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل تحت اثر کشش در راستای عمود بر محور جوش و تحت اثر برش در امتداد محور طولی به‌غیر از جوش‌های اتصال جان به بال اعضای کششی، استفاده از فلز پرکننده سازگار با فلز پایه[2] الزامی است. برای سایر جوش‌های شیاری و نیز برای سایر وضعیت‌های بارگذاری تا ضخامت ورق ۲۰ میلی‌متر استفاده از الکترودهای E60 و E70 و برای ضخامت‌های بالاتر، استفاده از الکترودهای E70 و E80 پذیرفتنی خواهند بود. برای اعضا و اتصالات سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، استفاده از فلز پرکننده جوش از نوع E60 مجاز نیست. الکترودهای سازگار با فلز پرکننده جوش سازگار با فلز پایه باید مطابق جدول ۷-۶ در نظر گرفته شوند.

جدول ۷-۶- فلز پرکنندهٔ جوش سازگار با فلز پایه

تنش تسلیم مصالح فلز پایه (F_y)	تنش کششی نهایی فلز الکترود (F_{ue})	نوع الکترود سازگار
تا ۳۰۰ MPa و $t \leq$ ۲۰ mm	۴۲۰MPa	E۶۰ یا معادل آن
t = ضخامت فلز پایه	۴۹۰MPa	E۷۰ یا معادل آن
تا ۳۰۰ MPa و $t >$ ۲۰ mm	۴۹۰MPa	E۷۰ یا معادل آن
از ۳۰۰ MPa تا ۳۸۰ MPa	۴۹۰MPa	E۷۰ یا معادل آن
از ۳۸۰ MPa تا ۴۶۰ MPa	۵۶۰MPa	E۸۰ یا معادل آن

۷-۲-۲-۲-۲- چقرمگی فلز پرکنندهٔ جوش

از نظر چقرمگی و جلوگیری از شکست ترد، مشخصات مکانیکی فلز پرکننده جوش باید مطابق با استانداردهای ملی و در نبود استاندارد ملی مربوط، مطابق با یکی از استانداردهای EN یا ISO باشد. همچنین فلز پرکنندهٔ جوش (الکترودها و سیم‌جوش‌های مصرفی) باید دارای طاقت نمونهٔ شیار داده شده شارپی مطابق جدول ۷-۷ باشد، مگر آنکه در مشخصات پروژه مقادیر دیگری تعیین شده باشد.

1- Arc Welding
2- Matching Filler Metal

جدول ۷-۷- حداقل طاقت نمونهٔ شیار داده‌شده شارپی فلز پرکنندهٔ جوش (الکترودها و سیم‌جوش‌های مصرفی)

	جوش‌های متعارف و فلز پرکنندهٔ جوش از نوع E۷۰ و E۸۰	جوش‌های بحرانی لرزه‌ای[1] و فلز پرکنندهٔ جوش از نوع E۷۰ و E۸۰
طاقت نمونهٔ شیار داده‌شده شارپی	حداقل ۲۷ ژول در دمای منفی ۱۸ درجه سانتی‌گراد	حداقل ۵۴ ژول در دمای مثبت ۲۰ درجه سانتی‌گراد

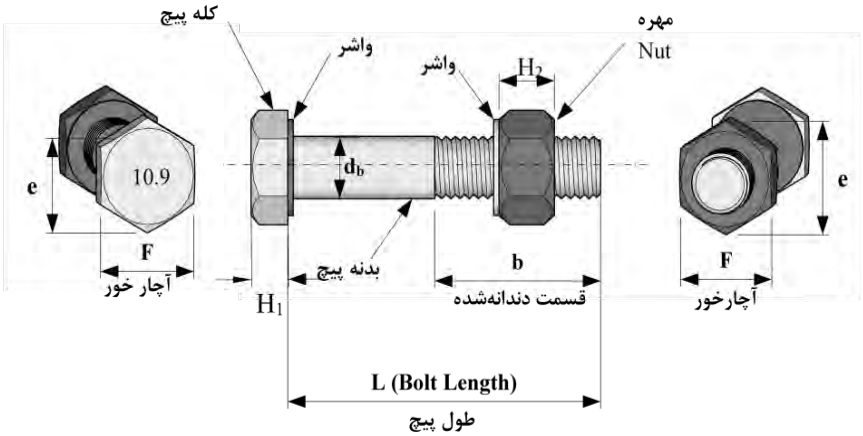
۷-۲-۲-۳- نگهداری

مصالح مصرفی جوش باید در انبارهای خشک و عاری از رطوبت که دارای تهویه کافی بوده یا مرتباً گرم نگه داشته می‌شود، نگهداری شوند و از وارد آمدن ضربه به آن‌ها جلوگیری شود. استفاده از مصالح مصرفی که به علت رطوبت یا ضربه آسیب دیده باشند، مجاز نیست. خشک‌کردن و گرما دادن به مصالح مصرفی جوش باید مطابق توصیه‌های کارخانه تولیدکننده، انجام شود.

۷-۲-۲-۳- پیچ و مهره

۷-۲-۲-۳-۱- کیفیت و استاندارد

مشخصات مکانیکی پیچ‌ها باید با یکی از استانداردهای ساما ۲۸۷۴، EN، ISO و ASTM مطابقت داشته باشد. در شکل ۷-۱ اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره برای یک پیچ از نوع ۱۰,۹ نشان داده شده است. در این شکل طول گیر پیچ[2] فاصله خالص مابین واشر کلگی پیچ (در صورت وجود) تا واشر مهره است که شامل ضخامت کلیهٔ قطعات اتصال است. در پیچ‌های اتکایی غیرپیش‌تنیده، فقط واشر مهره لازم است.



شکل ۷-۱- اجزای مختلف مجموعهٔ پیچ و مهره

استاندارد پیچ‌های مورد استفاده در ساختمان در دو رده معمولی و پرمقاومت بدون قابلیت پیش‌تنیدگی و پرمقاومت[3] با قابلیت پیش‌تنیدگی باید مطابق جدول ۷-۸ باشد. مهره‌ها و واشرهای استفاده‌شده باید با نوع پیچ مورد استفاده سازگار باشد. در اتصالات اتکایی غیر پیش‌تنیده[4] استفاده از هر دو نوع پیچ با و بدون قابلیت پیش‌تنیدگی مجاز بوده، اما در اتصالات

1- Demand Critical welds
2- Grip
3- High-Strength Bolts
1- Bearing-Type Connections (snug-tightened)

اتکایی پیش‌تنیده[1] و لغزش بحرانی[2] فقط استفاده از پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی مجاز است. در صورت درخواست دستگاه نظارت، پیمانکار باید گواهی و مستندات مرتبط با استانداردهای پیچ‌های مصرفی را ارائه نماید.

بررسی و ارزیابی عملکرد اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی باید طبق استانداردهای این نوع اتصالات و نوع پیچ‌هایی که به کار می‌رود، انجام پذیرد.

جدول ۷-۸- استانداردهای مورد تایید برای مجموعه پیچ، مهره و واشر

نوع پیچ	نوع رده	پیچ	مهره	واشر
پیچ‌های معمولی و پرمقاومت بدون قابلیت پیش‌تنیدگی	۴,۶	EN ISO ۱۵۰۴۸ EN ISO ۴۰۱۶, EN ISO ۴۰۱۸	EN ISO ۱۵۰۴۸ EN ISO ۴۰۳۴	EN ISO ۱۵۰۴۸ EN ISO ۷۰۹۱
	۴,۸			
	۵,۶			
	۵,۸			
	۶,۸			
	۸,۸	EN ISO 15048 ,EN ISO 4014 EN ISO 4017	EN ISO ۱۵۰۴۸ EN ISO ۴۰۳۲	EN ISO ۱۵۰۴۸ EN ISO ۷۰۹۱
	۱۰,۹			
	A۳۰۷	ASTM		
پیچ‌های پرمقاومت با قابلیت پیش‌تنیدگی	۸,۸	EN ISO 14399	EN ISO ۱۴۳۹۹	EN ISO ۱۴۳۹۹
	۱۰,۹			
	A۳۲۵	ASTM		
	A۴۹۰			
	F۱۸۵۲			
	F۲۲۸۰			

پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی مطابق استاندارد ISO در دو دسته HR و HV رده‌بندی می‌شوند. توصیه می‌شود در هر پروژه تنها از یکی از این دو دسته پیچ استفاده گردد. استفاده ترکیبی از پیچ و مهره هر دسته به‌صورت هم‌زمان مجاز نیست. در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی با استفاده از پیچ‌های با تنش تسلیم ۹۰۰ مگاپاسکال و بیشتر، درصورتی‌که مصالح فولادی اعضای متصل‌شونده دارای تنش حد تسلیم کمتر از ۲۸۰ مگاپاسکال باشند، استفاده از واشر سخت تخت زیر پیچ و مهره الزامی است.

اگر اعضای متصل‌شونده دارای پوشش حفاظتی در سطوح غیر تماس باشند، لازم است به‌منظور جلوگیری از آسیب چرخش روی پوشش، از واشر زیر مهره و واشر زیر کلگی پیچ استفاده شود. درصورتی‌که پیچ در سوراخ لوبیایی یا سوراخ بزرگ‌شده نصب گردد، باید از واشر مناسب زیر کلگی پیچ و مهره استفاده شود. همچنین درصورتی‌که سطح فولاد مماس با پیچ دارای زاویه‌ای بیش از ۳ درجه نسبت به صفحهٔ عمود بر محور پیچ باشد، باید از واشر سخت گوه‌ای در زیر پیچ یا مهره استفاده شود.

هیچ نوع مصالح قابل تراکم مانند واشرهای لاستیکی یا فنری یا مواد عایق‌بندی نباید در لایه‌های اتصال وجود داشته باشد، مگر آنکه در نقشه‌های طراحی توسط مشاور قید شده باشد. تمامی قسمت‌هایی که توسط پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند،

2- Bearing-Type Connections (pretensioned)
3- Slip-Critical Connections

باید ضمن نصب با به کارگیری پین یا پیچ و مهره موقت نسبت به هم کاملاً تثبیت شوند. استفاده از وسایل نصب و نگهداری موقت، نباید به سوراخ‌های پیچ صدمه زده یا آن را گشاد نماید. هنگامی‌که قطعات جمع و نصب می‌شوند، باید تمامی سطوح اتصال شامل سطوح مجاور سر پیچ و طرف مهره از قسمت‌های پوسته شده و دیگر مواد زائد عاری باشند، به‌ویژه سطوح تماس اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی باید کاملاً تمیز بوده و اثری از رنگ، لاک، انواع روغن و مصالح دیگر در آن‌ها وجود نداشته باشد. اگر در یک اتصال سوراخ‌های قطعات دقیقاً مقابل هم نباشند، باید شرایط برای رد شدن اتصال فراهم شود.

جهت تعیین حداقل تعداد نمونه‌های لازم برای آزمایش‌های پیچ‌ها، برحسب تعداد پیچ‌های تهیه‌شده از یک منبع یا رده، باید از جدول ۷-۹ یا از استاندارد مربوط به نمونه برداری پیچ و مهره (نظیر استاندارد ISO 2859-1) استفاده شود.

جدول ۷-۹- حداقل تعداد نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز پیچ‌ها

تعداد نمونه‌ها	تعداد پیچ‌ها از هر منبع
۱	۱۵۰ و کمتر
۲	۱۵۱ تا ۲۰۰
۳	۲۰۱ تا ۵۰۰
۵	۵۰۱ تا ۱۲۰۰
۸	۱۲۰۱ تا ۳۲۰۰
۱۳	۳۲۰۱ تا ۱۰۰۰۰
۲۰	بیشتر از ۱۰۰۰۱

ویژگی انواع پیچ و مهره باید با ساما ۲۸۷۴ یا ISO 898 مطابقت داشته باشد. لیست آزمایش‌های پیچ، مهره و واشر براساس استاندارد ISO 898 مطابق جداول ۷-۱۰ تا ۷-۱۲ است که باید توسط آزمایشگاه ذی‌صلاح و با توجه به شرایط استاندارد انجام پذیرد. در صورت استفاده از پیچ و مهره‌های با رده ASTM ،آزمایش‌ها باید مطابق دستورالعمل‌های مربوط در آن استاندارد انجام پذیرد.

۷-۲-۳-۲-۲- نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌ها در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی

در جدول‌های ۷-۱۳ و ۷-۱۴ مقادیر حداقل نیروی پیش‌تنیدگی[1] و بار گواه[2] پیچ‌های پرمقاومت متعارف ISO و ASTM برای اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، ارائه شده است. در این جدول‌ها منظور از سطح تنش، سطح مقطع پیچ بدون احتساب ارتفاع دنده بوده و از رابطهٔ $A'_{nb} = \frac{\pi}{4}(d_b - 0.9382\ell)^2$ محاسبه می‌شود که در آن A'_{nb} سطح تنش برحسب میلی‌مترمربع، d_b قطر اسمی پیچ برحسب میلی‌متر و ℓ طول هر گام رزوه (دندانه) برحسب میلی‌متر است. همچنین بار گواه عبارت است از حداکثر بار ایمن که می‌توان به پیچ و مهره بدون ایجاد تغییرشکل دائمی اعمال کرد.

1- Minimum Bolt Pretension
2- Proof Load

جدول ۷-۱۰- آزمایش‌های موردنیاز پیچ‌ها مطابق ISO 898

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN ۱۴۳۹۹-۳ ,۴
ترکیب شیمیایی	EN ISO ۱-۸۹۸
درصد ازدیاد طول بعد از گسیختگی	EN ISO ۱-۸۹۸
حداقل مقاومت کششی	EN ISO ۱-۸۹۸
تنش نظیر ازدیاد طول ۰/۲٪	EN ISO ۱-۸۹۸
تنش تحت بار گواه	EN ISO ۱-۸۹۸
مقاومت تحت بار گوه‌ای	EN ISO ۱-۸۹۸
سختی	EN ISO ۱-۸۹۸
مقاومت در برابر ضربه	EN ۱۴۳۹۹-۳ ,۴
سالم بودن کلگی	EN ISO ۱-۸۹۸
حداکثر سختی سطح	EN ISO ۱-۸۹۸
آزمایش پخت مجدد	EN ISO ۱-۸۹۸
یکپارچگی سطح	EN ISO ۱-۸۹۸
تعیین عمق کربن‌دهی یا دکربنیزه شدن	EN ISO ۱-۸۹۸

جدول ۷-۱۱- مهره‌های موردنیاز پیچ‌ها مطابق ISO 898

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN ۱۴۳۹۹-۳ ,۴
ترکیب شیمیایی	EN ISO ۲-۸۹۸
تنش تحت بار گواه	EN ۳-۱۴۳۹۹ برای سیستم HR EN ۲-۲۰۸۹۸ برای سیستم HV
سختی	EN ۳-۱۴۳۹۹ برای سیستم HR EN ۲-۲۰۸۹۸ برای سیستم HV

جدول ۷-۱۲- آزمایش‌های موردنیاز واشرها مطابق ISO 898

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN ۱۴۳۹۹-۵ ,۶
ترکیب شیمیایی	EN ISO ۲-۸۹۸
سختی	EN ۵-۱۴۳۹۹ و EN ۶-۱۴۳۹۹

جدول ۷-۱۳- حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه پیچ‌های پرمقاومت طبق استاندارد ISO

قطر پیچ (mm)	گام پیچ (mm)	سطح تنش (mm^2)	بار گواه (kN)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	
			۸,۸	۱۰,۹	۸,۸	۱۰,۹
M۱۲	۱,۷۵	۸۴,۳	۴۸,۹	۷۰	۴۷,۲	۶۱,۴
M۱۶	۲	۱۵۷	۹۱	۱۳۰	۸۷,۵	۱۱۴,۱
M۲۰	۲,۵	۲۴۵	۱۴۷	۲۰۳	۱۴۲,۱	۱۷۸,۵
M۲۲	۲,۵	۳۰۳	۱۸۲	۲۵۲	۱۷۶,۴	۲۲۰,۵
M۲۴	۳	۳۵۳	۲۱۲	۲۹۳	۲۰۵,۱	۲۵۶,۹
M۲۷	۳	۴۵۹	۲۷۵	۳۸۱	۲۶۶,۷	۳۳۳,۹
M۳۰	۳,۵	۵۶۱	۳۳۷	۴۶۶	۳۲۶,۲	۴۰۸,۱
M۳۶	۴	۸۱۷	۴۹۰	۶۷۸	۴۷۴,۶	۵۹۵

جدول ۷-۱۴- حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه پیچ‌های پرمقاومت طبق استاندارد ASTM

قطر پیچ (mm)	گام پیچ (mm)	سطح تنش (mm^2)	بار گواه (kN)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	
			A۳۲۵	A۴۹۰	A۳۲۵	A۴۹۰
M۱۲	۱,۷۵	۸۴,۳	۵۰,۶	۷۰	۴۹	۶۱,۴
M۱۶	۲	۱۵۷	۹۴,۲	۱۳۰	۹۱	۱۱۴,۱
M۲۰	۲,۵	۲۴۵	۱۴۷	۲۰۳	۱۴۲,۱	۱۷۸,۵
M۲۲	۲,۵	۳۰۳	۱۸۲	۲۵۱	۱۷۵,۷	۲۲۰,۵
M۲۴	۳	۳۵۳	۲۱۲	۲۹۳	۲۰۵,۱	۲۵۶,۹
M۲۷	۳	۴۵۹	۲۷۵	۳۸۱	۲۶۶,۷	۳۳۳,۹
M۳۰	۳,۵	۵۶۱	۳۳۷	۴۶۶	۳۲۶,۲	۴۰۸,۱
M۳۶	۴	۸۱۷	۴۹۰	۶۷۸	۴۷۴,۶	۵۹۵

۷-۲-۲-۳-۳- خزینه و پَخ‌کاری

استفاده از خزینه یا پَخ در سوراخ‌کاری قطعات فولادی برای پیچ‌های معمولی غیرقابل پیش‌تنیدگی مطابق با استانداردهای معتبر مرتبط (نظیر استاندارد ISO) مجاز است.

۷-۲-۲-۳-۴- انبارداری و ذخیرهٔ پیچ‌ها

همه وسایل اتصال باید در بسته‌بندی کارخانه و در ظرف دربسته به خریدار تحویل شود و در محل کارگاه در بسته‌بندی فوق در برابر گردوغبار، آلودگی و رطوبت نگهداری شوند. فقط پیچ‌هایی که در هر نوبت کاری در سازه نصب می‌شوند، مجاز به خارج شدن از بسته‌بندی‌های فوق هستند. درصورتی‌که در انتهای هر نوبت کاری از وسایل اتصال استفاده نشود، باید مجدداً به بسته‌بندی‌های حفاظت‌شده برگردانده شوند. روغن مخصوصی که در کارخانه روی سطح وسایل اتصال آغشته شده ، نباید پاک شود. وسایل اتصال مورد نظر برای اتصالات لغزش بحرانی و سایر اتصالات حساس به لغزش، باید از آلودگی ناشی از محیط کارگاه تمیز شوند.

۷-۲-۲-۳-۵- دمای محیط

درصورتی‌که پیچ‌ها برای استفاده در دمای زیر ۲۰- درجه سانتی‌گراد به‌کار برده شوند، مشخصات پیچ‌ها باید برای استفاده در این شرایط سازگار بوده و دارای حداقل مقاومت ضربه برابر ۲۷ ژول مطابق استاندارد ISO 898-1 باشند.

۷-۲-۲-۳-۶- پوشش محافظتی

درصورتی‌که پیچ‌ها به پوشش‌های محافظتی خاصی (نظیر گالوانیزه یا آب‌کاری) نیاز داشته باشند، این کار باید توسط کارخانه تولیدکننده و بر اساس استانداردهای ISO یا ASTM انجام شود.

پوشش همه اجزای پیچ و مهره باید یکسان بوده و مقاومت در برابر خوردگی مشابهی داشته باشند. درصورتی‌که لازم باشد از پیچ و مهره با پوشش گالوانیزهٔ گرم استفاده شود، باید الزامات استاندارد ISO 10684 رعایت گردد. گالوانیزهٔ گرم

پیچ و مهره‌ها باید تحت کنترل تولیدکننده باشد. گالوانیزهٔ گرم مهره باید قبل از رزوه‌کاری انجام شود و رزوه کاری مجدد مجاز نیست. استفاده از روش گالوانیزهٔ گرم برای پیچ‌های با ردهٔ ۱۰,۹ و بالاتر مجاز نمی‌باشد. در این خصوص می‌توان از استاندارد ASTM F1136 جهت پوشش پیچ، مهره و واشر استفاده کرد.

۷-۲-۲-۴- میل‌مهار

مصالح استفاده شده در میل‌مهارها[1] باید مطابق با یکی از استانداردهای ساما ۳۱۳۲، EN یا ISO و ASTM باشد. استفاده از میلگردهای ساده و آجدار ساختمانی با کرنش نهایی حداقل ۱۲ درصد و با طول نمونه ۱۰ برابر قطر میلگرد درصورتی‌که در مدارک طراحی مشخص شده باشند، نیز مجاز است. در این صورت فولاد مصرفی باید مطابق استاندارد ملی ۳۱۳۲ یا استاندارد EN 10080 بوده و رده آن مشخص شده باشد. درصورتی‌که از میلگردهای آجدار به‌عنوان میل‌مهار استفاده می‌شود، در این صورت سطح مقطع اسمی میل‌مهارها در مقطع دندانه نشده، که کوچک‌تر از قطر زمینهٔ میلگرد است، ملاک محاسبه خواهد بود.

میل‌مهارهای مورد استفاده در قطعات بتنی و کفستون‌ها[2] می‌تواند از میله‌های پرمقاومت نظیر CK45 طبق استانداردهای DIN 17350، AISI 1045 ، ASTM A681 و C45E4 طبق استاندارد ISO باشد. تنش کششی نهایی این نوع میل‌مهارها بین ۶۰۰ MPa الی ۸۰۰ MPa است که در کاربردهای عملی ۶۰۰ MPa در نظر گرفته می‌شود.

۷-۲-۲-۵- گل‌میخ‌های برشی

مشخصات مکانیکی و ابعادی گل‌میخ‌های برشی[3] برای اتصال اعضای فولادی به قطعات بتنی باید مطابق استاندارد EN ISO 13918 باشد. مطابق این استاندارد، مشخصات مکانیکی گل‌میخ‌ها نباید از مقادیر جدول ۷-۱۵ کمتر باشد. مصالح گل‌میخ‌ها باید از فولاد آلیاژی با کربن کم و طی فرایند فرج سرد تولید شده باشند. در سقف‌های مختلطی[4] که در آن‌ها برای اجرای دال بتنی از عرشه‌های فولادی استفاده می‌شود، گل‌میخ‌ها باید از طریق ورق عرشه یا به‌طور مستقیم به مقطع فولادی جوش شوند. در این نوع سقف‌ها، درهرحال گل‌میخ‌ها باید روی بال مقطع فولادی ذوب شوند. قطر گل‌میخ‌ها نباید از ۲۰ میلی‌متر بزرگ‌تر باشد.

جدول ۷-۱۵- مشخصات مکانیکی گل‌میخ‌ها طبق استاندارد EN ISO 13918

تنش کششی	۴۲۰MPa
تنش تسلیم	۳۴۵ MPa
افزایش طول نسبی	۲۰ ٪
میزان کاهش سطح	۵۰ ٪

1- Anchor Rodes
2- Base Plates
3- Shear studs
4- Composite

۷-۲-۲-۶- مصالح پوشش محافظتی

تمامی مصالح ساینده سطوح، رنگ، گالوانیزه جهت پوشش‌های محافظتی باید مطابق با استاندارد ملی مربوط و در صورت عدم وجود استاندارد ملی مربوط، مطابق با استانداردهای ISO یا ASTM باشند.

مصالح ساینده فلزی باید الزامات استانداردهای ISO 11124-2 و ISO 11124-3 را تأمین نماید. همچنین مصالح گالوانیزه باید الزامات استاندارد EN ISO 1461 را تأمین نماید.

۷-۲-۲-۷- جایگزینی در مصالح یا شکل قطعات

در صورت موافقت مشاور، درصورتی‌که بتوان نشان داد مشخصات اجزای سازه‌ای از مشخصات طراحی‌شده کمتر نبوده و سازگاری آن با هدف طراحی حفظ شده، امکان استفاده از مصالح جایگزین یا تغییر در شکل قطعات اجزا مجاز خواهد بود. مصالح و نیز روش‌های اجرایی که با مقررات و مشخصات تعیین‌شده منطبق باشند، در هر مرحله‌ای از پیشرفت کار توسط دستگاه نظارت قابل رسیدگی و تجدیدنظر هستند. کارفرما باید یک نسخه از تمامی گزارش‌هایی را که از طرف دستگاه نظارت تایید شده، تحویل سازنده نماید.

۷-۳- تهیه اطلاعات و مستندات

۷-۳-۱- سیستم اطلاعات و مستندسازی

سیستم اطلاعات و مستنداتی که برای ساخت قطعات و اجرای کارهای فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید توسط پیمانکار تهیه شود که شامل نقشه‌های کارگاهی و تمامی اطلاعات مورد نیاز برای ساخت و نصب خواهد بود. این مستندات باید هم به‌صورت چاپ بر روی کاغذ با مقیاس مناسب و هم به‌صورت رایانه‌ای به کارفرما و دستگاه نظارت ارائه شود. همچنین مستندات باید مطابق با فرضیات طراحی و آخرین تغییرات صورت گرفته توسط مهندس طراح باشد که ملاک تعیین مشخصات کار خواهد بود.

همچنین پیمانکار باید گزارش‌هایی تهیه نماید که نشان دهد کار بر اساس مستندات قرارداد انجام می‌شود. برای ساخت در کارخانه ،گزارش باید دربردارنده شماره قطعه بازرسی‌شده باشد. برای کار در کارگاه، گزارش باید شامل محور، طبقه و تراز ارتفاعی المان بازرسی شده باشد.

۷-۳-۲- تمهیدات عمومی

۷-۳-۲-۱- شماره‌گذاری (نشانه‌گذاری) قطعات

تمامی قطعاتی که به‌طور جداگانه با اندازه و شکل مشخص شده در نقشه‌های اجرایی ساخته می شوند، باید شماره و علامت‌گذاری شوند. قطعاتی که از هر لحاظ مشابه هستند، می‌توانند شماره و علامت یکسانی داشته باشند.

۷-۳-۲-۲- نقشه شماره‌گذاری (نشانه‌گذاری) قطعات

نقشه‌های پلان و نماهایی که توسط پیمانکار تهیه می‌شوند باید در مقیاسی رسم شوند که بتوان شماره نصب تمام قطعات را در آن‌ها نشان داد. مقیاس این نقشه‌ها حداقل باید یک‌صدم باشد. این نقشه‌ها باید مشخصات هر قطعه، موقعیت هر قطعه نسبت به قطعات دیگر و نسبت به محوربندی پلان ساختمان را مشخص نمایند.

۷-۳-۳- اطلاعات در محل تلاقی قطعات با دیوار بتنی یا پی

اطلاعات نمایش داده شده برای میل‌مهارها و قطعات فولادی در محل تلاقی با پی سازه باید شامل پلان پی با محل و تراز کف ستون‌ها، موقعیت و جهت ستون‌گذاری‌ها، شماره‌گذاری ستون‌ها و همچنین تمام قطعاتی که به‌طور مستقیم به پی متصل می شوند، با محل و تراز کف ستون‌های مربوط با شند. نظیر همین اطلاعات در محل تلاقی قطعات فولادی با دیوارها و دیگر سطوح بتنی نیز باید تهیه گردد.

جزئیات کاملی از کار گذاشتن، محکم کردن قطعات فولادی و میل‌مهارها به پی‌ها و دیوارها و همچنین روش تنظیم آن‌ها و نیز فاصله لازم در زیر این قطعات برای پر کردن با مصالح دیگر هم باید مشخص شود. درزهای فشاری که در آن‌ها انتقال نیرو از طریق فشار تماسی مستقیم، بخشی از ظرفیت اتصال را تشکیل می‌دهد، سطوح قطعات در تماس باید به‌وسیلهٔ تراش دادن، سوهان زدن، سنگ زدن یا روش‌های مناسب دیگر به خوبی آماده شوند.

۷-۳-۴- اطلاعات و مستندات ساخت قطعات

۷-۳-۴-۱- نقشه‌های کارگاهی و اطلاعات ساخت

نقشه‌های کارگاهی، شامل تمامی اطلاعات و جزئیات لازم برای ساخت قطعات سازه، باید قبل از ساخت، تهیه و آماده شوند. این اطلاعات و جزئیات باید ابعاد اعضا، اجزا و اتصالات سازه‌ای و موقعیت آن‌ها، نوع و اندازه جوش‌ها با علائم استاندارد، نوع پیچ‌ها، نوع سوراخ پیچ‌ها، ابعاد ورق‌های گوشواره‌ای برای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل، ابعاد سوراخ‌های دسترسی در اتصالات گیردار تیر به ستون و ابعاد ورق‌های پشت‌بند در محل جوش‌های شیاری را شامل شود. درصورتی‌که قرار باشد ورق‌های پشت‌بند بعد از عملیات جوشکاری برداشته شوند، این موضوع باید به‌وضوح در نقشه‌های کارگاهی مشخص شود.

در این نقشه‌ها باید تمامی جوش‌های کارخانه‌ای از جوش‌های کارگاهی و نیز جوش‌های معمولی از جوش‌های لرزه‌ای بحرانی به‌خوبی متمایز شوند. همچنین در این نقشه‌ها باید نوع پیچ (معمولی یا پرمقاومت) و نوع عملکرد اتصال (اتکایی غیر پیش‌تنیده، اتکایی پیش‌تنیده و لغزش بحرانی) به‌وضوح مشخص و حد محکم کردن پیچ‌ها معین شده باشد. نقشه‌های کارگاهی باید با در نظر گرفتن مناسب‌ترین نوع اجرا و با توجه به سرعت اجرا و شرایط اقتصادی ساخت و نصب، تهیه شود. نقشه‌های کارگاهی باید در اختیار کارفرما نیز قرار گیرد.

۷-۳-۴-۲- قطعات الحاقی جهت سهولت نصب

جزئیات سوراخ‌ها، بست‌ها و اتصالات موردنیاز به‌منظور ایمنی یا بلند کردن و نصب قطعات، باید در نقشه‌ها مشخص باشد. این سوراخ‌ها، بست‌ها و اتصالات اضافی می‌توانند پس از نصب در قطعات باقی بمانند مگر آنکه در مشخصات پروژه شرایط دیگری تعیین شده باشد. تمامی جزئیات مورد استفاده برای این اتصالات موقت باید با انجام محاسبات سازه‌ای باشد.

۷-۳-۴-۳- جوشکاری

در مشخصات قطعات، شرایط لازم برای آماده‌سازی لبه‌ها جهت جوشکاری باید مشخص شود. هرگونه بازرسی جوش موردنیازی که با الزامات بند ۷-۵-۵ متفاوت باشد، باید به‌طور واضحی مشخص گردد.

۷-۳-۴-۴- پرکننده‌ها، فواصل آزاد و پیش‌خیز

پیمانکار باید موارد زیر را در مستندات ساخت مشخص نماید:

الف- تمامی پرکننده‌هایی که ممکن است برای اطمینان از جفت‌شدن قطعات در محل اتصال به‌کار رود. (به بندهای ۷-۶-۲-۱ و ۷-۶-۴-۱ رجوع شود)

ب- فواصل آزاد مورد نیاز بین قطعات ساخته شده به‌طوری‌که انحراف‌های مجاز در هنگام ساخت و نصب از آن بیشتر نشود.

پ- پیش‌خیزها یا تنظیمات اولیه مورد نظر مهندس طراح که باید در ساخت قطعات رعایت شوند. همچنین الزامات مربوط به پیش‌خیز و پیش‌تنظیم در قطعات، باید پس از تکمیل مونتاژ کنترل شوند.

۷-۳-۴-۵- ابعاد اسمی سوراخ‌ها

حداکثر ابعاد سوراخ پیچ‌ها باید مطابق جدول ۷-۱۶ باشند. درصورتی‌که از پیچ‌های به قطر غیر از آنچه در این جدول آمده ، استفاده شود، ابعاد اسمی سوراخ پیچ‌ها می‌تواند براساس درون‌یابی یا برون‌یابی خطی مقادیر مندرج در این جدول تعیین شود. این ابعاد باید با جزئیات کامل در نقشه‌های کارگاهی منعکس شوند. همچنین:

الف- در اتصالات پیچی، شکل کلی سوراخ پیچ‌ها باید مطابق شکل ۷-۲ باشند.

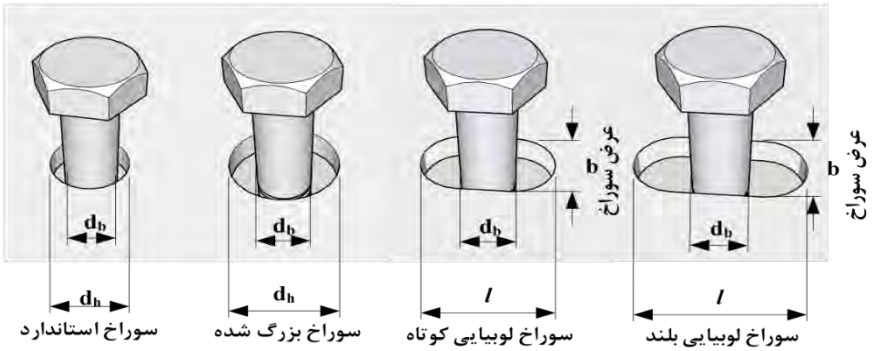
ب- سوراخ‌های بزرگ شده فقط در اتصالات لغزش بحرانی مجاز هستند.

پ- سوراخ لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات لغزش بحرانی مجاز هستند، اما در اتصالات اتکایی و پیش‌تنیده استفاده از آن‌ها زمانی مجاز است که امتداد طولی سوراخ عمود بر راستای نیرو باشد.

ت- سوراخ‌های لوبیایی بلند در تمام امتدادها در اتصالات لغزش بحرانی مجاز هستند، اما در اتصالات اتکایی و پیش‌تنیده، استفاده از آن‌ها زمانی مجاز است که امتداد طولی سوراخ ،عمود بر امتداد نیرو باشد. لیکن در هر سه نوع اتصال، سوراخ لوبیایی بلند باید فقط در یکی از ورق‌های اتصال تعبیه شود.

جدول ۷-۱۶- ابعاد اسمی سوراخ پیچ‌ها برحسب میلی‌متر

قطر پیچ (mm)	ابعاد اسمی سوراخ‌ها (mm)			
	سوراخ استاندارد[1]	سوراخ بزرگ‌شده[2]	سوراخ لوبیایی کوتاه[3] (طول×عرض)	سوراخ لوبیایی بلند[4] (طول×عرض)
M۱۶	۱۸	۲۰	۲۲×۱۸	۴۰×۱۸
M۲۰	۲۲	۲۴	۲۶×۲۲	۵۰×۲۲
M۲۲	۲۴	۲۸	۳۰×۲۴	۵۵×۲۴
M۲۴	۲۷	۳۰	۳۲×۲۷	۶۰×۲۷
M۲۷	۳۰	۳۵	۳۷×۳۰	۶۷×۳۰
M۳۰	۳۳	۳۸	۴۰×۳۳	۷۵×۳۳
≤M۳۶	d+۳	d+۸	(d+۳)×(d+۱۰)	(d+۳)× ۲,۵ d



شکل ۷-۲- شکل کلی سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی سازه‌های فولادی

۷-۳-۴-۶- اتصالات مجاز به جابه‌جایی

درصورتی‌که اتصالی برای جابه‌جایی طراحی شده باشد، پیچ‌های مورداستفاده برای نصب باید طوری محکم شوند که مانعی برای حرکت نباشند. این پیچ‌ها باید در نقشه‌ها مشخص شوند.

۷-۳-۴-۷- ماشین‌کاری و مته‌کاری

هرگونه نیاز به ماشین‌کاری باید در مستندات مشخص شده باشد. در جزئیات قطعات، تمامی سوراخ‌هایی که باید مته‌کاری شده و منگنه نشوند باید مشخص گردد (به بند ۷-۴-۶-۴ رجوع شود).

۷-۳-۴-۸- سطوح تماس در اتصالات لغزش بحرانی

تمامی سطوح تماسی که در اتصالات لغزش بحرانی نیاز به تمهیدات خاصی دارند، باید در مستندات مشخص شوند. تمامی این سطوح باید از هرگونه مواد خارجی یا آلودگی و فلس[5] به‌جز فلس‌های محکم طبیعی فولاد، پاک باشند.

1- Standard Hole
2- Oversize Hole
3- Short-Slot Hole
4- Long-Slot Hole
1- Mill scale. Oxid surface coating on steel formed by the hot rolling process

۷-۳-۴-۹- اطلاعات موردنیاز برای ساخت سیستم‌های باربر لرزه‌ای

برای قطعات و اعضایی که جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای هستند، در نقشه‌های ساخت اطلاعات ویژه زیر نیز باید براساس مشخصات پروژه ارائه گردد:

الف- محل پیچ‌های پیش‌تنیده

ب- محل جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

پ- محل ورق‌های گوشواره‌ای[1] (ناودانی‌های انتهای جوش) در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل[2]

ت- محل پشت‌بندهایی که نیازی به برداشتن آن‌ها نیست. همچنین محل پشت‌بندهایی که باید برداشته شوند.

ث- مشخصات نواحی محافظت‌شده اعضا

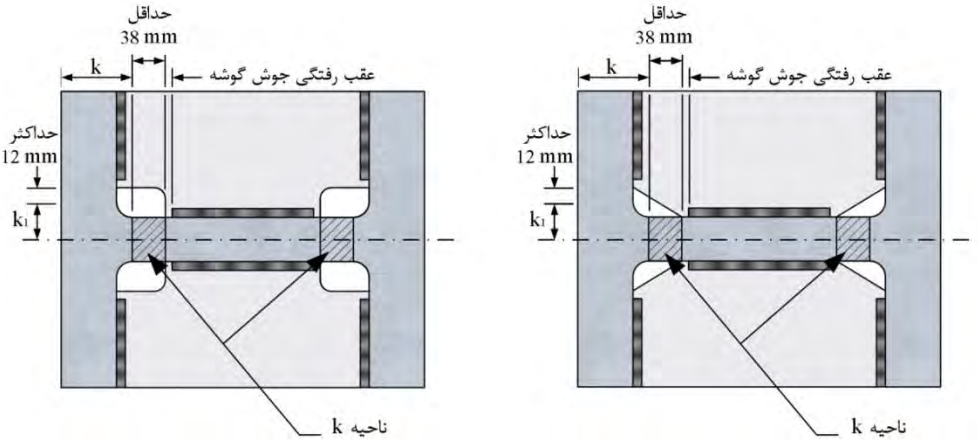
ج- محل وضعیت‌های سطوح تماس و مشخص کردن کلاس آن‌ها

چ- ترسیم ورق‌های اتصال مهاربندی با مقیاس و هندسه صحیح

ه- شکل و ابعاد سوراخ‌های دسترسی جوش، شرایط پرداخت سطحی آن‌ها

خ- آزمایش‌های غیر مخرب[3] (NDT) موردنیاز در ساخت قطعات

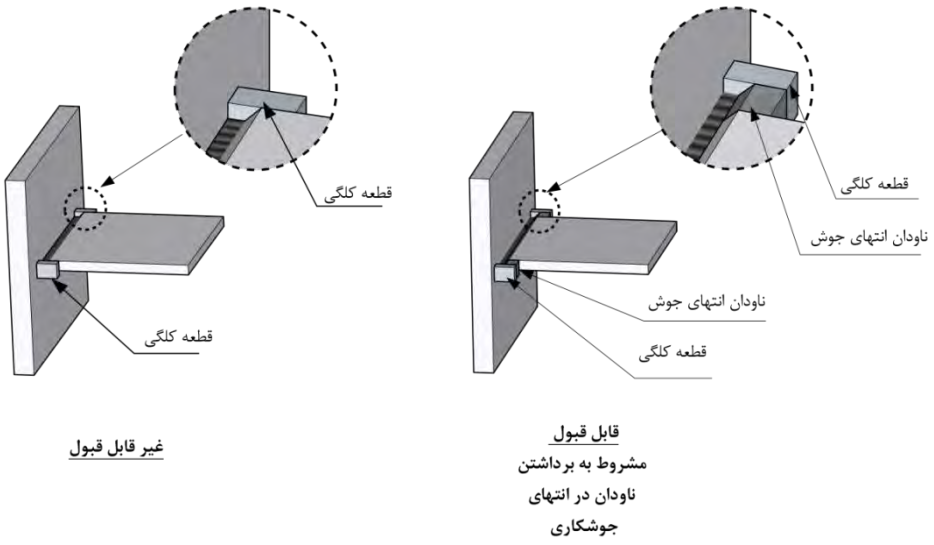
د- جوشکاری خارج ناحیهٔ K در محل اتصال ورق پیوستگی به جان ستون. جوشکاری نواحی K باید مطابق شکل‌های ۷-۳-الف و ۷-۳-ب انجام پذیرد و پس از ۴۸ ساعت از اتمام جوشکاری تا محدودهٔ ۷۵ میلی‌متری آزمایش MT شود.



شکل ۷-۳- جوشکاری خارج ناحیهٔ k در محل اتصال ورق پیوستگی به جان ستون

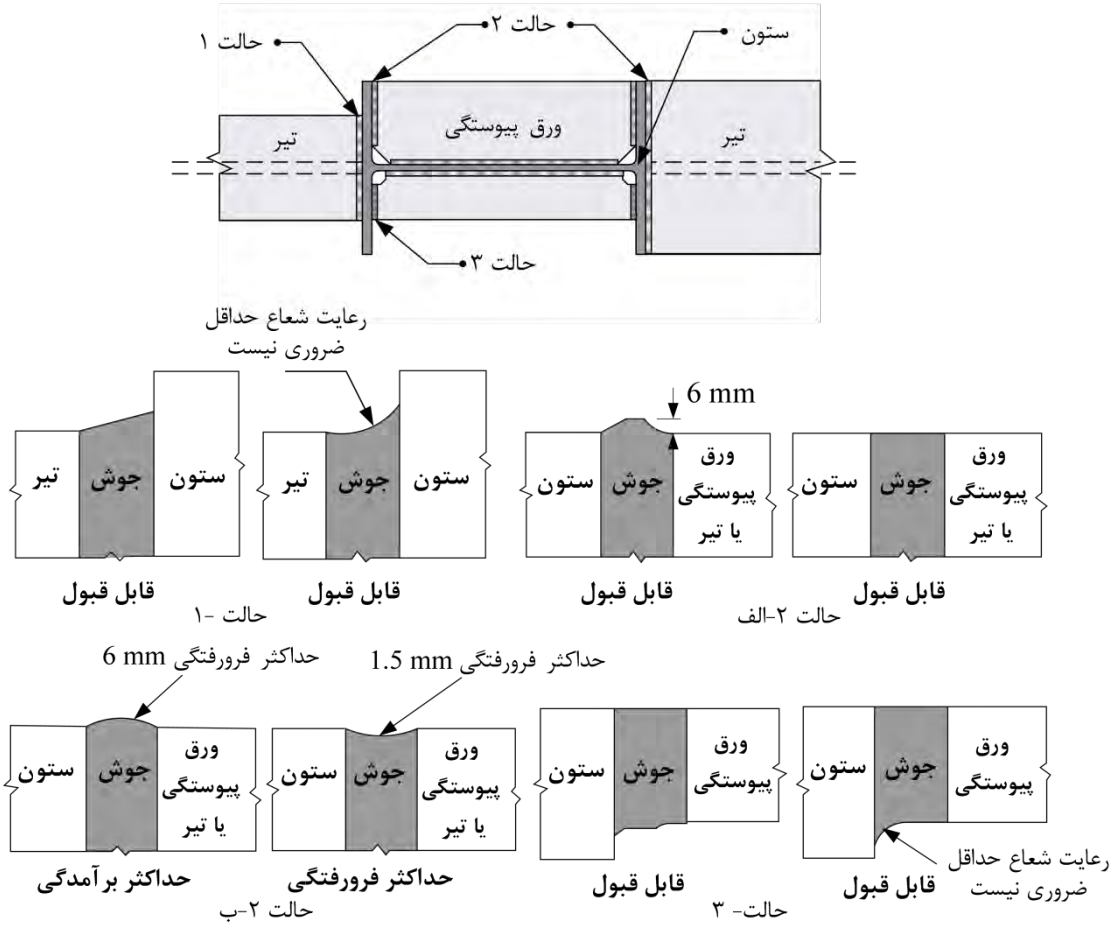
برای قطعات و اعضایی که جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای هستند، قطعهٔ کلگی انتهایی[4] مطابق شکل ۷-۴ نباید به صورت مستقیم در انتهای درز جوش شیاری قرار گیرد، مگر اینکه پس از ناودانی جوش (ورق‌های گوشواره‌ای در انتهای جوش شیاری) نصب شده و در پایان جوشکاری ناودانی جوش، برداشته شوند.

2- Weld Tabs
3- Complete-Joint-Penatration Groove Welds
1- Non-destructive testing (NDT)
2- End Dam



شکل ۷-۴- شرایط پذیرش قطعهٔ کلگی

مطابق شکل ۷-۵، در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل پس از برداشتن ناودانی انتهای جوش، حداکثر ناهمواری قابل‌قبول سطح ۱۳ میکرومتر خواهد بود.



شکل ۷-۵- وضعیت‌های قابل‌قبول برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای در انتهای جوش‌های شیاری با نفوذ کامل

۷-۳-۵- اطلاعات و مستندات نصب قطعات

۷-۳-۵-۱- نقشه‌های کارگاهی نصب

پیمانکار باید تمامی نقشه‌های نصب قطعات را جهت تکمیل اطلاعات داده‌شده، مطابق دستورالعمل روش نصب تهیه نماید (به بند ۷-۸-۱رجوع شود).

۷-۳-۵-۲- نقشه‌های کارهای فولادی موقت

در صورت نیاز به کارهای فولادی موقت جهت نصب قطعات، جزئیات و تمهیدات مربوط باید به‌همراه اطلاعات نصب نشان داده شوند (به بند ۷-۸-۴ رجوع شود).

۷-۳-۵-۳- اطلاعات و جزئیات موردنیاز برای نصب سیستم‌های باربر لرزه‌ای

برای قطعات و اعضائی که جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای هستند، اطلاعات ویژه زیر باید براساس مشخصات پروژه در نقشه‌های نصب ارائه گردد:

الف- محل پیچ‌های پیش‌تنیده

ب- محل جوش‌های بحرانی لرزه‌ای و نوع الکترودهای مصرفی در محل جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

پ- مشخص نمودن دمای بین عبوری در محل جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

ت- مشخصات نواحی محافظت شده اعضا[1]

ث- تمامی درزهای جوش دارای دستورالعمل خاص نصب، روش جوشکاری و تمامی الزامات و اقدامات ویژه آن

ناحیه حفاظت شده در یک عضو از سازه، که به ناحیهٔ شکل‌پذیر عضو نیز موسوم است، به ناحیه‌ای از عضو اطلاق می‌شود که انتظار می‌رود در آن مفصل پلاستیک[2] تشکیل شود. این نواحی باید در نقشه‌های کارگاهی مشخص شوند. نظر به اهمیت این نواحی و رفتار حساس آن‌ها در حرکات رفت و برگشتی سازه، این نواحی باید عاری از هرگونه عملیاتی باشد که موجب دگرگونی عملکرد عضو در این ناحیه می‌شود. در قاب‌های خمشی متوسط[3] و ویژه[4]، ناحیهٔ حفاظت شده در دو انتهای تیر، فاصلهٔ بین بر ستون تا نصف عمق تیر از محل تشکیل مفصل پلاستیک به سمت داخل دهانه در نظر گرفته می‌شود. نظر به اهمیت ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ اعضا در تأمین شکل‌پذیری مورد نیاز، رعایت الزامات قید شده برای ساخت اعضای سیستم‌های باربر لرزه‌ای مطابق بند ۷-۴-۹ ضروری است.

1- Protected Zone
2- Plastic Hinge
3- Intermediate Moment Frames (IMF)
4- Special Moment Frames (SMF)

۷-۳-۶- بررسی نقشه‌ها و مستندات

نقشه‌ها، محاسبات و تمامی اطلاعات تهیه شده توسط پیمانکار برای ساخت و نصب قطعات، باید جهت بررسی و تصویب به کارفرما ارجاع داده شود.

۷-۳-۷- نقشه‌های چون‌ساخت[1]

پس از اتمام عملیات ساخت و نصب کارهای فولادی، پیمانکار باید نقشه‌های کاملی از وضع موجود ساخت و نصب را که شامل تمامی تغییرات نسبت به نقشه‌های اولیه باشد تهیه و به کارفرما ارائه نماید.

5- As Built Drawings

۷-۴- ضوابط اجرایی

۷-۴-۱- شناسایی مشخصات کار

تمامی مصالح و محصولات فولادی مورد استفاده در کار باید دارای مدارک مورد تائید مطابق ضوابط بخش ۷-۲ بوده، به‌طوری‌که مشخصات آن معلوم و قابل بررسی باشد. تمامی قطعات باید در تمامی مراحل ساخت و نصب با استفاده از نشانه‌گذاری قابل ردیابی باشند.

۷-۴-۲- حمل‌ونقل و جابه‌جایی قطعات

مصالح و محصولات فولادی باید به‌طور مطمئن و ایمن بسته‌بندی، جابه‌جا و حمل‌ونقل شوند، به‌طوری‌که در آن‌ها اعوجاج و تابیدگی ماندگاری رخ نداده و آسیب‌های سطحی به حداقل ممکن برسد. برای این منظور:

الف- برای حفاظت از قسمت‌های مهارنشده انتهایی قطعات، باید تمهیدات ویژه‌ای در نظر گرفته شود.

ب- تمامی سطوح ماشین‌کاری شده (نظیر سوراخ پیچ‌ها، لبه‌های پَخ‌خورده برای اجرای جوش‌های شیاری و ...) باید به نحوی محافظت شوند که در آن‌ها آسیب‌های سطحی ایجاد نشود.

پ- تمامی سطوح ماسه‌پاشی شده جهت انجام اتصالات لغزش بحرانی، باید به نحوی محافظت شوند که عملکرد مورد انتظار این سطوح خدشه‌دار نشود.

۷-۴-۳- برشکاری و شکل‌دهی

۷-۴-۳-۱- عملیات برشکاری

برشکاری و شکل‌دهی قطعات فولادی می‌تواند به طریق اره کاری، گیوتین، برش حرارتی، پخ‌کاری لبه، صاف‌کاری یا ماشین‌کاری انجام شود. برش‌کاری دستی در صورتی مجاز خواهد بود که استفاده از برش حرارتی ماشینی غیرقابل انجام باشد. تمام نواحی که استفاده از برش حرارتی (برش پلاسما، برش لیزر، برش با شعله) مجاز نباشد، باید در مشخصات فنی بیان شود.

۷-۴-۳-۲- لبه‌های برشکاری حرارتی

به‌شرط آنکه توانایی فرایند برشکاری حرارتی استفاده شده مطابق با استانداردهای مربوط (نظیر EN 1090-2) به‌منظور کیفیت و سختی سطوح برش بازرسی و تائید شده باشد، لبه‌های بریده‌شده با برش حرارتی که دارای ناهمواری‌های قابل‌توجهی نیستند، اصلاح آن‌ها بدون تمهیدات خاصی پذیرفتنی است. در غیر این صورت، لبه‌های بریده‌شده‌ای که در عملیات جوشکاری ذوب نمی‌شوند، باید با برداشتن این ناهمواری‌ها، هموار و اصلاح گردند. ملاک نظر در اینجا دستگاه نظارت می‌باشد.

گوشه‌های داخلی و شکاف‌های بریده شده با فرایند برشکاری حرارتی (نظیر قسمت‌های بریده‌شده بال در اتصال مفصلی تیر به تیر)، باید با شعاع حداقل پنج میلی‌متر گرد شده باشند. پیش از انجام گالوانیزه کردن این نواحی، باید جهت مطابقت با ضوابط به‌طور ویژه بررسی شوند.

۷-۴-۳-۳- ستون‌ها و اعضای فشاری

ستون‌ها و اعضای فشاری که در انتها برای باربری به‌صورت تماس مستقیم استفاده نمی‌شوند، باید دارای دقت ساختی مطابق بخش ۷-۷-۲-۲ باشند. ستون‌ها و اعضای فشاری که در انتها برای باربری با تماس مستقیم استفاده می‌شوند، باید دارای دقت ساختی مطابق بخش ۷-۷-۲-۳ باشند.

سطوح تماس در ستون‌های با مقاطع دارای ابعاد بیش از یک متر که برای تماس مستقیم استفاده می‌شوند، باید با تمهیدات ویژه ساخته شوند تا پس از نصب، مقدار انحراف مجاز آن‌ها از محور قائم مطابق بخش‌های ۷-۹-۵-۸ و ۷-۹-۵-۹ و فاصله درز مجاز آن‌ها مطابق بخش ۷-۹-۵-۱۰ باشد.

۷-۴-۴- ماشین‌کاری

۷-۴-۴-۱- ضخامت قطعات ماشین‌کاری شده

ضخامت قطعاتی که در نقشه‌ها برای ماشین‌کاری مشخص شده، منظور حداقل ضخامت قطعه پس از پایان عملیات ماشین‌کاری است.

۷-۴-۵- پرداخت

۷-۴-۵-۱- برداشتن زوائد

لبه‌های بریده شده باید با برداشتن هرگونه ناهمواری، زائده، تراشه و نامنظمی، هموار گردد. همچنین محل سوراخ‌ها در صورت لزوم باید با برداشتن بیرون‌زدگی‌ها و زوائد پرداخت گردد.

۷-۴-۵-۲- پرداخت لبه‌ها

تمام لبه‌های تیز باید پرداخت و هموار گردند، اما زوایای ۹۰ درجه حاصل از برشکاری، نورد و ماشین‌کاری بدون هیچ‌گونه تمهیداتی قابل قبول است.

۷-۴-۶- سوراخ‌کاری

۷-۴-۶-۱- سوراخ‌ها

سوراخ‌های گرد برای وسایل اتصال (پیچ یا پین) باید توسط مته‌کاری، منگنه یا برش پلاسما انجام شوند. کیفیت مراحل

سوراخ‌کاری باید به‌طور دوره‌ای مطابق با استانداردهای مربوط (نظیر استاندارد EN 1090-2) کنترل شوند. قطعاتی که با پیچ به هم متصل می‌شوند، در صورت امکان باید به یک‌دیگر خال‌جوش شده و با هم سوراخ‌کاری شوند.

۷-۴-۶-۲- تطابق

تمام سوراخ‌های وسایل اتصال باید از نظر مطابقت با یک‌دیگر به‌گونه‌ای باشند که به‌راحتی بتوان وسایل اتصال را از قطعات متصل شونده در راستای عمود بر سطح تماس عبور داد. استفاده از وسایل نصب و نگهداری موقت به‌شرط آنکه در سوراخ‌ها، اعوجاج و گشادشدگی ایجاد نکند، مجاز خواهد بود.

۷-۴-۶-۳- مته‌کاری هم‌زمان چندین قطعه

درصورتی‌که قطعات جداگانه به‌خوبی به هم محکم شده باشند، مته‌کاری هم‌زمان آن‌ها مجاز خواهد بود. این قطعات پس از مته‌کاری باید از هم جدا شده و تمام زوائد آن‌ها پرداخت شوند.

۷-۴-۶-۴- منگنه‌کاری با اندازهٔ کامل

استفاده از روش منگنه‌کاری برای سوراخ‌های با اندازه کامل (سوراخ‌هایی که پس از سوراخ‌کاری به‌وسیلهٔ منگنه‌کاری گشاد نمی‌شوند)، به شرطی مجاز خواهد بود که صلاحیت و توانایی این روش سوراخ‌کاری براساس استاندارد ملی مربوط یا براساس استاندارد EN 1090-2 مورد تائید دستگاه نظارت باشد و نیز در مشخصات فنی روش دیگری الزام نشده باشد.

سوراخ‌کاری ورق‌ها و نیمرخ‌ها تا ضخامت ۱۵ میلی‌متر به کمک منگنه مجاز بوده ،اما سوراخ‌کاری نهایی ورق‌ها و نیمرخ‌های با ضخامت بیش از ۱۵ میلی‌متر باید به کمک مته دوار انجام پذیرد. برای سوراخ‌های با قطر بزرگ‌تر می‌توان ابتدا سوراخی با قطر کوچک‌تر توسط منگنه (پانچ) ایجاد نمود، سپس مطابق الزامات بند ۷-۴-۶-۵ از طریق برقو زدن، سوراخ را به قطر دلخواه رساند.

۷-۴-۶-۵- منگنه‌کاری و برقو زدن

در محل‌هایی که مطابق مشخصات پروژه منگنه کاری با اندازه کامل مجاز نباشد، می‌توان از منگنه کاری با قطر حداقل دو میلی‌متر کمتر از قطر سوراخ استفاده کرد و هنگام نصب سوراخ را توسط برقو[1] گشاد نمود. در این حالت حداکثر قطر سه میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ است و برقوزنی[2] نباید قطر سوراخ را بیش از پنج میلی‌متر افزایش دهد. استفاده از برش شعله برای گشاد کردن سوراخ‌ها مجاز نیست.

1- Reamer
1- Reaming

۷-۴-۶-۶- سوراخ‌های لوبیایی

انجام سوراخ‌های لوبیایی توسط یکی از روش‌های منگنه‌کاری، برشکاری حرارتی یا توسط مته‌کاری با دو سوراخ و برشکاری کامل، مجاز خواهد بود.

۷-۴-۷- سرهم‌بندی

قطعات متصل‌شونده باید به‌گونه‌ای محکم به یک‌دیگر کشیده شوند تا از دستیابی به الزامات موردنظر در خصوص آماده بودن قطعه یا تماس مستقیم آن اطمینان حاصل شود (به بندهای ۷-۴-۳-۳، ۷-۵-۴-۱، ۷-۶-۱-۲ و ۷-۶-۴-۱ رجوع شود). استفاده از وسایل نصب در سوراخ‌ها برای تنظیم و ردیف کردن آن‌ها به شرط آنکه سبب ایجاد خرابی و اعوجاج در سوراخ نشوند، مجاز است.

۷-۴-۸- خم‌کاری و صاف کردن قطعات

ساخت، خم کردن یا صاف کردن قطعات باید توسط یکی از روش‌های زیر انجام شود:

الف- استفاده از ابزار مکانیکی، با رعایت به حداقل رساندن اعوجاج و فرورفتگی و تغییرات در مقطع عضو؛

ب- استفاده از گرم کردن موضعی، با اطمینان از کنترل دقیق دما و عدم تجاوز آن از ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد؛

پ- استفاده از روش خم‌کاری القائی[1]. این روش زمانی مجاز خواهد بود که در مراحل انجام کار، دما با دقت کنترل شود و توانایی حفظ خصوصیات مصالح نهایی از پیش ارزیابی شده باشد.

ت- در خم‌کاری یا صاف کردن قطعات، باید محدودیت‌های زیر رعایت شود:

ت۱- برای فولادهای تا رده S355 خم‌کاری در دمای بین ۲۵۰ تا ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد مجاز نمی‌باشد.

ت۲- برای فولاد رده S420 فرایند شکل‌دهی حرارتی باید در محدوده ۹۶۰ تا ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد صورت گیرد و سپس در دمای هوا خنک شود.

ث- در شکل‌دهی به‌صورت سرد توسط غلتک، فشار یا تا کردن باید مطابق الزامات استاندارد ملی نورد سرد مربوط و در نبود آن مطابق استاندارد ISO 6930 باشد.

ج- شکل‌دهی حرارتی برای فولادهای استاندارد EN 10025-4 مجاز نمی‌باشد.

چ- چکش‌کاری مجاز نمی‌باشد.

پس از خم کردن یا صاف کردن قطعات، تمام جوش‌های موجود در ناحیه خم‌شده یا صاف شده باید به‌صورت چشمی مورد بازرسی قرار گیرد. جوش‌هایی که نیاز به آزمایش‌های غیر مخرب (NDT) دارند باید پس از عملیات خم کردن یا صاف کردن ،آزمایش شوند.

2- Induction Bending Process

۷-۴-۹- الزامات ویژه برای ساخت قطعات سیستم باربر لرزه‌ای

در ناحیه محافظت شده، ساخت و نصب قطعات و اعضای باربر لرزه‌ای، باید توأم با رعایت الزامات زیر باشد:

الف- در محدوده ناحیه محافظت‌شده تمام سوراخ‌ها، خال‌جوش‌ها، قطعات الحاقی برای نصب، شیار زدن با هوا برش، برشکاری‌های حرارتی مشخص نشده در نقشه، باید براساس نظرات دستگاه نظارت ترمیم گردد.

ب- نصب گل‌میخ‌های برشی در روی بال تیر در ناحیه محافظت شده مجاز نیست مگر آنکه در مشخصات پروژه شرایط دیگری تعیین شده باشد.

پ- جوش‌های نقطه‌ای برای نصب ورق عرشه مجاز می‌باشد.

ت- استفاده از قطعات متصل‌کننده عرشه فولادی که در بال تیر نفوذ می‌کنند، در ناحیه محافظت‌شده مجاز نبوده، مگر برای میخ‌کوبی بادی که حداکثر تا قطر ۴,۵ میلی‌متر مجاز خواهد بود.

ث- پیچکاری، جوشکاری، استفاده از پیچ خودکار یا استفاده از میخ‌کوب‌های بادی به منظور اتصال نبشی‌کشی لبه‌پیرامونی، نماهای خارجی، نصب تیغه‌های جداکننده، بازشوها، لوله‌های تأسیساتی یا هرگونه قطعه دیگر در ناحیه محافظت‌شده مجاز نمی‌باشد.

۷-۴-۱۰- بازرسی

به‌منظور اطمینان از مناسب بودن روند تولید، با نظر دستگاه نظارت ،به تعداد کافی از قطعات باید از نظر دقت ابعادی ساخت و مطابقت با نقشه‌ها بررسی شوند.

۷-۴-۱۱ انبار کردن

قطعات ساخته شده‌ای که پیش از حمل یا نصب انبار می‌شوند، باید با فاصله مناسب از روی سطح زمین و در صورت امکان به‌طور منظم روی هم انباشته شوند، به‌طوری‌که از جمع شدن آب جلوگیری گردد. همچنین قطعات باید به‌گونه‌ای روی هم انبار و علامت‌گذاری شوند که از شناسایی آن‌ها در هر موقعیت و زمان اطمینان حاصل شود.

۷-۵- جوشکاری

۷-۵-۱- صلاحیت جوشکار

۷-۵-۱-۱- آزمایش

جوشکارها و عوامل جوشکاری باید مطابق ضوابط ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه مورد ارزیابی قرار گیرند.

۷-۵-۱-۲- گواهینامه صلاحیت

آزمایش جوشکارها و عوامل جوشکاری باید براساس مشاهدات عملی بوده و گواهینامه‌های صلاحیت آن‌ها باید توسط دستگاه نظارت جوش تائید شوند.

۷-۵-۲- فرایندهای جوشکاری

۷-۵-۲-۱- تهیه دستورالعمل جوشکاری[۱] (WPS)

دستورالعمل‌های جوشکاری، مجموعه‌ای مکتوب از دستورالعمل‌هایی است که با رعایت آن‌ها جوش سالم اجرا می‌شود. هدف از تنظیم دستورالعمل‌های جوشکاری (WPS) مشخص و تعیین نمودن جزئیات کامل روند جوشکاری است. در این دستورالعمل حدود و دامنهٔ تغییر هر یک از متغیرهای جوشکاری نظیر نوع الکترود، مشخصات فلز پایه، روش جوشکاری، شرایط آماده‌سازی درز اتصال، وضعیت یا وضعیت‌های مجاز جوشکاری، شرایط پیش‌گرمایش و پس‌گرمایش، استفاده یا حذف پشت‌بند یا عملیات گوجینگ[۲] و مواردی مشابه، باید مشخص باشد تا از این طریق اولاً از اعمال سلیقه در روند جوشکاری جلوگیری شود، ثانیاً با استفاده از این دستورالعمل بتوان جوشی سالم و مطلوب اجرا کرد.

دستورالعمل‌های جوشکاری (WPS) تهیه‌شده باید مطابق با الزامات ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه باشد. به‌طور عمومی تمام دستورالعمل‌های جوشکاری باید توسط انجام آزمایش تائید شوند.

درصورتی‌که نیاز به جوشکاری روی فولاد با لایه پوشش‌دار محافظتی باشد، دستورالعمل جوشکاری باید برای بیشترین ضخامت پوشش محافظتی تهیه گردد.

۷-۵-۲-۲- تائید دستورالعمل جوشکاری و آزمایش‌های مربوط

گزارش ارزیابی دستورالعمل‌های جوشکاری[۳] (WPQ) تهیه‌شده باید مطابق با ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه بوده و توسط دستگاه نظارت جوش بررسی و ارزیابی شود.

۱- Welding procedure specification (WPS)

۲- gouging

۳- Welding Performance Qualification (WPQ)

۷-۵-۲-۳- استفاده از دستورالعمل‌های جوشکاری

دستورالعمل‌های کار باید از گزارش‌های ارزیابی دستورالعمل‌های جوشکاری (WPQ) تهیه شوند. این دستورالعمل‌ها برای جوشکار باید قبل از شروع کار و براساس نوع درز جوش و نوع مصالح آماده گردند. دستورالعمل‌های کار باید در دسترس کارفرما، مشاور و دستگاه نظارت پروژه باشد.

۷-۵-۳- سرهم‌بندی

۷-۵-۳-۱- آماده‌سازی

آماده‌سازی درزهای جوش از نظر دقت در ابعاد مورد نیاز در دستورالعمل جوشکاری و مطابق با روش جوشکاری استفاده شده، باید به‌گونه‌ای باشند تا از دستیابی به کیفیت‌های لازم مطابق جداول ۷-۶ و ۷-۷ اطمینان حاصل شود.

۷-۵-۳-۲- گیره‌ها و ثابت‌کننده‌های قطعات

جوشکاری قطعات جمع شده در گیره‌ها و ثابت‌کننده‌ها می‌تواند در همان محل تکمیل شود یا پس از خال جوشکاری از گیره و ثابت‌کننده‌ها باز شده و سپس تکمیل گردد.

۷-۵-۳-۳- خال‌جوش کاری

استفاده از خال‌جوش با شرایط زیر بلامانع است:

الف- خال‌جوشی که در نواحی جوشکاری استفاده شده و با سنگ‌زنی یا شیارزنی کاملاً برداشته می‌شود به‌طوری‌که در جوشکاری تأثیری نداشته باشد.

ب- خال‌جوشی که توسط جوشکار باصلاحیت (مطابق بند ۷-۵-۲) و مطابق با دستورالعمل جوشکاری انجام شود و طول جوش آن حداقل چهار برابر ضخامت قطعه ضخیم‌تر و حداقل ۵۰ میلی‌متر باشد که به‌عنوان جوش‌های اصلی استفاده شود.

پ- خال‌جوشی که توسط جوشکار باصلاحیت (مطابق بند ۷-۵-۲) و مطابق با دستورالعمل جوشکاری انجام شود و بتوان نشان داد که خال‌جوش در طی عبورهای بعدی جوشکاری به‌طور کامل ذوب می‌شود.

۷-۵-۳-۴- کنترل اعوجاج

ترتیب و توالی جوشکاری یک درز یا ترتیب درزها باید به‌گونه‌ای باشد تا اعوجاج و تاب‌خوردگی در قطعات به کمترین مقدار برسد.

۷-۵-۳-۵- ساخت یا نصب قطعات الحاقی

جوشکاری قطعات الحاقی که به‌منظور ساخت یا نصب مورد نیاز هستند باید مطابق الزامات جوش‌های دائم انجام شود. درصورتی‌که الزام به برداشتن قطعات الحاقی باشد،این کار باید توسط برش با شعله یا شیارزنی و در محلی به فاصله حداقل

سه میلی‌متر از سطح قطعه اصلی انجام شود. مصالح باقیمانده باید با سنگ‌زنی برداشته و صاف‌شده و ناحیه موردنظر مورد بازرسی چشمی قرار گیرد. درصورتی‌که ضخامت قطعه اصلی بیش از ۲۰ میلی‌متر باشد این بازرسی باید با آزمایش مواد نافذ[1] (PT) یا ذرات مغناطیسی[2] (MT) انجام پذیرد. ضوابط پذیرش در جدول ۷-۱۸ شرح داده شده است.

برداشتن قطعات الحاقی توسط چکش و ضربه مجاز نمی‌باشد.

۷-۵-۳-۶- ورق گوشواره (ناودانی انتهای جوش)

درصورتی‌که مطابق ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه و این ضابطه در انتهای جوش‌های شیاری تعبیهٔ ورق گوشواره‌ای (که به آن ناودانی انتهای جوش نیز گفته می‌شود) ضروری باشد، الزامات جوشکاری و نحوه برداشتن آن‌ها باید به دقت رعایت گردد. مصالح ورق‌های گوشواره‌ای (ناودانی‌های انتهای جوش‌های شیاری) باید فولادی بوده، ولی نیازی نیست از همان رده مقاومتی قطعات اصلی باشند. این قطعات اضافی باید طوری قرار گیرند تا پیوستگی عملیات فراهم گردد. پس از تکمیل عملیات جوشکاری این قطعات باید برداشته شده و سطح انتهای جوش به‌صورت صاف پرداخت گردد. پس از برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای، حداکثر ناهمواری سطح باید برابر ۱۳ میکرومتر باشد. برای برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای الزامات عنوان‌شده در جدول ۷-۱۷ باید رعایت گردد.

جدول ۷-۱۷- الزامات برداشتن ورق‌های گوشواره‌ای (ناودانی‌های انتهای جوش‌ها)

قاب‌های خمشی	
اتصال بال فوقانی تیر به بال ستون	برداشته شود
اتصال بال تحتانی تیر به بال ستون	برداشته شود
ورق‌های پیوستگی	در گوشه اتصال بال به جان ستون (نزدیک ناحیهٔ k) استفاده نشود. در صورت استفاده، باقی بماند
	نزدیک لبه بال ستون برداشته شود
قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرا	
کلیهٔ اتصالات مهاربندها	باقی بماند
قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا	
اتصال تیر پیوند به ستون	برداشته شود
اتصال مهاربندها به تیر پیوند	برداشته شود
سایر اتصالات مهاربندها	باقی بماند
وصلهٔ ستون‌ها (در قاب‌های خمشی و مهاربندی‌شدهٔ همگرا و واگرا)	
وصلهٔ ستون‌ها	برداشته شود

1- Penetrant Test (PT)
2- Magnetized Test (MT)

۷-۵-۴- آزمایش جوش‌ها

۷-۵-۴-۱- آزمایش‌های متعارف جوش

به‌شرط آنکه ثابت شود دستورالعمل‌های جوشکاری مورد استفاده هنگامی‌که در تولید مطابق بند ۷-۲-۲-۱-۵ به‌کار می‌روند توانایی ارائه کیفیت موردنظر را دارند، کنترل مداوم کیفیت جوش باید توسط آزمایش‌های متعارف ادامه پیدا کند.

آزمایش‌های متعارف شامل ۱۰۰ درصد بازرسی چشمی مطابق بند ۷-۵-۴-۳ به همراه آزمایش غیرمخرب (NDT) تکمیلی بوده که باید توسط دستگاه بازرسی جوش انجام شود تا در خصوص اینکه دستورالعمل‌های جوشکاری، جوشکارها و عوامل جوشکاری کار را مطابق با کیفیت مورد نظر تولید می‌کنند، اطمینان حاصل شود. معیار کیفیت لازم کار مطابق ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه است. آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) تکمیلی باید مطابق با جدول ۷-۱۸ باشند.

جهت انجام آزمایش‌های متعارف غیرمخرب (NDT) تکمیلی، درزهای جوش باید طوری انتخاب شوند که نمونه‌های انتخاب شده موارد زیر را تا حد امکان پوشش دهند:

الف- نوع درز جوش (جوش گوشه با یک پاس، جوش گوشه با چند پاس، جوش نفوذ کامل، ...)

ب- نوع مصالح فولادی اجزای اتصال

پ- تجهیزات جوشکاری

ت- کار جوشکاران

ث- محل‌های انجام کار در کارخانه یا در محل پروژه

درصورتی‌که آزمایش‌های متعارف یا آزمایش‌های ویژه پروژه (موضوع بند ۷-۵-۴-۷) در داخل یک قطعهٔ طول تحت بازرسی (طولی از یک قطعهٔ بزرگ که مورد بازرسی قرار می‌گیرد)، نواقصی را مشخص نمایند به‌طوری‌که از ضوابط پذیرش موجود در جدول ۷-۱۸ فراتر رود، این نواقص باید اصلاح شده یا در صورت لزوم به مسئول هماهنگی جوشکاری ارجاع داده شود. در این حالت آزمایش‌های غیرمخرب تکمیلی بیشتری در هر طرف قطعه طول تحت بازرسی که دارای نقص است ،باید انجام شود. در صورت مشاهده نواقص بیشتر، علت آن باید با بررسی‌های لازم مشخص گردد.

نتایج جدیدترین آزمایش‌های متعارف انجام شده در بازه زمانی سه ماه برای هر دستورالعمل جوشکاری (WPS) باید همواره در دسترس کارفرما و دستگاه نظارت باشد.

جدول ۷-۱۸- آزمایش‌های غیر مخرب (NDT)

نوع جوش مورد آزمایش	نوع آزمایش
۱- صد درصد کلیهٔ جوش‌ها بازرسی چشمی	بازرسی چشمی[1] (VI)
۲- صد درصد جوش‌ها لب‌به‌لب عرضی بال‌های کششی، اعضای کششی خرپاها، یک ششم عمق جان تیرها در مجاورت بال کششی و جوش شیاری ورق روسری و زیرسری به ستون در اتصال صلب تیر به ستون	آزمایش فراصوت[2] (UT)*
۳- ده درصد جوش‌های لب‌به‌لب طولی بال‌های کششی و اعضای کششی خرپاها	آزمایش فراصوت (UT)*
۴- بیست درصد جوش‌های لب‌به‌لب عرضی و طولی در بال‌های فشاری و اعضای فشاری خرپاها و ستون‌ها	آزمایش فراصوت (UT)*
۵- بیست درصد جوش‌های لب‌به‌لب عرضی جان تیرها که شامل بند ۲ فوق نبوده و جوش‌های لب‌به‌لب طولی جان تیرها	آزمایش فراصوت (UT)*
۶- ده در صد جوش گوشه بال به جان و سخت‌کننده‌ها	آزمایش ذرات مغناطیسی[3] (MT) یا مواد نافذ[4] (PT)**
۷- صد درصد جوش‌های گوشه اتصالات مهاربندی‌ها و اتصالات تیر به ستون	آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) یا مواد نافذ (PT)**

* از آزمایش پرتونگاری[5] (RT) نیز می‌توان استفاده نمود. ** مطابق بند ۷-۵-۵-۵

۷-۵-۴-۲- آزمایش‌های اولیه جوش

آزمایش‌های اولیه جوش شامل ۱۰۰ درصد بازرسی چشمی مطابق بند ۷-۵-۴-۳ به همراه آزمایش غیرمخرب (NDT) تکمیلی بوده که باید توسط دستگاه بازرسی جوش انجام شود، تا اطمینان حاصل گردد در صورتی‌که از دستورالعمل‌های جوشکاری (WPS) در تولید استفاده می‌شوند ،توانایی دستیابی به کیفیت موردنظر را خواهند داشت.

آزمایش‌های اولیه جوش شامل روند ارزیابی WPS و آزمایش‌های مقدماتی مربوط به آن برای شروع تولید بر مبنای پنج درز جوش ساخته شده مطابق با شرایط تولید با یک WPS جدید و با در نظر گرفتن موارد زیر است:

الف- درصورتی‌که WPS در بعضی مواقع در محل پروژه استفاده شود، باید حداقل دو درز جوش مطابق شرایط محل پروژه باشد. درصورتی‌که WPS برای استفاده در محل پروژه باشد، باید هر پنج درز جوش مطابق شرایط محل پروژه تهیه شود.

ب- تعداد آزمایش‌ها دو برابر تعداد آزمایش‌های مندرج در جدول ۷-۱۸ باشد.

ت- حداقل طول درز آزمایش‌شده باید ۹۰۰ میلی‌متر باشد.

ث- روش‌های استفاده شده برای آزمایش‌های غیرمخرب تکمیلی مطابق جدول ۷-۱۸ باشد.

ج- تمام جوش‌ها باید ضوابط پذیرش ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه را تأمین نماید.

درصورتی‌که نتایج آزمایش‌ها با کیفیت مورد نظر مطابقت نداشته باشد، علت آن باید پس از بررسی مشخص شده و پس از اصلاح، مجدداً پنج درز جوش جدید آزمایش گردد. نتایج آزمایش‌های اولیه تمام دستورالعمل‌های جوشکاری باید جزو مدارک پروژه نگه‌داری شده و در هر زمان در صورت نیاز در اختیار کارفرما و دستگاه نظارت قرار گیرد.

1-Visual Test (VT)
2- Ultrasonic Test (UT)
3-Magnetized Test (MT)
4- Penetrant Test (PT)
5- Radiography Test (RT)

۷-۵-۴-۳- بازرسی چشمی جوش

برای مشخص کردن حفظ کیفیت تولید، ۱۰۰ درصد تمام جوش‌ها باید پیش از جوشکاری، در حین جوشکاری و پس از تکمیل جوشکاری بازرسی شوند. تمام جوشکاری‌هایی که در اثر فرایند تولید از دسترس خارج شوند باید پیش از خارج شدن از دسترس بازرسی شوند. بازرسی چشمی جوش‌ها می‌تواند توسط بازرس جوش یا جوشکار دارای صلاحیتی که برای بازرسی چشمی انواع جوش‌های مرتبط آموزش دیده، انجام شود. استفاده از جوشکار دارای صلاحیت برای این منظور به سبب آنکه جوشکار در هنگام جوشکاری از نظر چشمی، جوش‌های انجام‌شده را کنترل و رفع عیب می‌نماید، می‌تواند برای کاستن از عیوب جوش در آزمایش‌های بعدی مناسب باشد.

بازرسی نهایی چشمی اضافی باید توسط یک بازرس جوش دارای صلاحیت در آزمایش غیرمخرب (NDT) انجام شود. بازرسی‌های جوش باید مطابق دستورالعمل زیر انجام شود:

الف- پیش از جوشکاری یا در بین پاس‌های جوش

- بررسی صحت آماده‌سازی برای جوشکاری مطابق دستورالعمل جوشکاری، مواردی که باید بررسی شوند شامل آماده‌سازی زاویه‌ها، فاصله ریشه جوش، شرایط سطحی ریشه جوش، عمق آماده شده برای جوش‌های با نفوذ نسبی و حداقل فاصله آزاد برای جوش‌های گوشه است.
- بررسی عدم وجود آلودگی به گریس، روغن، گردوخاک، رنگ و رطوبت در سطحی که باید جوش شود.
- بررسی خال‌جوش‌هایی که باید برداشته شوند و مناسب بودن آن‌ها مطابق الزامات بند ۷-۵-۳-۳.
- برای جوش‌های با تعداد پاس‌های زیاد، بررسی مناسب بودن شرایط سطحی فلز جوش باقی‌مانده قبلی. همچنین بررسی مجدد موارد ۱ و ۲، ناحیه جوشکاری باید بدون سرباره و عاری از پاشیدگی جوش بوده و برای فلز جوش پاس‌های بعدی مناسب باشد.
- بررسی مطابقت موقعیت نسبی قطعاتی که باید متصل شوند،با نقشه‌های ساخت و رضایت‌بخش بودن تنظیمات درز های جوش.
- بررسی شکل و عمق شیارزنی از پشت جهت اطمینان از برداشتن کامل طرف دوم تا رسیدن به فلز جوش در عمق. همچنین بررسی نیاز به آزمایش‌های غیرمخرب مکمل در این مرحله پیش از ادامه کار.

ب- پس از هر پاس جوش یا در پایان جوشکاری

- بررسی بعد جوش. اندازه‌گیری تخمینی چشمی توسط جوشکار مجاز بوده ولی تائید نهایی باید براساس اندازه‌گیری دقیق صورت گیرد.
- بررسی کامل بودن جوش‌ها. مواردی که باید بررسی شوند شامل اندازه طول جوش‌ها، تکمیل بخش انتهای جوش ها در انتهای کار، تکمیل برگشت جوش‌ها است.
- بررسی تمام چاله‌های پرشده و عاری بودن از هرگونه ترک چاله‌ای
- بررسی تمام بریدگی‌های لبه جوش و اندازه‌گیری آن‌ها برای ارزیابی در صورت وجود

- بررسی خط جوش از نظر یکنواختی و صافی ظاهر، شکل مقطع جوش‌های گوشه از نظر تحدب یا صاف بودن سطح رویه و عدم وجود گود افتادگی و شیار پرنشده در جوش‌های لب‌به‌لب
- بررسی عدم وجود ترک در جوش و نیز تخلخل‌های قابل‌توجه موجود در آن
- بررسی عدم وجود بیرون‌زدگی و لوچه
- بررسی عدم وجود آسیب مکانیکی ناشی از ابزارآلات مورداستفاده (نظیر قلم، چکش و ...)

پ- عملیات اصلاحی

- عملیات اصلاحی برای معایب جزئی که قابلیت اصلاح سریع داشته باشند را می‌توان با اجازه بازرس جوش به کار برد. معایب مهم‌تر باید به‌عنوان عدم پذیرش گزارش شود و اقدامات اصلاحی پیش از آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) صورت گیرد.

۷-۵-۴-۴- حداقل زمان موردنیاز برای شروع آزمایش‌های غیرمخرب (NDT)

درصورتی‌که خطر احتمال تأخیر در ترک خوردن در جوش باشد، پیش از بازرسی و کنترل نهایی قطعات جوش شده، ممکن است نیاز به سپری شدن مدت زمانی پس از اتمام جوشکاری قطعات باشد. حداقل زمان موردنیاز پس از جوشکاری برای شروع آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) در جدول ۷-۱۹ ارائه شده است. مدت‌زمان سپری شده از اتمام جوشکاری‌ها باید در گزارش‌های بازرسی ثبت شود.

درصورتی‌که پیمانکار براساس گزارش‌ها بتواند نشان دهد که خطر تأخیر در ترک خوردن ناشی از هیدروژن وجود ندارد، با صلاحدید مسئول هماهنگی جوشکاری می‌تواند از رعایت این زمان صرف‌نظر نماید یا مقدار آن را کاهش دهد. درهرصورت، با رعایت یا عدم رعایت حداقل زمان برای شروع آزمایش‌های غیرمخرب (NDT)، تمام ترک‌های تشخیص داده شده باید مطابق با الزامات جدول ۷-۱۹ اصلاح شوند.

جدول ۷-۱۹- زمان موردنیاز برای شروع آزمایش NDT

اندازه جوش (mm)[۱،۲]	حرارت ورودی ناشی از جوشکاری (Q) (kJ/mm)[۳]	زمان موردنیاز برای آزمایش (ساعت)
s یا $a \leq ۶$	همه مقادیر	زمان موردنیاز برای خنک شدن
$۶ < s$ یا $a \leq ۱۲$	≤ ۳	۸
	> ۳	۱۶
s یا $a > ۱۲$	≤ ۳	۱۶
	> ۳	۴۰

۱) a ضخامت گلوگاه مؤثر برای جوش گوشه، s اندازه نفوذ جوش در جوش‌های با نفوذ نسبی یا ضخامت قطعه برای جوش‌های با نفوذ کامل.

۲) درصورتی‌که فاصله ریشه دو جوش گوشه مجزا کمتر از ۱۰ میلی‌متر باشد مقدار (a) برابر با مجموع ضخامت گلوگاه مؤثر دو جوش گوشه مجزا خواهد بود.

۳) مقدار حرارت ورودی ناشی از جوشکاری (Q) برحسب kJ/mm از رابطه زیر قابل‌محاسبه است: $Q = k\frac{VI}{\upsilon}\times 10^{-3}$

در این رابطه V ولتاژ جوشکاری برحسب ولت، I شدت جریان جوشکاری برحسب آمپر، υ سرعت جوشکاری برحسب mm/s و مقدار k ضریب اصلاح بوده که برای جو شکاری با جوش زیرپودری برابر ۱، برای جو شکاری تیگ[۱] (جو شکاری با الکترود تنگ‌ستنی و گاز محافظ) و پلا سما برابر ۰/۶ و برای بقیه روش‌های جوشکاری برابر ۰/۸ است.

1- Tungsten Inert Gas

۷-۵-۴-۵- آزمایش تشخیص عیوب سطحی

درصورتی‌که نیاز به بازرسی سطحی جوش باشد، باید از آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) استفاده شود. انجام این آزمایش باید پیش از انجام بازرسی چشمی نهایی توسط بازرس جوش دارای صلاحیت برای آزمایش غیر مخرب (NDT) صورت گیرد.

درصورتی‌که انجام آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) عملی نباشد، انجام آزمایش مواد نافذ (PT) مجاز خواهد بود. برای تشخیص عیوب سطحی نهایی باید حداقل زمان لازم برای شروع آزمایش مطابق بند ۷-۵-۴-۴ رعایت شود.

عواملی که آزمایش‌های نهایی مربوط به بازرسی‌های سطحی جوش را انجام می‌دهند، باید دارای گواهی صلاحیت در این زمینه از مراجع معتبر باشند.

۷-۵-۴-۶- آزمایش فراصوت

درصورتی‌که نیاز به آزمایش فراصوت (UT) باشد، انجام این آزمایش باید مطابق با الزامات ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه باشد، مگر آنکه دستگاه بازرسی جوش الزامات دیگری را تعیین کند.

انجام آزمایش فراصوت برای درزهای جوش‌شده باید با رعایت حداقل زمان برای شروع آزمایش‌های غیر مخرب (NDT) مطابق بند ۷-۵-۴-۴ باشد.

علاوه بر بازرسی جوش‌ها، آزمایش فراصوتی را نیز می‌توان برای بررسی قطعاتی که مستعد پدیده تورق یا پارگی لایه ای در ضخامت هستند به کار گرفت. عواملی که آزمایش‌های نهایی فراصوت را انجام می‌دهند، باید دارای گواهی صلاحیت در این زمینه از مراجع معتبر باشند.

۷-۵-۴-۷- آزمایش‌های ویژه

اگر در مشخصات پروژه، درزهای جوش خاصی برای انجام آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) تکمیلی با مقدار و روش آزمایش خاصی تعیین شده باشند، این آزمایش‌ها باید به آزمایش‌های متعارف اضافه شوند.

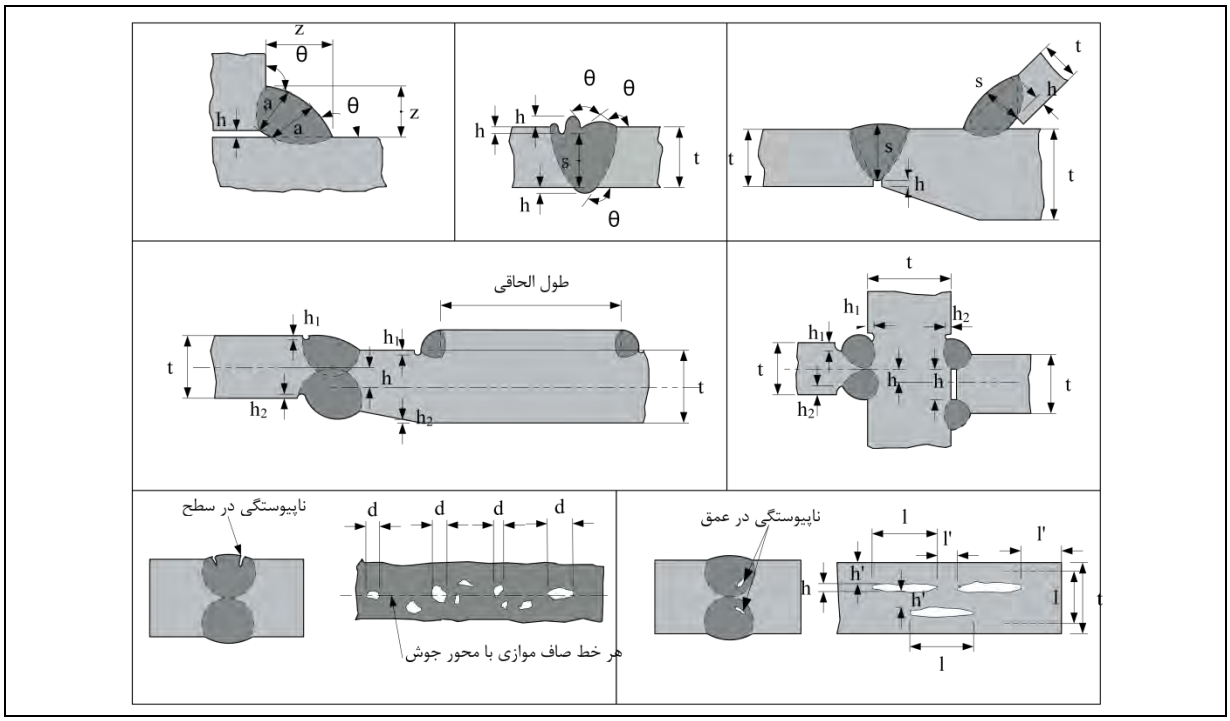
۷-۵-۴-۸- معیار پذیرش جوش

معیارهای پذیرش جوش و اقدامات اصلاحی در جدول ۷-۲۰ ارائه شده است.

جدول ۷-۲۰- ضوابط پذیرش برای تولیدات جوش‌شده در سازه‌ها فولادی

	پارامتر	نوع جوش	جهت جوش	شماره شکل مرجع	ضوابط پذیرش (مقادیر به mm)	اقدامات اصلاحی در صورت عدم پذیرش
هندسه جوش	موقعیت	همه			D±۱۰	ترمیم
	نوع جوش	همه			D	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش
	طول جوش	همه			D+۱۰	ترمیم
عیب در مقطع جوش	ضخامت گلوی مؤثر	همه		(i),(ii),(iii)	a, s ≥ D (Av. ۵۰) a, s ≤ D+۵	ترمیم و پرداخت سطحی
	بعد جوش	جوش گوشه		(i)	z ≥ D (Av. ۵۰)	ترمیم
	زاویه پنجه جوش	همه	طولی یا عرضی	(i),(ii)	θ ≥°۹۰	ترمیم و پرداخت سطحی
	گرده جوش	لب‌به‌لب	طولی یا عرضی	(ii)	h ≤ ۶	ترمیم و پرداخت سطحی
	عدم تکمیل یا ریشه مقعر	لب‌به‌لب	عرضی	(ii)	h ≤ ۰ (Av. 50)	ترمیم
			طولی	(ii)	h ≤ ۰/۱t	
	غیر هم‌راستایی	لب‌به‌لب		(iv)	h ≤D+۰/۲t	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش
		همه	صلیبی عرضی	(v)	h ≤D+۰/۴t	
			طولی	(iv),(v)	h ≤D+۰/۴t	
ناپیوستگی در سطح جوش	بریدگی لبه جوش	همه	عرضی (درز غیر روی‌هم)	(iv),(v)	$h_1+h_2 \le ۰/۰۵t$ l = بدون محدودیت	ترمیم
		گوشه	عرضی (درز روی‌هم)	(iv)	$h_1+h_2 \le ۰/۰۳t$ l = ۱۰	
		همه	طولی	(iv),(v)	$h_1+h_2 \le ۰/۱t$	
	نقص در نفوذ ریشه	لب‌به‌لب یک‌طرفه	عرضی	(iii)	h≤D+۰/۰۵t (Av. 50)	ترمیم
			طولی	(iii)	h≤D+۰/۱t (Av. 50)	
	تخلخل	همه	عرضی	(vi)	d ≤ ۲ Σd ≤ ۱۰	ترمیم
			طولی	(vi)	d ≤ ۲ Σd ≤ ۱۰	
	نقص در ذوب	همه			مجاز نیست	ترمیم
	ترک	همه			مجاز نیست	ترمیم
ناپیوستگی در عمق جوش	نقص در ذوب و نفوذ ریشه، نفوذ گل	لب‌به‌لب	عرضی، کل عمق	(vii)	h ≤ ۳ و Σ l ≤ ۱/۵t	ترمیم
			عرضی، ناحیه I	(vii)	l ≤ ۱۰ و l' ≥ ۱۰	
			عرضی، ناحیه O	(vii)	Σ l ≤ ۱/۵t و h'≥۶	
			طولی	(vii)	h ≤ ۳ و Σ l ≤ ۳t	
	فاصله ریشه	گوشه، نفوذ کامل		(i),(v)	h ≤ ۲ (Av. 100) h ≤ ۳	ترمیم
	ترک	همه			مجاز نیست	ترمیم
	گسیختگی لایه‌ای	همه	عرضی، طولی		مجاز نیست	ارجاع به مسئول هماهنگ‌کننده جوش

ادامه جدول ۷-۲۰- ضوابط پذیرش برای تولیدات جوش‌شده در سازه‌های فولادی



۱- T برابر حداقل ضخامت قطعات جوش شده و حداکثر ۲۰ میلی‌متر است. محدوده مجاز h درصورتی‌که این ضخامت برای تعیین آن استفاده شود برابر حداکثر مقدار به‌دست‌آمده براساس آن و ۰/۳ میلی‌متر است.

۲- منظور از ترمیم، انجام جوشکاری اصلاحی براساس تمام الزامات است.

۳- منظور از جهت جوش طولی و عرضی، به ترتیب خط جوش موازی راستای نیرو و عمود بر راستای آن است.

۴- برای جوش با جهت طولی و بدون نقص در ذوب در جهت عرضی، پذیرش گسیختگی لایه‌ای بلامانع است.

۵- علائم و کلمات کوتاه‌شده:

D مطابق نقشه

(Av.50) (Av.100) مقادیر متوسط‌گیری‌شده در طول ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر

Σ مجموع مقادیر در طول ۱۰۰ میلی‌متر

l طول ناپیوستگی در جوش در راستای محور جوش

l' فاصله‌یآزاد بین انتهای طول‌های ناپیوستگی جوش در راستای محور طولی جوش. درصورتی‌که ناپیوستگی موردپذیرش قرار نگیرد، طول ناپیوستگی برابر طول کلی آن‌ها به اضافه فاصله آزاد بین آن‌ها خواهد بود.

h ارتفاع ناپیوستگی جوش در جهت ضخامت

h' فاصله آزاد بین ناپیوستگی‌های جوش در جهت ضخامت

O ناحیه خارجی قطعه به عمق ۶ میلی‌متر از روی سطح ضخامت

I ناحیه داخلی بین نواحی خارجی

۷-۵-۵- جوشکاری گل‌میخ

۷-۵-۵-۱- روش جوشکاری

جوشکاری گل‌میخ‌ها باید توسط یک دستورالعمل جوشکاری (WPS) تائید شده با آزمایش‌های مراحل جوشکاری مطابق با ضابطه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه و بودجه و توسط جوشکار دارای گواهی صلاحیت از مراجع معتبر انجام شود.

درصورتی‌که در مشخصات فنی مجاز باشد، دستورالعمل جوشکاری (WPS) استفاده شده می‌تواند بر مبنای تجربه جوشکاری‌های انجام‌شده قبلی به همراه توصیه‌های لازم برای مصالح، مراحل و تجهیزات باشد.

۷-۵-۵-۲- جوشکاری آزمایشی پیش از عملیات اجرای گل‌میخ‌ها

پیش از شروع عملیات جوشکاری گل‌میخ‌ها، ابتدا باید یک قطعه آزمایشی انتخاب و حداقل ۱۰ عدد گل‌میخ بر روی آن جوش شود. سپس ۱۰۰ درصد جوش‌ها مورد بازرسی چشمی قرار گرفته و پنج عدد از گل‌میخ‌ها به اندازه ۶۰ درجه خم شوند. پس از آن، اگر در جوش‌ها و نیز در این پنج عدد گل‌میخ خم‌شده، عیوبی ظاهر نشود، عملیات جوشکاری گل‌میخ‌ها می‌تواند شروع شود. درصورتی‌که در مشخصات پروژه تعیین شده باشد، باید آزمایش‌های اضافی نیز برای حداقل دو گل‌میخ انجام شود.

۷-۵-۵-۳- آزمایش در هنگام اجرای گل‌میخ‌ها

در هنگام جوشکاری قطعات در ابتدای هر نوبت‌کاری، هر جوشکار باید آزمایش تولید ساده را انجام دهد. برای این منظور از سه گل‌میخ اول تولید شده استفاده می‌شود، هر گل‌میخ باید مطابق با الزامات بند ۷-۵-۵-۴ تحت بازرسی چشمی، آزمایش حلقه و آزمایش خمش قرار گیرد. درصورتی‌که گل‌میخی مورد پذیرش قرار نگرفت، باید دو گل‌میخ دیگر جوش شوند و مورد آزمایش قرار گیرند. درصورتی‌که یکی از این دو گل‌میخ جدید الزامات را جوابگو نباشد، اقدامات اصلاحی باید انجام و آزمایش‌ها مجدداً تکرار شوند.

۷-۵-۵-۴- بررسی و آزمایش‌ها

تمام گل‌میخ‌ها باید تحت بازرسی چشمی و آزمایش حلقه قرار گیرند. برای آزمایش حلقه، باید به محل اتصال پای گل‌میخ با چکش فلزی ضربه زده و کیفیت حلقه جوش مشاهده گردد. درصورتی‌که در محل اتصال پای گل‌میخ یک حلقهٔ کامل ۳۶۰ درجه تشکیل نشده باشد یا ضربه با چکش، جوشکاری تمیزی را نشان ندهد، گل‌میخ باید جایگزین گردد.

پس از رضایت‌بخش بودن بازرسی چشمی و آزمایش حلقه، باید آزمایش خمش در محل‌هایی که توسط مسئول هماهنگی جوش مشخص می‌گردد، انجام شود. حداقل پنج درصد (حداقل دو عدد) در هر تیر باید برای خم کردن سر گل میخ به سمت انتهای نزدیک‌تر تیر آزمایش شود. آزمایش خمش باید توسط یک لوله فولادی قرار داده شده روی گل‌میخ و خم کردن سر آن‌ها انجام شود، به‌طوری‌که جابه‌جایی افقی سر گل‌میخ حداقل یک‌چهارم طول آن باشد (زاویه آن تقریباً ۱۵ درجه باشد). اضافه بر آن تمام گل‌میخ‌های چسبیده به کنار گل‌میخ‌های معیوب نیز باید به خمش آزمایش شوند.

جوش گل‌میخ نباید هیچ نشانه‌ای از ترک‌خوردگی یا ذوب ناقص را نشان دهد. گل‌میخ‌هایی که تحت آزمایش خمش قرار می‌گیرند، نباید صاف شوند.

۷-۵-۵-۵- گل‌میخ‌های معیوب

گل‌میخ‌های با جوش معیوب یا گل‌میخ‌های رد شده در آزمایش خمش،باید با یک گل‌میخ جدید در مجاور همان محل گل‌میخ معیوب جایگزین شوند. تمام گل‌میخ‌های جایگزین‌شده با گل‌میخ‌های معیوب باید تحت آزمایش حلقه و آزمایش خمش مطابق با الزامات بند ۷-۵-۵-۴ قرار گیرند و آزمایش خمش این گل‌میخ‌ها به سمت گل‌میخ معیوب باشد. درصورتی‌که بر اساس مشخصات پروژه محدودیت‌های فاصله گل‌میخ‌ها رعایت شود، برای جایگزین نمودن گل‌میخ جدید نیازی به برداشتن گل‌میخ معیوب نخواهد بود، در غیر این صورت گل‌میخ معیوب باید برداشته شده و محل اتصال با سنگ زنی صاف شود و سپس گل‌میخ جدید نصب گردد.

۷-۶- پیچکاری

۷-۶-۱- سرهم‌بندی پیچ‌های شش‌گوش معمولی (بدون قابلیت پیش‌تنیدگی)

۷-۶-۱-۱- ترکیب پیچ و مهره برای پیچکاری معمولی

ترکیب مصالح پیچ‌ها و مصالح مهره‌ها باید مطابق استاندارد مربوط باشد. هر پیچی که هنگام محکم کردن خراب شود باید با یک پیچ سالم جایگزین گردد.

۷-۶-۱-۲- استفاده از پیچ با رده مصالح متفاوت

درصورتی‌که در یک سازه، طراحی اتصالات بر عهده پیمانکار کارهای فولادی باشد، استفاده از پیچ‌های با رده مصالح متفاوت ولی با قطر یکسان مجاز نیست، مگر آنکه توجیه فنی و اقتصادی آن توسط دستگاه نظارت تائید شده باشد.

۷-۶-۱-۳- طول پیچ

طول پیچ باید به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود تا پس از محکم شدن آن، حداقل یک رزوه به اضافه اولین رزوه بین مهره و ساق رزوه نشده پیچ، فضای خالص باشد. همچنین طول بیرون زده آن حداقل یک گام رزوه کامل از انتهای مهره تا انتهای پیچ باشد.

۷-۶-۱-۴- واشرها

عموماً برای سوراخ‌های استاندارد در این نوع پیچ‌ها، به استفاده از واشر نیازی نیست. برای اتصال ورق‌های نازک با ضخامت چهار میلی‌متر و کمتر به سبب دستیابی به ظرفیت کامل اتکایی باید از واشر در هر دو سمت مهره و کلگی پیچ استفاده شود. درصورتی‌که یکی از قطعات اتصال ورق نازک نباشد رعایت استفاده از واشر ضروری نیست. درصورتی‌که قطعات متصل‌شونده دارای پوشش حفاظتی بوده و امکان آسیب به آن هنگام نصب در اثر چرخش کلگی پیچ یا مهره وجود داشته باشد، در هر سمتی که احتمال چرخش است، باید از واشر استفاده شود.

در سوراخ‌های غیراستاندارد، سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ‌های لوبیایی در زیر کلگی پیچ یا مهره، باید از واشر پرقدرت استفاده شود. استفاده از ورق فولادی با ضخامت بیش از چهار میلی‌متر به‌عنوان واشر (واشر ورق) در این مورد بلامانع است.

استفاده از یک تا سه لایه واشر ورق با مجموع ضخامت ۱۲ میلی‌متر به‌منظور تنظیم ساقه رزوه نشده پیچ در سرهم‌بندی قطعات بلامانع است. برای پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی که با روش کنترل گشتاور محکم می‌شوند، درصورتی‌که به‌عنوان پیچ‌های معمولی به‌کار روند، در زیر قطعه‌ای که پیچیده می‌شود باید از یک عدد واشر استفاده شود؛ استفاده از واشر اضافی در سمت دیگر بلامانع است.

۷-۶-۱-۵- واشرهای گوه‌ای

درصورتی‌که کلگی پیچ یا مهره در تماس با سطحی قرار دارد که شیب آن نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ دارای زاویه بیش از سه درجه است، باید از واشر گوه‌ای پرمقاومت جهت دستیابی به اتکای موردنظر استفاده شود.

۷-۶-۱-۶- مهره‌های گالوانیزه‌شده

درصورتی‌که در مشخصات پروژه، گالوانیزه کردن مهره‌ها الزام شده باشد، مهره‌های خام باید قبل از رزوه شدن، گالوانیزه شوند. گالوانیزه کردن مهره‌های رزوه شده و رزوه مجدد آن‌ها مجاز نمی‌باشد.

۷-۶-۱-۷- محکم کردن پیچ‌ها

پیچ‌ها را هنگام سرهم‌بندی می‌توان هم با استفاده از ابزار برقی و بادی و هم با استفاده از آچار و با دست محکم (سفت) کرد.

۷-۶-۱-۸- جفت شدن پیچ‌ها در سوراخ

برای مونتاژ نهایی قطعات، بعد از آنکه قطعات علامت‌گذاری شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به‌وسیله سنبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند، در جای خود ثابت می‌شوند. حداکثر عدم انطباق برابر ۱۵ درصد تعداد سوراخ‌های یک اتصال است.

درصورتی‌که سوراخ پیچ بعد از سرهم‌بندی توسط مته‌زنی یا برقو زنی انجام شود، اندازه سوراخ باید براساس استاندارد اندازه پیچ به‌گونه‌ای باشد که پیچ در سوراخ جفت شده و لقی آن در سوراخ بیش از ۰/۳ میلی‌متر نباشد. حداکثر قطر برقوی مصرفی سه میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ است و برقوزنی نباید قطر سوراخ را بیش از پنج میلی‌متر افزایش دهد. استفاده از برش شعله برای گشاد کردن سوراخ‌ها مجاز نمی‌باشد.

۷-۶-۲- آماده‌سازی و تنظیم برای سرهم‌بندی پیچ‌های معمولی (بدون قابلیت پیش‌تنیدگی)

۷-۶-۲-۱- تنظیم کردن

قطعات اتصال باید به‌طور محکمی به هم کشیده شود. درصورتی‌که بعد از محکم نمودن قطعات، درز غیرقابل قبولی مشاهده گردد، اتصال باید جدا شده و از ورق پرکننده با ضخامت بیش از دو میلی‌متر برای پر کردن آن استفاده گردد. درز غیرقابل‌قبول درزهایی هستند که پس از محکم شدن ضخامت درز باقیمانده بیش از دو میلی‌متر باشد. در اتصال قطعات با ضخامت بیش از هشت میلی‌متر، به‌شرط آنکه در نواحی مرکزی اتصال تماس اتکایی برقرار شده باشد، درز باقیمانده در کناره‌ها تا چهار میلی‌متر مجاز خواهد بود، مگر آنکه در مشخصات فنی الزامات دیگری تعیین شده باشد.

درصورتی‌که ضخامت ورق‌های استفاده‌شده به‌عنوان ورق پرکننده متفاوت باشند، بیش‌تر از سه ورق پرکننده نباید برای اتصال به کار رود.

۷-۶-۲-۲- برقو زدن

درصورتی‌که کشیدن قطعات و تنظیم سوراخ‌ها در هنگام کار بدون تاب‌خوردگی امکان‌پذیر نباشد، برای اصلاح و یکسان کردن سوراخ‌ها می‌توان از برقو زدن استفاده نمود، مشروط بر آنکه استفاده از سوراخ یا پیچ با قطر بزرگ‌تر از نظر طرح اتصال مجاز باشد.

۷-۶-۳- سرهم‌بندی پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی

۷-۶-۳-۱ ترکیب پیچ و مهره

ترکیب مصالح پیچ‌ها، مهره‌ها و واشرها باید مطابق استاندارد مربوط باشد.

۷-۶-۳-۲- طول پیچ

طول پیچ باید به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود تا پس از محکم شدن آن، حداقل طول چهار رزوه کامل به اضافه اولین رزوه بین مهره تحت نیرو و ساق رزوه نشده پیچ، فضای خالص باشد و همچنین طول بیرون زده آن حداقل یک گام رزوه کامل از انتهای مهره تا انتهای پیچ باشد. استفاده از واشر اضافی برای تنظیم این طول‌ها بلامانع است.

۷-۶-۳-۳- واشرها

در پیچ‌های با تنش نهایی بزرگ‌تر از ۹۰۰ مگاپاسکال باید هم زیر کلگی پیچ و هم زیر مهره از واشر استفاده شود. در بقیه پیچ‌ها، استفاده از یک واشر زیر قطعه‌ای که چرخانده می‌شود ضروری است. در صورت استفاده از واشر تخت پخ‌دار، سمت پخ‌دار واشر باید به سمت مهره یا کلگی پیچ باشد. درصورتی‌که قطعات متصل شونده دارای پوشش حفاظتی بوده و

امکان آسیب به آن هنگام نصب در اثر چرخش کلگی پیچ یا مهره وجود داشته باشد، در هر سمتی که احتمال چرخش است باید از واشر استفاده شود.

۷-۶-۳-۴- واشرهای گوه‌ای

درصورتی‌که کلگی پیچ یا مهره در تماس با سطحی قرار دارد که شیب آن نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ دارای زاویه بیش از سه درجه است، باید از واشر گوه‌ای پرمقاومت جهت دستیابی به اتکای موردنظر استفاده شود. مشخصات این واشرها باید مطابق یکی از استانداردهای معتبر مورد تائید دستگاه نظارت باشد.

۷-۶-۳-۵- محکم کردن پیچ‌ها

استفاده از پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی برای اتصال باید مطابق یکی از استانداردهای ISO یا ASTM باشد. بر این اساس محکم کردن پیچ‌ها می‌تواند با استفاده از ابزار دارای سنجش گشتاور، روش ترکیبی، پیچ‌های کشش-کنترل[1] یا واشرهای نمایانگر پیش‌تنیدگی[2] انجام شود.

محکم کردن پیچ‌های هر اتصال در دو مرحله انجام می‌گیرد. ابتدا تمام پیچ‌ها تا حد سفتی اولیه مطابق با الزامات بند ۶-۶-۴-۱- محکم می‌شوند، سپس با چرخاندن اضافی، پیچ‌ها پیش‌تنیده می‌گردند. سفتی اولیه در پیچ به حالتی گفته می‌شود که یک کارگر ماهر با آچار معمولی بدون آنکه با وزن خود به دسته آچار نیرو وارد کند، با به‌کارگیری آخرین توان خود نتواند پیچ را از آن محکم‌تر نماید.

در روش ترکیبی، برای پیش‌تنیده کردن پیچ باید مهره آن را به‌اندازهٔ مقداری که در جدول ۷-۲۱ مشخص شده، اضافه چرخاند. برای اطمینان به دستیابی پیش‌تنیدگی موردنظر باید از آچار مدرج یا ابزارهای مخصوص مطابق بند ۷-۶-۳-۶ استفاده شود.

جدول ۷-۲۱- چرخش اضافی برای پیش‌تنیده کردن پیچ در روش ترکیبی

دو سطح اتصال شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰ نسبت به محور پیچ	یک سطح اتصال عمود بر محور پیچ و سطح دیگر شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰	دو سطح اتصال عمود بر محور پیچ	طول پیچ (L)
دوسوم دور	نیم دور	یک‌سوم دور	L ≤ ۴D*
پنج‌ششم دور	دوسوم دور	نیم دور	۴D < L ≤ ۸D
یک دور	پنج‌ششم دور	دوسوم دور	۸D < L ≤ ۱۲D

(*): D قطر پیچ است.

1- Tension Control Bolts (TC Boltes)
2- Direct Tension Indicator (DTI)

۷-۶-۳-۶- بررسی در هنگام و پس از محکم کردن پیچ‌ها

بررسی پیچ‌ها از نظر دستیابی به پیش‌تنیدگی موردنظر، باید مطابق با الزامات استانداردهای مربوط (نظیر استاندارد ISO 1090-2) باشد. اگر توسط مشاور، الزامات دیگری هم تعیین شده باشند، رعایت آن‌ها نیز ضروری است.

۷-۶-۳-۷- دور انداختن پیچ

درصورتی‌که پس از تکمیل عملیات پیش‌تنیدگی، در یک پیچ شل‌شدگی ایجاد شود یا پیچ توسط عوامل کار باز شود، پیچ، مهره و واشر مربوط باید دور انداخته شده و به‌جای آن‌ها از پیچ، مهره و واشر دیگری استفاده شود. باز کردن و استفاده مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده شده به همراه مهره و واشرهای مربوط، مجاز نمی‌باشد.

۷-۶-۴- آماده‌سازی و تنظیم برای سرهم‌بندی پیچ‌های با قابلیت پیش‌تنیدگی

۷-۶-۴-۱- تنظیم کردن

قطعاتی که به هم متصل می‌شوند باید به‌طور محکمی به هم کشیده شده و تمام پیچ‌ها تا اندازه سفتی اولیه محکم گردند. سپس اتصال به‌طور کامل بررسی گردد و درصورتی‌که در آن درزی بیش از یک میلی‌متر مشاهده شود، کل اتصال باید باز شده و پیش از شروع محکم کردن مجدد، یک ورق پرکننده با ضخامت بیش از دو میلی‌متر در آن جایگذاری گردد. درصورتی‌که در یک اتصال از ورق‌های پرکننده با ضخامت متفاوت استفاده شود، بیش از سه ورق پرکننده نباید برای اتصال به کار رود.

در هر یک از مراحل محکم کردن پیچ‌ها، باید از ناحیه‌ای که اتصال صلب‌تر است و صفحات تغییرشکل کمتری می‌دهند، شروع به بستن پیچ‌ها نمود (در وصله‌ها، ناحیه صلب اتصال، ناحیه وسط ورق اتصال است). بعد از محکم کردن پیچ‌های وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچ‌های کناری تا لبه آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند. سپس می‌توان به پیچ‌های وسط پرداخت تا اطمینان حاصل شود سفت کردن پیچ‌های کناری، آن‌ها را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده است. در تمام مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید دقت کرد از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری گردد.

۷-۶-۴-۲- برقو زدن

درصورتی‌که کشیدن قطعات و تنظیم سوراخ‌ها در هنگام کار بدون تاب خوردگی امکان‌پذیر نباشد، برای اصلاح و یکسان کردن سوراخ‌ها می‌توان از برقو زدن استفاده نمود، مشروط بر آنکه استفاده از سوراخ یا پیچ با قطر بزرگ‌تر از نظر طرح اتصال مجاز باشد. در این حالت توانایی انتقال نیرو در اتصال باید توسط مشاور نشان داده شود.

۷-۷- دقت در ساخت

۷-۷-۱- کلیات

تغییرات مجاز در ساخت قطعات فولادی به دو بخش رواداری‌های حساس و رواداری‌های عملکردی دسته‌بندی می‌شوند. اگر در رواداری‌های مشخص شده در این بخش در جلوی رواداری مجاز[1] از حرف E استفاده شده باشد، منظور رواداری حساس بوده و قطعات باید مطابق با الزامات مشخص‌شده در این بخش توسط پیمانکار با دقت مضاعف به کار گرفته و گواهی شود. درصورتی‌که در جلوی رواداری‌های این بخش از علامت E استفاده نشده باشد، منظور رواداری مجاز عملکردی است و رعایت آن‌ها توسط پیمانکار الزامی است.

تغییرات مجاز ارائه شده، شامل تغییرشکل‌های ارتجاعی ایجاد شده در اثر وزن قطعات نیستند. اندازه‌گیری این تغییرات باید با رعایت تمام پیش‌خیزها یا تنظیمات اولیه باشد.

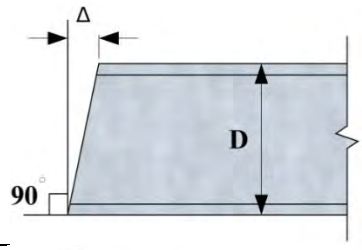
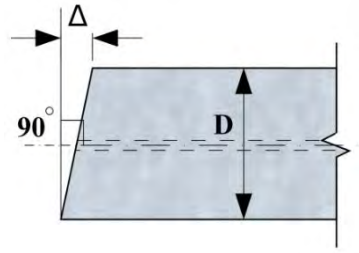
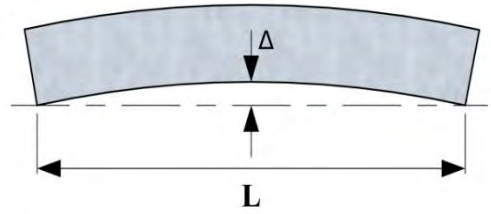
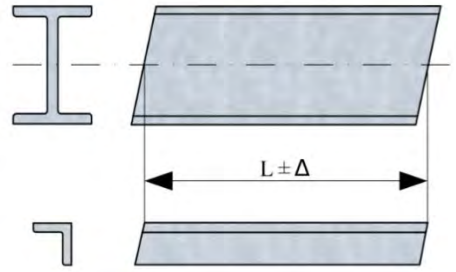
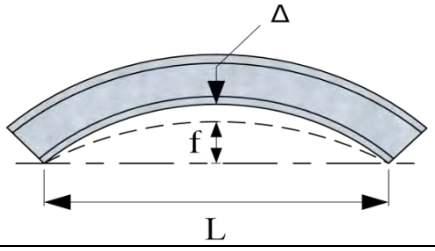
روش‌ها و ابزارآلات استفاده شده برای اندازه‌گیری‌ها باید بر حسب مورد مطابق استانداردهای مربوط (نظیر استاندارد ISO 7976) باشد.

اجزای تولیدی که برای ساخت قطعات سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند باید با رعایت استانداردهای تولیدی مربوط به کار روند. درصورتی‌که رواداری‌های مجاز اجزای استفاده شده در ساخت در دسترس باشد، علاوه بر رواداری‌های ارائه شده در این بخش، رواداری‌های تولیدکننده هم باید رعایت گردد.

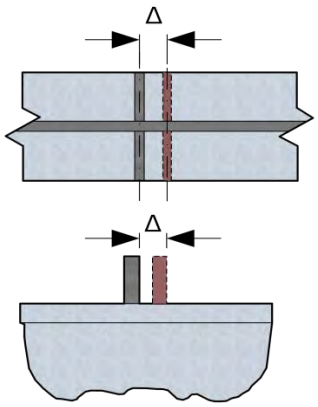
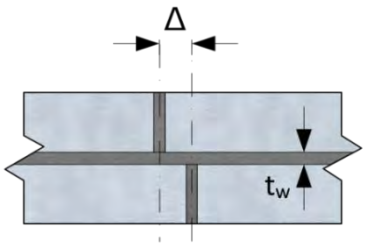
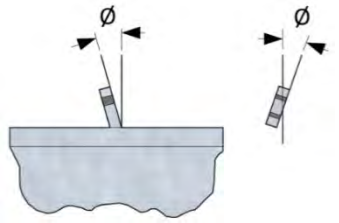
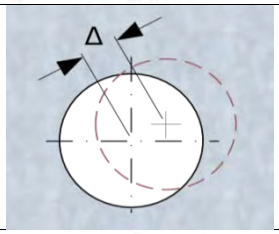
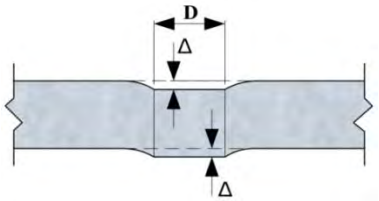
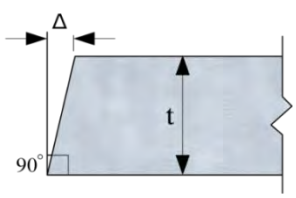
اندازه‌گیری‌های ابعادی در قطعات همواره باید انجام شود. محل و توالی اندازه‌گیری‌ها باید براساس برنامه بررسی تولید کارخانه مشخص شود. تمام رواداری‌ها باید پس از تکمیل ساخت قطعه، بررسی گردند.

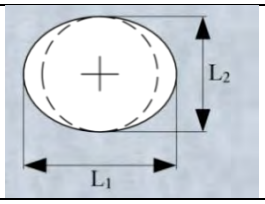
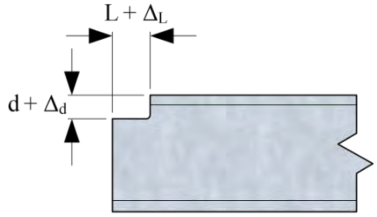
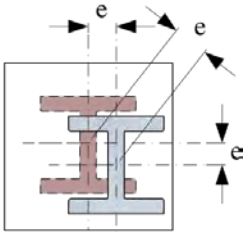
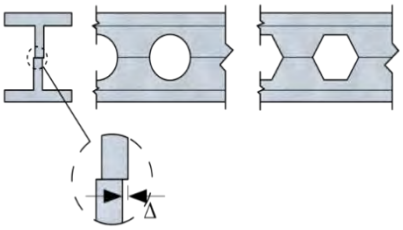
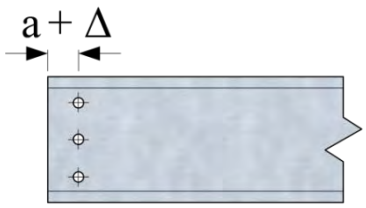
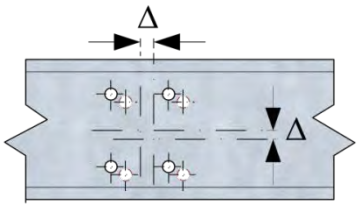
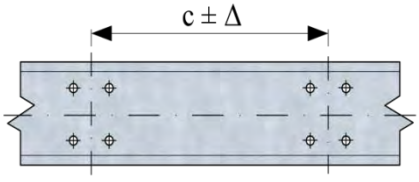
1- Allowable Tolerance

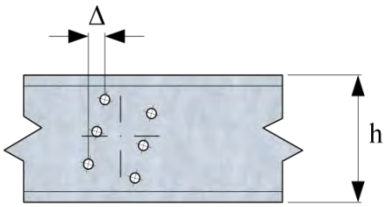
۷-۷-۲- رواداری‌های مجاز برای قطعات نوردشده پس از ساخت

نوع رواداری	الزام	شکل
گونیا بودن انتهای قطعاتی که برای اتکا نیستند پلان یا نمای انتهای قطعه:	$\Delta=D/100$	
گونیا بودن انتهای قطعاتی که برای اتکا هستند انتهای قطعاتی که برای تماس در راستای محور آماده شده‌اند. پلان یا نمای انتهای قطعه:	$\Delta=D/1000$	
مستقیم بودن در دو محور	$\Delta=L/750$	
طول طول پس از برش (L)، براساس محور مرکزی مقطع یا برای نبش‌ها از گوشه نبشی اندازه‌گیری می‌شود.	Δ برابر دو میلی‌متر برای تمام اعضا و یک میلی‌متر برای اعضای دارای تماس کامل اتکایی در انتها.	
انحنا یا پیش‌خیز انحراف مجاز (Δ) از انحنای در نظر گرفته شده طرح یا پیش‌خیز (f) در وسط طول (L) ناحیه انحنا نسبت به حالت افقی:	$\Delta=\max(L/500 \text{ و } 6\ mm)$	

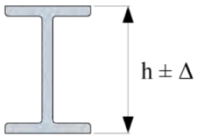
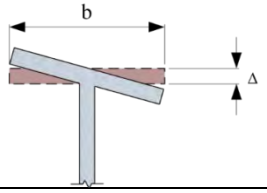
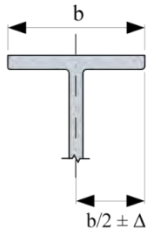
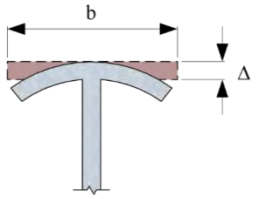
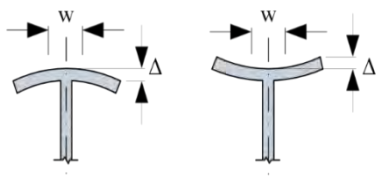
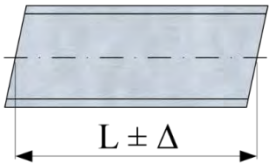
۷-۷-۳- رواداری‌های مجاز برای اجزاء در قطعات ساخته‌شده

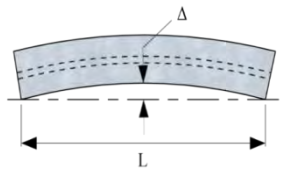
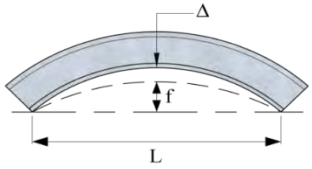
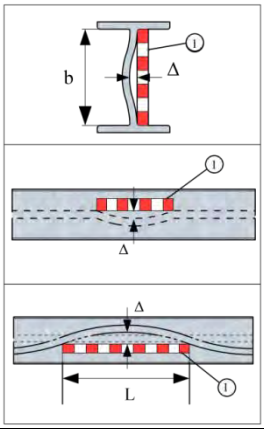
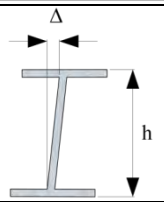
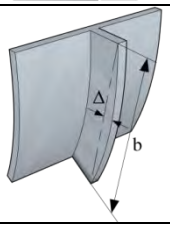
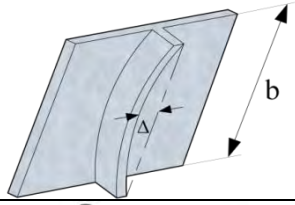
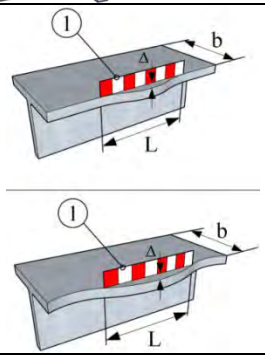
نوع رواداری	الزام	شکل
موقعیت ورق‌های الحاقی (E) به‌طورکلی، انحراف مجاز (Δ) نسبت به موقعیت در نظر گرفته‌شده در طرح بر روی قطعه اصلی: درصورتی‌که تغییر در موقعیت این قطعات برای مسیر انتقال بار تأثیر چندانی نداشته باشد (نظیر سخت‌کننده‌های غیر اتکایی):	$\Delta = ۳$ mm $\Delta = ۵$ mm	
موقعیت ورق‌های سخت کننده (E) غیر هم‌راستائی (Δ) بین یک جفت سخت‌کننده اتکائی متصل به جان با ضخامت t_w:	$\Delta = t_w/۲$ برای حالت‌های عمومی و $\Delta = t_w/۳$ در محل تکیه‌گاه‌ها.	
امتداد ورق‌های الحاقی زاویه انحراف Ø نسبت به راستای اصلی موردنظر	$Ø = ۱°$ یا شیب ۱ به ۶۰	
موقعیت سوراخ‌ها (E) انحراف (Δ) از موقعیت اصلی برای یک سوراخ از یک مجموعه سوراخ:	$\Delta = ۲$ mm	
سوراخ‌های منگنه شده اعوجاج به‌وجود آمده در اثر منگنه کاری نباید بیش از مقدار Δ باشد:	$\Delta = \max(D/۱۰ \text{ و } ۱\text{ mm})$	
لبه‌های بریده شده ورق ها یا نبشی‌ها انحراف (Δ) از گونیا بودن لبه ورق:	$\Delta = t/10 \leq 3$ mm	

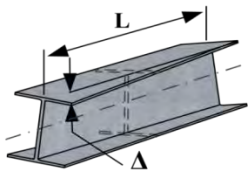
بیضی شدگی سوراخ‌ها	$\Delta=L_1-L_2=1$ mm	
شکاف لبه تیر	$\Delta = 0^{-}$mm تا $\Delta = 3^{+}$mm برای طول L و عمق d.	
کف‌ستون‌ها مقدار خروج از مرکزیت نسبت به موقعیت اصلی (e) در هر امتداد:	$\Delta = 5$ mm	
تیرهای لانه‌زنبوری تمام تیرهای زنبوری نوردشده یا ساخته‌شده از ورق با قطر اسمی سوراخ معادل D:	غیر هم‌راستائی تیغه جان در راستای ضخامت: $\Delta = 2$ mm غیر هم‌راستائی تیغه جان با هم‌پوشانی: $\Delta= \max (D/200 \& 2\ mm)$	
موقعیت سوراخ‌ها نسبت به لبه (E) انحراف (Δ) در فاصلهٔ a بین یک سوراخ و لبه بریده‌شده قطعه در یک اتصال:	$\Delta= 0$ mm تا $+2$ mm	
موقعیت مجموعه سوراخ (E) انحراف (Δ) یک مجموعه سوراخ نسبت به موقعیت اصلی در هر راستا:	$\Delta = 2$ mm	
فاصله بین مجموعه‌های سوراخ انحراف (Δ) در فاصله c بین مراکز مجموعه‌های سوراخ:	$\Delta = 5$ mm برای حالت‌های عمومی و $\Delta = 2$ mm برای حالتی که یک قطعه واحد توسط دو یا چند مجموعه سوراخ به قطعه واحد دیگر متصل شود.	

چرخش مجموعه سوراخ	$h \le ۱۰۰۰$ mm اگر $\Delta = ۲$ mm $h > ۱۰۰۰$ mm اگر $\Delta = ۴$ mm	

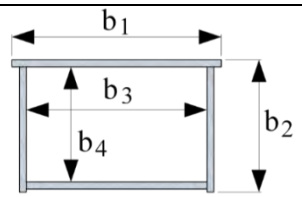
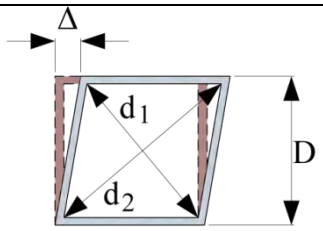
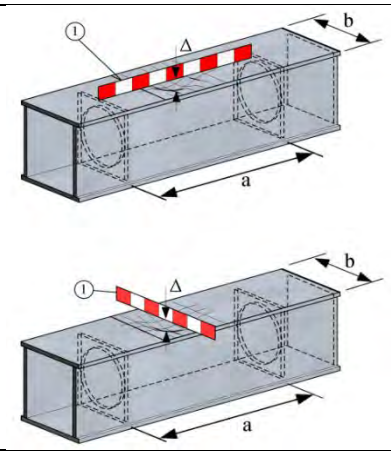
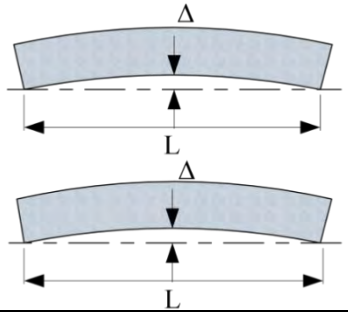
۷-۷-۴- رواداری‌های مجاز برای مقاطع I شکل ساخته‌شده از ورق

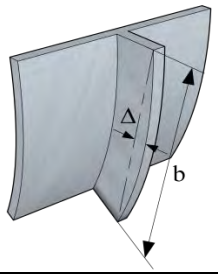
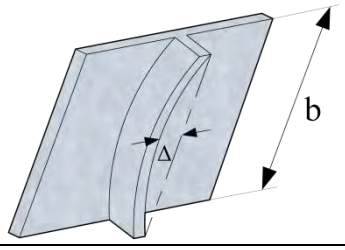
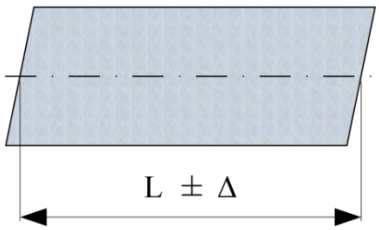
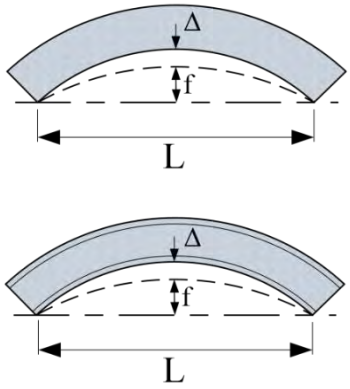
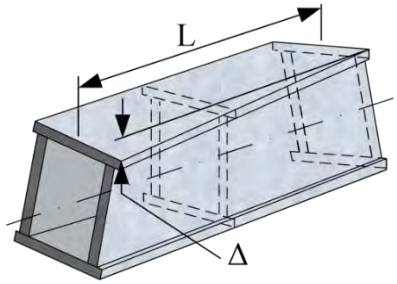
نوع رواداری	الزام	شکل
عمق مقطع (E) عمق از روی محور مرکزی:	$h \le ۹۰۰$ mm اگر $\Delta = ۳$ mm $۹۰۰ < h \le ۱۸۰۰$ mm اگر $\Delta = h/۳۰۰$ $h > ۱۸۰۰$ mm اگر $\Delta = ۶$ mm	
پهنای بال (E) b_1 و b_2 پهنای بال هستند.	$b < ۳۰۰$ mm اگر $\Delta = ۳$ mm $b \ge ۳۰۰$ mm اگر $\Delta = b/۱۰۰$	
گونیا بودن مقطع خارج از گونیا بودن در پهنای بال b:	برای حالت‌های عمومی: $\Delta = \max(b/۱۰۰ \;\&\; ۵\text{ mm})$ برای مناطقی که در تماس اتکائی قرار دارد: $\Delta = b/۴۰۰$	
خروج‌ازمرکزیت جان موقعیت جان از یک سمت بال با پهنای b نسبت به موقعیت اصلی:	برای حالت‌های عمومی: $\Delta = ۵$ mm برای مناطقی که در تماس اتکائی قرار دارد: $\Delta = ۳$mm	
بال‌ها انحنا در بال با عرض b.	برای حالت‌های عمومی: $\Delta = \max(b/۱۵۰ \;\&\; ۳\text{ mm})$ برای مناطقی که در تماس اتکائی قرار دارد: $\Delta = b/۴۰۰$	
بال بالایی تیرهای حمال جرثقیل انحنا در بال و در محل قرارگیری ریل در عرض **w** برابر عرض ریل به اضافه ۱۰ میلی‌متر در هر طرف آن برحسب موقعیت.	$\Delta = ۱$ mm	
طول طول از اساس محور مرکزی مقطع:	$\Delta = ۱$ mm در صورتی‌که فضای کافی در محل نصب موجود بوده و مشکلی در طرح ایجاد نشود، این مقدار تا ۵۰ میلی‌متر نیز مجاز است.	

مستقیم بودن بال (E) صاف بودن قطعات هر بال:	$\Delta=L/۷۵۰$ در تیرهای تا طول ۲۲۵۰ میلی‌متر در صورت وجود مهار جانبی، حداقل سه میلی‌متر مجاز خواهد بود.	
انحنا یا پیش‌خیز انحراف مجاز (Δ) از انحنای در نظر گرفته شده طرح یا پیش‌خیز (f) در وسط طول (L) ناحیه انحنا نسبت به حالت افقی:	$\Delta=\max(L/۵۰۰ \;\&\; ۶\ mm)$	
اعوجاج در جان (E) اعوجاج (Δ) در جان با ضخامت t و ارتفاع b یا اعوجاج نسبت به خط اندازه‌گیری (۱) با ارتفاع b:	$b/t \le ۸۰$ اگر $\Delta= b/۲۰۰$ $۸۰ < b/t \le ۲۰۰$ اگر $\Delta= b^۲/۱۶۰۰۰t$ $b/t > ۲۰۰$ اگر $\Delta= b/۸۰$	
انحراف جانبی در مقطع (E) عدم گونیایی در اتصال بال به جان:	$\Delta=\max(L/۳۰۰ \;\&\; ۳\ mm)$	
سخت‌کننده‌های جان (E) عدم انحنای خارج از صفحه جان در سخت‌کننده ها و جان پس از جوشکاری:	$\Delta=\max(b/۲۵۰ \;\&\; ۴\ mm)$	
سخت‌کننده‌های جان (E) عدم انحنا در صفحه موازی با صفحه جان در سخت‌کننده ها پس از جوشکاری:	$\Delta=\max(b/۵۰۰ \;\&\; ۴mm)$	
اعوجاج یا انحنا موضعی در بال (E) اعوجاج یا انحنای موضعی (Δ) نسبت به خط اندازه‌گیری [۱] با طول L در بال با ضخامت t و عرض b:	$b/t \le ۲۰$ اگر $\Delta= b/۱۵۰$ $b/t > ۲۰$ اگر $\Delta= b^2/۳۰۰۰t$	

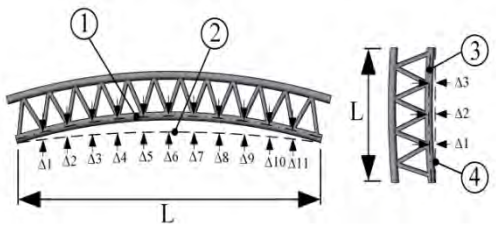
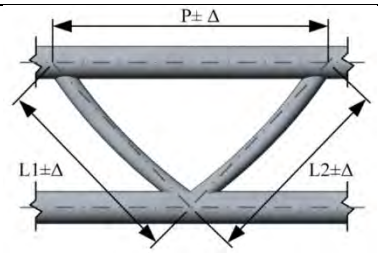
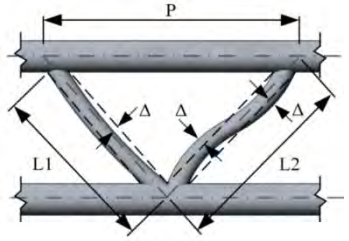
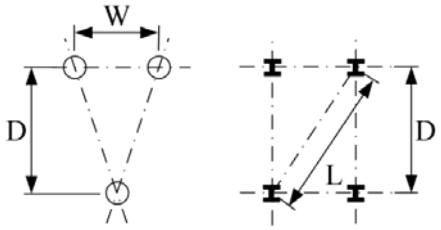
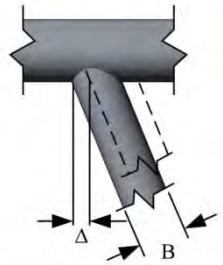
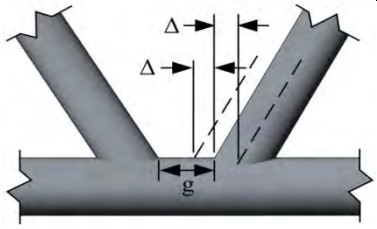
پیچش محوری پیچش محوری کلی در قطعه با طول **L**:	$\Delta=\max(L/۷۰۰ \& ۴\ mm) \le ۲۰\ mm$	

۷-۷-۵- رواداری‌های مجاز برای مقاطع قوطی‌شکل ساخته‌شده از ورق

نوع رواداری	الزام	شکل
پهنای ورق‌ها (E) انحراف (Δ) در ابعاد داخلی یا خارجی b_4 یا b_3 یا b_2 یا $b = b_1$:	$b \le ۳۰۰\ mm$ اگر $\Delta = -b/۱۰۰ , +۳\ mm$ $۳۰۰ < b \le ۹۰۰\ mm$ اگر $\Delta = ۳\ mm$ $۹۰۰ < b \le ۱۸۰۰\ mm$ اگر $\Delta = b/۳۰۰\ mm$ $b > ۱۸۰۰\ mm$ اگر $\Delta = ۶\ mm$	
گونیا بودن مقطع	گونیا بودن در محل سخت‌کننده‌های داخلی: $\Delta=D/۳۰۰$ انحراف (Δ) در اختلاف قطرها $(d_۱-d_۲)$ برای کل طول قطعه: $\Delta=\max((d_۱+d_۲)/۴۰۰ \& ۶\ mm)$	
اعوجاج در ورق‌ها (E) در یک پانل با پهنای برابر b و فاصله بین سخت‌کننده‌های داخلی برابر a. انحراف در راستای عمود به صفحه پانل نسبت به لبه های صاف در جهت عرضی یا نسبت به خط اندازه‌گیری [۱] با طول **b** در جهت طولی:	$\Delta=\max(a/۲۵۰ \& b/۱۲۵)$	
مستقیم بودن بال یا جان (E) صاف بودن قطعات هر بال یا جان.	در حالت عمومی: $\Delta=\max(L/۵۰۰ \& ۳\ mm)$ برای ستون‌ها و مهاربندها: $\Delta=\max(L/۷۵۰ \& ۳\ mm)$	

سخت‌کننده‌ها (E) عدم انحنای خارج از صفحه در سخت‌کننده‌های به طول **b** پس از جوشکاری:	$\Delta=b/۴۰۰$	
سخت‌کننده‌ها (E) عدم انحنا در داخل صفحه در سخت‌کننده‌های به طول **b** پس از جوشکاری:	$\Delta=b/۴۰۰$	
طول طول از اساس محور مرکزی مقطع:	$\Delta = ۳$ mm درصورتی‌که فضای کافی در محل نصب موجود بوده و مشکلی در طرح ایجاد نشود، این مقدار تا ۵۰ میلی‌متر نیز مجاز است.	
انحنا یا پیش‌خیز انحراف مجاز (Δ) از انحنای در نظر گرفته شده طرح یا پیش‌خیز (**f**) در وسط طول (**L**) ناحیه انحنا نسبت به حالت افقی در هر جهت:	$\Delta=\max(L/۵۰۰ \;\&\; ۶\text{ mm})$	
پیچش محوری پیچش محوری کلی در قطعه با طول **L**:	$\Delta=\max(L/۷۰۰ \;\&\; ۴\text{ mm}) \le ۱۰\text{ mm}$	

۷-۷-۶- رواداری‌های مجاز برای خرپاهای مشبک

نوع رواداری	الزام	شکل
مستقیم بودن و پیش‌خیز (E) انحراف‌های مجاز (Δ_i) موقعیت‌های موجود [۱] یا [۳] در نقاط اتصال نسبت به خط مستقیم [۴] یا انحنای پیش خیز مورد نظر [۲] پس از جوشکاری و هنگامی‌که قطعه روی وجه خود قرار دارد:	$\Delta=\max(L/۵۰۰ \;\&\; ۱۲\ mm)$	
ابعاد اعضای شبکه انحراف (Δ) از فواصل بین محل تقاطع محور مرکزی اعضا (L_1، L_2 یا Δ).	برای هر فاصله مجزا: $\Delta=$ ۵ mm برای مجموع فواصل اعضا در یک شبکه ($\sum P + L$): $\Delta=$ ۱۰ mm	
مستقیم بودن اعضای فرعی مستقیم بودن اعضای فرعی نسبت طول عضو (L_1، L_2):	$\Delta=\max(L/۷۵۰ \;\&\; ۶\ mm)$	
ابعاد مقطع کلی سیستم انحراف (Δ) از فاصله s که در آن: W یا D یا L = s.	$s \le ۳۰۰$ mm اگر $\Delta=$ ۳ mm $۳۰۰ < s < ۱۰۰۰$mm اگر $\Delta=$ ۵ mm $s \ge ۱۰۰۰$ mm اگر $\Delta=$ ۱۰ mm	
محل تقاطع اعضای در اتصال خروج‌ازمرکزیت اعضای فرعی با بعد B نسبت به موقعیت اصلی:	$\Delta=\pm(B/۲۰+۵\ mm)$	
فاصله آزاد در اتصال فاصله آزاد (g) و انحراف (Δ) از آن بین اعضای فرعی با ضخامت‌های t_1 و t_2:	$\Delta=$ ۵ mm و $g \ge t_1+t_2$	

۷-۸- نصب

۷-۸-۱- کلیات

۷-۸-۱-۱- دستورکار روش نصب

پیمانکار کارهای فولادی پیش از شروع اجرا باید دستورکار روش انجام نصب را براساس ضوابط ساخت (طراحی و مدیریت) تهیه نماید. تمام اطلاعات مربوط به طراحی، نصب و برنامه کاری که توسط مشاور فراهم شده، باید در این دستورکار در نظر گرفته شود.

دستورکار روش نصب باید حداقل دو هفته قبل از شروع نصب توسط پیمانکار جهت تأیید به دستگاه نظارت ارسال شود. مادامی‌که دستورکار روش نصب توسط دستگاه نظارت تائید نشده، اجرای نصب نباید آغاز گردد. تائید دستورکار نصب توسط دستگاه نظارت تنها به معنی ایمن بودن نصب از نظر طراحی است.

۷-۸-۱-۲- تعیین خط پروژه و محدوده کار توسط کارفرما

کارفرما باید خط پروژه یا محدوده انجام کار پروژه را به‌عنوان مرجع کار مشخص نموده و در طول اجرای پروژه از آن نگهداری نماید. رواداری‌ها موقعیت پی‌های تکیه‌گاهی برای کار باید نسبت به این خط مرجع پروژه اندازه‌گیری شود.

۷-۸-۱-۳- جابه‌جایی و انبارداری

قطعات باید به‌گونه‌ای ایمن، جابه‌جا و انبار شوند تا احتمال خطر خراشیدگی‌های سطحی و آسیب به حداقل برسد. همچنین انبار کردن و حمل قطعات فولادی در کارگاه ساخت و محل نصب باید به نحوی صورت گیرد که قطعات تغییرشکل نداده و تنش‌های بیش از حد در آن‌ها ایجاد نشود و هیچ آسیبی به آن‌ها وارد نیاید. قطعاتی که به هر علتی تغییرشکل داده یا آسیب دیده‌اند، باید قبل از به‌کارگیری به نحو رضایت‌بخشی با تأیید مهندس ناظر اصلاح و مرمت شوند. درصورتی‌که تعمیر قسمت‌های معیوب بدون کاهش مقاومت و تغییر مشخصات مندرج در طرح میسر نباشد، باید آن قسمت‌ها تعویض گردند. در انبار کردن قطعات فولادی، محافظت در مقابل رطوبت باید مورد توجه قرار گیرد. در انبار کردن قطعات، باید زیر قطعات سکوهای مناسبی قرار داد تا قطعه با زمین فاصله داشته باشد. تعداد و فاصله سکوها باید به نحوی انتخاب گردد که قطعات دچار تنش یا تغییرشکل بیش از حد نگردند.

جابه‌جا کـردن قطعات باید با در نظر گرفتن ضوابط ایمنی با وسایل مناسـب و به نحوی انجام گیرد که تنش‌های اضافی در این قطعات ایجاد نشود. قطعات سنگین با شکل و فرم خاص باید با قلاب نمودن در نقاط مناسب یا نقاطی که قبلاً تعیین و علامت‌گذاری شده، بلند شوند تا هنگام جابه‌جا کردن و نصب، تنش و تغییرشکل بیش از حد در هیچ قسمتی ایجاد نشده و به اتصالات و سوراخ‌های پیچ‌ها نیز آسیبی وارد نشود. پیچ‌ها، ورق‌ها و قطعات کوچک باید زیر پوشش و در شرایط خشک نگهداری شوند.

۷-۸-۱-۴- قطعات فولادی آسیب‌دیده

هرگونه قطعات فولادی آسیب‌دیده در طی مراحل تخلیه، حمل‌ونقل، انبار کردن یا نصب باید به‌منظور مطابقت مجدد با استانداردهای ساخت ارائه شده در این فصل به محل تولید عودت داده شوند.

۷-۸-۱-۵- کف‌ستون‌ها و دال‌ها

به‌منظور انجام هم‌راستایی و تراز کردن مناسب سازه، باید در زیر کف‌ستون‌ها از لقمه‌ها و ورق‌های پرکننده فولادی استفاده شود. این قطعات باید دارای ابعاد مناسبی باشند تا از هرگونه خردشدگی موضعی در بتن جلوگیری شود. قرارگیری این لقمه‌ها باید به نحوی باشد تا هنگام دوغاب‌ریزی بعدی از پر شدن کامل تمام فضاهای زیر کف‌ستون جلوگیری ننماید. این لقمه‌ها می‌توانند در محل به‌صورت دائمی باقی بمانند.

۷-۸-۱-۶- دوغاب‌ریزی

تا زمانی که بخش کافی از سازه هم‌راستا، تراز، شاقول و به‌طور مناسبی مهار نشده باشد، دوغاب‌ریزی زیر کف‌ستون‌ها نباید انجام شود. بلافاصله پیش از دوغاب‌ریزی، فضای خالی زیر کف‌ستون‌ها باید تمیز و عاری از هرگونه جسم خارجی باشد.

برای تراز نمودن کف‌ستون معمولاً در زیر آن از ملات گروت استفاده می‌شود. در این صورت مقاومت فشاری گروت باید حداقل دو برابر مقاومت فشاری بتن پی باشد و ضخامت آن از ۲۵ میلی‌متر کمتر و از ۸۰ میلی‌متر بیشتر نشود. برای کف‌ستون‌های با ابعاد بزرگ‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر، استفاده از سوراخی به قطر ۵۰ میلی‌متر در نواحی وسط ورق کف‌ستون جهت تخلیهٔ هوای گروت توصیه می‌گردد.

۷-۸-۲- شرایط کارگاه

۷-۸-۲-۱- مسئولیت‌های کارفرما

در خصوص شرایط کارگاه موارد زیر باید از طرف کارفرما یا نماینده وی تأمین گردد:

الف- حفاظت از محوطه کارگاه جهت خالی بودن از هرگونه آب سطحی و تخلیه آب‌های جمع شده در پی‌ها.

ب- آماده‌سازی سطحی محکم و مسطح برای انجام کار و انبار کردن مصالح. همچنین پشتیبانی مناسب راه‌های دسترسی از بیرون و داخل کارگاه برای حمل‌ونقل ایمن تجهیزات کارگاهی و مصالح با وسایل نقلیه عادی.

ت- مطلع نمودن پیمانکار کارهای فولادی از محل قرارگیری هرگونه تأسیسات زیرزمینی که دارای احتمال آسیب و خرابی ناشی از تجهیزات و ماشین‌آلات پیمانکار است.

ث- مسئولیت رفع موانع بالادستی و مزاحمت‌های کار.

دانلود سوالات آزمون

۷-۸-۲-۲- مسئولیت‌های پیمانکار

پیمانکار باید از متناسب بودن بار توزیع‌شده زیر جرثقیل‌ها و تجهیزات بالابر با مقاومت بستر آنها پیش از آغاز عملیات نصب اطمینان حاصل نماید.

۷-۸-۳- تأمین پایداری

۷-۸-۳-۱- مهارهای موقت تا تکمیل پایداری کار

دستگاه نظارت جهت تأمین پایداری قطعات یا کل سازه تا زمان تکمیل نصب و اجرای دیوارها، کف‌ها یا سایر اجزا سازه‌ای غیرفولادی، محل‌هایی از سازه را که برای مهاربندی، مهار یا سقف‌زنی موقت لازم است باید به اطلاع پیمانکار برساند.

پیمانکار باید تمام مهاربندها یا مهارهای موقت را طراحی، تهیه و اجرا نماید. اطلاعات کامل موردنیاز برای طراحی این مهاربندهای موقت باید توسط دستگاه نظارت در اختیار پیمانکار قرار گیرد.

۷-۸-۳-۲- دیگر مهارهای موقت استفاده شده توسط پیمانکار

درصورتی‌که پیمانکار در طول عملیات نصب از مهارهای موقتی استفاده نماید که بعداً با قطعات دائمی جایگزین نمی‌شوند، این مهارها باید پس از اینکه سازه هم‌راستا، تراز و شاقول شد، برداشته شوند.

۷-۸-۴- بارهای نصب

در طول عملیات نصب پیمانکار باید اطمینان حاصل نماید که هیچ‌یک از بخش‌های سازه با انبار کردن مصالح یا توسط بارهای موقت ناشی از نصب، دچار اعوجاج دائمی نشده باشند. کارفرما باید مطمئن شود هیچ پیمانکار دیگری بدون هماهنگی و اخذ مجوز از پیمانکار کارهای فولادی بر روی بخش‌های نصب‌شده سازه، بار قرار ندهد.

۷-۸-۵- هم‌راستایی و تراز کردن

۷-۸-۵-۱- هم‌راستایی قطعات سازه

هر بخشی از سازه باید در سریع‌ترین زمان ممکن پس از نصب، هم‌راستا گردد. تا زمانی که بخش کافی از سازه هم راستا، تراز، شاقول و به‌طور موقت وصل نشده باشد، برای اطمینان از عدم جابه‌جایی قطعات در حین مراحل بعدی نصب و تراز کردن بخش باقیمانده سازه، اتصالات دائم نباید بین قطعات سازه انجام گیرد. هم‌راستایی در سازه و نقص در جفت بودن اتصالات را می‌توان با استفاده از ورق‌های لقمه تنظیم نمود. اگر در ورق‌های لقمه‌ای احتمال شل‌شدن وجود دارد، باید آن‌ها را محافظت نمود.

۷-۸-۵-۲- اثرات دما

در هنگام اندازه‌گیری به‌منظور پیاده کردن نقشه، نصب کار و بررسی‌های ابعادی، آثار ناشی از اختلاف درجه حرارت باید بر روی سازه، مترهای نواری و ابزارآلات در نظر گرفته شود. دمای مرجع در این خصوص ۲۰ درجه سانتی‌گراد است.

۷-۸-۶- جوشکاری در کارگاه

جوشکاری در کارگاه باید مطابق با الزامات بخش ۷-۵ انجام گیرد.

در تمامی وضعیت‌های جوشکاری، اقدامات احتیاطی باید انجام گیرد تا شدت جریان جوشکاری خسارتی به قطعاتی که از آن عبور می‌کند، وارد ننماید. همچنین توجه شود که شرایط برای اتصال به زمین مناسب و کافی در ناحیهٔ جوشکاری فراهم شود. تا زمانی که بخش‌های متصل به یک عضو سازه مطابق مدارک ساخت شاقول نشده باشند، هیچ‌یک از اتصالات جوشی نباید اجرای نهایی شود. جوشکاری در شرایط نامساعد جوی مجاز نیست، مگر آنکه برای انجام این کار امکانات حفاظتی کافی فراهم شده باشد. مرجع تصمیم‌گیری در این زمینه دستگاه نظارت می‌باشد.

۷-۸-۷- پیچکاری در کارگاه

پیچکاری در کارگاه باید مطابق با الزامات بخش ۷-۶ انجام گیرد.

تمام اتصالات پیچی پس از اینکه پیچ‌ها محکم و سازه در محل هم‌راستا شد، باید مورد بازرسی چشمی قرار گیرند. چنانچه در زمان بازرسی مشخص شود که اتصالاتی فاقد تعداد کامل پیچ است، پس از نصب پیچ‌های لازم، اتصال باید از نظر تنظیم بودن بررسی شود. تا زمانی که بخش‌های متصل به یک عضو سازه مطابق مدارک ساخت شاقول نشده باشند، پیچ‌های اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی نباید پیش‌تنیده شوند.

۷-۸-۸- گواهی پایان کار

هنگامی‌که کارهای فولادی یا بخشی از آن به پایان رسیده باشد، پیمانکار موظف به تهیه و ارائه گواهی مبنی بر پایان کار جهت امضای کارفرما است. امضای نهایی گواهی پایان کار بدین معناست که:

الف- بازرسی‌ها جهت اطمینان از اینکه تمامی اتصالات تکمیل شده و کارهای فولادی نصب شده مطابق با مشخصات این فصل و الزامات قرارداد هستند، انجام شده است.

ب- سازه یا بخش‌هایی از آن مطابق با مشخصات این فصل و الزامات قرارداد ساخته شده و مورد تایید قرار گرفته‌اند.

پ- درصورتی‌که در هنگام تصویب پروژه، ارائهٔ اسناد و مدارک بررسی‌های ابعادی قطعات مدنظر کارفرما باشد، این موضوع باید در مشخصات پروژه ذکر شود.

۷-۹- دقت در نصب کارهای فولادی

۷-۹-۱- کلیات

روش‌ها و ابزارآلات استفاده شده برای اندازه‌گیری‌ها باید برحسب مورد مطابق استانداردهای مربوط (نظیر استاندارد ISO 7976) باشد.

پس از تکمیل نصب سازه، باید از سازه نهایی نقشه‌برداری تهیه گردد. نقشه‌برداری انجام شده باید نسبت به خط مرجع پروژه ارائه شده در بخش ۷-۸-۱-۲ باشد. اندازه‌گیری‌های نقشه‌برداری، باید فقط از موقعیت قطعات مجاور نقاط تقاطع خط پروژه مطابق توضیح دادشده در زیر انجام گردد؛ مگر آنکه شرایط دیگری در مشخصات پروژه تعیین شده باشد. موقعیت محل و تعداد اندازه‌گیری‌ها باید در دستورکار روش نصب ارائه شده پیمانکار یا برنامه بررسی کیفیت ارائه گردد. دقت در موقعیت کارهای فولادی نصب‌شده باید تحت وزن سازه اندازه‌گیری شود؛ مگر اینکه شرایط دیگری در این خصوص در مشخصات پروژه تعیین شده باشد.

حداکثر رواداری‌های مجاز در نصب کارهای فولادی باید مطابق الزامات بخش ۷-۹-۵ با در نظر گرفتن موارد زیر باشد:

- تمامی اندازه‌گیری‌ها باید در شرایط جوی آرام انجام گیرد و اثرات دما بر روی سازه نیز در نظر گرفته شود (موضوع بخش ۷-۸-۵-۲).
- رواداری‌های نشان داده شده برای مقاطع Iشکل، برای مقاطع قوطی و لوله نیز به‌کار برده می‌شود.

پیمانکار در هنگام نصب کارهای فولادی، تمام انحراف در موقعیت‌های نصبی را که بیشتر از مقادیر مجاز ارائه شده در بخش ۷-۹-۵ باشد، باید سریعاً به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا دستگاه نظارت آثار آن را جهت ارزیابی و تصمیم‌گیری در خصوص تدابیر اصلاحی لازم در کار بررسی نماید. در ارزیابی وجود مغایرت در رواداری، باید آثار تغییرات اجتناب‌ناپذیر در روش‌های اندازه‌گیری در نظر گرفته شود. دقت در اجرا و ساخت باید با رعایت ملاحظات لازم در رابطه با خیزهای مورد انتظار، پیش‌خیزها، موقعیت‌های از پیش تعیین شده، جابه‌جایی‌های الاستیک ناشی از انبساط حرارتی قطعات باشد.

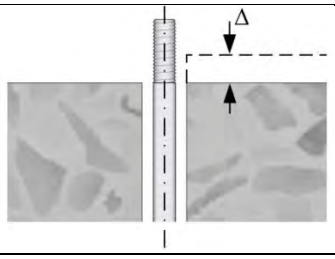
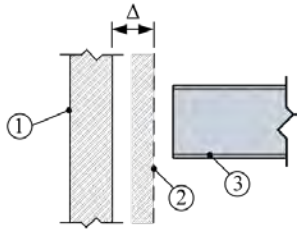
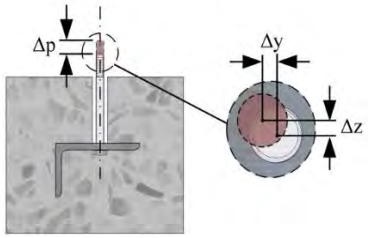
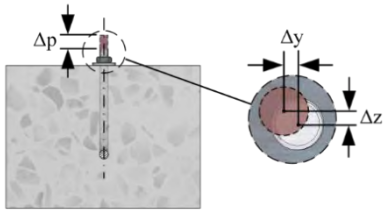
۷-۹-۲- بازرسی پی

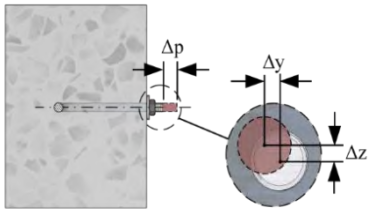
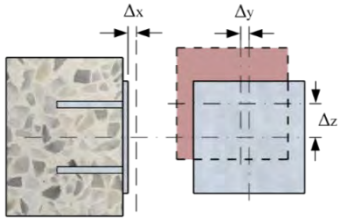
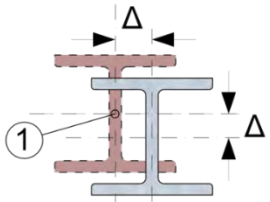
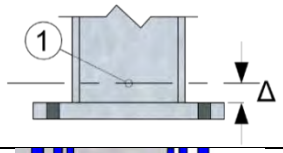
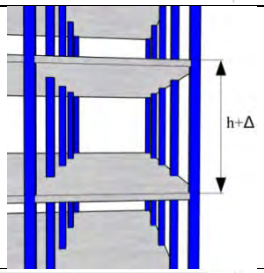
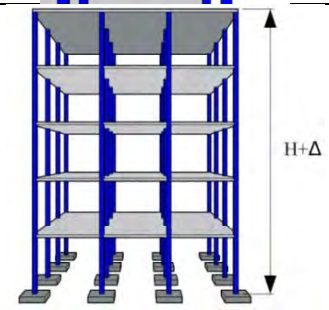
موقعیت و تراز تمام پی‌ها و میل‌مهارهای اجرا شده باید حداقل هفت روز قبل از آغاز نصب پروژه توسط پیمانکار بررسی شود. چنانچه اختلاف موجود بیش از رواداری‌های مجاز مشخص‌شده در بخش ۷-۹-۴ باشد، موارد باید جهت انجام اقدامات اصلاحی، پیش از آغاز نصب به اطلاع کارفرما برسد. نقشه‌برداری انجام‌شده به‌منظور بررسی موقعیت تکیه‌گاه‌های پی باید ثبت و به‌عنوان مستندات پروژه نگهداری گردد.

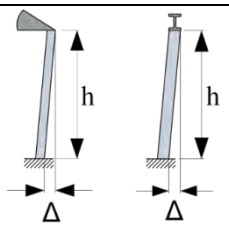
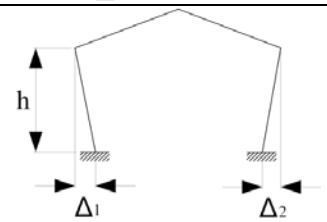
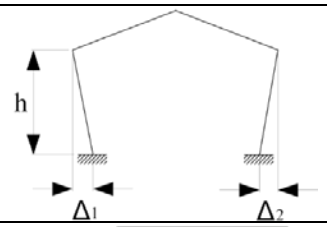
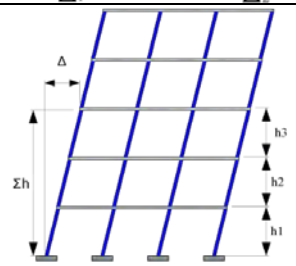
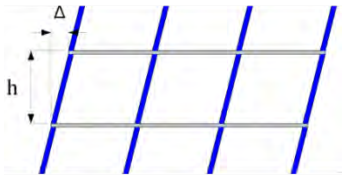
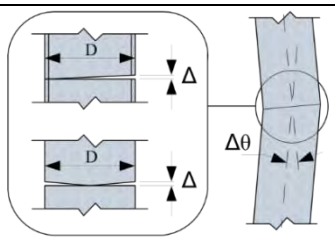
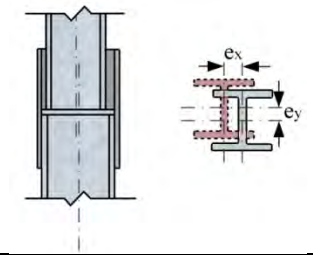
۷-۹-۳- اطلاعات موردنیاز برای دیگر پیمانکاران

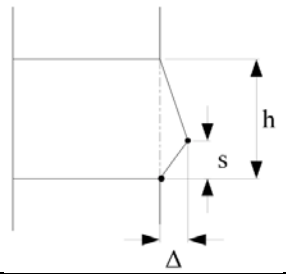
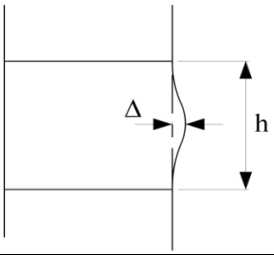
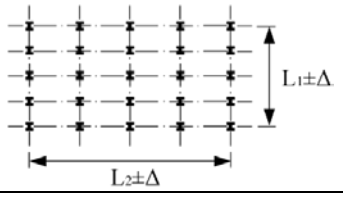
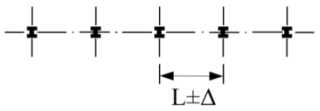
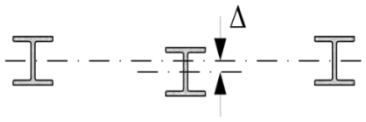
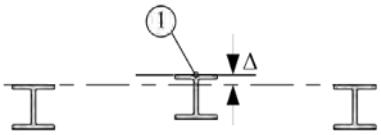
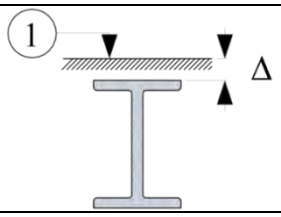
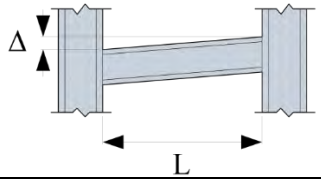
دستگاه نظارت باید تمام پیمانکاران در نظر گرفته شده برای نصب کارهای فولادی را از رواداری‌های مجاز ساخت مطلع نماید تا آن‌ها در هنگام نصب بتوانند شرایط لازم برای تنظیمات و فواصل آزاد قطعات را فراهم نمایند.

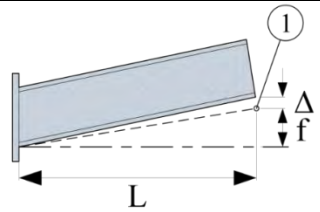
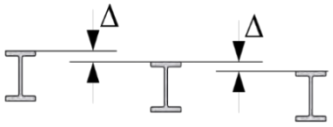
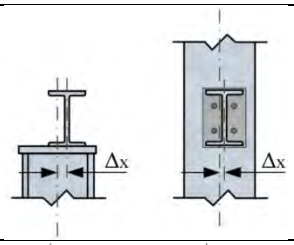
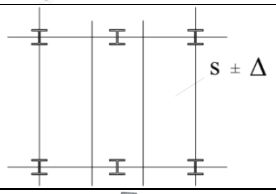
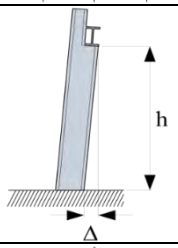
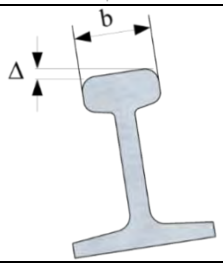
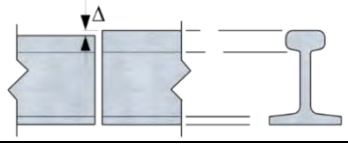
۷-۹-۴- رواداری‌های مجاز برای پی‌ها، دیوارها و میل‌مهارها

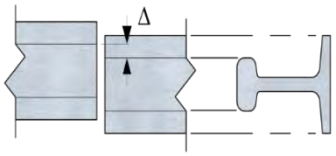
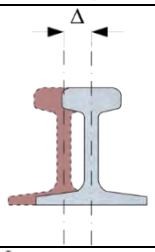
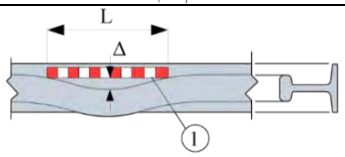
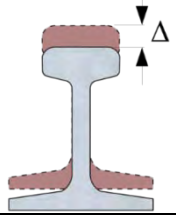
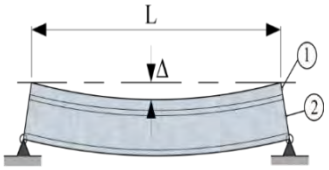
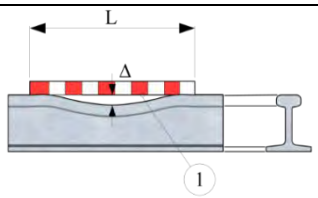
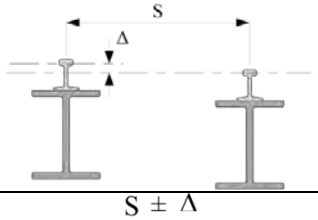
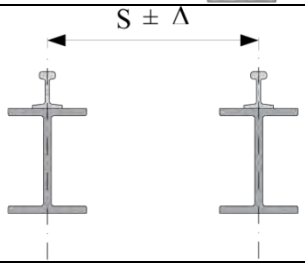
نوع المان	نوع انحراف	حد بالا و پایین	شکل
تراز پی	انحراف مجاز (Δ) از تراز مشخص‌شده:	Δ=(-۱۵ mm , +۵ mm)	
دیوار قائم	انحراف مجاز (Δ) موقعیت موجود [۱] از موقعیت تعیین‌شده [۲] در نقطه تکیه گاهی قطعه فولادی [۳]:	Δ=±۲۵ mm	
میل‌مهارهای پی (قابل تنظیم)	انحراف مجاز (Δ_P) بیرون زدگی میل‌مهار نسبت به موقعیت تعیین‌شده: انحراف مجاز (Δ_Z یا Δ_Y) از موقعیت تعیین‌شده از روی سطح بتن پی: انحراف مجاز موقعیت مرکز گروه میل‌مهارها:	Δ_P= -۵ mm پایین Δ_P= + ۲۵ بالا Δ_Y یا Δ_Z= ±۱۰ mm حداقل ۲۵ میلی‌متر فاصله آزاد در اطراف میل‌مهار برای تنظیم لازم است. Δ= ±۶ mm	
میل‌مهارهای پی (غیرقابل تنظیم)	انحراف مجاز (Δ_P) بیرون زدگی میل‌مهار نسبت به موقعیت تعیین‌شده: انحراف مجاز (Δ_Z یا Δ_Y) از موقعیت تعیین شده از روی سطح بتن پی: انحراف مجاز موقعیت مرکز گروه میل‌مهارها:	Δ_P= -۵ mm پایین Δ_P= +۲۵ mm بالا Δ_Y یا Δ_Z= ±۳ mm Δ= ±۳ mm	

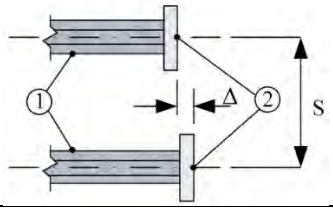
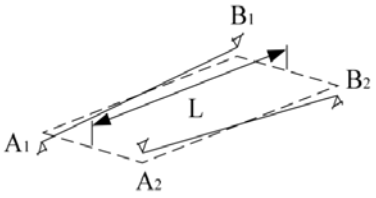
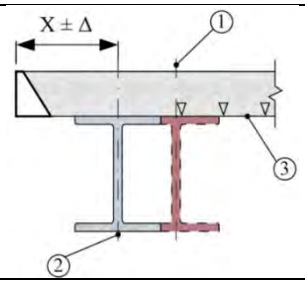
میل‌مهارهای دیوار (غیرقابل تنظیم)	انحراف مجاز (Δ_P) بیرون زدگی میل‌مهار نسبت به موقعیت تعیین‌شده: انحراف مجاز (Δ_Y یا Δ_Z) از موقعیت تعیین شده از روی سطح بتن دیوار: انحراف مجاز موقعیت مرکز گروه میل‌مهارها: مقادیر اندازه‌گیری‌شده نسبت به موقعیت نهایی مطابق بند ۵-۹-۴-۲ است.	Δ_P=-۵ mm پایین Δ_P= +۲۵ mm بالا Δ_Y یا Δ_Z= ±۳ mm Δ= ±۳ mm	
صفحات جاگذاری شده در بتن	انحراف‌های مجاز (Δ_x، Δ_y و Δ_z) محور مرکزی ورق نسبت به موقعیت‌های تعیین‌شده: مقادیر اندازه‌گیری شده نسبت به موقعیت نهایی مطابق بند ۵-۹-۴-۲ است.	Δ_x، Δ_y و Δ_z= ±۱۰ mm	
موقعیت ستون روی کفستون	انحراف (Δ) از محورهای مرکزی عضو نسبت به موقعیت تعیین‌شده [۱]:	Δ= ±۱۰ mm	
تراز ستون روی کف ستون	انحراف (Δ) تراز روی کفستون نسبت به تراز تعیین‌شده [۱]:	Δ= ±۵ mm	
ارتفاع طبقه	انحراف (Δ) ارتفاع طبقه (h) اندازه‌گیری‌شده نسبت به اختلاف ترازهای تعیین‌شده:	Δ= ۱۰ mm	
ارتفاع کلی سازه	انحراف (Δ) ارتفاع کلی سازه (h):	$h \le ۲۰\ m$ اگر Δ= ۲۰mm $۲۰ < h < ۱۰۰m$ اگر $\Delta = ۰,۵(h + ۲۰)$ $h \ge ۱۰۰m$ اگر $\Delta = ۰,۲\left(h + ۲۰۰\right)$ ارتفاع برحسب متر است.	

ناشاقولی ستون‌ها در سازه‌های یک طبقه‌ای (E)	انحراف (Δ) بالا نسبت به پایین ستون روی محورهای اصلی:	Δ=±h/۳۰۰ ای (موضوع بند ۵-۹-های پرتال یک طبقه‌به‌جز قاب های نگهدارنده تیر ۵-۶ و ۵-۹-۵-۷) و ستون جرثقیل (موضوع بند ۵-۹-۵-۶).	
ناشاقولی هر ستون در قاب‌های پرتال یک طبقه‌ای	انحراف‌های (Δ_i) هر ستون:	$\Delta_i=\pm h/150$	
ناشاقولی ستون‌ها در قاب‌های یک طبقه‌ای (E)	میانگین انحراف (Δ) تمام ستون‌ها در قاب‌های یکسان:	Δ=±h/۵۰۰ برای دو ستون با در $(\Delta_1+\Delta_2)/2$به‌طور مثال های انحراف.نظر گرفتن جهت	
شاقول بودن کلی در ستون‌های سازه‌های چندطبقه (E)	انحراف موقعیت (Δ) محور مرکزی ستون در پلان هر طبقه نسبت به خط عمودی محور ستون از پایه:	$\Delta=\pm\Sigma h/300\sqrt{n}$ تعداد طبقات مورد بررسی است.n	
شاقول بودن هر ستون در سازه‌های چندطبقه (E)	انحراف موقعیت (Δ) محور مرکزی ستون در پلان نسبت به خط عمودی محور ستون از طبقه پایین خود:	Δ=±h/۵۰۰	
هم‌راستایی محل وصله ستون و فاصله آزاد بین ستون تماس اتکایی (E)	زاویه محلی غیر هم‌راستایی (Δθ) در محل اتصال ستون‌ها و همچنین فا صله آزاد(Δ) در این محل: Δθ=۱/۵۰۰ rad	برای حداقل دوسوم مساحت و به‌طور Δ=۰,۵ mm .Δ= ۱ mmموضعی حداکثر	
خروج‌ازمرکزیت وصله ستون	خروج‌ازمرکزیت نسبت موقعیت تعیین‌شده $(e=e_1$ یا $e_2)$ در هر راستا:	e= ۵ mm	

مستقیم بودن ستون وصله شده در بین طبقه(E)	انحراف موقعیت ستون (Δ) در پلان نسبت به خط مستقیم از محل قرارگیری ستون در تراز طبقات مجاور:	Δ=s/۷۵۰ با در نظر گرفتن s≤h/۲	
مستقیم بودن ستون پیوسته در بین طبقه(E)	انحراف موقعیت ستون (Δ) در پلان نسبت به خط مستقیم از محل قرارگیری ستون در تراز طبقات مجاور:	Δ=h/۷۵۰	
ابعاد کلی سازه	انحراف (Δ) در طول $\left(L=L_1 \text{ یا } L_2\right)$ بین ستون‌های انتهایی در هر راستا و در روی تراز پی:	اگر $L \le 30\ m$ $\Delta = ۲۰\ mm$ اگر $30 < L < 250\ m$ $\Delta = ۰.۲۵(L+50)$ اگر $L \ge 250\ m$ $\Delta = ۰.۱(L+500)$ L برحسب متر است.	
فاصله ستون‌ها	انحراف (Δ) در طول (L) بین محور مرکزی ستون‌ها در روی تراز پی:	اگر $L \le 5\ m$ $\Delta = ۱۰\ mm$ اگر $L > 5\ m$ $\Delta = ۰.۲(L+۴۵)$ L برحسب متر است.	
هم‌راستا بودن محور ستون در حالت کلی	انحراف (Δ) محل مرکز یک ستون نسبت به محور اجراشده برای ستون‌های یک محور در روی تراز پی:	Δ=۱۰ mm	
هم‌راستا بودن محور ستون در محورهای پیرامونی	انحراف (Δ) محل وجه خارجی [۱] یک ستون نسبت به موقعیت تعیین شده برای ستون های محورهای پیرامونی در روی تراز پی:	Δ=۱۰ mm	
تراز تیر	انحراف (Δ) تراز تیر در محل اتصال به ستون نسبت به تراز اجرا شده طبقه [۱]:	Δ=۱۰ mm	
شیب تیر	اختلاف (Δ) ارتفاعی دو انتهای تیر با طول L:	Δ=L/۵۰۰≤۱۰ mm	

انحراف انتهایی کنسول‌ها	انحراف (Δ) از موقعیت تعیین شده (f) انتهای کنسول به طول L نسبت به وضعیت موجود اجراشده [۱]:	Δ=L/۲۰۰	
تراز تیرها نسبت به یکدیگر	انحراف (Δ) تراز تیرهای مجاور نسبت به یکدیگر در نقاط انتهایی تیرها:	Δ=۱۰ mm برای تیرهای فرعی، پیش‌خیز تیر اصلی در اندازه‌گیری در نظر گرفته شود.	
محل تیر	انحراف افقی (Δ_x) موقعیت تیر در محل اتصال به ستون نسبت به موقعیت تعیین‌شده:	Δ_x= ۵ mm	
فاصله بین تیرها	انحراف (Δ) از فاصله تعیین شده (s) بین تیرهای مجاور اجراشده در نقاط انتهایی تیر:	Δ=۱۰ mm	
ناشاقولی ستون‌های نگهدارنده جرثقیل های دروازه‌ای	انحراف جانبی (Δ) تراز تیر حمال نسبت به تراز کف:	Δ= ± h/۱۰۰۰≤ ۲۵ mm	
خروج از مرکزیت ریل جرثقیل نسبت به جان تیر حمال	خروج از مرکزیت (Δ) ریل نسبت به جان تیر حمال به ضخامت t_w:	Δ=۵ mm اگر t_w ≤۱۰ mm Δ=t_w /۲ اگر t_w >۱۰ mm	
شیب عرض روی ریل جرثقیل	شیب عرضی (Δ) سطح روی مقطع ریل جرثقیل با عرض b:	Δ=b/۱۰۰	
تراز نسبی روی ریل جرثقیل	انحراف قائم (Δ) نسبی روی ریل جرثقیل در نقاط اتصال:	Δ=۱ mm	

امتداد نسبی عرضی ریل جرثقیل	انحراف عرضی (Δ) نسبی از امتداد عرضی ریل جرثقیل در نقاط اتصال:	Δ=۱mm	
موقعیت ریل جرثقیل در پلان	انحراف (Δ) موقعیت ریل در پلان نسبت به موقعیت تعیین‌شده:	Δ=۱۰ mm	
انحنای موضعی عرضی ریل جرثقیل	انحنای موضعی (Δ) در پلان نسبت به خط اندازه‌گیری [۱] با طول L برابر ۲ متر:	Δ=۱,۵ mm	
تراز ریل جرثقیل	انحراف (Δ) تراز ریل نسبت به تراز تعیین شده:	Δ=۱۵ mm	
تراز ریل جرثقیل روی تیر حمال	انحراف (Δ) تراز ریل [۱] روی تیر حمال [۲] با طول دهانه L:	Δ=max (L/۵۰۰ و ۱۰ mm)	
انحنای موضعی روی ریل جرثقیل	انحنای موضعی (Δ) در ارتفاع نسبت به خط اندازه‌گیری [۱] با طول L برابر ۲ متر:	Δ=۳ mm	
تراز نسبی بین دو تیر حمال جرثقیل	انحراف (Δ) در تراز بین ریل های طرفین جرثقیل دروازه ای با طول دهانه s:	Δ=۲۰ mm اگر s ≤۱۰ m Δ=s/۵۰۰ اگر s >۱۰ m	
طول دهانه جرثقیل دروازه‌ای	انحراف (Δ) از فاصله جرثقیل با طول دهانه اسمی s:	Δ=۱۰ mm اگر s ≤۱۶ m Δ=۱۰+(s-۱۶)/۳ اگر s > ۱۶m s برحسب متر است.	

متوقف کننده‌های انتهایی سازه‌ای	انحراف (Δ) موقعیت متوقف‌کننده های انتهایی [۲] در جهت حرکت طولی جرثقیل دروازه‌ای [۱] با طول دهانه s:	Δ=s/۱۰۰۰≤۱۰ mm	
اختلاف شیب بین ریل‌های طرفین	شیب نسبی (Δ) بین ریل های طرفین جرثقیل با طول L، شیب ریل A_1B_1 برابر N_1 و شیب ریل A_2B_2 برابر N_2 است. شیب نسبی برابر ΔN_1-N_2= با احتساب جهت های مثبت و منفی است.	Δ=L/۵۰۰	
فاصله لبه سقف عرشه فولادی	انحراف (Δ) از فاصله (X) بین لبه قطع‌شده انتهایی عرشه فولاد پیش از بتن ریزی با موقعیت اجرا شده تیر پیرامونی:	Δ=۱۰ mm انحراف بین موقعیت اجراشده تیر [۲] با موقعیت تعیین‌شده [۱] در بخش ۵-۹-۵-۲۲ محل تیر ارائه شده است.	

۷-۱۰- تدابیر حفاظتی

۷-۱۰-۱- کلیات

۷-۱۰-۱-۱- مشخصات

پوشش‌ها و آماده‌سازی سطوح مرتبط مورد نیاز برای کارهای فولادی سازه‌ای باید در نقشه‌های طراحی یا مشخصات پروژه مشخص گردد. سیستم پوشش باید منطبق بر یکی از استانداردهای معتبر باشد. تأمین کردن لوازم و مصالح پوشش، تنها باید از یک منبع صورت گیرد، مگر آنکه دستگاه نظارت تأمین آن‌ها را از منابع مختلف تائید نماید.

۷-۱۰-۱-۲- دستورکار روش انجام

قبل از شروع هرگونه عملیات برای استفاده یا استفاده مجدد از پوشش حفاظتی، پیمانکار باید دستورکار روش اجرا را آماده نموده و جهت تصویب به کارفرما ارائه نماید. در دستورکار روش انجام کار باید نحوه تشخیص و بازرسی آن نیز مدنظر قرار گیرد. در محل کار باید یک نسخه از دستورکار روش اجرای تایید شده در دسترس باشد.

۷-۱۰-۱-۳- نحوه انجام پوشش‌دهی

مصالح پوششی تهیه‌شده و پوشش‌های مورد استفاده برای سطوح باید مطابق با توصیه‌های شرکت تولیدکننده باشد. در مناطقی که سطوح فولادی در مجاورت خاک یا رطوبت زیاد قرار دارند، باید تمهیدات حفاظتی ویژه‌ای برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

۷-۱۰-۱-۴- حمل‌ونقل، جابه‌جایی و انبارداری قطعات فولادی پوشش‌شده

مراحل حمل‌ونقل، جابجایی، نگهداری و انبار کردن کارهای فولادی پوشش‌دار باید به نحوی انجام گیرد که میزان آسیب وارده به پوشش، به حداقل ممکن برسد.

۷-۱۰-۲- آماده‌سازی سطوح

۷-۱۰-۲-۱- تمیزکاری سطوح

هنگام پوشش‌کاری، تمیزی سطوح کارهای فولادی باید منطبق با الزامات ساما یا استاندارد ISO 8501-1 باشد. همچنین درجهٔ آماده‌سازی سطوح نیز باید مطابق استاندارد ISO 8501-3 مشخص شود. درجات آماده‌سازی سطوح فولادی قبل از رنگ‌آمیزی که در ادامه مطابق با ISO 8501 به صورت طبقه‌بندی‌شده آورده می‌شوند، بیانگر حداقل تمیزی سطح فولاد بوده که باید از آلودگی‌ها و چربی‌ها پاک شده و همچنین لایه‌های ضخیم زنگ از روی سطح آن برداشته شود.

Sa ۱: تمیز کردن با ماسه‌پاشی خفیف

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی خفیف، بدون استفاده از ذره‌بین، باید عاری از روغن، چربی، آلودگی، لایه اکسید حاصل از نورد (که چسبندگی آن کم است)، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی باشد.

Sa ۲: تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی[1] متوسط

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و آلودگی باشد و نیز عمده مقدار لایه اکسید حاصل از نورد، زنگ و پوشش‌های رنگی و مواد خارجی از روی سطح زدوده شده باشد. هرگونه مواد آلاینده باقیمانده باید به سختی به سطح چسبیده باشند.

Sa ۲,۵: تمیز کردن با ماسه‌پاشی عمیق

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و آلودگی باشد و نیز باید لایه اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. هرگونه اثر به‌جامانده از مواد آلاینده، باید فقط به‌صورت لکه‌های جزئی به شکل خال‌ها و نوارها به نظر بیاید.

Sa ۳: تمیز کردن با ماسه‌پاشی با حصول سطح نقره‌ای

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و آلودگی باشد و نیز باید لایه اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. چنین سطحی باید دارای نمای فلزی یکنواخت نقره‌ای باشد.

در صورت استفاده از برس سیمی، درجات آماده‌سازی سطوح به شرح زیر است:

St ۲: تمیز کردن با برس سیمی متوسط

سطح فولاد پس از استفاده از برس سیمی، بدون استفاده از ذره‌بین، باید عاری از روغن، چربی، آلودگی، لایه اکسید حاصل از نورد (که چسبندگی آن کم است)، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی باشد.

St ۳: تمیز کردن با برس سیمی عمیق

همانند سطح St2 ولی سطح فولاد باید عمیق‌تر برس زده شود، به‌طوری‌که سطح فلز درخشان گردد.

۷-۱۰-۲-۲- سطوح پوششی مقاطع

برای سطوح پوششی مقاطع کارهای فولادی مشخص شده برای انجام پوشش، باید پوشش به کار برده شده سازگار با روش استاندارد ISO 8501-2 باشد.

1- Sandblasting

۷-۱۰-۲-۳- اندازه‌گیری سطوح پوششی مقاطع

روش برآورد میزان سطوح پوششی مورد نیاز مقاطع فولادی، باید مطابق با الزامات و راهکارهای ارائه شده در استاندارد ISO 8503 باشد.

۷-۱۰-۲-۴- عیوب سطحی

عیوب سطحی که در مراحل آماده‌سازی مشخص می‌شوند، باید مطابق با استانداردهای مربوط رفع گردند. سطحی که فلز جوش روی آن رسوب می‌کند، باید صاف، یکنواخت و عاری از هرگونه پارگی، ترک، زائده و هرگونه ناپیوستگی که اثر سوء بر کیفیت یا مقاومت جوش می‌گذارد، باشد.

۷-۱۰-۳- پوشش‌های فلزی پاششی

۷-۱۰-۳-۱- روش انجام کار

پوشش‌های پاششی (اسپری) از فلز روی یا آلومینیوم باید مطابق استاندارد مربوط (نظیر استاندارد ISO 2063) به روی سطح استفاده گردند. ضخامت پوشش پاشیده شده باید مطابق مشخصات پروژه و با رعایت مشخصات فنی ارائه شده در نقشه‌های طراحی باشد.

۷-۱۰-۳-۲- ترمیم سطوح صدمه دیده

تمام ترمیم‌های صورت‌گرفته برای سطوح صدمه دیده باید براساس استاندارد کار اصلی انجام شود.

۷-۱۰-۳-۳- عایق‌کاری پیش از رنگ‌پاشی

درصورتی‌که پوشش فلزی پاشیده شده بخواهد دوباره رنگ آمیزی شود، باید قبل از پوشش مجدد، عملیات عایق‌کاری انجام شود.

۷-۱۰-۴- پوشش‌های گالوانیزه با غوطه‌وری گرم

۷-۱۰-۴-۱- روش انجام کار

گالوانیزه کردن باید مطابق استاندارد ISO 1461 صورت گیرد. درصورتی‌که در مشخصات پروژه روش دیگری تعیین شده باشد، کلیهٔ قطعات گالوانیزه شده باید مطابق روش PGI-1 از جدول ۷-۲۲ مورد بررسی قرار گیرند.

مشخصات پروژه باید نکات زیر را مشخص کند:

- قطعاتی که نیاز به بازرسی پس از گالوانیزه شدن نداشته باشند (PGI-0).
- قطعاتی که نیاز به مراحل تکمیلی PGI-2A داشته باشند.

- محل‌های مشخصی که نیاز به مراحل تکمیلی PGI-2B داشته باشند.

تمام نتایج بازرسی پس از گالوانیزه کردن باید ثبت شود. این اسناد با درخواست دستگاه نظارت باید در دسترس قرار گیرد.

جدول ۷-۲۲- بازرسی پس از گالوانیزه کردن

مرجع	بازرسی چشمی	آزمایش ذرات مغناطیسی
PGI-۰	موردنیاز نیست	موردنیاز نیست
PGI-۱	۱۰۰٪ سطوح با دقت ویژه در نواحی گوشه‌دار، اتصالات جوشکاری‌شده و مفاصل	موردنیاز نیست
PGI-۲A	قبلاً در حالت PGI-۱ مورد بازرسی قرار گرفته است	در ۱۰٪ اتصالات جوشی یا نقاط گرهی اتصالات جوشی
PGI-۲B	قبلاً در حالت PGI-۱ مورد بازرسی قرار گرفته است	در قسمت‌های مشخص
PGI-۳	قبلاً مورد بازرسی قرار گرفته است	تنها در پیرامون و محل منشأ مشکل (۱)
افراد	بازرسی و مشاهدات باید توسط فردی با تجربه و دارای صلاحیت حرفه‌ای صورت گیرد	انجام تست‌های غیر مخرب توسط بازرس ذی صلاح جوش

(۱) تست‌های میدانی اندازه‌گیری جریان گردابی (ادی) و جریان متناوب که می‌تواند در تشخیص کمک کند

در صورت مشاهدهٔ نشانه‌های ترک، آن قطعه و تمامی قطعات مشابه از نظر شکل که با مصالح و جزئیات جوشکاری یکسان ساخته شده‌اند، باید به‌عنوان قطعات غیرقابل‌تایید جدا شوند. باید یک گزارش تصویری از ترک تهیه شده و مراحل PGI-3 به منظور شناسایی گستردگی و منشأ ترک به دستگاه نظارت تحویل گردد. قطعات جدا شده، تنها در صورتی به منظور استفاده مجدد، قابل تعمیر هستند که مورد تائید دستگاه نظارت قرار گرفته باشند.

۷-۱۰-۴-۲- سوراخ‌های تهویه

پیمانکار سازه‌های فولادی باید با دستگاه نظارت در خصوص موقعیت پیشنهادی سوراخ‌های تهویه و زهکش‌ها در قطعات قوطی‌شکل و لوله‌های ذکرشده در استاندارد ISO 14713 و هرگونه الزامات جهت عایق‌کاری پس از آن هماهنگ باشد.

۷-۱۰-۵- پوشش‌های محافظتی با رنگ

۷-۱۰-۵-۱- روش انجام کار

پوشش‌های رنگ باید مطابق سیستم مشخص‌شده در مشخصات پروژه و با رعایت الزامات ارائه شده در مشخصات فنی و نقشه‌های طراحی انجام شوند.

۷-۱۰-۵-۲- آماده سازه سطوح پیش از رنگ‌کاری

کارهای فولادی باید قبل از انجام پوشش مطابق بخش ۷-۱۰-۲ آماده شوند.

۷-۱۰-۵-۳- مراحل و نکات اجرای رنگ‌آمیزی

الف- قبل از شروع عملیات رنگ‌آمیزی باید تمام سطوح را کاملاً تمیز، خشک و آماده نمود به‌طوری‌که برای رنگ‌آمیزی شرایط مناسبی داشته باشند.

ب- رنگ مصرفی باید کاملاً سطح موردنظر را پوشش داده و رنگ‌های آستر و رویه از یک کارخانه تهیه شوند. رنگ‌آمیزی سطوح بزرگ باید با اسپری بی‌هوا صورت گیرد. استفاده از سایر روش‌های رنگ‌آمیزی برای لکه‌گیری و سطوح محدود مجاز است.

پ- رنگ‌آمیزی با اسپری بی‌هوا باید در محیط مناسب و سربسته انجام شود.

ت- قطعاتی که تازه رنگ شده‌اند، تا زمان خشک‌شدن باید از گردوخاک محافظت شوند.

ث- رنگ‌آمیزی باید در شرایط آب و هوایی منطبق با مشخصات فنی کارخانه سازندهٔ رنگ صورت گیرد.

ج- پیمانکار موظف است عملیات رنگ‌آمیزی را حداکثر تا ۴۸ ساعت برای شرایط ملایم و ۲۴ ساعت برای سایر شرایط بعد از تمیزکاری سطوح انجام دهد.

چ- تمام نقاطی که رنگ آن‌ها قطع شده یا آسیب دیده و سطح فلز نمایان است، باید تمیزشده و مجدداً رنگ‌آمیزی شوند، به‌طوری‌که سطح کاملاً پوشیده شده و یکپارچگی رنگ با سطوح مجاور رنگ‌شده تأمین گردد.

ح- در تمام سطوحی که طبله‌کردن، وجود ترک و پوسته شدن رنگ و سایر علائم حاکی از این است که چسبندگی رنگ به سطح تأمین نشده، باید عملیات ترمیم انجام گیرد. بدین ترتیب که رنگ سطوح فوق به‌طور کامل برداشته شود و مجدداً عملیات مربوط به آماده نمودن سطوح و رنگ‌آمیزی صورت گیرد.

خ- سطوح تمام شده رنگ‌آمیزی باید دارای ظاهری یکنواخت، ماتی و شفافیت یکنواخت رنگ، عدم وجود موج، سایه و چروک و پخش نشدن پوسته رنگ، انطباق لایه اجرا شده با مشخصات، ایجاد پوشش کامل و بدون شره باشد.

د- رنگ‌آمیزی نباید در هوای سرد یا تاریک و یا زمانی که درصد رطوبت هوا زیاد است، انجام گیرد. در رطوبت بیش از ۸۰ درصد و در حالتی که اختلاف دمای محیط و نقطه شبنم کمتر از ۵ درجهٔ سلسیوس باشد، رنگ‌آمیزی ممنوع است.

ذ- به‌جز سطوح تماس، بقیه سطوحی که بعد از ساخت، قابل‌دسترس نخواهند بود، باید قبل از سرهم کردن قطعات، تمیز و رنگ‌آمیزی شوند، مگر آنکه این سطوح آب‌بند شده باشند.

ر- به‌طورکلی در اتصالات اتکایی، رنگ کردن سطوح تماس مجاز است. اما در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، رنگ‌آمیزی سطوح تماس مجاز نبوده و باید مقررات مربوط به رنگ‌آمیزی سطوح تماس اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی رعایت شود.

ز- سطوح صاف ماشین کاری شده، باید در مقابل خوردگی محافظت شوند. بدین منظور از یک لایه مصالح ضدزنگ که بتوان آن را قبل از نصب به آسانی برطرف کرد یا مصالح مخصوصی که احتیاج به برطرف کردن نداشته باشند، می‌توان استفاده کرد.

ژ- به‌جز حالت‌هایی که در مدارک طرح و محاسبه به‌عنوان شرایط خاص قید شده باشند، کلیه سطوحی که در فاصله ۵۰ میلی‌متری از محل جوش کارگاهی قرار می‌گیرند، باید از موادی که به جوشکاری صدمه می‌زند یا در حین جوشکاری گازهای سمی و مضر تولید می‌کند، کاملاً پاک شود. قبل از جوشکاری باید رنگ کارخانه‌ای از روی سطوحی که جوش انجام می‌گیرد، توسط برس سیمی کاملاً برطرف و پاک گردد.

س- سطوح آلومینیومی آماده‌سازی نشده یا سایر فلزات سبک و آهن گالوانیزه شده، سطوح مشکلی برای رنگ‌آمیزی هستند، زیرا چسبندگی لایه آستری به سطوح فوق بسیار کم است. در این شرایط ابتدا باید سطح را با یک حلال قوی کاملاً چربی زدایی کرد؛ سپس یک لایه واش‌پرایمر بر روی سطح اعمال نمود و آنگاه سیستم رنگ ارائه شده را بر روی آن اعمال کرد.

ش- حداکثر ضخامت هر لایه رنگ‌آمیزی باید با توجه به میزان تعیین شده توسط سازندهٔ رنگ انجام گیرد. چنانچه میزان تعیین شده در یک لایه رنگ نتواند ضخامت لازم را تأمین کند، رنگ‌آمیزی باید تا حصول حداقل ضخامت لازم تکمیل شود. کلیه قطعات فولادی باید طبق مشخصات جدول ۷-۲۳ رنگ شوند.

جدول ۷-۲۳- حداقل ضخامت رنگ‌آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف [۴]

شرایط محیطی	آماده‌سازی سطح فولاد	نوع و ضخامت رنگ		
		قطعه فولادی در داخل دیوار و نازک‌کاری	قطعه فولادی به صورت روباز لیکن درون محیط بسته	قطعه فولادی در معرض شرایط جوی
ملایم[۱]	Sa ۳	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی [۵]	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون لایهٔ میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی
سخت[۲]	Sa ۲,۵	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی MIO ۴۰ میکرون رویه پلی‌یورتان	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون آستر میانی اپوکسی MIO ۶۰ میکرون رویه پلی‌یورتان
بسیار سخت و ساحلی[۳]	Sa ۳	۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی MIO	۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی MIO ۶۰ میکرون رویه پلی‌یورتان	مانند ناحیه جزر و مدی که نیاز به مطالعه خاص دارد حداقل سه لایه اپوکسی با ضخامت کل ۴۰۰ میکرون

۱) شرایط ملایم، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط مساوی یا کمتر از ۵۰٪

۲) شرایط سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی بیش از ۵۰٪ و مساوی یا کمتر از ۸۰٪

۳) شرایط بسیار سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط بیش از ۸۰٪

۴) در صورت استفاده از سایر سیستم‌های رنگ‌آمیزی یا محافظت در مقابل خوردگی، مشخصات فنی مربوط باید توسط کارشناس ذی‌صلاح تهیه شود.

۵) در این حالت آماده‌سازی Sa ۱ یا St ۲ نیز موردقبول است.

۶) منظور از رطوبت نسبی متوسط، بیشترین مقدار رطوبت نسبی متوسط ماهانه است.

۷-۱۰-۵-۴- انبارداری رنگ

رنگ‌ها باید مطابق دستورالعمل سازنده انبارداری شوند. در صورت نبودن ضابطه‌ای برای نگهداری در دمای به‌خصوص، رنگ‌ها باید در مکانی با دمای محیط حداقل برابر ۱۸ و حداکثر ۳۵ درجه سلسیوس انبارداری شوند.

۷-۱۰-۵-۵- رنگ‌کاری جوش‌های کارگاهی و پیچ‌ها

نواحی جوش‌های کارگاهی و پیچ‌هایی که به‌طور مناسبی محافظت نشده‌اند باید با سیستم تائید شده‌ای توسط دستگاه نظارت، رنگ‌آمیزی شوند تا از مشخصات، عملکرد و سازگاری مشابه با سیستم محافظتی استفاده شده در سطوح اطراف اطمینان حاصل شود. تمام وسایل اتصال و پیچ‌هایی که با روش محافظتی مشابه با روش محافظتی کارهای فولادی تهیه شده باشند، نیازی به رنگ کردن ندارند.

۷-۱۰-۵-۶- بازرسی پوشش‌های انجام‌شده در کارگاه

درصورتی‌که در مشخصات پروژه، مجوز یا الزام به پوشش ذکر شده باشد، غیر از قطعاتی که باید براساس بخش ۷-۱۰-۵-۳ در کارگاه پوشش داده شوند، بازرسی کارگاه باید به برنامه کنترل کیفیت پروژه اضافه گردد. برنامهٔ بازرسی باید شامل مراحل کنترل کیفیت مصالح مورداستفاده، ضخامت پوشش‌های اعمال‌شده و فرآیند استفاده و کاربری، مطابق توصیهٔ تولیدکنندهٔ محصول باشد.

۷-۱۰-۶- پوشش‌های سطوح مدفون‌شده در بتن

رنگ‌آمیزی و ماسه‌پاشی سطوح فولادی سازه‌ای که قرار است در بتن مدفون شوند اجباری نیست، مگر آنکه در مشخصات پروژه به‌عنوان الزام ذکر شده باشد.

۷-۱۱- سلامت، ایمنی و محیط زیست

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل دوم (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) مراحل اجرایی مرتبط با اجرای سازه‌های فولادی لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با این فصل پرداخته می‌شود.

۷-۱۱-۱- تخلیه آهن‌آلات از تریلر، کامیون و کامیونت باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل و مطابق ضوابط بند ۲-۷-۶ انجام شود. همچنین انبارش آهن آلات باید مطابق بند ۲-۲-۵ -۲۱ و ۲۲ انجام پذیرد.

۷-۱۱-۲- بالاکشیدن اجسام سنگین و حجیم از جمله تیرآهن و قطعات فولادی به‌صورت دستی با طناب، کابل و نظایر آن مجاز نیست و باید از جرثقیل و یا سایر بالابرهای مکانیکی مناسب استفاده شود. همچنین استفاده از زنجیر برای بستن تیرآهن و سایر اجزای فولادی مجاز نیست. ایمنی وسایل بالابر و سایر ادوات و تجهیزاتی که در برپایی و نصب اجزای سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق با مفاد بند ۲-۸ تامین شود.

۷-۱۱-۳- قبل از شروع عملیات تخلیه و بارگیری، نصب و برپایی اسکلت فولادی و جابه‌جایی اجزای فولادی به‌ویژه قطعات حجیم و طویل، باید وضعیت حریم خطوط هوایی و پست‌های برق موجود در مجاورت محدوده عملیات و استقرار ماشین آلات حمل و بالابرها مورد بررسی قرار گرفته و اقدامات مقتضی مطابق بند ۷-۱۱-۲ به‌عمل آورده شود.

۷-۱۱-۴- هنگام تخلیه آهن آلات (تیرها، ستون‌ها، ورق‌ها ، پروفیل‌ها و ...) و هنگام عملیات برپایی و نصب اسکلت فولادی، باید منطقه عملیاتی با نوارکشی یا نرده‌گذاری و نصب علائم تصویری و نوری مطابق بند ۲-۱۱ محصور شود تا از ورود افراد غیرمجاز به داخل محوطه مذکور جلوگیری به‌عمل آید. همچنین برای هدایت عابران و وسایل نقلیه، باید به تناسب وضعیت ترافیکی محل ، فرد یا افراد علامت‌دهنده حضور داشته باشند.

۷-۱۱-۵- انتخاب محل استقرار ماشین آلات مورد نیاز عملیات تخلیه، برپایی و نصب اجزای اسکلت فولادی در معابر باید با رعایت ضوابط بند ۲-۲-۷-۱ انجام شود.

۷-۱۱-۶- هنگام انجام عملیات باربرداری با جرثقیل‌های متحرک، باید به بیرون‌زدگی کابین متصدی هنگام چرخش توجه شود و باید حداقل فاصله ایمن برای عدم برخورد با سایر وسایل نقلیه به‌ویژه هنگام کار کردن در معابر عمومی، رعایت شود.

۷-۱۱-۷- قبل از شروع کار نصب و برپایی اسکلت فولادی، باید نسبت به پیش بینی اوضاع جوی و اخذ استعلام‌های لازم از مراجع دارای صلاحیت برای دریافت اطلاعات وضعیت آب و هوا در روزهای انجام عملیات ، اقدام شود. در شرایط نامساعد جوی از قبیل باد ، طوفان و بارندگی و یا در صورت ناکافی بودن روشنایی و محدود بودن میدان دید، باید از ادامه کار بر روی اسکلت فولادی جلوگیری به‌عمل آید. همچنین تیر و سایر قطعات فولادی نباید در هنگام نصب، آغشته به برف، یخ و یا سایر مواد لغزنده باشند.

۷-۱۱-۸- ضروری است تمام اقدامات و ارزیابی‌های لازم در زمینه احتمال سقوط بار حین بالاکشیدن تیرها و ستون‌ها در اثر خطای انسانی متصدی جرثقیل یا پاره شدن و بازشدن ابزارهای بستن بار بر روی بناها و تاسیسات واقع در محدوده عملیات به‌عمل آورده شود و پیش‌بینی‌های لازم برای رخداد شرایط اضطراری و اقدامات حفاظتی قبل و حین عملیات تدبیر شود.

۷-۱۱-۹- قبل از بالا کشیدن تیرآهن‌ها و سایر قطعات فولادی، اشیا و قطعات واقع بر روی اسکلت که در معرض سقوط قرار دارند باید برداشته شوند. همچنین باید پیش بینی‌های لازم برای جلوگیری از سقوط آچارهای سفت کردن پیچ‌ها و سایر ابزارهای دستی تیم اجرایی نصب اسکلت مطابق بند ۲-۲-۳ به‌عمل آورده شود.

۷-۱۱-۱۰- قطعات فولادی مرکب که در ارتفاع بالایی نصب می‌شوند، باید برای کاهش ریسک ، تا حد امکان روی زمین مونتاژ و متصل گردند. در غیر این صورت با توجه به ضوابط و زیر نظر شخص دارای صلاحیت، باید ابتدا در محل کارخانه یا پای‌کار ، پیش‌نصب شوند.

۷-۱۱-۱۱- در عملیات ساخت ، برپا نمودن و نصب اجزای فولادی سازه باید عوامل اجرایی مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۱۰ باشند و از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی از قبیل کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک و سپر حفاظتی در برابر اشعه و دستکش حفاظتی با رعایت مفاد بند ۲-۱۰ به تناسب عملیات استفاده کنند.

۷-۱۱-۱۲- هنگام بالا بردن تیرآهن و سایر اجزای اسکلت فلزی به‌وسیله جرثقیل، باید برای جلوگیری از نوسان شدید آن‌ها و بروز حادثه ، به‌وسیله چند رشته طناب هدایت‌بار[۱] و به‌طور دستی حرکت آن‌ها را کنترل نمود. لذا در قسمت‌هایی از قطعات و اجزای تشکیل‌دهنده اسکلت‌های فولادی باید نقاط اتصال مناسبی برای قلاب طناب نجات (در تجهیزات حفاظت سقوط) و طناب‌های هدایت بار پیش‌بینی شود.

۷-۱۱-۱۳- در موقع نصب ستون‌ها ، برای جلوگیری از سقوط آن‌ها، باید این ستون‌ها به وسیله تیرهای واسط با سایر ستون‌ها مهار شوند. چنانچه اتصال ستون‌ها به وسیله تیرهای واسط امکان‌پذیر نباشد، باید با نظر شخص دارای صلاحیت، موقتاً با مهارهای جانبی پایدار گردند. در هر حال هیچ ستونی نباید قبل از ایجاد اتصال با ستون‌های مجاور و تأمین پایداری آن، رها شود.

۷-۱۱-۱۴- در موقع نصب و برپایی اجزای فولادی سازه از قبیل ستون‌ها، تیرها یا خرپاها، باید قبل از جدا کردن نگهدارنده‌ها و رها کردن آن‌ها، حداقل‌های تعیین شده در نقشه‌های نصب برای جوشکاری و یا بستن پیچ‌ها و مهره‌ها انجام گرفته باشد. همچنین قبل از نصب هر عضو سازه بر روی سازه دیگر، عضو زیرین سازه باید ۱۰۰ درصد پیچ و مهره یا جوشکاری شده باشد. تیرها و ستون‌ها باید بلافاصله پس از نصب و جوشکاری و یا پیچ و مهره شدن، از نظر اطمینان به انجام صحیح و ایمن کار، مورد بازدید قرار گیرند.

۷-۱۱-۱۵- سوار شدن افراد تیم اجرایی روی قلاب جرثقیل یا بار در حال حمل و هنگام جابه‌جایی تیر و ستون‌ها در عملیات نصب و برپایی ، ممنوع است.

۷-۱۱-۱۶- جایگاه‌های کار ایمن به‌ویژه وسایل دسترسی ایمن باید مطابق بند ۲-۵ برای کارگران شاغل در عملیات نصب اسکلت فولادی و سایر فعالیت‌های مرتبط تامین شود. جوشکاری الکتریکی اسکلت فلزی به‌وسیله داربست‌های آویزان(معلق) که با کابل نگهداری می‌شوند ، مجاز نیست.

۷-۱۱-۱۷- هنگام کار با ابزارهای دستی و قدرتی در فعالیت‌هایی مانند سوراخکاری، برقو زدن، برشکاری، پخزنی و بستن پیچ و مهره‌ها ... باید ضوابط بند ۲-۷-۸ رعایت شود.

۷-۱۱-۱۸- کارگران شاغل در فعالیت‌های سوراخکاری ، برقو زدن ، برشکاری ، فرزکاری و پخزنی باید از عینک ایمنی و سپرمحافظ صورت مطابق بند ۲-۱۰-۳ استفاده نمایند.

۷-۱۱-۱۹- در صورت استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری برای ساخت، برپایی و نصب اجزای فولادی سازه و در صورت استفاده از روش پرتونگاری برای انجام آزمون غیرمخرب جوش ، باید مفاد بند ۲-۳ کاملاً رعایت شود.

۷-۱۱-۲۰- کارگرانی که سطح قطعات فولادی را با مواد شیمیایی و یا با روش ماسه‌پاشی یا برس سیمی تمیز می‌کنند و کارگرانی که پاشش رنگ بر روی قطعات فلزی را انجام می‌دهند ، باید از ماسک‌های تنفسی مطابق بند ۲-۱۰-۹ و عینک ایمنی و سپرمحافظ صورت مطابق ۲-۱۰-۳ و سربند حفاظتی و لباس کار با پوشش کامل بدن استفاده نمایند.

---

۱ -Tagline

۷-۱۱-۲۱- هنگام اجرای پوشش‌های حفاظتی و استفاده از رنگ و مواد شیمیایی و مشتقات نفتی لازم است تدابیر ضد حریق مطابق بندهای ۲-۴-۲ و۳ به‌عمل آورده شود.

۷-۱۱-۲۲- کارگرانی که عملیات نصب اسکلت فلزی را انجام می‌دهند باید از کفش‌های ایمنی با کف ضدلغزش استفاده کنند. همچنین قبل از شروع کار باید بررسی شود که مواد لغزنده مانند روغن و گازوئیل در مسیر تردد کارگران نصاب اسکلت بر روی زمین نریخته باشد.

۷-۱۱-۲۳- هنگام عملیات جوشکاری رعایت الزامات بند ۲-۳ الزامی است.

Building General Technical Specification Volume IV
Demolation-Geotechnins

[IR-Code 55-4]

Authors & Contributors Committee:

Abazar	Asghari (Steel and Implementation of Steel Structures section Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Fanaie	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Shahrokh	Shoabi	Consulting Engineers	Ph.D. of Civil Eng.
Farzan	Hadadshargh	Azad University	Ph.D. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.

Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- **Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures**
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the fourth volume) consists of the seventh chapter (Steel and Implementation of Steel Structures).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification

Volume IV

Demolation-Geotechnins

IR-Code 55-4
Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد چهارم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به فولاد و اجرای سازه‌های فولادی در هنگام ساخت ساختمان می پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
بازنگری سوم

جلد پنجم
عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمان
ضابطه شماره ۵-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیر بنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی ویرایش سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با ویرایش دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد پنجم) مشتمل بر فصول هشتم (عملیات بنایی) و فصل نهم (نمای ساختمان) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال نمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران درتهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵
جلد پنجم- عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمان

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
فرهنگ	فرحبد (رئیس کارگروه)	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل هشتم
حمیدرضا	فرش‌چی	پژوهشگاه بین المللی زلزله	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل هشتم
علیرضا	نمدمالیان	شرکت لیکا ایران	کارشناس ارشد زمین شناسی	فصل هشتم
مجید	محمدی قاضی محله	پژوهشگاه زلزله	دکترای مهندسی عمران	فصل هشتم
لیلی	ارشاد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل هشتم
کمال الدین	یمانی	مهندسین مشاور شارستان	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل هشتم
مریم	خرمی آذر	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل هشتم
نادر	خواجه احمد عطاری (رئیس کارگروه)	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل نهم
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی	فصل نهم
فیاض	رحیم زاده	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای مهندسی عمران	فصل نهم
وحید	کیانی	نظام مهندسی استان البرز	کارشناس ارشد مهندسی معماری	فصل نهم
علی	ضیائی	شرکت کاله سرامیک ایران	کارشناس مهندسی صنایع	فصل نهم
بهروز	سلامتی	شرکت ارمین سرام پارس	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل نهم
شاهرخ	سبک دست	شرکت مهندسی توسعه صنایع نوین (توصان)	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل نهم
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندسی عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندسی عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندسی عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندسی عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندسی عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی

آقای مهندس علیرضا احسانی

آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی

آقای مهندس حسن تابش

آقای مهندس احمد جاودان

آقای مهندس احمد خراسانچیان

آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری

آقای مهندس سیدعلی طاهری

آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ

آقای دکتر مهدی قالیبافیان

آقای مهندس مصطفی کتیرایی

آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند

آقای مهندس جواد مجلسی

آقای مهندس قباد میزانی

خانم مهندس منیر وزیرنیا

آقای مهندس سید اکبر هاشمی

آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی
تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل هشتم- عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب ۱

۸-۱- عملیات بنایی ۳

۸-۱-۱- کلیات ۳

۸-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳

۸-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۶

۸-۱-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی ۸

۸-۱-۲-۱- ملات ۸

۸-۱-۲-۱-۱- روش اختلاط و اجرای ملات‌ها ۸

۸-۱-۲-۱-۲- مصالح تشکیل‌دهنده ملات ۹

۸-۱-۲-۱-۳- ساخت ملاتها ۱۰

۸-۱-۲-۱-۴- ویژگی‌ها و حدود قابل‌قبول ملات‌های مورد استفاده ۱۱

۸-۱-۲-۱-۵- حمل، انتقال و انبار کردن ملات و مواد اولیه آن ۱۱

۸-۱-۲-۱-۶- مشخصات و استانداردهای منطبق ۱۱

۸-۱-۲-۲- آجر ۱۱

۸-۱-۲-۲-۱- انواع مصالح آجر، ویژگی‌ها و استانداردها ۱۱

۸-۱-۲-۲-۲- عملیات اجرایی با آجر ۱۴

۸-۱-۲-۳- بلوک سیمانی ۲۴

۸-۱-۲-۳-۱- انواع مصالح بلوک، ویژگی‌ها و استانداردها ۲۴

۸-۱-۲-۳-۲- عملیات اجرایی ۲۴

۸-۱-۲-۴- سنگ ۲۶

۸-۱-۲-۴-۱- انواع مصالح سنگی، ویژگی‌ها و استانداردها ۲۶

۸-۱-۲-۴-۲- عملیات اجرایی ۲۷

۸-۱-۳- عملیات بنایی سقف ۲۸

۸-۱-۳-۱- سقف طاق ضربی ۲۸

۸-۲- جداکننده‌ها ۳۱

۸-۲-۱- دیوارهای آجری و بلوکی ۳۱

۸-۲-۱-۱- دیوار بنایی با آجرهای رسی ۳۲

۸-۲-۱-۱-۱- ضوابط اجرایی ۳۲

۸-۲-۱-۱-۲- دیوار دو جداره ۳۲

۸-۲-۱-۱-۳- دیوار محوطه ۳۳

۸-۲-۱-۱-۴- جزییات اجرایی دیوارهای داخلی و خارجی ۳۴

۸-۲-۱-۱-۴-۱- وادارها ۳۶

۸-۲-۱-۱-۴-۲- اتصال به وادارها ۳۷

۸-۲-۱-۱-۴-۳- اتصال وادار به قاب سازه‌ای ۳۷

۸-۲-۱-۱-۴-۴- تیرکها (دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر) ۳۸

۸-۲-۱-۱-۴-۵- روش‌های اتصال دیوار به اعضای قائم سازه‌ای ۴۰

۸-۲-۱-۱-۵- حمل و نقل و نگهداری مصالح مصرفی ۵۳

۸-۲-۱-۲- دیوار بنایی با بلوک سفالی ۵۴

۸-۲-۱-۲-۱- الزامات کلی ۵۴

۸-۲-۱-۲-۲- ویژگی‌ها ۵۴
۸-۲-۱-۳- دیوار بنایی با بلوک‌های سیمانی ۵۴
۸-۲-۲-۳-۱- جزییات اجرایی ۵۵
۸-۲-۱-۳-۲- انبار کردن، بسته بندی و حمل ۵۵
۸-۲-۱-۴- دیوار بنایی با بلوک سیمانی سبک دانه ۵۶
۸-۲-۱-۴-۱- الزامات کلی ۵۶
۸-۲-۱-۴-۲- مشخصات فنی و ویژگی ۵۶
۸-۲-۱-۴-۳- نصب و اجرا ۵۷
۸-۲-۱-۴-۴- حمل و نقل و نگهداری بلوک سیمانی سبک ۵۹
۸-۲-۱-۵- دیوار بنایی با بلوک‌های گچی ۶۰
۸-۲-۱-۵-۱- الزامات کلی ۶۰
۸-۲-۱-۵-۲- مشخصات و ویژگی‌ها ۶۰
۸-۲-۱-۵-۳- نصب و اجرا ۶۲
۸-۲-۱-۵-۴- حمل و نقل و نگه‌داری ۶۴
۸-۲-۱-۶- دیوار بنایی با بلوک‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC) ۶۴
۸-۲-۱-۶-۱- الزامات کلی ۶۴
۸-۲-۱-۶-۲- ویژگی‌های بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده ۶۴
۸-۲-۲-۶-۳- ضوابط اجرایی ۶۵
۸-۲-۲-۶-۴- حمل، انتقال و انبارش مصالح ۶۷
۸-۲-۲- دیوارهای صفحه‌ای و پانلی ۶۸
۸-۲-۲-۱- دیوار با پانل‌های نیمه پیش‌ساخته سه بعدی ۶۸
۸-۲-۲-۱-۱- مشخصات فنی و ویژگی‌ها ۶۸
۸-۲-۲-۱-۲- ضوابط اجرایی و الزامات ۷۰
۸-۲-۲-۱-۳- حمل و نقل و نگه‌داری ۷۴
۸-۲-۲-۲- دیوارهای خشک ۷۵
۸-۲-۲-۲-۱- مشخصات فنی و ویژگی‌ها ۷۷
۸-۲-۲-۲-۲- جزییات اجرایی و الزامات ۷۷
۸-۲-۲-۲-۳- حمل و نقل و نگهداری ۷۹
۸-۲-۲-۳- دیوار با پانل‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC) ۸۰
۸-۲-۲-۳-۱- تعاریف ۸۰
۸-۲-۲-۳-۲- مشخصات فنی و ویژگی ها ۸۰
۸-۲-۲-۳-۳- ضوابط اجرایی لرزه‌ای ۸۰
۸-۲-۲-۳-۴- حمل و نقل و نگهداری ۸۲
۸-۳- سقف‌های کاذب ۸۳
۸-۳-۱- الزامات کلی ۸۳
۸-۳-۲- مشخصات انواع سقف‌های کاذب ۸۳
۸-۳-۲-۱- سقف کاذب رابیتس ۸۳
۸-۳-۲-۲- سقف کاذب لمبه چوبی ۸۳
۸-۳-۲-۳- سقف کاذب با قطعات پیشساخته گچی ۸۵
۸-۳-۲-۴- سقف کاذب آلومینیومی ۸۷
۸-۳-۲-۴-۱- سقف کاذب با ورق‌های کامپوزیت روکش‌دار ۸۷

۸-۳-۲-۴-۲- تایل آلومینیومی نمایان ۸۸
۸-۳-۲-۴-۳- سقف کاذب لوکسالون ۹۱
۸-۳-۲-۴-۴- سقف کاذب دامپا ۹۲
۸-۳-۲-۴-۵- سقف کاذب لوور آلومینیومی ۹۲
۸-۳-۲-۴-۶- سقف کاذب گریلیوم پره‌ای ۹۳
۸-۳-۲-۴-۷- سقف کاذب گریلیوم مشبک ۹۴
۸-۳-۲-۵- سقف کاذب مشتمل بر صفحات روکش دار گچی ۹۴
۸-۳-۲-۶- سقف کاذب PVC ۹۶
۸-۳-۲-۷- سقف کاذب کشسان ۹۸
۸-۳-۳- ملاحظات ویژهٔ اجرایی سقفهای کاذب ۹۹
۸-۳-۴- ملاحظات ویژه لرزه‌ای برای سقف‌های کاذب ۹۹
۸-۴- کف های کاذب ۱۰۳
۸-۴-۱- کاربرد در فضای خارج ۱۰۳
۸-۴-۱-۱- اجزای تشکیل دهنده ۱۰۳
۸-۴-۲- کاربرد در فضای داخل ۱۰۳
۸-۴-۲-۱- اجزای تشکیل دهنده ۱۰۳
۸-۴-۳- کف‌های کاذب آلومینیومی ۱۰۴
۸-۴-۴- کف‌های کاذب فولادی ۱۰۴
۸-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۱۰۶

فصل نهم- نمای ساختمانی ۱۰۸
۹-۱- کلیات ۱۱۰
۹-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۱۱۰
۹-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۱۱۰
۹-۲- ضوابط اجرایی ۱۱۱
۹-۲-۱- الزامات اجرایی نمای خارجی ۱۱۱
۹-۲-۱-۱- الزامات کلی ۱۱۱
۹-۲-۱-۱-۱- نماهای پانلی ۱۱۲
۹-۲-۱-۱-۲- سیستم نمای پرده‌ای ۱۱۲
۹-۲-۱-۲- حفاظت در مقابل عوامل جوی ۱۱۳
۹-۲-۱-۳- تمهیدات سازه‌ای ۱۱۳
۹-۲-۱-۴- حفاظت از آتش سوزی ۱۱۴
۹-۲-۱-۵- مقاومت در برابر سیل ۱۱۴
۹-۲-۱-۶- نماهای ترکیبی ۱۱۴
۹-۲-۲- الزامات اجرای نمای سنگی ۱۱۵
۹-۲-۲-۱- انواع اجرا و مهار نمای سنگی ۱۱۵
۹-۲-۲-۲- اجرای نمای سنگی چسبانده شده ۱۱۵
۹-۲-۲-۲-۱- انواع مهار در نمای سنگی چسبانده شده ۱۱۶
۹-۲-۲-۳- نمای سنگی مهار شده ۱۱۷
۹-۲-۲-۳-۱- حداقل ضخامت سنگ مهار شده ۱۱۷
۹-۲-۲-۳-۲- انواع مهار در نمای سنگی مهار شده ۱۱۸

۹-۲-۷-۴- اجرای نمای پرده‌ای سنگی ۱۱۸
۹-۲-۹-۵- درزهای بین قطعات یا پانل‌های سنگی ۱۱۹
۹-۲-۹-۶- نحوه اجرای نمای سنگی چسبانده شده بر روی ستون‌ها ۱۱۹
۹-۲-۹-۷- نمای پرده‌ای سنگی پیش‌ساخته ۱۱۹
۹-۲-۹-۸- رواداری‌ها ۱۲۰
۹-۲-۹-۳- الزامات اجرای نمای آجری ۱۲۰
۹-۲-۹-۳-۱- انواع نمای آجری ۱۲۰
۹-۲-۹-۳-۲- الزامات کلی نمای آجری ۱۲۰
۹-۲-۹-۳-۳- نماهای مهار شده ۱۲۱
۹-۲-۹-۳-۴- نماهای چسبانده شده ۱۲۱
۹-۲-۹-۴- الزامات اجرای نماهای سیمانی ۱۲۱
۹-۲-۹-۴-۱- مشخصات نماهای سیمانی ۱۲۱
۹-۲-۹-۴-۲- اجرای نمای سیمانی ۱۲۲
۹-۲-۹-۵- الزامات اجرای نمای سرامیک ۱۲۲
۹-۲-۹-۵-۱- نصب خشک سرامیک ۱۲۳
۹-۲-۹-۵-۲- نصب سرامیک تراکوتا ۱۲۳
۹-۲-۹-۵-۳- نصب خشک سرامیک پرسلانی ۱۲۳
۹-۲-۹-۶- الزامات اجرای نماهای شیشه‌ای ۱۲۳
۹-۲-۹-۶-۱- الزامات عملکردی نماهای شیشه‌ای ۱۲۳
۹-۲-۹-۶-۲- انواع سیستم‌های نمای شیشه‌ای ۱۲۴
۹-۲-۹-۶-۳- دیوارهای پرده‌ای نصب شده از داخل و نصب شده از خارج ساختمان ۱۲۵
۹-۲-۹-۶-۴- نماهای شیشه‌ای نامتعارف ۱۲۵
۹-۲-۹-۶-۵- دیوارهای شیشه‌ای دو پوسته ۱۲۵
۹-۲-۹-۶-۶- عملکرد سازه‌ای دیوارهای شیشه‌ای ۱۲۶
۹-۲-۹-۷- الزامات اجرای نمای بتنی پیش ساخته ۱۲۶
۹-۲-۹-۷-۱- مقاومت بتن ۱۲۶
۹-۲-۹-۷-۲- ضخامت پانل ۱۲۶
۹-۲-۹-۷-۳- اتصال پانل‌های بتنی پیش ساخته به سازه ۱۲۶
۹-۲-۹-۷-۴- نمای ظاهری پانل‌های پیش‌ساخته ۱۲۷
۹-۲-۹-۸- الزامات اجرای نمای کامپوزیت ۱۲۷
۹-۲-۹-۸-۱- مواد و مصالح ۱۲۷
۹-۲-۹-۸-۲- رواداری‌ها و مشخصات ۱۲۷
۹-۲-۹-۸-۳- انواع سیستم‌های نصب پانل‌های کامپوزیت آلومینیوم ۱۲۷
۹-۲-۹-۹- الزامات اجرای نماهای خاص ۱۲۸
۹-۲-۹-۹-۱- نمای سنگی مصنوعی ۱۲۸
۹-۲-۹-۹-۲- نمای سیستم‌های عایق حرارتی خارجی ۱۲۸
۹-۲-۹-۹-۳- نمای بتن مسلح به الیاف کوتاه شیشه ۱۲۸
۹-۲-۹-۹-۴- نمای بتنی مسلح شده با شبکه الیاف TRC ۱۲۹
۹-۲-۹-۹-۵- نمای تخته‌سیمانی و تخته‌سیمان الیافی ۱۲۹
۹-۲-۹-۹-۶- الزامات اجرایی صفحات سیمان الیافی ۱۳۰
۹-۳- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۱۳۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۸-۱ دیوار بنایی مسلح با آجر و بلوک‌های سیمانی ۴
شکل ۸-۲ نمونه‌های مختلف از اجرای دیوار آجری مسلح ۴
شکل ۸-۳ نمونه‌های مختلف از اجرای دیوار بلوک سیمانی مسلح ۵
شکل ۸-۴ نمونه‌ای از اجرای دیوار بنایی آجری یا بلوک سیمانی به همراه کلاف‌های بتن مسلح ۵
شکل ۸-۵- احداث شالوده روی زمین‌های شیب‌دار ۱۴
شکل ۸-۶- موقعیت کرسی‌چینی در اجزای ساختمان ۱۵
شکل ۸-۷- اتصال هشت‌گیر (لابند یا کنگره‌ای) و لاریز ۱۷
شکل ۸-۸- آرماتورهای جایگزین هشت‌گیر (وجه راست شکل) و فاصله بین واحدهای بنایی هشت‌گیر (وجه چپ شکل) ۱۷
شکل ۸-۹- جزییات اتصال کلاف بازشوی قائم به کلاف افقی ساختمان ۱۸
شکل ۸-۱۰- جزییات اتصال میلگردهای کلاف بازشوی قائم به کلاف افقی زیر دیوار و پی ۱۸
شکل ۸-۱۱- جزییات شبکه میلگرد کلاف بتنی ۱۸
شکل ۸-۱۲- جزییات کلاف فولادی بازشو مورد استفاده در نعل درگاه ۱۹
شکل ۸-۱۳- پلان عبور میل‌گرد طولی از دیوارهای عمود بر هم ۲۰
شکل ۸-۱۴- ضوابط مهار میلگردها در محل تقاطع دیوار بنایی مسلح ۲۰
شکل ۸-۱۵- نمونه‌هایی از اجرای تیرهای بنایی مسلح (مقاطع) ۲۱
شکل ۸-۱۶- نمونه ای از اجرای ستون بنایی مسلح (مقاطع) ۲۱
شکل ۸-۱۷- جزییات اجرای المان مرزی در دیوار آجری مسلح (مقطع) ۲۱
شکل ۸-۱۸- اجرای روکار مجاری دودکش و هواکش (مقطع) ۲۲
شکل ۸-۱۹- حداقل طول تکیه گاه نعل درگاه ۲۳
شکل ۸-۲۰- نمونه‌هایی از اجرای نعل درگاه با تیر بنایی مسلح ۲۳
شکل ۸-۲۱- نمونه‌هایی از اجرای نعل درگاه با تیر بتن‌آرمه و فولادی ۲۳
شکل ۸-۲۲- نمای بلوک‌چینی دیوار بلوکی محصورشده با کلاف در ارتفاع ۲۵
شکل ۸-۲۳- نمونه ای از اجرای تیر بنایی مسلح ۲۵
شکل ۸-۲۴- نمونه هایی از اجرای ستون بلوک سیمانی مسلح ۲۶
شکل ۸-۲۵- عملکرد دیوار با توجه به شکل ظاهری سنگ ۲۸
شکل ۸-۲۶- جزئیات اجرای سقف طاق ضربی (تیرریزی اصلی و فرعی و مهاربندی) ۲۹
شکل ۸-۲۷- فواصل حداکثر تیرهای اصلی سقف طاق ضربی و خیز حداقل طاق آجری ۳۰
شکل ۸-۲۸- مهاربندی سقف طاق ضربی با تسمه فولادی و جزئیات اتصال آن‌ها به تیرها ۳۰
شکل ۸-۲۹- اجرای دیوار محوطه به همراه کلاف بتن آرمه و ایجاد درز انقطاع در طول‌های کم‌تر از ۲۰ متر ۳۳
شکل ۸-۳۰- جزییات مهار دیوار محوطه در زمین برای جلو گیری از واژگونی آن با استفاده از پی بتن آرمه تک و کلاف‌ها ۳۳
شکل ۸-۳۱- دیوار خارجی بلوکی (سفال، آجر بلوک سیمانی سبک و...) دارای ملات سیمانی مسلح شده به میلگرد بستر ۳۴
شکل ۸-۳۲- میلگرد بستر خرپایی یا نرده‌بانی ۳۵
شکل ۸-۳۳- بست‌های فلزی منقطع در دیوارهای بلوکی ساخته شده از ملات بستر نازک ۳۶
شکل ۸-۳۴- اجرای عایق پشم سنگ و مش الیاف یا رابیتس بر روی وادار ۳۶
شکل ۸-۳۵- میلگرد بستر در فاصله بین وادارها و اتصال آن به وادار ۳۷
شکل ۸-۳۶- اتصال وادار به سقف ۳۸
شکل ۸-۳۷- دیوارهای بلوکی با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر دارای تیرک و وادار ۳۹
شکل ۸-۳۸- جزییات اجرایی اتصال تیرک و وادار در دیوار با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر ۳۹
شکل ۸-۳۹- مهار دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از نبشی یا ناودانی ۴۰
شکل ۸-۴۰- روش‌های مهار دیوار به ستون جهت مقابه با نیروی خارج از صفحه ۴۱

شکل ۸-۴۱- جزییات اجرایی در محل تلاقی دیوار با سقف ۴۳
شکل ۸-۴۲- مهار دیوار به صورت یک طرفه با استفاده از قطعه مسلح کننده در بالاترین ردیف بلوک مصالح بنایی ۴۴
شکل ۸-۴۳- اجرای ناودانی سرتاسری در مجاورت تیر و ستون در دیوارهای بیمارستانی ۴۵
شکل ۸-۴۴- جزییات اتصال ناودانی سرتاسری به تیر و ستون ۴۶
شکل ۸-۴۵- مسلح کردن دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف شیشه ۴۷
شکل ۸-۴۶- اجرای دیوارهای متقاطع و نحوه اجرای وادار در محل اتصال دو دیوار ۴۸
شکل ۸-۴۷- اجرای دیوار متقاطع با استفاده از بست انعطاف پذیر ۴۹
شکل ۸-۴۸- نحوه اجرا و تسلیح دیوارهای متقاطع با استفاده از مش الیاف ۵۰
شکل ۸-۴۹- نحوه اجرای فریم و نعل درگاه در اطراف بازشو ۵۰
شکل ۸-۵۰- نحوه اجرای وادار در دو طرف بازشو های بزرگتر از ۲/۵ متر ۵۱
شکل ۸-۵۱- تسلیح دیوار در مجاورت بازشو با استفاده مش الیاف – وجه خارجی دیوار ۵۲
شکل ۸-۵۲- تسلیح دیوار در مجاورت بازشو با استفاده مش الیاف – وجه داخلی دیوار ۵۲
شکل ۸-۵۳- جزییات نحوه قرارگرفتن صفحات انتظار جهت اتصال مهار دیوار در تیر و ستون بتنی ۵۳
شکل ۸-۵۴- استفاده از مدول پایه در بلوک چینی ۵۵
شکل۸ -۵۵- جزئیات اجرای دیوار با بلوک های گچی ۶۲
شکل ۸-۵۶- نحوۀ اتصال دیوار گچی با سازه ۶۳
شکل ۸-۵۷- تقویت با شبکه الیاف ۶۳
شکل ۸-۵۸- نحوه مهار دیوار پانلی در قسمت فوقانی ۷۱
شکل ۸-۵۹– مهار خارج از صفحه قسمت فوقانی و تحتانی دیوار توسط نبشی یا ناودانی ۷۱
شکل ۸- ۶۰- اجرای پشت بند ۷۲
شکل ۸-۶۱- جزییات اتصال و نحوه مهار جانبی دیوار غیرسازهای سه بعدی به کف ۷۳
شکل ۸-۶۲- جزییات اتصال، نحوه مهار جانبی و درز جدایی دیوار غیرسازهای سه بعدی به سقف سازه فلزی یا بتنی ۷۳
شکل ۸-۶۳- جزییات اتصال، نحوه مهار جانبی و درز جدایی دیوار غیرسازهای از ستون فلزی یا بتنی ۷۴
شکل ۸-۶۴-روش اجرای متداول دیوار خشک ۷۶
شکل ۸-۶۵- روش اجرای دیوار خشک متشکل از پانل های پیش ساخته ۷۶
شکل ۸-۶۶- انواع استادهای مورد استفاده ۷۸
شکل ۸-۶۷- جزئیات نصب دیوار ۷۹
شکل ۸- ۶۸- نمونه هایی از اجرای دیوار پانلی مسلح کاملا پیش ساخته به عنوان دیوار خارجی سازه به عنوان نمونه در یک سوله ۸۱
شکل ۸-۶۹– جزییات مربوط به زیرسازی فولادی و اجرای سقف کاذب با رابیتس ۸۴
شکل ۸-۷۰- زیرسازی با چهارتراش‌های چوبی به فواصل حداکثر ۶۰۰ میلی‌متر که توسط پیچ به پروفیل‌های فولادی سقف سازه متصل شده است ... ۸۴
شکل ۸-۷۱– نمونه‌ای از اجرای سقف کاذب با لمبه‌های چوبی و رنگ‌های مختلف که توسط میخ فولادی به زیرسازی چوبی متصل شده است ۸۵
شکل ۸-۷۲- جزییات آویزها، زیرسازی و اتصالات سقف کاذب پانل پیشساخته گچی به سقف اصلی در روش سپری پنهان ۸۵
شکل ۸-۷۳- جزییات آویزهای مفتول گالوانیزه، اتصالات، سپری‌های آلومینیومی، در سیستم اجرای سپری پنهان ۸۶
شکل ۸-۷۴- جزییات مربوط به آویز مفتول گالوانیزه، اتصالات، سپری‌های آلومینیومی، و سیستم اجرای سپری نمایان ۸۷
شکل ۸-۷۵- سقف کاذب با ورق آلومینیومی صاف یا پانچ شده ۸۸
شکل ۸-۷۶- سقف کاذب از نوع تایل آلومینیومی با زیر سازی کلیک نمایان و نمونه اجرا شده آن ۹۰
شکل ۸-۷۷- سقف کاذب لوکسالون ۹۱
شکل ۸-۷۸- سقف کاذب دامپا ۹۲
شکل ۸-۷۹- سقف کاذب لوور آلومینیومی ۹۳
شکل ۸-۸۰- سقف کاذب گریلیوم پره‌ای ۹۳
شکل ۸-۸۱- سقف کاذب گریلیوم مشبک ۹۴

شکل ۸-۸۲- اجرای سقف کاذب با صفحات روکش دار گچی با بارگذاری دو طرفه..... ۹۵
شکل ۸-۸۳- اجرای سقف کاذب با صفحات روکش دار گچی با بارگذاری یک طرفه ۹۶
شکل ۸-۸۴- انواع ورق‌های نواری PVC ساده و روکش‌دار، و اتصالات کام و زبانه در لبه‌های آن..... ۹۶
شکل ۸-۸۵- سقف کاذب PVC با زیر سازی نمایان شبکه‌ای و ورق‌های پوششی مربع شکل..... ۹۷
شکل ۸-۸۶- سقف کاذب کشسان ۹۸
شکل ۸-۸۷- سقف کاذب متشکل از صفحات روکش دار گچی که مستقیم از طریق زیرسازی فولادی به سازه سقف اصلی متصل شده است ۱۰۰
شکل ۸-۸۸- سقف کاذب متشکل از صفحات روکش دار گچی که از طریق زیرسازی چهارتراش‌های چوبی به تیرچه‌های فولادی سقف اصلی متصل شده است..... ۱۰۱
شکل ۸-۸۹- پلان مهار بندی عرضی برای شبکه سقف سنگین معلق..... ۱۰۱
شکل ۸-۹۰- مقاطع و جزییات پیرامونی سقف کاذب گچی برای جابه‌جایی و حرکت آزادانه لرزه‌ای یک انتها و جلوگیری از جابه‌جایی انتهای دیگر سقف کاذب ۱۰۲
شکل ۸- ۹۱- مقاطع و جزییات مهاربندی جانبی برای سقف لایه گچی معلق ۱۰۲
شکل ۸-۹۲- ارتفاع متفاوت پایه در کف کاذب فضای خارج ۱۰۳
شکل ۸-۹۳- پانل‌های پوششی ریخته‌گری شده آلومینیومی به همراه اتصالات مربوطه..... ۱۰۴
شکل ۹-۱- نمونه‌هایی از اجرای اتصال لوبیایی در محل اتصال به تیر طبقه جهت جداسازی نما از جابجایی داخل صفحه قاب سازه‌ای ۱۱۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۸-۱- دسته‌بندی انواع ملات‌ها براساس مقاومت -"استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۰۶"..... ۱۱
جدول ۸-۲- استانداردهای ملی ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی ملاتها و روشهای آزمایش..... ۱۲
جدول ۸-۳- رواداری ابعاد آجر ۱۲
جدول ۸-۴- الزامات سوراخ‌های آجر ۱۳
جدول ۸-۵- ویژگی مقاومت فشاری..... ۱۳
جدول ۸-۶- ویژگی جذب آب آجر ۱۳
جدول ۸-۷- ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ و روشهای آزمایش آنها..... ۲۶
جدول ۸-۸– رده بندی وزن مخصوص بلوک های سبک ۵۷
جدول ۸-۹- حداکثر جذب آب مجاز بلوکهای سبک..... ۵۷
جدول ۸-۱۰- حداقل مقاومت فشاری بلوک های سبک..... ۵۷
جدول ۸-۱۱- ابعاد پیشنهادی بلوک گچی ۶۰
جدول ۸-۱۲- رواداری ابعاد بلوک های گچی..... ۶۰
جدول ۸-۱۳- رده های چگالی بلوک های گچی ۶۱
جدول ۸-۱۴- بار شکست بلوک های گچی نوعA..... ۶۱
جدول ۸-۱۵- بار شکست بلوک های گچی نوع R ۶۱
جدول ۸-۱۶- رده های جذب آب بلوک های گچی ۶۱
جدول ۸-۱۷- استاندارد ملی ایران (ISIRI) مربوط به بتن هوادار اتوکلاو شده..... ۶۴
جدول ۸-۱۸- ویژگی‌های بتن هوادار اتوکلاو شده طبق استاندارد شماره ۸۵۹۳ ملی ایران ۶۵
جدول ۸-۱۹- ویژگیها و روش های آزمایش پانلهای صفحهای ۶۸
جدول ۸-۲۰- حدود دانه بندی سنگدانه های بتن پاشیده..... ۶۸
جدول ۸-۲۱- رواداریهای هندسی مجاز برای شبکه جوش شده ۶۹
جدول ۸-۲۲- روادار ی‌های مجاز ساخت پانل..... ۷۰
جدول ۸-۲۳- ابعاد متداول برای قطعات مسلح..... ۸۰
جدول ۸-۲۴- حداکثر فاصله سازه‌های باربر و آویزها ۹۵
جدول ۸-۲۵- مشخصات فنی کف‌های کاذب آلومینیومی..... ۱۰۴
جدول ۸-۲۶- مشخصات فنی کف‌های کاذب فولادی..... ۱۰۵

فصل هشتم

عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب

۸-۱- عملیات بنایی

۸-۱-۱- کلیات

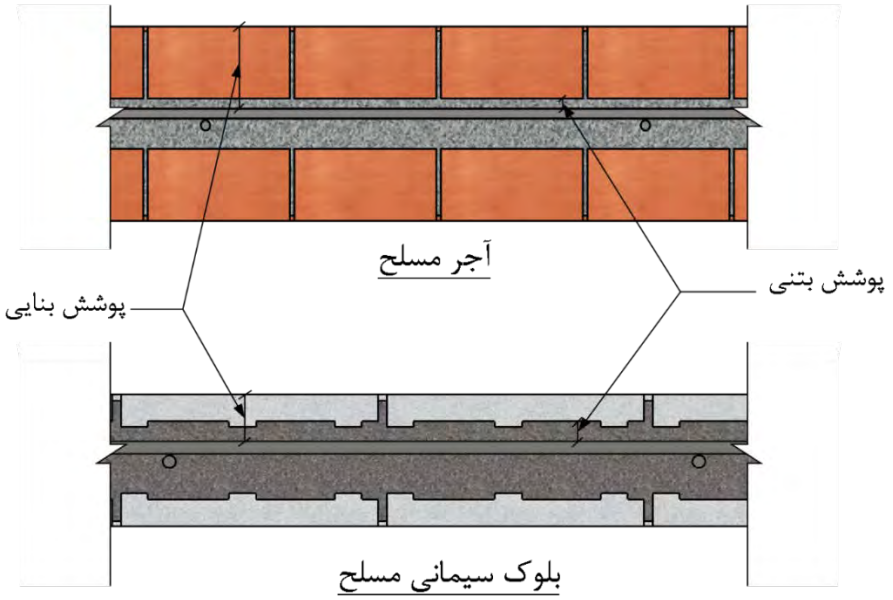
عملیات بنایی در ابنیه به‌طور عمده به‌صورت دیوارچینی در دو حالت دیوارهای سازه‌ای و دیوارهای غیرسازه‌ای به کار می‌رود. در اعضای بنایی سازه‌ای انتظار می‌رود که این اعضا غیر از بارهای ثقلی و جانبی ناشی از وزن خود بتوانند بارهای ثقلی و جانبی وارد به سازه را نیز تحمل یا منتقل نمایند. دیوارهای چسبانده شده به سازه (میانقابی) که در سختی آن دخالت دارند از همین گروه می‌باشند. دیوارهای غیرسازه‌ای جداسازی شده از سازه در باربری سازه نقش ندارند و باید فقط بارهای وارد بر خود را که شامل بار باد، ضربه و زلزله ناشی از اینرسی خود می‌باشد، تحمل نمایند.

۸-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

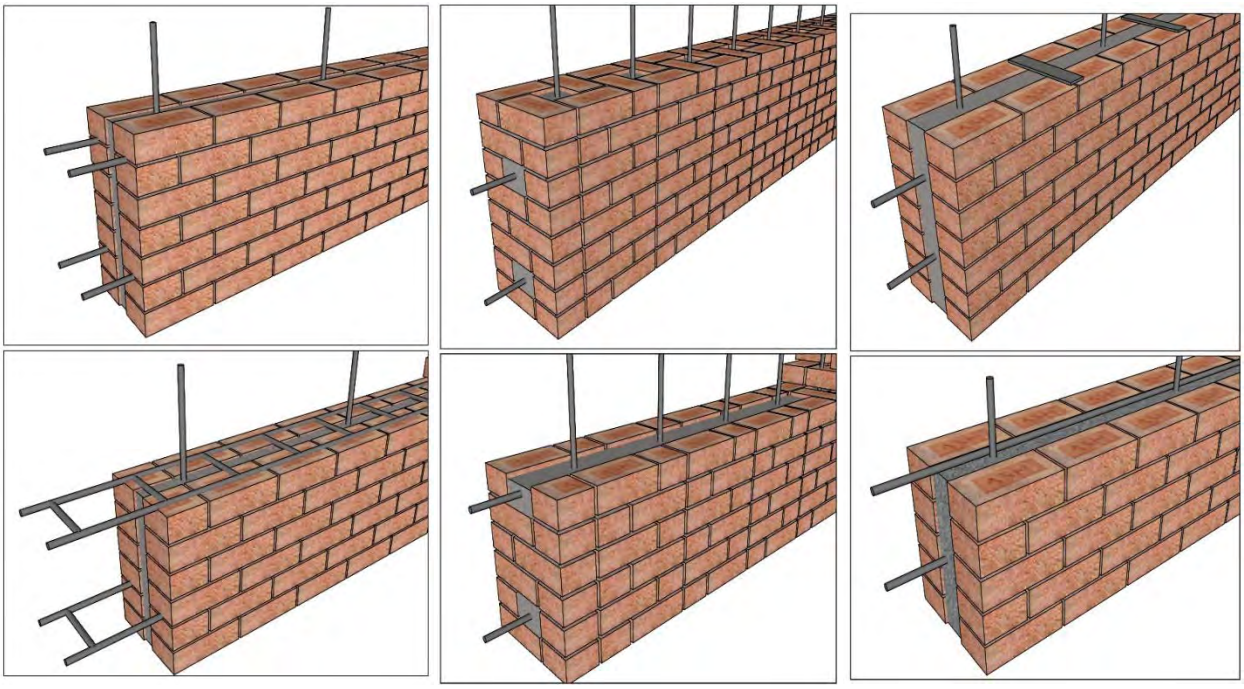
هدف از این فصل، ارائه حداقل مشخصات مصالح و روش‌های اجرایی است که با رعایت آن‌ها میزان مناسبی از مقاومت، بهره‌برداری، پایایی و یکپارچگی در دیوارهای بنایی حاصل شود. اجرای هر عضو مصالح بنایی سازه‌ای و غیرسازه‌ای نیز باید منطبق با جزییات ارایه شده در این فصل باشد.

این بخش به عملیات بنایی سازه‌ای می‌پردازد، و جزییات الزامی ضوابط و مصالح مصرفی در ساخت و اجرای دیوارها، کرسی چینی و شالوده‌ها را ارائه می‌نماید. ضوابط مربوط به عملیات بنایی دیوارهای جداکننده غیرسازه‌ای و مشخصات آن‌ها در بند ۸-۲ آمده است. عملیات بنایی سازه‌ای خود به دو گروه بنایی مسلح و بنایی با کلاف تقسیم می‌شوند. در دیوارهای بنایی مسلح، دیوار باربر باید با قرار گرفتن میل‌گردهایی در داخل هسته بتنی یا درون حفره‌های واحدهای بنایی سوراخدار که توسط ملات یا دوغاب پر شده باشند، مسلح شود (شکل ۸-۱ الی ۸-۳). در دیوارهای بنایی با کلاف، دیوار باربر برای بهبود عملکرد و حفظ یکپارچگی در بارهای لرزه‌ای همان‌گونه که در شکل ۸-۴ نشان داده شده، باید طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ با کلاف بندی محصور شوند.

روش اجرای «عضو بنایی» باید براساس مشخصات، نقشه‌های اجرایی و دستور دستگاه نظارت صورت گیرد. به کار بردن مصالح غیراستاندارد به‌هیچ‌وجه مجاز نیست. مصالح مصرفی، باید با استانداردهای ایران یا سایر استانداردهای معتبر مورد تأیید دستگاه نظارت مطابقت داشته باشد.

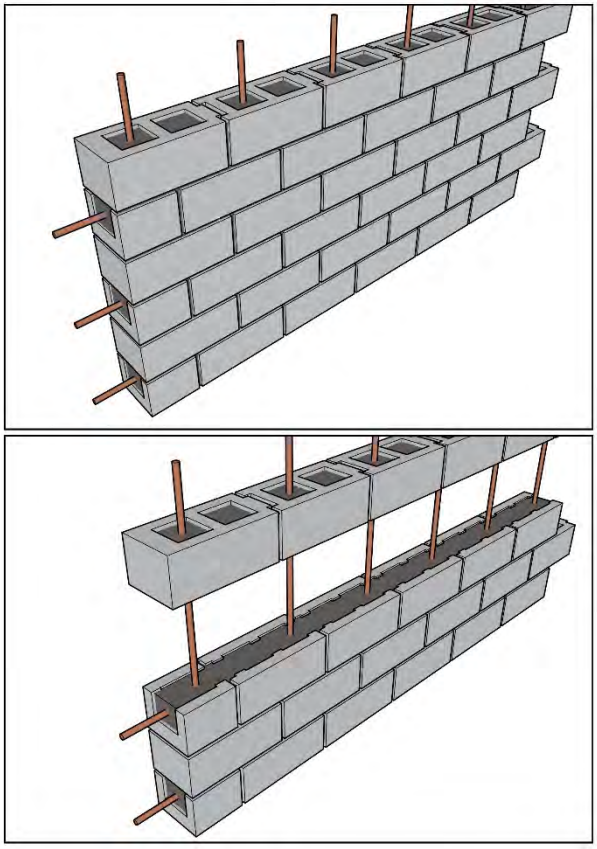


شکل ۸-۱ دیوار بنایی مسلح با آجر و بلوک‌های سیمانی

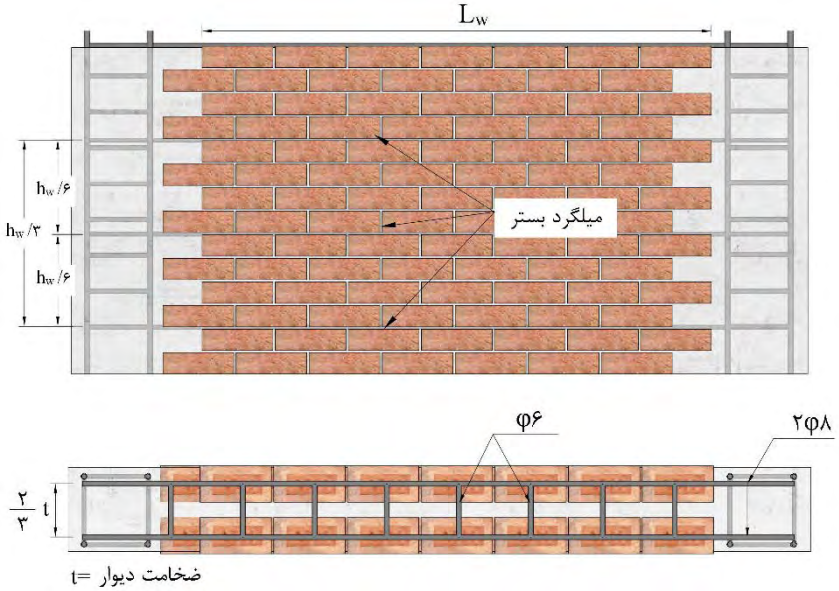


الف- هسته بتنی پیوسته ب- هسته بتنی منقطع ج- میلگردهای بتنی در درز بستر

شکل ۸-۲ نمونه‌های مختلف از اجرای دیوار آجری مسلح



شکل ۸-۳ نمونه‌های مختلف از اجرای دیوار بلوک سیمانی مسلح



شکل ۸-۴ نمونه‌ای از اجرای دیوار بنایی آجری یا بلوک سیمانی به همراه کلاف‌های بتن مسلح

شرایط عمومی و محدودیت‌های عملیات بنایی باربر به‌صورت موارد زیر لازم‌الاجرا است:

الف- اجرای عملیات بنایی در محیط با درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نمی‌باشد، مگر این‌که طبق نظر و تأیید دستگاه نظارت، تمهیدات و تدابیر لازم توسط پیمانکار برای حفظ کیفیت کار، صورت گیرد.

ب- پس از اتمام کار روزانه یا وقفه در عملیات بنایی به هر دلیل، باید عضو چیده شده را از تابش مستقیم خورشید، حرارت زیاد، وزش باد، یخ زدن‌های احتمالی محافظت نمود. دیوارها پس از اجرا باید حداقل به مدت سه روز مرطوب نگه‌داشته شوند.

پ- در دیوارهای سازه‌ای موضوع این فصل، باید علاوه بر درزهای افقی، درزهای قائم بین واحدهای بنایی (هرز ملات)، کاملاً با ملات پُر شوند.

ت- مصالح فلزی مورد استفاده در عملیات بنایی لازم است مقاوم در برابر خوردگی (ضدزنگ) باشد. در غیر این صورت تمام قسمت‌های آن باید در داخل ملات سیمانی یا دوغاب به‌نحوی که قابل مشاهده و پوشش روی آن فاقد خلل و فرج باشد، قرار گیرد. مصالح غیرفلزی از نظر استحکام و دوام باید پیش از مصرف به تایید دستگاه نظارت رسانده شود.

ث- با توجه به پیش‌بینی‌های لازم از نظر مصالح و نیروی انسانی، پیمانکار باید سعی نماید که عملیات ساختمانی، در پایان کار روزانه، در محل‌های پیش‌بینی شده (درزهای ساختمانی) به اتمام برسد. برای شروع مجدد کار بنایی، باید قسمت‌های اجرا شده قبلی کاملاً آبپاشی شوند. ضمناً در فاصله توقف و شروع مجدد، سطح کار باید کاملاً پوشیده و از صدمات احتمالی محفوظ بماند.

ج- بارگیری، حمل، انتقال، باراندازی و انبار کردن مصالح باید با دقت انجام شود. تخلیه و دپو باید به‌نحوی صورت گیرد که ضایعات (شکسته شدن آن‌ها) به حداقل ممکن برسد. محل و نحوه دپو کردن، باید با نظر دستگاه نظارت و در محل‌های مناسب کارگاه پیش‌بینی گردد. برای این منظور مصالح باید در محل تمیز و سرپوشیده و با توجه به ابعاد (مثلا برای آجر؛ تمام، سه قدی، نیمه و چارک) به‌طور جدا از هم دسته‌بندی و از تماس آن‌ها با خاک، مواد مضر، رطوبت، یخ و برف جلوگیری شود. با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای عملیات، لازم است نسبت به تدارک و دپو کردن مصالح برای مصرف حداقل ۱۵ روز اقدام شود. آزمایش نمونه‌های گرفته‌شده از مصالح در کارخانه و کارگاه باید منطبق با ویژگی‌های تعیین شده توسط مشاور باشد.

۸-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

آجر: سنگی ساختگی (مصنوعی) است که نوع رسی آن از پختن خشت (گِل شکل داده شده) و نوع ماسه آهکی آن از عمل آوردن خشت ماسه آهکی (فشردن مخلوط همگن ماسه سیلیسی و آهک در قالب) با بخار تحت فشار زیاد به دست می‌آید. آجر در انواع مکعب مستطیل توپر، سوراخ‌دار، توخالی (مجوف تیغه‌ای و سقفی) و قطعات نازک تولید می‌شود.

آجر رسی: آجر رسی فراورده‌ای است مصنوعی که از پختن (درهم جوش) خشت خشک شده و شکل دادن آن‌ها با روش‌های مختلف نظیر اکسترودر، پرس و غیره، به‌دست می‌آید.

جداکننده: جداکننده‌ها از اعضای غیرسازه‌ای معماری در ساختمان‌ها می‌باشند که به سازه اصلی متکی هستند ولی در تحمل بار جانبی زلزله به آن کمک نمی‌کنند. جداکننده‌ها شامل انواع اجزای معماری نظیر دیوارهای خارجی و داخلی، به همراه جزئیات و ادوات اتصال آن‌ها به یکدیگر و سازه می‌باشند.

دوغاب یا ملات روان: ملات دارای آب اضافه شده که افزایش آب به ملات به‌اندازه‌ای باشد که اجزای تشکیل‌دهنده آن از یک‌دیگر جدا نشوند را «دوغاب» یا «ملات روان» می‌نامند.

دیوار غیرپیوسته: دیوارهای غیرپیوسته به دیواری اطلاق می‌شودکه به‌جز در کف‌ها، با پیش‌بینی درز انقطاع از سازه باربر جانبی جدا شده و در سختی آن دخالت ندارند و مزاحمتی برای رفتار سازه ایجاد نمی‌کنند.

دیوار محوطه: دیوار محوطه، دیوار غیرسازه‌ای است که به منظور جداسازی و محصور نمودن محوطه‌های ساختمانی یا غیرساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رج: رج (رگ یا ردیف) به قطعات آجر (بلوک یا سنگ) گفته می‌شود که بین دو بند (درز) تقریبا موازی و افقی سراسری در طول دیوار قرار گرفته باشند.

سقف کاذب: بخشی از اجزای غیرسازه‌ای و کارهای اجرایی معماری ساختمان است که برای پوشش قسمت زیرین سقف اصلی به کار می‌رود.

صفحات روکش‌دار گچی مقاوم در برابر آتش: صفحاتی هستند که گچ تشکیل دهنده آن‌ها حاوی الیاف شیشه می‌باشد. در محل‌هایی که نیاز به محافظت در برابر آتش وجود دارد مانند پوشش ستون‌ها و تیرهای فولادی کاربرد دارند.

صفحات روکش‌دار گچی مقاوم در برابر آتش و رطوبت: صفحاتی هستند که گچ تشکیل دهنده آن‌ها حاوی الیاف شیشه و مواد مقاوم در برابر رطوبت می‌باشد. در مکان‌هایی که به‌طور هم‌زمان خواص مقاومت در برابر آتش و رطوبت مورد نیاز باشد مانند چاه‌های تأسیساتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

صفحات روکش‌دار گچی مقاوم در برابر رطوبت: صفحاتی هستند که گچ تشکیل دهنده آن‌ها با مواد مقاوم در برابر رطوبت ترکیب شده است. در فضاهای مرطوب مانند آشپزخانه و سرویس‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عضو بنایی: عضو بنایی عبارت است از بخشی از دیوار، جرز و ستون که شامل ترکیبی از واحد مصالح بنایی و چسباننده است. یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده عضو بنایی شامل آجر، بلوک سیمانی یا سنگ می‌باشد که به آن «واحد مصالح بنایی» گفته می‌شود.

ملات: ملات تازه، ماده‌ای است خمیری که از اختلاط ماده چسباننده، مانند خمیر سیمان و ماده پرکننده مانند سنگ‌دانه ریز، ساخته‌شده و در صورت نیاز به مشخصات ویژه کاربری، از مواد افزودنی در آن استفاده می‌شود.

ملات آبی: ملات آبی زیر آب یا در هوا به طریق شیمیایی به گیرش می‌رسد و سفت و سخت می‌ماند.

ملات باتارد: درصورتی که سیمان و آهک به همراه یک‌دیگر در ساخت ملات (همراه با ماسه) به‌کار برده شوند ملات حاصل، ملات باتارد نامیده می‌شود.

ملات شفته آهکی: مخلوطی از آب، آهک، خاک رس و دانه‌های سنگی می‌باشد. از شفته آهکی برای تقویت لایه‌های زیر پی (افزایش مقاومت خاک بستر پی) یا اجرای خود پی استفاده می‌شود.

ملات هوایی: ملات‌های هوایی در نازک‌کاری‌ها و پوشش سطوح کاربرد دارند. ملات‌های هوایی با از دست دادن رطوبت در مجاورت هوا خشک می‌شوند و آب آزاد آن‌ها تبخیر می‌شود (مانند ملات گل وکاهگل، گچ، گچ و خاک) یا به‌طور شیمیایی در معرض هوا خشک و سفت (مانند ملات آهک و خاک رس) می‌شوند.

۸-۱-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی

۸-۱-۲-۱- ملات

برای ساخت و استفاده از ملات باید الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۷۰۶ رعایت شوند. در ادامه الزامات مربوط به اختلاط و اجرای ملات بیان می شود.

۸-۱-۲-۱-۱- روش اختلاط و اجرای ملات‌ها

الف- ملات ماسه- سیمان: این ملات از اختلاط نسبت‌های معین ماسه، سیمان پرتلند و آب به دست می‌آید. حداقل عیار ملات ماسه سیمان باید ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب ملات باشد. استفاده از گچ برای زودگیر کردن ملات سیمانی و استفاده از ماسه لای‌دار مجاز نمی‌باشد. ملات مورد استفاده اجرای جان‌پناه بام، بالکن و قسمت طره‌ای دودکش‌ها باید ملات ماسه-سیمان با نسبت ترکیب سیمان به ماسه ۱ به ۳ باشد.

ب- ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد): مصالح تشکیل دهنده ملات باتارد باید شامل ماسه، سیمان، آب و آهک باشد. طرح اختلاط ملات مذکور باید مطابق نقشه های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت تهیه و اجرا شود. متداولترین نسبت‌های حجمی ملات سیمان-آهک-ماسه برابر با ۶:۱:۱ (یک حجم سیمان، یک حجم آهک و ۶ حجم ماسه) و آب به مقدار کافی می باشد. این ملات باید متشکل از ماسه، سیمان و آهک با عیار حداقل ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک در مترمکعب ملات باشد. حجم ماسه ملات باید حدود ۲/۲۵ تا ۳ برابر ماده چسباننده باشد و نمی‌تواند از این حدود تجاوز کند. توصیه می‌شود مقاومت ملات‌های سیمانی بیش از مقادیری باشد که در کار بنایی لازم است. از ملات باتارد باید صرفاً در ساخت دیوار (جرز و ستون) استفاده شود.

پ- ملات شفته آهکی: در ساخت این ملات شامل آب و آهک موارد زیر باید منظور شود:

- مقدار آب مصرفی باید باتوجه به کارآیی و مقاومت مورد نیاز تعیین گردد.
- مقدار آهک مصرفی باید با توجه به مقاومت مورد نیاز و مقدار خاک رس تعیین گردد.
- وجود دانه‌های سنگی درشت در شفته، مشروط بر اینکه مجموعه خاک دارای دانه‌بندی مناسبی همچون بند بعد باشد، مجاز است
- برای ساختن شفته آهکی، باید از خاک با دانه‌بندی پیوسته استفاده گردد که در آن ریزدانه از ۲۵ درصد و خاک رس آن از ۱۵ درصد خاک کمتر نباشد.

- استفاده از این ملات در ساخت عناصر بنایی مجاز نمی باشد. لذا از این ملات صرفا باید در اندود کاری ، نماسازی و بندکشی استفاده نمود .

ت- ملات گچ و خاک (گل و گچ): این ملات متشکا از خاک (رس و ماسه) و گچ با نسبت وزنی ۱ به ۱ می باشد.

- این ملات به علت زود گیر بودن برای اجرای سقف های طاق ضربی استفاده می شود . هم چنین این ملات در اندود کاری و نماسازی کاربرد دارد.

ث- ملات گل و کاهک: استفاده از این نوع ملات ها در ساخت عناصر بنایی مجاز نمی باشد. بنابراین از این ملات صرفا باید در اندود کاری ، نماسازی و بندکشی استفاده نمود.

۸-۱-۲-۱-۲- مصالح تشکیل‌دهنده ملات

مصالح تشکیل‌دهنده یا ارکان ملات عبارت‌اند از: مصالح چسباننده، مصالح پرکننده ، آب و افزودنی‌ها که در ادامه به ذکر مشخصات هر یک پرداخته می‌شود:

الف- مهم‌ترین **مصالح چسباننده** که در ساختن ملات‌ها به کار می‌روند عبارت‌اند از:

- **سیمان؛** با توجه به ملاحظات طراحی و شرایط محیطی، استفاده از سیمان بنایی مجاز می‌باشد. انواع سیمان مجاز در ساخت بتن نیز می‌توانند در تهیه ملات به کار روند.

- **آهک؛** ویژگی‌های آهک ساختمانی و آهک زنده برای مصارف ساختمانی باید مطابق با ISIRI 14696 باشند. آهک باید به‌صورت شیر آهک (دوغاب) مصرف شود.

- **گچ؛** ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی گچ مورداستفاده در کارهای بنایی باید با مندرجات فصل اندودهای استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۰۱۵ « گچ-گچ های ساختمانی و اندودهای گچی آماده» و دستورات دستگاه نظارت مطابقت داشته باشد.

ب- مصالح پرکننده:

- **مصالح سنگی طبیعی با وزن ویژه متعارف؛** استفاده از سنگ‌دانه‌های آبرفتی گردگوشه و غلتیده یا شکسته با دانه‌بندی از صفر تا حدود ۵ میلی‌متر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۱۴ «سنگ‌دانه‌های ملات بنایی_ویژگی‌ها» مجاز می‌باشد.

- **سنگ‌دانه‌های سبک طبیعی یا مصنوعی؛** استفاده از پوکه‌های طبیعی و مصنوعی مانند پوکه رسی و پرلیت مجاز است. سنگ‌دانه‌های سبک مصرفی باید الزامات فصل ۳ این ضابطه را برآورد کنند.

- **خاک‌سنگ** [1]؛ استفاده از نرمه سنگ و گرد سنگ سفید و رنگی و خاکستر مجاز است.

۱- از خرد شدن (آسیاب) سنگ‌هایی همچون آهک، کربنات کلسیم، گرانیت، مرمر و ... حاصل می شود. آن را می‌توان در دانه بندی‌های مختلف با الک ۵۰ (۰/۳ میلیمتر) الی ۳۵۰۰ (۰/۰۰۲ میلیمتر) طبقه بندی کرد.

پ- آب و افزودنی‌ها؛ آب مصرفی و افزودنی‌های ملات شامل مواد حباب‌ساز هوا، روان کننده‌ها، تندگیر کننده‌ها، از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و سایر مشخصه‌ها باید الزامات فصل ۳ این ضابطه را برآورده سازند. استفاده از ضدیخ، نمک‌ها یا سایر موارد مشابه در ملات یا ملات دوغابی مجاز نمی‌باشد. برای تغییر رنگ ملات، استفاده از اکسید معدنی خالص، کربن سیاه یا رنگ‌های پلاستیکی مجاز است. مقدار کربن سیاه موجود باید به حداکثر ۳ درصد وزن سیمان محدود شود.

۸-۱-۲-۱-۳- ساخت ملات‌ها

در این قسمت جزئیات و الزامات اجرایی مربوط به ساخت ملات‌ها به شرح زیر ارائه می‌شود.

الف- ملات باید با مخلوط‌کننده‌های مکانیکی ساخته شود. در صورت ضرورت و در کارهای کوچک (با حجم کمتر از یک سوم مترمکعب) و با تأیید دستگاه نظارت ساخت ملات به‌صورت دستی نیز مجاز است. زمان اختلاط ملات بعد از ریختن تمام مصالح داخل مخلوط کن، باید حداقل ۳ دقیقه و حداکثر ۱۰ دقیقه باشد. لازم است مصالح پیش از اختلاط توزین شوند با این وجود با تایید دستگاه نظارت، توزین با استفاده از پیمانه‌های با حجم معین نیز برای اندازه‌گیری مصالح، مجاز می‌باشد. استفاده از بیل و کمچه برای پیمانه کردن مجاز نمی‌باشد.

ب- در فاصله یک ساعت، از زمان اضافه نمودن آب به مخلوط ماسه و سیمان، تمام ملات ساخته‌شده باید به مصرف برسد. در صورت گرفتن ملات قبل از مصرف، اضافه نمودن مجدد آب به ملات و مصرف آن در عملیات بنایی مجاز نمی‌باشد.

پ- ضروری است در آب و هوای گرم از کندگیرها مطابق الزامات فصل سوم استفاده شود تا گیرش سیمان به تاخیر بیافتد.

ت- استفاده از گچ یا گچ و خاک در مناطق مرطوب خصوصاً در جبهه بارانی ممنوع است. اجرای این ملات در مناطق خشک برای دیوار غیرسازه‌ای مجاز است.

ث- استفاده از دوغاب برای پُر کردن بین عناصر بنایی و یا تقویت آن‌ها مجاز می‌باشد. دوغاب به دو نوع دوغاب بنایی (پرکننده بین قطعات بنایی) و دوغاب سیمانی (برای تقویت کارهای بنایی) تقسیم می‌گردد. دوغاب سیمانی باید پس از هر پنج ردیف (رج) آجرکاری، اجرا شود و این عمل باید تا پایان ساخت کامل دیوار ادامه یابد. همچنین الزامات ذیل باید رعایت گردد:

- دوغاب سیمانی باید به نسبت حجمی یک سیمان و یک ماسه ساخته شود.
- دوغاب سیمانی باید در کم‌ترین زمان ممکن بعد از اختلاط (۱/۵ ساعت) و پیش از گیرش نهایی سیمان، مصرف شود.
- استفاده از دوغاب سیمانی که گیرش سیمان آن آغاز شده یا کارایی آن کاهش یافته مجاز نمی‌باشد. در هر صورت نباید از دوغابی که از شروع اختلاط آن ۱/۵ ساعت گذشته باشد، استفاده شود.
- باید از یخ‌زدن دوغاب سیمانی در هوای یخبندان حداقل تا ۲۴ ساعت پس از اجرا جلوگیری شود.

۸-۱-۲-۱-۴- ویژگی‌ها و حدود قابل‌قبول ملات‌های مورد استفاده

ملات‌های مورد استفاده در عملیات بنایی باید حداقل دارای دو خصوصیت مقاومت و کارایی مناسب باشند. این مقادیر باید توسط مشاور در مشخصات فنی تعیین شده باشد. مشخصات ملات مصرفی باید مطابق با جدول ۸-۱ باشد.

جدول ۸-۱- دسته‌بندی انواع ملات‌ها براساس مقاومت -"استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۰۶"

ردیف	نوع ملات	مقاومت فشاری ۴۲ روزه بر حسب مگاپاسگال (MPa) برابر یا بیش از:	مورد کاربرد مجاز
۱	ملات خیلی قوی	۲۰	برای دیوارهایی که به مقاومت خمشی زیاد نیاز دارند، استفاده می‌شود.
۲	ملات قوی	۱۲	
۳	ملات متوسط	۵	برای مصارف عمومی مانند دیوارهای خارجی بالاتر از سطح زمین در معرض شرایط جوی بحرانی، جان‌پناه‌ها و دودکش‌ها استفاده می‌شود.
۴	ملات ضعیف	-	فقط برای نازک‌کاری مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۸-۱-۲-۱-۵- حمل، انتقال و انبار کردن ملات و مواد اولیه آن

در حین حمل و نقل، بارگیری، باراندازی و انبارداری باید از اختلاط مصالح بتن با یکدیگر جلوگیری به عمل آید. در هنگام حمل ونقل ملات‌های سیمانی پس از ساخت باید مجموع مدت زمان حمل و مصرف از حداقل زمان گیرش ماده چسباننده برای ملات ماسه سیمان از ۱/۵ ساعت تجاوز نکند و از گزند یخ، برف، باد، باران، آفتاب و سایر عوامل جوی حفظ شود. برای محافظت از عوامل جوی، استفاده از ورقه‌های پلی‌اتیلن (پلاستیک) پیش از گیرش ملات، مجاز می‌باشد.

۸-۱-۲-۱-۶- مشخصات و استانداردهای منطبق

ملات‌های مورد مصرف در هر پروژه باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی ، شیمیایی ، مکانیکی و مشخصه‌های ظاهری با آن‌چه در نقشه‌ها، مشخصات فنی خصوصی، دستورکارها و دیگر مدارک پیمان ذکر شده، منطبق باشد. نوع ملات در هر قسمت از پروژه و در هر بخش از ساختمان باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی ملات‌ها و روش‌های آزمایش آن‌ها باید مطابق استانداردهای ملی به شرح جدول ۸-۲ باشد.

۸-۱-۲-۲- آجر

۸-۱-۲-۲-۱- انواع مصالح آجر، ویژگی‌ها و استانداردها

آجرهای مصرفی باید عاری از معایب ظاهری مانند ترک‌خوردگی، شوره‌زدگی، آلوئک[۱] و نظایر آن باشند. ابعاد آجر و سوراخ‌ها و رواداری‌های هندسی آن باید الزامات استاندارد ملی شماره ۷ ایران را بر آورده سازد. ارزیابی مقاومت فشاری واحد آجرکاری باید بر اساس ضابطه ۷۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور انجام شود. سایر مشخصات آجرهای مصرفی باید

۱- آلوئک، آهکی است که در خاک نامرغوب وجود دارد و بعد از پخت و تماس با آب و رطوبت به‌مرور زمان افزایش حجم پیدا کرده و باعث ترکیدگی و متلاشی شدن آجر می‌شود.

مطابق با جدول ۸-۳ تا ۸-۶ باشد.

جدول ۸-۲- استانداردهای ملی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی ملات‌ها و روش‌های آزمایش

عنوان	شماره استاندارد
ملات‌های بنایی	۷۰۶
ملات بنایی، ویژگی‌ها، قسمت اول، ملات اندودکاری بیرونی و داخلی	۷۰۶ - ۱
ملات بنایی، ویژگی‌ها، قسمت دوم، ملات برای کارهای بنایی	۷۰۶ - ۲
تهیه و به‌کار بردن ملات‌های بنایی، قسمت اول، ملات‌های ماسه و سیمان، با تارد	۱۹۰۳
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت سوم، تعیین روانی ملات (میز روان)	۹۱۵۰ - ۳
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۴، تعیین روانی ملات (نفوذ پیستون)	۹۱۵۰ - ۴
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۶، تعیین جرم حجمی ملات تازه	۹۱۵۰ - ۶
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۷، تعیین مقدار هوای ملات تازه	۹۱۵۰ - ۷
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۹، تعیین عمر، کارایی و زمان صحیح ملات تازه	۹۱۵۰ - ۹
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۱۰، تعیین چگالی انبوهی خشک ملات سخت شده	۹۱۵۰ - ۱۰
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۱۱، تعیین مقاومت خمشی و فشاری ملات خشک شده	۹۱۵۰ - ۱۱
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۱۷، تعیین مقدار کلرید محصول در آب برای ملات تازه	۹۱۵۰ - ۱۷
ملات بنایی، روش آزمون، قسمت ۱۸، تعیین ضریب جذب آب موئینه ملات سخت شده	۹۱۵۰ - ۱۸
سنگدانه‌های ملات بنایی و ویژگی‌ها	۱۷۵۱۴
آیین نامه بتن ایران (آیین نامه آبا)	ضابطه ۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور
صرفه جویی در مصرف انرژی	مبحث ۱۹ مقررات ملی

جدول ۸-۳- رواداری ابعاد آجر

محدوده اندازه هر بعد آجر (میلی‌متر) (X)	رواداری (میلی‌متر)	
	آجر توکار*	آجر با مقاومت بالا** و نما***
$x \leq ۵۰$	±۳	±۱
$۵۰ < x \leq ۱۰۰$	±۴	±۱
$۱۰۰ < x \leq ۱۵۰$	±۴	±۱/۵
$۱۵۰ < x \leq ۲۵۰$	±۵	±۲
$۲۵۰ < x \leq ۳۵۰$	±۷	±۳
$۳۵۰ < x$	±۷	±۴

*آجر توکار در دو حالت توپر و سوراخ‌دار تولید و برای دیوارچینی (چیده شدن بر روی‌هم یا کنار یک‌دیگر) با ملات مناسب به‌کار می‌رود. مطابق جدول ۸-۵، برحسب مقاومت فشاری به دو درجه ۱ و ۲ تقسیم‌بندی می‌شوند.

**آجر با مقاومت بالا در دو حالت توپر و سوراخ‌دار تولید می‌شود. مطابق جدول ۸-۵، برحسب مقاومت فشاری به دو درجه ۱ و ۲ تقسیم‌بندی می‌شود.

***آجر نما در دو حالت توپر و سوراخ‌دار به‌صورت متعارف یا آجر نازک تولید و در نمای دیوار باربر و غیرسازه‌ای با ملات مناسب به‌کار می‌رود. آجرهای متعارف نما برحسب مقاومت فشاری مطابق جدول ۸-۵، به دو درجه ۱ و ۲ تقسیم‌بندی می‌شوند.

در آجرهای سوراخ‌دار، سوراخ‌ها باید عمود بر سطح بزرگ آجر و به‌طور یکنواخت در سطح آن توزیع‌شده و نسبت سوراخ‌ها به سطح آجر منطبق بر الزامات جدول ۸-۴ باشد.

جدول ۸-۴- الزامات سوراخ‌های آجر

ویژگی	درصد
نسبت حجم سوراخ‌های آجر به حجم آجر (حداکثر)	۴۰
نسبت مجموع ضخامت جداره سوراخ‌ها در درازا به درازا (حداقل)	۲۵
نسبت مجموع ضخامت جداره سوراخ‌ها در پهنا به پهنا (حداقل)	۲۵
نسبت مساحت یک سوراخ به مساحت سطح آجر (حداکثر)	۱۰

جدول ۸- ۵- ویژگی مقاومت فشاری

نوع آجر		حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال)	
		میانگین ۱۰ آجر	آجر منفرد
آجر با مقاومت بالا	درجه ۱	۳۵	۳۰
	درجه ۲	۲۵	۲۰
آجر نمای متعارف	درجه ۱	۱۴	۱۱
	درجه ۲	۱۲	۹
آجر بنایی	درجه ۱	۱۰	۸
	درجه ۲	۸	۶

* ویژگی مقاومت فشاری آجر برای هر نوع شکل آجر اعم از سوراخ‌دار و یا توپر تفاوتی ندارد.

در صورت استفاده از آجرهای رسی و ماسه آهکی بعنوان اعضای سازه‌ای حداقل مقاومت فشاری آن ها باید ۶ مگاپاسکال باشد. چگالی حقیقی[۱] هر دو نوع آجر نباید از ۱۷۰۰ و چگالی ظاهری[۲] آن‌ها از ۱۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب کمتر شود. آجرهای مصرفی باید در برابر یخبندان پایدار و در آزمایش یخزدگی دچار خرابی‌های ظاهری مانند ورقه شدن، ترک خوردن و خرد شدن نشوند. درصد وزنی جذب آب آجرهای مصرفی (روش ۵ ساعت جوشاندن در آب) باید مطابق موارد مندرج در جدول ۸-۶ باشد.

مصرف تکه آجر شامل؛ سه قد ($\frac{۳}{۴}$ آجر)، نیمه ($\frac{۱}{۲}$ آجر)، چارک ($\frac{۱}{۴}$ آجر) و کلوک (پاره آجر) در قسمت‌های درونی و پشت‌کار و در مکان‌هایی که مصرف آجر بصورت کامل مقدور نیست، بنابر تشخیص دستگاه نظارت مجاز می‌باشد.

جدول۸-۶- ویژگی جذب آب آجر

نوع آجر	جذب آب (درصد)		
	حداقل	حداکثر	
		نمونه منفرد	میانگین ۱۰ نمونه
آجر با مقاومت بالا	۶	۱۵	۱۲
آجر نما	۶	۲۰	۱۸
آجر بنایی	۶	۲۵	۳۰

* در صورت عدم انطباق جذب آب انواع آجر با مقادیر حداکثر ویژگی‌های مندرج در جدول فوق، انجام آزمون یخزدگی الزامی بوده و پذیرش آجر منوط به عدم افت وزنی آجرهای با مقاومت بالا و آجرهای نما بیش از ۳ درصد وزنی می باشد.

** ویژگی جذب آب آجر برای هر نوع شکل آجر اعم از توپر و یا سوراخ دار تفاوتی ندارد.

۱- جرم موجود در واحد حجم واقعی ماده است.

۲- جرم موجود در واحد حجم ظاهری ماده است.

مصرف آجر کهنه یا آن‌هایی که دارای شرایط پیش‌گفته نباشند با تأیید دستگاه نظارت و داشتن حداقل شرایط زیر بلامانع می‌باشد:

الف- کاملاً پخته و یکنواخت و سخت باشد و در برخورد با آجر دیگر صدای زنگ‌دار ایجاد کند.

ب- مقاومت فشاری آن دست‌کم ۸۰ درصد مقادیر مندرج در جدول ۸-۵ باشد.

پ- جذب آب مطابق مقادیر مندرج در جدول ۸-۶ باشد، در غیر این صورت مصرف آن فقط در اجزایی از ساختمان که در معرض رطوبت قرار نمی‌گیرند، مجاز است.

ت- آجر مورد مصرف در اقلیم‌های سرد نباید در سیکل‌های یخبندان دچار خردشدگی یا ترک خوردگی شود.

ث- مصرف آجرهای ترک‌دار، خمیده، گود و برجسته که انحنا، گودی و برجستگی آن‌ها از ۵ میلی‌متر تجاوز نکند، مشروط بر این‌که تعداد آن‌ها از ۲۰ درصد کل آجرها بیشتر نشود، مجاز است. مصرف آجرهای نما که دارای آلوئک یا ترک باشند، تنها در پشت‌کار (پشت نما) مجاز است.

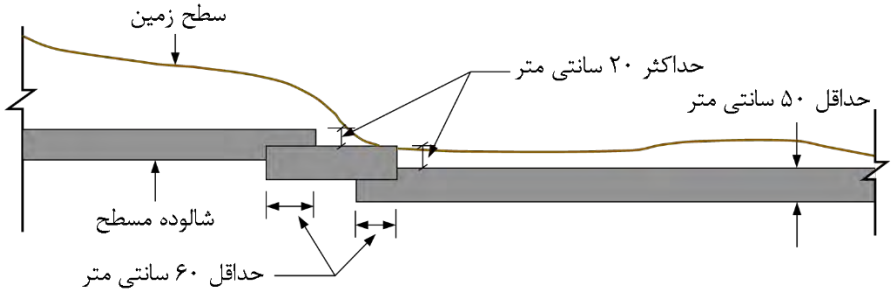
آجرهای مصرفی در هر پروژه باید ازنظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی (مانند ابعاد، رنگ و دیگر مشخصه‌ها) با آن چه در نقشه‌ها، دستورکارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکرشده، منطبق باشد. نمونه آجرهای مصرفی اعم از پشت‌کار و نما، توپر و سوراخ‌دار باید قبل از اجرا به تصویب دستگاه نظارت برسد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آجرها باید الزامات استاندارد ملی ایران ۷ را رعایت نماید.

۸-۱-۲-۲-۲- عملیات اجرایی با آجر

تمامی عملیات بنایی با آجر، باید براساس مشخصات فنی خصوصی و مندرجات قرارداد، نقشه‌های اجرایی، ضوابط ذکرشده در این بخش، ضابطه شماره ۹۲ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه کشور و استاندارد شماره ۷ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران صورت گیرد. همچنین الزامات ذیل نیز باید رعایت گردد.

الف- شالوده

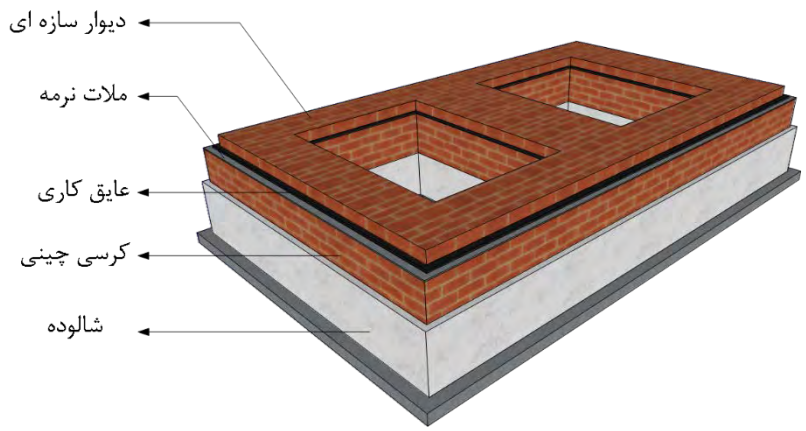
- ساخت شالوده شیب‌دار به‌هیچ‌وجه مجاز نیست. در زمین‌های شیب‌دار چنانچه ساخت شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده‌های پلکانی استفاده شود، به‌طوری‌که این شالوده‌ها در جهت افقی حداقل ۶۰ سانتی‌متر همپوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰ سانتی‌متر باشد (شکل ۸-۵).



شکل ۸-۵- احداث شالوده روی زمین‌های شیب‌دار

- تراز روی شالوده باید حداقل ۴۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از تراز متوسط خاک اطراف ساختگاه باشد. علاوه بر این در مناطق سردسیر و دارای یخبندان، تراز روی شالوده باید در زیر عمق یخبندان قرار گیرد.
- درصورتی‌که ساختمان کلاف‌دار باشد، شالوده دیوارها باید با استفاده از بتن یا حداقل شفته‌آهکی با عیار ۳۵۰ کیلوگرم آهک در مترمکعب، شفته و یا سنگ لاشه با یکی از ملات‌های گل آهک، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) و یا ماسه سیمان ساخته شود.
- برای دیوارهای باربر، عرض شالوده نواری باید حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و عمق آن حداقل ۵۰۰ میلی‌متر باشد.
- در صورت استفاده از شالوده بتنی لازم است بتن مگر (لاغر) زیر شالوده دارای پهنای ۱۰۰ میلی‌متر بیش‌تر از عرض شالوده و حداقل ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

ب- کرسی‌چینی



شکل ۸-۶- موقعیت کرسی‌چینی در اجزای ساختمان

- ارتفاع کرسی‌چینی باید برحسب عمق پی تا زیر دیوار سازه‌ای که در نقشه‌های سازه‌ای تعیین شده ادامه داشته باشد. ترتیب نحوه اجرا در شکل شماره ۸-۶ مشاهده می شود.
- کرسی چینی دیوارها باید با استفاده از سنگ لاشه، آجر یا بلوک سیمانی توپر با یکی از ملات‌های زیر اجرا شود:
- ملات ماسه سیمان با نسبت حجمی ۱ سیمان به ۳ ماسه.
- ملات ماسه - سیمان - آهک یا ملات با تارد با نسبت حجمی ۱ سیمان و ۱ آهک و ۶ ماسه.
- ملات ماسه آهک با نسبت حجمی ۲ آهک، ۵ ماسه خاکی
- در صورت استفاده از بلوک سیمانی حفره‌دار، لازم است داخل حفره از ترکیب ملات و شن یا بتن پُر شود.
- در زمین‌های مرطوب، در صورت استفاده از آجر در کرسی چینی، مصرف آجرهای ماسه آهکی یا رسی مرغوب با مقاومت بالا الزامی است.

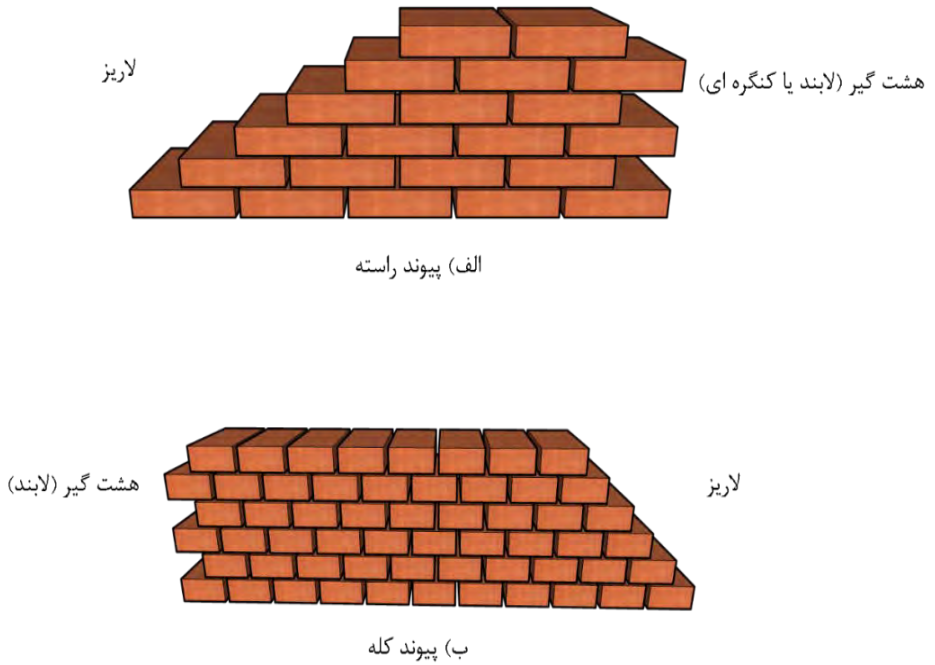
- عرض کرسی چینی باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بیش‌تر از عرض دیوار باشد و محور کرسی چینی و دیوار روی آن حتی‌الامکان باید در یک امتداد قرار گیرد. کرسی چینی باید از روی سطح شالوده شروع و تا ۱۰ سانتی متر به سطح هم‌کف اجرا شود یا در ارتفاع مناسبی به سنگ ازاره برسد.
- در حد فاصل کرسی‌چینی با کف و دیوار باید یک‌لایه عایق رطوبتی اجرا شود. لایه عایق باید با ارتفاع مناسب مطابق نقشه های فنی و اجرایی در سطوح قائم کرسی یا دیوار به سمت پایین ادامه یابد. برای اجرای عایق‌بندی به ضابطه ۹۲ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود.

پ- دیوارچینی

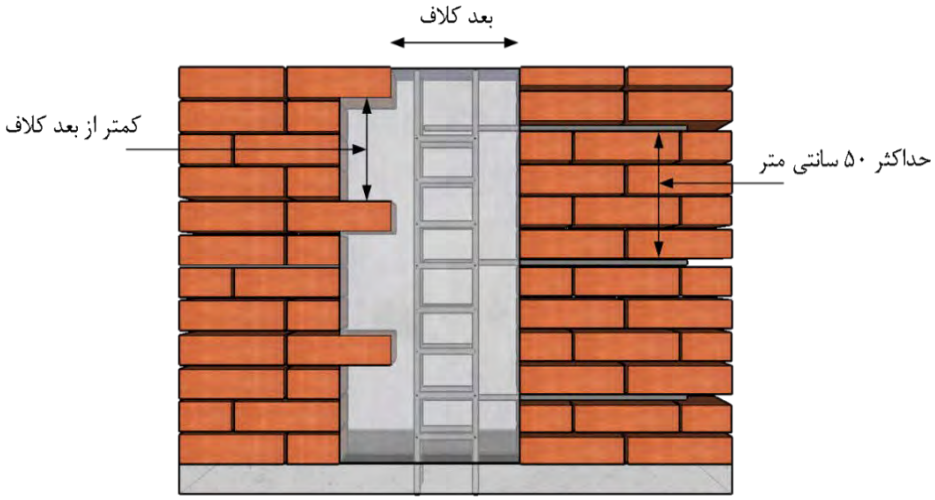
- نسبت ارتفاع به ضخامت دیوارهای آجری باربر (ضریب لاغری) نباید بیشتر از ۱۵ اختیار شود. حداقل ضخامت در دیوارهای باربر نباید از ۲۲۰ میلی‌متر و در زیرزمین از ۳۵۰ میلی‌متر کمتر اختیار شود. دیوارهای با ضخامت کمتر از ۲۲۰ میلی‌متر که به عنوان تیغه‌های جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند در دسته دیوارهای غیرسازه‌ای جای دارند که باید مطابق با بند ۹-۲ اجرا شوند.
- مشخصات آجر و نوع ملات مصرفی باید براساس بند ۸-۱-۲-۲-۱ و ۸-۱-۲ باشد. دیوارچینی با ملات ماسه -سیمان یا ملات ماسه-سیمان-آهک (باتارد) مجاز است. در ساخت دیوارها، استفاده از ملات گل و یا گل آهک مجاز نیست.
- قبل از اجرای آجرچینی و با توجه به شرایط آب‌وهوایی و پس از هماهنگی با دستگاه نظارت، آجرها باید در آب خیسانده (زنجاب) شوند. مدت زمان خیساندن آجر باید در حدی باشد که آب ملات را به خود جذب نکند و به عبارت دیگر نه آبی از آجر بچکد و نه جذب آبی داشته باشد.
- دیوار باید کاملاً قائم و شاقولی[1] چیده شود، امتداد رج‌ها کاملاً افقی باشد و بندهای قائم یک رج در میان باید در مقابل هم قرار گرفته و شاقولی باشند. ضخامت بندهای افقی و قائم نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۲ میلی‌متر باشد. ضمناً بندهای قائم نیز مانند بندهای افقی باید کاملاً از ملات پُر شوند.
- هر رج دیوارچینی باید در تمام دیوارهای ساختمان هم‌زمان اجرا شده و در یک سطح اجرا شوند. استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارهای ممتد (طولی از دیوار که در یک مرحله چیده می‌شوند) و متقاطع (دیوارهایی که با هم تلاقی دارند) مجاز نمی‌باشد. اگر چیدن دیوار در یک‌زمان میسر نباشد، اجرا باید به‌صورت لاریز انجام شود. اجرای هشت‌گیر و لاریز در شکل ۸-۷ نشان داده‌شده است. دیوار در محل اجرای کلاف‌های قائم بتن مسلح باید به‌صورت دندانه‌دار (هشت‌گیر) اجرا گردد. در این حالت حداقل فاصله بین آجرهای هشت‌گیر نباید از بعد لازم کلاف کمتر باشد. استفاده از روش اجرای دیوار با تعبیه دو میل‌گرد افقی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر در هر ۵۰۰ میلی‌متر ارتفاع

۱- شاغول یا شاقول یا شاهول یا شُوِل جسم یا گلوله‌ای سنگی یا فلزی است که آن را به ریسمانی سبک می‌آویزند و بنّایان از بالای دیواری که در کار بنا کردن آن هستند، قرار می‌دهند تا به راستای آن ریسمان، کجی و برآمدگی سطح دیوار را دریابند. عموما برای چیدن هر رج دیوار این کار تکرار می شود تا دیوار احداث شده عمودی و یا به اصطلاح "شاقولی" اجرا شود.

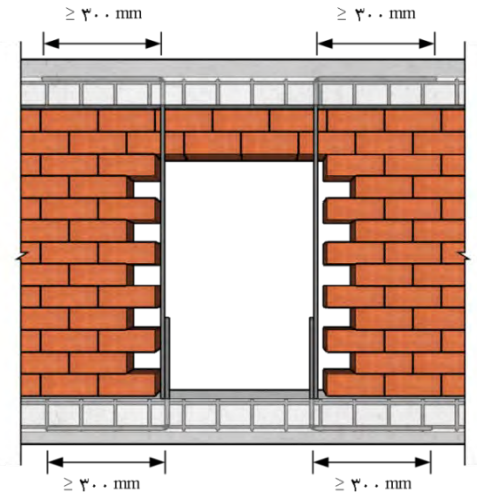
دیوار، اتصال بین دیوار و کلاف مجاز است. در این روش باید میل‌گردهای اتصال در هر طرف از کلاف قائم به‌اندازه ۳۰۰ میلی‌متر درون بند بستر دیوار ادامه داشته باشند. جزئیات در شکل‌های ۸-۸ و ۸-۹ نشان داده شده است.



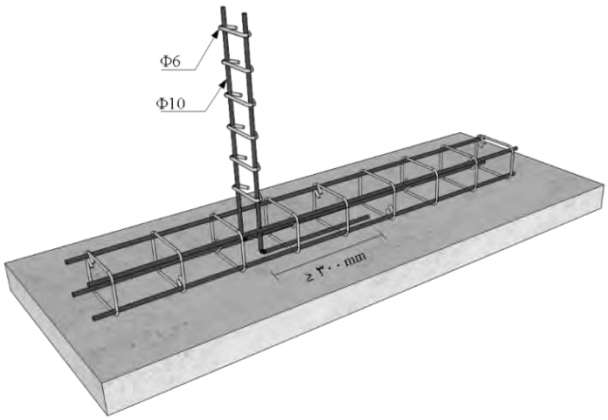
شکل ۸-۷- اتصال هشت‌گیر (لابند یا کنگره‌ای) و لاریز



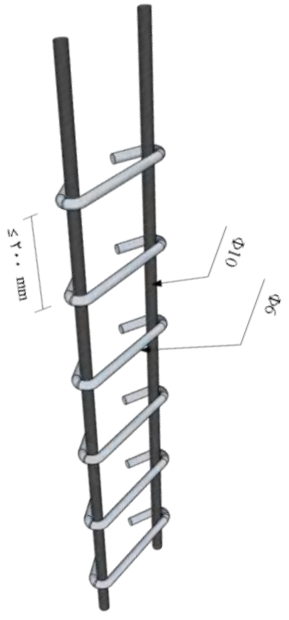
شکل ۸-۸- آرماتورهای جایگزین هشت‌گیر (وجه راست شکل) و فاصله بین واحدهای بنایی هشت‌گیر (وجه چپ شکل)



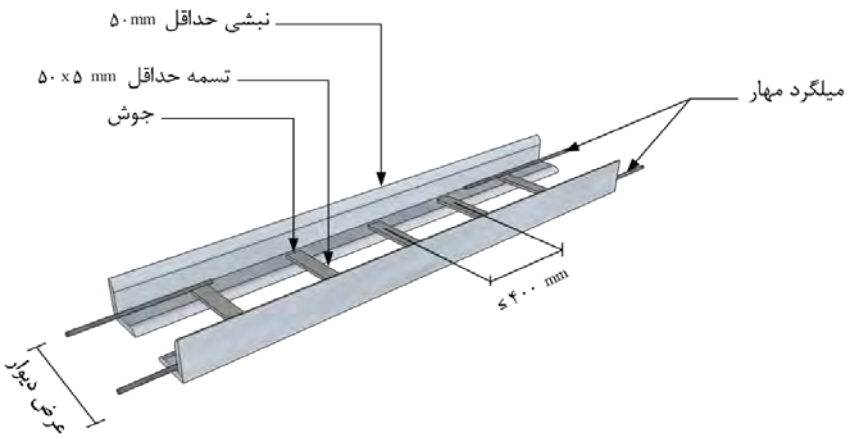
شکل ۸-۹- جزییات اتصال کلاف بازشوی قائم به کلاف افقی ساختمان



شکل ۸-۱۰- جزییات اتصال میلگردهای کلاف بازشوی قائم به کلاف افقی زیر دیوار و پی

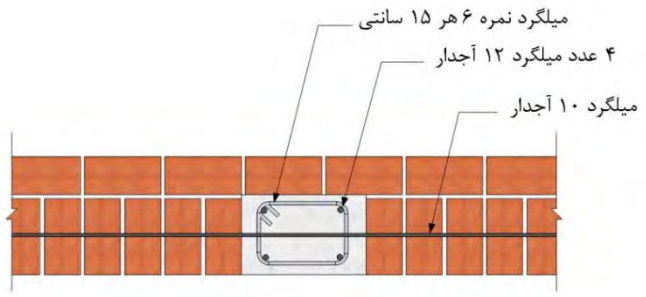


شکل ۸-۱۱- جزییات شبکه میلگرد کلاف بتنی

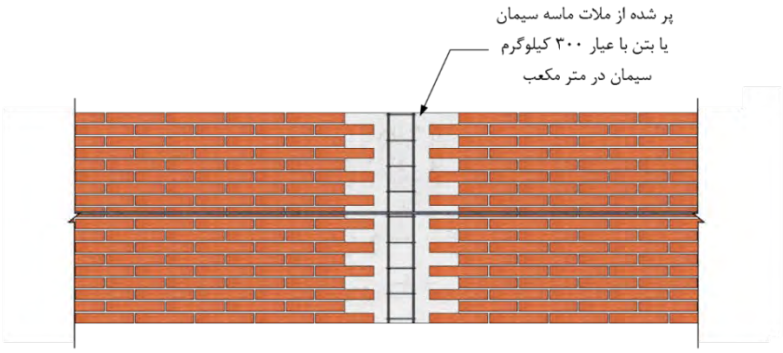


شکل ۸-۱۲- جزییات کلاف فولادی بازشو مورد استفاده در نعل درگاه

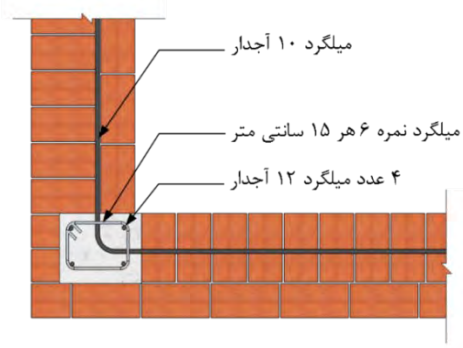
- در دیوار بنایی سازه‌ای تا ارتفاع ۳ متر جهت تامین پایداری دیوار در برابر بارهای خارج از صفحه باید حداقل از سه میل‌گرد آجدار به قطر ۱۰ میلی‌متر و یا تسمه فولادی با مقاومت معادل که هر یک به ترتیب در فواصل یک‌سوم، یک‌دوم و دوسوم ارتفاع دیوار و به‌صورت سرتاسری در طول دیوار در بندهای افقی قرار می‌گیرند، استفاده شود.این مقدار حداقل برای دیوارهای تا ارتفاع سه متر می‌باشد. برای ارتفاع بیشتر از سه متر باید براساس بارهای خارج از صفحه وارد بر دیوار مطابق جزییات فصل چهارم آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، طراحی انجام شود.این میل‌گردها باید تا محل کلاف‌های قائم امتداد داده شده و در داخل آن‌ها مهار گردند. جزئیات در شکل ۸-۱۴ نشان داده شده است. علاوه بر این مقادیر حداقل، می‌توان از روش‌های تسلیح نیز جهت یکپارچگی دیوار که در قسمت جداکننده‌ها به آن‌ها اشاره می گردد استفاده کرد.
- میلگرد بستر می‌تواند از انواع میلگرد تک‌شاخه، نردبانی، زیگزاگ و یا Z ساخته شود. با توجه به محدودیت ضخامت ملات بستر ، لازم است از میلگرد بستر پیش‌ساخته که در آن میلگردهای طولی و عرضی در یک سطح به یک‌دیگر جوش شده باشند، استفاده گردد.
- میلگرد بستر پیش‌ساخته از میلگردها و یا سیم‌های طولی و عرضی باید دارای حداقل یک میلگرد و یا سیم عرضی با قطر حداقل ۳ میلی‌متر در هر ۰/۲ مترمربع از مساحت دیوار باشد. میلگردهای طولی باید کاملا در ملات بند افقی قرارداده شوند. میلگردهای بستر باید همه جای جداره های دیوار دو یا چند جداره را در بر گیرند. میلگردهای بستر باید با ملاتی که حداقل ضخامتش ۱۵ میلی‌متر است، در برابر هوازدگی پوشش داده شوند. ضخامت هر رج ملات در مواقعی که از میلگردهای بستر استفاده می‌شود نباید کمتر از ۶ میلی‌متر باشد(شکل‌های ۸-۱۰ و ۸-۱۳).
- در ساختمان‌های بنایی استفاده از آجر باید مطابق با جزییات مربوط به تقاطع دیوارهای بنایی مسلح، تیرها و ستون‌های بنایی مسلح و همچنین المان‌های مرزی دیوارهای بنایی مسلح مطابق جزییات نشان داده شده در شکل‌های ۸-۱۴ تا ۸-۱۷ باشد.



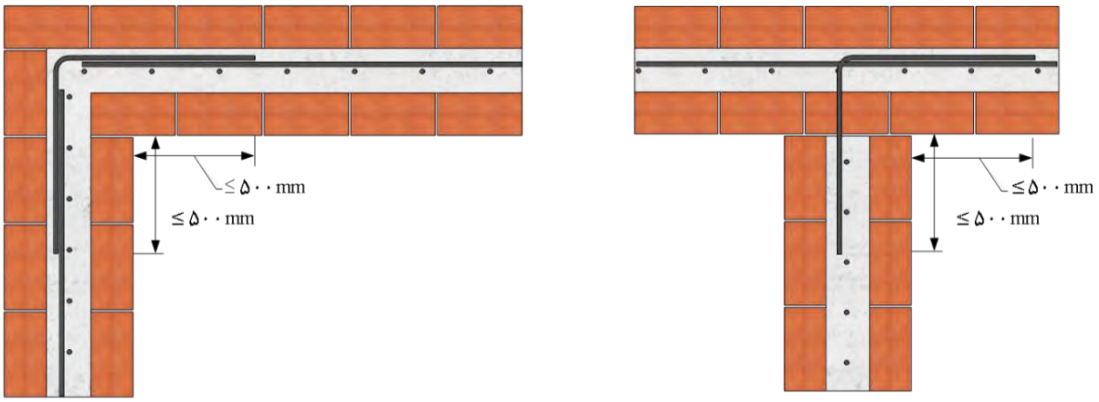
الف- پلان عبور میل‌گرد طولی از دیوارهای در یک امتداد



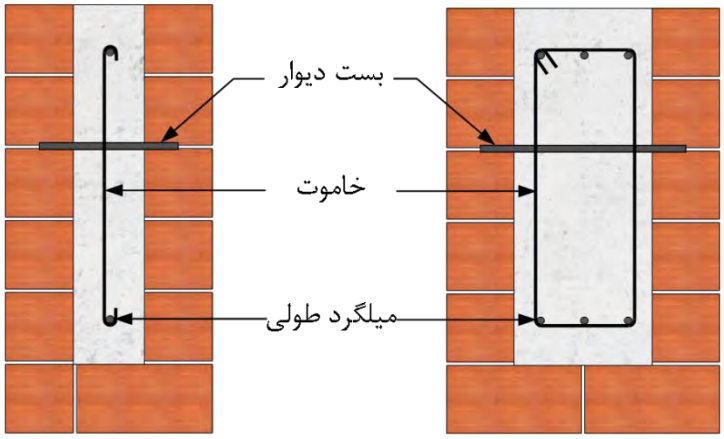
ب- مقطع عبور میل‌گرد طولی از دیوارهای در یک امتداد



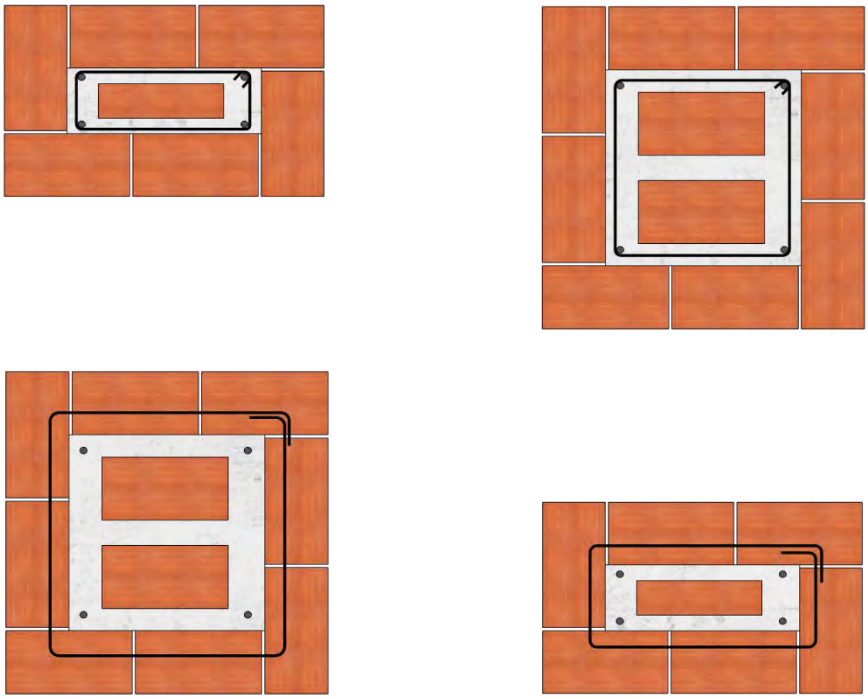
شکل ۸-۱۳- پلان عبور میل‌گرد طولی از دیوارهای عمود بر هم



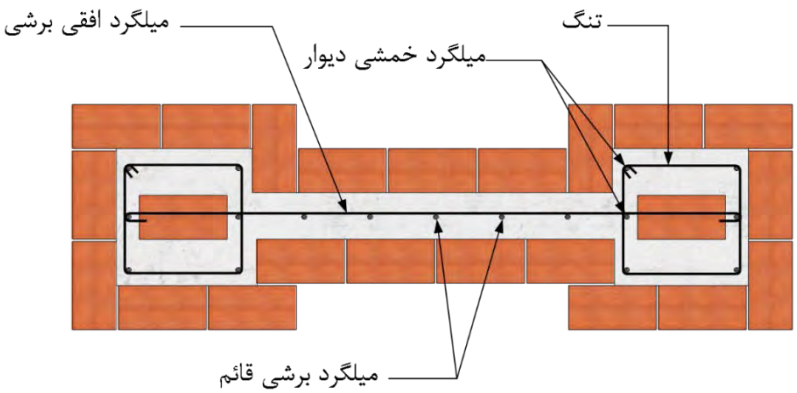
شکل ۸-۱۴- ضوابط مهار میلگردها در محل تقاطع دیوار بنایی مسلح



شکل ۸-۱۵- نمونه‌هایی از اجرای تیرهای بنایی مسلح (مقاطع)

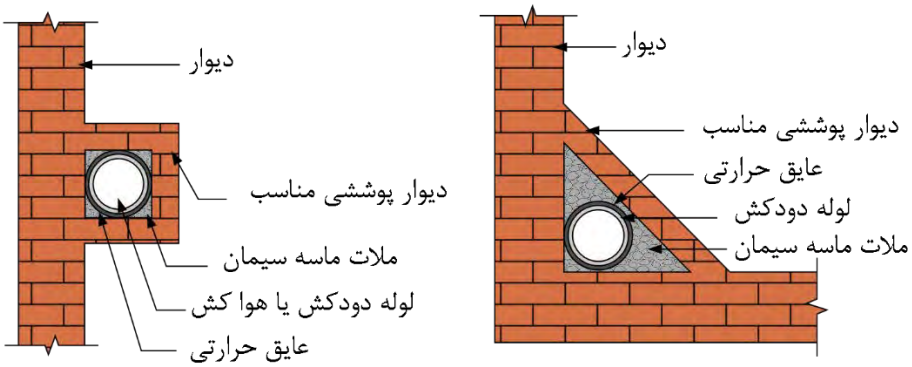


شکل ۸-۱۶- نمونه ای از اجرای ستون بنایی مسلح (مقاطع)



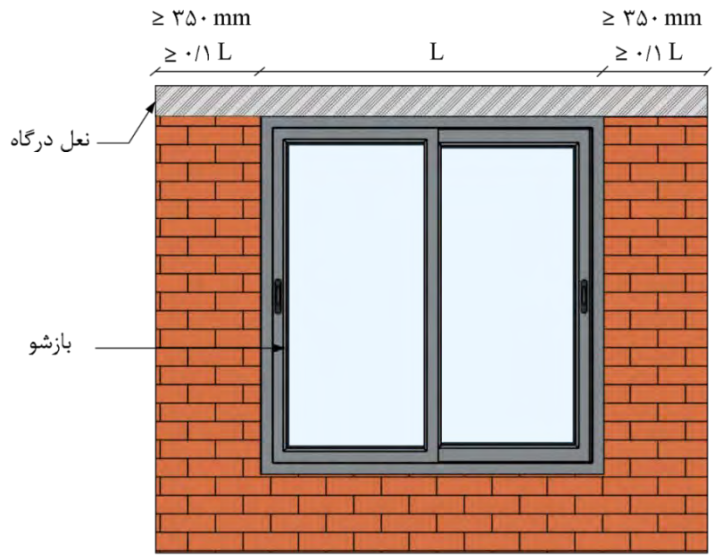
شکل ۸-۱۷- جزییات اجرای المان مرزی در دیوار آجری مسلح (مقطع)

- سوراخ‌ها و محل‌های باز برای کارگذاری چهارچوب‌ها، درها، پنجره‌ها، مجراهای تهویه، عبور لوله‌ها و کابل‌های توکار و نظایر آن، باید قبلاً بر اساس نقشه‌های اجرایی کاملاً مشخص و هنگام آجرچینی تعبیه گردند تا نیازی به کندن و تخریب دیوارها به‌منظور تأمین فضاهای باز وجود نداشته باشد. بازشوها باید حتی‌الامکان کوچک بوده و در قسمت‌های مرکزی دیوار قرار داشته باشند.
- دودکش و هواکش نباید از درون عناصر سازه‌ای پیوسته مانند دیوار یا کلاف‌های افقی و قائم عبور داده شوند. برای جزئیات به شکل ۸-۱۸ مراجعه شود.

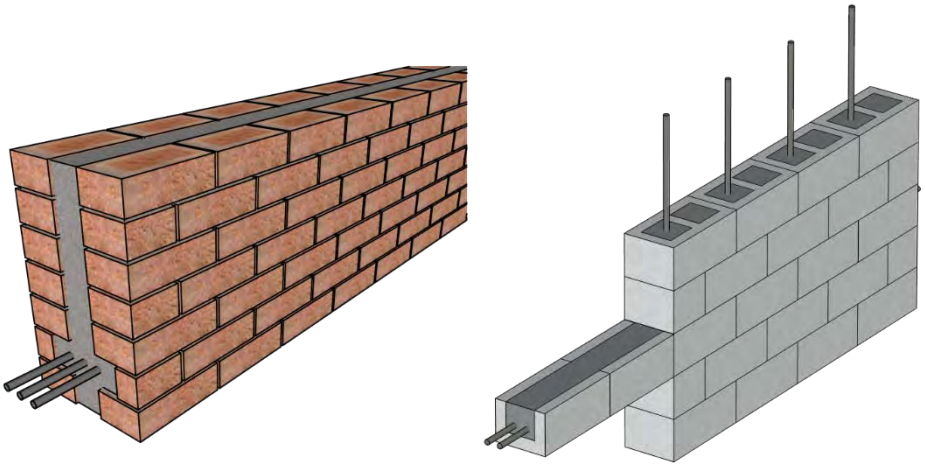


شکل ۸-۱۸- اجرای روکار مجاری دودکش و هواکش (مقطع)

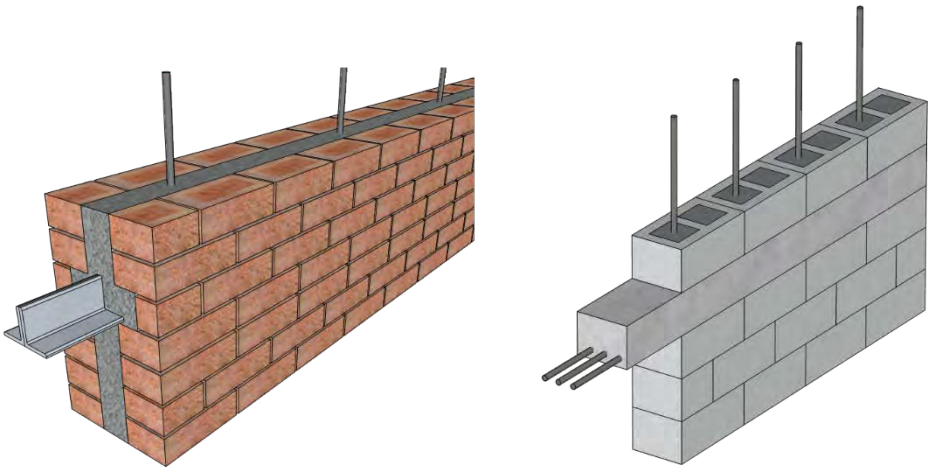
- سطح عبور لوله قائم و مجاری تأسیساتی از داخل دیوار باربر بیش از یک‌ششم ضخامت آن مجاز نیست. در غیر این صورت دیوار مزبور نمی‌تواند به‌عنوان دیوار باربر سازه‌ای محسوب گردد، مگر این که دو طرف مجرای موردنظر، کلاف قائم اجرا شده باشد.
- نعل‌درگاه‌ها باید براساس جزئیات مندرج در نقشه‌های اجرایی و با طول گیرداری کامل ساخته شوند. به‌جز در طبقه زیرزمین، نعل‌درگاه می‌تواند از مصالحی مانند بنایی مسلح، فولاد، بتن درجا و یا بتن پیش‌ساخته باشد. کلیه نعل درگاه‌ها در طبقه زیرزمین باید از بتن درجا ساخته‌شده و به کلاف‌های قائم مجاور متصل گردند. طول تکیه‌گاه تیر نعل‌درگاه در هر طرف باید حداقل ۳۵۰ میلی‌متر یا یک‌دهم طول دهانه، هرکدام که بیشتر است، در نظر گرفته شود. عرض نعل‌درگاه مطابق با شکل ۸-۲۰ باید مساوی ضخامت دیوار باشد. شکل‌های ۸-۱۹ تا ۸-۲۱ جزئیات اجرایی اجزای نعل‌درگاه با تیر بنایی و تیر بتن آرمه و فولادی را نشان داده است.



شکل ۸-۱۹- حداقل طول تکیه گاه نعل درگاه



شکل ۸-۲۰- نمونه‌هایی از اجرای نعل درگاه با تیر بنایی مسلح



شکل ۸-۲۱- نمونه‌هایی از اجرای نعل درگاه با تیر بتن‌آرمه و فولادی

۸-۱-۲-۳- بلوک سیمانی

استفاده از بلوک توپر یا بلوک توخالی پر شده از ملات در دیوارهای باربر مجاز می‌باشد. استفاده از بلوک توخالی در دیوارهای غیرسازه‌ای و سقف‌های تیرچه‌بلوک و سایر قسمت‌های ساختمان مجاز است.

۸-۱-۲-۳-۱- انواع مصالح بلوک، ویژگی‌ها و استانداردها

مشخصات و رواداری‌های بلوک‌های سیمانی باید منطبق بر استاندارد ملی به شماره ۱-۷۰ باشد. بلوک‌های مورد مصرف در هر پروژه باید از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، ابعاد و شکل ظاهری با مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌ها و دیگر مدارک پیمان، مطابقت داشته باشند. مشخصات نمونه‌های انواع بلوک مصرفی شامل بلوک‌های توکار و نما باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.

۸-۱-۲-۳-۲- عملیات اجرایی

تمامی عملیات بنایی با بلوک سیمانی، باید براساس مشخصات فنی خصوصی و مندرجات قرارداد، نقشه‌های اجرایی، ضوابط ذکرشده در این بخش، ضابطه شماره ۱۰۰ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه کشور و استاندارد شماره ۱-۷۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و فصل هفتم استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد. رعایت ضوابط و اصول مندرج در زیر در عملیات بنایی با بلوک الزامی است.

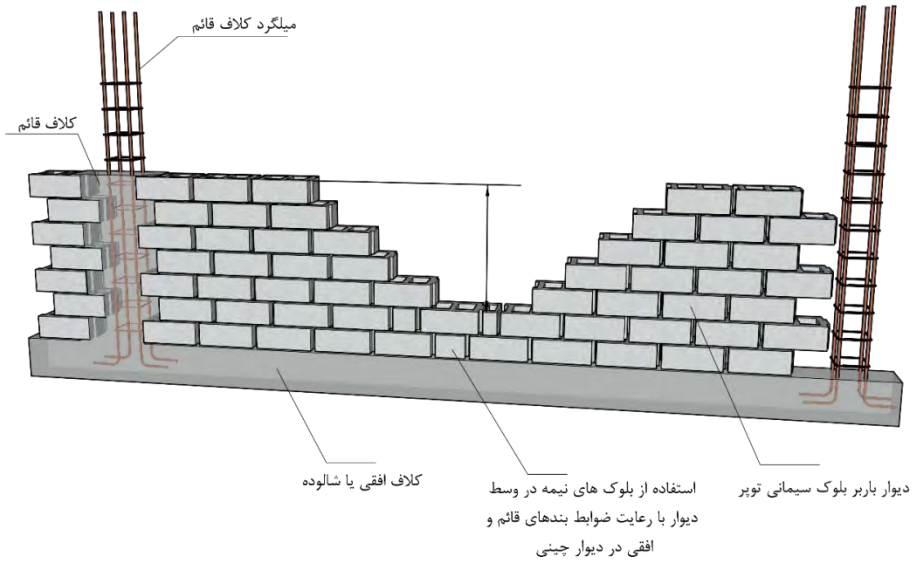
الف- شالوده و کرسی‌چینی

شالوده و کرسی‌چینی بلوک‌ها باید مطابق جزییات ارائه‌شده در بند ۸-۱-۲-۲-۲-۱ باشد. استفاده از بلوک سیمانی توپر به‌عنوان مصالح شالوده مجاز نمی‌باشد.

ب- دیوارچینی

کلیه ضوابط اجرای دیوارهای اجرا شده با بلوک سیمانی باید مشابه دیوارچینی آجری مذکور در بند ۸-۱-۲-۲-۲ باشد. ضمناً رعایت نکات زیر در بلوک چینی الزامی است:

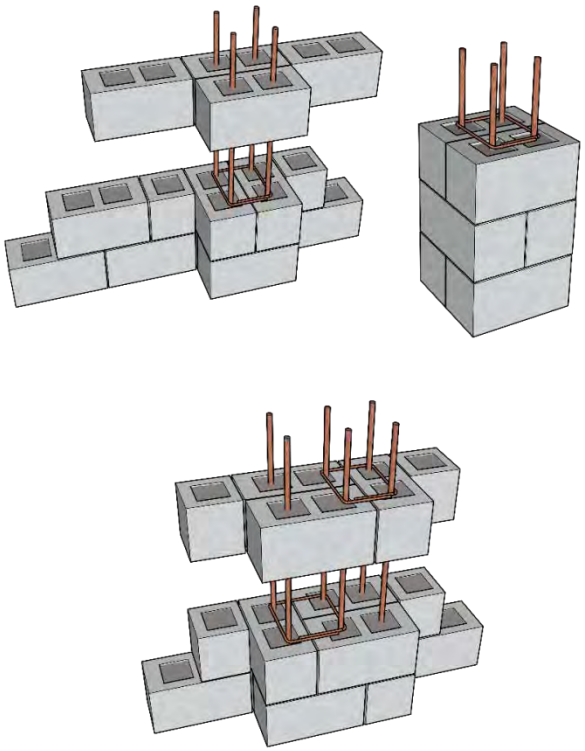
- فاصله بین واحدهای بنایی هشت‌گیر، نباید از بعد کلاف کمتر باشد؛ به عبارت دیگر در بلوک‌چینی باید هر یک رج در میان به‌صورت هشت‌گیر مطابق با شکل ۸-۲۲ اجرا شود.
- دیوارچینی باید از دو انتها یا دو گوشه دیوار شروع شود. چیدن بلوک در دیوار باید همزمان یا حداکثر با اختلاف ارتفاع ۵ رج یا یک متر در گوشه‌ها مطابق با شکل ۸-۲۲ انجام شود.



شکل ۸-۲۲- نمای بلوک‌چینی دیوار بلوکی محصورشده با کلاف در ارتفاع

- در صورت نیاز به پرکردن بلوک‌های توخالی، فضاهای خالی باید با بتن یا ملات پرگردد. استفاده از نخاله‌های بلوک سیمانی، خرده آجر یا مصالح مشابه به همراه ملات برای پر نمودن داخل حفرات بلوک مجاز نمی‌باشد. روانی بتن یا ملات مورد استفاده برای این منظور، باید درحدی باشد که با ابزارهای دستی بدون صرف انرژی زیاد، حفرات پُر و تسطیح شوند. از طرفی روانی زیاد ملات نباید باعث ناپایداری بخش‌های اجراشده یا جدا شدن دانه‌بندی ملات شود.
- دیوارهای باربر در صورت داشتن حداقل ضخامت ۲۰۰ میلی‌متر اجرا شده می‌توانند دیوار سازه‌ای محسوب گردند. ضخامت دیوار سازه‌ای در زیرزمین باید حداقل ۴۰۰ میلی‌متر (دو بلوکه) باشد.
- برای اجرای دیوارهای بلوکی مسلح استفاده از بلوک‌های توخالی و در اجرای دیوارهای کلاف‌دار استفاده از بلوک های توپر مجاز است.
- در ساختمان‌های بنایی مسلح با بلوک سیمانی، تقاطع دیوارهای بنایی مسلح، تیرها و ستون‌های بنایی مسلح و همچنین المان‌های مرزی دیوارهای بنایی مسلح باید مطابق با شکل های ۸-۲۳ و ۸-۲۴ باشد.

شکل ۸-۲۳- نمونه ای از اجرای تیر بنایی مسلح



شکل ۸-۲۴- نمونه هایی از اجرای ستون بلوک سیمانی مسلح

- جزییات مربوط به اجرای نعل‌درگاه در دیوار بنایی مسلح با بلوک سیمانی مشابه دیوارهای بنایی آجری مسلح باید مطابق جزییات نشان داده شده در شکل‌های ۸-۲۱ و ۸-۲۲ باشد.

۸-۱-۲-۴- سنگ

۸-۱-۲-۴-۱- انواع مصالح سنگی، ویژگی‌ها و استانداردها

ویژگی سنگ‌های مصرفی مانند؛ ابعاد، مقاومت فشاری، جذب آب و سایر شرایط سنگ در کارهای بنایی باید شرایط مندرج در استانداردهای بند ۸-۱-۲-۴-۱ این فصل و ضابطه شماره ۹۰ سازمان برنامه و بودجه کشور را ارضا نماید.

الف- سنگ‌های مورد استفاده در کارهای بنایی باید دارای حداقل مقاومت فشاری ۱۵ مگاپاسکال باشند. دیوارهای باربر در ساختمان‌های ساخته‌شده از سنگ باید دارای کلاف یا کلاف معادل (مطابق شکل ۸-۲۳ استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش ۴) باشند و استفاده از سنگ در دیوارهای باربر بدون کلاف مجاز نمی‌باشد.

ب- روش های آزمایش مورد استفاده و همچنین مشخصات فنی سنگ‌های مصرفی باید الزامات ذکر شده در استاندارد های ارائه شده در جدول ۸-۷ را برآورده نماید.

جدول ۸-۷- ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ و روش‌های آزمایش آن‌ها

شماره استاندارد ملی	عنوان

۵۶۹۹	سنگ ساختمانی، تعیین جذب آب و وزن مخصوص، روش آزمون
۶۱۷	روش‌های تعیین تاب گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگ
۶۶۵	روش تعیین تاب فشاری مصالح سنگ

۸-۱-۲-۴-۲- عملیات اجرایی

جهت انجام عملیات بنایی با استفاده از سنگ باید الزامات ضابطه شماره ۹۰ سازمان برنامه و بودجه کشور، استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۵۶۹۹ ، ۶۱۷ و ۶۶۵ و فصل هفتم استاندارد ۲۸۰۰ رعایت گردد. همچنین رعایت ضوابط و اصول مندرج در زیر در عملیات بنایی با سنگ الزامی است.

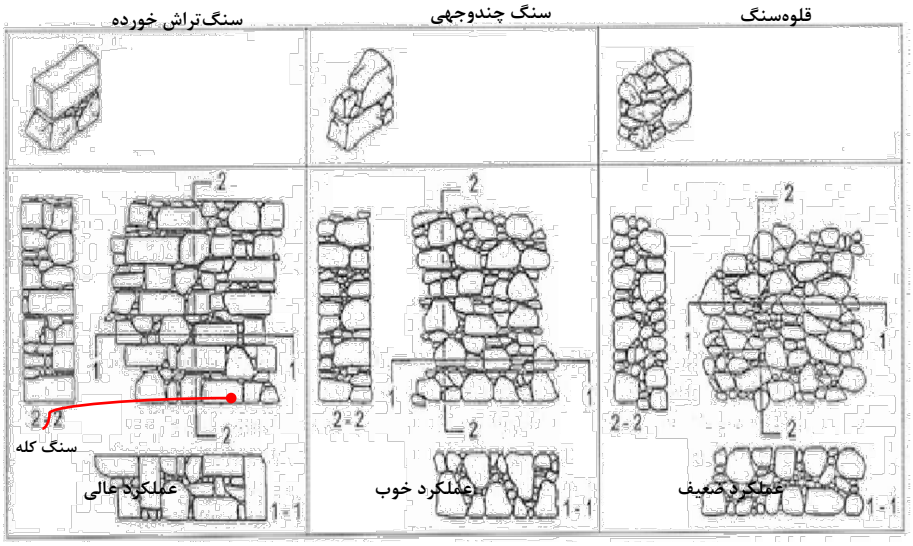
الف- شالوده و کرسی‌چینی

شالوده و کرسی‌چینی باید مطابق جزییات ارائه شده در بند۸-۱-۲-۲-۲ باشد. استفاده از سنگ لاشه با یکی از ملات‌های گل آهک، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) با نسبت حجمی (چهار قسمت سیمان- یک قسمت آهک - دوازده قسمت ماسه- آب به‌اندازه کافی و یا ماسه سیمان به‌عنوان مصالح شالوده و کرسی چینی مجاز است.

ب- دیوارچینی

کلیه ضوابط اجرای این دیوارها باید مشابه دیوارچینی آجری مذکور در بند ۹-۱-۲-۲-۲باشد. رعایت نکات زیر در اجرای دیوار باربر سنگی الزامی است:

- حداقل ضخامت دیوارهای باربر سنگی که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند، باید ۴۵۰ میلی‌متر باشد.
- خشکه‌چینی با سنگ و بدون استفاده از ملات در دیوارهای باربر مجاز نمی‌باشد.
- ضخامت بندکشی در دیوارهای سنگی باربر، باید حداقل ۲۰ میلی‌متر و حداکثر ۴۰ میلی‌متر باشد. مشخصات ملات دیوارچینی باید مشابه ملات‌های کرسی چینی در نظر گرفته شود.
- ضخامت بندکشی در دیوارهای سنگی نما، باید حداقل ۱۰ میلی‌متر و حداکثر ۲۵ میلی‌متر باشد. بندکشی باید هم‌زمان با سنگ چینی و قبل از سفت شدن ملات صورت گیرد. درصورتی‌که بندکشی طبق تأیید دستگاه نظارت به بعد موکول شود، باید قبل از سخت شدن کامل ملات، محل بند به عمق لازم خالی و سپس بندکشی انجام شود.
- ارتفاع هیچ سنگی نباید از عرض (قاعده) آن بیشتر باشد.
- استفاده از سنگ‌های گرد و سنگ‌های با زوایای تیز و شکننده مجاز نمی‌باشد، مگر آنکه قبلاً گوشه‌های تیز آن صاف شده باشد. استفاده از سنگ‌های دارای ترک‌های مشهود که خطر شکسته و جدا شدن آن‌ها از دیوار وجود دارد، مجاز نمی باشد.
- ارتفاع سنگ‌های پای دیوار (فاصله اولین بند افقی تا زمین) نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کم‌تر باشد.
- فاصله دو سنگ کله که مشابه شکل ۸-۲۶ باشد و کل عرض دیوار را در بر گیرد، نباید بیش از ۱۲۰۰ میلی‌متر شود و در هر رج باید از آن استفاده کرد.



شکل ۸-۲۵- عملکرد دیوار با توجه به شکل ظاهری سنگ

- همپوشانی یک سنگ بر روی سنگ دیگر با فاصله افقی بین دو بند قائم باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر باشد.
- توزیع سنگ‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که سنگ‌های بزرگ‌تر در پایین و سنگ‌های کوچک‌تر در بالای دیوار قرار گیرند.

۸-۱-۳- عملیات بنایی سقف

عملیات سقف‌سازی باید بر اساس جزییات مندرج در نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد. قبل از شروع سقف‌زنی، اسکلت اصلی ساختمان باید ازنظر تکیه‌گاه‌ها، اتصالات فلزی، آرماتوربندی‌ها و مجموعه قالب و داربست، مورد بازدید دستگاه نظارت قرار گیرد و پس از تأیید، عملیات سقف‌زنی شروع شود. نوع مصالح، کنترل کیفیت، نحوه اجرا و روش‌های حفاظتی سقف تا رسیدن به مقاومت‌های لازم با توجه به نوع سقف، باید مطابق مندرجات این ضابطه باشد.

استفاده از انواع سقف‌های معرفی‌شده در استاندارد ۲۸۰۰ شامل سقف طاق ضربی، سقف تیرچه‌بلوک و سقف خرپایی، با رعایت شرایط مندرج در آن برای ساختمان‌های بنایی مجاز است. آجرهای مصرفی در طاق ضربی باید حداقل‌های لازم در بند ۸-۱-۲-۲-۱ دیوار باربر آجری و ملات مصرفی در آن باید شرایط بند ۸-۱-۲ برای ملات گچ یا گچ و خاک را داشته باشد.

۸-۱-۳-۱- سقف طاق ضربی

در طراحی و اجرای سقف طاق ضربی مطابق با شکل ۸-۲۶، رعایت موارد زیر الزامی است:

الف- فاصله بین تیرآهن‌های سقف مطابق با شکل ۸-۲۷ نباید از ۱ متر بیشتر باشد.

ب- طول نشیمن تیرهای اصلی سقف بر روی کلاف افقی باید برابر عرض کلاف باشد.

پ- تیرآهن‌های سقف باید در فواصل حداکثر ۲ متر توسط تیرآهن‌های عرضی حداکثر یک شماره کمتر از تیرآهن اصلی که در تیرآهن‌های سقف قرار می‌گیرند، به یک‌دیگر متصل شوند. تیرآهن‌های عرضی در محل تقاطع تیرآهن‌های اصلی با دیوار باربر روی کلاف افقی باید اجرا شوند.

ت- تیرآهن‌های عرضی باید با استفاده از اتصال مناسب نبشی و تسمه به تیرآهن‌های اصلی سقف و در صورت پیوسته بودن، با استفاده از صفحه اتصال فولادی به کلاف بتنی متصل شوند.

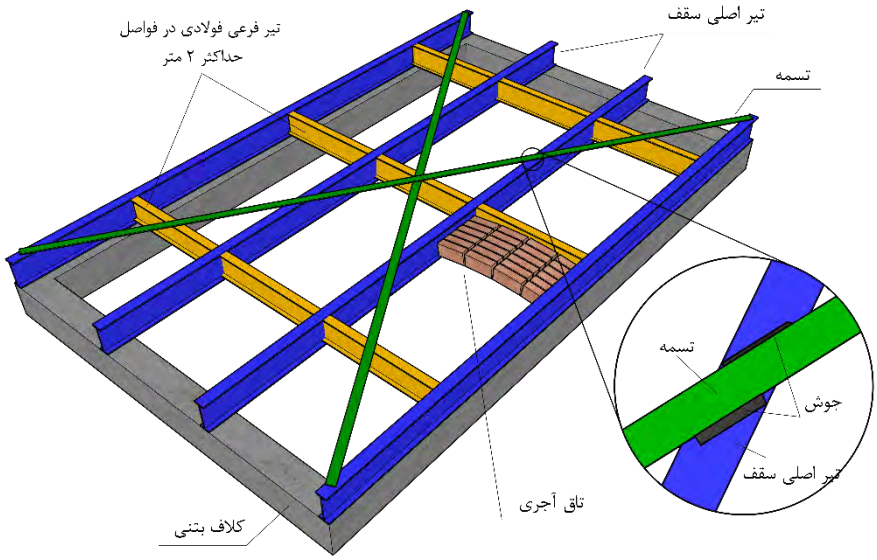
ث- تیرآهن‌های اصلی سقف باید با استفاده از صفحه اتصال فولادی به سطح بالایی کلاف افقی متقاطع متصل شوند.

ج- چنان‌چه سقف طاق ضربی در تراز کلاف افقی اجرا می‌گردد، انتهای تیرآهن‌های اصلی سقف باید در تمام عرض کلاف بتنی، درون شبکه میلگرد کلاف قرار گرفته و به نحو مناسب به آن متصل شوند.

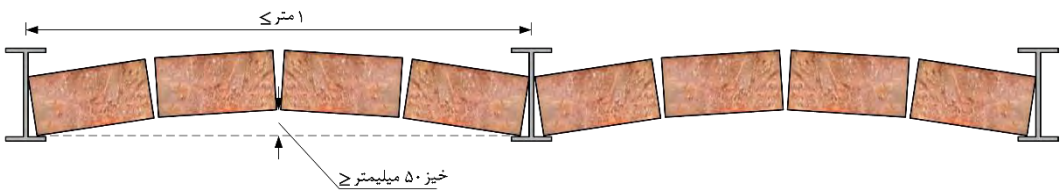
چ- باید تکیه‌گاه مناسبی برای پاطاق آخرین دهانه طاق ضربی تعبیه شود. این تکیه‌گاه می‌تواند با قرار دادن یک نیمرخ فولادی و اتصال آن با کلاف زیر خود یا با جاسازی در کلاف بتنی تامین گردد.

ح- تیرآهن‌های اصلی سقف باید با استفاده از تسمه فولادی، به عرض حداقل ۵۰ میلی متر و ضخامت حداقل ۵ میلی متر، مطابق با جزئیات شکل ۸-۲۸ به صورت ضربدری مهار شوند.

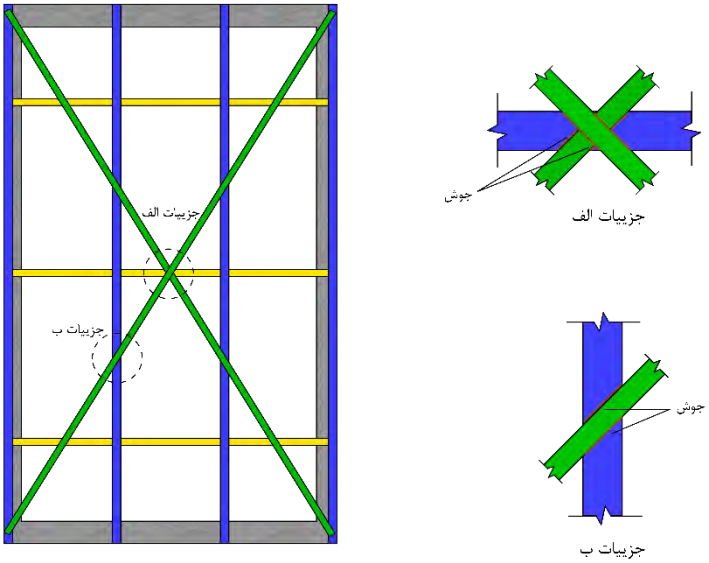
خ- برای اجرای طاق آجری باید از آجر سوراخ‌دار و ملات گچ و خاک، مطابق بند ۸-۱-۲-۱ استفاده شود.



شکل ۸-۲۶- جزئیات اجرای سقف طاق ضربی (تیرریزی اصلی و فرعی و مهاربندی)



شکل ۸-۲۷- فواصل حداکثر تیرهای اصلی سقف طاق ضربی و خیز حداقل طاق آجری



شکل ۸-۲۸- مهاربندی سقف طاق ضربی با تسمه فولادی و جزئیات اتصال آن‌ها به تیرها

۸-۲- جداکننده‌ها

اجرای دیوارهای جداکننده به دو صورت جداسازی شده از سازه اصلی (غیرپیوسته) و یا چسبانده شده به سازه اصلی (میانقابی) مجاز می‌باشد. در دیوارهای غیرپیوسته خارجی باید دیوار و اتصالات صرفا تحت اثر نیروهای اینرسی خارج از صفحه دیوار شامل بارهای وارده ناشی از فشار و مکش باد، نیروها و جابه‌جایی زلزله و بارهای ناشی از ضربه مهار شوند. در دیوارهای غیرپیوسته داخلی باید دیوار و اتصالات تحت نیروها و جابه‌جایی زلزله و بارهای ناشی از ضربه مهار شوند.

دیوارهای چسبانده شده به سازه (میانقابی) در سختی آن دخالت دارند و باید در برآورد نیروهای وارد بر آن دخالت داده شوند و مطابق ضوابط ارایه شده در بخش پ ۸-۲ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله در محاسبات لحاظ شوند.

ضوابط و الزامات کلی طراحی و اجرای دیوارهای خارجی و داخلی شامل الزامات لرزه‌ای، بارها و اثرات ناشی از زلزله، محدودیت ابعاد هندسی و درزهای انقطاع (فاصله جداسازی) باید مطابق با ضوابط ارایه شده در پیوست ۶ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، و ضوابط و الزامات مربوط به طرح و اجرای دیوارها در برابر نیروهایی نظیر باد و ضربه باید بر مبنای نشریه ۸۱۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

حداکثر ارتفاع مجاز دیوار غیرسازه‌ای از تراز کف نباید از سی برابر عرض دیوار و یا ۳/۵ متر بیشتر باشد، در غیر این صورت باید با تعبیه کلاف افقی (تیرک) در ارتفاع دیوار این الزام محقق شود. جزییات این ضوابط در بند ۹-۲-۱-۱-۳ ارایه شده است. هم‌چنین طول آزاد دیوار نباید از ۴ متر بیش‌تر شود. در دیوارهای با طول بیش از ۴ متر باید عضو قائم (وادار) مطابق جزییات نمایش داده شده در شکل ۹-۳۴ اجرا گردد.

کلیه تاسیسات باید در جای خود با استفاده از مهارهای مناسب کاملا به عناصر سازه‌ای و غیرسازه‌ای وصل شوند. نصب و اتصال تاسیسات نباید به اعضای سازه‌ای و یا غیر سازه‌ای آسیبی وارد کند.

فواصل جداسازی دیوارها از قاب سازه اصلی باید توسط مواد تراکم پذیر مناسب از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت پر شود. برای جلوگیری از ترک خوردگی در نازک کاری ضروری است از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم پذیر استفاده شود. در دیوارهای چسبانده شده به قاب اصلی سازه (میانقاب) نیز لازم است درز بین دیوار و قاب اصلی سازه به منظور جلوگیری از ترک خوردگی در نازک کاری توسط شبکه الیاف یا رابیتس پوشانده شود.

۸-۲-۱- دیوارهای آجری و بلوکی

دیوارهای بنایی آجری و بلوکی که در این گروه قرار می‌گیرند شامل دیوارهای ساخته شده با استفاده از آجرهای رسی، آجرهای سفالی، بلوک‌های سیمانی با سنگدانه معمولی، بلوک سیمانی با سنگ‌دانه سبک، بلوک‌های گچی و بلوک‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC) می‌باشد.

ضخامت دیوار جداکننده آجری نباید از ۱۰۰ میلی متر و ضخامت دیوار جداکننده بلوک سفالی و قطعات پیش‌ساخته گچی نباید از ۸۰ میلی متر کمتر باشد. دیوار جداکننده آجری باید صرفا با آجر سوراخ دار و ملات ماسه سیمان ساخته

شود. استفاده از آجر توپر، به‌خصوص اجرهای توپر که به صورت سنتی تولید می‌شوند، مانند آجرگری یا فشاری در ساخت دیوار جداکننده مجاز نمی‌باشد.

۸-۲-۱-۱- دیوار بنایی با آجرهای رسی

آجرها باید کاملا پخته، یکنواخت و سخت باشند. مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها باید بر حسب نوع، با استاندارد شماره ۷ ملی ایران تطبیق کند. آزمایش‌هایی که باید بر اساس این استاندارد انجام گیرد عبارت است از : اندازه گیری ابعاد، تحدب و تقعر، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری جذب آب، تعیین املاح محلول، اندازه‌گیری مقاومت در برابر یخبندان. برای این منظور لازم است نمونه برداری‌ها به یکی از روش‌های ارائه شده در استاندارد شماره ۷ انجام شود.

۸-۲-۱-۱-۱- ضوابط اجرایی

الف- استفاده از آجرهای کهنه کاملا تمیز در صورت داشتن ویژگی‌های استاندارد مانعی ندارد ولی بهتر است همراه با آجرهای نو و در پشت‌کار از آن‌ها استفاده شود.

ب- استفاده از تکه آجر شامل سه قد (سه چهارم آجر)، نیمه (یک دوم آجر) چارک (یک چهارم آجر) و کلوک (پاره آجر) در بخش‌های درونی و پشت کار و در جاهایی که مصرف آجر درست (کامل) مقدور نیست، مجاز است.

پ- استفاده از آجرهای ترک‌دار کج و معوج، گود و برجسته که انحنای گود و برجستگی آن‌ها از ۵ میلی‌متر تجاوز نکند، مجاز است مشروط بر این که تعداد آن‌ها از ۲۰ درصد کل آجرها تجاوز ننماید.

ت- از مصرف آب شور برای شستن آجرهای چیده شده با ملات سیمانی باید خودداری شود.

ث- از پاشیدن گچ بر روی اجزای آجری که با ملات سیمانی چیده شده است، به‌خصوص در مناطق مرطوب باید خودداری شود.

ج- هنگام اجرای ساختمان از قرار دادن مستقیم مصالحی که در برابر رطوبت فساد پذیرند (مانند چوب) بر روی آجر باید خودداری شود.

چ- در مورد مشخصات و ویژگی‌های دوغاب‌ها و ملات‌ها به بند ۸-۱-۲-۱ مراجعه شود. ضوابط اجرایی دیوارهای غیربابر باید مطابق بند ۸-۱-۲-۲-۲ رعایت گردد.

۸-۲-۱-۱-۲- دیوار دو جداره

دیوارهای دوجداره متشکل از دو دیوار تک جداره می باشند که با فاصله مشخصی نسبت به یکدیگر بر اساس نقشه های اجرایی، دستورات دستگاه نظارت و مشخصات تعیین شده ساخته می شوند. رعایت ضوابط زیر علاوه بر اصول مندرج در این فصل الزامی است.

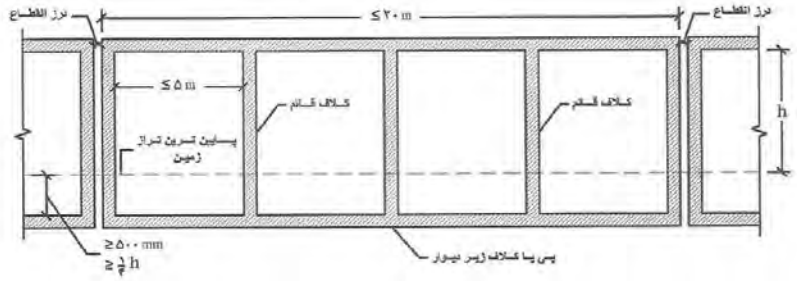
الف- دیوارهای داخلی و خارجی باید به وسیله بست‌های گالوانیزه با سطح مقطع حداقل ۴۰ میلی‌مترمربع یا میل‌گرد ضدزنگ به قطر حداقل ۸ میلی‌متر در فواصلی که در جهت افقی و قائم از ۵۰۰ میلی‌متر تجاوز نکند، به یکدیگر متصل شوند. تعداد

این بست‌ها نباید در هر مترمربع از ۴ عدد کمتر باشد. در محل بازشوها و کنج‌ها، باید مهارهای اضافی پیش‌بینی شود و در هر ۳۰۰ میلی‌متر ارتفاع، باید یک بست دو سمت دیوار را در مجاورت بازشوها به یکدیگر متصل نماید.

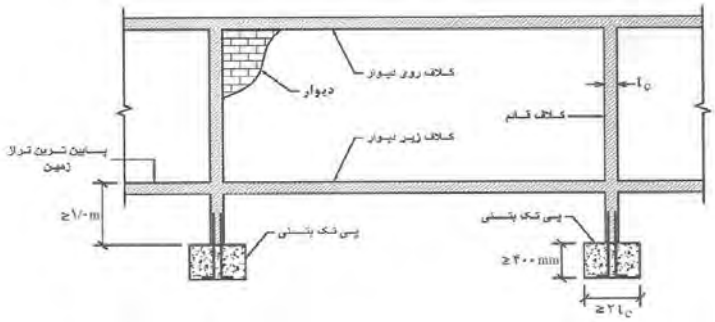
ب- ضخامت هر دیوار نباید از ۱۰۰ میلی‌متر و ضخامت کل دیوار دوجداره از ۲۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. ضخامت فضای خالی بین دو جدار، نباید از ۵۰ میلی‌مترکمتر و از ۷۵ میلی‌متر بیشتر باشد.

۸-۲-۱-۱-۳- دیوار محوطه

دیوارهای محوطه باید به صورت بنایی مسلح یا بنایی با کلاف و با به کارگیری یکی از انواع مصالح آجری یا بلوکی یا سنگی مطابق ضوابط این فصل اجرا شوند. طول پیوسته دیوار محوطه نباید از ۲۰ متر بیش‌تر باشد. در مواردی که طول دیوار محوطه بیش از ۲۰ متر است، دیوار باید با درز انقطاع به دو یا چند قسمت تقسیم شود به گونه‌ای که طول هر قسمت از ۲۰ متر بیش‌تر نباشد. برای جلوگیری از واژگونی دیوار محوطه، نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار باید کم‌تر از ۱۰ و هم‌چنین ارتفاع دیوار کم‌تر از ۳ متر باشد. چنان‌چه ارتفاع دیوار محوطه بیش‌تر از ۳ متر باشد، جزییات اجرا باید توسط مشاور ارائه شود. ضروری است در زیر دیوار محوطه، پی بتن مسلح یا کلاف افقی بتنی تعبیه گردد، به‌طوری که دیوار از مقاومت کافی در برابر واژگونی برخوردار باشد. به همین منظور تراز زیر پی یا کلاف باید حداقل ۵۰۰ میلی‌متر یا یک چهارم ارتفاع دیوار از سطح زمین (هر کدام که بیش‌تر است)، پایین‌تر از سطح زمین مجاور دو طرف دیوار باشد (شکل ۸-۳۰). در غیر این صورت باید کلاف‌های قائم دیوار یا ستون‌های بنایی مسلح به صورت پیوسته به همراه پی بتنی یا کلاف زیر دیوار، در داخل یک پی بتن آرمه تک با عمق حداقل یک متر زیر پایین‌ترین تراز زمین دو طرف دیوار مطابق جزییات و ابعاد نشان داده شده در شکل۸-۲۹ مهار شوند.



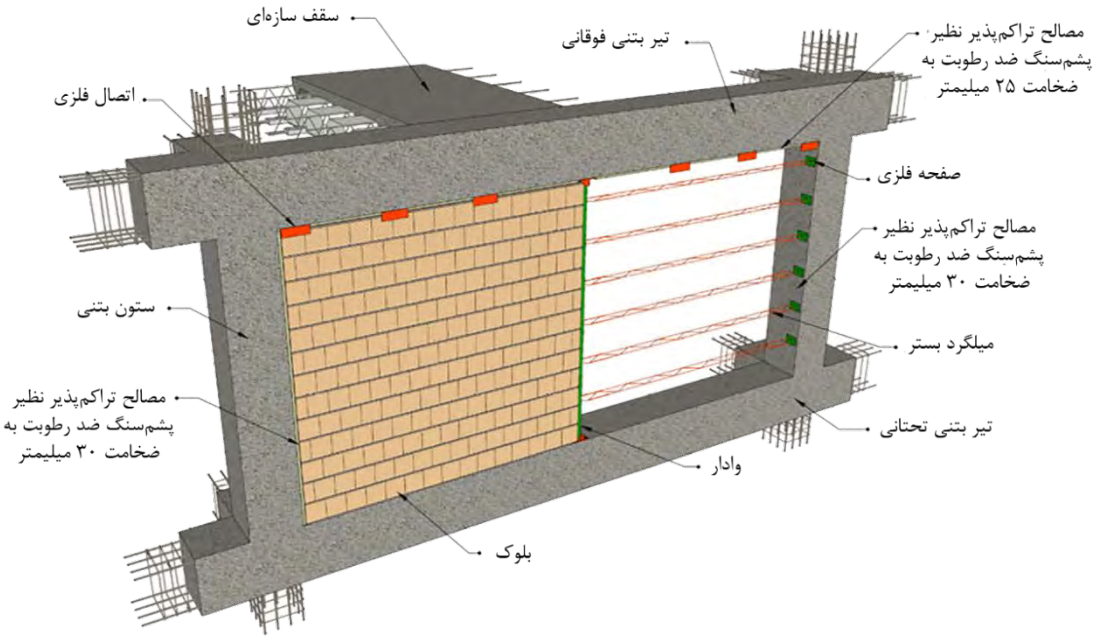
شکل ۸-۲۹- اجرای دیوار محوطه به همراه کلاف بتن آرمه و ایجاد درز انقطاع در طول‌های کم‌تر از ۲۰ متر



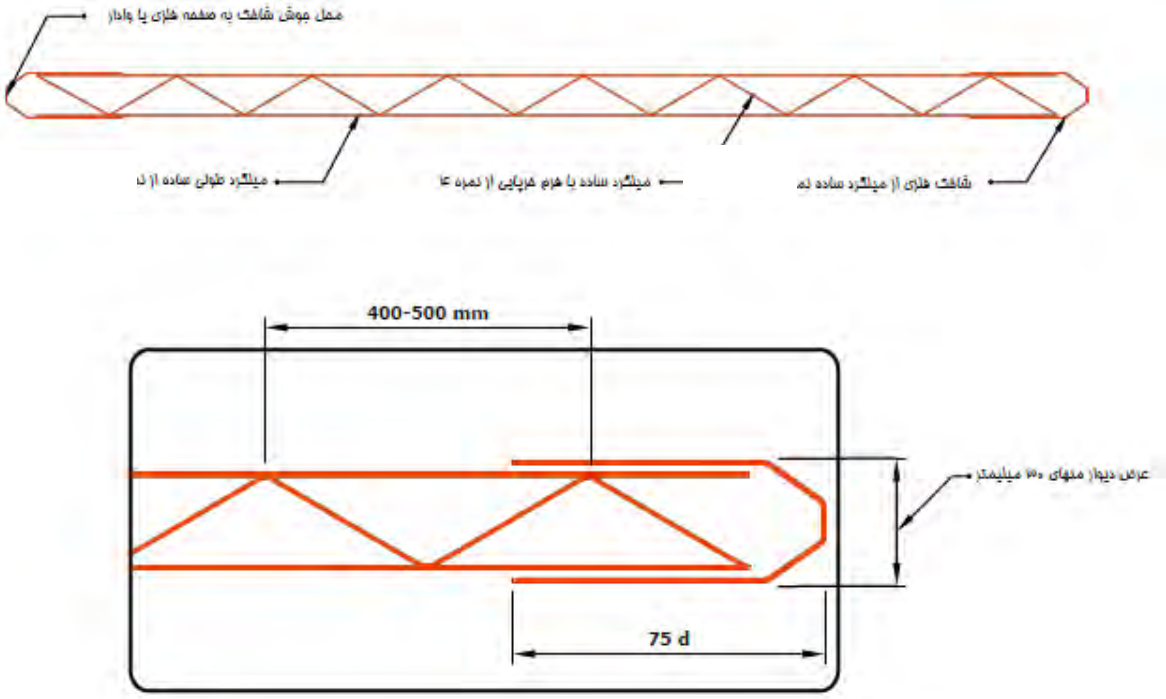
شکل ۸-۳۰- جزییات مهار دیوار محوطه در زمین برای جلو گیری از واژگونی آن با استفاده از پی بتن آرمه تک و کلاف‌ها

۸-۲-۱-۱-۴- جزییات اجرایی دیوارهای داخلی و خارجی

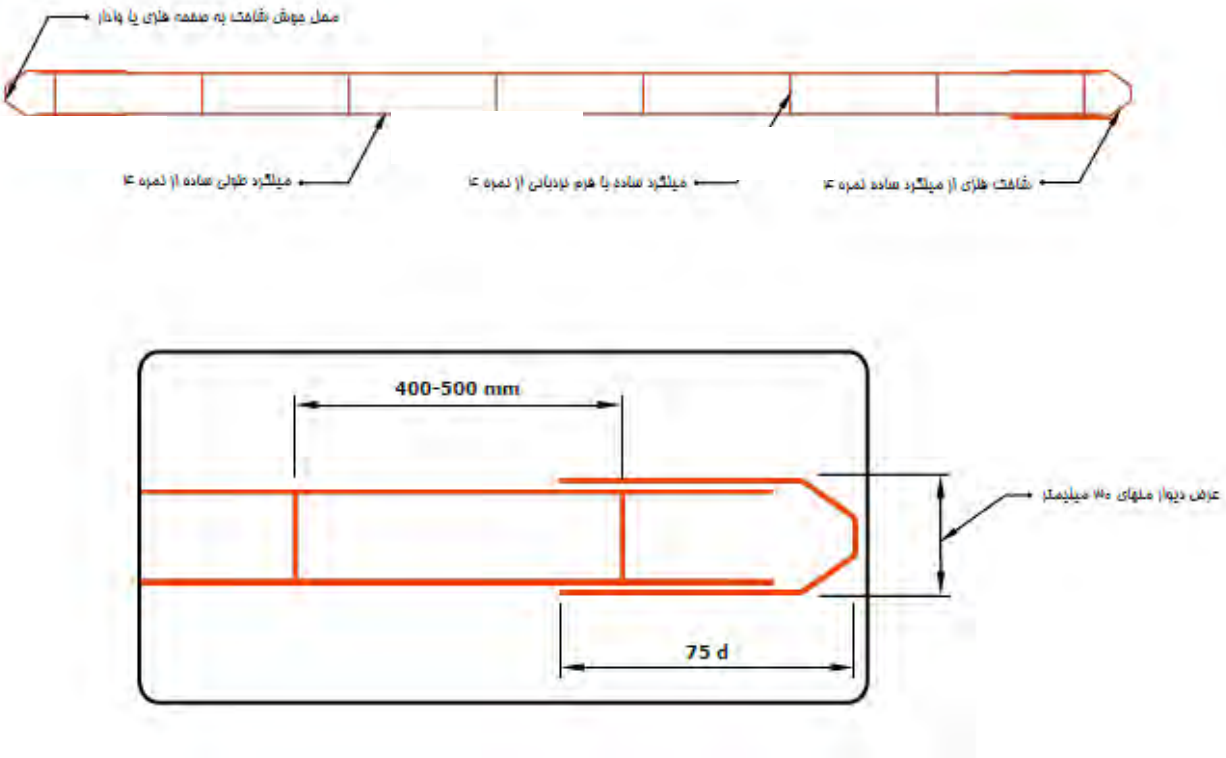
اتصال دیوارها به سازه باید به نحوی انجام شود که در اثر خیز تیرهای زیر و بالای دیوار، جابه‌جایی نسبی طبقات و یا عوامل وارد آورنده نیروی خارج از صفحه از جمله زلزله، باد و ...، قطعه دیوار پایدار بماند و عملکرد آن حفظ شود و از ایجاد ترک شدید در دیوار جلوگیری نماید. برای اطلاع از جزییات مربوط به راهنمای طراحی سازه‌ای و جزییات اجرایی دیوارهای غیر سازه‌ای– ضابطه شماره ۸۱۹ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مراجعه گردد. دیوارهای بلوکی با توجه به عملکرد دو طرفه آن‌ها در جهت افقی باید با استفاده از ابزار مناسب مطابق با شکل ۸-۳۱ مسلح شوند. مسلح سازی در دیوارهای بلوکی اجرا شده با ملات، می‌تواند با استفاده از میلگرد بستر خرپایی یا نرده‌بانی مطابق با شکل ۸-۳۲ و دیوارهای اجرا شده با ملات بستر نازک (ضخامت ملات کمتر از ۳ میلی‌متر) با استفاده از بست‌های نازک فولادی منقطع یا پیوسته مطابق با شکل ۹-۳۳ انجام پذیرد. میل‌گردها و بست‌های مورد استفاده در مکان‌هایی که امکان خوردگی وجود دارد باید از جنس فولاد ضد زنگ یا فولاد گالوانیزه و یا میلگرد آج‌دار سرد نورد شده، باشند. حداقل سطح مقطع قطعه مسلح کننده معادل ۰/۰۰۰۳ سطح مقطع موثر دیوار در برش خارج از صفحه و حداکثر فاصله قائم قطعات مسلح کننده در ارتفاع دیوار باید یک متر در نظر گرفته شود.



شکل ۸-۳۱- دیوار خارجی بلوکی (سفال، آجر بلوک سیمانی سبک و...) دارای ملات سیمانی مسلح شده به میلگرد بستر

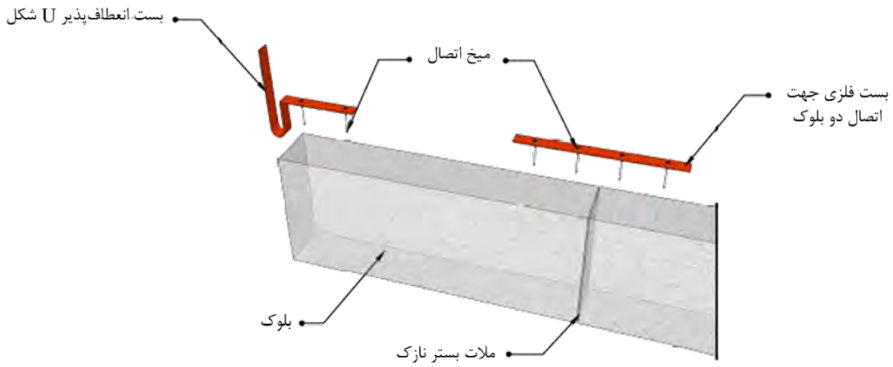


الف- میلگرد بستر خرپایی



ب- میلگرد بستر نرده بانی

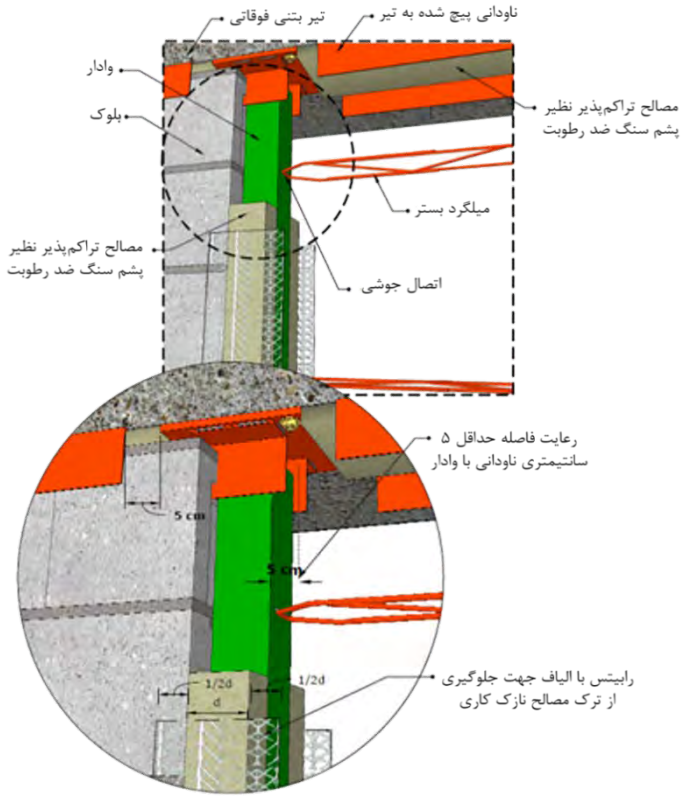
شکل ۸-۳۲- میلگرد بستر خرپایی یا نرده‌بانی



شکل ۸-۳۳- بست‌های فلزی منقطع در دیوارهای بلوکی ساخته شده از ملات بستر نازک

۸-۲-۱-۱-۴-۱- وادارها

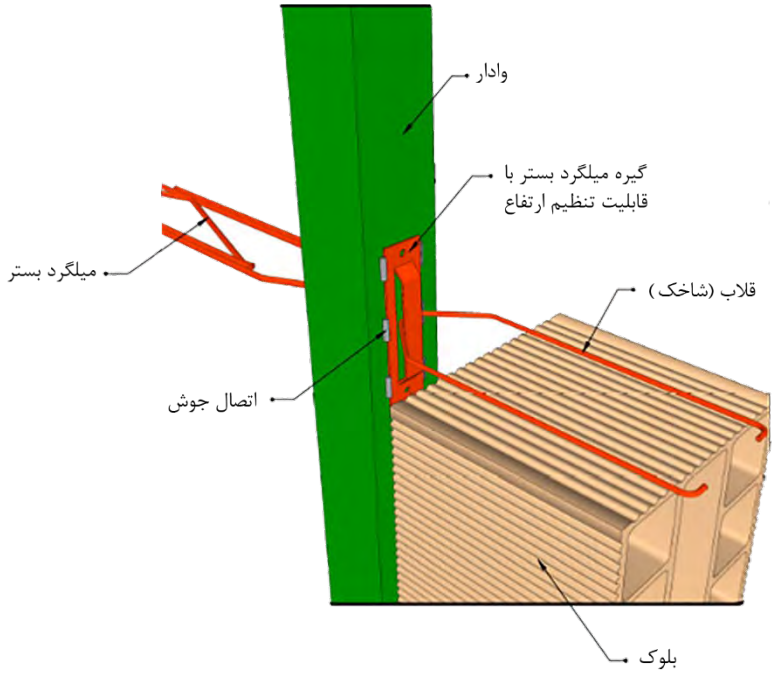
در صورتی‌که طول دیوار بیش از ۴ متر باشد، باید از عضو قائم با مقطع فولادی یا بتنی (وادار) به‌عنوان تکیه‌گاه جهت مهار خارج از صفحه دیوار و اجزای مسلح کننده استفاده شود. وادار باید با اتصال مفصلی به‌نحو مناسبی به کف سازه متصل گردد. ولی اتصال آن در زیر تراز سقف در راستای داخل صفحه باید به صورت کشویی باشد تا امکان جابه‌جایی درون صفحه دیوار فراهم شود. در دیوارهای خارجی، روی سطح وادار باید به‌وسیله پشم سنگ ضدرطوبت برای عایق‌بندی پوشانده شود و بر روی آن یک لایه مش الیافی یا رابیتس برای جلوگیری از ترک خوردگی نازک‌کاری مطابق با شکل۸-۳۴ اجرا شود.



شکل ۸-۳۴- اجرای عایق پشم سنگ و مش الیاف یا رابیتس بر روی وادار

۸-۲-۱-۱-۴-۲- اتصال به وادارها

در صورت نیاز به وادار برای انتقال بار باید از اتصالات جوشی یا پیچی و نظایر آن‌ها استفاده نمود. استفاده از مقاومت اصطکاکی ناشی از بارهای ثقلی مجاز نمی‌باشد. فواصل و اندازه‌ها باید در مشخصات فنی و یا نقشه‌های اجرایی ذکر شده باشد. دیوار بلوکی در فاصله بین وادارها با میلگرد بستر یا تسمه‌های فولادی مطابق با جزئیات شکل ۸-۳۵ باید مسلح گردند.

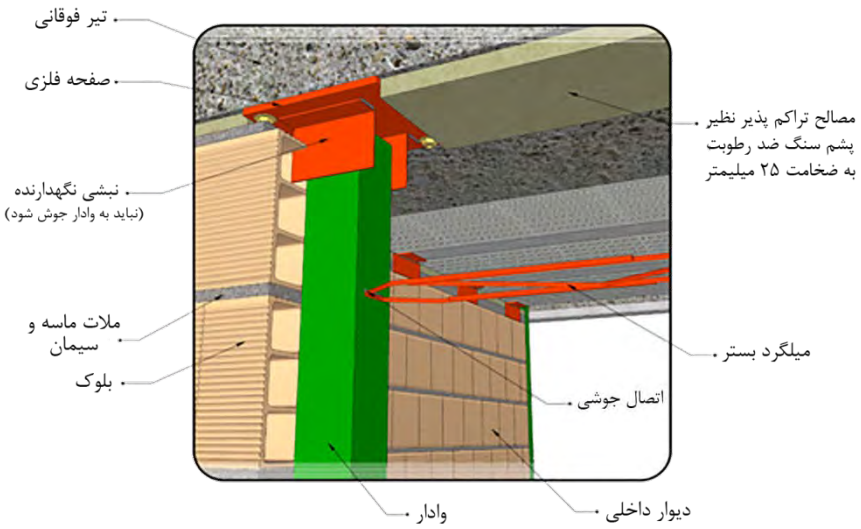


شکل ۸-۳۵- میلگرد بستر در فاصله بین وادارها و اتصال آن به وادار

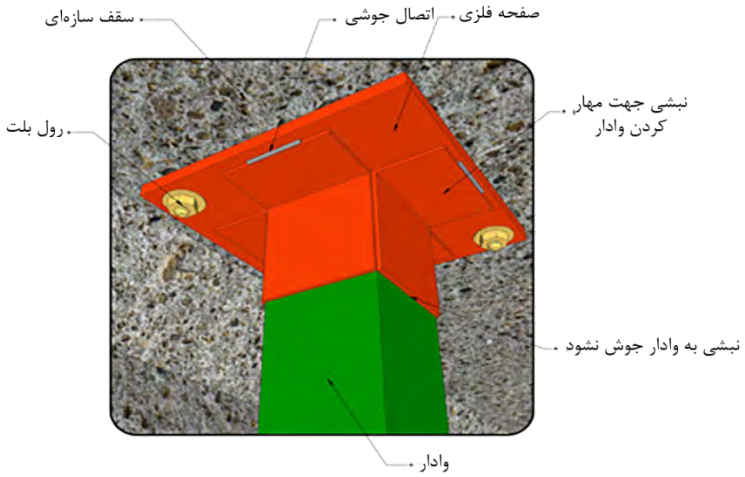
۸-۲-۱-۱-۴ -۳- اتصال وادار به قاب سازه‌ای

در دیوارهای بلوکی که نیاز به وادار دارند به منظور تامین حرکت جانبی داخل صفحه دیوارها، مجموعه دیوار و وادار باید به صورت همزمان از آزادی در حرکت جانبی برخوردار باشند. وادارها نباید به نبشی‌های تعبیه شده در تیرها که تنها جهت جلوگیری از حرکت خارج از صفحه نصب شده‌اند، جوش شوند. با توجه به اتصال کشویی وادار، نیازی به رعایت فاصله جداسازی دیوار در مجاورت وادارها نمی‌باشد و دیوار می‌تواند از بر وادار چیده شود. برای جزئیات بیشتر به شکل شکل ۸-۳۶ مراجعه گردد.

در دیوارهای واقع در خارج قاب، وادارهای دو انتهای دیوار باید در برابر حرکت جانبی در هر دو جهت با اتصال تلسکوپی مقید و به دیوار اجازه حرکت داده شود. در این حالت جزییات اتصال دیوار به این وادارها باید مانند اتصال به ستون‌ها باشد. در این فاصله جداسازی یک‌درصد ارتفاع هر طبقه بین وادار و دیوار باید رعایت شود . برای جزئیات به شکل ۸-۳۶ مراجعه شود.



الف- به صورت اتصال کشویی با استفاده از نبشی

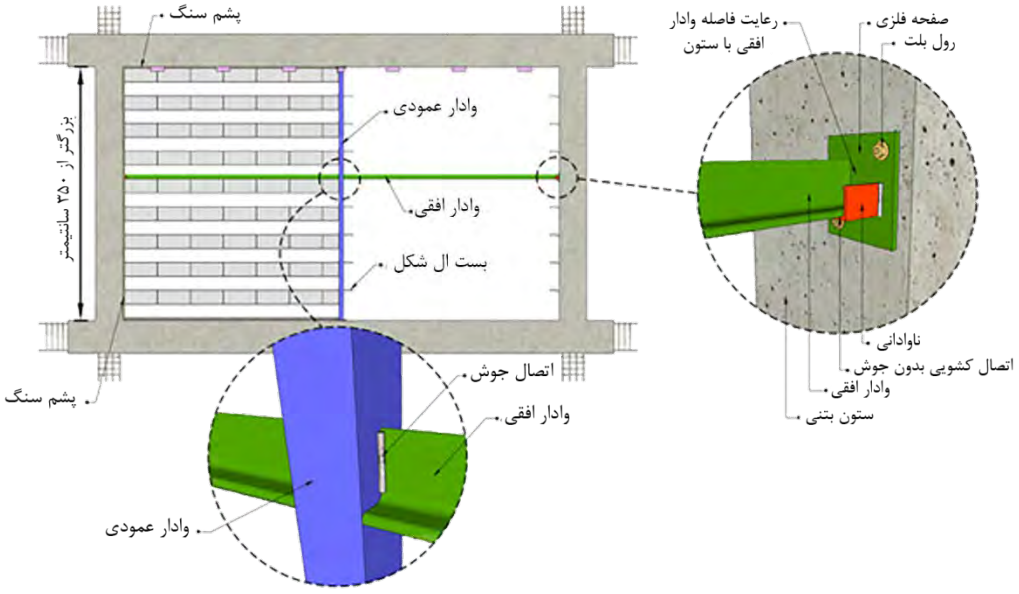


ب- اتصال وادار انتهایی در دیوارهای خارج از قاب به صورت تلسکوپی

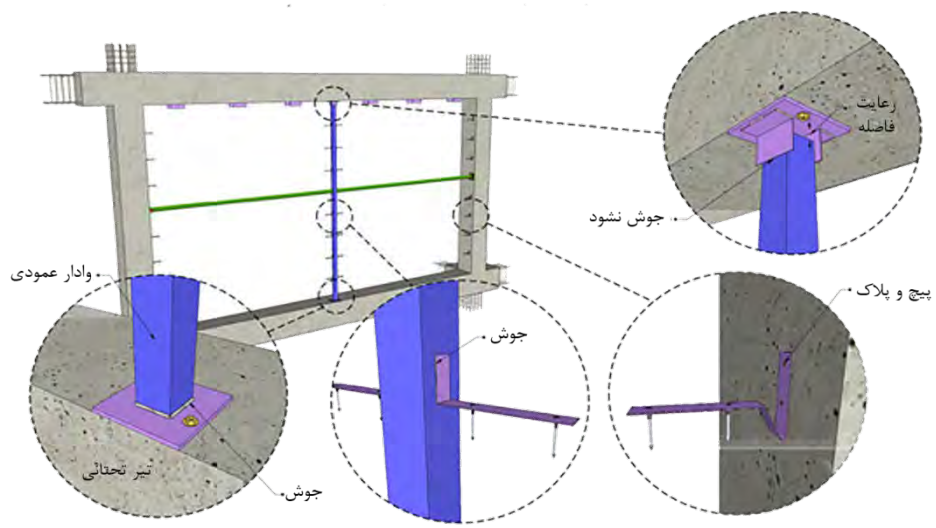
شکل ۸-۳۶- اتصال وادار به سقف

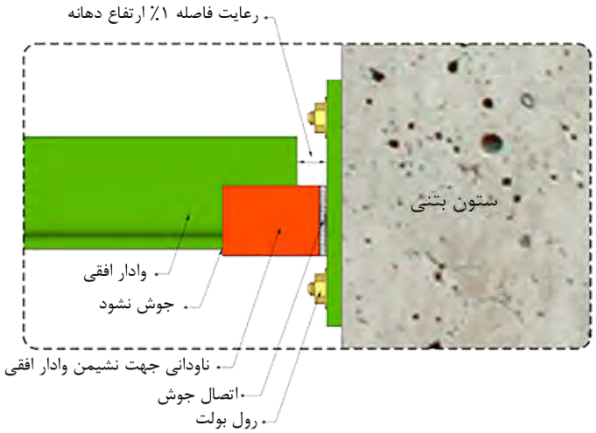
۸-۲-۱-۱-۴-۴- تیرک‌ها (دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر)

در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر باید با استفاده از عضو افقی با مقطع فولادی یا بتنی (تیرک) ارتفاع آزاد دیوار را کاهش داد. در این حالت برای اینکه جداسازی دیوار از قاب سازه‌ای به نحو مناسبی انجام شود، تیرک باید به‌صورت کامل بر روی دیوار قرار گیرد و بار ثقلی دیوار فوقانی نباید به تیرک منتقل شود. در شکل ۸-۳۷ نحوه اجرای تیرک و وادارها در یک دیوار ۶ متری و شکل ۸-۳۸ جزییات اتصالات آن نشان داده شده است. اتصال انتهای تیرک به ستون باید به صورت نشیمن با قابلیت جابه‌جایی در راستای دیوار مطابق شکل ۸-۳۸ باشد. در این حالت حداقل فاصله وادار از ستون یک متر و حداکثر ۴ متر باید در نظر گرفته شود.



شکل ۸-۳۷- دیوارهای بلوکی با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر دارای تیرک و وادار





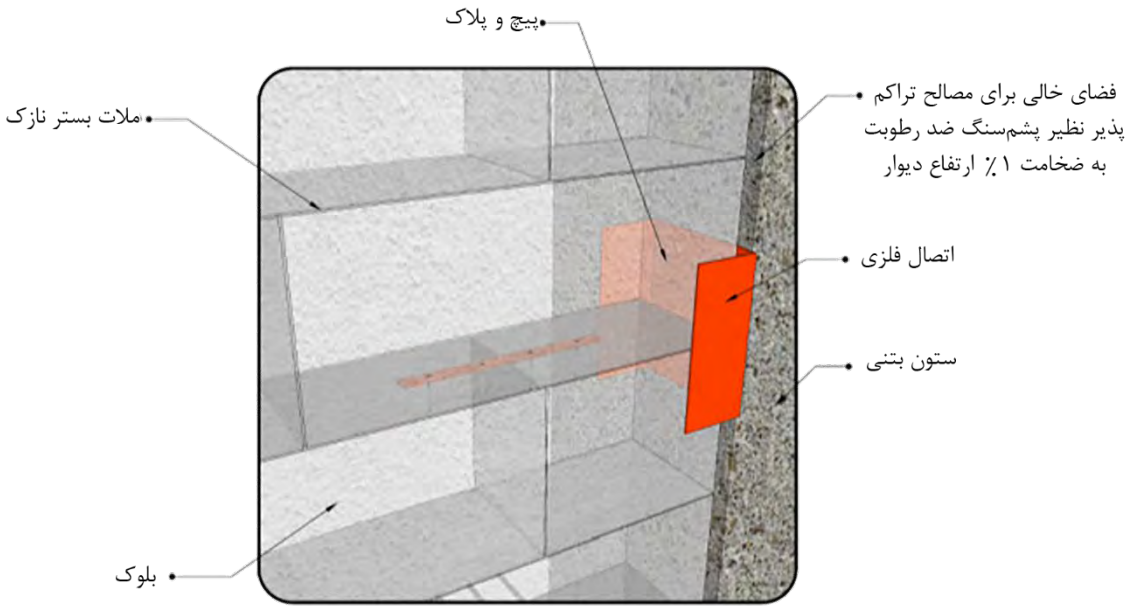
شکل ۸-۳۸- جزییات اجرایی اتصال تیرک و وادار در دیوار با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر

۸-۲-۱-۱-۴-۵- روش‌های اتصال دیوار به اعضای قائم سازه‌ای

اتصال لبه قائم دیوارها به ستون‌ها و دیوارهای برشی ساختمان یا هر عضو قائم سازه‌ای دیگر در سازه باید به‌گونه‌ای باشد که ممانعتی در برابر جابه‌جایی نسبی ایجاد نکند. در دیوارهای پانلی نیازی به اتصال بین دیوار و ستون وجود ندارد و فواصل بین این دو باید با مواد تراکم پذیر مانند پشم سنگ ضدرطوبت پر شود و بر روی آن در نازک کاری از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود. در ادامه الزامات مربوط آورده شده است.

الف- اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا ناودانی

استفاده از اتصال کشویی در محل تماس، به‌وسیله نبشی یا ناودانی منقطع یا پیوسته برای اتصال دیوار به عضو قائم سازه ای مجاز است. در این حالت باید با استفاده از نبشی و یا ناودانی‌های گرم نورد یا سرد نورد شده فولادی در طرفین، دیوار به عضو قائم سازه‌ای اتصال داده شود. جزییات در شکل شماره ۸-۳۹ ارائه شده است.



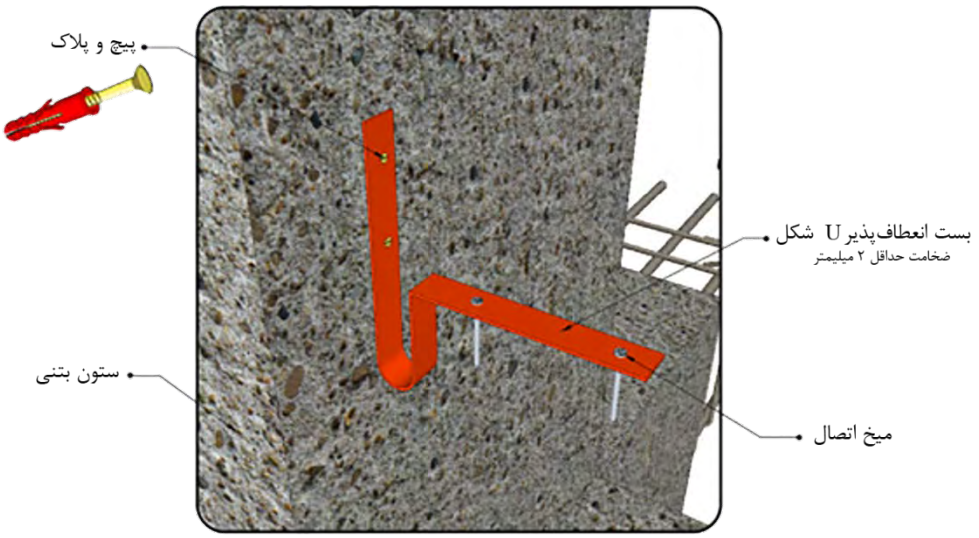
شکل ۸-۳۹- مهار دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از نبشی یا ناودانی

ب- اتصال با بست های انعطاف پذیر U شکل

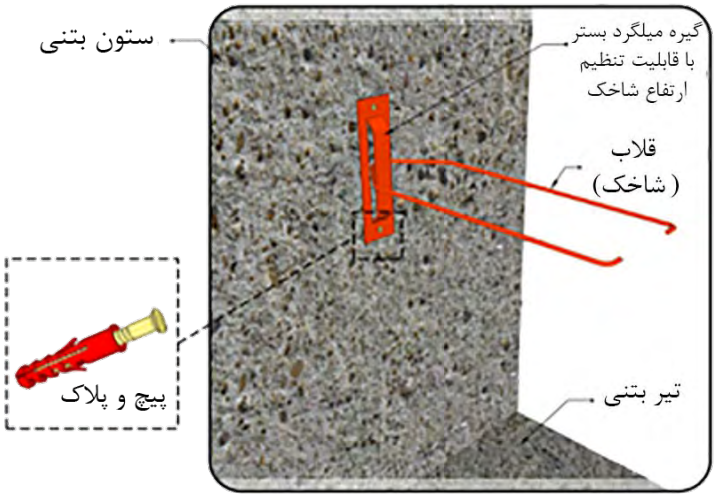
استفاده از اتصالات U شکل لغزشی برای مهار خارج از صفحه و در عین حال با تامین آزادی حرکت در درون صفحه دیوار مطابق با جزئیات شکل ۸-۴۰ مجاز می‌باشد.

پ- شاخک انتهایی

در صورت استفاده از میلگرد بستر، استفاده از شاخک انتهایی آن جهت اتصال دیوار به ستون در جهت خارج مجاز می باشد و نیازی به استفاده از نبشی یا ناودانی نمی‌باشد. برای جزئیات به شکل ۸-۴۰ مراجعه شود.



الف- اتصال دیوار خارجی ساخته شده از بلوک به ستون با استفاده از بست ارتجاعی



ب- استفاده از شاخک انتهایی به همراه میلگرد بستر

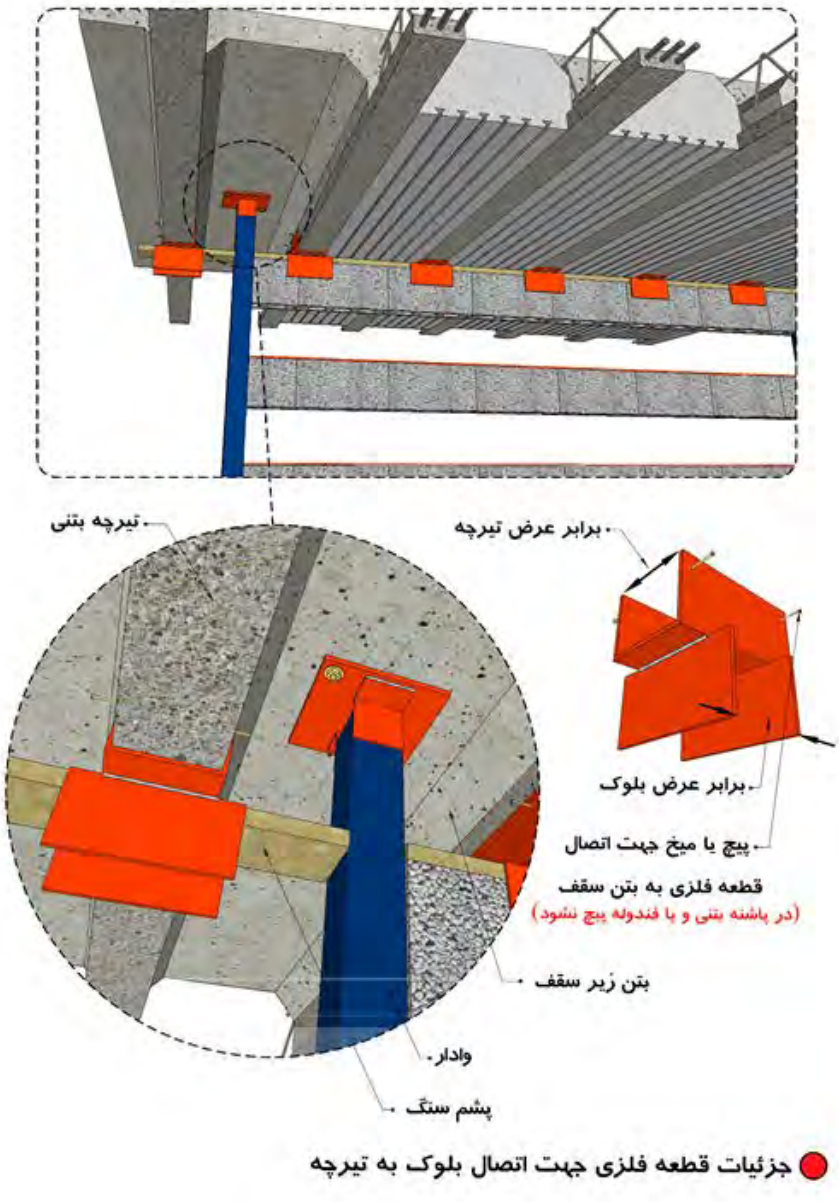
شکل ۸-۴۰- روش‌های مهار دیوار به ستون جهت مقابله با نیروی خارج از صفحه

ت- اتصال دیوار به زیر سقف

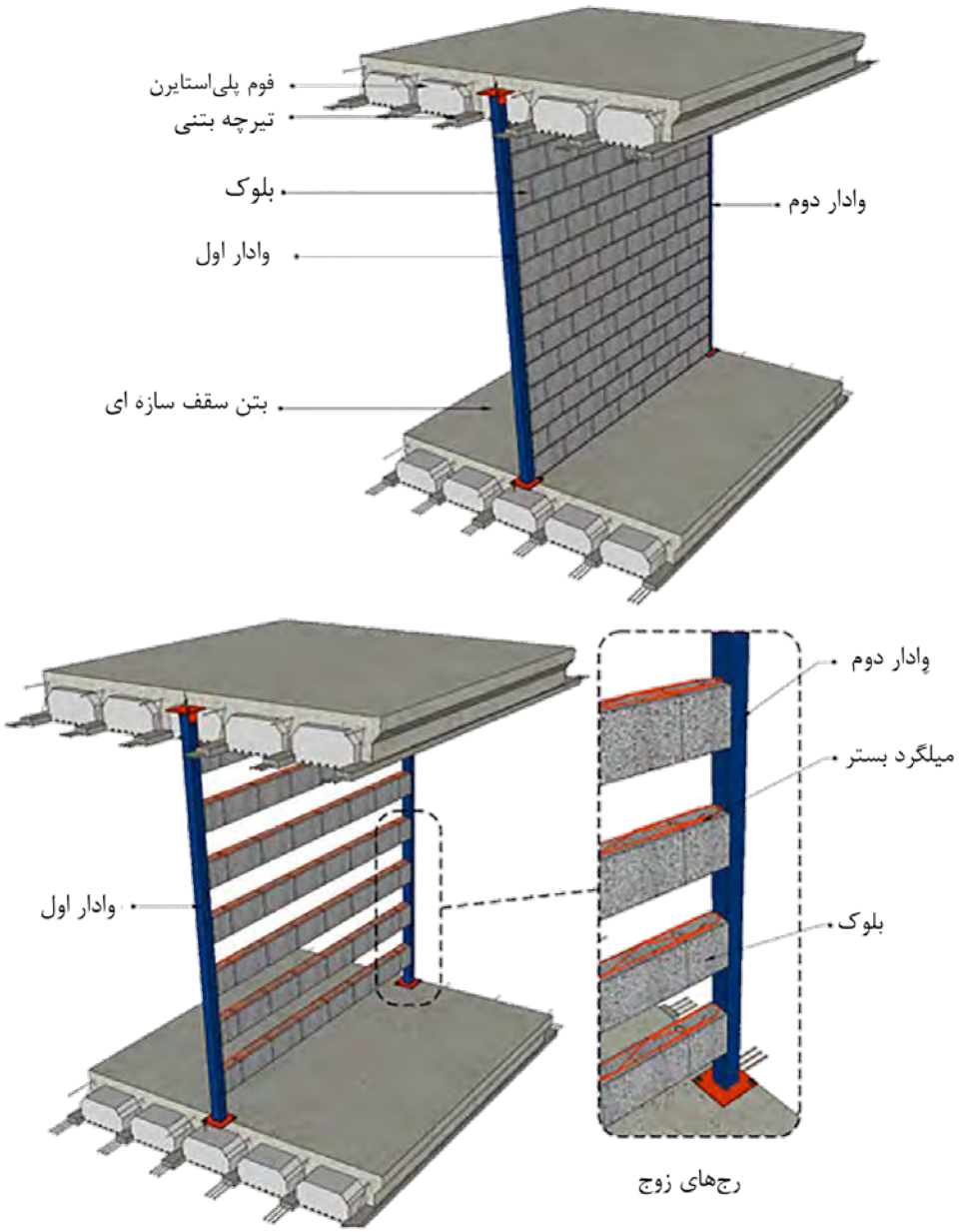
اتصال دیوار به زیر سقف مطابق با شکل ۸-۴۱ باید به صورت اتصال لغزشی بدون اتصال مستقیم دیوار به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار با قطعاتی از قبیل نبشی یا ناودانی اجرا شود. نوع اتصال باید در نقشه های اجرایی ارایه شده باشد. در سازه‌های بتنی چنانچه بر اساس نوع سقف، امکان پیش‌بینی اتصالات مناسب لغزشی در زمان ساخت عضو سازه‌ای برای دیوار نباشد، استفاده از این نوع اتصال با کاشت میل مهار پس از اجرای تیر مجاز می‌باشد. باید توجه شود که میل مهار باید در هسته تیر بتنی تعبیه شود و کاشت و اتصال به پوشش بتن مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله بالای دیوار تا زیر

سقف باید برابر با ۲۵ میلی‌متر و حداکثر خیز دراز مدت سقف در امتداد دیوار؛ هر کدام که بیشتر باشد، باید در نظر گرفته شود.

لازم است لبه بالایی دیوار با استفاده از دو نبشی و یا ناودانی که به طریق مناسب به سقف سازه متصل می‌شود، مهار گردد. ناودانی و یا نبشی‌ها نباید به دیوار یا وادار پیچ، میخ و یا جوش شوند. فاصله بالای دیوار تا سقف باید در حدی باشد که تیر بتواند آزادانه خیز داده و اتصالی با دیوار پیدا ننماید. استفاده از نبشی سرد نورد یا گرم نورد شده و به شکل منقطع یا پیوسته مجاز می‌باشد. در صورتی که در محاسبات لحاظ شده باشد، می‌توان به جای مهار خارج از صفحه دیوار در تراز سقف، آخرین ردیف دیوار را با جزییات ارایه شده در بند اتصال به وادارها به وسیله میلگرد یا بست مسلح نمود.



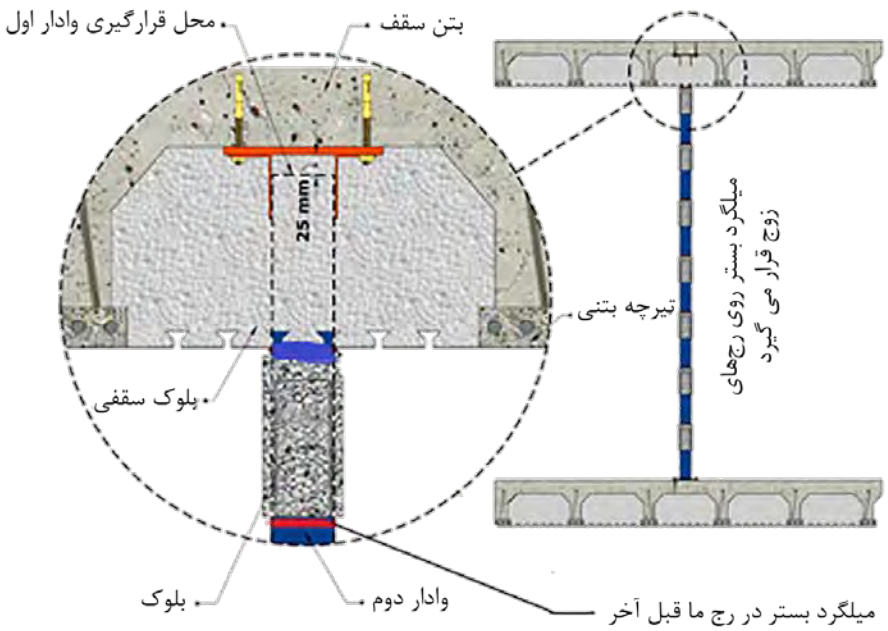
الف- اتصال دیوار به سقف با استفاده از نبشی

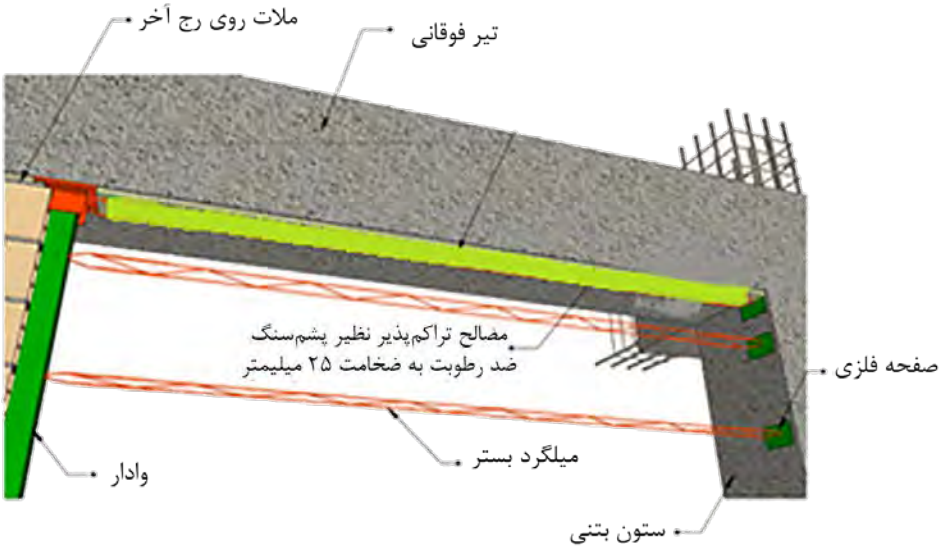


ب-عدم اتصال به سقف و اجرای المان مسلح کننده در رج آخر دیوار

شکل ۸-۴۱- جزییات اجرایی در محل تلاقی دیوار با سقف

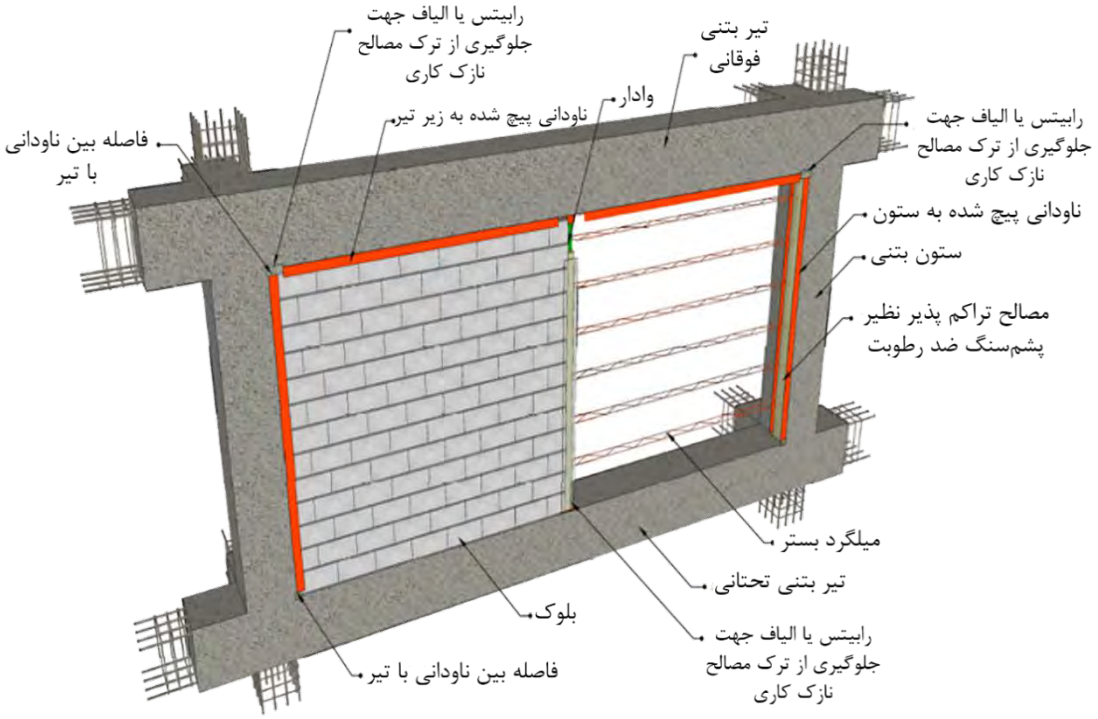
در اجرای دیوارهای داخلی به‌خصوص در انواع سقف‌های دارای تیرچه یا تیر یا هر نوع سقف مختلط که در آن‌ها تیری در راستای دیوار نباشد، مانند دیوارهای خارجی، مسلح‌سازی رج ماقبل آخر با میلگرد بستر یا بست مجاز می‌باشد. برای جلوگیری از ترک خوردگی در نازک‌کاری باید از یک لایه شبکه الیاف یا رابیتس بر روی مواد تراکم‌پذیر مطابق با جزئیات شکل ۶-۴۲ استفاده شود.



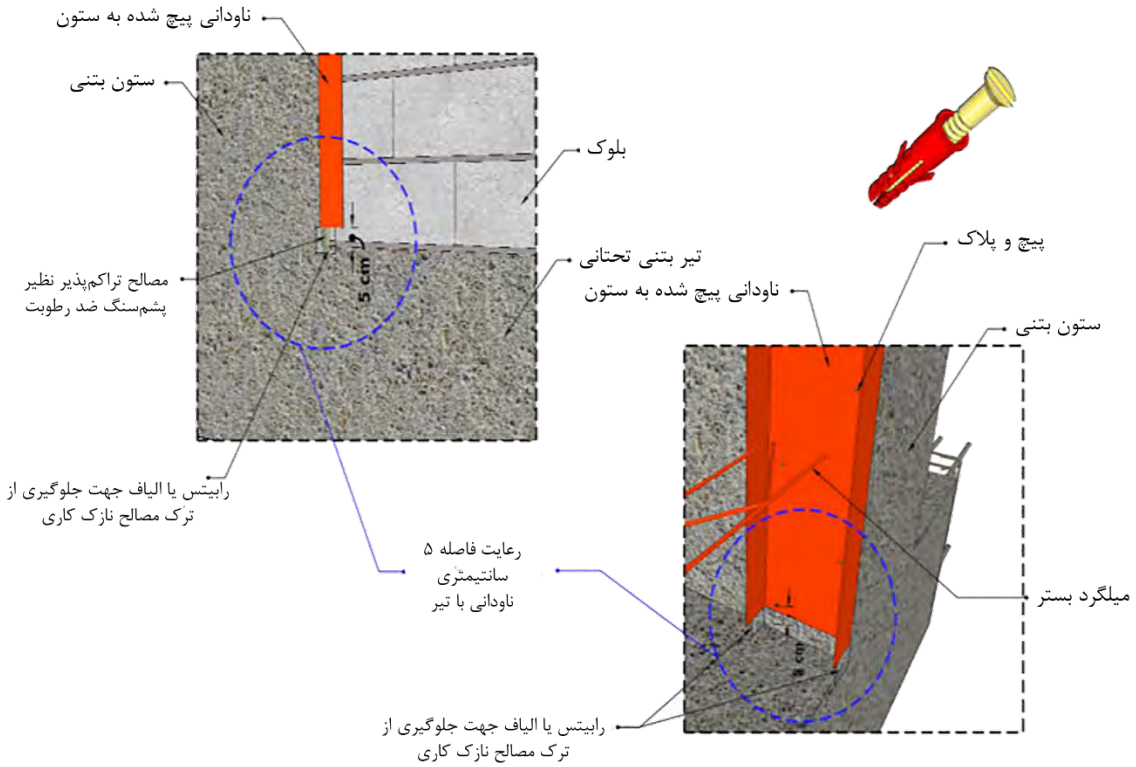


شکل ۸-۴۲- مهار دیوار به صورت یک طرفه با استفاده از قطعه مسلح کننده در بالاترین ردیف بلوک مصالح بنایی(اتصال وادار به سقف باید صورت کشویی باشد)

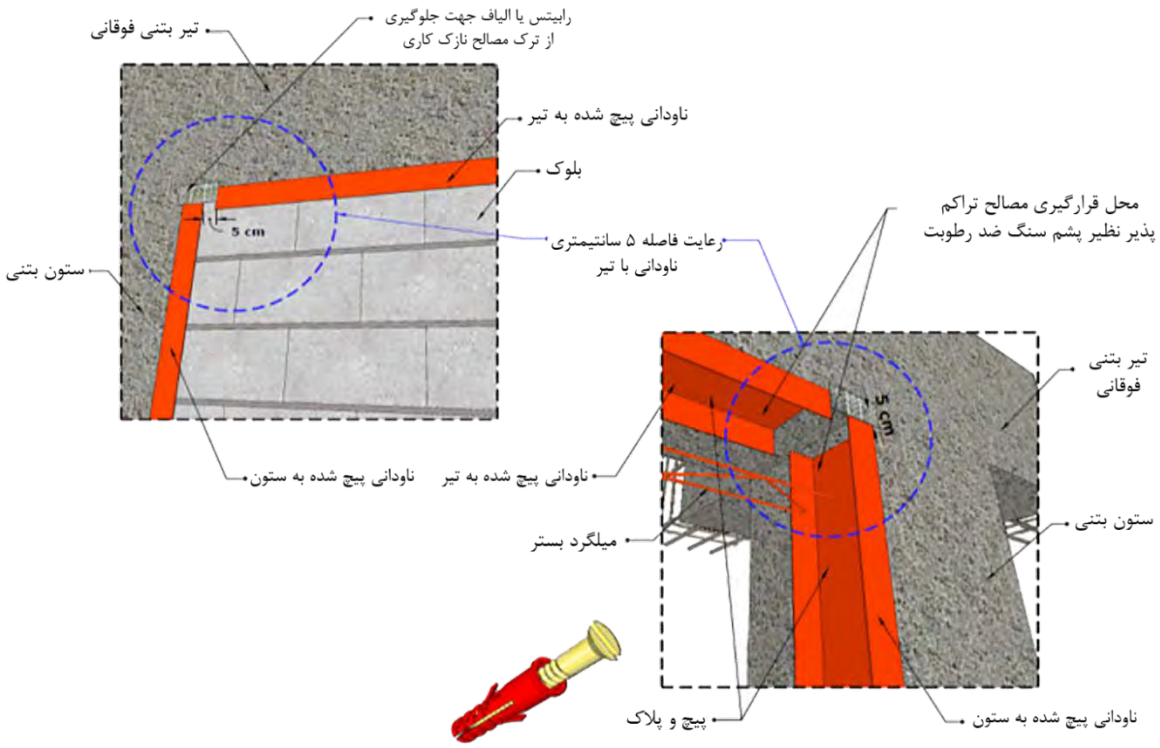
در بیمارستان‌ها جهت جلوگیری از ایجاد هر گونه ترک در دیوار در هنگام زلزله و خارج نشدن فضاهای استریل از سرویس‌دهی باید در مجاورت تیر و ستون از قطعات ناودانی سرتاسری، که داخل آن به اندازه یک درصد ارتفاع طبقه از مواد تراکم پذیر نظیر پشم‌سنگ ضدرطوبت پر شده، برای دیوارهای بلوکی مطابق شکل‌های ۸-۴۳ و ۸-۴۴ استفاده شود.



شکل ۸-۴۳- اجرای ناودانی سرتاسری در مجاورت تیر و ستون در دیوارهای بیمارستانی



الف- عدم اتصال ناودانی قائم به کف طبقه



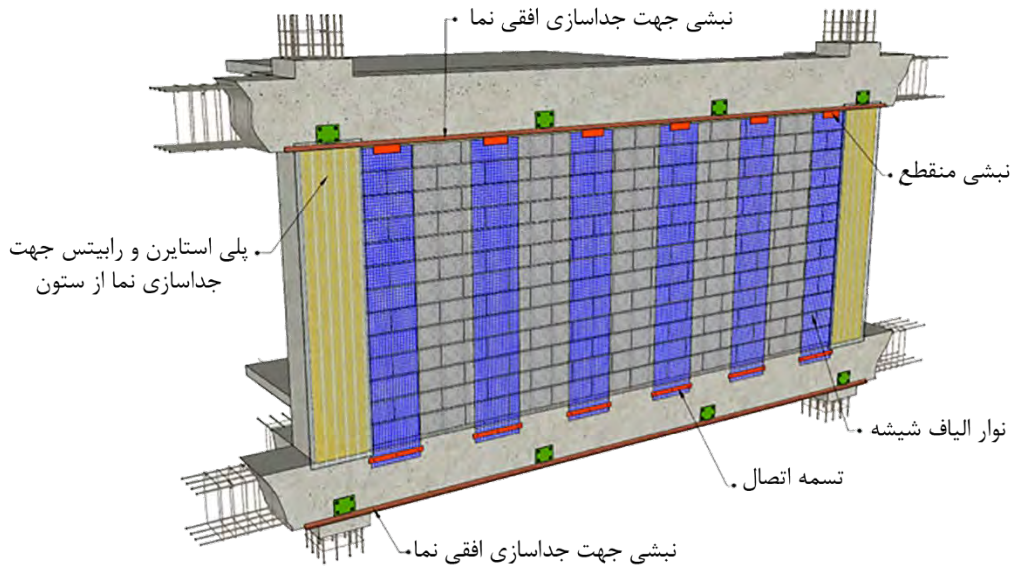
ب- عدم اتصال ناودانی قائم و افقی به یکدیگر

شکل ۸-۴۴- جزییات اتصال ناودانی سرتاسری به تیر و ستون

ب- مسلح کردن دیوار با شبکه الیاف

در صورت استفاده از شبکه الیاف برای مسلح‌سازی دیوار، نیازی به وادار و محدودیتی در طول دیوار وجود ندارد. در این حالت در لبه‌های دیوار و کنار بازشوها باید بر روی دیوار از نوار شبکه الیاف استفاده شود. در این روش نوارهای شبکه ساخته شده از الیاف کربن یا شیشه باید بر روی دیوار قرار داده شده و نازک‌کاری بر روی آن به صورت دستی پاشیده شود. بعد از انجام لایه اول پاشش باید نبشی مهار خارج صفحه دیوار در بالا و پایین دیوار اجرا شده و لایه نهایی نازک‌کاری دیوار بر روی نبشی اجرا شود. پاشش نباید بر روی نبشی اجرا شود و از حرکت داخل صفحه دیوار جلوگیری نماید. در صورت وجود حداقل ۵۰ میلی‌متر کف‌سازی که پایین دیوار در داخل آن قرار بگیرد نیازی به اجرای نبشی پایینی نمی‌باشد. در این روش، درصورتی‌که نازک‌کاری روی دیوار از جنس سیمان انتخاب شده باشد، الیاف شیشه مقاوم به قلیا (AR-Glass) با مقاومت تسلیم بیش از ۱۰۰۰ MPa مناسب بوده و در صورتی‌که نازک‌کاری از جنس گچ منظور شده باشد، استفاده از الیاف شیشه E-Glass نیز با همان مقاومت تسلیم مجاز می‌باشد. در هر دو صورت، مقدار الیاف مورد نیاز با توجه به مشخصات آنها در حالت استفاده به صورت نواری حداقل ۱۰۰ gr/m2 و در حالت استفاده به صورت سرتاسری ۵۰ gr/m2 (در هر سمت دیوار) می‌باشد.

در صورت استفاده از الیاف شبکه، شبکه الیاف مصرفی باید دارای ساختار دو جهته باشد. فاصله بین چشمه‌ها نباید از ۵ میلی‌متر کمتر باشد. همچنین حداکثر اندازه سنگدانه مورد استفاده در ملات، برای اتصال شبکه الیافی باید از نصف فاصله باز بین چشمه‌ها بیشتر نباشد. برای جزییات به شکل شماره ۸-۴۵ مراجعه گردد.



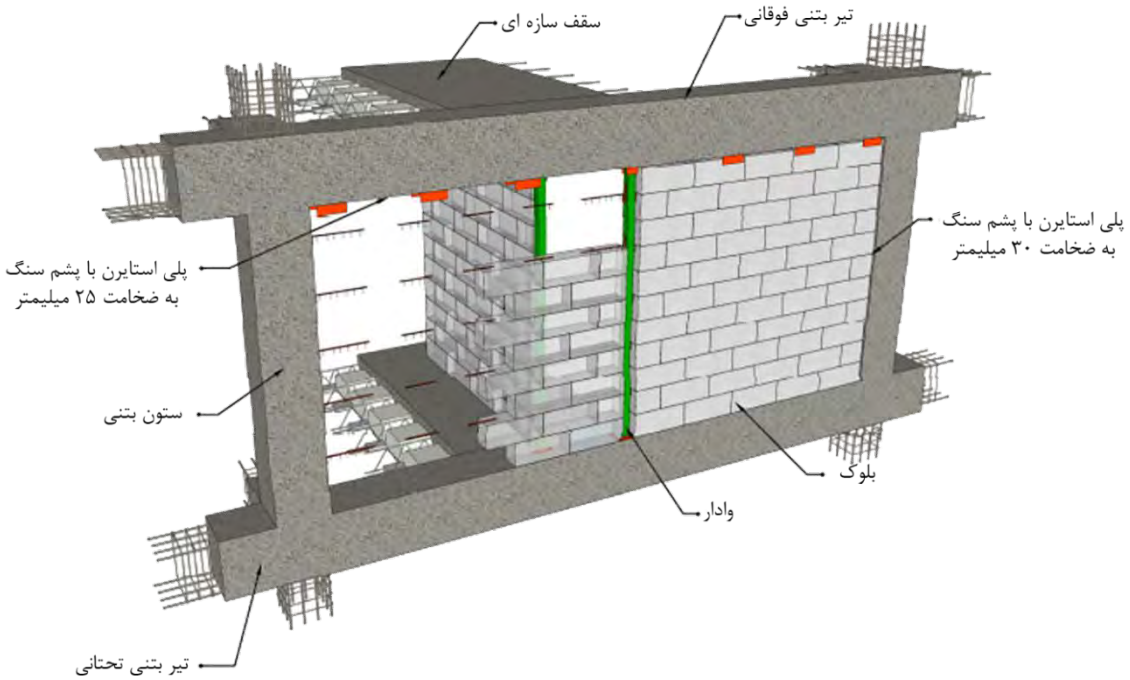
شکل ۸-۴۵- مسلح کردن دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف شیشه

استفاده از ژئوگریدهایی که ساختار شبکه‌ای پلیمری داشته و از نخ و الیاف تشکیل نشده‌اند و پارچه الیافی که عموماً در ساختارهای کامپوزیت FRP مورد استفاده قرار می‌گیرد، به عنوان شبکه الیافی مجاز نمی باشد.

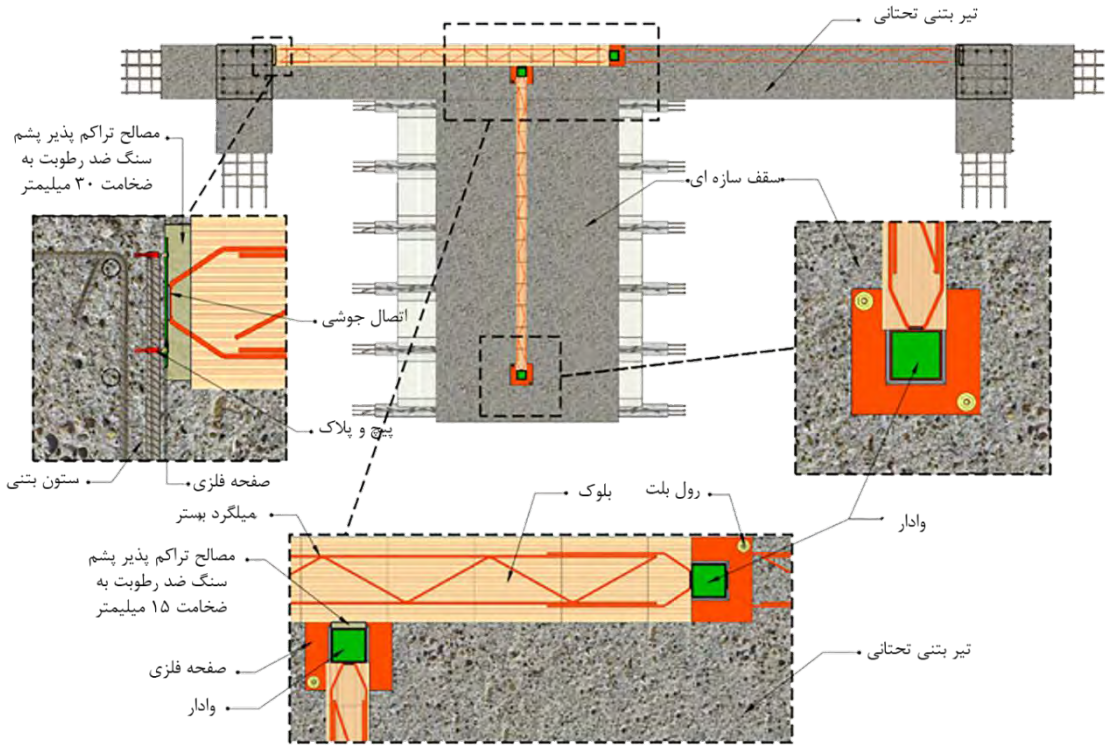
الیاف شیشه مورد استفاده در محیط سیمانی حتماً باید از نوع الیاف شیشه مقاوم به قلیا و دارای حداقل ۱۶ درصد زیرکونیا (ZrO_2) باشد. تعیین سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، تعیین درصد زیرکونیا در الیاف و آزمون مقاومت به قلیا باید پس از اجرا به تایید دستگاه نظارت رسانده شود. در صورت استفاده از الیاف کربن باید سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، درصد کربن یا گرفتن طیف مادون قرمز FTIR اندازه‌گیری و به تایید دستگاه نظارت رسانده شود.

پ- اتصال دیوار های غیر سازه‌ای به یکدیگر

در اتصال دیوارها به یکدیگر لازم است که به دلیل امکان بروز تنش‌های کششی در درون صفحه دیوارهای متقاطع، از بست‌های فلزی مشابه آنچه در مورد اتصال به ستون به کار برده می‌شود. استفاده گردد، و یا برای جداسازی دیوارها از یک دیگر در محل اتصال دو دیوار متقاطع از وادار استفاده شود. شکل ۸-۴۶ اجرای وادار مجزا در محل اجرای دو دیوار متقاطع و شکل ۸-۴۷ نحوه اجرای بست در محل تقاطع را نشان می‌دهد.



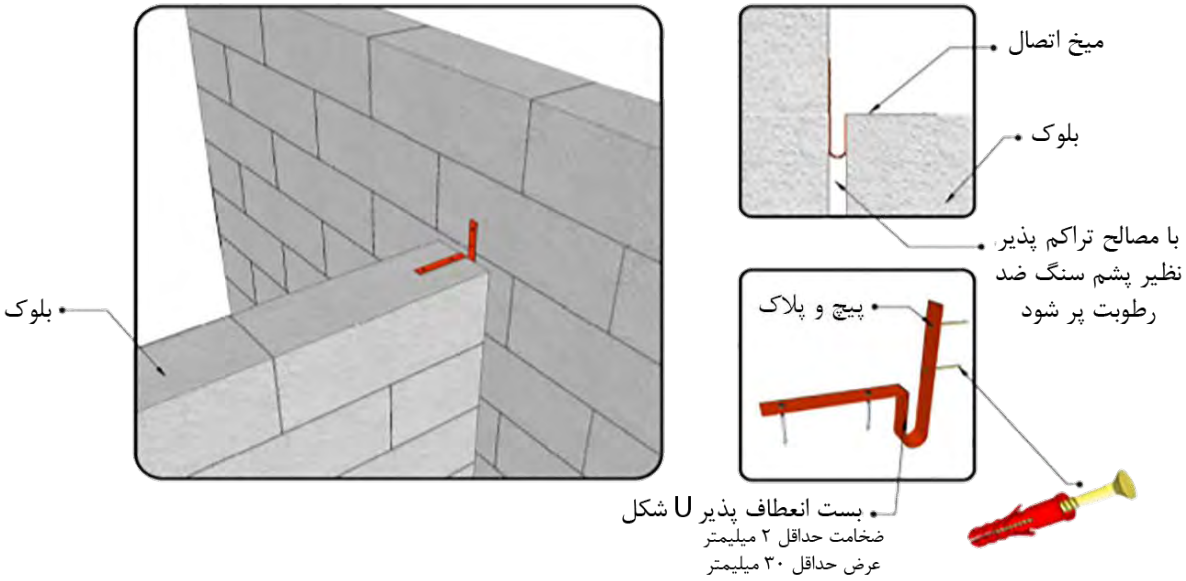
الف- نمای سه بعدی اجرای دیوار های متقاطع



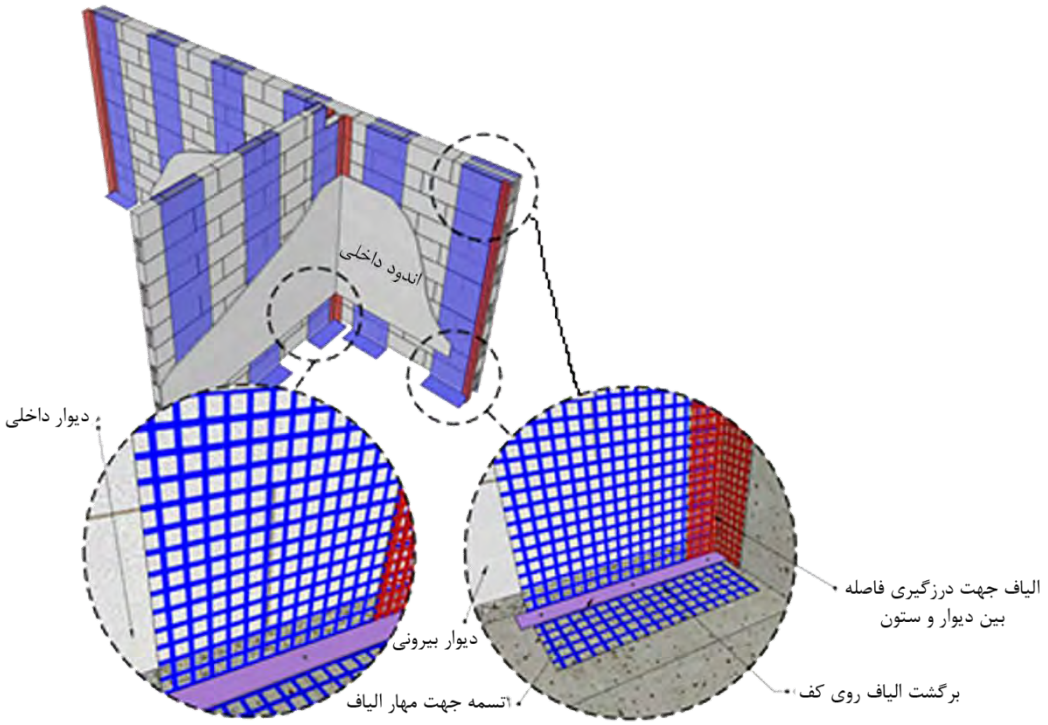
ب- اجرای دیوار متقاطع از پلان

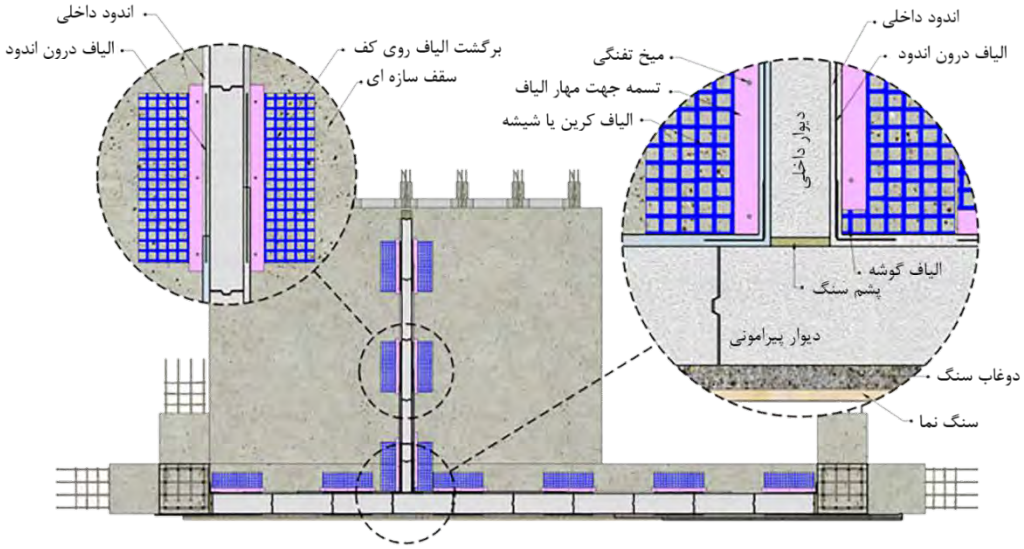
شکل ۸-۴۶- اجرای دیوارهای متقاطع و نحوه اجرای وادار در محل اتصال دو دیوار

در هنگام اجرای دیوارهای متعامد استفاده از مش الیاف برای تسلیح دیوار مجاز می‌باشد. در این حالت دو دیوار باید به صورت جداگانه و با مش الیاف مسلح شوند. در محل تقاطع دو دیوار برای جلوگیری از ایجاد ترک در نازک‌کاری باید از یک لایه مش الیاف به صورتی شکل ۸-۴۸ نشان داده شده، استفاده گردد و سپس بر روی آن نازک‌کاری اجرا شود.



شکل ۸-۴۷- اجرای دیوار متقاطع با استفاده از بست انعطاف پذیر

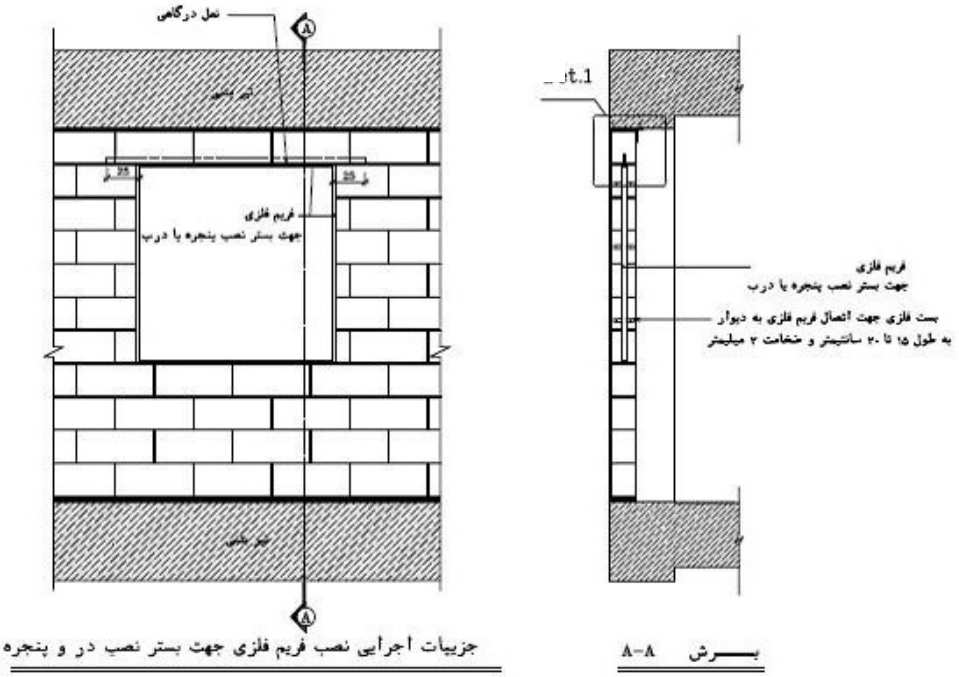




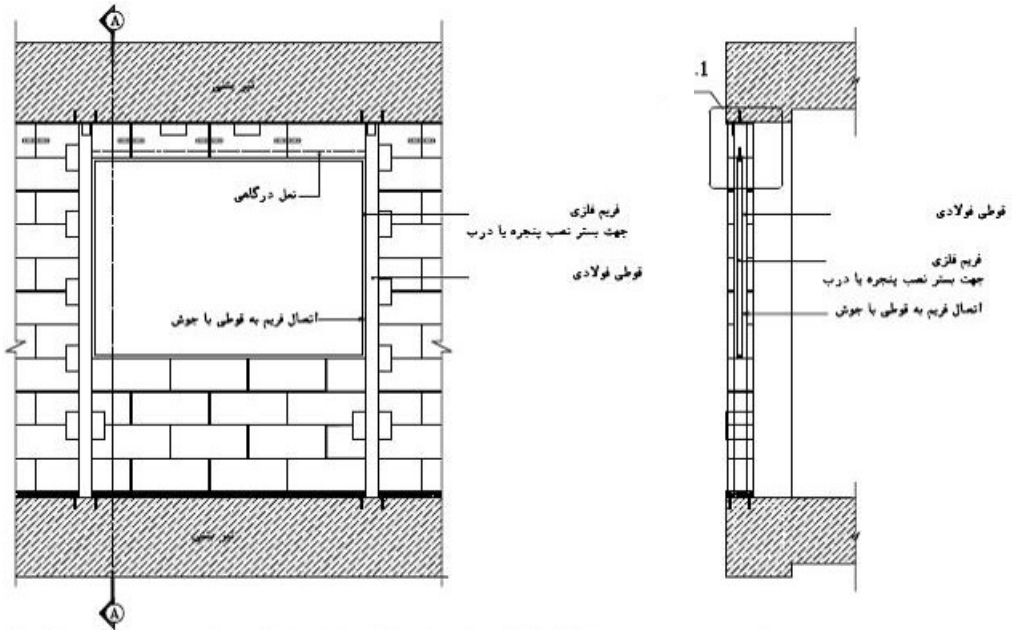
شکل ۸-۴۸- نحوه اجرا و تسلیح دیوارهای متقاطع با استفاده از مش الیاف

ت- اجرای نعل درگاه و نصب پنجره

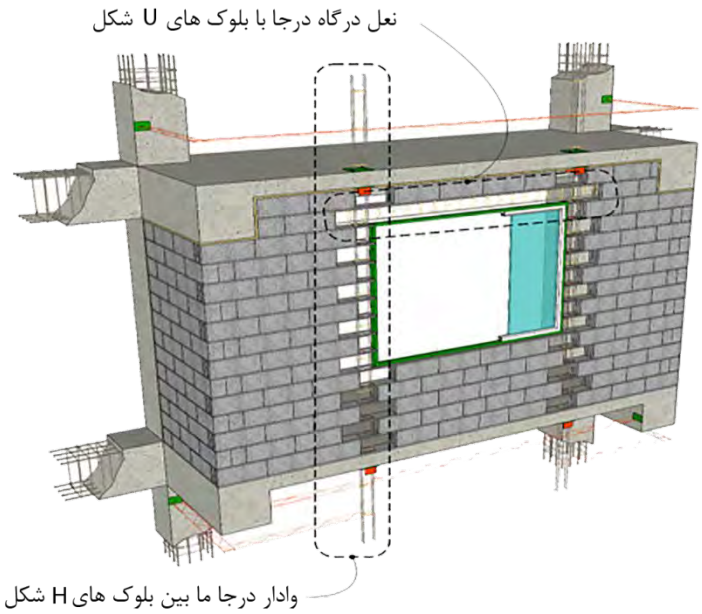
در شرایطی که دیوارها دارای درب یا پنجره باشند، اجرای نعل‌درگاه و نصب پنجره یا درب باید با رعایت جزئیات مشابه شکل۸-۴۹ انجام پذیرد. برای بازشوهای بزرگتر از ۲/۵ متر، باید وادار و نعل‌درگاه در کنار بازشو و در بازشوهای کوچکتر از ۲/۵ متر، در صورتی‌که چهارچوب فلزی مناسب پاسخگوی بارهای وارده باشد، استفاده شود. در مواقعی که المان‌های مسلح کننده دیوار به قاب متصل و یا جوش داده شوند، احتیاجی به تعبیه وادار در کنار بازشو نمی‌باشد، در غیر این‌صورت باید برای این دهانه‌ها نیز وادار تعبیه نمود. برای جزئیات اجرای وادار فولادی و بتنی به شکل ۸-۵۰ مراجعه شود.



شکل ۸-۴۹- نحوه اجرای فریم و نعل درگاه در اطراف بازشو



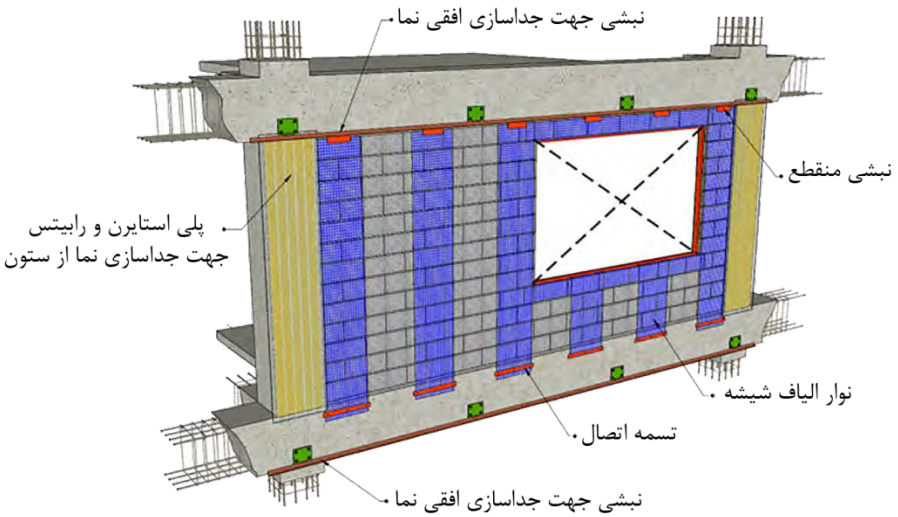
الف- وادار فولادی



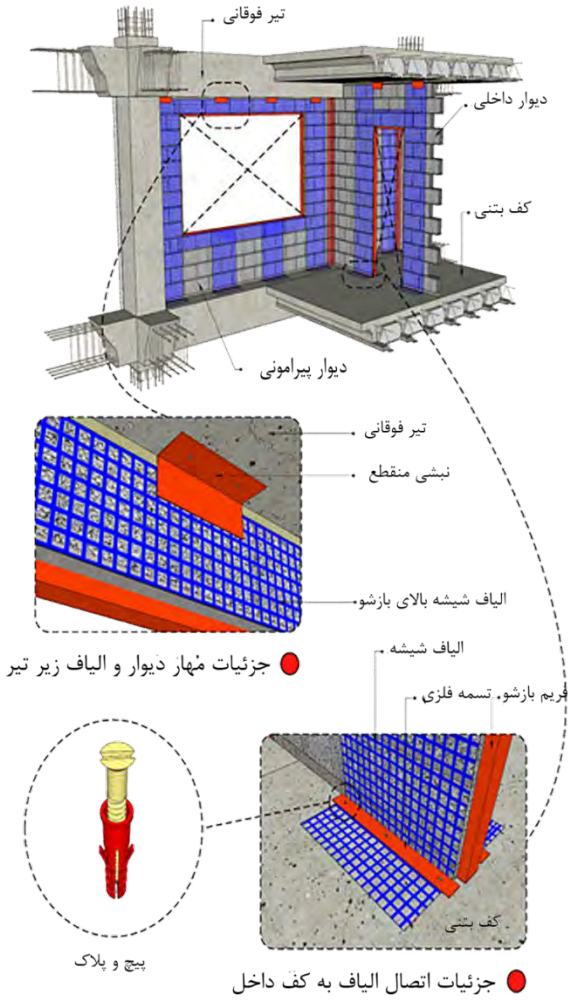
ب- وادار بتنی

شکل ۸-۵۰- نحوه اجرای وادار در دو طرف بازشو های بزرگتر از ۲/۵ متر

استفاده از شبکه الیاف به همراه ملات سیمانی از بیرون و اندود گچی از داخل ساختمان مجاز است. جزییات اجرای مش الیاف بر روی وجه داخلی و خارجی دیوار در کنار بازشو در شکل های ۸-۵۱ و ۸-۵۲ نشان داده شده است. در این حالت در صورت اجرای قاب پنجره، نیازی به اجرای نعل‌درگاه نمی‌باشد و می توان دیوار را در بالا و پایین بازشو با مش الیاف مسلح نمود.



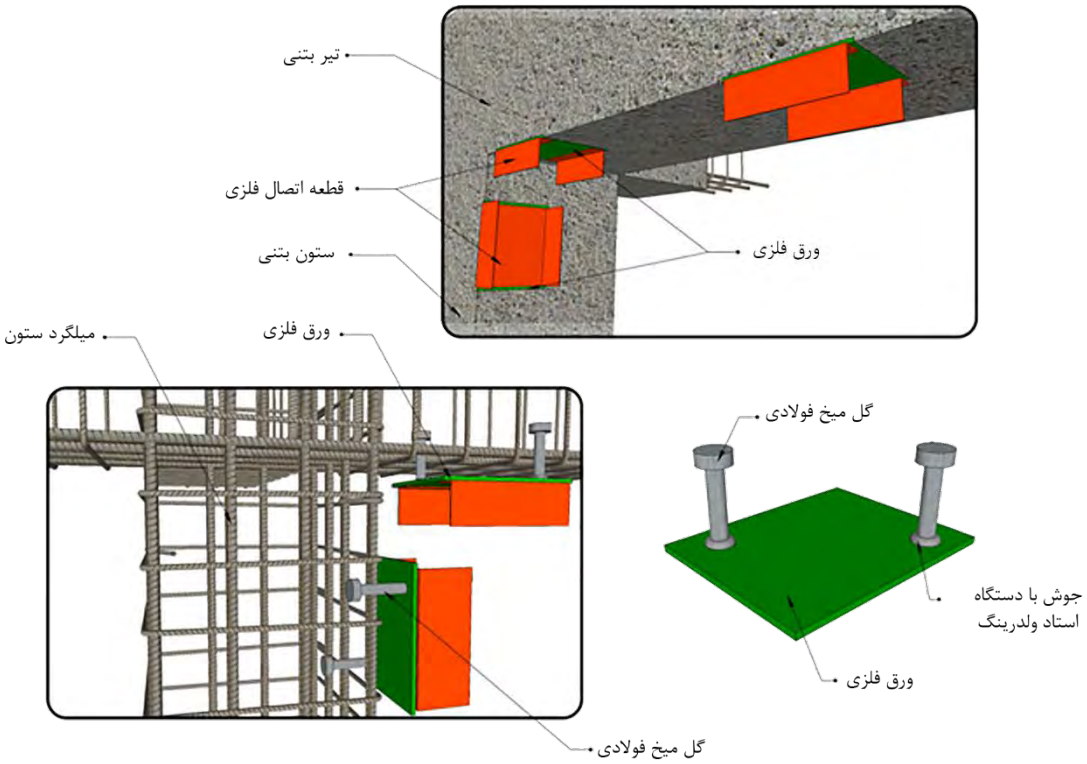
شکل ۸-۵۱- تسلیح دیوار در مجاورت بازشو با استفاده مش الیاف – وجه خارجی دیوار



شکل ۸-۵۲- تسلیح دیوار در مجاورت بازشو با استفاده مش الیاف – وجه داخلی دیوار

ث- جلوگیری از آسیب به سازه‌های بتنی درحین اجرای اتصالات مهار دیوارها

- کلیه اتصالات به سازه‌های بتنی، باید با استفاده از میخ و پیچ اجرا شود و یا در هنگام اجرای اسکلت سازه بتنی صفحات دارای گل‌میخ یا میلگرد جوش شده دارای خم انتهایی در مکان‌ها و مقاطع مورد نظر مطابق با شکل ۸-۵۳ جای‌گذاری شوند.
- جایگذاری میخ یا پیچ در لبه قطعات باید به فاصله‌ای از لبه اجرا شود که موجب قلوه‌کن شدن پوشش بتنی اعضای سازه نشود.
- استفاده از میخ های کاشت به صورت ضربه‌ای مجاز نمی‌باشد ولی استفاده از روش کاشت چرخشی مجاز است.
- زاویه نصب پیچ یا میخ در اجرای اتصالات باید بر سطوح اعضای سازه به صورت قائم باشد.
- ضروری است محل قرارگیری پیچ و یا میخ بر روی قطعات اتصال توسط مته مناسب و با یک شماره کم‌تر، از قبل سوراخ شود.



شکل ۸-۵۳- جزییات نحوه قرارگرفتن صفحات انتظار جهت اتصال مهار دیوار در تیر و ستون بتنی

۸-۲-۱-۱-۵- حمل و نقل و نگهداری مصالح مصرفی

در صورتی که آجرها بسته‌بندی شده باشند باید در حمل آن‌ها دقت زیادی شود. با توجه به سنگینی بسته‌ها، وسایل مورد استفاده برای بالا بردن آن‌ها باید برای وزن مربوط مناسب باشد. وزن بسته برحسب اندازه فرآورده و تعداد موجود در هر بسته متغیر است، اما وزن هر بسته آجر نباید از ۱٫۶ تن فراتر رود. بسته‌ها باید بر روی پالت‌های چوبی یک‌بار مصرف

قرار گیرد یا توسط نوارهای پلاستیکی یا فولادی بسته‌بندی شوند. در هر دو مورد در صورت درخواست خریدار، فرآورده‌ها را می‌توان با پوشش پلاستیکی بسته بندی کرد.

بارگیری، حمل و باراندازی انواع آجر باید با دقت انجام شود، به‌نحوی‌که ضایعات به حداقل ممکن برسد. آجرها و بلوک‌ها باید در محل تمیز و سرپوشیده به‌طور جدا از هم دسته‌بندی‌شده و از تماس آن‌ها با خاک، مواد مضر، رطوبت ، یخ و برف جلوگیری شود.

آجرها باید بر روی سطح صلب تخت چیده شوند. ارتفاع آجرهای روی هم چیده شده نباید بیش از ۲ متر باشد. هنگامی که ارتفاع آجرهای چیده شده بر روی یک‌دیگر به ۱٫۲ متر رسید باید به ازای هر ۳۰۰ میلی‌متر ارتفاع بیشتر، ۵۰ میلی‌متر از عرض ردیف آجرهای چیده شده کاسته شود تا انباشت به شکل مخروط ناقص درآید. در مورد بسته‌های بزرگ آجرهای بسته‌بندی شده استاندارد، نباید بیش از ۳ بسته روی هم قرار داده شود. آجرها باید در انبار سرپوشیده به دور از رطوبت نگه‌داری شوند.

۸-۲-۱-۲- دیوار بنایی با بلوک سفالی

۸-۲-۱-۲-۱- الزامات کلی

استفاده از بلوک‌های سفالی با سوراخ‌های افقی و بلوک‌های سفالی با سوراخ‌های قائم مجاز است. وزن مخصوص بلوک توخالی (مجوف) ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و بنایی با بلوک توخالی (مجوف) و ملات ماسه سیمان ۸۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب باید باشد. ابعاد اسمی متداول، حداقل ضخامت جداره و سوراخ‌ها، تعداد ردیف سوراخ‌ها، چگالی ظاهری، مقاومت فشاری، مقاومت خمشی این بلوک‌ها باید مطابق با ISIRI 7121 و ISIRI 7122 باشد.

۸-۲-۱-۲-۲- ویژگی‌ها

جهت تعیین مشخصات فنی برای آجرهای رسی سبک با سوراخ‌های افقی به ISIRI 7122، مراجعه شود.

۸-۲-۱-۳- دیوار بنایی با بلوک‌های سیمانی

رعایت مشخصات و ضوابط فنی اجرایی دیوار بنایی متشکل از بلوک‌های سیمانی با سنگدانه‌های معمولی مطابق بندهای زیر الزامی می باشد.

الف- مشخصات فنی، ویژگی‌ها و ابعاد بلوک‌های سیمانی توخالی و حداکثر رواداری مجاز ابعاد نسبت به ابعاد اسمی باید مطابق استانداردهای ملی به شماره ۲-۷۰ و ۱-۷۰ باشند. استفاده از بلوک‌های سیمانی با ابعاد دیگر به شرط آن‌که پیش از استفاده به تایید دستگاه نظارت رسیده باشد و حداقل ضخامت دیوارهای آن‌ها به ۲۰ میلی‌متر محدود شود، مجاز است.

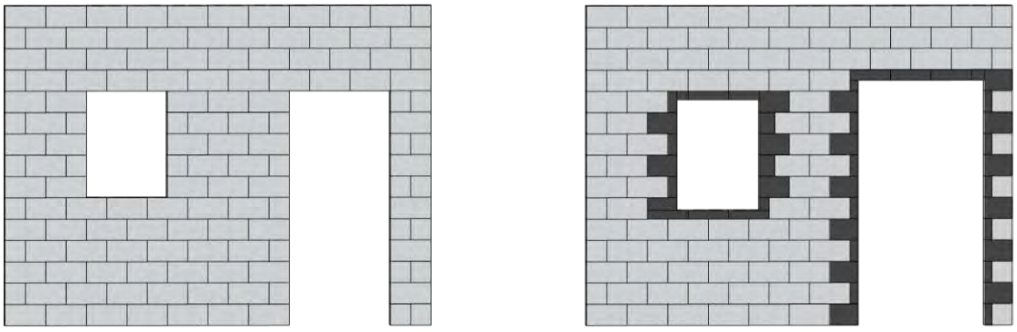
ب- مشخصات فنی و ویژگی های بلوک سیمانی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۲-۷۰ باشد.

تمام بلوک‌ها هنگام استفاده باید سالم و بدون شکستگی باشد. بلوک‌هایی که برای نما مورد استفاده قرار می‌گیرند، در سطح یا سطوح نمایان آن‌ها نباید از فاصله ۶ متری زیر نور، دارای ترک، پریدگی و همچنین نواقص دیگری باشند. در هر مرحله از اجرای بلوک سیمانی ، پنج درصد بیرون پریدگی بزرگتر از ۲۵ میلی‌متر در هر یک از ابعاد، یا ترک‌هایی که عرض آن‌ها بزرگتر از نیم میلی‌متر و طول آن‌ها بیش‌تر از ۲۵ درصد ارتفاع اسمی بلوک نباشد، مجاز است.

۸-۲-۳-۱- جزییات اجرایی

جزییات اجرایی مربوط به بلوک چینی باید مطابق بندهای زیر باشد.

الف- نحوه صحیح بلوک چینی باید مطابق شکل ۸-۵۴ باشد.



شکل ۸-۵۴- استفاده از مدول پایه در بلوک چینی.

ب- بلوک‌ها قبل از کارگذاشتن نبایند خیس شوند، مگر آنکه در مشخصات فنی مطلب دیگری ذکر شده باشد.

پ- در هر مرحله از بلوک چینی که کار قطع یا تعطیل می‌شود، دیوار باید با پوشش مناسب پوشانده شود.

ت- در خصوص ضوابط اجرایی دیوار چینی دوجداره بلوک ها به بند ۸-۲-۱-۱-۲ مراجعه شود.

ث- کلیه ضوابط اجرایی لرزه‌ای ارایه شده در خصوص دیوار های غیرسازه ای آجری، باید در این بند رعایت گردد.

۸-۲-۱-۳-۲- انبار کردن، بسته بندی و حمل

الف- بلوک‌ها تا هنگام دیوار چینی باید به صورت خشک در انبار نگه‌داری شوند.

ب- بلوک‌ها باید روی بالشتک‌هایی با فاصله لازم از زمین انبار شوند، تا جریان هوا مانع جذب رطوبت از زمین بشود.

پ- بلوک‌های انبار شده باید با پوشش مناسبی که مانع عبور رطوبت و آب باشد پوشانده شوند.

ت-حداکثر هر ۵۰ عدد بلوک بر روی یک پالت بسته‌بندی شود. بسته‌بندی باید با استفاده از نوارهای پلاستیکی مناسب انجام گیرد. بسته‌بندی بلوک‌های سیمانی به شرایط محیطی خاصی نیاز ندارد.

ث- بلوک‌های سیمانی باید در محل‌های تمیز و سرپوشیده نگه‌داری و به‌طور جدا از هم دسته‌بندی و از تماس آن‌ها با خاک، مواد مضر، رطوبت ، یخ و برف جلوگیری شود.

ج- حمل‌ونقل باید به‌گونه‌ای انجام شود که از شکسته شدن بلوک‌ها و ایجاد ضایعات جلوگیری به‌عمل آید.

چ-توصیه می شود از وسایل مکانیکی مناسب برای حمل و انتقال پالت‌ها به محل توزیع و تخلیه آن‌ها استفاده شود.

ه- پرتاب کردن بلوک‌های سیمانی مجاز نیست. در صورت نداشتن بسته‌بندی، تخلیه بلوک‌ها باید تک تک توسط کارگران از وسیله نقلیه به محل توزیع انجام شود.

۸-۲-۱-۴- دیوار بنایی با بلوک سیمانی سبک دانه

رعایت مشخصات و ضوابط فنی اجرایی دیوار بنایی متشکل از بلوک های سیمانی سبکدانه مطابق بندهای زیر الزامی می‌باشد.

۸-۲-۱-۴-۱- الزامات کلی

الف- مصالح مورد مصرف در بلوک‌های سبک باید مشابه با مصالح تولید انواع بتن باشد. بلوک‌های غیرسازه‌ای که در دیوارهای غیرسازه‌ای استفاده می‌شود، باید دارای حداقل مقاومت فشاری طبق ISIRI 7882 ملی ایران باشند. به منظور حفظ سبکی و عایق بودن بلوک‌های بتنی سبک ، مصالح پرکننده باید از نوع سبک‌دانه اصلی انتخاب شوند.

سوراخ‌ها و محل‌های لازم برای عبور لوله‌های تاسیساتی، مجراهای تهویه و کابل‌های توکار و نظایر آن‌ها باید قبلا بر اساس نقشه‌های اجرایی کاملا مشخص و هنگام دیوارچینی تعبیه گردند تا نیازی به کندن و تخریب دیوارها در این گونه موارد نباشد.

پ- در مواردی که نیاز به سوراخ‌کاری و شیار زنی برای عبور مدارهای تاسیساتی در دیوارهای اجرا شده باشد، لازم است با هماهنگی دستگاه نظارت این عمل صورت گیرد و از دستگاه شیار زن برای این منظور استفاده شود. استفاده از چکش‌های سر پهن و یا کلنگ که باعث تخریب بیش از اندازه بلوک‌ها در دیوار می‌شود، مجاز نمی‌باشد.

۸-۲-۱-۴-۲- مشخصات فنی و ویژگی

الف- در تولید بلوک‌های بتنی سبک‌دانه، طبق بند ۷-۲ ازISIRI 7882 باید جهت تضمین کیفیت و دوام بلوک‌ها از سبک دانه استاندارد استفاده شود. این سبک‌دانه می‌تواند از نوع مصنوعی (مانند شیل و رس منبسط شده) و یا معدنی باشد. لازم به ذکر است استفاده از بلوک های سبک سلولی یا فوم بتن[۱] در ساخت دیوارهای جداکننده مجاز نمی باشد .

ب- حداکثر رواداری مجاز ابعاد واقعی بلوک‌های سبک، برای طول و عرض ۳ میلی‌متر و برای ارتفاع ۴ میلی‌متر باید باشد. مشخصات فنی بلوک‌های سبک مطابق استاندارد ملی ایر ان ۷۸۸۲ باید مطابق جداول ۸-۸، تا ۸-۱۰ باشد.

۱- Cellular Lightweight Concrete or Foam Concrete, CLC

جدول ۸-۸ – رده بندی وزن مخصوص بلوک های سبک

رده وزن مخصوص	محدوده وزن مخصوص ظاهری (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱	۵۰۰ تا ۷۰۰
۲	۷۰۰ تا ۱۰۰۰
۳	۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰
۴	۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰

حداکثر رواداری از مقادیر مجاز باید ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

جدول ۸-۹- حداکثر جذب آب مجاز بلوک‌های سبک

نوع بلوک براساس رده وزن مخصوص ظاهری	حداکثر جذب آب حجمی (میانگین سه بلوک) (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱ ، ۲ ، ۳	۲۸۸
۴	۲۴۰

جدول ۸-۱۰- حداقل مقاومت فشاری بلوک های سبک

رده مقاومت فشاری	حداقل مقاومت فشاری (مگا پاسکال)	
	میانگین سه بلوک	بلوک منفرد
۲	۲/۵	۲
۴	۵	۴
۶	۷/۵	۶
۸	۱۰	۸

۸-۲-۱-۴-۳- نصب و اجرا

عملیات بنایی با بلوک باید بر اساس نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و مندرجات این بخش صورت گیرد. پیمانکار موظف است تمامی پیش‌بینی‌های لازم از نظر تهیه مصالح و دپوی آن درکارگاه، نیروی انسانی، ماشین آلات و ابزار لازم برای اجرای کاری مداوم و بدون وقفه را به عمل آورد، تا اجرای کار بر اساس برنامه زمان‌بندی میسر باشد. رعایت ضوابط و اصول زیر در عملیات بنایی با بلوک الزامی است:

الف- بستر کار بلوک چینی باید تراز شده و از کار کردن بلوک روی سطوح غیرهمتراز اجتناب شود. پستی و بلندی‌های کوچک را به وسیله پهن کردن و تراز کردن ملات می‌توان مرتفع نمود. کل سطح بلوک باید بر روی بستر قرار گرفته و بیرون زدگی قسمتی از بلوک خارج از کف مجاز نخواهد بود.

ب- جهت یک رگه کردن دیوار، ابتدا مقداری ملات روی کف پخش و بلوک در امتداد ریسمان چیده می‌شود تا راستای دیوار مشخص گردد. با توجه به متفاوت بودن ضریب انبساط طولی آجر با انواع بلوک‌های سیمانی سبک لازم است از اجرای یک رگه با آجر رسی معمولی اجتناب شود. نباید از قطعات کوچک‌تر از مصالح دیگری مانند سفال یا آجر استفاده شود.

پ- اجرای بلوک‌ها در دیوار به‌صورت عمودی مجاز نمی باشد.

دانلود سوالات آزمون

ت- درزهای قائم بلوک‌ها نباید روی هم قرار گیرند، بلکه درزهای قائم رج‌های متوالی باید به‌طور یک در میان مقابل هم قرار گیرند. بلوک نصب شده نباید بعد از گیرش اولیه ملات از جای خود حرکت داده شود.

ث- در فصول گرم مناطق گرمسیر، بهتر است مانند هر قطعه بنایی دیگر قبل از استفاده، برای جلوگیری از جذب رطوبت ملات توسط بلوک، بلوک‌ها نم‌پاشی شوند. در این بلوک‌ها نیازی به غرقاب شدن وجود ندارد. توصیه می‌شود تا جهت تکمیل فرآیند هیدراسیون سیمان موجود در ملات، فرآیند آب پاشی دیوار در فصول گرم پس از گیرش اولیه ملات تا ۳ روز ادامه پیدا کند. در صورتی که عملیات بنایی در هوای سرد صورت بگیرد، با توجه به استفاده از ملات ماسه سیمان و ضرورت جلوگیری از یخ زدن ملات، شرایط اجرایی باید مانند شرایط اجرایی بتن و طبق شرایط آیین نامه آبا در نظر گرفته شود. در این شرایط باید از سیمان زود سخت‌شونده و زودگیر استفاده شود. همچنین با توجه به امکان وجود یخ در ماسه استفاده شده در ملات ماسه سیمان، سعی شود تا از ماسه خشک یا ملات خشک آماده بسته‌بندی شده استفاده شود.

ج- با توجه به اینکه هیچ یک از مصالح بنایی به تنهایی عایق رطوبتی نمی‌باشند، بنابر این از این مصالح بدون اجرای لایه نما و اندود برای دیوارهای خارجی استفاده نگردد. در مناطقی مانند مناطق خزری که کج باران بسیار رایج است، در اجرای نما و لایه آب بندی سطح باید دقت بیشتری صورت گیرد.

چ- حفره‌های خالی درون بلوک‌های توخالی در دیوارهای غیرسازه‌ای جدا کننده نباید به‌وسیله ملات یا نخاله پر شود. در بلوک‌هایی که به‌صورت ته‌پر تولید و مصرف می‌شوند، قسمت ته پر بلوک باید در قسمت فوقانی قرار گیرد و از اجرای بلوک‌های ته سوراخ اجتناب گردد. در صورتی که بین بلوک‌ها فضایی به‌عنوان درز قائم ملات ریزی تعبیه شده باشد، باید در هنگام اجرا این درزها با ملات پر شود .

ح- در صورتی که تامین کننده بلوک، قطعات نیمه و چارک داشته باشد، از شکستن بلوک‌ها برای ایجاد قطعه بلوک نیمه جهت کاهش پرت مصالح باید خودداری شود.

خ- ملات ریزی بین بلوک‌ها باید به یکی از روش‌های ذیل اجرا می‌شود:

- در اجرای دیوارهای باربر، کرسی‌چینی ملات به صورت یکنواخت روی همه سطوح ملات‌خور بلوک پخش شود.
- در کاربردهای دیگر ملات باید به‌صورت یکنواخت روی جداره‌های خارجی و داخلی به صورت دو نوار جدا از هم پخش شود.

د- درزهای ملات باید به صورت کامل و یکنواخت پر گردد و به جهت پر کردن درزهای قائم از ملات با روانی بیشتر استفاده شود.

ذ- در صورت استفاده از ملات پایه سیمانی به‌عنوان چسباننده قطعات بلوک‌های سبک در دیوارهای خارجی که عملکرد عایق همگن دارند، با توجه به بالا بودن ضریب هدایت حرارتی ملات ماسه سیمان، باید به منظور جلوگیری از ایجاد پل‌های حرارتی، ضخامت لایه ملات حداقل باشد و یا از ملات با سبک‌دانه استفاده گردد.

ر- در مورد دیوارهای متقاطع باید به منظور تامین قفل و بست کامل از قطعات لابند یا اتصال استفاده و دو دیوار به نحو مناسبی در هم هشت‌گیر شوند.

ز- در اتصال و نصب قطعات الحاقی سبک باید از پیچ و رول پلاک بر روی بلوک‌های سیمانی استفاده گردد.

س- به‌دلیل تفاوت ضریب انبساط طولی بلوک‌های سیمانی سبک و اجزای سازه‌ای، باید محل اتصال دیوار با اجزا سازه‌ای، همچنین درزهای اتصال دیوار با قاب دور درب‌ها یا پنجره‌ها، با توری مرغی یا مش پلاستیکی پوشانده شود.

ش- نصب تیر نعل‌درگاهی و آستانه نعل‌درگاه‌ها باید بر اساس جزئیات مندرج در نقشه‌های اجرایی و با طول گیرداری مناسب صورت پذیرد. طول تکیه‌گاه تیر نعل درگاه در هر طرف باید حداقل ۳۵۰ میلی‌متر یا یک‌دهم طول دهانه، هرکدام که بیشتر است، در نظر گرفته شود. عرض نعل درگاه باید مساوی ضخامت دیوار باشد.

ص- کلیه ضوابط لرزه‌ای که در قسمت دیوارهای آجری عنوان شده، برای دیوارهای از نوع بلوک‌های بتنی سبک نیز باید رعایت شوند.

۸-۲-۱-۴-۴- حمل و نقل و نگهداری بلوک سیمانی سبک

حمل و نقل بلوک‌های سبک به صورت فله یا بسته‌بندی مجاز است. در روش بسته‌بندی، بلوک‌ها باید بر روی پالت چیده شده و توسط جرثقیل تخلیه شوند. به منظور جلوگیری از ریزش بلوک‌ها در هنگام جابه‌جایی و یا تخلیه، استفاده از بندهای مهاری و یا پلاستیک‌های پوششی دور تا دور پالت بلوک الزامی است.

در هنگام قراردادن پالت بلوک‌ها بر روی تریلر کفی باید دقت شود تا جهت قرارگیری پالت‌ها بر روی تریلر به‌گونه‌ای باشد که امکان تخلیه آن‌ها توسط لیفتراک و یا عبور تسمه از زیر پالت‌ها وجود داشته باشد. در هنگام اتصال کابل و قلاب جرثقیل جهت حمل پالت، قلاب باید در مرکز قرار گیرد.

به‌دلیل آن‌که معمولا بلوک‌های سبک دارای مقاومت میانگین کمتری نسبت به بلوک‌های ماسه-سیمانی هستند، کمپرس نمودن بلوک های سیمانی سبک در هنگام تخلیه مجاز نمی باشد. مگر آنکه در دستور العمل فروشنده، تخلیه از طریق کمپرس کردن، مجاز اعلام شده باشد. پرتاب بلوک ها در هنگام تخلیه مجاز نمی باشد.

لازم است چیدمان منظم بلوک در سطح صاف و به صورت عمودی انجام گیرد. از چیدمان بلوک بر روی سطوح شیبدار نیز خودداری شود.

در صورت تخلیه بلوک‌های بسته‌بندی شده پالتی توسط جرثقیل، چیدمان پالت‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که تسمه تخلیه به راحتی از زیر دو پالت عبور نموده و حداقل عرض تسمه بایستی ۱۵۰ میلی‌متر باشد. همچنین باید با استفاده از یک تخته چوب با طول مناسب و در ردیف بالایی بلوک‌ها، از تماس مستقیم تسمه با بلوک‌ها و لب‌پر شدن آن‌ها، جلوگیری به عمل آید.

باید فضای کافی برای انبارش بلوک‌ها را فراهم نمود. باید از چیدن بلوک‌های فله با ارتفاع بیش از ۲ متر خودداری نمود.

۸-۲-۱-۵- دیوار بنایی با بلوک‌های گچی

۸-۲-۱-۵-۱- الزامات کلی

بلوک گچی مصرفی باید به شکل مکعب مستطیل، با سطوح کاملا صاف و دارای کام و زبانه بر روی حداقل دو لبه مخالف آن باشد، تا اتصال این قطعات بر روی یک‌دیگر به آسانی صورت پذیرد. استفاده از بلوک‌های گچی به دو صورت توپر و سوراخ‌دار مجاز است. عرض دیوار غیرسازه‌ای متشکل از بلوک‌های گچی نباید از ۸۰ میلی‌متر کم‌تر باشد .

۸-۲-۱-۵-۲- مشخصات و ویژگی‌ها

ویژگی‌های انواع بلوک‌های گچی باید با ویژگی‌های معرفی شده در استاندارد ملی ایران ۲۷۸۶ مطابقت داشته باشد. بار شکست بلوک‌های گچی توپر که بر اساس استاندارد ملی ایران ۲۷۸۶ تعیین می‌شود، بسته به ضخامتشان باید حداقل ۱/۷ تا ۴ کیلونیوتن باشد. جذب آب انواع بلوک گچی نوع دافع آب باید حداکثر ۵ درصد وزن خشک خود محدود گردد. در ساخت بلوک‌های گچی ، مواد پرکننده و افزودنی مصرفی نباید معایبی در کیفیت بلوک‌ها ایجاد کند. ویژگی‌های بلوک‌های گچی سبک باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۴۵۰۲ باشد. آزمایش بلوک‌های گچی باید بر اساس اساس استاندارد ملی ایران ۲۷۸۶ انجام شود.

ضخامت بلوک مطابق استاندارد ملی ایران ۲۷۸۶ باید حداقل ۵۰ میلی‌متر و حداکثر ۱۵۰ و طول آن باید حداکثر ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد. ارتفاع بلوک باید در ارتباط با طول آن تعیین شود، به‌گونه‌ای که مساحت یک بلوک حداقل ۰٫۱ متر مربع مطابق رابطه"مترمربع ۰/۲ ≤ S" باشد (S برابر با مساحت یک بلوک گچی است). توصیه می شود الزامات ابعادی مطابق با جدول ۸-۱۱ باشد.

جدول ۸-۱۱- ابعاد پیشنهادی بلوک گچی

ضخامت (میلی متر)	طول (میلی متر)	ارتفاع (میلی متر)
۸۰	۶۶۶	۵۰۰
۱۰۰		

در بلوک های گچی سوراخ‌دار، جدار خارجی بلوک باید حداقل ۱۵ میلی‌متر ضخامت داشته باشد .حجم کلی فضای توخالی نباید بیش از ۴۰ درصد باشد.

رواداری ابعاد بلوک‌های منفرد باید مطابق جدول ۸-۱۲ باشد

جدول ۸-۱۲- رواداری ابعاد بلوک های گچی

ضخامت (میلی متر)	طول (میلی متر)	ارتفاع (میلی متر)
± ۰/۵	± ۵	± ۲

بلوک‌های گچی بر حسب جرم مخصوص خشک مطابق جدول ۸-۱۳ و برحسب جذب آب در سه رده H_1 ، H_2 و H_3 (جدول ۸-۱۶) و بر حسب مقاومت در دو رده A و R قرار می‌گیرند (مطابق جدول ۸-۱۴ و ۸-۱۵).

جدول ۸-۱۳- رده های چگالی بلوک های گچی

چگالی زیاد (kg/m3)	چگالی متوسط (kg/m3)	چگالی کم (kg/m3)
از ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ ۱۱۰۰≤p≤۱۵۰۰	از ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ ۸۰۰≤P≤۱۱۰۰	از ۶۰۰ تا ۸۰۰ ۶۰۰≤p< ۸۰۰

میانگین چگالی خشک برای هر رده بلوک گچی که مطابق ISIRI2786 " گچ – بلوک های گچی–تعاریف، الزامات و روش های آزمون " تعیین می‌شود، نباید بیش از ۵ درصد نسبت به مقادیر اظهار شده اختلاف داشته باشد.

جدول ۸-۱۴- بار شکست بلوک های گچی نوع A

ابعاد بلوک های گچی			حداقل میانگین بار شکست (کیلو نیوتن)
طول* (میلی متر)	ارتفاع* (میلی متر)	بلوک‌های توپر (چگالی متوسط و زیاد) ضخامت (میلی متر)	
		۸۰	۲/۷
		۱۰۰	۴/۰
		بلوک های سوراخ دار و با چگالی کم (برای همه ضخامت ها)	۱/۷

در موارد خاص، ممکن است نیاز به بلوک‌های گچی با مقاومت افزایش یافته باشد، مانند بلوک‌های گچی نوع R. در این صورت بار شکست این نوع بلوک‌ها باید مطابق جدول ۸- ۱۵ باشد.

جدول ۸-۱۵- بار شکست بلوک های گچی نوع R

ابعاد بلوک های گچی			حداقل میانگین بار شکست (کیلو نیوتن)
طول* (میلی متر)	ارتفاع* (میلی متر)	بلوک های توپر (چگالی متوسط و زیاد) ضخامت (میلی متر)	
		۸۰	۳/۰
		۱۰۰	۵/۰

میانگین مقدار رطوبت بلوک‌های گچی که در زمان حمل از کارخانه اندازه گیری می‌شود نباید از ۸ درصد بیشتر باشد.

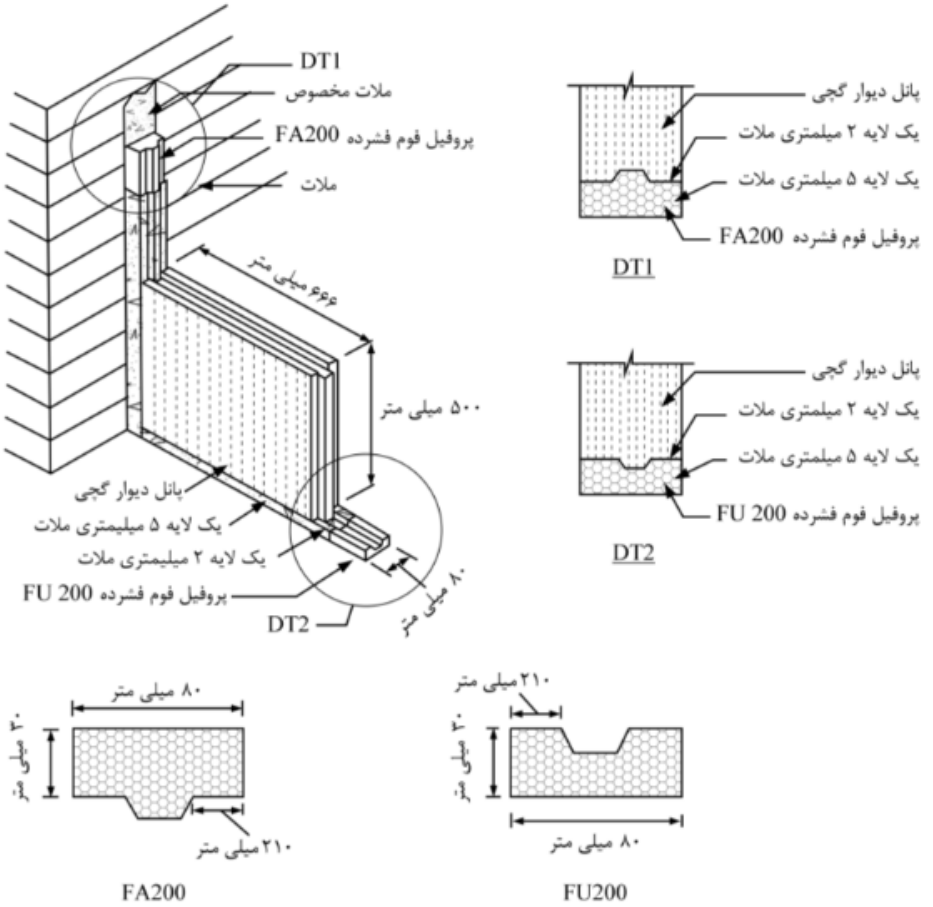
جدول ۸-۱۶- رده های جذب آب بلوک های گچی

رده های جذب آب	جذب آب (درصد)
H1	کوچکتر یا مساوی ۲/۵
H2	کوچکتر یا مساوی ۵
H3	الزامی وجود ندارد

بلوک های گچی دارای یک درصد وزنی یا حجمی مواد آلی و یا بیشتر، باید مطابق ISIRI8299 "واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی-طبقه بندی " مورد آزمون قرار گرفته و دسته بندی شوند. همچنین مقاومت در برابر آتش یک سامانه دارای بلوک‌های گچی که با استفاده از مواد چسباننده، به هم متصل شده است، باید مطابق استاندارد EN 13501-2:2007 باشد.

۸-۲-۱-۵-۳- نصب و اجرا

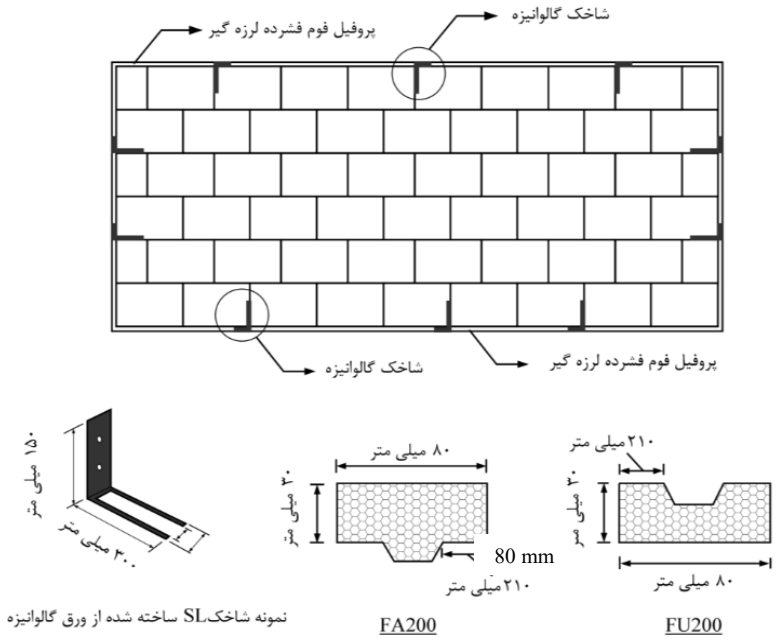
جهت ساخت دیوار تیغه از نوع بلوک گچی، ابتدا باید یک نوار تراز با استفاده از دوغاب گچ به صورت درجا روی کف ساختمان اجرا گردد. پس از ایجاد سطح تراز، به منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از تغییرشکل‌های سازه‌ای حاصل از زلزله، باید از یک لایه فوم فشرده از جنس پلی استایرن در محل‌های تماس دیوار با سازه استفاده شود. در شکل ۸-۵۵ جزئیات کامل روش استفاده از جداسازهای پلی‌استایرن در این سیستم ارائه شده است.



شکل۸ -۵۵- جزئیات اجرای دیوار با بلوک های گچی

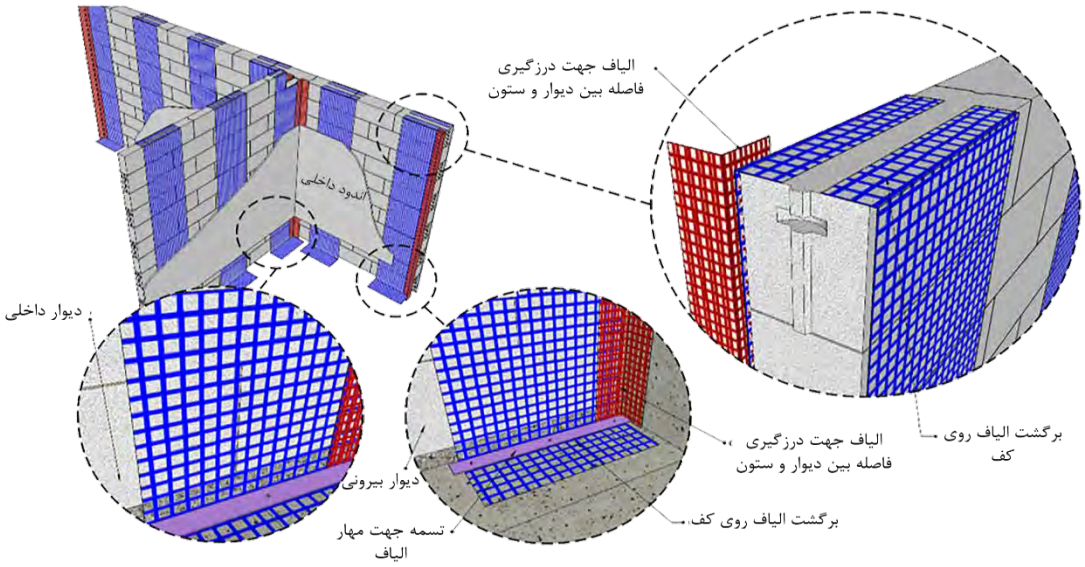
به منظور تامین اتصال مابین دیوار و سازه باید از ورق‌های L شکل گالوانیزه مطابق شکل ۸-۵۶ در محل درز بلوک‌های گچی استفاده می‌شود. در هنگام نصب شاخک‌های گالوانیزه باید یکی از اضلاع این ورق‌ها به وسیلهٔ پیچ و رول پلاک به سطوح افقی

(کف‌ها) یا سطوح قائم (ستون‌ها) متصل شده و ضلع دیگر آن که به‌صورت دوشاخه می‌باشد در داخل درز دیوار و در طرفین شیار بلوک‌های گچی قرار بگیرد. از این شاخک‌ها به تعداد مورد نیاز در اضلاع مجاور کف، سقف و دیوارهای متقاطع استفاده می‌شود. در شکل۸-۵۶ جزئیات اجرای دیوار و طریقهٔ جداسازی دیوار از سازه ارائه شده است.



شکل ۸-۵۶- نحوهٔ اتصال دیوار گچی با سازه

لازم است جهت جلوگیری از ایجاد ترک در محل دیوارهای بلوک گچی با یکدیگر یا تقاطع دیوارهای بلوک گچی با ستون، از یک لایه شبکه الیاف مطابق جزییات شکل ۸-۵۷ استفاده شود.



شکل ۸-۵۷- تقویت با شبکه الیاف

۸-۲-۱-۵-۴- حمل و نقل و نگه‌داری

الف- بسته بندی بلوک گچی باید در فضای سرپوشیده انجام شود.

بلوک‌های گچی باید در محل‌های تمیز و سرپوشیده و به طور جدا از هم نگه‌داری و دسته‌بندی شده و از تماس آن‌ها با خاک، مواد مضر، رطوبت و یخ و برف جلوگیری شود.

پ- حمل و نقل باید به‌گونه‌ای انجام شود که از شکسته شدن بلوک‌ها و ایجاد ضایعات جلوگیری به عمل آید.

باید از وسایل مکانیکی مناسب برای حمل و انتقال پالت‌های بلوک گچی و تخلیه آن‌ها در محل توزیع استفاده شود.

تخلیه با کامیون کمپرسی و یا پرتاب کردن پالت های بسته بندی بلوک‌های گچی مجاز نیست.

اگر گچ یا فرآورده‌های گچی به‌خصوص در مناطق مرطوب در مجاورت قطعات فولادی قرار گیرند، باید پیش از گچ‌کاری، قطعات فولادی با رنگ‌های ضد زنگ پوشانیده شوند.

چ- در نقاط مرطوب، گچ و فراورده‌های گچی را نباید مستقیما در مجاورت بتن و سایر فرآورده‌های سیمانی به کار برد.

۸-۲-۱-۶- دیوار بنایی با بلوک‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC)

۸-۲-۱-۶-۱- الزامات کلی

بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده که با نام بلوک AAC یا بلوک گازی معروفند دارای یک بافت متخلخل ریز و وزن مخصوص کم هستند. بتن مذکور مخلوطی از سیلیس، آهک،گچ ، سیمان، پودر آلومینیوم و آب می‌باشند. محدوده چگالی این بلوک‌ها باید در بازه ۳۵۰ الی ۸۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد

۸-۲-۱-۶-۲- ویژگی‌های بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده

ویژگی‌های بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده در استانداردهای ملی ایران در جدول ۸-۱۷ آورده شده است.

جدول ۸-۱۷- استاندارد ملی ایران (ISIRI) مربوط به بتن هوادار اتوکلاو شده

شماره استاندارد ملی	عنوان
۸۵۹۱	بتن سبک – تعیین مدول ارتجاعی استاتیکی فشاری بتن هوادار اتوکلاو شده و یا بتن سبک‌دانه با ساختار باز - روش آزمون
۸۵۹۲	بتن سبک – تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدگی بتن هوادار اتوکلاوشده- روش آزمون
۸۵۹۳	بتن سبک – قطعات بتنی هوادار اتوکلاو شده – ویژگی‌ها
۸۵۹۴	بتن سبک – تعیین جرم حجمی خشک بتن هوادار اتوکلاو شده- روش آزمون
۸۵۹۵	بتن سبک - تعیین ابعاد قطعات بنایی – روش آزمون
۸۵۹۶	بتن سبک – تعیین مقاومت فشاری بتن هوادار اتوکلاوشده- روش آزمون
۸۵۹۷	بتن سبک – تعیین نفوذپذیری بخار آب بتن هوادار اتوکلاو شده – روش آزمون
۸۵۹۸	بتن سبک – تعیین مقاومت خمشی بتن هوادار اتوکلاوشده- روش آزمون

مشخصات فنی بلوک های مصرفی مطابق با استاندارد شماره ۸۵۹۳ در جدول شماره ۸-۱۸ ذکر شده است.

جدول ۸-۱۸- ویژگی‌های بتن هوادار اتوکلاو شده طبق استاندارد شماره ۸۵۹۳ ملی ایران

ردهٔ مقاومتی	مقاومت فشاری (N/mm2)		جرم حجمی خشک اسمی (kg/m3)	محدودهٔ جرم حجمی (kg/m3)	حداکثر میانگین جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن (٪)
	میانگین	حداقل			
AAC 2	۲/۵	۲/۰	۴۰۰ ۵۰۰	۴۵۰-۳۵۰ ۵۵۰-۴۵۰	۰/۰۲
AAC 4	۵/۰	۴/۰	۵۰۰ ۶۰۰ ۷۰۰ ۸۰۰	۵۵۰-۴۵۰ ۶۵۰-۵۵۰ ۷۵۰-۶۵۰ ۸۶۰-۷۵۰	
AAC 6	۷/۵	۶/۰	۶۰۰ ۷۰۰ ۸۰۰	۶۵۰-۵۵۰ ۷۵۰-۶۵۰ ۸۵۰-۷۵۰	

۸-۲-۲-۶-۳- ضوابط اجرایی

اتصالات دیوار متشکل از بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده باید به نحوی انجام گیرد که عملکرد مورد نظر قطعه دیوار در پدیده‌هایی چون خیز تیرهای زیر دیوار و سقف، جابه‌جایی نسبی طبقات، عوامل نیروی خارج از صفحه از جمله باد، ضربه حین بهره برداری و زلزله تامین شود. اتصال بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده باید با یکدیگر باید با چسب انجام شود.

الف- در هنگام اجرای رج اول دیوار توصیه می‌شود از ملات ماسه سیمان (با نسبت ۵ به ۱) به عنوان ملات ترازکننده زیر کار استفاده گردد. بلوک‌ها قبل از استفاده، باید کاملا رطوبت دهی، پس از چیدن هر بلوک، تراز و شاقولی آن شوند. توصیه می‌شود ۲۴ ساعت فاصله زمانی تا چیدن رج‌های بعدی در نظر گرفته شود.

ب- در صورتی چیدن اولین رج دیوار روی کرسی چینی، یک لایه عایق رطوبتی باید در زیر ملات ردیف اول اجرا گردد.

پ- در محل تلاقی دیوار با ستون باید به میزان یک درصد ارتفاع کف تا کف طبقه مصالح انعطاف از قبیل پشم سنگ ضد رطوبت اجرا گردد. فاصله جداسازی از سقف برابر بیشترین دو مقدار ۲۵ میلیمتر و حداکثر خیز دراز مدت تیر می باشد.

ت- ملات رج‌های بعدی باید از نوع ملات چسبنده پایه رزینی باشد و به صورت لایه نازک به ضخامت حداقل ۳ میلی متر به صورت یکنواخت بر روی سطح کار پهن شود. ماله باید متناسب با پهنای بلوک مورد نظر باشد. جایگذاری صحیح هر بلوک از نظر افقی و عمودی باید با ضربه زدن با چکش پلاستیکی انجام گردد.

ث- در ساخت دیوارها امتداد رج‌ها باید کاملا افقی باشد و درز قائم بلوک‌ها روی یکدیگر نباشد.

ج- در صورت استفاده از پوشش پلاستیکی برای بسته‌بندی بر روی بلوک‌های چیدمان شده بر روی پالت، باید یک روز قبل از مصرف، پوشش برداشته شود تا تبادل رطوبتی و حرارتی با محیط انجام گیرد. در پایان هر روز کاری باید روی سطح بلوک‌های باقی‌مانده با نایلون پوشیده شود.

چ- در دیوارچینی باید از یک جنس مصالح استفاده شود. در صورت استفاده از قطعات کوچکتر AAC، توصیه می‌شود تا با بریدن قطعات اصلی قطعات کوچکتر به دست آیند.

ح- دیوارچینی باید به صورت ریسمانی در هر رج، و کاملا شاقول در راستای قائم اجرا شود.

خ- پس از اتمام دیوارچینی برای اطمینان بیشتر از چسبندگی بلوک و ملات، کل دیوار را باید با آبفشان نمناک نمود. این عمل باید تا ۳ روز ادامه یابد. نحوه خیس کردن دیوار باید به گونه‌ای باشد که تمام دیوار مرطوب گردد.

د- توصیه می‌شود سمت بیرونی دیوارهای خارجی در صورت عدم اجرای نما، حتما با یک لایه رویه سیمانی پوشانده شود.

ذ- با توجه به جذب آب زیاد بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده ، رعایت ضوابط مربوط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه‌های تر و خشک شدن الزامی است. در مناطقی که احتمال پدیده میعان در دیوارها در اثر اختلاف دما و فشار رطوبت نسبی زیاد است و امکان به‌وجود آمدن شبنم در دیوار وجود دارد، سطح دیوار باید از سمت ناحیه گرم‌تر و پر رطوبت‌تر بخاربندی شود.

ر- توصیه می گردد از چسب‌های آماده کارخانه تولیدی برای دیوارچینی با بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاو شده استفاده شود.

ز- استفاده از ملات ماسه سیمان رایج برای چسباندن بلوک ها مجاز نمی باشد.

ژ- با توجه به جذب آب نسبتا زیاد بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده، باید تدابیر ویژه‌ای جهت چسباندن قطعات سنگ و یا کاشی به این دیوارها اتخاذ گردد و بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده حتما از قبل آبپاشی شوند. کلیه نکات مندرج در ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برتامه و بودجه کشور باید رعایت گردد.

س- در صورت اتصال دیوار به ستون‌ها با استفاده از نبشی کشویی، هیچ گونه اتصالی اعم از پیچ و میخ بین بال نبشی و دیوار نباید اجرا شود. جنس این نبشی می‌تواند از ورق فولادی گالوانیزه باشد.

ش- در اتصال دیوار به دیوار در بلوک‌های گازی به دلیل امکان بروز تنش های کششی در درون صفحه متعامد باید از بست‌های فلزی استفاده شود .

اتصال دیوار به زیر سقف به صورت اتصال لغزشی و یا بدون اتصال مستقیم دیوار به سقف و با استفاده از مهار خارج از صفحه دیوار با نبشی اجرا مجاز است. لبه بالایی دیوار را می توان با استفاده از دو نبشی که به طریق مناسب به سقف سازه متصل می شوند، مهار نمود . نبشی ها نباید به بلوک گازی پیچ یا میخ شوند.

الف- نصب نعل درگاه‌ها و فریم درب و پنجره

برای بازشوهای بزرگتر از ۲/۵ متر، مطابق با آئین نامه ۲۸۰۰ نیاز به اجرای کلاف افقی و قائم در کنار بازشو می‌باشد. هنگام استفاده از نعل درگاه باید آن‌ها را به سازه متصل نمود تا وزن اضافی روی بلوک‌ها اعمال نگردد.

ب- عبور دادن لوله‌های تاسیساتی برقی و مکانیکی

برای عبور لوله تاسیسات برق و مکانیکی باید شیارهای مناسب توسط شیارزن برقی یا دستی در دیوار ایجاد شود. در محل شیارها ، لوله تاسیسات ، تغیر مصالح ، تقاطع دیوارها ، کنج سقف ، گوشه بازشوها و کنار سازه از شبکه الیاف یا رابیتس استفاده شود. محل شیارها باید با چسب بلوک پر شود. شیارهای عمیق دیوار (عمق بیش از یک سوم ضخامت بلوک) با ملات ماسه و سیمان پر و با میلگرد و رابیتس تقویت شود.

جزییات اجرایی ضوابط لرزه‌ای این دیوارها مشابه دیوارهای آجری می‌باشد با این تفاوت که برای یکپارچه سازی و حفظ پیوستگی دیوار باید از بست های فولادی منقطع یا پیوسته و یا محصولات جدید مانند نوارهای مش الیاف استفاده کرد. مقدار یا مساحت مش ها باید در نقشه های اجرایی ذکر شود.

کنترل کیفیت و پذیرش

نمونه برداری از بلوک‌های ارسالی برای پروژه باید بر اساس استاندارد و دستورالعمل نمونه برداری سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا استاندارد ASTM D3665 صورت پذیرد. بلوک ها باید بر روی پالت مناسب قرار گیرد و اطلاعات ذیل بر روی آن ها ثبت شود.

الف- نام کارخانه و علامت تجاری آن

ب- علامت استاندارد و کد رهگیری استاندارد ملی

پ- ابعاد اسمی و رده وزن مخصوص و رده مقاومت فشاری

۸-۲-۲-۶-۴- حمل، انتقال و انبارش مصالح

حمل و نقل بلوک‌های گازی به صورت فله یا بسته بندی با پالت مجاز است. در هنگام استفاده از وسایل مکانیکی برای بلند کردن پالت‌ها باید ظرفیت دستگاه کنترل شود. در صورت استفاده از جرثقیل باید برای جلوگیری از لب پریدگی بلوک‌ها در محل اتصال تسمه به بلوک در قسمت بالای بار از تسمه برزنتی استفاده شود. در صورت استفاده از سیم بکسل، باید نبشی مناسبی جهت مهار فشارهای احتمالی سیم بکسل به بلوک به‌کار گرفته شود. به‌منظور جلوگیری از آسیب دیدگی در هنگام تخلیه با جرثقیل توصیه می‌شود یک قاب فلزی در قسمت بالای پالت قرار گیرد تا فشار طناب سبب شکستگی بلوک نگردد. پالت‌های حاوی بلوک باید در نزدیک‌ترین محل به مکان نصب تخلیه شوند تا راندمان کار افزایش یابد و تعداد دفعات جابه‌جایی به حداقل کاهش یابد.

الف- توصیه می شود برای جابه‌جایی بلوک‌ها بر روی سقف از چرخ دستی یا وسایل مکانیکی مناسب و متناسب با ابعاد و شرایط کارگاه استفاده شود.

ب- در هنگام حمل با دست توصیه می‌شود تعداد قطعات با توجه به وزن آن‌ها انتخاب شود، به گونه‌ای که در هنگام حمل و جابه‌جایی امکان سقوط قطعات و فشارهای غیرمتعارف به کارگران به حداقل کاهش یابد.

پ- کلیه بلوک‌ها بهتر است در جای خشک و سرپوشیده نگهداری شوند. باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از آسیب دیدن بلوک‌ها به‌خصوص سطوح و لبه‌های آن‌ها پیش‌بینی شود. باید توجه شود تا بلوک ها یا پالت‌های بسته‌بندی مستقیما روی زمین سخت و مسطح نگهداری شوند.

ت- حداکثر دو پالت یا بندیل‌های حاوی بلوک یا پانل می‌تواند روی هم قرار گیرد.

ث- در تخلیه و جابجایی بلوک‌ها به‌صورت فله باید از پرتاب نمودن بلوک جلوگیری به‌عمل آید.

۸-۲-۲- دیوارهای صفحه‌ای و پانلی

۸-۲-۲-۱- دیوار با پانل‌های نیمه پیش‌ساخته سه بعدی

۸-۲-۲-۱-۱- مشخصات فنی و ویژگی‌ها

مشخصات فنی پانل های نیمه پیش‌ساخته سه بعدی باید مطابق استانداردهای ملی ذکر شده در جدول ۶-۱۹ باشد.

جدول ۸-۱۹- ویژگی‌ها و روش های آزمایش پانل‌های صفحه‌ای

شماره استاندارد ملی	عنوان
۷۱۴۳	پانل های ساندویچی سبک سه بعدی –ویژگی‌ها
۱۵۸۴	ویژگی‌ها و روش آزمون صفحه‌های پلی استایرن قابل انبساط برا ی مصارف عایق حرارتی
۸۱۳۳-۳	فولاد برای مسلح کردن بتن ،قسمت سوم : شبکه فولادی- ویژگی‌ها
۶۴۴	بتن آماده – ویژگی‌ها
۸۴۴۹	پانل‌های ساختمانی-تعیین مقاومت فشاری و خمشی پانل‌های دیواری قابدار تحت بارهای استاتیکی – روش آزمون
۸۰۶۳	پانل‌های ساختمانی- مقاومت فشاری و خمشی – روش آزمون

الف- بتن پاشیده: برای ضوابط و مشخصات فنی بتن پاشیده شده به فصل سه این ضابطه مراجعه شود.

ب- سنگدانه: دانه‌بندی مصرفی در بتن پاشیده باید مطابق با جدول ۸-۲۰ باشد. سنگدانه‌هایی که منطبق بر دانه‌بندی‌های مشخص شده در جدول ۹-۲۰ نباشد، به شرطی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که رضایت‌بخش بودن استفاده از آن‌ها براساس نتایج آزمایش برای دستگاه نظارت به اثبات برسد، یا سوابق و مستندات معتبری مبنی بر پذیرش به کارگیری آن‌ها موجود باشد. در هر حال انجام آزمایش برای حصول اطمینان از کاربرد آن‌ها ضروری است

جدول ۸-۲۰- حدود دانه بندی سنگدانه های بتن پاشیده

اندازه الک (میلیمتر)	درصد وزنی عبور الک		
	دانه بندی شماره ۱	دانه بندی شماره ۲	دانه بندی شماره ۳
۱۹	--	--	۱۰۰
۱۲	--	۱۰۰	۸۰-۹۵
۱۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۷۰-۹۰
۴/۷۵	۹۵-۱۰۰	۷۰-۸۵	۵۰-۷۰
۲/۴۰	۸۰-۱۰۰	۵۰-۷۰	۳۵-۵۵
۱/۲۰	۵۰-۸۵	۳۵-۵۵	۲۰-۴۰
۰/۶	۲۵-۶۰	۲۰-۳۵	۱۰-۳۰
۰/۳	۱۰-۳۰	۸-۲۰	۵-۱۷
۰/۱۵	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۱۰

پ- بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌ها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیشتر باشد:

- یک پنجم کوچک‌ترین بعد داخلی قطعه

- سه چهارم بعد چشمه شبکه یا فاصله آزاد بین میل‌گردها
- سه چهارم ضخامت پوشش روی میل‌گرد یا مفتول پانل
- -یک سوم ضخامت پانل

ت- آب: آب عمل آوری در بتن پاشیده‌ای که به عنوان نمای معماری استفاده می‌شود، باید عاری از موادی باشد که باعث لک شدن و آلودگی سطح بتن می‌شود.

ث- عمل آوری: عمل آوری بتن پاشیده باید مطابق آیین‌نامه بتن ایران انجام پذیرد. با توجه به نسبت زیاد سطح به حجم بتن در سیستم‌های پانل سه بعدی، باید تمهیدات ویژه‌ای برای جلوگیری از خشک شدن سطحی بتن صورت پذیرد.

ج- مبانی تعیین نسبت‌های اختلاط بتن پاشیده: حداقل مقاومت فشاری بتن پاشیده در دیوارهای غیرسازه ای باید ۱۲ مگاپاسکال باشد.

در پانل های غیرسازه‌ای استفاده از بتن سبک مجاز است. مصالح بازگشتی بتن پاشیده به شرط عدم گیرش اولیه سیمان، با افزودن مصالح مناسب کافی می‌تواند مجدداً درپانل‌های غیرسازه ای مورد استفاده قرار گیرد.

چ- کارآیی: کارآیی و روانی بتن پاشیده باید به اندازه‌ای باشد که بتن به سهولت و با تراکم کافی روی سطوح قائم و افقی چسبیده، به خوبی میل‌گردها و شبکه جوش شده را در برگیرد و مصالح بازگشتی آن به حداقل برسد. کارآیی بتن پاشیده باید دارای اسلامپ ۴۰ تا ۸۵ میلیمتر باشد. حدود متداول نسبت آب به سیمان مخلوط بتن پاشیده ۰٫۳۵ تا ۰٫۵ و نسبت متداول سنگدانه به سیمان ۳٫۵ تا ۴٫۵ می‌باشد.

ح- فولاد: فولاد مصرفی در شبکه جوش شده باید از نوع سرد کشیده ساده (بدون آج) باشد. قطر مفتول‌های تار با مفتول‌های پود می‌تواند متفاوت باشد، ولی در هر صورت قطر اسمی مفتول کوچکتر نباید از ۶۰ درصد قطر مفتول دیگر کمتر و حداقل قطر مفتول ها باید ۲ میلی‌میتر باشد. ابعاد چشمه (فاصله بین دو تار یا دو پود متوالی) شبکه جوش شده می‌تواند در محدوده ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر اختیار شود. ابعاد رایج چشمه‌ها ۵۰ یا ۸۰ میلیمتر باشد. رواداری‌های هندسی مجاز برای شبکه جوش شده باید مطابق جدول ۸-۲۱ باشد.

جدول ۸-۲۱- رواداری‌های هندسی مجاز برای شبکه جوش شده

ردیف	عامل	واحد	رواداری
۱	قطر مفتول	میلیمتر	±٪۳
۲	ابعاد چشمه	میلیمتر	±٪۲
۳	طول و عرض شبکه	میلیمتر	±٪۰/۵
۴	زاویه بین تار و پود*	درجه	±٪۰/۱

ساخت شبکه جوش شده به‌صورت دستی مجاز نیست و باید با ماشین آلات خودکار ساخته شود، مشخصات مکانیکی مفتول‌های به کار رفته در شبکه جوش شده باید مطابق استاندارد ملی ایران ۷۱۴۳ با عنوان "پانل‌های ساندویچی سبک سه بعدی ـ ویژگی ها" باشد.

خ- هسته عایق: هسته عایق از فوم پلی استایرن باید دارای حداقل چگالی اسمی ۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب باشد. هسته عایق پلی استایرن تحت آزمایش استاندارد ASTM E119 باید دارای حداکثر شاخص گسترش شعله ۲۵ و حداکثر شاخص گسترش دود ۴۵۰ باشد. در صورت استفاده از استاندارد ASTM C 236 برای انجام آزمایش، حداکثر پتانسیل گرمایی باید به ۶۸ MJ /m محدود شود. ضخامت هسته عایق در پانل های دیواری باید بین ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر باشد و فاصله شبکه‌های جوش شده از یکدیگر بین ۸۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر اختیار شود. پلی استایرن منبسط مورد استفاده باید از نوع کندسوز (FR) [۱] و رواداری‌های هندسی مجاز برای ساخت پانل مطابق جدول ۹-۲۲ باشد.

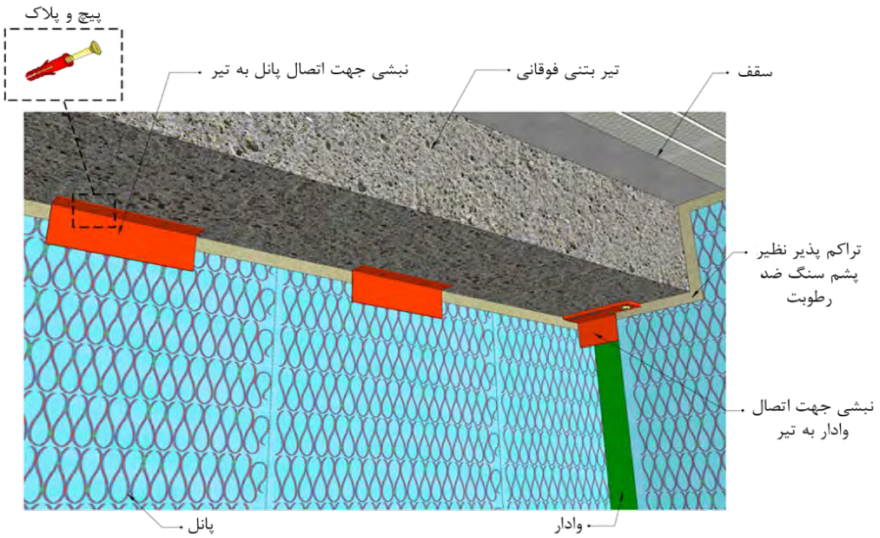
جدول ۸-۲۲- رواداری‌های مجاز ساخت پانل

ردیف	عامل	رواداری
۱	فاصله محور شبکه های جوش شده از یکدیگر	±٪۲/۵
۲	فاصله محور شبکه جوش شده تا هسته عایق	±٪۳/۵
۳	زاویه برشگیر	۰/۵ ± درجه
۴	طول برشگیر	±٪۲/۵
۵	ضخامت هسته عایق	۶ میلیمتر در هر سه متر طول پانل
۶	انحراف از امتداد قائم	۶ میلیمتر در هر سه متر طول پانل

۸-۲-۲-۱-۲- ضوابط اجرایی و الزامات

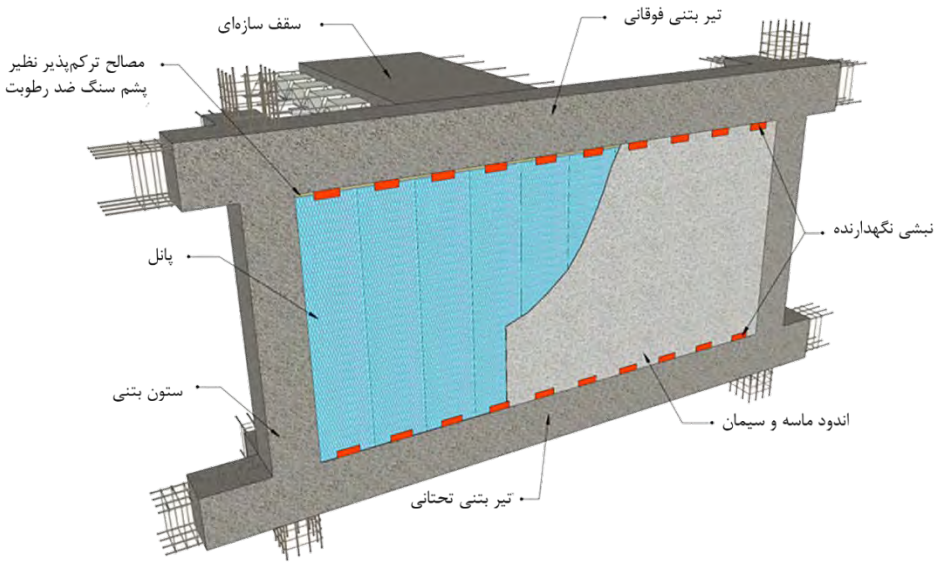
الف- اتصالات

اتصال پانل‌های غیرسازه‌ای به سازه باید به گونه‌ای باشد که تاثیری بر عملکرد لرزه‌ای اعضای باربر جانبی سازه نداشته باشد. در عین حال باید پایداری پانل‌ها برای تحمل نیروهایی که در قبل به آن‌ها اشاره شد، حفظ شود. جزییات مربوط در شکل‌های ۸-۵۸ و ۸-۵۹ آورده شده است.



۱- Fire Retarded

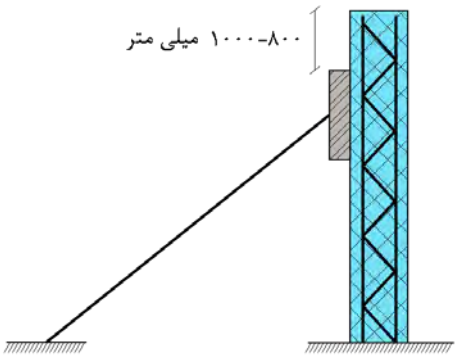
شکل ۸-۵۸- نحوه مهار دیوار پانلی در قسمت فوقانی



شکل ۸-۵۹- مهار خارج از صفحه قسمت فوقانی و تحتانی دیوار توسط نبشی یا ناودانی

به‌منظور حذف اندرکنش میان دیوار جداکننده متشکل از پانل سه‌بعدی با سازه (حذف اثر میانقابی) لازم است حداقل در سه طرف دیوار (بالا و دو طرف انتهایی دیوار در مجاورت ستون‌های قاب) با تعبیه یک لایه پلاستوفوم یا مصالح انعطاف پذیر مشابه مورد تایید دستگاه نظارت با ضخامت حداقل ۴۰ میلی‌متر یا یک درصد ارتفاع دیوار (هر کدام که بزرگ‌تر است) عمود بر سطح دیوار پر شود. بدیهی است به هیچ عنوان بر روی پلاستوفوم این ناحیه نباید بتنی پاشیده شود. به‌منظور جلوگیری از ترک خوردگی نازک‌کاری، ضروری است ابتدا درز میان پلاستوفوم با تیر سقف یا ستون‌ها با توری مرغی پوشش داده شود، سپس نازک‌کاری در محل درز مذکور و سطح دیوار انجام گردد. در دیوارهای با حداکثر ارتفاع ۳ متر، در مواردی که شبکه مش به‌واسطه اجرای تاسیسات باید بریده شود، محل قطع بتن باید دارای هم‌پوشانی کافی با سطح جدید باشد. در دیوارهای غیرسازه‌ای با ارتفاع بیشتر ضروری است از کلاف افقی استفاده شود.

برای تامین پایداری قایم پانل‌های دیواری به منظور بتن‌پاشی باید مطابق شکل ۸-۶۰ در فاصله ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متری از بالای دیوار، پشت بندهایی با فاصله افقی حداکثر سه متر از یکدیگر قرار گیرند.



شکل ۸- ۶۰- اجرای پشت بند

ب- شرایط محیطی بتن پاشیده

ب-۱- به‌طور کلی شرایط ذکر شده در آیین نامه ایران برای اجرای بتن پاشیده در شرایط آب و هوای گرم و سرد، باید رعایت شوند.

ب-۲- اجرای بتن پاشیده به‌صورت دستی و ماشینی مجاز است. در هر دو روش دستی یا ماشینی ابتدا باید به منظور ایجاد سطوح تراز، نوارهای قائمی از بتن روی سطح دیوار (کروم بندی) ایجاد شود.

ب-۳- دمای مصالح در حین ساخت بتن پاشیده باید حداکثر به ۳۲ درجه سانتیگراد محدود شود.

ب-۴- اجرای بتن پاشی در دمای محیط کمتر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نیست و در صورت کاهش دما به کمتر از آن باید اقدامات حفاظتی لازم به عمل آید. اجرای بتن پاشی به سطوح پانلی یخ زده مجاز نمی‌باشد.

ب-۵- اجرای بتن پاشیده در شرایط وزش بادهای شدید یا بارش باران که باعث جدایی دانه‌های بتن پاشیده و یا شسته شدن آن‌ها در نتیجه عدم اجرای مناسب آن می‌شود، ممنوع است.

پ- اتصال دیوار سه بعدی به سازه فولادی

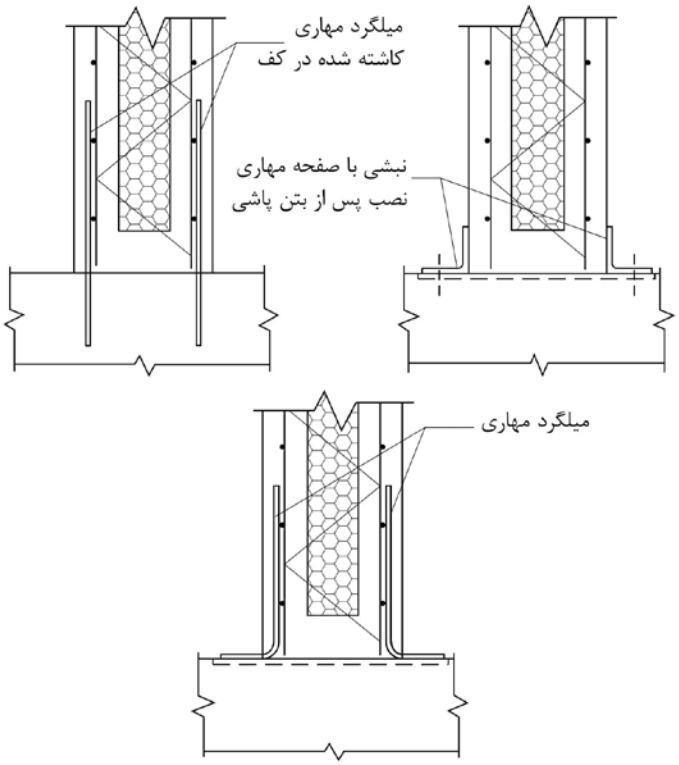
اتصال پانل‌های غیرسازه‌ای به اجزای فلزی سازه، باید با استفاده از نبشی، صفحات فولادی و میلگرد انجام شود. در هنگام اتصال پانل‌ها به اسکلت، باید محور تقارن اتصال نسبت به محور پانل حفظ شود. اتصال پانل‌های غیرسازه‌ای به اسکلت فولادی به دو روش ذیل مجاز است.

پ-۱- اتصال پاندولی شکل: در این نوع اتصال پانل‌های غیر سازه‌ای باید با میل‌گردهایی که صرفا به کف طبقه و تیر فوقانی یا دال سقف اتصال دارد، برای پایداری خارج از صفحه پانل‌های دیواری مهار شوند. مهارها باید قابلیت باربری جانبی پانل‌ها، به عنوان قطعات الحاقی ساختمان را داشته باشند. بنابراین برای اجرای این پانل‌ها و عدم جابه‌جایی قسمت تحتانی علاوه بر قسمت فوقانی، باید تمهیدات لازم و مهار پانل برای اتصال به کف نیز ایجاد گردد

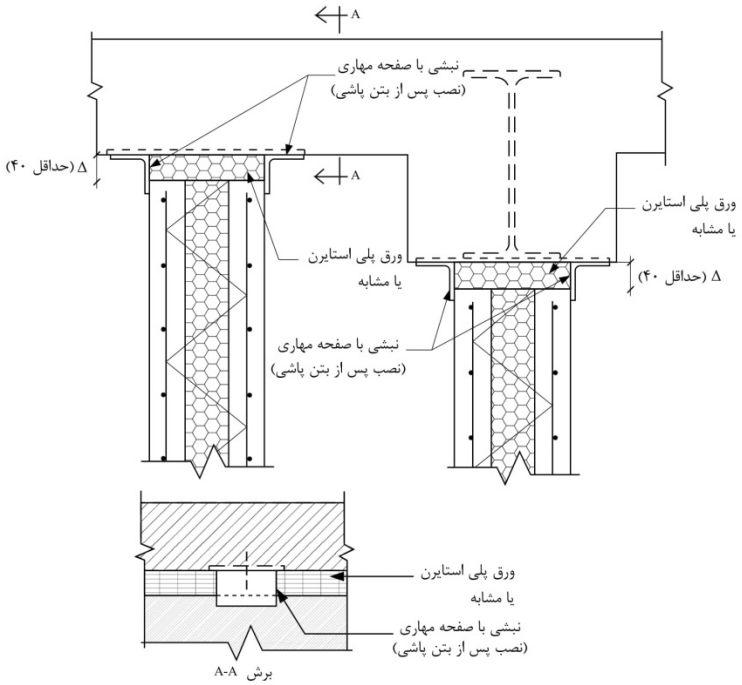
پ-۲- اتصال جانبی پانل به ستون علاوه بر اتصال به سقف و کف سازه: در این نوع اتصال پانل‌های غیرسازه‌ای باید با صفحات یا نبشی جوش شده به ستون‌های فلزی علاوه بر اتصال به سقف و کف سازه مهار شوند.

ت- اتصال دیوار 3D به اسکلت بتنی

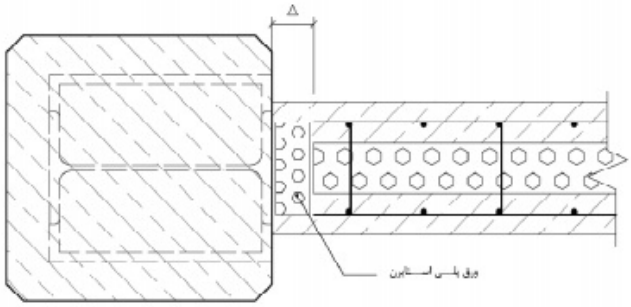
میل‌گردهای اتصال دیوار پانلی غیرسازه‌ای به اسکلت بتنی،باید پیش از بتن‌ریزی اجزای اصلی سازه، به صورت انتظار در آن پیش‌بینی و تعبیه گردد. در مواردی که امکان عبور میل‌گرد به دلیل استفاده از قالب فلزی یا مسائل اجرایی امکان پذیر نباشد، باید ورق فولادی به همراه شاخک فولادی لازم، قبل از تکمیل قالب بندی و بتن ریزی در وجه ستون یا تیر بتن مسلح در فواصل و مطابق با جزییاتی که مشاور در نقشه‌های اجرایی مشخص کرده مطابق شکل‌های ۸-۶۱ الی ۸-۶۳ جایگذاری و به ورق‌های فولادی تعبیه شده فوق جوش شود. سایر جزییات برای اتصال پانل‌های غیر سازه ای به اجزای سازه بتنی، مشابه مطالب و جزییات بیان شده برای سازه فلزی می‌باشد.



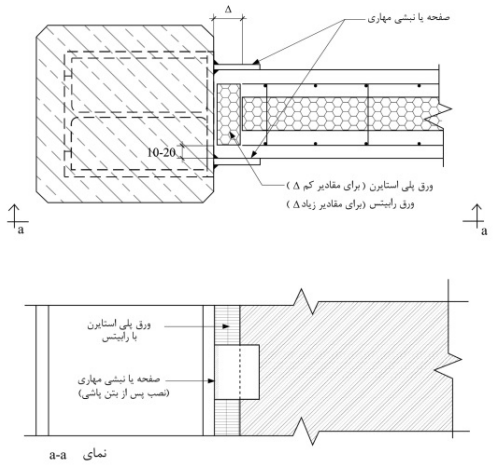
شکل ۸-۶۱- جزییات اتصال و نحوه مهار جانبی دیوار غیرسازه‌ای سه بعدی به کف



شکل ۸-۶۲- جزییات اتصال، نحوه مهار جانبی و درز جدایی دیوار غیرسازه‌ای سه بعدی به سقف سازه فلزی یا بتنی



الف- بدون مهار جانبی دیوار پانلی در اتصال به ستون، برای مواردی که مهار جانبی دیوار صرفا در کف و سقف سازه صورت می‌گیرد



ب- با مهار جانبی دیوار پانلی در اتصال به ستون، برای مواردی که مهار جانبی دیوار علاوه بر ستون در کف و سقف سازه نیز انجام می‌شود

شکل ۸-۶۳- جزییات اتصال، نحوه مهار جانبی و درز جدایی دیوار غیرسازه‌ای از ستون فلزی یا بتنی

ث- ملاحظات حریق

ث-۱- پلی استایرن منبسط شده مورد استفاده، باید از نوع کندسوز (خود خاموش شو) باشد.

در سازه‌های فولادی که از دیوارهای پانلی نیز استفاده می‌کنند، باید از هسته عایق ضدحریق استفاده شود.

ث-۲- مقاومت دیوار در برابر آتش باید مطابق با الزامات مقررات ملی و آیین نامه‌های مصوب تأمین شود.

ث-۳- لایه پلی استایرن بین واحدهای مستقل نباید امتداد داشته باشد و حتماً باید به وسیله مصالح غیرقابل سوختن با مقاومت کافی در برابر آتش قطع شود.

ث-۴- لایه پلی استایرن باید در محل سیستم کف / سقف قطع شده و بین طبقات امتداد نداشته باشد. به‌علاوه از جمله هرگونه امتداد عمودی لایه پلی استایرن در دیوارهای خارجی، شفت‌های پلکان، آسانسور و نظایر آن‌ها باید در محل کف/سقف قطع شود.

ث-۵- چنان‌چه هرگونه سوراخ یا گشودگی در دیوارهای با مقاومت الزامی در برابر آتش ایجاد شود گشودگی باید به نحو مناسب، عایق بندی شود، به‌گونه‌ای که درجه مقاومت در برابر آتش دیوار کاهش نیافته و ضمناً لایه پلی‌استایرن منبسط شده در برابر آتش کماکان محافظت شود.

۸-۲-۲-۱-۳- حمل و نقل و نگه‌داری

الف- پانل‌های ساندویچی به‌طور معمول به‌وسیله کامیون‌های کفی حمل می‌شوند. به علت وزن کم پانل‌ها، تخلیه و انبار کردن آن‌ها به صورت دستی و یا ماشینی امکان پذیر است.

ب- پانل ها باید در محیط‌های دور از تابش مستقیم اشعه خورشید، بارش باران ، رطوبت، تغییرات حرارتی شدید و عوامل آسیب رسان محیطی نگهداری شوند.

پ- پانل‌ها باید دور از مواد آتش زا یا حرارت مستقیم و مواد حلال مانند هیدروکربن‌ها نگهداری شوند.

ت- از بارگذاری یا اقداماتی نظیر راه رفتن بر روی پانل‌ها باید اجتناب شود.

ث- نگه‌داری و انبارش پانل‌ها روی یک‌دیگر باید به نحوی باشد که جوش شبکه و مفتول‌ها آسیب نبینند.

ج- نگه‌داری پانل‌ها باید بر روی سکوهای مناسب انجام گیرد به‌طوری که در حین بارگیری آسیبی به آن‌ها وارد نشود.

چ- در هنگام بارگیری، باراندازی یا حمل و نقل پانل باید اقدامات لازم برای جلوگیری از تابیدگی و خمیدگی پانل به‌عمل آید.

ح- مراحل بارگیری یا باراندازی پانل باید به آرامی و بدون اعمال ضربه به پانل صورت گیرد.

خ- بارگیری و باراندازی پانل‌ها باید با ماشین‌آلات و بالابرهای ویژه با تمهیدات خاص صورت گیرد، به‌طوری که از اتصال مستقیم چنگک بالابر با پانل جلوگیری شده و عملیات بارگیری یا باراندازی با قلاب‌ها یا ابزارهای ویژه و دور از پانل انجام شود.

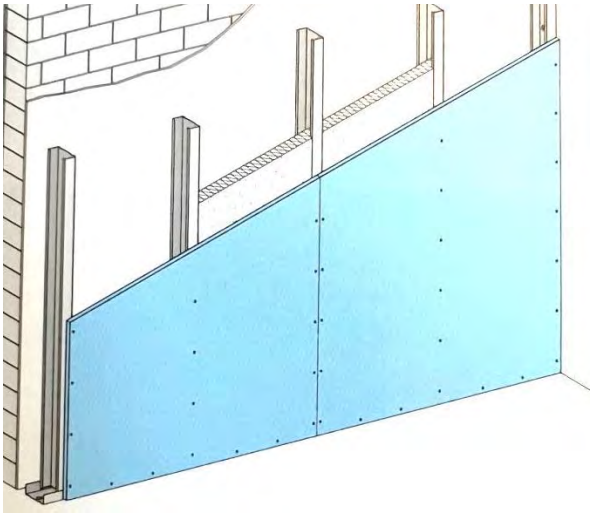
۸-۲-۲-۲- دیوارهای خشک[1]

این نوع دیوارها شامل یک قاب سبک فولادی متشکل از قطعات فولادی سردنورد گالوانیزه قائم و افقی موسوم به استاد[2] و رانر[3]، عایق در هسته دیوار در حد فاصل بین استادها، و صفحات تخته گچی یا تخته سیمانی الیافی می‌باشد که به کمک پیچ به این قاب فولادی در سطوح خارجی طرفین دیوار نصب می‌شوند. در این نوع دیوارها از هیچ گونه مصالح بنایی یا ملات تر در ساخت و اجرای دیوار استفاده نمی‌شود.

بسته به کاربرد فضاهای ایجاد شده، یک یا هر دو طرف دیوار با یک یا دو لایه از این صفحات پوشانده می‌شود. با توجه به عملکرد مورد نیاز باید از صفحات مقاوم در برابر رطوبت، حریق و رطوبت و حریق استفاده کرد. در مناطق سردسیر، عایق‌های حرارتی به صورت سرتاسری در سطوح دیوار خارجی استفاده می‌شوند به گونه‌ای که استادها به صورت زیگزاگ در طرفین عایق حرارتی هسته میانی دیوار قرار می‌گیرند.

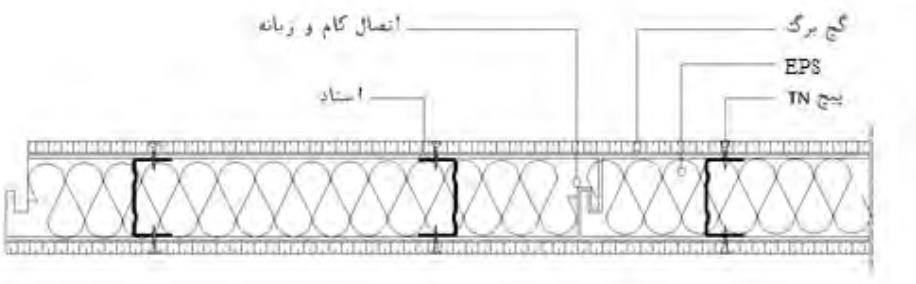
دو نوع رایج از دیوارهای خشک شامل دیوارهای متداول (شکل ۸-۶۴) و دیوارهای متشکل از پانل های پیش ساخته (شکل ۸-۶۵) می باشد. تفاوت دیوارهای متداول با دیوارهای متشکل از پانل های پیش ساخته در نحوه اجرا و تولید پانل ها در کارخانه است. در مورد دوم پانل با استفاده از روش تزریق پلی استایرن منبسط شونده به عنوان عایق در فضای میانی استادهای با جان سوراخدار تولید می شود. در مرحله بعد پانل های تولید شده جهت نصب به محل پروژه حمل شده و در موقعیت نهایی دیوار بر روی رانر در کنار یکدیگر نصب می شوند. در انتها مطابق روش اجرای متداول پوشش ها نصب می‌شوند.

1- Dry Wall
۲- Stud
۳- Runner



شکل ۸-۶۴-روش اجرای متداول دیوار خشک

الف- پانل



ب- مقطع دیوار

شکل ۸-۶۵- روش اجرای دیوار خشک متشکل از پانل های پیش ساخته

۸-۲-۲-۲-۱- مشخصات فنی و ویژگی‌ها

کلیه مشخصات فیزیکی و مکانیکی مربوط دیوراهای خشک باید مطابق با استاندارد ملی شماره ۱۴۸۱۸ باشد. ارزیابی ویژگی‌های این محصول باید بر اساس ISIRI 7515 با عنوان "ورق‌های صاف الیاف سیمانی ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون" انجام پذیرد.

الف- مقاطع فولادی

مشخصات فنی مقاطع استاد و رانر باید از ورق‌های فولادی نرمه دارای روکش محافظ گالوانیزه مطابق ISIRI 13035 باشند. جرم پوشش ورق‌های فولادی باید مطابق با ASTM A1003 اندازه گیری شود. حداقل ۱۲۰ گرم بر مترمربع برای مناطق غیرخورنده و برای مناطق خورنده حداقل ۱۸۰ گرم بر مترمربع و مشخصات فولادهای مصرفی باید بر اساس استاندارد ASTM A653 با حداقل تنش تسلیم مشخصه (fy) برابر ۲۳۰ مگاپاسکال باشد. رواداری‌های تولید مقاطع فولادی باید مطابق استاندارد مذکور بوده و هیچ یک از اندازه‌گیری‌ها نباید خارج از رواداری‌های اعلام شده قرار گیرد.

ب- پیچ ها

پیچ‌های مورد استفاده باید از نوع پیچ خودکار فولاد کربنی بوده و مشخصات آن مطابق ISIRI 14202 باشد. پیچ‌های خودکار مورد استفاده برای اتصال قطعات فولاد سرد نورد به یک‌دیگر باید بسته به ضخامت ورق فلزی از پیچ‌های فلزی سرتخت با نوک تیز یا سرمته‌دار و پیچ‌های مورد استفاده برای اتصال صفحات با استاد یا رانر باید از نوع سرشیپوری و نوک تیز باشد.

۸-۲-۲-۲-۲- جزییات اجرایی و الزامات

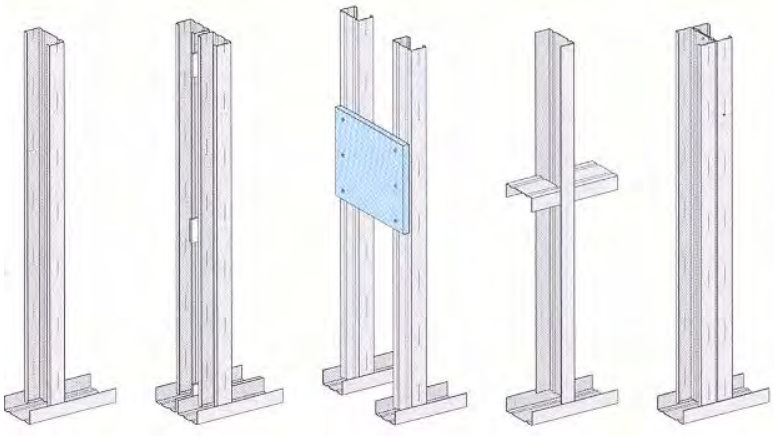
الف- الزامات کلی

الف-۱- در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳ متر علاوه بر رانر کف و زیر سقف باید، از تیرک میانی فولادی سرد نورد (کمرکش افقی) نیز استفاده می‌شود.

الف-۲- به منظور آب‌بندی لبه‌های دیوار خشک در مجاورت اجزای سازه‌ای باید از یک ترکیب درزبند آکوستیکی یا نوار درزبند روی سطح پشتی رانرها استفاده شود.

الف-۳- پس از نصب رانرها، اعضای قائم (استادها) باید به فواصل ۴۰۰ یا ۶۰۰ میلی‌متری با پیچ‌های خودکار بر روی رانرها متصل شوند. فاصله مجاز اجرای پیچ‌ها حداقل ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. اعضای قائم می‌تواند به صورت قاب با استاد تک فولادی، قاب با استاد فولادی جفت یا قاب با استاد فولادی جفت مجزا یا حتی با ساخت قاب عرضی مطابق شکل ۸-۶۶ اجرا شود.

الف-۴- توصیه می شود به‌منظور جلوگیری از جذب رطوبت توسط پانل ها، بر روی سطوح پشت پانل‌ها سیلر مخصوص و در سطوح رویه از پرایمر و یا رنگ استفاده گردد.



شکل ۸-۶۶- انواع استادهای مورد استفاده

ب- نصب صفحات

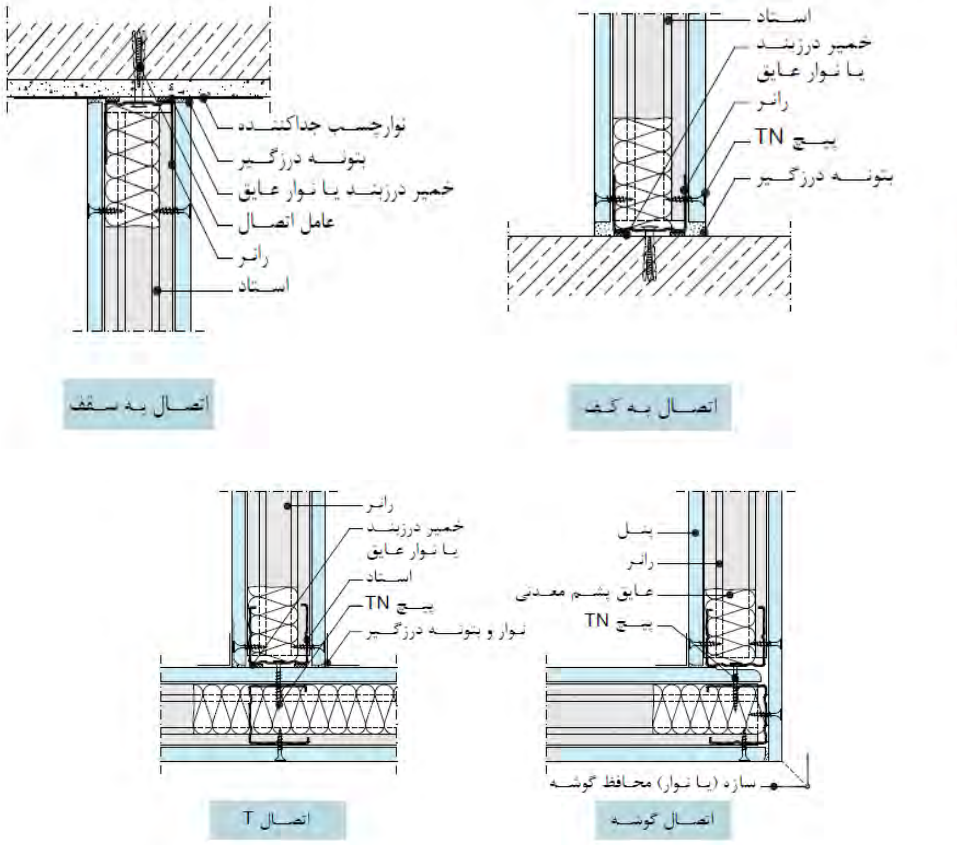
با توجه به کاربری سطوح دیوارهای خشک باید با پانل‌های گچی در یک یا دو طرف به ضخامت ۹ تا ۱۸ میلی متر پوشانده شود. برای تامین عایق‌های حرارتی باید از مصالحی همچون پشم شیشه، پشم سنگ، عایق پلی‌استایرن و یا سایر مصالح عایق استفاده می‌شود.در شکل ۸-۶۷ جزئیاتی از نصب دیوارها ارائه شده است. ضروری است کفایت مقاومت صفحات روکش دار گچی در برابر بارهای غیرمتعارف احتمالی نظیر ضربه متناسب با شرایط بهره‌برداری مورد بررسی قرار گیرد.

ب-۱- در سامانه‌هایی که مقررات در برابر حریق برای آن‌ها مطرح است، باید از صفحات روکش‌دارگچی نوع مقاوم در برابر آتش یا مقاوم در برابر آتش و رطوبت استفاده شود. بدین منظور باید الزامات ضابطه شماره ۱۱۲ و یا الزامات مقاومت در برابر آتش در دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش (نشریه ۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) رعایت شوند.

ب-۲- برای دیوارهای مقاوم در برابر حریق عبور کابل برق در صورتی مجاز است که کابل به صورت تک بوده و محل عبور آن کاملا توسط ملات گچ پر و مسدود شود.

ب-۳- محل قوطی‌های برق باید با تمهیداتی در برابر حریق محافظت شود. اگر دیوار جداکننده فقط دارای یک ردیف سازه باشد، ناحیه پشت قوطی‌های برق باید با استفاده از صفحات روکش دار گچی یا لایه پشم معدنی پوشش داده شود. عایق پشم معدنی باید به‌صورت یکپارچه استفاده شود و در صورت انقطاع نباید شکاف، درز و یا فاصله خالی بین قطعات عایق وجود داشته باشد.

ب-۴- در دیوارهایی که به منظور مقاومت در برابر حریق طراحی شده اند، نصب پشت به پشت قوطی‌های برق مجاز نیست. کلیه منافذ و راه‌های عبور آتش باید کاملا پر و مسدود شود به نحوی که ساختار یکپارچه باشد. درزهای میان صفحات و محل نفوذ پیچ‌ها در ساختارهای چند لایه و درزهای لایه زیرین باید با بتونه درزگیر پر شود. استفاده از نوار درزگیر برای درزگیری لایه‌های زیرین ضرورتی ندارد.



شکل ۸-۶۷- جزئیات نصب دیوار

پ- نصب در سرویس بهداشتی

پ-۱- برای اجرای دیوارهایی که در مسیرهای قائم هم‌راستا با لوله‌های آب و فاضلاب هستند، باید از صفحات روکش‌دارگچی نوع مقاوم در برابر رطوبت و سازه پشتیبان استفاده شود. این صفحات باید توسط پیچ مخصوص به استادهای مجاور متصل گردند. در دیوارهای تاسیساتی، برای عبور تاسیسات افقی بین دو ردیف سازه می‌توان یک قطعه سازه C یا U شکل را به استادهای دو طرف متصل و از بست مناسب جهت مهار لوله‌ها استفاده نمود.

پ-۲- برای اجرای خروجی لوله‌های آب و فاضلاب در صفحات باید، از گردبر استفاده و درز بین لوله‌خروجی و بخش برش خورده، به وسیله خمیر درزبند مناسب درزبندی شود.

پ-۳- در صورتی که قطر خروجی لوله های آب و فاضلاب از ۱۶۰ میلی‌متر بیشتر باشد باید از قواعد بازشوها استفاده شود. در این صورت، اطراف خروجی توسط یک قاب ساخته شده باید با سازه‌های C و U تقویت شود، تا یکپارچگی و انسجام سازه حفظ گردد.

۸-۲-۲-۲-۳- حمل و نقل و نگهداری

صفحات روکش دار گچی باید روی پالت چوبی قرار گرفته و سپس با استفاده از نوارهای پلاستیکی یا فلزی بسته‌بندی شوند. بسته‌بندی صفحات روکش دار گچی باید در فضای سرپوشیده انجام شود. روی هر بسته‌بندی صفحات روکش‌دار

گچی باید نام کارخانه یا علامت تجاری آن، علامت استاندارد در صورت اخذ مجوز، ابعاد به میلی‌متر، نوع صفحات روکش‌دار (معمولی RG، مقاوم در برابر آتش FR، مقاوم در برابر رطوبت MR و مقاوم در برابر آتش و رطوبت FM)، وزن خالص صفحات و تاریخ تولید ذکر شده باشد.

تعداد پالت ها که بر روی هم قرار می گیرد باید به چهار محدود شود و در فضای سرپوشیده و بر روی کف عاری از رطوبت نگه‌داری گردند. برای جابه‌جایی و حمل و انتقال پالت ها باید از وسایلی مانند لیفتراک استفاده شود. حمل و نقل باید به‌گونه‌ای انجام شود که از شکسته شدن صفحات و ایجاد ضایعات جلوگیری به عمل آید.

۸-۲-۲-۳- دیوار با پانل‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC)

۸-۲-۲-۳-۱- تعاریف

بتن هوادار اتوکلاو شده که به طور اختصار AAC و یا بتن گازی نامیده می‌شود، نوعی از بتن‌های متخلخل با چگالی کم است که ترکیبی سیمانی از هیدرات سیلیکات کلسیم به شمار می‌رود.

پانل AAC متشکل از دو جنس بتن هوا دار اتوکلاو شده (AAC) و فولاد است. فولاد مورد استفاده در پانل AAC از جنس فولاد ST-37 و به شکل شبکه (مش) می‌باشد. فولاد مورد استفاده باید دارای پوشش در برابر خوردگی باشد و این پوشش می‌تواند به صورت گالوانیزه و یا پلیمری باشد.

۸-۲-۲-۳-۲- مشخصات فنی و ویژگی ها

بتن هوادار اتوکلاو شده، به روش‌ها و نام‌های تجاری مختلفی تولید می‌شود. اکثر بتن‌هایی که با نام‌های مختلف در سراسر جهان تولید و عرضه می‌شوند در مواردی نظیر نسبت‌های اجزای مواد اولیه، روش برش دادن، درجهٔ حرارت و زمان اتوکلاو و ... با هم متفاوت هستند.

مشخصات فیزیکی و مکانیکی پانل ها باید با استاندارد های ASTM C1386 , ASTM C 1452 مطابقت داشته باشد (جدول ۸-۲۳).

جدول ۸-۲۳- ابعاد متداول برای قطعات مسلح

نوع محصول	ضخامت (mm)	عرض (mm)	طول معمولی (mm)
پانل دیواری	۳۰۰-۱۰۰	۶۰۰	۶۰۰۰

سایر مشخصه های فیزیکی و شیمیایی پانل‌های هوادار اتوکلاو شده عینا مشابه با بلوک‌های AAC می‌باشد که قبلا در قسمت بلوک‌ها به آن‌ها اشاره شده است.

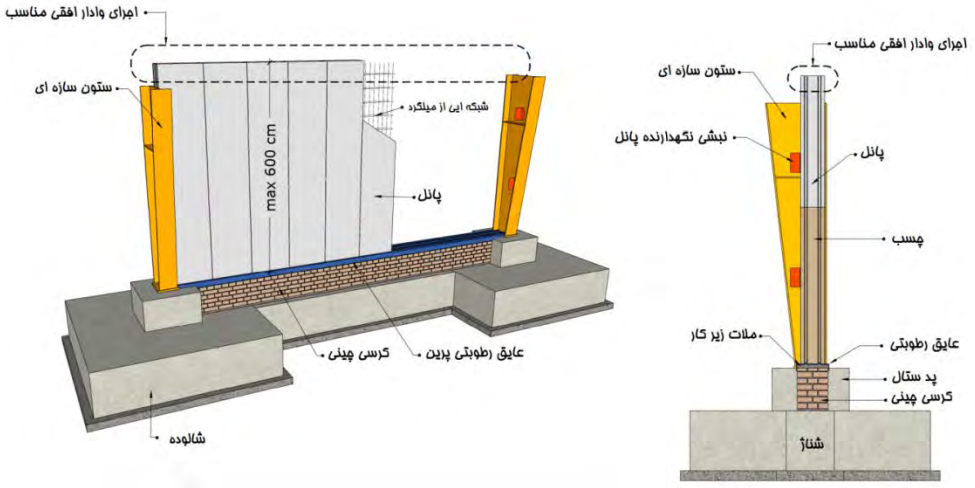
۸-۲-۲-۳-۳- ضوابط اجرایی لرزه‌ای

به‌طور کلی ضوابط لرزه‌ای و جزئیات اجرای پانل‌ها باید مطابق پیوست ۶ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) باشد.

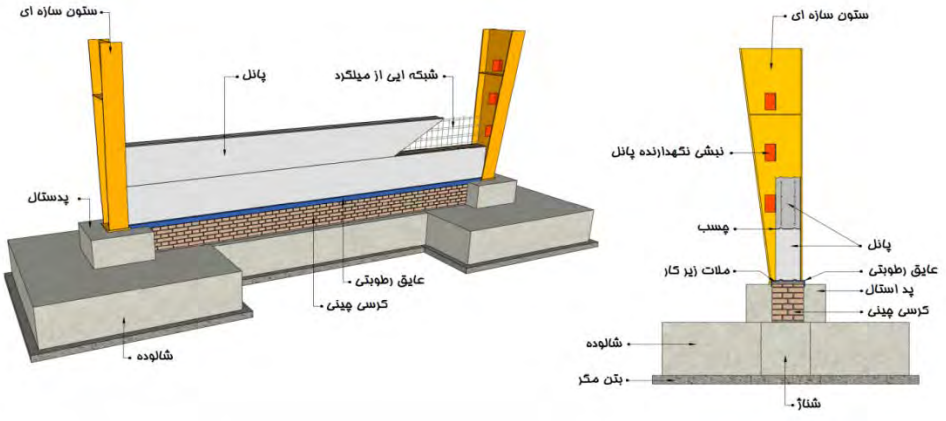
در دیوار پانلی ،ساختار پانل باید به‌گونه‌ای باشد که قابلیت تحمل بارهای لرزه‌ای، باد و ضربه را با عملکرد و رفتار یک طرفه در راستای قائم داشته باشد. در این حالت پانل فقط باید در جهت خارج از صفحه در تراز سقف و کف به وسیله نبشی یا قطعه اتصال مشابه مهار شود (شکل۸-۶۸). در این حالت باید اتصال پانل دیوار در تراز سقف با نبشی یا ناودانی به صورت کشویی بوده و دیوار اجازه جابه‌جایی داخل صفحه را داشته باشد. در این نوع دیوارها نیازی به وادار انتهایی یا میانی نمی‌باشد. در صورتی که پایین پانل در حداقل ۵۰ میلی‌متر کف سازی قرار گیرد، یا برای پایین پانل در سقف ریشه اجرا شده باشد، نیازی به اجرایی نبشی در پایین پانل نمی‌باشد. در این حالت نبشی‌های مهاری به سقف که پس از اجرای دیوار نصب می‌شود باید به سمت خارج دیوار باشد و سایر جزییات نیز می‌تواند مشابه دیوارهای بلوکی بند ۸-۲-۱-۴-۳ اجرا شود.

پوشش نما و یا پاشش سیمان بر روی سطوح تیغه‌های پانلی باید به نحوی اجرا شود که موجب چسبیدن و اتصال نبشی به تیغه پانلی نشود و از حرکت آن در داخل صفحه جلوگیری ننماید.

در صورتی که ارتفاع دیوار به اندازه‌ای باشد که پانل قابلیت تحمل بار خمشی وارد بر آن را نداشته باشد، باید از تیرک در تراز میانی و وادار انتهایی استفاده نمود .توجه شود که تیرک باید به وادار متصل شود و از اتصال آن به ستون‌ها پرهیز شود.



الف- دیوار پانلی قائم



ب- نمونه دیوار پانلی افقی

شکل ۸- ۶۸- نمونه هایی از اجرای دیوار پانلی مسلح کاملا پیش ساخته به عنوان دیوار خارجی سازه به عنوان نمونه در یک سوله

۸-۲-۲-۳-۴- حمل و نقل و نگهداری

به منظور حمل، پانل های AAC باید بر روی پالت قرار گرفته و با استفاده از لفاف پلاستیکی محکم بسته‌بندی شوند. قطعات مسلح AAC به صورت منفرد در حالی‌که لبه‌های آن‌ها برای جلوگیری از صدمه با استفاده از محافظ بسته شده‌اند، حمل می‌شوند. پانل‌های AAC باید بر روی تکیه‌گاه‌هایی که به نحو مطلوبی آماده‌سازی شده‌اند، قرار گیرند. هنگامی که لازم است پانل‌ها برای مدت زمان طولانی نگه‌داری شوند، تکیه‌گاه‌ها باید به نحوی باشند که هرگونه تابیدگی ناشی از خزش را به حداقل برسانند. این تکیه‌گاه‌ها باید بدون این که تحت اثر تنش‌هایی بیش از ظرفیت قرار گیرند و یا دچار خرابی شوند، در محل نهائی خود قرار داده شوند.

هنگامی که پانل‌های دیواری به کارگاه منتقل می‌شوند، لازم است پانل‌ها مستقیماً از کامیون به محل مناسب منتقل شده و از جابجایی‌های مکرر خودداری شود. زیرا این امر ضمن افزایش هزینه‌ها، سبب آسیب رسیدن به قطعات می‌شود.

محل کار باید عاری از مصالح و مواد زائد بوده و تجهیزات غیرضروری نیز از محیط کارگاه خارج شوند، تا امکان جابه جائی و حرکت جرثقیل، بالابر یا تجهیزات نصب فراهم گردد. باید کلیه تمهیدات جهت نصب، از جمله، نصب براکت‌های مورد نیاز روی پانل‌ها، اعمال مواد محافظ سطحی (پوشش‌های آب‌بند و...) و وسایل لازم مانند، ادوات نصب و ثابت نگاه داشتن پانل، ملات‌ها، چسب‌ها و غیره پیشاپیش تدارک و فراهم شود.

باید اطمینان حاصل شود که تیمی که عهده دار نصب می‌باشد، از آموزش‌های لازم برخوردار شده‌اند.

۸-۳- سقف‌های کاذب

۸-۳-۱- الزامات کلی

سقف کاذب باید از مصالح سبک ساخته شود و قاب‌بندی آن به گونه‌ای مناسب به دیوار یا سازه اصلی ساختمان متصل گردد تا ضربه و تکان‌های ناشی از زلزله موجب آسیب به سقف کاذب و دیوارهای مجاور آن نگردد.

۸-۳-۲- مشخصات انواع سقف‌های کاذب

۸-۳-۲-۱- سقف کاذب رابیتس

الف- در این نوع سقف باید از شبکه فولادی با چشمه‌های با فواصل حداکثر ۵۰۰ میلی‌متر در ۶۰۰ میلی‌متر و آویزهای با حداقل سایز میلگرد ۱۰ استفاده شود. جزییات در شکل شماره ۸-۶۹ آمده است. ضروری است آویزهای مذکور قبل از بتن ریزی سقف با حداقل خمی برابر ۱۲ برابر قطر میل‌گرد آویز، در داخل قالب دال سقف اصلی سازه مهار شوند. آویز گرفتن از طریق تخریب بتن تیرچه‌های سقف و جوشکاری آویز به میل‌گردهای تیرچه، مجاز نمی‌باشد.

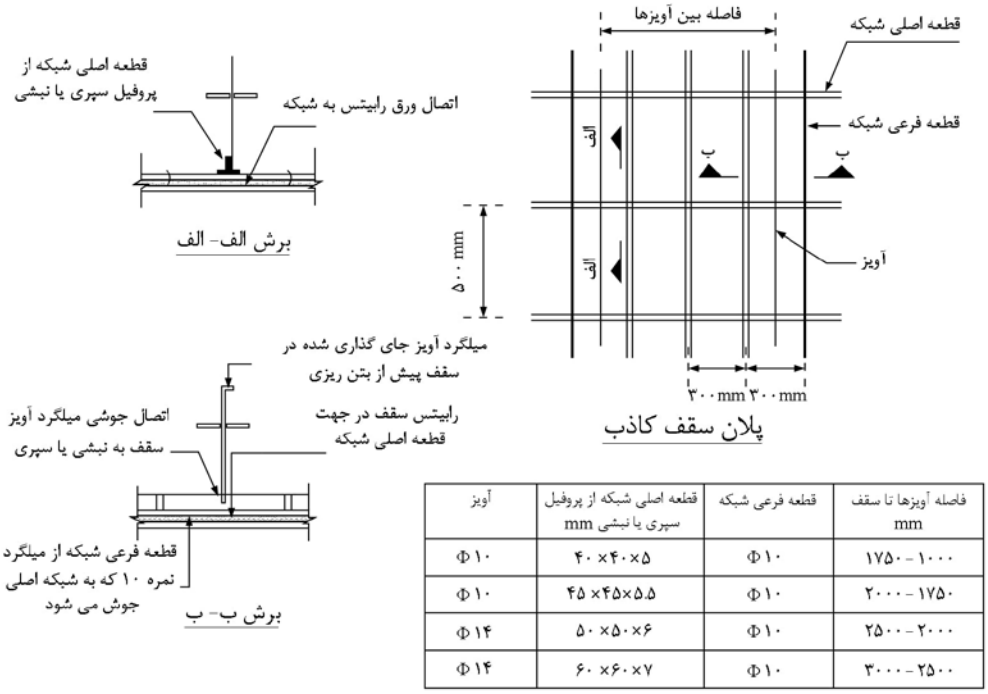
ب- شبکه فولادی باید از پروفیل‌های نبشی یا سپری استاندارد، مطابق با جزییات جدول مندرج در شکل ۸-۷۱ ساخته و به آویزهای فوق از طریق جوش متصل شوند.

پ- باید از رابیتس برای پوشاندن چشمه‌ها استفاده شود. جنس رابیتس باید از ورق‌های گالوانیزه باشد، ابعاد رابیتس پیش از مصرف باید ۶۰۰ در ۲۴۰۰ میلی‌متر باشد. باید دقت کرد که رابیتس تولید شده فاقد چشمه‌های گسیخته شده باشد. ورقه‌های توری‌شکل رابیتس معمولا بر اساس تعداد پل‌هایی (ستون‌ها) که دارند (۹، ۱۱، ۱۳ و ۱۵) تقسیم‌بندی می‌شوند. برای جلوگیری از تغییرشکل ورق‌های رابیتس پس از اجرای نازکاری بر روی آن، باید از رابیتسی با تعداد پل (ستون) بیشتر و وزن سنگین‌تر استفاده شود[1]. برای اجرای سقف کاذب، باید از رابیتس با ضخامت ورق حداقل ۰/۴ میلی‌متر، وزن ۹۰۰ گرم و تعداد حداقل ۱۳ ستون استفاده شود. توصیه می شود بین دو ستون ۳ چشمه قرار داشته باشد.

۸-۳-۲-۲- سقف کاذب لمبه چوبی

استفاده از لمبه‌های چوبی دارای ضخامت‌های ۱۳، ۱۶ و ۲۰ میلی‌متر، پهنای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر و طول‌های ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌متر از چوب روس و یا رابیتس مجاز است. به منظور اتصال پکپارچه و عملکرد مطلوب در مقابل تغیرشکل‌ها، لمبه‌های چوبی باید در طول خود به صورت کام و زبانه به‌هم نصب شوند.

۱- برای رابیتس‌هایی در اوزان بین ۳۵۰ الی ۵۵۰ گرم، تعداد ۹ ستون؛ برای رابیتس در اوزان ۵۵۰ تا ۶۵۰ گرم، تعداد ۱۱ ستون؛ برای اوزان ۶۵۰ گرم تا ۱۱۰۰ گرم، ۱۳ستون؛ و برای اوزان بالاتر از ۱۱۰۰گرم، تعداد ۱۵ ستون به کار می‌رود.



فاصله آویزها تا سقف mm	قطعه فرعی شبکه	قطعه اصلی شبکه از پروفیل سپری یا نبشی mm	آویز
۱۰۰۰ - ۱۷۵۰	Φ۱۰	۴۰ ×۴۰×۵	Φ۱۰
۱۷۵۰ - ۲۰۰۰	Φ۱۰	۴۵ ×۴۵×۵.۵	Φ۱۰
۲۰۰۰ - ۲۵۰۰	Φ۱۰	۵۰ ×۵۰×۶	Φ۱۴
۲۵۰۰ - ۳۰۰۰	Φ۱۰	۶۰ ×۶۰×۷	Φ۱۴

شکل ۸-۶۹- جزییات مربوط به زیرسازی فولادی و اجرای سقف کاذب با رابیتس

در پوشش سقف کاذب با لمبه چوبی باید، از لمبه‌های خشک شده استفاده گردد. زیرا لمبه‌های خشک شده نسبت به لمبه‌های خام، تحت اثر رطوبت محیط یا تر و خشک شدن متوالی دچار اعوجاج نمی‌شود و از مقاومت بالاتری در برابر پیچش‌های عرضی و طولی برخوردار می‌باشند.

برای زیرسازی مناسب جهت اجرای لمبه چوبی باید از یک سطح مشبک از چهارتراش‌های چوبی با ابعاد ۳۰ در ۵۰ میلی‌متر استفاده گردد. فاصله عرضی بین این چهارتراش‌ها با توجه به ضخامت لمبه توصیه می شود بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. استفاده از شبکه فلزی مشابه پیش‌گفته برای زیرسازی لمبه‌های چوبی مجاز است. چشمه‌ها باید به ابعاد ۲۰ میلی‌متر در ۲۰ میلی‌متر یا بالاتر اجرا شود. توصیه می شود از میخ‌کوب های استاپ برای اتصال لمبه چوبی استفاده گردد.

شکل ۸-۷۰- زیرسازی با چهارتراش‌های چوبی به فواصل حداکثر ۶۰۰ میلی‌متر که توسط پیچ به پروفیل‌های فولادی سقف سازه متصل شده است

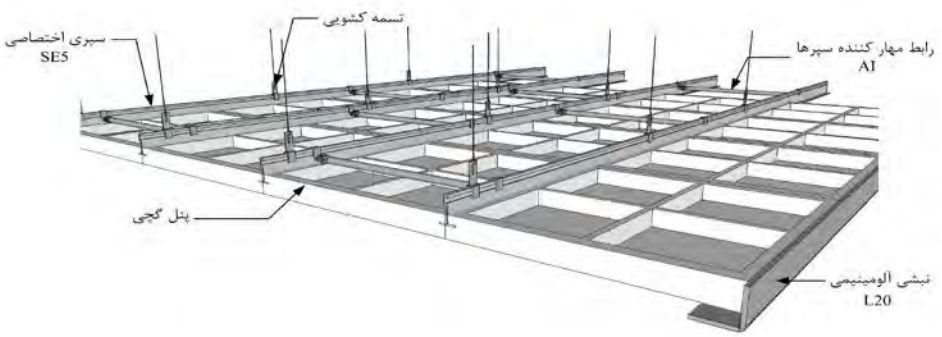
شکل ۸-۷۱– نمونه‌ای از اجرای سقف کاذب با لمبه‌های چوبی و رنگ‌های مختلف که توسط میخ فولادی به زیرسازی چوبی متصل شده اس

۸-۳-۲-۳- سقف کاذب با قطعات پیش‌ساخته گچی

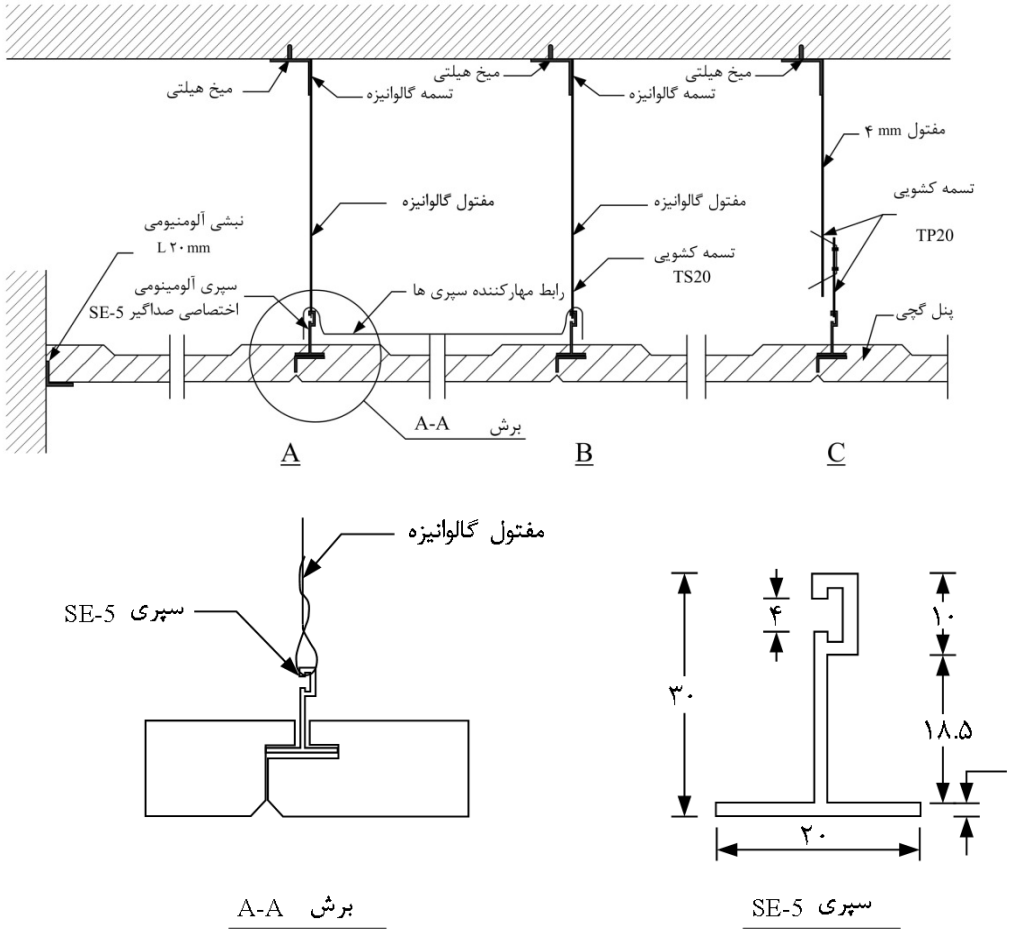
قطعات گچی مورد استفاده باید با استاندارد EN12859 مطابقت داشته باشد. توصیه می‌شود پانل های گچی بر روی شبکه‌ای از سپری آلومینیومی جایگذاری گردد. همچنین پیشنهاد می شود ابعاد پانل گچی مورد استفاده ۶۰۰*۶۰۰ و یا ۶۲۵*۶۲۵ میلی‌متر و در ضخامت‌های ۳۰ الی ۵۵ میلی‌متر باشد.

شبکه زیرسازی سقف برای این سیستم سقف کاذب به دو طریقه اجرایی سپری پنهان و نمایان مجاز است. در قسمت جاسازی پانل‌ها باید یک فضای آزاد (بادخور) در نظر گرفته شود تا امکان تحرک پانل‌ها نسبت به سپری‌ها تامین و پانل‌ها در هنگام زلزله و یا لرزش‌های مشابه آسیب نبینند.

جزییات روش سپری پنهان در شکل ۸-۷۲ نمایش داده شده است که در آن در دو طرف پانل‌های گچی جاسازی مخصوصی تعبیه شده که سپری در داخل این جاسازی قرار می‌گیرد و سقف را به‌صورت یکپارچه نشان می‌دهد. وزن هر مترمربع سقف پیش ساخته با استفاده از این قطعات سبک گچی و زیرسازی، باید به ۹ الی ۱۴ کیلوگرم محدود شود. در این روش برای هر مترمربع سقف باید به‌طور متوسط حداقل تعداد ۳ اتصال از سقف اصلی در نظر گرفته شود. در طول سپری‌ها به فاصله هر ۹۰۰ الی ۱۲۰۰ میلی‌متر باید یک اتصال به سقف اصلی با استفاده از تسمه و مفتول گالوانیزه با قطر حداقل ۴ میلی‌متر برقرار شود. در طول سپری‌ها لازم است به فاصله هر دو متر یک رابط از نوع تسمه فولادی، دو سپری مجاور را مطابق شکل ۸-۷۳ به هم مهار و متصل نماید.

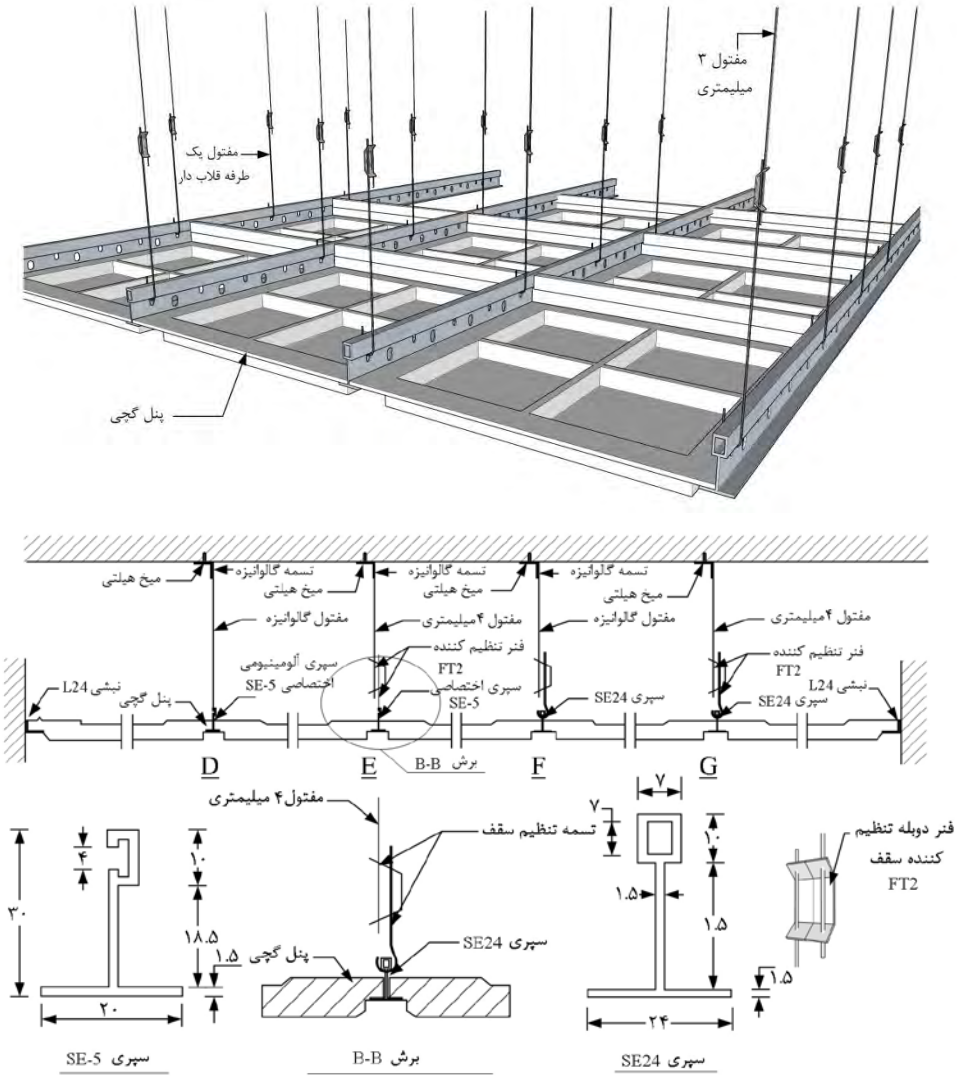


شکل ۸-۷۲- جزییات آویزها، زیرسازی و اتصالات سقف کاذب پانل پیش‌ساخته گچی به سقف اصلی در روش سپری پنهان



شکل ۸-۷۳- جزییات آویزهای مفتول گالوانیزه، اتصالات، سپری‌های آلومینیومی، در سیستم اجرای سپری پنهان

در روش سپری نمایان باید از دو نوع سپری در عرض ۲۰ و ۲۴ میلی‌متر به‌صورت قابی که اطراف پانل‌های گچی را پوشش می‌دهند، استفاده شود. وزن هر مترمربع سقف پیش‌ساخته با استفاده از این قطعات سبک گچی و لوازم زیرسازی باید به ۷ الی ۹ کیلوگرم محدود گردد. به منظور اجرای این روش نیز برای هر مترمربع سقف به‌طور متوسط باید حداقل تعداد ۳ اتصال آویز از سقف اصلی مطابق شکل ۸-۷۴ در نظر گرفته شود. در طول سپری‌ها به فاصله هر ۹۰۰ الی ۱۲۰۰ میلی‌متر باید یک اتصال به سقف اصلی با استفاده از تسمه و مفتول گالوانیزه حداقل به قطر ۴ میلی‌متر برقرار شود. در جهت عرضی سپری نیز باید از رابط‌هایی از نوع تسمه فولادی به فواصل اندازه هر پانل، برای مهار سپری‌های نمایان استفاده شود.



شکل ۸-۷۴- جزییات مربوط به آویز مفتول گالوانیزه، اتصالات، سپری‌های آلومینیومی، و سیستم اجرای سپری نمایان

۸-۳-۲-۴- سقف کاذب آلومینیومی

۸-۳-۲-۴-۱- سقف کاذب با ورق‌های کامپوزیت روکش‌دار

ورق کامپوزیت آلومینیوم، عنصری است مرکب از ۲ لایه آلومینیوم و یک لایه پلی‌اتیلن در وسط آن. اتصال این سه لایه از طریق چسب پلیمر صورت می‌گیرد. لایه خارجی باید دارای یک آستر اپوکسی رزین و یک لایه PVDF برای تثبیت رنگ باشد. روی سطح نهایی باید با یک لایه فیلم محافظ پوشش داده شده باشد. لایه میانی پلی اتیلن ورق کامپوزیت باید غیر قابل اشتغال باشد. ضخامت کلی ان باید به ۴ میلی‌متر محدود شود. ضخامت لایه‌های آلومینیوم باید بین ۳۰ تا ۵۰ میکرون باشد و با رنگ الکترواستاتیک پوشش داده شوند. سطوح نمایان ورق می‌تواند به صورت ساده یا پانچ شده طرح‌دار باشد (شکل ۸-۷۵).

برای زیرسازی در این نوع سقف کاذب، باید از سپری‌های افقی آلومینیومی یا گالوانیزه به فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر از هم استفاده شود. آویزها در شبکه‌ای به حداکثر فاصله ۱۰۰۰ میلی‌متر در راستای طولی سپری و فاصله حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر در جهت متعامد در نظر گرفته و به طور معمول از نوع نبشی گالوانیزه سرد نورد به پهنای ۹۰ میلی‌متر و ضخامت ۳ میلی‌متر یا پروفیل آلومینیومی ۹۰×۹۰ میلی‌متر (HT90) باشند.

الف- ورق صاف فرم‌دار ب- ورق سورخدار توسط دستگاه پانچ یا CNC

شکل ۸-۷۵- سقف کاذب با ورق آلومینیومی صاف یا پانچ شده

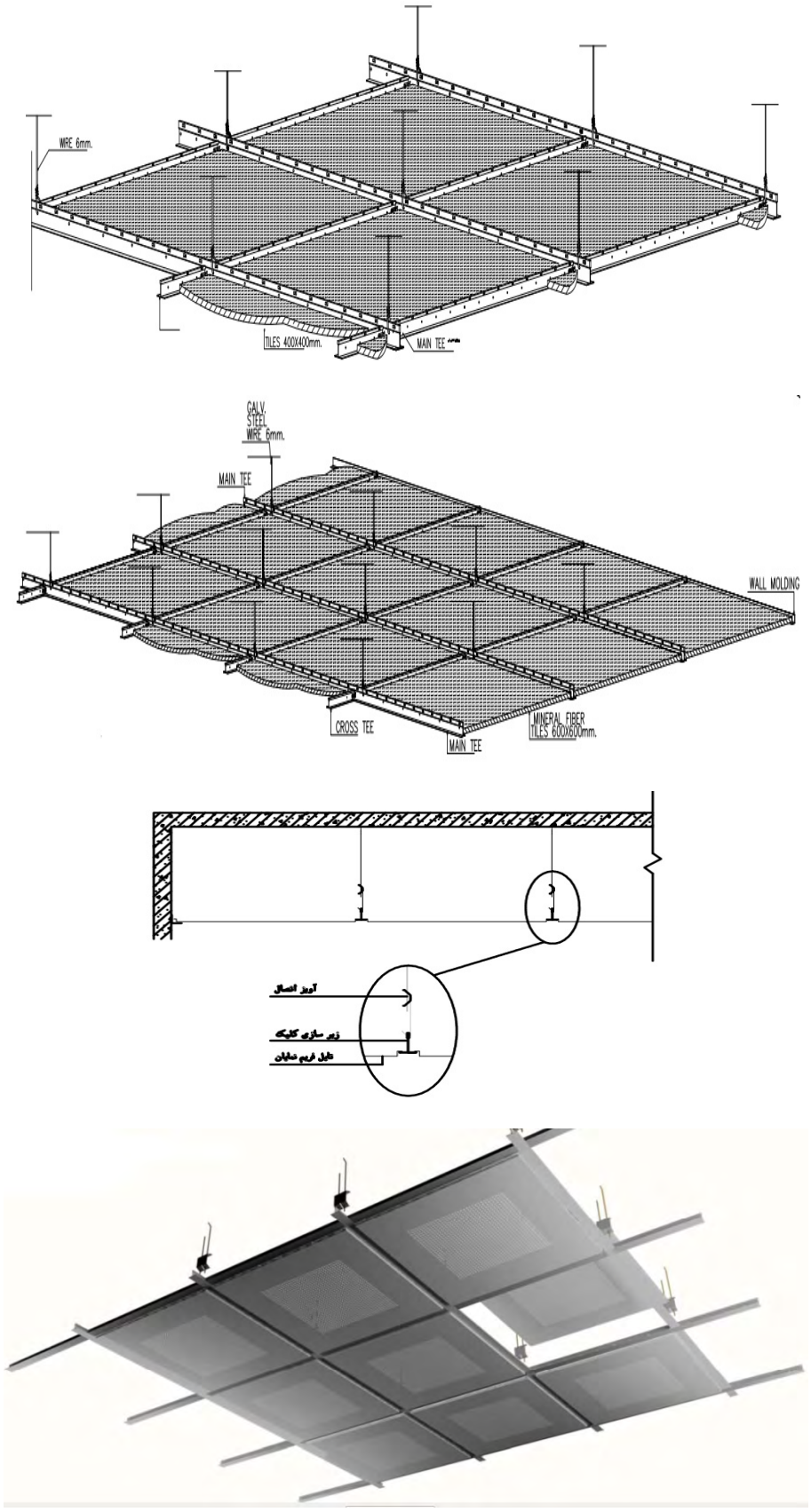
۸-۳-۲-۴-۲- تایل آلومینیومی نمایان

تایل آلومینیومی باید از کویل آلومینیومی با ضخامت‌های ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۷ و ابعاد ۶۰۰×۶۰۰ و ۳۰۰ ×۳۰۰ میلی‌متر با رنگ آمیزی پودری الکترواستاتیک به ضخامت ۶۰ تا ۸۰ میکرون تشکیل شده باشد. استفاده از تایل آلومینیومی به دو شکل لبه دار و بدون لبه، در طرح‌های ساده، وسط پانچ و تمام پانچ مجاز است. در انواع پانچ شده، باید از پارچه نمدین[۱] به عنوان جاذب رطوبت و صوت، و جلوگیری از عبور گرد و خاک به پشت تایل‌های آلومینیومی استفاده شود.

برای زیر سازی باید از شبکه ای از سپری‌های ۳۶۰۰، ۱۲۰۰، ۶۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر مطابق شکل ۸-۷۶ استفاده شود. جهت نصب و اجرای سقف کاذب لازم است سپری‌های اصلی به وسیله آویز فنری عصایی با قطر حداقل ۶ میلی‌متر به سقف اصلی (در صورتی که ارتفاع تا سقف اصلی بیش از ۹۰۰ میلی‌متر نباشد) و یا به آهن‌کشی و زیرسازی فولادی صلب (در صورتی که ارتفاع بیش از ۹۰۰ میلی‌متر باشد) متصل شود. آویزهای فنری عصایی باید به فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر از یکدیگر به سقف سازه اصلی متصل شوند. آویز عصایی باید تا ارتفاع حدود ۹۰۰ میلی‌متر قابل تنظیم باشد. در صورتی‌که فاصله سقف کاذب تا سقف موجود اصلی بیش از ۹۰۰ میلی‌متر باشد، باید با زیرسازی فلزی، تراز آویزگیری را به محدوده ۴۰۰ الی ۶۰۰ میلی‌متری رساند تا بتوان از آویز عصایی استاندارد استفاده نمود.

۱- Non Woven

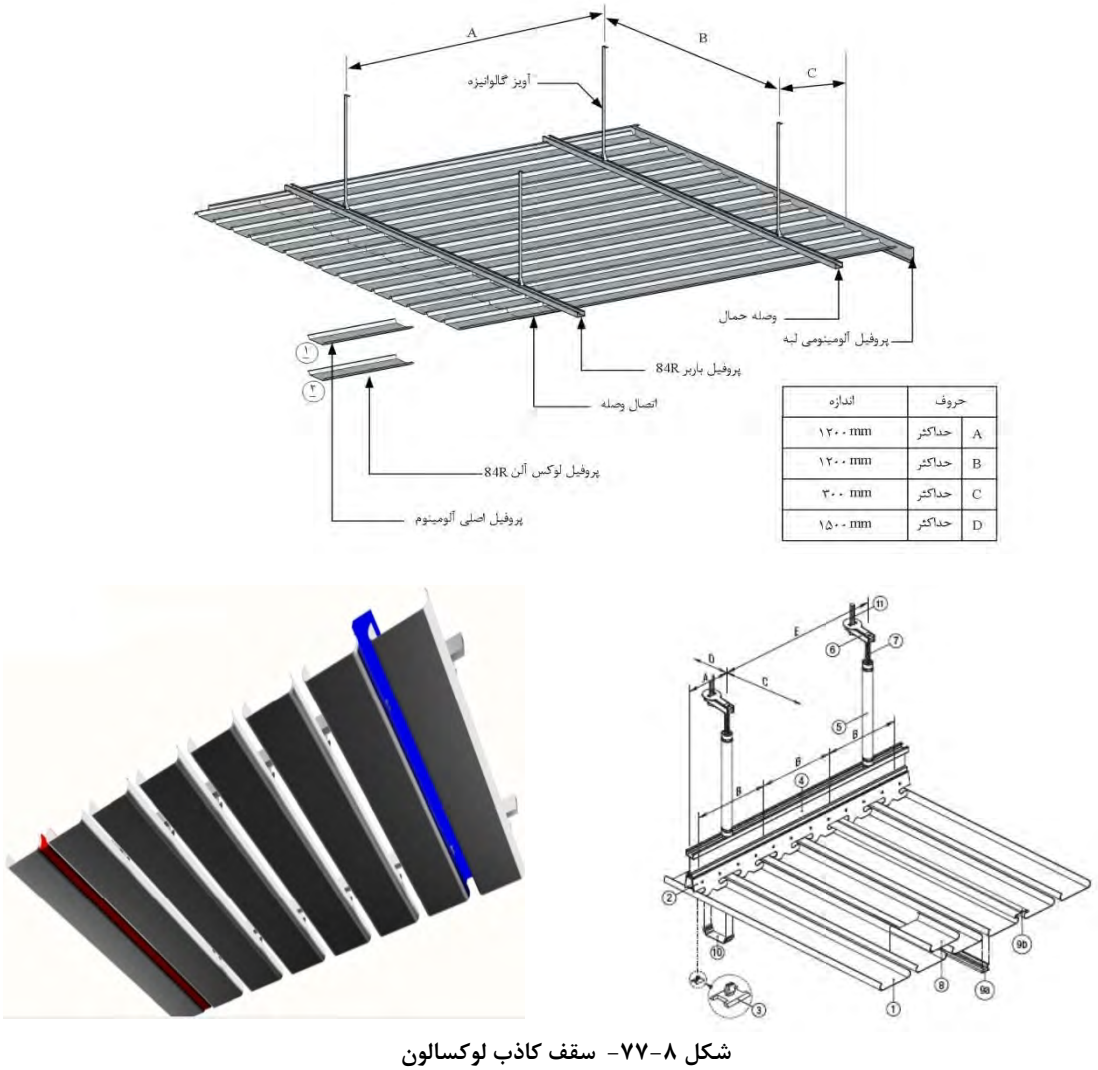
جهت حاشیه‌بندی فضا باید از پروفیل نبشی کلیک، استفاده شود و ابعاد بال نبشی و بال سپری هم اندازه و برابر ۲۴ میلی‌متر باشد. نبشی‌های پیرامونی سقف کاذب تایل آلومینیومی نمایان باید با پیچ و رول‌پلاک روی دیوارهای پیرامونی نصب شوند. لذا نصب نبشی پیرموانی و اجرای سقف کاذب، باید پس از نازک‌کاری نهایی (گچ، سرامیک ، چوب و ...) صورت گیرد.



شکل ۸-۷۶- سقف کاذب از نوع تایل آلومینیومی با زیر سازی کلیک نمایان و نمونه اجرا شده آن

۸-۳-۲-۴-۳- سقف کاذب لوکسالون

سقف کاذب آلومینیمی لوکسالون باید به صورت ورق‌های طولی فرم داده شده به عرض ۸۴ میلی‌متر و به طول حداکثر ۶۰۰۰ میلی‌متر و به صورت طولی با فاصله ۱۶ میلی‌متر از یکدیگر و به صورت خطوط موازی اجرا شود. ورق‌های آلومینیوم باید دارای ضخامت ۰/۵ تا ۰/۷ میلی‌متر بوده و با رنگ پودری الکترواستاتیک به ضخامت ۸۰ میکرون مطابق استاندارد رال اروپا پوشش شده باشند. برای زیرسازی در این نوع سقف کاذب مطابق شکل ۸-۷۷ باید از سپری‌های افقی آلومینیومی یا گالوانیزه به فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر استفاده شود. توصیه می شود آویزها از نوع نبشی گالوانیزه سرد نورد به پهنای ۹۰ میلی‌متر و ضخامت ۳ میلی‌متر یا پروفیل آلومینیومی ۹۰×۹۰ میلی‌متر (HT90) باشند و باید در راستای طوی سپری، با حداکثر فاصله ۱۰۰۰ میلی‌متر و در جهت متعامد با فاصله حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر از یک‌دیگر مورد استفاده قرار گیرند. لازم است دقت شود ارتفاع آویز سقف مذکور از ۱۵۰۰ میلی‌متر بیش‌تر نباشد و حداکثر فاصله اولین آویز از دیوارهای پیرامونی باید کم تر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

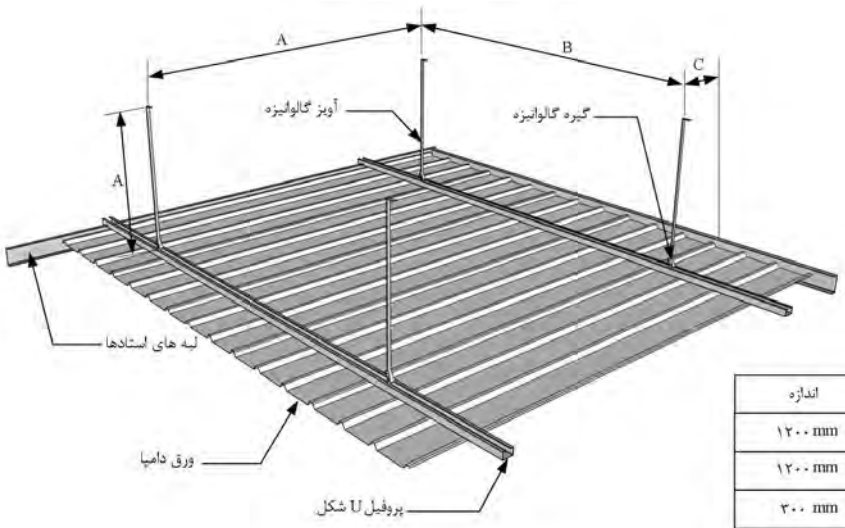


حروف		اندازه
A	حداکثر	۱۲۰۰ mm
B	حداکثر	۱۲۰۰ mm
C	حداکثر	۳۰۰ mm
D	حداکثر	۱۵۰۰ mm

شکل ۸-۷۷- سقف کاذب لوکسالون

۸-۳-۲-۴-۴- سقف کاذب دامپا

این نوع سقف کاذب آلومینیومی باید به‌صورت ورق‌های طولی شکل داده شده با عرض‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر به صورت پیوسته به هم اجرا گردد. در این نوع سقف کاذب نیز برای زیرسازی مطابق شکل ۸-۷۸ باید سپری‌های افقی آلومینیومی یا گالوانیزه به فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر و آویزهای گالوانیزه با قطر حداقل ۴ میلی‌متر و فواصل حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر در هر دو راستای طولی و عرضی به کار گرفته شوند. لازم است دقت شود ارتفاع آویز سقف مذکور از ۱۲۰۰ میلی‌متر بیش‌تر نباشد. همچنین حداکثر فاصله اولین آویز از دیوارهای پیرامونی باید کم تر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.



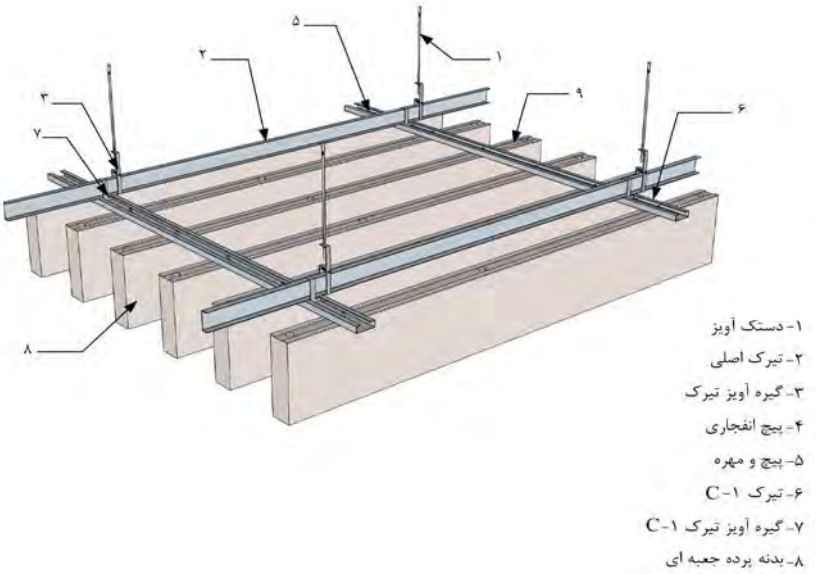
حروف		اندازه
A	حداکثر	۱۲۰۰ mm
B	حداکثر	۱۲۰۰ mm
C	حداکثر	۳۰۰ mm
D	حداکثر	۱۵۰۰ mm

شکل ۸-۷۸- سقف کاذب دامپا

۸-۳-۲-۴-۵- سقف کاذب لوور آلومینیومی

الف- سقف کاذب لوور آلومینیمی باید به‌صورت جعبه‌های طولی – نواری در ابعاد ۱۰۰×۵۰، ۳۰×۵۰، ۵۰ ×۴۰، ۵۰ ×۶۰، ۲۵×۹۵ و۴۰×۱۰۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار گیرد. فاصله میان جعبه‌های طولی نواری باید حداقل برابر ۵۰ میلی‌متر مطابق شکل ۸-۷۹ در نظر گرفته شود.

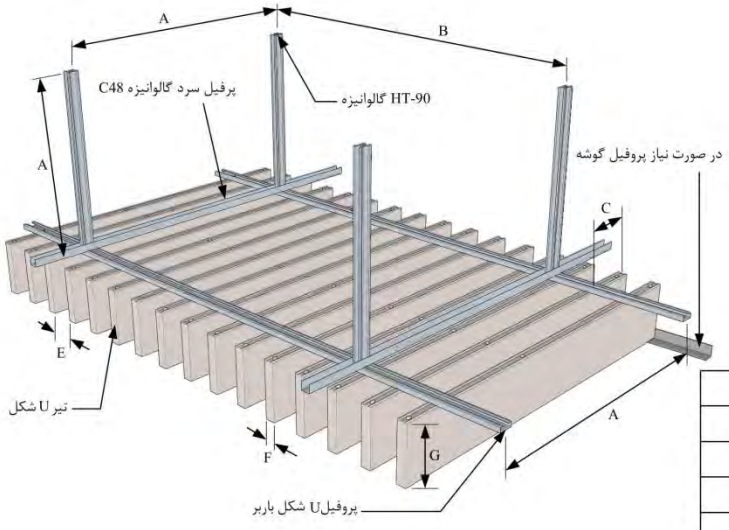
ب- اندازه گام میان جعبه‌های طولی نواری منعطف بوده و بر اساس طرح می‌تواند تغییر نماید. وزن این نوع از سقف کاذب باید به ۱۶٫۷۵ کیلوگرم در مترمربع محدود شود. جزییات مربوط به اجرای زیرسازی و آویز کاملا مشابه سقف کاذب لوکسالون می‌باشد.



شکل ۸-۷۹- سقف کاذب لوور آلومینیومی

۸-۳-۲-۴-۶- سقف کاذب گریلیوم پره‌ای

سقف کاذب گریلیوم پره‌ای باید به صورت مقاطع طولی نواری اجرا شود. ارتفاع پره باید حداقل ۵۰ میلی‌متر، پهنای آن حداقل ۱۰ میلی‌متر و فاصله پره‌ها (گام تیغه‌ها) از یک‌دیگر حداقل ۵۰ میلی‌متر باشد. وزن این نوع سقف کاذب باید به حدود ۲/۵ کیلوگرم در هر مترمربع محدود شود. جزییات مربوط به نصب و اجرای سپری‌ها و آویزهای مربوط به زیرسازی این نوع سقف کاذب مشابه سقف‌های کاذب آلومینیمی از نوع لوکسالون و لوور آلومینیمی است (شکل ۸-۸۰).

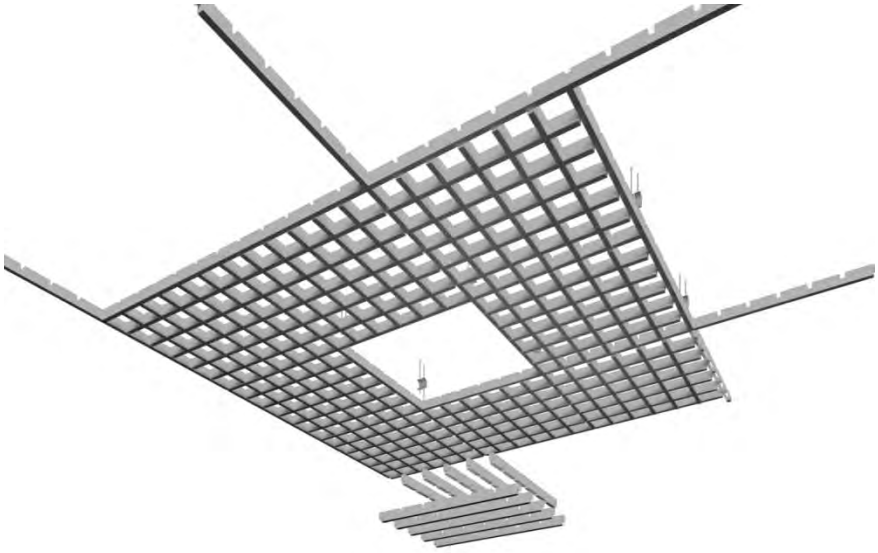


حروف		اندازه
A	حداکثر	۱۲۰۰ mm
B	حداکثر	۱۲۰۰ mm
C	حداکثر	۳۰۰ mm
D	حداکثر	۱۵۰۰ mm
E	حداقل	براساس سفارش ~۵۰mm
F	حداقل	براساس سفارش ~۱۰mm
G	حداقل	براساس سفارش ~۵۰mm

شکل ۸-۸۰- سقف کاذب گریلیوم پره‌ای

۸-۳-۲-۴-۷- سقف کاذب گریلیوم مشبک

این نوع سقف‌های کاذب باید از ورق آلومینیومی دارای آلیاژ استاندارد ۳۱۰۵ و پوشش رنگ پودری الکترواستاتیک یا آنادایز ساخته شوند. همچنین از مقاومت کافی در برابر حریق، خش، خوردگی، قارچ زدگی، و برخوردار از قابلیت شستشو و بازیافت باشند. توصیه می شود با مشکی کردن تاسیسات و فضاهای بالای سقف کاذب و با یافتن چشمه مناسب گریلیوم، دید مایل پشت سقف را بر طرف نمود. توصیه می شود ابعاد چشمه ها ۵۰× ۵۰ با ارتفاع ۵۰ و بعد ۱۰ میلی‌متر، ۷۵×۷۵ با ارتفاع ۴۰ و بعد ۴ میلی‌متر، ۱۰۰×۱۰۰ با ارتفاع ۵۰ و بعد ۱۵ میلی‌متر، ۱۲۰×۱۲۰ با ارتفاع ۵۰ و بعد ۲۰ میلی‌متر، ۲۰۰×۲۰۰ با ارتفاع ۹۰ و بعد ۱۵ میلی‌متر، و ۶۰۰×۶۰۰ با ارتفاع ۱۸۰ و بعد ۳۱ میلی‌متر مطابق شکل ۸-۸۱ باشد.



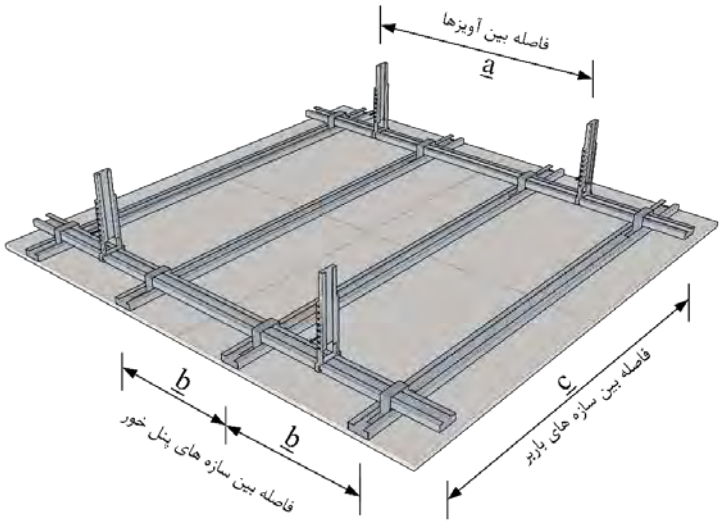
شکل ۸-۸۱- سقف کاذب گریلیوم مشبک

نصب تیغه‌های گریلیوم آلومینیومی باید با استفاده از روش نصب صلیبی، آویز فنر عصایی و زیرسازی سپری، با جزییاتی مشابه زیرسازی سقف‌های کاذب تایل آلومینیومی نمایان انجام شود.

۸-۳-۲-۵- سقف کاذب مشتمل بر صفحات روکش دار گچی

مشخصات و ویژگی‌های صفحات روکشدار گچی باید مطابق بند بند ۸-۲-۲-۵ باشد. پروفیل‌های مورد استفاده برای ساخت شبکه فلزی باید از نوع ورق‌های فولادی سرد نورد شده با مقاطع L، U، C شکل باشند. پانل گچی باید با پیچ مخصوص به شبکه فلزی متصل گردد و وزن این نوع سقف ها باید به ۱۵ کیلوگرم در متر مربع محدود گردد.

در سازه‌گذاری دوطرفه، باید یک زیر سازی فولادی سبک در دو جهت (به صورت متعامد) اجرا و پانل‌ها در یک یا دو لایه بر روی آن نصب شوند. برای جزییات به شکل ۸-۸۲ و برای تعیین فواصل آویزها به جدول ۸-۲۴ مراجعه شود.



شکل ۸-۸۲- اجرای سقف کاذب با صفحات روکش دار گچی با بارگذاری دو طرفه

جدول ۸-۲۴- حداکثر فاصله سازه‌های باربر و آویزها

فاصله سازه های باربر c [mm]	فاصله آویز ها a [mm] رده وزنی سقف کاذب [kN/m2]		
	0/15 ≥	0/30 ≥	0. 5 ≥
۵۰۰	۹۵۰	۷۵۰	۶۵۰
۶۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۶۰۰
۷۰۰	۸۵۰	۷۰۰	۵۵۰
۸۰۰	۸۰۰	۶۵۰	_
۹۰۰	۸۰۰	۶۰۰	_
۱۰۰۰	۷۵۰	_	_
۱۱۰۰	۷۵۰	_	_

فاصله بین سازه پنل خور (b) برابر با ۵۰۰ میلی‌متر است.

سقف کاذب با پوشش یک لایه پنل (صفحه روکش‌دار گچی) به ضخامت ۱۲/۵ میلی‌متر قابل اجرا می‌باشد.

برای فواصل حداکثر ۱۵ متر در هر یک از امتدادهای طولی و یا عرضی سقف‌های پیوسته، باید درز انقطاع در نظر گرفته شود. هم‌چنین در محل‌هایی که یک سقف کاذب باریک بر اثر ایجاد شکستی در پلان دیوار ایجاد می‌شود نیز باید درز انقطاع ایجاد نمود.

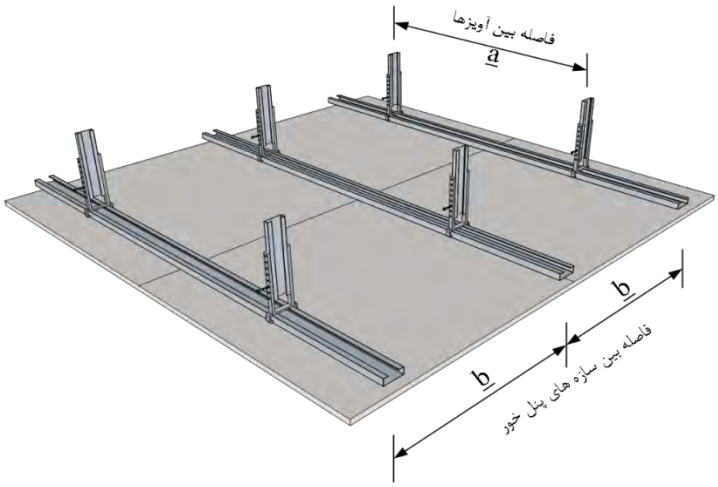
در روش سازه‌گذاری یک‌طرفه، عملکرد در یک جهت باید مطابق شکل ۸-۸۳ باشد و پانل‌ها بر روی آن نصب شوند. در صورتی می‌توان از سازه‌گذاری یک‌طرفه استفاده نمود که شرایط زیر برقرار باشد:

الف- سطح سقف کاذب کمتر از ۵۰ متر مربع باشد.

ب- دهانه سقف کاذب کمتر از ۴ متر باشد.

پ- ارتفاع آویزگیری کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر باشد.

ت- سقف کاذب ساده و فاقد شکستی در پلان باشد.



شکل ۸-۸۳- اجرای سقف کاذب با صفحات روکش دار گچی با بارگذاری یک طرفه

۸-۳-۲-۶- سقف کاذب PVC

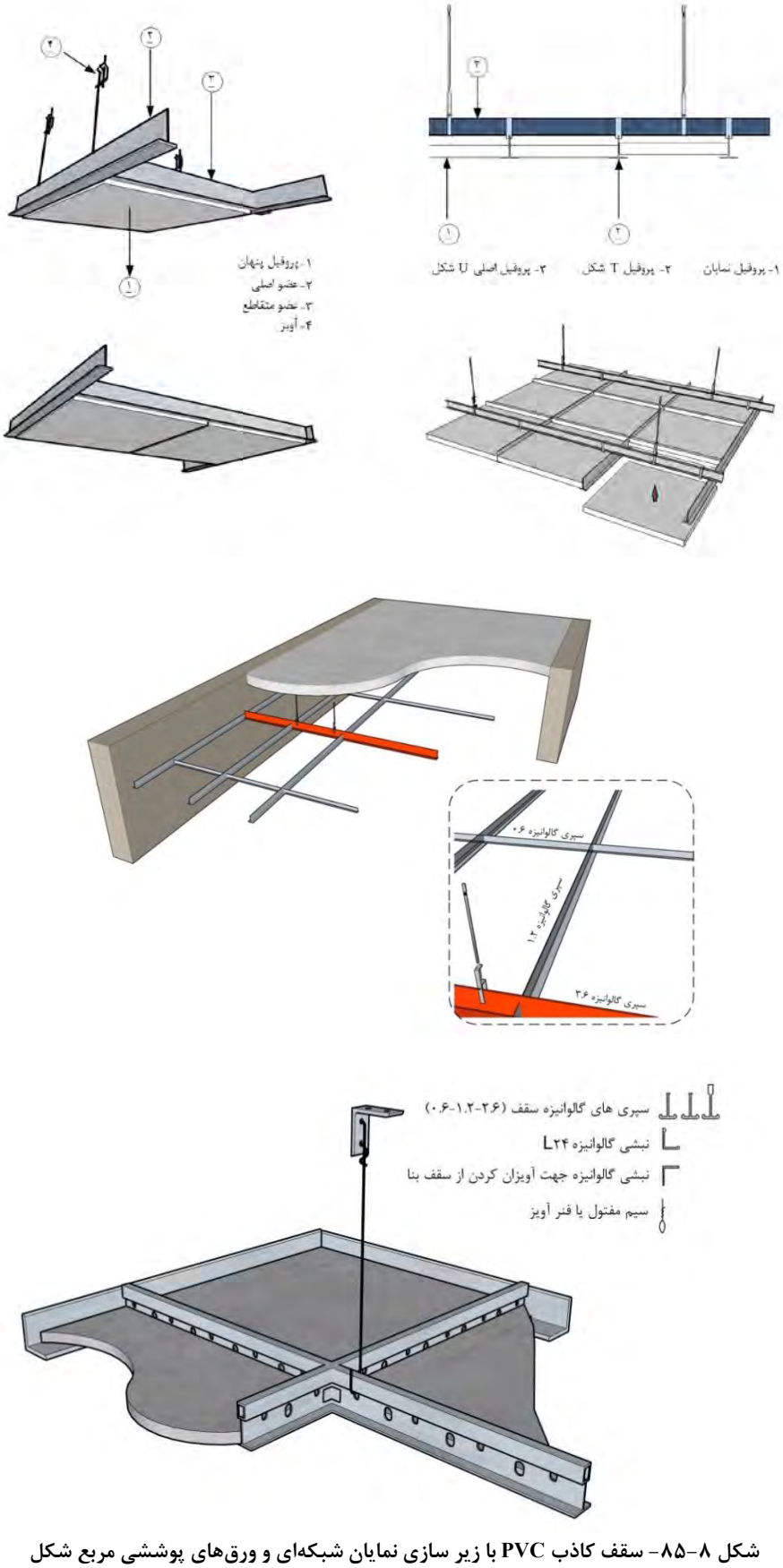
الف- ساختار شبکه مورد استفاده در سقف کاذب PVC می تواند متشکل از زیر سازی فلزی و یا چوبی باشد.

ب- ورق‌های پوششی PVC باید به دو صورت زیرسازی نمایان با شبکه‌ای از ورق‌های پوششی مربعی شکل PVC به ضخامت ۸ میلی‌متر و ابعاد ۵۹۵×۵۹۵ میلی‌متر و زیرسازی پنهان با استفاده از ورق‌های پوششی طولی نواری PVC به ضخامت‌های ۷ یا ۸ میلی‌متر، پهنای ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر و طول ۶ متر به‌کار برده شود(شکل۸-۸۴).

پ- ورق‌های پوششی PVC نباید در معرض مستقیم نور خورشید و در مکان‌هایی که دمای هوا به زیر صفر درجه سانتی گراد می‌رسد، قرار گیرند. مصالح مورد استفاده در پوشش سقف کاذب با ورق PVC باید از نوع نسوز باشند. استفاده از ورق‌های پوششی PVC به دو صورت ساده و روکش‌دار مجاز است. ورق‌های روکش‌دار باید در مقابل ضربه و فشار مقاوم، و قابل شست‌وشو باشند.

الف- ورق نواری PVC ساده بدون روکش ب- ورق نواری PVC روکش دار

شکل ۸-۸۴- انواع ورق‌های نواری PVC ساده و روکش‌دار، و اتصالات کام و زبانه در لبه‌های آن



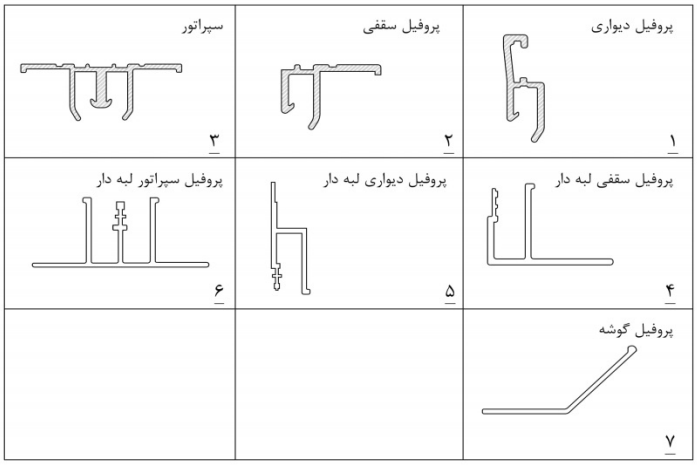
شکل ۸-۸۵- سقف کاذب PVC با زیر سازی نمایان شبکه‌ای و ورق‌های پوششی مربع شکل

برای اجرای زیرسازی مطابق شکل ۶-۸۵، دور تا دور سقف باید با نبشی گالوانیزه L24 گرفته شود و با پیچ و رول پلاک به بدنه دیوار متصل گردد. سپس نبشی‌های گالوانیزه HT90 به فواصل ۹۰۰ میلی‌متر به سقف اصلی بنا در مسیر سپری‌هایی به ابعاد ۵۰ میلی‌متر که دارای فواصل حداکثر ۱٫۲۰ متر از یک‌دیگر می‌باشند، متصل شوند. همچنین سپری‌های طولی از طریق سیم مفتول و یا فنر آویز با قطر حداقل ۳ میلی‌متر به نبشی‌های HT90 نصب شده در سقف، متصل گردند. با اتصال سپری‌های ۱٫۲۰ قری به سپری‌های طولی و سپری‌های ۰٫۶۰ به ۱٫۲۰ متری، باید شبکه‌ای از زیرسازی به ابعاد ۶۰۰×۶۰۰ میلی‌متر ایجاد و ورق‌های PVC در حد فاصل میان شبکه مذکور نصب گردند.

در سقف‌های کاذب PVC با زیرسازی پنهان، باید از ورق‌های طولی نواری PVC به پهنای ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر با وزن واحد سطح حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع استفاده شود. برای اجرای زیرسازی این نوع سقف کاذب، باید نبشی گالوانیزه L24 دور تا دور سقف به بدنه دیوار با پیچ و رول پلاک متصل و سپس نبشی‌های گالوانیزه HT90 به فواصل ۹۰۰ میلی‌متر به سقف اصلی بنا در مسیر سپری‌های گالوانیزه طولی که از یک‌دیگر فاصله حداکثر ۶۰۰ میلی‌متر را دارند، متصل شوند. سپری‌های طولی مورد استفاده باید دارای حداقل ابعاد ۵۰ میلی‌متر باشند و از طریق سیم مفتول و یا فنر آویز با قطر حداقل ۳ میلی‌متر به نبشی‌های HT90 نصب شده در سقف، متصل گردند. ورق های **pvc** باید با پیچ خودکار به زیرسازی سپری متصل شوند. ورق‌های نواری در داخل لبه U شکل کناری و لبه‌های کام و زبانه طولی در باید یکدیگر قفل و بست گردند.

۸-۳-۲-۷- سقف کاذب کشسان

پارچه PVC در سقف کاذب کشسان باید دارای خاصیت انعطاف پذیری و کششی، پایداری و مقاومت زیاد، ضخامت ۰٫۸ تا حداکثر ۱ میلی‌متر و وزن حدود نیم کیلوگرم در هر مترمربع باشد و توانایی تحمل حدود ۲۰۰ کیلوگرم وزن را داشته باشد. نصب باید توسط اتصالات انجام شود که انواع آن در شکل ۸-۸۶ آورده شده است. سایر جزییات باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی بیان گردد.



شکل ۸-۸۶- سقف کاذب کشسان

۸-۳-۳- ملاحظات ویژهٔ اجرایی سقف‌های کاذب

الف- پروفیل‌های اصلی و فرعی سقف‌های کاذب باید دارای برچسب و عنوان باشند و بر اساس جزئیات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده مشخص شوند. در صورتی که از چوب برای پروفیل‌های اصلی و فرعی استفاده گردد، چوب مورد نظر باید چهارتراش نراد خارجی (روسی یا مشابه) باشد و ابعاد آن برای پروفیل‌های اصلی ۶۰ ×۴۰ میلی‌متر و برای پروفیل‌های فرعی ۴۰ × ۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

ب- در سقف تیرچه بلوک میل‌گرد آویز باید قلاب شده و قلاب آن در بتن سقف قرار گیرد. جوشکاری قلاب به میل‌گردهای تیر یا تیرچه بتن‌آرمه که عموما با تخریب و پوشش بتن همراه است، مجاز نمی‌باشد.

پ- ضروری است از آویزهایی استفاده شود که مقاومت کافی داشته و در برابر عوامل خورنده و زنگ زدگی مقاوم باشند. استفاده از پوشش های ضدزنگ برای فولاد مناسب است. هم‌چنین کاربرد مفتول‌های مقاوم و ضدزنگ در اجرای اتصال سرد (پین ، پرچ ، مهره) امروزه کاربرد بیشتری دارد.

ت- تعداد و فاصله آویزها باید بسته به نوع پوشش سقف کاذب برآورد شود. اما در هر حال نباید از ۳ عدد در هر مترمربع کم‌تر باشد. در این حالت برای کنترل جابه‌جایی افقی سقف کاذب باید از مهارهای دیگری استفاده شود.

ث- آویزها باید شاقولی و صاف بوده و با اتصالات مناسب به سازه اصلی (کلاف‌ها یا سقف اصلی)متصل شوند.

ج- بار وارد از طرف آویزها،از باری که سقف بر اساس آن طراحی شده، نباید تجاوز نماید.

چ- مقاطع نیم‌رخ‌های اصلی و فرعی افقی که برای نگه داشتن سقف‌های کاذب به کار می‌روند باید با محاسبه تعیین شوند. ولی به هر حال سطح مقطع نیم‌رخ‌های اصلی و فرعی از هر لحاظ نباید به ترتیب از سطح مقاومت میل‌گردهای فولادی نمره ۱۰ و ۶ کم‌تر باشد.

ح- سقف های کاذب باید در برابر نیروهای جانبی مقاوم باشند.

خ- در صورتی که تاسیسات حرارتی در فضای بین سقف اصلی و سقف کاذب قرار گیرد، ایجاد درز انبساط در اطراف سقف کاذب به منظور تامین فاصله برای تغییرمکان‌های حرارتی ضروری است.

۸-۳-۴- ملاحظات ویژه لرزه‌ای برای سقف‌های کاذب

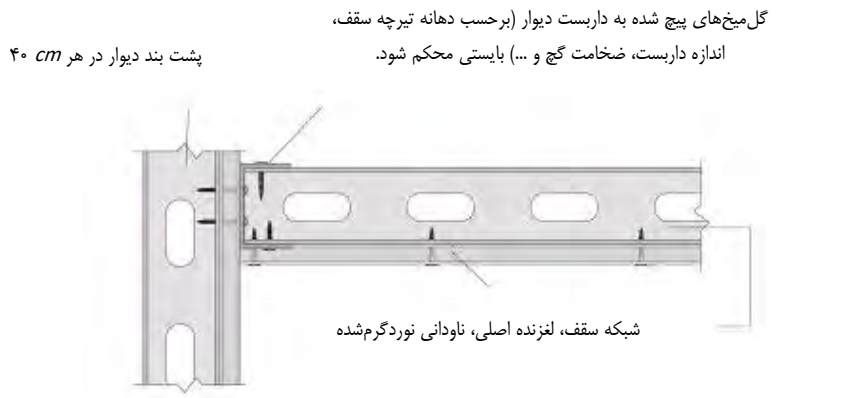
الف- در زیر بالکن‌های طره یا سایه‌بان‌هایی که در معرض شتاب قائم زیاد به هنگام زلزله قرار می‌گیرند، فاصله آویزهای سقف کاذب با یک‌دیگر باید کاهش یابد.

ب- بهره‌گیری از سیستم‌های دارای گواهی معتبر برای جزئیات لرزه‌ای، هنگامی که عایق‌بندی آتش و صوت لازم باشد، ضروری است. این سیستم ها باید دقیقاً با جزئیات آزمایش شده نصب شوند، در غیر این صورت معتبر نخواهند بود.

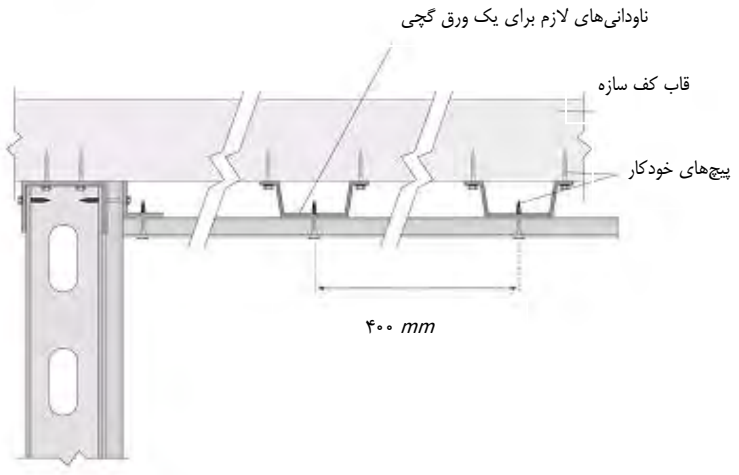
پ- ارائه جزئیات لرزه‌ای برای سقف‌های کاذب با مساحت کمتر از ۱۳ مترمربع که توسط دیوارها به صورت جانبی در سازه مهار شده‌اند، لازم نیست (این استثناء برای سیستم‌های سقف‌های کاذب آویخته سبک یا سنگین نیز کاربرد دارد)

ت- در شکل‌های ۸-۸۷ و ۸-۸۸ به ترتیب جزئیات نصب صفحات گچی با زیرسازی فولادی و توفال‌ریزی چوبی برای اتصال مستقیم به تیرچه‌های فولادی سازه سقف اصلی ملاحظه می‌شود. در شکل ۸-۸۹، پلان مربوط به جزئیات مهاربندی برای سقف کاذب معلق و در شکل ۸-۹۰، جزییات لازم و رواداری حداقل برای حرکت آزادانه جانبی سقف کاذب معلق در یک انتهای آن در مقابل نیروی جانبی زلزله نمایش داده شده است.

ث- در شکل ۸-۹۱، نحوه و جزییات مهاربندی متشکل از آویز قائم سیمی، میله فشاری قائم، و جفت مهارهای سیمی مورب کششی به شکل هفت جهت تامین پایداری جانبی لرزه‌ای برای هر دو راستای متعامد سقف کاذب معلق نشان داده شده است. استفاده از مهار تکی مورب کششی- فشاری از جنس فولاد سرد نورد به جای جفت مهارهای سیمی به شکل هفت مجاز است.

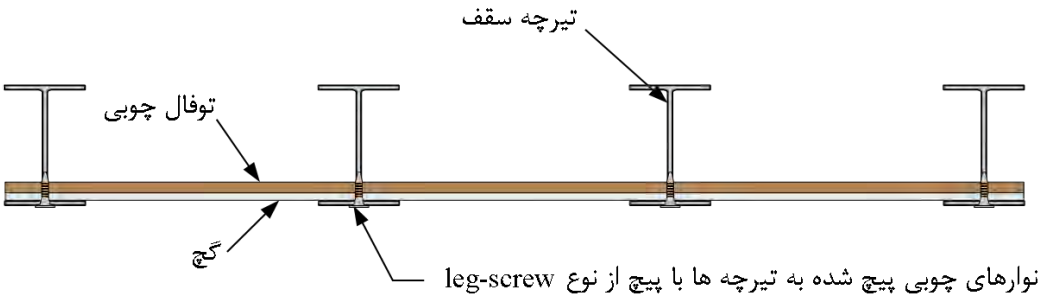


الف) ورق گچی متصل شده به تیرهای سقف

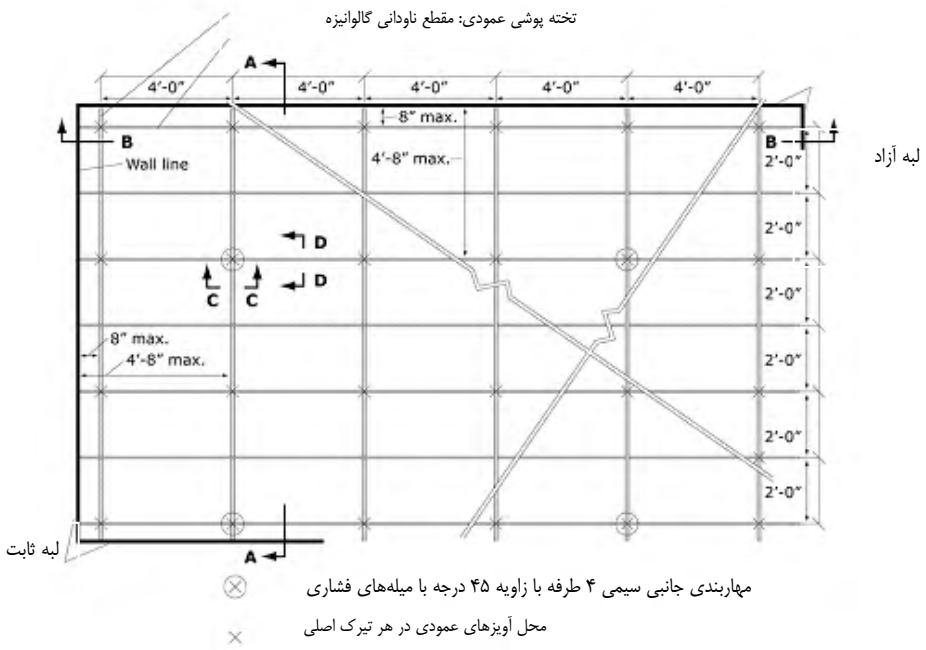


ب) ورق گچی متصل شده به ناودانی یا مقاطع مشابه

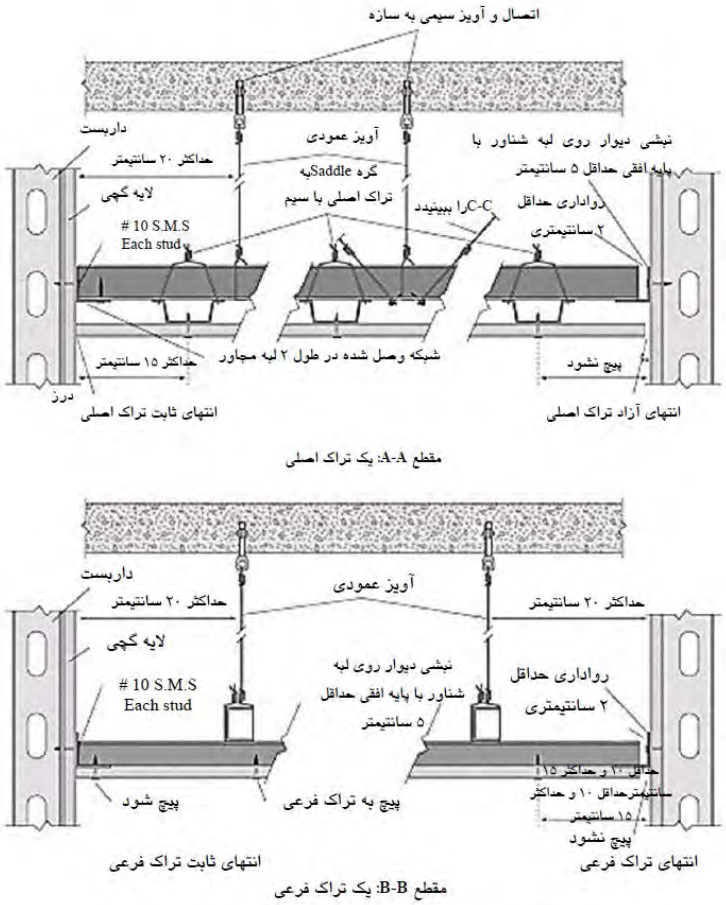
شکل ۸-۸۷- سقف کاذب متشکل از صفحات روکش دار گچی که مستقیم از طریق زیرسازی فولادی به سازه سقف اصلی متصل شده است



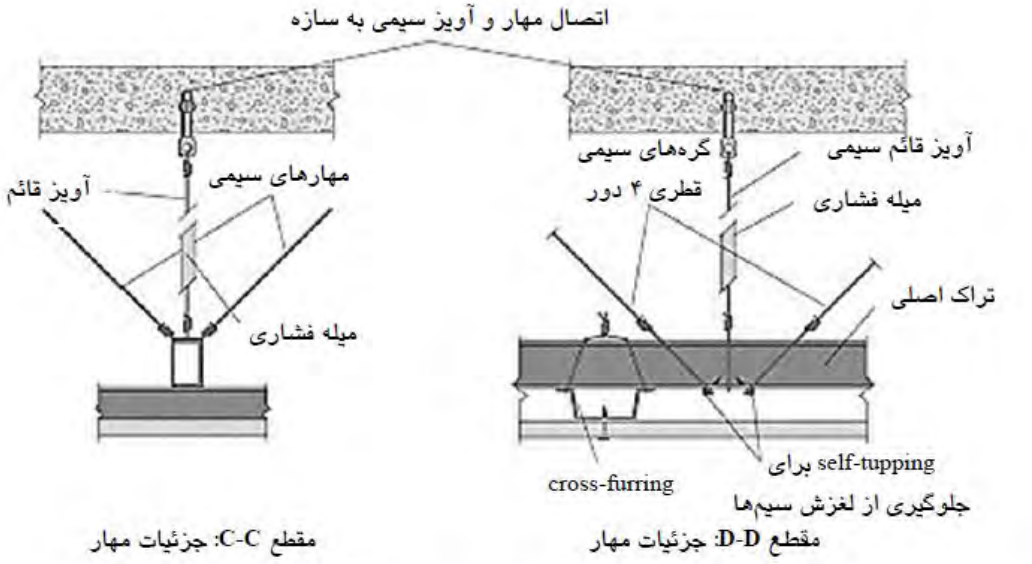
شکل ۸-۸۸- سقف کاذب متشکل از صفحات روکش دار گچی که از طریق زیرسازی چهارتراش‌های چوبی به تیرچه‌های فولادی سقف اصلی متصل شده است



شکل ۸-۸۹- پلان مهار بندی عرضی برای شبکه سقف سنگین معلق



شکل ۸-۹۰- مقاطع و جزییات پیرامونی سقف کاذب گچی برای جابه‌جایی و حرکت آزادانه لرزه‌ای یک انتها و جلوگیری از جابه‌جایی انتهای دیگر سقف کاذب



شکل ۸- ۹۱- مقاطع و جزییات مهاربندی جانبی برای سقف لایه گچی معلق

۸-۴- کف های کاذب

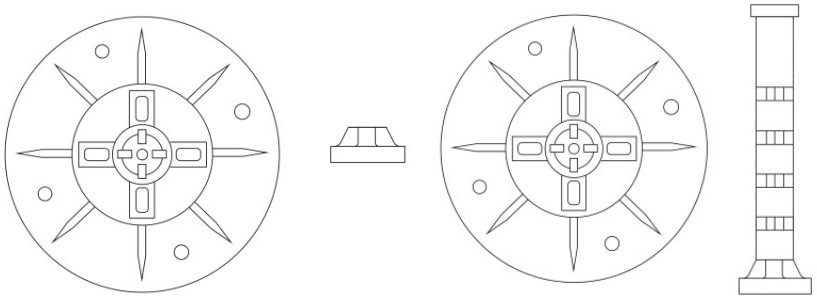
استفاده از کف کاذب درون یا برون ساختمان برای کاربری های مختلف مجاز است در ادامه اجزای تشکیل دهنده انواع کف کاذب ارائه می شود.

۸-۴-۱- کاربرد در فضای خارج

۸-۴-۱-۱- اجزای تشکیل دهنده

الف- استفاده از سنگ یا چوب فرآوری شده[۱] و یا کف‌پوش کامپوزیت چوب پلاستیک[۲] برای پوشش کف مجاز است. برای دفع آب‌های سطحی حاصل از شست‌وشو و آب باران باید بین واحدهای کف پوش درز در نظر گرفته شود.

ب- پایه تنظیم ارتفاع در فضای خارج باید از جنس پروپیلن باشد و علاوه بر توان تحمل بار، در مقابل عوامل جوی و ریزش آب نیز مقاوم باشد، بر روی کلاهک پایه‌ها، تیغه‌هایی به ضخامت ۳ میلی‌متر قرار گیرد تا پس از نصب کف‌پوش‌ها امکان درز لازم برای عبور آب را فراهم آورد. در فضاهای خارج از ساختمان باید با توجه به ریزش آب در سطح زیرین کف کاذب برای هدایت آب به آبروهای تعبیه شده، این سطح باید شیب‌بندی گردد. از این‌رو پایه‌های تنظیم ارتفاع باید امکان اصلاح شیب بر روی کلاهک تراز شونده را داشته باشد (شکل ۸-۹۲).



شکل ۸-۹۲- ارتفاع متفاوت پایه در کف کاذب فضای خارج

۸-۴-۲- کاربرد در فضای داخل

۸-۴-۲-۱- اجزای تشکیل دهنده

الف- برای پوشش کف کاذب در فضای داخلی علاوه بر مصالح مجاز برای فضای خارجی استفاده از پوشش‌های آلومینیوم، پوشش فولادی توخالی و فولادی توپر، با روکش‌های PVC، HPL آنتی‌استاتیک مجاز است. در فضاهای داخلی که ریزش آب در آن وجود ندارد کف پوش باید به شکل درز جفت اجرا گردد.

۱- thermo wood

۲- wood- plastic

ب- پایه تنظیم ارتفاع در فضای داخل باید تحمل بار طراحی را داشته باشد. جنس پایه‌ها می تواند از شبکه پروفیل فلزی یا پایه‌های فلزی قابل تنظیم و یا پایه‌های پلی پروپیلن باشد.

پ- در نصب پایه‌های تنظیم ارتفاع باید طبق دستورالعمل سازنده عمل شود.

۸-۴-۳- کف‌های کاذب آلومینیومی

مشخصات کف کاذب آلومینیومی باید مطابق با جدول شماره ۸-۲۵ باشد. زیرسازی کف کاذب باید بدون پیچ و مهره به زیرسازی متصل شود(شکل ۸-۹۳).

شکل ۸-۹۳- پانل‌های پوششی ریخته‌گری شده آلومینیومی به همراه اتصالات مربوطه

جدول ۸-۲۵- مشخصات فنی کف‌های کاذب آلومینیومی

جنس پانل	دایکاست آلومینیومی
جنس کفپوش	آنتی استاتیک ضد خش
جنس پایه	جنس پایه محور وسط فولادی ، نشیمنگاه آلومینیوم ، تحتانی آلومینیوم
ابعاد	۶۰۰×۶۰۰ میلی‌متر
ضخامت پانل	۳۸ میلیمتر
وزن پانل	۶/۵ کیلوگرم
مقاومت بار متمرکز پانل	۲۲۱۶/۵ نیوتن
مقاومت بار گستره کف	۴۶۰۰ نیوتن
مقاومت کفپوش در برابر آتش	B1
مقاومت محوری پایه	۴۸۸۶/۵ نیوتن

۸-۴-۴- کف‌های کاذب فولادی

الف- توصیه می شود از کف‌های کاذب فولادی برای مکان‌های پرتردد یا فضاهایی که کف اتاق نیازمند تحمل بارهای بزرگ‌تر مانند دفاتر،اداره‌ها، مراکز رایانه و اتاق‌های سوئیچینگ مخابراتی است، استفاده گردد.

ب- کف کاذب فولادی باید با انواع روکش‌های آنتی استاتیک پوشش داده شود.

پ- مشخصات فنی کامل کف‌های کاذب فولادی شامل جنس پانل، جنس کفپوش، جنس پایه، ابعاد پانل‌های کف پوش، میزان بار متمرکز قابل تحمل پانل و بار گستره کف، مقاومت محوری هر پایه و رده مقاومت کفپوش در برابر حریق باید مطابق با داده‌های جدول ۸-۲۶ باشد.

جدول ۸-۲۶- مشخصات فنی کف‌های کاذب فولادی

جنس پانل	فولادی ضد زنگ با رنگ اپوکسی
جنس کفپوش	آنتی استاتیک ضد خش
جنس پایه	جنس پایه محور وسط فولادی ، نشیمنگاه فولادی ، تحتانی فولادی
ابعاد	۶۰۰×۶۰۰ میلی‌متر
ضخامت پانل	۳۸ میلیمتر
وزن پانل	۱۲ کیلوگرم
مقاومت بار متمرکز پانل	۲۲۱۶/۵ نیوتن
مقاومت بار گستره کف	۴۶۰۰ نیوتن
مقاومت کفپوش در برابر آتش	B1
مقاومت محوری پایه	۴۸۸۶/۵ نیوتن

۸-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست

کلیه ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول،ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با این فصل پرداخته شده است.

۸-۵-۱- هنگام حمل صفحات روکش‌دار گچی باید خطر باد و عدم وجود مانع و عرض مسیر عبور، مورد ارزیابی قرار گیرد. هنگامی‌که ارتفاع بار مانع دسترسی به صفحات بالایی از سطح زمین باشد، باید آن‌ها را با روشی ایمن و با استفاده از وسیله حمل کننده برداشته و به سطح زمین منتقل کرد. در صورت حمل صفحات روکش‌دار گچی با وسایل حمل‌کننده، باید این صفحات از قسمت بالا و پایین و یا با دو دست از لبه پایینی و نزدیک به بدن گرفته شود.

۸-۵-۲- انبار مواد و مصالح چوبی مورد استفاده درسقف کاذب باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال بوده و مجهز به تجهیزات اطفای حریق، مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. در مورد تراشه‌های چوب، خاک اره‌ها و ... هنگام نصب نمای چوبی باید مطابق ۲-۴-۳-۵ عمل شود.

۸-۵-۳- در عملیات اجرای دیوار بنایی در ارتفاع، باید عوامل اجرایی در معرض خطر سقوط، مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۶ باشند. همچنین جایگاه‌های کار ایمن به‌ویژه وسایل دسترسی ایمن باید مطابق بند ۲-۵ برای کارگران شاغل در عملیات بنایی، اجرای سقف کاذب، جداکننده‌ها و ... تامین شود. به‌ویژه هنگام بتن پاشی دیوارهای خارجی ساختمان با روش مکانیکی با توجه به وزن قابل توجه شیلنگ و لوله و احتمال ضربه ناشی از پس زدگی دستگاه، باید تمهیدات فوق برای اپراتور بتن‌پاش مد نظر قرار گیرد.

۸-۵-۴- در صورت استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری برای ساخت جداکننده‌ها (اعم از شبکه جوش شده در دیوارهای 3D، سقف‌های کاذب و ...) باید با رعایت مفاد بند ۲-۳ انجام شود.

۸-۵-۵- هنگام ساخت ملات و به‌کارگیری آن در دیوارچینی با آجر و سفال و قرارگیری کارگران در معرض سیمان، باید ضوابط بندهای ۲-۲-۵-۱۲ و ۲-۹-۶-۱۱-ب و ث رعایت شود. برای جلوگیری از پراکندگی ذرات غبار (ذرات سیلیس) در زمان آجر و سفال در محیط کارگاه باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۹-۶-۵ به‌عمل آید. کارگران بتن‌پاش هنگام اجرای دیوارهای 3D برای جلوگیری از تنفس ذرات معلق ماسه وسیمان، باید به ماسک تنفسی مخصوص، عینک و نقاب حفاظتی، لباس کار با پوشش کامل سطح بدن، دستکش، کلاه (سربند) و کفش حفاظتی مطابق بند ۲-۱۰ مجهز باشند.

۸-۵-۶- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال از قبیل عایق‌های پلیمری پلی استایرن منبسط شونده هسته عایق دیوارهای 3D، ورق‌های پوششی و پارچه از جنس PVC، لمبه‌های چوبی سقف کاذب و مانند آن باید با رعایت ضوابط بخش ۲-۴-۳-۲ و ۲-۲-۵-۷ صورت گیرد. محل انبار این مصالح باید در مکانی خلوت و به دور از مسیر تردد کارگران قرار داشته باشد. از آنجا که هسته عایق پانل 3D، در شرایط معمولی و قبل از بتن پاشی قابل اشتعال است، استعمال سیگار و سایر ادوات مشابه و یا روشن کردن آتش‌های روباز در محل کارگاه ممنوع است. هرگونه عملیات جوشکاری در نزدیکی

محل انبار پانل‌های بتن‌پاشی نشده که احتمال آسیب رسانی به پانل داشته باشد باید با رعایت تمهیدات ویژه و با نظارت دقیق به انجام برسد. به این منظور باید تابلوهای هشدار دهنده مناسب در محل کارگاه مطابق بخش ۲-۱۱ نصب شود و به کارگران آموزش‌های لازم داده شود. از آن‌جا که هیدروکربن‌ها از قبیل تینر و بنزین، حلال پلی‌استایرن هستند، باید از نگه‌داری و انبارش این مواد در محل نصب یا انبارش پانل‌های بتن پاشی نشده جلوگیری نمود. همچنین استفاده از این مواد برای ذوب کردن هسته عایق ممنوع است.

۸-۵-۷- با توجه به احتمال آسیب رساندن مفتول‌های شبکه موجود در پانل، لازم است کارگران هنگام نصب پانل‌ها از دستکش حفاظتی استاندارد و ساقه دار از جنس برزنت یا لاستیک مخصوص استفاده نمایند. لازم است کارگران لباس کار مناسب و کاملا پوشیده بر تن داشته باشند. لباس کارگران باید قادر باشد از خراشیدگی احتمالی مفتول‌های پانل با بدن جلوگیری به‌عمل آورد.

۸-۵-۸- در مناطق یا دوره‌های زمانی که باد از سرعت قابل توجهی برخوردار است، باید برای پانل‌های نصب شده دیواری، پشت بند مناسب در نظر گرفته شود.

۸-۵-۹- بالاکشیدن تیرآهن برای اجرای سقف طاق ضربی به‌صورت دستی با طناب، کابل و نظایر آن مجاز نیست و باید از جرثقیل و یا سایر بالابرهای مکانیکی مناسب مطابق با مفاد بخش ۲-۸ استفاده شود.

۸-۵-۱۰- ضروری است کلیه اقدامات و ارزیابی‌های لازم در زمینه احتمال سقوط قطعات آجر و سفال و ملات و سقوط ابزارهای دستی عوامل اجرایی ساخت دیوارهای خارجی مطابق بند ۲-۲-۳ به‌عمل آورده شود.

۸-۵-۱۱- با توجه به احتمال آسیب رساندن رابیتس فلزی به دست هنگام اجرای سقف کاذب، کارگران باید از دستکش ساق‌دار مقاوم در برابر برش استفاده کنند.

۸-۵-۱۲- باقیمانده ملات‌های گچ و سیمان و بتن عملیات بتن‌پاشی و بنایی باید قبل از خشک شدن از روی کف زمین در کارگاه جمع‌آوری و مطابق بند ۲-۹-۶-۱ دفع شوند. ترجیحا از آب برای شستشوی آن‌ها از روی زمین نباید استفاده شود و در صورت شستشوی این مواد، پساب و رواناب ناشی از آن باید مطابق بند ۲-۹-۶-۱۳ جمع‌آوری شود.

۸-۵-۱۳- پسماندهای فلزی به‌جای مانده از اجرای سقف‌های کاذب و ... باید مطابق بند ۲-۹-۶-۱-ت جمع‌آوری شوند.

فصل نهم

نمای ساختمانی

۹-۱- کلیات

۹-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

نما در ساختمان می‌تواند برای حفاظت، زیبایی یا هر دو استفاده شود. اما در هر حال باید در برابر بارهای ناشی از باد، زلزله، سیل، نیروهای گرانشی و دیگر عوامل جوی مقاومت لازم را داشته باشد. انواع نماهای خارجی متداول شامل نمای پرده‌ای، دیوار نما و نمای مهارشده به دیوار (میان‌قابی) هستند که هرکدام می‌توانند به صورت مهارشده یا چسبانده شده اجرا شوند.

هدف از ارائه این مشخصات، دستیابی به یکنواختی در روش ساخت نمای ساختمان است تا از این طریق سازه‌های ساخته شده، از کیفیت و ایمنی بیشتری برخوردار باشند. برای آگاهی بیشتر، در خصوص جزییات ساخت انواع نماها و روش اجرای آن‌ها ضرورت دارد به ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود.

دامنه کاربرد این فصل از ضابطه کلیه ساختمان‌هایی است که در آن‌ها از نمای سنگی، آجری، آستر سیمانی، تخته‌سیمان الیافی، نمای بتن پیش‌ساخته، نمای بتن پارچه‌ای، نمای سرامیک، نمای کامپوزیت فلزی، نمای شیشه‌ای، چوبی و سیستم‌های عایق حرارتی خارجی استفاده می‌گردد.

۹-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

سازه پشتیبان: سازه پشتیبان (پشت‌بند) می‌تواند سازه ساختمان، دیوار بنایی، سیستم استاد (قوطی‌های قائم) فلزی یا مجموعه‌ای پیش‌ساخته باشد. پشت‌بند باید براساس ضوابط فصل دوازدهم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ طراحی شود.

سیستم نمای پرده‌ای: شامل قطعات نمای پیش‌ساخته و سیستم‌های گوناگون نمای شیشه‌ای، پانل‌های عایق با روکش فلزی، سیستم نمای پرده‌ای یکپارچه، پانل‌هایی با قاب فلزی دارای قطعات آجری متصل شده، بتن مسلح شده با الیاف شیشه (GFRC)، نمای سرامیکی، سنگی یا آجری با اجرای خشک می‌باشد.

سیستم نمای سنگی: این نوع نما از قطعات یا پانل‌های سنگی و متعلقات جهت اتصال آن‌ها به سازه اصلی ساختمان تشکیل می‌شود.

شیشه‌های ایمن: این نوع شیشه‌ها در برابر خردشدن ایمنی بالایی دارند و پس از خردشدن معمولاً در قاب خود باقی می‌مانند.

نمای بتن مسلح به الیاف شیشه[۱]: متشکل از سیمان پرتلند، ماسه، آب و الیاف شیشه است.

۱- GFRC

نمای بتنی مسلح شده با شبکه الیاف[1]: نوعی نمای سیمانی که در آن برای مسلح کردن نما از شبکه الیاف استفاده می‌شود.

نمای آجری: شامل دیوار آجری یک لایه، با ضخامت حداکثر ۱۰ سانتی‌متر، می‌باشد.

نمای شیشه‌ای: به نمایی که در آن از شیشه یا پلاستیک و هر نوع ماده شفاف یا نیمه شفاف دیگری در مقابل عبور نور در نمای خارجی ساختمان استفاده شده، اطلاق می‌گردد.

نمای عایق حرارتی خارجی: شامل یک لایه فوم عایق پلی‌استایرن، شبکه الیاف تسلیح از جنس الیاف شیشه، یک لایه پوشش پایه پلیمری و لایه پوشش نهایی پایه پلیمری می‌باشد که شبکه الیاف تسلیح در داخل لایه پوشش پایه قرار می‌گیرد.

۹-۲- ضوابط اجرایی

۹-۲-۱- الزامات اجرایی نمای خارجی

۹-۲-۱-۱- الزامات کلی

الف- در صورت استفاده از نمای صلب سنگین مانند نمای چسبانده‌شده سنگی یا آجری، در سیستم‌های انعطاف‌پذیر مانند قاب خمشی، باید توجه کرد که خطر آسیب این‌گونه نماها در این نوع سازه‌ها زیاد است و در صورت استفاده باید از جزییات ویژه ارائه شده در این دستورالعمل استفاده شود.

ب- باید با استفاده از جزییات ارائه شده در این دستورالعمل از قرارگیری نما تحت اثر جابه‌جایی نسبی طبقات جلوگیری شود.

پ- در تمامی نماهای اجرا شده، اجزای پوششی که وزن واحد سطح آن‌ها بیش از $50\ kg/m^2$ می‌باشد، باید در فواصل کمتر یا مساوی ۱٫۲ متر دارای مهار مکانیکی به قاب دیوار خارجی باشند. کفایت مهار در مقابل بارهای لرزه‌ای باید بر اساس معیارهای ارائه شده در این دستورالعمل ارزیابی شود. همچنین کفایت اجزای پوشش در مقابل مقادیر مورد انتظار تغییرمکان تعیین شده باید با استفاده از جزییات ارائه شده در این فصل تامین گردد.

ت- در نماهای مهار شده، قطعات نما باید توسط اتصالات مکانیکی به سازه متصل شوند. قطعات و اتصالات مزبور باید طوری طراحی شوند که قادر به تحمل تغییرشکل‌های ناشی از زلزله بدون انتقال آن به نما باشند.

ث- پنجره‌های بزرگ به‌خصوص پنجره‌های نمای مشرف به پیاده‌رو، باید دارای شیشه‌های ایمن باشند. شیشه‌ایمن شامل شیشه‌های آبدیده، شیشه‌های دارای سیم یا الیاف، شیشه‌های دارای لایه پوشش مقاوم در برابر ضربه یا پانل‌های پلاستیکی می‌باشد.

۱- TRC

ج- در مواردی که از مهار نگهدارنده در بتن استفاده می‌شود، مهار باید به میلگردهای اصلی سازه بتن مسلح متصل و مهار گردد و کفایت مهار نگهدارنده مورد استفاده در اتصالات بتنی باید برای بارهای وارد ارزیابی شود.

چ- در نمای واقع در بالای خروجی‌ها یا مسیرهای پیاده‌رو، باید از نصب قطعات بزرگ در ارتفاع بیش از ۳ متر از سطح زمین خودداری گردد. در مواقعی که احتمال سقوط این قطعات وجود دارد می‌توان با ایجاد موانع یا باغچه‌های عریض از دسترسی عابران جلوگیری کرد.

ه- مهارهای نما باید به‌صورت دوره‌ای کنترل شده و در هیچ‌کدام از اعضای اتصالات نباید نشانه‌هایی از خرابی یا زنگ‌زدگی و پوسیدگی دیده شود. مهارهای زنگ زده و یا آسیب‌دیده باید تعویض شوند.

خ- پوشش‌های محافظ در برابر شرایط جوی باید توسط اتصال‌دهنده‌های مناسب از جنس آلومینیوم، مس، یا فولاد با پوشش روی یا سایر مصالح مقاوم در برابر خوردگی به پشت‌بندها متصل شوند.

د- در نماهای پرده‌ای باید با اجرای آتش‌بند در فاصله بین نما و سقف طبقه در ترازهای طبقه از خطر انتقال آتش بین طبقات جلوگیری شود.

۹-۲-۱-۱-۱- نماهای پانلی

الف- جزئیات نماهای پانلی پیش‌ساخته باید به گونه‌ای باشد که جابه‌جایی نسبی بین پانل و سازه امکان‌پذیر باشد.

ب- هر قطعه نمای پانلی باید حداقل دارای دو عدد تکیه‌گاه برای تحمل بارهای قائم ناشی از وزن پانل در هنگام وقوع زلزله باشد.

پ- هر قطعه نمای پانلی باید حداقل دارای چهار عدد تکیه‌گاه برای بارهای خارج از صفحه (ناشی از باد، زلزله و ضربه) باشد.

ت- قطعات نمای پانلی با ضخامت کمتر از ۵۰ میلی‌متر باید به طور مستقیم به دیوار پشتیبان بنایی یا بتنی مهار گردند.

۹-۲-۱-۱-۲- سیستم نمای پرده‌ای

سیستم‌های نمای پرده‌ای به شتاب و تغییرشکل حساس هستند و ممکن است تحت اثر مستقیم شتاب و یا خرابی اتصالات ناشی از جابه‌جایی نسبی از جای خود خارج شوند. در این نماها باید ضوابط زیر رعایت شود:

الف- نمای پرده‌ای باید به نحو مناسبی به قاب سازه‌ای متصل شود و باید در محل اتصال قطعات، درزبند انعطاف‌پذیر قرارداده شود به‌گونه‌ای که در حرکات رفت و برگشتی سازه، نما آسیب نبیند.

ب- هر پانل باید دارای حداقل ۴ مهار برای هر قطعه باشد.

پ- برای قطعات بتنی پیش‌ساخته، اتصالات باید به نحوی طراحی و اجرا شوند که رفتار شکل‌پذیر داشته باشند. بدنه اتصال باید از ورق یا پروفیل‌های فولادی ساخته شده و برای حداکثر بار لرزه‌ای تشدید یافته و ۲٫۵ برابر بار باد تعیین

شده طراحی شود. توجه شود حتی در صورتی‌که بار باد، حاکم بر طراحی باشد جزییات اتصالات و مهارها باید براساس ضوابط لرزه‌ای طراحی و اجرا شوند.

ت- اعضای اتصال که ممکن است رفتاری ترد از خود نشان دهند مثل جوش‌ها، پیچ‌ها و اقلام مدفون در بتن مثل میل‌مهارها باید برای حداکثر بار لرزه‌ای تشدید یافته و ۲٫۵ برابر بار باد تعیین شده طراحی شود (در نماهای شیشه‌ای پرده‌ای، اتصالات و میل مهارها باید برای ۴ برابر بار باد تعیین شده در این دستورالعمل کنترل شوند).

ث- برای سیستم‌های نمای پانلی، پانل‌ها باید به طریقی طراحی شوند که جابجایی نسبی طبقه در قاب سازه‌ای را بدون آسیب اساسی تحمل کنند. قطعاتی که بین دو طبقه اجرا می‌شوند باید امکان جابه‌جایی نسبی را با تکیه بر اتصالات لغزشی یا خمشی یا از طریق مکانیزم گهواره‌ای ایجاد نمایند. توصیه می‌شود اتصالات لغزشی به شکل بولت امکان لغزش در سوراخ لوبیایی را داشته باشد. طول سوراخ لوبیایی باید مساوی دو برابر جابجایی نسبی طبقه مورد انتظار به‌علاوه قطر پیچ به‌علاوه فاصله لازم برای رواداری‌های اجرایی باشد. برای تامین کارایی، پیچ باید در مرکز شیار قرار گیرد.

ج- طراحی و جانمایی اتصالات باید به‌گونه‌ای باشد که رفتار حاکم بر قطعه، خمشی باشد.

چ- باید به چینش و فاصله درزها در سیستم دیوارهای پیش‌ساخته توجه ویژه‌ای شود.

ح- اجزای نما در دیوار پرده‌ای که وزن واحد سطح آن‌ها بیش از $40\ kg/m^2$ می‌باشد. باید در فواصل کمتر یا مساوی ۱٫۲ متر دارای مهار مکانیکی به قاب دیوار خارجی باشند.

۹-۲-۱-۲- حفاظت در مقابل عوامل جوی

دیوارهای خارجی باید دارای پوششی خارجی (نما) برای محافظت در مقابل عوامل جوی باشند. نمای خارجی باید شامل درزپوش مطابق ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور باشد. نما باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که با استفاده از عایق‌های رطوبتی پشت نمای خارجی از انباشت آب در دیوار جلوگیری، همچنین از تجهیزات مناسب برای زه‌کشی آب‌های وارد شده به دیوار استفاده شود. جهت رعایت الزامات مربوط به عایق‌بندی و جلوگیری از میعان در دیوارهای خارجی به فصل هشتم ضابطه (عایق کاری) مراجعه شود.

۹-۲-۱-۳- تمهیدات سازه‌ای

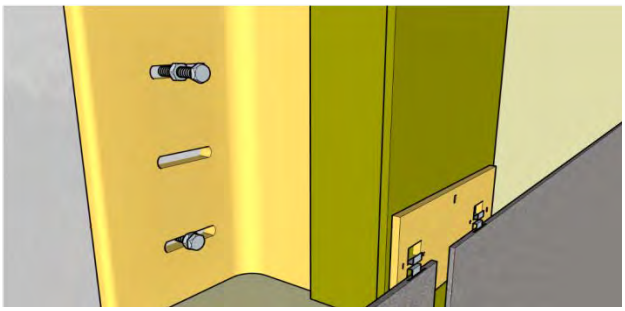
سازه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که حداکثر تغییرمکان نسبی داخل و خارج از صفحه طبقات در ساختمان‌ها به مقادیر مشخص شده در آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله _استاندارد ۲۸۰۰_ محدود شود. به‌علاوه در نماهای پرده‌ای، قاب نگهدارنده نما باید مانند شکل ۹-۱ در تراز سقف طبقات با اتصالات لوبیایی از سازه جداسازی شود و در سایر انواع نما، دیواری که نما به آن متصل می‌شود باید براساس ضوابط فصل دوازدهم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه از قاب سازه‌ای جداسازی شود.

۹-۲-۱-۴- حفاظت از آتش سوزی

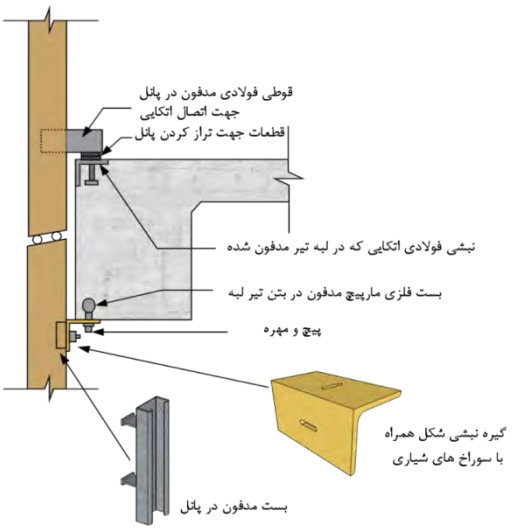
نمای خارجی باید دارای درجه مقاومت در برابر آتش، مطابق ضوابط آیین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش باشد و باید به‌گونه‌ای طراحی شود که عامل گسترش آتش سوزی نباشد.

۹-۲-۱-۵- مقاومت در برابر سیل

برای ساختمان‌های واقع در مناطق با خطر سیل، مجموعه نما و دیوارهای خارجی طبقه همکف، باید با مصالح و عایق بندی مقاوم در برابر نفوذ آب و نیروی فشاری ناشی از سیل ساخته شوند.



الف- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در اجرای خشک نمای سرامیکی



ب- نمونه اجرای اتصال لوبیایی به تیر در پانل بتنی پیش‌ساخته

شکل ۹-۱- نمونه‌هایی از اجرای اتصال لوبیایی در محل اتصال به تیر طبقه جهت جداسازی نما از جابجایی داخل صفحه قاب سازه‌ای

۹-۲-۱-۶- نماهای ترکیبی

استفاده از ترکیب نماهای مختلف در نمای ساختمانی با رعایت ضوابط زیر مجاز است:

الف- هر نوع نما باید برای بارهای وارد بر خود طراحی شود. اتصال نما نیز باید برای بارهای وارد بر آن طراحی شود.

ب- توجه ویژه‌ای باید در چینش درزها در سیستم‌های نماهای ترکیبی انجام شود. در مکان‌هایی‌که قطعات مجاور از جنس مختلف، می‌باشند یا روش اتصال آن‌ها متفاوت است، باید در سیستم‌های مختلف، درزهای اجرایی برای جلوگیری از برخورد یا حرکت غیرهماهنگ نماهای با جنس مختلف، تعبیه شود. این امر در نماهای پانلی حساس‌تر است.

پ- زمانی‌که نمای شیشه‌ای در کناره‌ها یا بالا در مجاورت نمایی از مصالح غیرانعطاف‌پذیر قرار می‌گیرد، باید درز انبساطی با حداقل اندازه ۶/۵ میلی‌متر بین آن‌ها ایجاد شود.

۹-۲-۲- الزامات اجرای نمای سنگی

سنگ‌های گرانیت، سنگ آهک، تراورتن، ماسه‌سنگ، سنگ لوح، ماربل و کوارتزیت، همچنین مصالح مورد استفاده در نمای سنگی شامل مهارهای فلزی، درزگیرها، درزپوش‌ها و آبچکان‌ها و ملات مورد استفاده در نمای سنگی به شرط رعایت مشخصات و استانداردهای ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه، قابل استفاده در نمای خارجی ساختمان‌ها می‌باشند.

۹-۲-۲-۱- انواع اجرا و مهار نمای سنگی

اجرای نمای سنگی به یکی از دو طریق زیر است:

الف- نمای سنگی چسبانده شده: نماهایی هستند که در آن از چسب یا ملات به‌همراه سایر لوازم برای اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان استفاده می‌شود. در این حالت نقش ماده چسباننده، باید تنها مهار بار ثقلی باشد و به‌منظور تحمل بار جانبی باید یکی از وسایل مهار مکانیکی ذکر شده در این فصل و در ضابطه شماره ۷۱۴، به عنوان مهار جانبی سنگ استفاده شود.

ب- نمای سنگی مهارشده: نماهایی هستند که در آن از مهار مکانیکی به همراه قاب الحاقی جداگانه برای اتصال سنگ نما به تیرهای سازه‌ای (نمای پرده‌ای) و یا از مهارهای مکانیکی جهت اتصال سنگ نما به دیوار پشتیبان (دیوار نما) استفاده می‌شود. در هر دو حالت بار ثقلی و جانبی باید توسط مهار تحمل شود.

۹-۲-۲-۲- اجرای نمای سنگی چسبانده شده

الف- اجرای نماهای سنگی چسبانده شده که با زیرسازی اندود سیمانی یا مواد چسباننده به دیوار نگهدارنده متصل می‌شوند، بدون وجود مهار لرزه‌ای ممنوع است.

ب- دیوار نگهدارنده نما باید با جزئیات مناسب که توسط مشاور در مشخصات فنی بیان می‌شود، از اثرات جابجایی نسبی طبقات جداسازی و محافظت شود و یا تغییرمکان‌های سازه با استفاده از سیستم‌های باربر جانبی صلب محدود شود.

پ- به ازای هر ۰/۲ متر مربع نمای سنگی، باید حداقل از یک مهار سیمی فولادی به قطر ۳ میلی‌متر (یا سطح معادل آن) با روکش روی یا روکش‌های غیرفلزی استفاده شود. این مهار سیمی فولادی باید حلقه‌ای با پایه‌های با طول بیش از ۴۰۰ میلی‌متر باشد. این پایه‌ها باید خم شده و در ملات درز نمای سنگی قرار گیرند. ۵۰ میلی‌متر انتهایی از هر پایه

سیمی باید با زاویه ۹۰ درجه خم شود. حداقل ضخامت ملات سیمانی که بین دیوار پشت‌بند و نمای سنگی قرار می‌گیرد، باید ۲۵ میلی‌متر باشد.

ت- مهارها باید دارای مقاومت کافی برای تحمل کل وزن نما در حالت کششی باشد. فاصله نما از دیوار پشت‌بند باید حداکثر ۵۰ میلی‌متر باشد. این فاصله باید توسط ملات سیمان پرتلند و شن نخودی پر شود. نما و دیوار پشت‌بند باید با آب تمیز خیس شده و در هنگام ریختن ملات کاملاً مرطوب باشند.

ث- استفاده از مهارهای فلزی مقاوم در برابر خوردگی که در بالای هر قطعه و یا در درزهای افقی در فاصله مرکز به مرکز ۳۰۰ میلی‌متر تا ۴۵۰ میلی‌متر نصب شده‌اند، مجاز است. این مهارها باید به نحوه مناسبی به دیوار پشت‌بند متصل شوند.

ج- در نمای چسبانده شده به دیوار پشتیبان بتنی یا بنایی، مهارهای سیمی فولادی[1] باید در برابر خوردگی مقاوم بوده و حداقل قطر ۳ میلی‌متر یا مساحت معادل آن را داشته باشند. باید حداقل ۱۵ سانتی‌متر از پایه‌های حلقه‌ها با زاویه ۹۰ درجه خم شده و در ملات درز قرار گیرند و فاصله بین حلقه‌ها[2] از مرکز و در هر دو جهت باید حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

ح-در نماهای سنگی چسبانده شده که وزن نما توسط ملات یا چسب تحمل می‌شود، استفاده از مهارهای مسلح کننده برای نگهداری لرزه‌ای نما اجباری است.

۹-۲-۲-۲-۱- انواع مهار در نمای سنگی چسبانده شده

برای مهار نمای سنگی به صورت چسبانده شده، می‌توان از روش‌های ذیل استفاده کرد. برای جزییات اجرایی کامل این روش‌ها به فصل چهارم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه رجوع شود.

الف- مهارهای پیش ساخته

استفاده از مهارهای پیش‌ساخته شامل میخ‌پرچ‌های صاف، مفتول‌های سیمی (مهارهایی از نوع فنرهای سیمی پیش‌ساخته)، پیچ‌ها یا میله‌های حدیده شده، به‌عنوان مهارهای اتصال‌دهنده سنگ نما به پانل‌هایی بتنی مجاز است.

می‌توان از چسب‌های سازگار با سنگ همراه با این مهارها استفاده نمود، هرچند اتکا به چسب، برای نگهداری سنگ به تنهایی مجاز نیست. هنگام مهار سنگ‌های زیرطاق‌ها باید دقت زیادی شود تا اطمینان حاصل شود که همه مهارها درگیر شده‌اند و بارهای قائم و جانبی را به خوبی تحمل می‌نمایند.

ب- مهارهای سیمی فولادی

مهارهای سیمی فولادی به‌کار رفته روی قطعات سنگ قائم باید تنها به‌منظور تحمل بارهای جانبی در نظر گرفته شوند. وزن قطعات سنگی قائم باید توسط لبه، شکاف، یا لقمه پشتیبان به‌صورت جدا از مهار سیمی فولادی تحمل گردد. سیم‌ها

۱- anchor ties
2- eyes or loops

باید از فولاد مقاوم در برابر خوردگی بوده و تعداد سیم‌ها برای هر قطعه سنگ نما باید حداقل ۲ و حداکثر ۴ عدد باشد. حداقل قطر سیم قطعه مهار شده با دو سیم در سطوح خارجی، ۳ میلی‌متر و درنمای داخلی، ۲ میلی‌متر باشد.

پ- مهارهای سطحی برای نماهای موجود فاقد مهار

مهارهای سطحی اساساً از نوع پیچی بوده و کاربرد اصلی آن‌ها به عنوان تقویت‌کننده برای سنگ‌هایی است که مهار آن‌ها آسیب دیده یا نماهای اجرا شده‌ای که در کل فاقد مهار بوده‌اند. جهت اسکوپ نماهای موجود توصیه می‌شود حداقل در چهار گوشه سنگ و در صورت زیاد بودن طول سنگ، در فواصل معینی در طول سنگ، محل سوراخکاری در محل بندکشی‌ها ایجاد شود تا از بروز ترک در سنگ جلوگیری گردد. محل نصب این پیچ و رول‌پلاک‌ها در درز سنگ‌ها با واشر فولادی با ضخامت حداقل ۲ میلی‌متر و حداقل قطر ۳ سانتی‌متر می‌باشد.

۹-۲-۲-۳- نمای سنگی مهار شده

الف- نمای سنگی مهار شده نمایی است که به سازه نگهدارنده خود با مهار مکانیکی متصل می‌شود. در این نوع نماها، شتاب اعمالی ممکن است سبب شکست یا خرابی اتصالات و خارج شدن قطعات نما از مکان‌شان گردد. همچنین تغییرمکان‌های نسبی سازه نگهدارنده می‌تواند باعث جابجاشدن یا دررفتن قطعات نمای مهار شده شود.

ب- قطعات نمای مهار شده باید به کمک اتصالات لغزشی یا درزها، از جابجایی نسبی طبقات مستقل شود. همچنین نما باید با اتصالاتی که با در نظرگرفتن نیروهای وارده و اثر مولفه قائم زمین‌لرزه طراحی شده، مهار شود.

پ- باید توجه خاصی به طراحی نقاطی که قابلیت تغییرشکل‌های زیادی دارند از قبیل بازشوها و گوشه‌ها معمول شود.

ت- قطعات سنگی مهار شده با ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر باید به‌طور مستقیم به دیوار پشتیبان مهار شوند.

ث- در نماهای سنگی مهار شده که وزن نما باید توسط اتصالات یا استادهای فولادی قائم تحمل شود، تیرک‌های نگهدارنده استادهای فولادی[1] که به‌عنوان نگهدارنده و پشتیبان نما اجرا می‌شوند باید در فواصل کمتر یا مساوی ۶۰ سانتی‌متر به قاب سازه‌ای متصل شده باشند. کفایت اتصال تیرک‌ها برای بارهای وارده باید کنترل گردد.

ج- در نماهای سنگی مهار شده که وزن نما توسط اتصالات و استادهای فولادی تحمل می‌گردد، در کنار بازشوی در و پنجره باید از استادهای فولادی اضافی برای مهار نمای سنگی استفاده شود.

۹-۲-۲-۳-۱- حداقل ضخامت سنگ مهار شده

ضخامت مورد نیاز سنگ برای پروژه‌های مختلف نمای سنگی باید توسط مشاور تعیین شود. حداقل ضخامت‌های اسمی برای قطعات سنگی مهار شده (اجرای خشک) ، جهت اجرا در سطوح خارجی قائم با سطح صاف باید: ۳۰ میلی‌متر برای گرانیت، سنگ لوح، سنگ آهک با چگالی بالا، مرمر و تراورتن؛ ۵۰ میلی‌متر برای سنگ‌های با پایه کوارتزی درشت دانه و سنگ آهک با چگالی کم باشد.

۱- Stud track

در صورتی‌که قطعات سنگی به‌صورت سنگ درپوش، زیرسقف، کتیبه، کف پنجره، پیش‌آمدگی یا بلوک لقمه پشتیبان استفاده شوند، به علت آنکه براثر وزن خود تحت بار خمشی دائمی قرار دارند، ضخامت آن‌ها باید افزایش یابد. مقدار ضخامت افزایش‌یافته باید توسط مشاور در مشخصات فنی بیان شود.

۹-۲-۲-۳-۲- انواع مهار در نمای سنگی مهار شده

برای مهار نمای سنگی به‌صورت چسبانده شده، باید از روش‌های ذیل استفاده نمود. جزییات اجرایی این روش‌ها در ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.

الف- لقمه‌های پشتیبان

در این روش هر یک از سنگ‌های نما جهت تحمل بارهای ثقلی و جانبی باید به‌صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل شود. بار ثقلی هر یک از قطعات سنگ نما باید به‌وسیله دو تکیه‌گاه به دیوار پشت‌بند منتقل گردد. این تکیه‌گاه‌ها شامل لقمه‌های پشتیبان نیز می‌باشند.

برای مهارهای دوخت به پشت، جهت تحمل بارهای جانبی باید از مهارهای دم دوتکه استفاده شود که قسمت انتهایی آن‌ها در داخل شیار ایجاد شده در قطعه سنگ مهار شده باشد. تعداد مهارها باید بر پایه مقاومت مهار و نیز میزان نیروی جانبی وارده تعیین شود. به‌طور کلی حداقل چهار مهار برای قطعات کوچکتر از یک مترمربع باید پیش‌بینی شود و در صورت افزایش مساحت قطعه به اتصالات بیشتری نیاز است. در هر صورت مقدار مهارها باید توسط مشاور در مشخصات فنی بیان شده باشد.

ب- ترکیب مهار بار ثقلی و بار جانبی در یک قطعه

ترکیب تکیه‌گاه بار ثقلی و مهارهای دوخت به پشت (جهت انتقال بار جانبی) در نماهای سنگی مجاز است. مهارها باید از دو قطعه فولاد ضدزنگ ساخته شوند که شامل یک ورق فولادی خمیده و یک ورق فولادی صاف می‌باشد.

۹-۲-۲-۴- اجرای نمای پرده‌ای سنگی

در نمای سنگی پرده‌ای، نمای سنگی خشک باید با استفاده از شبکه سازه‌ای قرار گرفته در پشت نما، مستقیم به تیرهای طبقات متصل شده و بارهای وارده به نما مستقیما به تیر سازه‌ای منتقل شود. در این سیستم با توجه به اینکه نمای پرده‌ای سنگی غیرشفاف است باید یک دیوار داخلی در پشت نما اجرا شود. این دیوار با توجه به اینکه بارهای خارجی ناشی از باد و طوفان به آن وارد نمی‌شود، می‌تواند سبک‌تر و دارای مقاومت کمتری باشد. باید توجه شود که قوطی‌های پشت نمای سنگی با توجه به عدم مهار به دیوار پشتی در این سیستم و طول آزاد معادل ارتفاع طبقه از مقاطع سنگین‌تری برخوردار می باشند و در محاسبات وزن اضافی آن‌ها باید در نظر گرفته شود.

۹-۲-۲-۵- درزهای بین قطعات یا پانل‌های سنگی

درزهای بین سنگ‌ها باید متناسب با موارد زیر توسط مشاور تعیین شده باشد:

الف- رواداری‌های ابعادی سنگ

ب- رواداری‌های اجرایی

پ- تغییرات ابعادی در سنگ به دلیل عواملی چون تغییرات دما، کرنش و رطوبت

ت- جابجایی‌های سازه‌ای نظیر تغییر طول ستون، تغییرمکان‌های جانبی سازه و پیچش و خیز تیر پیشانی

ث- تأثیرات بلندمدت ناشی از خزش یا جاری شدن پلاستیک

ج- مهارها

چ- درزگیرها و میله پشتیبان برای نسبت ابعادی صحیح درزگیر

جلوگیری از حرکت سنگ نما ممکن است منجر به ایجاد تنش‌های زیاده از حد و در نهایت، شکست سنگ شود. تعبیه درزهای نرم و باز سازه‌ای می‌تواند مانع از چنین شکست‌هایی گردد. درز نرم، درزی است که مانع از انتقال بار از سنگ مجاور در عرض درز می‌گردد. توصیه می‌شود عرض درز در صورتی که هر سنگ به‌صورت جداگانه مهار شده باشد بین ۲ تا ۴ برابر جابجایی پیش‌بینی‌شده باشد. در مواردی که، سنگ‌ها طوری روی هم قرار می‌گیرند که بارهای ثقلی را منتقل کنند. به منظور حفظ عملکرد غیرمقید یک درز نرم، ویژگی‌های درزگیر باید در نظر گرفته شود.

در مرحله گیرش، باید دقت شود که از ورود احتمالی مصالح سخت به داخل درزهای باز جلوگیری شود. تمرکز تنش حاصل در نقاط گیردار می‌تواند منجر به خرد شدن سنگ یا شکست احتمالی مهار یا هر دو شود.

۹-۲-۲-۶- نحوه اجرای نمای سنگی چسبانده شده بر روی ستون‌ها

در نماهای سنگی چسبانده شده باید با استفاده از جزئیات ارائه شده در فصل چهارم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه، اتصال دیوار پشتیبان به سازه محیطی را جدا نمود. این جداسازی باید به‌نحوی صورت گیرد که با اتصال نما به دیوار، امکان حرکت آن با دیوار فراهم شود و در محل‌هایی که پوشش نما از ستون‌ها عبور می‌کند باید توسط مصالح پرکننده نظیر پشم‌سنگ از چسبیدن نما به ستون‌ها جلوگیری شود. همچنین اجرای نما باید به گونه‌ای باشد که در تراز طبقات (تیر یا دال) در نما، درز انقطاع اجرا شود.

۹-۲-۲-۷- نمای پرده‌ای سنگی پیش‌ساخته

به جای نصب سنگ‌ها به‌صورت جداگانه بر روی دیوار پشتیبان، اتصال سنگ‌ها به قاب خرپایی فولادی مجاز می‌باشد. پانلی شامل سنگ و قاب، باید توسط جرثقیل تا موقعیت نصب بلند شده و به سازه ساختمان متصل شود. جزییات اجرایی این نما در فصل چهارم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.

۹-۲-۲-۸- رواداری‌ها

در اجرای نماهای سنگی باید رواداری‌های معمول براساس ضابطه شماره ۷۱۴ رعایت شود.

۹-۲-۳- الزامات اجرای نمای آجری

۹-۲-۳-۱- انواع نمای آجری

دیوار پشتیبان که نمای آجری بر روی آن نصب می‌شود، ممکن است سازه‌ای یا غیر سازه‌ای باشد. در ساختمان‌های حداکثر تا چهار طبقه، دیوارهای پشتیبان می‌تواند میانقابی باشد، در غیر این حالت دیوار پشتیبان باید از قاب جداسازی شود. جزییات اجرایی دیوار پشتیبان باید براساس ضوابط ارائه شده در فصل دوازدهم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ باشد.

آجرهای مورد استفاده در نمای ساختمانی به انواع آجر رسی، آجر ماسه آهکی، آجر مارنی و آجر بتنی تقسیم‌بندی می‌شوند که هر کدام از آن‌ها می‌توانند به صورت توپر، سوراخ‌دار یا صفحات نازک (پلاک) باشند. مشخصات انواع آجر باید مطابق با فصل پنجم ضابطه شماره ۷۱۴ باشد.

۹-۲-۳-۲- الزامات کلی نمای آجری

ضوابط این بخش به طور خاص برای نماهای آجری می‌باشد و در مورد سایر نماها کاربرد ندارد. الزامات کلی نماهای آجری که باید در حین اجرا رعایت شوند، عبارتند از:

الف- نمای آجری باید توسط نبشی یا اعضای فولادی مشابه در هر طبقه، بالای طبقهٔ اول مهار شود. کفایت این مهارها برای بار وارده باید توسط مشاور کنترل گردد.

ب- نمای آجری باید توسط مهارهایی از جنس فولاد ضدزنگ یا دارای پوشش گالوانیزه در فواصل کمتر یا مساوی ۶۰ سانتی‌متر به دیوار پشتیبان متصل شود. این مهارها باید برای نیرو وارده طراحی شده باشند.

پ- نمای آجری باید در نزدیک محل بازشوها یا محل درزها یا سایر ناپیوستگی‌ها به دیوار پشتیبان مهار شود. این مهارها باید قابلیت تحمل بارهای وارده را داشته باشند.

ت- در نماهایی که با فاصله از دیوار پشتیبان و توسط استادهای فولادی نگهداشته شده‌اند، درزهای زه‌کشی و زه‌کش پایهٔ دیوار باید پیش‌بینی شود. در صورت عدم وجود درز، باید نسبت به تعبیه آن اقدام شود.

ث- مهارهای لرزه‌ای نما در نماهای آجری می‌توانند شامل سیم‌های فلزی یا گیره‌هایی باشند که از یک سو توسط مهار مکانیکی به دیوار پشتیبان نما متصل شده و از سوی دیگر در ملات بین ردیف‌های نما قرار گرفته‌اند. برای مقابله با زلزله باید علاوه بر موارد فوق یک میلگرد افقی در ملات دیوار (در راستای دیوار) نیز قرار گرفته و به مهار نیز متصل باشد.

ج- از سیم یا میلگردهای مستقیم برای مهار نمای آجری به‌خصوص در صورتی که لایه‌ای از عایق یا هوا بین نمای آجری و دیوار پشتیبان فاصله انداخته باشد، نباید استفاده شود.

ح- درزپوش‌ها و حفرات زه‌کشی در نمای آجری مهار شده باید در اولین لایه آجر و در بالای سطح تمام شده زمین و بالای پی یا دال و سایر نقاط تکیه‌گاهی از جمله کف‌های سازه‌ای، نبشی‌های نگهدارنده نما و نعل درگاه‌هایی که نما به آن‌ها متصل شده‌اند، قرار گیرند.

در نمای آجری خارجی چسبانده شده نیز باید موارد زیر رعایت گردد:

الف- درزپوش در تراز پی: یک درزپوش با حداقل ضخامت ۰/۵ میلی‌متر گالوانیزه یا پلاستیکی با حداقل بال متصل عمودی با ارتفاع ۹۰ میلی‌متر نصب گردد و تا حداقل ۲۵ میلی‌متر زیر تراز پی در دیوارهای پشتیبان دارای استاد فلزی ادامه یابد. آب‌بند باید تا روی قسمت خارجی درزپوش ادامه یابد.

ب- فواصل مجاز: در دیوارهای پشتیبان دارای استاد فلزی، نمای چسبانده شده باید در فاصله حداقل ۱۰۰ میلی‌متر از سطح زمین یا حداقل۵۰ میلی‌متر از نواحی دارای پوشش عایق رطوبتی یا ۱۲ میلی‌متر بالای نواحی پیاده‌رو خارجی که دارای پی مشترک با دیوار خارجی است، نصب شود.

۹-۲-۳-۳- نماهای مهار شده

واحدهای آجر باید حداقل ۵۰ میلی‌متر ضخامت داشته باشند. باید وزن نما در تراز هر طبقه به نبشی تکیه‌گاهی نصب شده در آن طبقه اعمال شود و نما باید توسط یکی از انواع مهارهایی که در فصل پنجم ضابطه شماره ۷۱۴ ذکر شده، برای تحمل بار جانبی مهار شود.

۹-۲-۳-۴- نماهای چسبانده شده

در نماهای چسبانده شده، بارها به‌وسیله مهارهای مکانیکی مناسب از نما به دیوار پشتیبان انتقال می‌یابد و خمش خارج از صفحه برای جلوگیری از جدایی نما از دیوار پشتیبان باید محدود شود. جزییات اجرایی نمای آجری چسبانده شده در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است. ضخامت هر یک از واحدهای آجر نمای چسبانده شده نباید بیشتر از ۶۰ میلی‌متر باشد. دیوار پشتیبان باید براساس فصل دوازدهم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ مسلح شده باشد.

۹-۲-۴- الزامات اجرای نماهای سیمانی

۹-۲-۴-۱- مشخصات نماهای سیمانی

نماهای اندود سیمانی از دسته مصالح ترد محسوب می‌شوند و در تغییرمکان‌های حتی اندک، این اندودها دچار ترک خوردگی می‌شوند. اجرای مستقیم این نماها بر روی دیوارهای برشی بتنی به علت آسیب دیدن این نماها براثر تغییر

شکل‌های دیوار در هنگام زلزله در ساختمان‌هایی که طبق تقسیم‌بندی استاندارد ۲۸۰۰ جزو ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد محسوب می‌شوند باید با ملاحظات ویژه‌ای انجام پذیرد.

توصیه می‌شود نمای سیمانی به‌صورت دولایه به نام‌های لایه پایه و لایه آستر نهایی، روی دیوار اجرا شود. اجزای تشکیل‌دهنده لایه پایه، سیمان پرتلند، آهک، ماسه و آب می‌باشد. در لایه پایانی، آب باید به سیمان پرتلند و آهک اضافه می‌شود. ضروری است که آستر نهایی بی‌وقفه اجرا شود. وقفه تنها در درزهای کنترلی و درزهای انبساط مجاز است. استفاده از دو نوع مخلوط برای لایه نهایی شامل مخلوط سیمانی پرتلند و مخلوط پلیمری اکریلیک مجاز است. همچنین می‌توان در لایه نهایی به مخلوط رنگ اضافه نمود.

۹-۲-۴-۲- اجرای نمای سیمانی

نمای سیمانی اجرا شده بر روی دیوارهای خشک باید متشکل از دو لایه (لایه پایه اول و لایه پایه دوم) باشد و از آنجا که سطح نمای سیمانی، تقریبا نازک (۲۳ میلی‌متر) و شکننده می‌باشد، باید دیوار از سختی کافی برخوردار باشد. انعطاف پذیری بیش از حد دیوار باعث ایجاد ترک در نمای سیمانی می‌شود و این امر منجر به زوال سریع دیوار ناشی از نفوذ آب، خرابی ناشی از یخ زدن و ذوب شدن می‌گردد.

سطح آجری باید تمیز و عاری از نقص باشد تا اتصال بین نمای سیمانی و مصالح بنایی را با اختلال همراه نسازد. با توجه به آنکه مصالح بنایی متخلخل می‌باشند، ممکن است آب را از مخلوط جذب نموده و آب کافی درنمای سیمانی باقی نماند. بنابراین، سطح بنایی باید قبل از اجرای لایه پایه خیسانده شود.

به‌علت آنکه دیوار بتنی به اندازه دیوار بنایی زبر و جاذب آب نیست، توصیه می‌شود بر روی دیوار بتنی پیش از اجرای نمای سیمانی، ماسه‌پاشی سبک همراه با یک لایه دوغاب انجام شود. ضخامت کلی نمای سیمانی برروی دیوار بتنی نزدیک به ضخامت آن بر روی دیوار بنایی است و استفاده از الیاف کوتاه در این نما اجباری است. جزییات اجرایی نمای سیمانی در فصل ششم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۵- الزامات اجرای نمای سرامیک

استفاده از دو روش نصب تر یا روش چسبانده شده و روش نصب خشک یا روش مهار شده در نصب سرامیک در نمای ساختمان‌ها مجاز است. اجرای نمای سرامیکی با روش تر در نمای خارجی ساختمان‌ها ممنوع می‌باشد. در روش نصب خشک، اتصالات، باید بارهای ثقلی ناشی از وزن سرامیک و اجزای آن به علاوه بارهای جانبی وارده شامل بارهای زلزله، بارهای فشار و مکش باد را تحمل کنند. همچنین این نوع نما باید در برابر بارهای ضربه ناشی از برخورد قطعات مختلف به آن‌ها به‌خصوص قطعات جابجا شده توسط تندبادها، کنترل شوند.

در نماهای سرامیکی مهار شده که وزن نما توسط اتصالات یا استادهای فولادی قائم تحمل می‌شود، فواصل استادهای فولادی یا آلومینیومی که به‌عنوان نگهدارنده و پشتیبان نما اجرا می‌شوند باید کمتر یا مساوی ۶۰ سانتی‌متر باشند. کفایت

اتصال این اعضا به قاب سازه‌ای باید برای بارهای وارد کنترل گردد. در کنار بازشوهای در و پنجره باید از استادهای فولادی یا آلومینیومی اضافی برای مهار نمای سرامیکی استفاده شود.

۹-۲-۵-۱- نصب خشک سرامیک

مشخصات و الزامات سرامیک‌های پرسلان یا سرامیک‌های تراکوتا قابل استفاده در روش نصب خشک سرامیک در فصل هفتم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است. با توجه به نوع سیستم اجرای سرامیک (نمای پرده‌ای یا دیوار نما)، بار وارد به نمای سرامیکی باید به تیرهای طبقات یا دیوار پشتیبان نما منتقل شود.

۹-۲-۵-۲- نصب سرامیک تراکوتا

در نصب این نوع از سرامیک‌ها، ریل فواصل اتصال‌دهنده‌ها باید با توجه به نیروهای وارده توسط مشاور مشخص گردد. ریل در هنگام نصب باید شاقول باشد. در صورت نصب نامناسب ریل، نصب پانل‌ها دچار مشکل شده و باعث ایجاد ضعف‌هایی در کل سیستم خواهد شد. جزییات نصب سرامیک تراکوتا در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۵-۳- نصب خشک سرامیک پرسلانی

در نصب خشک سرامیک پرسلان باید به نکات زیر توجه شود:

الف- پروفیل‌های قائم باید در تراز طبقات، قطع شوند تا هر طبقه عملکردی جداگانه از سایر طبقات داشته باشد و نما تحت اثر جابجایی‌های نسبی طبقات قرار نگیرد.

ب- به‌منظور جلوگیری از سقوط سرامیک‌ها از نما، باید سطح پشت تمامی سرامیک‌ها در نمای خارجی ساختمان‌های پنج طبقه و بیشتر با استفاده از شبکه الیاف شیشه و چسب مناسب مسلح گردند.

پ- فاصله آزاد مجاز بین سرامیک‌ها ۴ تا ۸ میلی‌متر می‌باشد.

ت- باید از لاستیک‌های ضربه‌گیر در محل شیار پروفیل‌های قائم استفاده نمود.

۹-۲-۶- الزامات اجرای نماهای شیشه‌ای

۹-۲-۶-۱- الزامات عملکردی نماهای شیشه‌ای

در اجرای نماهای شیشه‌ای الزامات زیر باید رعایت شود:

الف- شیشه‌های موجود بر روی تیغه‌ها و قاب‌های منفردی که دارای مساحت بیش از ۱/۵ متر مربع می‌باشند و در ارتفاع بیش از ۳ متر در بالای محل عبور عابرین پیاده نصب شده‌اند، باید از جنس لایه‌ای (لمینیت)، آبدیده یا شیشه‌های با مقاومت بالا باشند که هنگام شکستن در داخل قاب شیشه باقی بمانند. شیشه‌های آبدیده در اثر شکستن، باید به‌صورت تکه‌های ریز بدون گوشه تیز خرد گردند. شیشه‌های لایه‌ای (لمینیت) باید پس از شکستن در محل خود باقی

بمانند و در صورت شکستن به صورت تکه تکه در نیایند. توصیه می‌شود از شیشه‌های لایه‌ای برای پنجره‌های نمای طبقه اول جهت جلوگیری از سرقت استفاده شود.

ب- در نماهای شیشه‌ای فاصله آزاد شیشه در قاب حتما باید به‌منظور تامین فضای آزاد کافی برای تغییر مکان‌های ناشی از زلزله رعایت گردد.

پ- در نماهای شیشه‌ای اسپایدر، هرکدام از پانل‌های شیشه‌ای نمای ساختمان باید حداقل با ۴ عدد اتصال، مهار شوند

ت- برای جلوگیری از پرتاب شدن قطعات شیشه در اثر باد یا زلزله در موقعیت‌هایی که پنجره‌ها در ارتفاع بیش از سه متر از سطح زمین قرار دارند، توصیه می‌شود از لایه نازک پلاستیکی (استیکر) استفاده شود.

ث- در جایی که نمای سازه‌ای خارجی شیشه‌ای در ارتفاعی کمتر از ۴/۵ متر بالای تراز پیاده‌رو قرار دارد، هیچ‌کدام از قطعات آن نباید بیش از ۰/۹ مترمربع مساحت داشته باشند و در جایی که این فاصله بیشتر از ۴/۵ متر است مساحت آن باید کمتر از ۰/۵ مترمربع باشد.

ج- طول و ارتفاع قطعه نمای سازه‌ای خارجی شیشه‌ای نباید بیش از ۱/۲ متر باشد.

ح- ضخامت نمای شیشه‌ای خارجی نباید کمتر از ۹ میلی‌متر باشد.

خ- در جایی که نمای شیشه‌ای تا سطح پیاده‌رو امتداد می‌یابد، هر قطعه شیشه باید در یک قالب فلزی مطمئن قرار گرفته و در ارتفاع حداقل ۵ میلی‌متر بالاتر از مرتفع‌ترین نقطه پیاده‌رو نصب شود. فاصله بین قالب و پیاده رو باید کاملاً درزبندی شده و آب‌بندی شود.

د- درزهای افقی بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر باید توسط یک ماده یا وسیله غیرصلب پر شوند. وقتی نمای شیشه‌ای در کناره‌ها یا بالا در مجاورت مصالح غیر انعطاف پذیر قرار می‌گیرد، باید درز انبساطی با حداقل بعد ۶/۵ میلی‌متر بین آن‌ها ایجاد شود.

ذ- در نمای شیشه‌ای نصب شده در ارتفاع بیش از ۳/۵ متر از سطح تراز پیاده‌رو، باید علاوه بر ماستیک و نبشی، در هر ضلع عمودی و افقی یا در هر ۴ گوشه قطعات شیشه‌ای از مهار استفاده شود. مهارها باید به‌وسیله پیچ یا سایر انواع مهار به سازه نگهدارنده متصل گردند. مهارها باید طوری طراحی شوند که بتوانند به تنهایی نمای شیشه‌ای را با چشم‌پوشی از درزگیر در صفحه عمودی مهار کنند. نبشی‌های مورد استفاده به‌عنوان تکیه‌گاه و مهارها باید برای بارهای وارد طراحی شوند.

ر- لبه‌های نمای شیشه‌ای که در معرض دید هستند باید با درزپوش‌های فلزی مقاوم در برابر خوردگی درزبندی شده و با مصالح آب‌بند طوری آب‌بندی شوند که از ورود رطوبت به داخل فضای بین نمای شیشه‌ای و سازه نگهدارنده جلوگیری شود.

۹-۲-۶-۲- انواع سیستم‌های نمای شیشه‌ای

سیستم‌های دیوار پرده‌ای شیشه‌ای بر اساس ساختار آن‌ها به ۵ نوع به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف- سیستم‌های نصب درجا

ب- سیستم‌های پیش ساخته

پ- سیستم‌های قطعه و وادار

ت- سیستم‌های پانلی

ث- سیستم‌های پوشش ستون و تیر درگاه

جزییات این سیستم‌ها در فصل هشتم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۶-۳- دیوارهای پرده‌ای نصب شده از داخل و نصب شده از خارج ساختمان

پانل‌های شیشه در روش نصب از خارج باید به دو روش ذیل در جای خود مهار شوند:

الف- به وسیله صفحه‌های فشاری نگهدارنده شیشه[۱]

ب- آب‌بند سیلیکونی سازه‌ای که باعث چسباندن شیشه می‌شود[۲]

در روش نصب از داخل، پانل‌های شیشه‌ای باید به‌وسیله کارگرانی که در طبقات سازه مستقر شده‌اند، نصب شوند. جزییات این روش نصب در ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۶-۴- نماهای شیشه‌ای نامتعارف

در این سیستم‌ها از مقاطع آلومینیومی استفاده نمی‌شود و متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از:

الف- نمای شیشه‌ای مهار شده با خرپاهای کابلی[۳]

ب- نمای شیشه‌ای مهار شده با کابل پیش‌کشیده[۴]

پ- نمای شیشه‌ای دو لایه[۵]

جزییات این نوع نماها در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۶-۵- دیوارهای شیشه‌ای دو پوسته

در سیستم دیواره دو پوسته باید از دو دیوار شیشه‌ای با فاصله ۰٫۳ تا ۰٫۵ متر استفاده شود. هوای موجود در این فاصله به عنوان یک حائل بین دو لایه عمل کرده و دمای هوای خارج را متعادل می‌کند و همچنین به عنوان یک فضا[۶] برای سیستم تهویه ساختمان عمل می‌کند. لایه خارجی می‌تواند شامل شیشه‌های هوشمند و محافظ در برابر خورشید باشد.

۱- pressure plate-captured glass

۲- structural silicone sealant-adhered glass

۳- Glass wall supported by cable trusses

۴- Glass wall supported by a pretensioned cable net

۵- Double-skin glass walls

۶- plenum

۹-۲-۶-۶- عملکرد سازه‌ای دیوارهای شیشه‌ای

مهارهای بار ثقلی دیوارهای شیشه‌ای، که وزن دیوار را به سازه منتقل می‌کنند، باید برای تحمل بارهای لرزه‌ای و باد نیز طراحی شده باشند. تامین جزئیات لازم جهت مقاومت دیوارهای پرده‌ای در برابر بارهای جانبی ، ناشی از زلزله لازم است. جزییات بارهای وارد بر نماهای شیشه‌ای و معیارهای کنترلی جابجایی آن‌ها در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۷- الزامات اجرای نمای بتنی پیش ساخته

پانل‌های بتنی پیش‌ساخته برای تمامی شرایط آب و هوایی مناسب و قابل اجرا می‌باشند. استفاده از پانل‌های بتنی پیش‌ساخته در ساختمان‌های با ارتفاع متوسط تا بلند، توصیه می‌شود. ارتفاع پانل‌های بتنی باید به اندازه ارتفاع یک طبقه باشد. توصیه می‌شود پانل‌های بتنی پیش‌ساخته تا حد ممکن بزرگ ساخته شوند و به دلایل سازه‌ای هر پانل با پهنای معادل دهانه بین ستون‌های ساختمان ساخته و نصب شوند.

۹-۲-۷-۱- مقاومت بتن

مقاومت ۲۸ روزه بتن مصرفی در پانل‌ها باید به حد کافی بالا باشد تا هنگامی که قطعه از قالب در آورده می‌شود قادر به تحمل تنش‌هایی که در حین باز کردن قالب‌ها و انجام عملیات حمل‌ونقل به بتن وارد می‌شود، باشد. از این رو بتنی که در پانل‌های پیش ساخته به کار می‌رود باید حداقل دارای مقاومت مشخصه ۲۸ روزه‌ای معادل ۳۲ مگاپاسکال باشد.

توصیه می‌شود به دلیل زیبایی ساختمان و مسائل اقتصادی، در تهیه بتن تشکیل‌دهنده پانل‌ها دو طرح مخلوط مختلف که یکی برای پشت پانل‌ها (که بخش سازه‌ای محسوب می‌شود) و دیگری برای بخش رویی (که از نظر زیبایی مهم‌تر است) مورد استفاده قرار گیرد. در این شرایط باید ضرایب انبساط و انقباض هر دو بخش با هم برابر باشند تا از ایجاد اعوجاج و ناهمگونی در پانل‌ها جلوگیری شود. مقاومت، اسلامپ و نسبت آب به سیمان هر دو طرح تقریبا باید نزدیک به هم باشد. در تهیه پانل‌ها، قالب‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که ابتدا بتن رویه و پس از آن بتن سازه‌ای ریخته شود. ضخامت بتن رویه بستگی به اندازه دانه‌های به‌کار رفته در بتن دارد ولی در کل نباید از ۲/۵ سانتی‌متر کمتر باشد.

۹-۲-۷-۲- ضخامت پانل

ضخامت سازه‌ای پانل باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر باشد. با توجه به ضخامت بتن رویه که برای زیبایی ریخته می‌شود، ضخامت کل پانل نباید از ۱۲/۵ سانتی‌متر کمتر باشد. از آنجایی‌که ابعاد پانل‌ها معمولاً حداکثر ممکن انتخاب می‌شود، حداقل ضخامت معادل کل ۱۵ سانتی‌متر برای پانل‌ها توصیه می‌شود.

۹-۲-۷-۳- اتصال پانل‌های بتنی پیش ساخته به سازه

جهت اتصالات پانل‌های بتنی به ساختمان‌ها باید از یکی از روش‌های ذیل استفاده شود:

الف- اتصال جهت انتقال بار ثقلی

ب- اتصال جهت انتقال بار جانبی

برای هر پانل دو اتصال برای بار ثقلی کافی است که تکیه‌گاه اتکایی نامیده می‌شوند و توصیه می‌شود تا جایی که ممکن است، نزدیک به ستون‌ها پیش‌بینی شوند. برای اتصالات مربوط به بار جانبی که دوخت به پشت نامیده می‌شوند، حداقل دو عدد و یا بیشتر باید پیش‌بینی شوند. جزییات این اتصالات در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است. حداقل فاصله آزاد افقی بین پانل‌های پیش‌ساخته و قاب سازه‌ای ساختمان ۵ سانتی‌متر است.

۹-۲-۷-۴- نمای ظاهری پانل‌های پیش‌ساخته

پوشش رویه خارجی پانل‌های بتنی پیش‌ساخته با آجر یا سنگ در هنگام ساخت مجاز است. جزییات و الزامات این پوشش‌ها در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۸- الزامات اجرای نمای کامپوزیت

۹-۲-۸-۱- مواد و مصالح

پانل کامپوزیتی آلومینیومی باید متشکل از دو لایه آلومینیوم به ضخامت ۰٫۳ تا ۰٫۵ میلی‌متر، یک هسته از جنس پلیمر ترموپلاستیک (معمولاً پلی‌اتیلن[۱]) یا یک ماده معدنی پرکننده به ضخامت ۳ تا ۵ میلی‌متر و لایهٔ خارجی که دارای یک پوشش آستر از رزین اپوکسی[۲] و یک لایهٔ پلی‌وینیلیدن‌فلوراید[۳] یا پلی‌استر[۴] و... جهت تثبیت رنگ باشد. روی سطح پانل کامپوزیت آلومینیوم باید با یک لایهٔ فیلم پلیمری محافظت شود. جزییات این نوع نما در فصل دهم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۸-۲- رواداری‌ها و مشخصات

در پانل‌های با کاربرد نمای خارجی باید حداقل ضخامت پانل ۴ میلی‌متر باشد. ضخامت ورق آلومینیوم روی پانل‌های با کاربرد نمای خارجی باید حداقل ۰٫۴ میلی‌متر و ضخامت آلومینیوم زیرین باید حداقل ۰٫۳ میلی‌متر باشد. جزییات رواداری‌ها و مشخصات پانل‌ها در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۸-۳- انواع سیستم‌های نصب پانل‌های کامپوزیت آلومینیوم

سیستم‌های مختلف نصب پانل کامپوزیت آلومینیوم باید به یکی از روش‌های زیر باشد:

الف- روش ثابت

۱- Polyethylene

۲- Epoxy Resin

۳- Polyvinylidene Fluoride

۴- Polyester(توصیه می‌شود برای بخش داخلی کامپوزیت یا دکوراسیون داخلی استفاده شود)

ب- روش آویزان

پ- روش H، L

ت- روش ثابت-ریلی

ث- روش هوک

جزییات روش‌های نصب در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۹- الزامات اجرای نماهای خاص

۹-۲-۹-۱- نمای سنگی مصنوعی

ضخامت نمای سنگی مصنوعی، باید حداقل ۶/۵ میلی‌متر باشد که به‌صورت لانه‌زنبوری به لایه شبکه آلومینیومی چسبانده می‌شود. فضای بین آن دو باید با سیمان اپوکسی مسلح شده با الیاف کوتاه پر شود. حداقل ضخامت لایه سیمانی باید ۱۹ میلی‌متر باشد. جزییات اجرایی این نوع نما در فصل یازدهم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۹-۲- نمای سیستم‌های عایق حرارتی خارجی

در این نما بین لایه‌های مختلف، درزبندها، درزپوش‌ها و ادوات اتصال باید سازگاری وجود داشته باشد. پوشش پایه در این سیستم باید شامل سیمان پرتلند اصلاح شده با پلیمر باشد که حداقل باید ۶ میلی‌متر ضخامت داشته دارد. توصیه می‌شود ضخامت لایه نهایی (شبکه الیاف، پوشش پایه و پوشش نهایی) حدود ۳ میلی‌متر باشد.

در این نما باید درزهای انبساطی و لرزه‌ای پیش‌بینی شود. درزها باید در نما در تراز زیر تیر طبقات، در جایی که دیوار دارای نمای EIFS[1] در مجاورت با نمایی از یک مصالح دیگر قرار می‌گیرد و در محل تغییرات جلوآمدگی یا تورفتگی نما انجام شود. در صورت رعایت جزییات مشابه جزییات ارائه شده در نمای چسبانده شده سنگی برای ستون‌ها، نیازی به ایجاد درز لرزه‌ای در کنار ستون‌ها نمی‌باشد؛ در غیر اینصورت باید درز لرزه‌ای در بر ستون‌ها نیز اجرا شود. جزییات اجرایی این نوع نما در فصل یازدهم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۹-۳- نمای بتن مسلح به الیاف کوتاه شیشه[2]

پانل‌های مسلح شده به الیاف شیشه‌ای نیازی به تسلیح فولادی ندارند. طول الیاف شیشه باید در حدود ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر باشد و به‌صورت تصادفی در داخل مخلوط بتن توزیع شوند. از آنجایی که الیاف شیشه معمولی در برابر سیمان پرتلند واکنش می‌دهند، در این پانل‌ها باید از الیاف شیشه مقاوم در برابر قلیا استفاده شود.

۱- External Insulation and Finishing Systems

۲- GFRC

نمای GFRC پیش‌ساخته شامل پانل GFRC، قاب پشتیبان فولادی سرد نورد شده و اتصال‌هایی است که پانل GFRC را به قاب پشتیبان متصل می‌کنند. پانل GFRC باید ضخامتی در حدود ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر داشته باشد. پانل GFRC به قاب متشکل از اعضای فولادی سرد نورد شده، باید متصل گردد. پانل GFRC در فاصله‌ای در حدود ۵ سانتی‌متر از صفحه قاب به وسیله مهارهای میله‌ای باید نصب شود. توصیه می‌شود مهارها از میلگردهایی که به صورت L شکل خم شده‌اند، تشکیل شده و قطری برابر با یک سانتی‌متر داشته باشند. بهتر است برای ایجاد مقاومت در برابر خوردگی، از فولاد آبکاری شده با کادمیوم در مهارها استفاده گردد.

از آنجاکه دیواره GFRC به هنگام تاثیر رطوبت و تغییرات دما دچار تغییر اندازه می‌شود، مهارها باید انعطاف‌پذیری قابل قبولی داشته باشند تا به هنگام وقوع این تغییرات، تنش قابل توجهی در دیواره ایجاد نشود. توصیه می‌شود از راهکار جدا کردن مهار از قاب و تنها جوش دادن انتهای مهار به قاب استفاده شود. جزییات اجرایی این نوع نما در ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۹-۴- نمای بتنی مسلح شده با شبکه الیاف TRC

توصیه می‌شود ضخامت لایه سیمانی در این نوع نما بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. نسبت مناسب سیمان و سنگ دانه در لایه سیمانی ۱ به ۲ می‌باشد. می‌توان از پوزولان‌ها به عنوان جایگزین قسمتی از سیمان استفاده کرد. در این روش باید از شبکه الیاف شیشه مقاوم به قلیا (AR-Glass) با مقاومت تسلیم بیش از ۱۰۰۰ مگاپاسکال یا شبکه الیاف کربن با مقاومت تسلیم بیش از ۳۰۰۰ مگاپاسکال استفاده شود.

شبکه الیاف باید دارای ساختار دو جهته باشد. در شبکه الیاف دوطرفه، در هر دو جهت نخ‌ها از مقاومت کششی بالایی برخوردار می‌باشند. فاصله بین چشمه‌ها (یک نخ تا نخ مجاور) در ساختار شبکه‌ای بنا به طراحی می‌تواند متفاوت باشد. اما این فاصله نباید از ۵ میلی‌متر کمتر و از ۱۰ میلی‌متر بیشتر باشد. همچنین حداکثر اندازه سنگدانه مورد استفاده در ملات، برای اتصال شبکه الیافی باید از نصف فاصله باز بین چشمه‌ها بیشتر نباشد.

الیاف شیشه مورد استفاده در محیط سیمانی حتماً باید از الیاف شیشه مقاوم به قلیا باشند. الیاف شیشه مقاوم به قلیا باید دارای حداقل ۱۶ درصد زیرکونیا (ZrO_2) باشد. تعیین سطح مقطع نخ، دانسیته، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته، تعیین درصد زیرکونیا در الیاف و آزمون مقاومت به قلیا از جمله آزمون‌های ضروری برای شناخت ویژگی‌های الیاف شیشه می‌باشند. جزییات اجرایی این نوع نما در فصل یازدهم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۲-۹-۵- نمای تخته‌سیمانی و تخته‌سیمان الیافی

تخته‌سیمان الیافی صفحاتی پیش‌ساخته به‌طور عمده در نمای خارجی قابل استفاده هستند. در آن‌ها باید از الیاف برای مسلح سازی و تقویت خصوصیات کششی و خمشی ماتریس سیمانی استفاده شود. الیاف باید به‌صورت پراکنده و تصادفی

و یا به‌صورت منظم در ماتریس سیمانی قرار گرفته باشند. ظاهر این صفحه‌ها می‌تواند خودرنگ (رنگ واقعی سیمان)، رنگی (به رنگ و فام دلخواه) و بافت‌دار (به طرح دلخواه) باشد.

۹-۲-۹-۶- الزامات اجرایی صفحات سیمان الیافی

الف- دیوار پشتیبان نمای تخته سیمانی می‌تواند دیوار مصالح بنایی یا بتنی طبق ضوابط فصل دوازدهم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه و یا دیوار سبک سرد نورد طبق ضوابط فصل هفتم ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه کشور باشد.

ب- در صورت اجرای این نوع از نما با قاب فلزی سرد نورد، مشخصات، ضوابط و جزییات دیوار سبک سرد نورد باید در جزییات اجرایی دیوار رعایت شود.

پ- در سیستم دیوار سبک سرد نورد، رعایت جزییات فصل دوازدهم ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه و ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه در خصوص عدم اتصال دیوار به زیر سقف و عدم انتقال بار ثقلی سازه به دیوار و قطعات نمای تخته سیمانی برای جلوگیری از ترک خوردن و آسیب دیدن این نماها ضروری است.

ت- دیوار سبک سرد نورد پشتیبان باید دارای پوشش گالوانیزه از جنس روی به ضخامت تعیین شده در ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه کشور باشد (پوشش Z180).

ث- در حین برش صفحات سیمانی، برای جلوگیری از تنفس غبار حاصل، باید الزامات ایمنی کار و استفاده از تجهیزات ایمنی رعایت گردد. در صورت استفاده از صفحات سیمانی به‌صورت نمایان، باید محل‌های برش‌خورده در پای کار با مواد مخصوص (واکس) پوشش داده شود تا از نفوذ آب ناشی از بارندگی به داخل تخته‌ها جلوگیری شود.

ج- در حین انتخاب صفحات سیمانی، باید به رده‌بندی آن‌ها از نظر حداکثر و حداقل دمای کاربرد توجه شود.

چ- درز انبساط بین صفحات سیمان الیافی برای کاربردهای درونی و بیرونی ساختمان باید بر اساس حداکثر ضریب انبساط حرارتی تعیین شود.

ح- استفاده از انواع عایق‌های پشم معدنی و پلی‌استایرن منبسط‌شده برای عایق‌بندی صفحات سیمانی مجاز می‌باشد. در مواردی که بین صفحات سیمانی و عایق یک لایه هوای تهویه‌شده در نظر گرفته می‌شود، باید برای عایق‌کاری حرارتی از پشم‌های معدنی استفاده شود.

خ- در تمامی روش‌های اجرا، عایق حرارتی مورد استفاده باید غیرآب‌دوست باشد.

د- صفحات سیمانی باید به‌صورت بسته‌بندی‌شده حمل‌شوند. در زمان جابه‌جا کردن و تخلیه آن‌ها باید دقت شود تا نیروهای موضعی باعث شکستن قطعات نشوند.

ذ- جابه‌جایی تخته‌ها باید با احتیاط انجام شود تا از کشیده‌شدن تخته‌ها روی صفحات زیرین و یا بلند کردن از یک‌سوی آن‌ها جلوگیری شود.

جزییات اجرایی این نوع نما در فصل یازدهم ویرایش دوم ضابطه شماره ۷۱۴ ارائه شده است.

۹-۳- سلامت، ایمنی و محیط زیست

کلیه ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با اجرای نمای ساختمان لازم‌الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با نمای ساختمان پرداخته می‌شود.

۹-۳-۱- تخلیه مصالح و اجزای حجیم به‌کار رفته در نما از قبیل پانل‌های بتنی پیش‌ساخته، پانل‌های پیش‌ساخته سنگی، قاب‌های فولادی، پانل‌های شیشه‌ای، پانل‌های سنگی و سنگ مصنوعی، پالت‌های آجر، سرامیک ، چوب و ... باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل و مطابق ضوابط بند ۲-۷-۶ انجام شود. هنگام تخلیه ، باید منطقه عملیاتی با نوارکشی یا نرده‌گذاری و نصب علائم تصویری و نوری مطابق بند ۲-۱۱ محصور شود تا از ورود افراد غیرمجاز به داخل محوطه مذکور جلوگیری به‌عمل آید. همچنین برای هدایت عابران و وسایل نقلیه، باید به تناسب وضعیت ترافیکی محل، فرد یا افراد علامت‌دهنده حضور داشته باشند. انتخاب محل استقرار ماشین‌آلات مورد نیاز عملیات تخلیه در معابر باید با رعایت ضوابط بند ۲-۲-۷-۱ انجام شود.

۹-۳-۲- بالاکشیدن پانل‌های سنگین و حجیم به صورت دستی با طناب، کابل و نظایر آن مجاز نیست و باید از جرثقیل و یا سایر بالابرهای مکانیکی مناسب استفاده شود. ایمنی وسایل بالابر و سایر ادوات و تجهیزاتی که در برپایی و نصب اجزای نما مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید مطابق با مفاد بخش ۲-۸ تامین شود.

۹-۳-۳- بسته‌های بزرگ آجرهای نمای بسته‌بندی شده، نباید بیش از ۳ بسته روی هم قرار داده شوند. مصالح بسته‌بندی شده (آجر نما و سرامیک) را باید با پالت بلند کرد یا با استفاده از جک پالت جابجا نمود. در جابجا نمودن آجرها نباید از چرخ دستی استفاده شود، مگر در محل‌هایی که فضا محدود باشد. برای مهار کارتن‌های سرامیک بر روی پالت باید آنها را با بند مهار کرد. در مهار پالت توسط بند باید ترکیب بسته‌بندی و بند، از رها شدن تمام بار جلوگیری کند.

۹-۳-۴- برای جلوگیری از سقوط پانل‌های سنگی هنگام انبار کردن (همچنین پیشگیری از شکستن یا ترک خوردن آن‌ها) باید از قفسه استفاده کرد. این قفسه‌ها که ممکن است از چوب یا فلز ساخته شوند. نوعی از قفسه‌ها به قاب A یا A فریم مشهورند برای این‌کار مناسب‌ترند. (چون شبیه به حرف لاتین A است.) قاب A ترجیحا دارای زاویه ۳۰ درجه و دارای تکیه گاهی در پایین و پشت قاب است. قاب A باید از فولاد محکم و ضد زنگ ساخته شود. برای اطمینان از عدم لغزش سنگ‌ها روی قاب A، برای نگه داشتن سنگ از تسمه متحرک سنگ استفاده می‌شود. سنگ‌های پلاک باید بر روی پالت جای‌گذاری و به‌وسیله تسمه پلاستیک یا بند بسته شوند. بسته‌ها باید از وزن و ابعاد مناسب برای حمل برخوردار باشند. جابجایی پالت‌های سنگ‌های نما باید به وسیله لیفتراک، بالابرها و دیگر وسایل رایج به نحو مناسب (با رعایت اصول ایمنی) انجام شود.

۹-۳-۵- در انبارکردن شیشه‌های جام (پانل‌های شیشه‌ای) زاویه میل یا کجی شیشه باید ۳ درجه نسبت به قائم بر روی قفسه‌های پایدار باشد. برای قفسه‌های قابل جابجایی و پالت‌ها، زاویه ۵ تا ۶ درجه توصیه می‌شود. اگر زاویه از ۶ درجه بالاتر

رود ، بار اضافه بر شیشه‌ها وارد می‌شود و ممکن است باعث شکستگی شود. همچنین کف محل انبار باید مقاومت کافی برای تحمل وزن دسته شیشه را داشته باشد. شیشه‌های انبار شده بر روی لبه باید تا حد امکان به‌طور یکنواخت بر سطح تکیه‌گاه هموار قرارگیرند. کارگران مسئول حمل و جابجایی شیشه‌ها نیز باید به تجهیزات حفاظتی بند ۲-۲-۵-۲۳ مجهز باشند.

۹-۳-۶- انبار مواد و مصالح چوبی مورد استفاده در نما باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال بوده و مجهز به تجهیزات اطفای حریق، مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. در مورد تراشه‌های چوب، خاک اره‌ها و... هنگام نصب نمای چوبی باید مطابق بند ۲-۴-۳-۵ عمل شود.

۹-۳-۷- در صورت استفاده از چسب‌های پلیمری، هنگام نگهداری این مواد در انبارهای بسته، باید هوای انبار مداوم تهویه شود تا از تجمع گازهای قابل اشتعال جلوگیری شود. این انبارها باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال ساخته شوند و مجهز به تجهیزات اطفای حریق احتمالی مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. هنگام استفاده از این موارد باید ضوابط بند ۲-۹-۶-۱۱- ز رعایت شود.

۹-۳-۸- هنگام بالا بردن پانل‌های پیش‌ساخته، قاب‌ها و سایر اجزای حجیم نما به‌وسیله جرثقیل، برای جلوگیری از نوسان شدید آن‌ها و بروز حادثه، باید به‌وسیله چند رشته طناب هدایت بار و به‌طور دستی حرکت آن‌ها را کنترل نمود. لذا در قسمت‌های مناسبی از قطعات و اجزای پانل باید نقاط اتصال مناسبی برای طناب‌های هدایت بار پیش‌بینی شود.

۹-۳-۹- ضروری است کلیه اقدامات و ارزیابی‌های لازم در زمینه احتمال سقوط بار حین بالاکشیدن اجزای نما در اثر خطای انسانی متصدی جرثقیل یا پاره شدن و بازشدن ابزارهای بستن بار بر روی بناها و تاسیسات واقع در محدوده عملیات، سقوط ابزارهای دستی تیم‌های اجرایی نصب نما مطابق بند ۲-۲-۳ به‌عمل آورده شود و پیش‌بینی‌های لازم برای رخداد شرایط اضطراری و اقدامات حفاظتی قبل و حین عملیات تدبیر شود.

۹-۴-۱۰- قبل از شروع کار نصب نما باید نسبت به پیش‌بینی اوضاع جوی و اخذ استعلام‌های لازم از مراجع دارای صلاحیت درباره وضعیت آب‌وهوا در روزهای انجام عملیات، اقدام شود. در شرایط نامساعد جوی از قبیل باد، طوفان و بارندگی و یا در صورت ناکافی بودن روشنایی و محدود بودن میدان دید، باید از ادامه کار بر روی داربست یا استفاده از بالابرها برای نصب اجزای نما جلوگیری شود.

۹-۳-۱۱- در عملیات نصب اجزای نما، باید عوامل اجرایی مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بند ۲-۶ باشند و هنگام فعالیت بر روی داربست از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی از قبیل کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک، و دستکش حفاظتی با رعایت مفاد بند ۲-۱۰ به تناسب عملیات استفاده کنند.

۹-۳-۱۲- جایگاه‌های کار ایمن به‌ویژه وسایل دسترسی ایمن باید مطابق بند ۲-۵ برای کارگران شاغل در عملیات نصب نما و سایر فعالیت‌های مرتبط تأمین شود.

۹-۳-۱۳- هنگام کار با ابزارهای دستی و قدرتی در عملیات سوراخ‌کاری، برش‌کاری، بستن پیچ و مهره‌ها و... باید ضوابط بند ۲-۷-۸ رعایت شود.

۹-۳-۱۴- استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری برای ساخت، برپایی و نصب اجزای فولادی نما باید با رعایت مفاد بخش ۲-۳ انجام شود.

۹-۳-۱۵- در صورت استفاده از اندودهای قیری در آب‌بندی اجزای نما (از جمله درزپوش‌ها) باید ضوابط بندهای ۶-۱۰ -۱ تا ۵ (جلد ششم، عایق‌کاری) رعایت شود.

۹-۳-۱۶- هنگام برشکاری صفحات سیمانی به‌ویژه پانل‌های مسلح شده به الیاف شیشه‌ای و برشکاری سنگ‌ها، برای جلوگیری از تنفس غبار حاصل، کارگران باید به ماسک تنفسی مخصوص، لباس‌کار با پوشش کامل سطح بدن، دستکش، کلاه و کفش حفاظتی مجهز باشند. همچنین در عملیات اجرای نمای سیمانی باید ضوابط بندهای ۲-۲-۵-۱۲ و ۲-۹-۶-۱۱- ث رعایت شود. برای جلوگیری از پراکندگی ذرات غبار (ذرات سیلیس) در زمان برشکاری و سوراخکاری سنگ‌های نما در محیط کارگاه باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۹-۶-۵ به‌عمل آید.

۹-۳-۱۷- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال مورد استفاده در مرحله عایق‌کاری از قبیل چسب، عایق‌های پلیمری (از قبیل پلی‌استایرن، پلی‌اتیلن، فوم‌های الاستومری و ...)، تخته‌های چوبی، گونی و مانند آن باید با رعایت ضوابط بند ۲-۲-۵-۷ و ۲-۴-۳-۲ صورت گیرد. کارگرانی که با پشم‌های معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره)، سر و کار دارند باید برای مصون ماندن از عوارض پوستی ناشی از تماس این مواد با پوست، از دستکش و لباس‌های آستین بلند استفاده نمایند. همچنین دفع ضایعات محصولات عایق پشم معدنی، باید با توجه به بند ۲-۹-۶-۱۱-د انجام شود.

۹-۳-۱۸- پانل‌های بتنی پیش‌ساخته و سایر قطعات پیش‌ساخته مورد استفاده در نما، باید به‌گونه‌ای ساخته شوند که عملیات نقل و انتقال، جابجایی، نصب و برپا کردن آن‌ها به‌راحتی و با ایمنی کامل انجام شود. وزن تقریبی قطعات نیز باید بر روی آن‌ها نوشته یا حک شود. قلاب‌ها یا سایر وسایلی که در قطعات پیش‌ساخته نما به‌منظور سهولت جابجایی و بلندکردن آن‌ها پیش‌بینی و تعبیه می‌شوند، باید مطابق ضوابط بند ۶-۴-۴-۲ (جلد سوم، بتن و اجرای آن) باشند.

Building General Technical Specification Volume V
Masonry work, Building Facade

IR-Code 55-5

Authors & Contributors Committee:

Farhang	Farahbod (Masonry work section Chair)	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Hamid reza	Farshchi	International Institute of Earthquake Engineering and Seismology	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Namadmalian	Leca iran Co.	M.Sc. of Geology
Majid	Mohammadi	International Institute of Earthquake Engineering and Seismology	Ph.D. of Civil Eng.
Leily	Ershad	Building and Housing Research Center	M.Sc. of Civil Eng.
Kamalaldin	Imani	Sharestan Consulting Engineers Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Maryam	Khorrami azar	Building and Housing Research Center	M.Sc. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari (Building Facade section Chair)	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Fayaz	Rofoei Rahimzadeh	Sharif University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Vahid	Kiyani	Alborz Province Construction Engineering Organization	M.Sc. of Architectural Eng.
Ali	Ziyayi	Kale ceramic Co.	Industrial Eng.
Behrouz	Salamati	Armin ceram pars Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Shahrokh	Sabokdast	Tose sanaye novin Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Director of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.

Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- **Volume Five: Masonry work, Building Facade**
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the fifth volume) consists of the Eighth chapter (Masonry work) and the ninth chapter (Building Facade).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification

Volume V

Masonry work, Building Facade

IR-Code 55-5

Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production	Road, Housing & Urban Development Research Center
Department of Technical and Executive Affairs	Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

با عنوان جلد پنجم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمان در هنگام ساخت ساختمان می پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
بازنگری سوم

جلد ششم
عایق کاری
ضابطه شماره ۶-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی

امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیر بنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرائی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرائی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه شده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد ششم) مشتمل بر فصل دهم (عایق کاری) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵ جلد ششم- عایق کاری

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی معدن	فصل دهم
محمد	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل دهم
محمد جعفر	هدایتی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس فیزیک	فصل دهم
سالار	حسامی نقش بندی	شرکت ورزیران	کارشناس مهندسی عمران	فصل دهم
ناهید	خدابنده	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی شیمی	فصل دهم
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندس معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندس عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندس عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علاادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندس عمران
محسن	تدین	انجمن بتن ایران، مهندسین مشاور سیناب غرب	دکترای مهندس عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندس عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی
آقای مهندس علیرضا احسانی
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی
آقای مهندس حسن تابش
آقای مهندس احمد جاودان
آقای مهندس احمد خراسانچیان
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری
آقای مهندس سیدعلی طاهری
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس قباد میزانی
خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل دهم- عایق‌کاری ۱

مقدمه ۳

۱۰-۱- عایق‌کاری رطوبتی ۴

۱۰-۱-۱- کلیات ۴

۱۰-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۴

۱۰-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۴

۱۰-۱-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی ۵

۱۰-۱-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۵

۱۰-۱-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول ۶

۱۰-۱-۲-۳- عدم انطباق‌ها و اقدامات اصلاحی ۶

۱۰-۱-۳- ضوابط اجرایی عایق کاری رطوبتی ساختمان ۷

۱۰-۱-۳-۱- جزئیات اجرایی عایق‌کاری رطوبتی بام شیب‌دار و سطوح قائم ۷

۱۰-۱-۳-۱-۱- عایق‌کاری رطوبتی بام‌های شیب‌دار با ورق فلزی یا صفحه‌های سیمانی الیاف‌دار ۷

۱۰-۱-۳-۱-۲- عایق‌کاری رطوبتی بامهای شیب‌دار با عایق رطوبتی قیری ۷

۱۰-۱-۳-۱-۳- عایق‌کاری رطوبتی سطوح قائم با عایق رطوبتی قیری ۸

۱۰-۱-۳-۱-۴- جزئیات اجرایی آب‌بندی بام‌های شیب‌دار و سطوح قائم ۸

۱۰-۱-۳-۱-۵- جزئیات اجرایی آب‌بندی بام‌های تخت ۱۰

۱۰-۱-۳-۱-۶- اجرای عایق‌کاری رطوبتی قیری مسلح ۱۷

۱۰-۱-۳-۱-۷- عایق‌کاری رطوبتی بام ۲۱

۱۰-۱-۳-۱-۸- عایق‌کاری رطوبتی تراس‌ها و بالکن‌ها ۲۲

۱۰-۱-۳-۱-۹- عایق‌کاری رطوبتی شالوده‌ها ۲۳

۱۰-۱-۳-۱-۱۰- عایق‌کاری رطوبتی دیوار زیرزمین ۲۳

۱۰-۱-۳-۱-۱۱- عایق‌کاری رطوبتی کف آشپزخانه، سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مشابه ۲۳

۱۰-۱-۶-۱-۱۲- عایق‌کاری رطوبتی کف پارکینگ در طبقات ۲۳

۱۰-۱-۴- کنترل کیفیت و نظارت ۲۴

۱۰-۱-۴-۱- معرفی آزمون‌ها ۲۴

۱۰-۱-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها ۲۴

۱۰-۱-۴-۳- برنامه کنترل کیفیت و پذیرش ۲۵

۱۰-۱-۴-۳-۱- آزمون عایق‌کاری رطوبتی ۲۵

۱۰-۱-۴-۳-۲- چک‌لیست برای بازرسی بام عایق رطوبتی قیری مسلح ۲۵

۱۰-۱-۴-۳-۳- دستیابی به استاندارد مورد نیاز اجرا ۲۶

۱۰-۱-۵- ملاحظات ویژه ۲۷

۱۰-۱-۵-۱- تعمیر و نگهداری ۲۷

۱۰-۱-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح ۲۹

۱۰-۱-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان ۲۹

۱۰-۲- عایق‌کاری حرارتی ۳۰

۱۰-۲-۱- کلیات ۳۰

۱۰-۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳۰
۱۰-۲-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۳۱
۱۰-۲-۲- مصالح، اجزا و فراورده‌های ساختمانی ۳۲
۱۰-۲-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۳۲
۱۰-۲-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول ۳۳
۱۰-۲-۲-۳- عدم انطباق‌ها و اقدامات اصلاحی ۳۴
۱۰-۲-۳- ضوابط اجرایی عایق‌کاری حرارتی ساختمان ۳۴
۱۰-۲-۳-۱- عایق‌کاری حرارتی دیوار ۳۴
۱۰-۲-۳-۱-۱- جزییات اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار از داخل ۳۴
۱۰-۲-۳-۱-۲- عایق‌کاری حرارتی دیوار از بیرون ۳۵
۱۰-۲-۳-۱-۳- عایق‌کاری حرارتی دیوار به صورت میانی ۳۸
۱۰-۲-۳-۱-۴- عایق‌کاری حرارتی دیوار با عایق همگن ۴۰
۱۰-۲-۳-۲- عایق‌کاری حرارتی بام (سقف نهایی تخت) ۴۰
۱۰-۲-۳-۲-۱- عایق‌کاری بام از داخل ۴۰
۱۰-۲-۳-۲-۲- عایق‌کاری بام از خارج ۴۱
۱۰-۲-۳-۲-۳- بام وارونه ۴۲
۱۰-۲-۳-۳- عایق‌کاری حرارتی کف ۴۳
۱۰-۲-۳-۳-۱- عایق‌کاری کف از داخل ۴۳
۱۰-۲-۳-۳-۲- عایق‌کاری حرارتی کف از خارج ۴۴
۱۰-۲-۳-۳-۳- عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک ۴۴
۱۰-۲-۳-۳-۴- عایق‌کاری حرارتی کف روی هوا از خارج (در فضای روی کاذب) ۴۵
۱۰-۲-۴- کنترل کیفیت و نظارت ۴۶
۱۰-۲-۴-۱- معرفی آزمون‌ها ۴۶
۱۰-۲-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها ۴۷
۱۰-۲-۵- ملاحظات ویژه ۴۸
۱۰-۲-۵-۱- تعمیر و نگهداری ۴۸
۱۰-۲-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح ۴۸
۱۰-۲-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان ۵۰
۱۰-۳- عایقکاری صوتی ۵۲
۱۰-۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۵۲
۱۰-۳-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۵۲
۱۰-۳-۲- مصالح، اجزا و فراورده‌های ساختمانی ۵۵
۱۰-۳-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۵۵
۱۰-۳-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول ۵۶
۱۰-۳-۳ ضوابط اجرایی عایق کاری صوتی ساختمان ۵۶
۱۰-۳-۳-۱- صدابندی هوابرد دیوار خارجی ۵۶
۱۰-۳-۳-۲- صدابندی هوابرد دیوار بین دو واحد مسکونی ۶۰
۱۰-۳-۳-۳- صدابندی کوبه‌ای کف-سقف ۶۲
۱۰-۳-۳-۴- اجرای کف شناور بر روی سازه سقف ۶۲
۱۰-۳-۴- کنترل کیفیت و نظارت ۶۳
۱۰-۳-۴-۱- معرفی آزمون‌ها ۶۳

۱۰-۳-۵- ملاحظات ویژه ۶۴
۱۰-۳-۵-۱- تعمیر و نگهداری ۶۴
۱۰-۳-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح ۶۴
۱۰-۳-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان ۶۵
۱۰-۴- عایق‌کاری پرتو در مراکز درمانی ۶۶
۱۰-۴-۱- کلیات ۶۶
۱۰-۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۶۶
۱۰-۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۶۶
۱۰-۴-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی ۶۷
۱۰-۴-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۶۷
۱۰-۴-۲-۲- انواع مصالح، ویژگی‌ها و حدود قابل قبول ۶۸
۱۰-۴-۲-۲-۱- بتن و بلوک‌های بتنی ۶۸
۱۰-۴-۲-۲-۲- ورق سربی و محصولات تولید شده سربی ۶۸
۱۰-۴-۲-۲-۳- اندود باریم ۶۹
۱۰-۴-۲-۲-۴- آجر ۶۹
۱۰-۴-۲-۲-۵- تخته گچی دیواری ۷۰
۱۰-۴-۳- ضوابط اجرایی عایق‌کاری پرتو ۷۰
۱۰-۴-۳-۱- عایق پرتو دیوار ۷۱
۱۰-۴-۳-۲- عایق پرتو کف و سقف ۷۵
۱۰-۴-۳-۳- عایق پرتو در ۷۸
۱۰-۴-۳-۴- عایق پرتو پنجره ۸۰
۱۰-۴-۳-۵- عایق پرتو در گشودگی‌ها ۸۱
۱۰-۴-۴- کنترل کیفیت و نظارت ۸۲
۱۰-۴-۴-۱- معرفی آزمون‌ها ۸۲
۱۰-۴-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها ۸۳
۱۰-۴-۴-۳- برنامه کنترل کیفیت و پذیرش ۸۳
۱۰-۴-۵- ملاحظات ویژه ۸۳
۱۰-۴-۵-۱- تعمیر و نگهداری ۸۳
۱۰-۴-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح ۸۳
۱۰-۴-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان ۸۴
۱۰-۵- نصب سرویس‌های بهداشتی ۸۵
۱۰-۵-۱- طبقه‌بندی سرویس‌های بهداشتی ۸۵
۱۰-۵-۲- نصب لوازم بهداشتی ۸۵
۱۰-۵-۳- نصب شیرآلات ۸۷
۱۰-۶- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۸۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱۰-۱- میخکوبی عایق رطوبتی قیری مسلح در شیب بیش از ۱۰ درجه تا ۲۵ درجه ۹
شکل ۱۰-۲- میخ‌کوبی عایق رطوبتی قیری مسلح در شیب بیش از ۲۵ درجه تا ۶۰ درجه ۹
شکل ۱۰-۳- میخ زدن عایق های رطوبتی قیر مسلح در شیب بیش از ۶۰ درجه تا قائم ۹
شکل ۱۰-۴- آرایش کلی و محل جزئیات اجرایی ۱۰
شکل ۱۰-۵- جانپناه- بام عرشه گرم ۱۱
شکل ۱۰-۶- جان‌پناه- بام وارونه ۱۲
شکل ۱۰-۷- جان‌پناه مستقل زیر پوشش ۱۲
شکل ۱۰-۸- تغییرات سطح بام در رایزر یا سمت آب‌رو ۱۳
شکل ۱۰-۹- جزئیات پیش‌آمدگی لبه بام ۱۳
شکل ۱۰-۱۰- کناره بام ۱۴
شکل ۱۰-۱۱- لبه شیروانی بام چهارترک (بین بام شیبدار و بام تخت) ۱۴
شکل ۱۰-۱۲- پایه بام شیب‌دار ۱۵
شکل ۱۰-۱۳- خروجی آب باران ۱۵
شکل ۱۰-۱۴- لوله یا گشودگی سرد (لوله‌های آب گرم یا دودکش‌ها به بررسی ویژه نیاز دارند) ۱۶
شکل ۱۰-۱۵- درز انبساط ۱۶
شکل ۱۰-۱۶- دیوار جان‌پناه با کلاهک ۱۷
شکل ۱۰-۱۷- هم‌پوشانی چندلایه ۲۰
شکل ۱۰-۱۸- عایق‌کاری حرارتی دیوار از داخل ۳۵
شکل ۱۰-۱۹- عایق‌کاری حرارتی با پلی‌استایرن و اندود نازک روی آن (ETICS) ۳۶
شکل ۱۰-۲۰- نمای سنگی، صفحه سیمانی یا سرامیکی با اتصالات مکانیکی و لایه هوای تهویه‌شده ۳۷
شکل ۱۰-۲۱- عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی ۳۹
شکل ۱۰-۲۲- عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی با یک فاصله هوایی ۳۹
شکل ۱۰-۲۳- عایق‌کاری حرارتی روی سقف کاذب با آویز ۴۱
شکل ۱۰-۲۴- عایق‌کاری حرارتی زیر عایق رطوبتی ۴۲
شکل ۱۰-۲۵- بام وارونه ۴۲
شکل ۱۰-۲۶- کف‌سازی روی چهارتراش چوبی ۴۳
شکل ۱۰-۲۷- عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک ۴۴
شکل ۱۰-۲۸- عایق‌کاری حرارتی کف روی هوا از خارج ۴۵
شکل ۱۰-۲۹- تراگسیل صدای هوابرد از طریق یک جداکننده ۵۳
شکل ۱۰-۳۰- تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق کف- سقف ۵۴
شکل ۱۰-۳۱- مقطع کف شناور با نمونهای از ماده الاستیک بر روی سقف بتنی ۱۶ سانتیمتری ۶۳
شکل ۱۰-۳۲- روش کلاهک‌گذاری پیچ ۷۱
شکل ۱۰-۳۳- روش‌های متداول نصب پانل‌های تخته سه لای سربی ۷۲
شکل ۱۰-۳۴- روش‌های نمونه‌وار نصب و بستن تخته دیواری گچی چند لایه سربی ۷۳
شکل ۱۰-۳۵- عایق پرتو ایکس دیوار به روش پانل پیش ساخته ۷۴
شکل ۱۰-۳۶- عایق پرتو ایکس دیوار به روش سرب‌کوبی در سیستم دیوار خشک (Dry wall) ۷۴
شکل ۱۰-۳۷- عایق پرتو ایکس دیوار به روش سرب‌کوبی سنتی ۷۵
شکل ۱۰-۳۸- عایق پرتو ایکس سربی کف به روش پیش ساخته ۷۶
شکل ۱۰-۳۹- عایق پرتو ایکس سربی کف به روش سنتی ۷۶
شکل ۱۰-۴۰- ادامه عایق پرتو بر بالای کف ۷۶

شکل ۱۰-۴۱- عایق پرتو ایکس سربی سقف به روش پیش ساخته ۷۷
شکل ۱۰-۴۲- عایق پرتو ایکس سربی سقف به روش سنتی ۷۷
شکل ۱۰-۴۳- ادامه عایق پرتو برای اتاق‌های مجاور ۷۸
شکل ۱۰-۴۴- درهای سربی ۷۸
شکل ۱۰-۴۵- عایق پرتو در زیر در سربی که در معرض تابش اولیه نیستند ۷۹
شکل ۱۰-۴۶- ساختار نمونه‌وار یک در با پوشش سربی ۷۹
شکل ۱۰-۴۷- پنجره دید نمونه‌وار با پانل شیشه سربی ۸۰
شکل ۱۰-۴۸- عایقکاری پرتو میخ، پیچ و ۸۱
شکل ۱۰-۴۹- پیوستگی عایق پرتو در انتهای تیرچه ۸۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۱۰-۱- استانداردهای ملی ویژگی عایق‌های رطوبتی ۶
جدول ۱۰-۲- فاصله مراکز تخته های چوبی پشت بند برای بام های شیب دار با عایق رطوبتی ورق قیری مسلح ۸
جدول ۱۰-۳- استانداردهای روش‌های آزمون عایق‌های رطوبتی ۲۴
جدول ۱۰-۴- استانداردهای ویژگی فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی ۳۲
جدول ۱۰-۵- استانداردهای ملی روش آزمون فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان ۴۷
جدول ۱۰-۶- ارتفاع انبارش عایق‌های حرارتی ۵۰
جدول ۱۰-۷- مقدارهای تراز نوفه و احساس بلندی برخی منابع متداول نوفه ۵۳
جدول ۱۰-۸- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف ۵۷
جدول ۱۰-۹- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف ۶۰
جدول ۱۰-۱۰- صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف- سقف‌ها ۶۲
جدول ۱۰-۱۱- صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف- سقف‌ها ۶۳
جدول ۱۰-۱۲- استانداردهای ملی روش آزمون اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی ۶۴
جدول ۱۰-۱۳- استانداردهای ویژگی مصالح مورد استفاده در عایقکاری پرتو ۶۸
جدول ۱۰-۱۴- آزمون‌های کنترل کیفی ۸۲
جدول ۱۰-۱۵- روش‌های آزمون استاندارد برای مصالح عایق پرتو ۸۳

فصل دهم

عایق‌کاری

مقدمه

این فصل شامل چهار بخش عایق‌کاری رطوبتی ساختمان، عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان، عایق‌کاری صوتی و عایق‌کاری در برابر تابش‌های الکترومغناطیسی است. با آن‌که فصل مشترک این عایق‌کاری‌ها جلوگیری یا کاهش نفوذ عامل خارجی به ساختمان یا جزیی از آن است، ولی تفاوت‌های بسیار زیادی در ماهیت، اصول، مصالح و روش‌های اجرایی دارند. بنابراین لازم است به هر یک از بخش‌های یادشده به‌طور جداگانه با زیرفصل‌های مربوط پرداخته شود که از این نظر با سایر فصل‌های این ضابطه تفاوت دارد.

- عایق‌کاری رطوبتی کاربرد مواد و مصالحی است که برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت به ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. عایق رطوبتی قیری پیش ساخته، غشای نیمه انعطاف‌پذیر پیوسته‌ای شامل لایه‌های متناوب قیر و نمد (ورق پشم شیشه یا منسوج پلیمری یا هر دو) است و ممکن است با رویه سنگدانه معدنی، فویل آلومینیم یا سایر ورق‌ها روکش شود. لایه یا لایه‌های تقویت‌کننده باعث یکنواخت ساختن خصوصیات عایق رطوبتی در سرتاسر آن و افزایش مقاومت کششی می‌شود.

- عایق‌کاری حرارتی معمولاً به استفاده از عایق حرارتی مناسب با طراحی مناسب در ساختمان‌ها جهت کاهش انتقال گرما از پوسته خارجی برای کاهش اتلاف یا کسب گرما گفته می‌شود. انتقال گرما به دلیل اختلاف دمای داخل و خارج ایجاد می‌شود. گرما با انتقال از طریق سقف، دیوارها، کف، پنجره‌ها و درها از بین می رود یا کسب می شود. این نه تنها باعث افزایش بار در سیستم HVAC و در نتیجه اتلاف انرژی بیشتر می‌شود بلکه باعث کاهش آسایش حرارتی افراد در ساختمان می‌شود. عایق حرارتی در ساختمان عامل مهمی در دستیابی به آسایش حرارتی برای ساکنان آن است.

- عایق‌کاری صوتی استفاده از سازه‌ها و مصالح طراحی شده برای کاهش انتقال صدا از یک اتاق یا منطقه ساختمان به اتاق یا منطقه دیگر، یا از خارج ساختمان به داخل آن است که از تعداد زیادی عوامل مستقل و وابسته به‌هم، تاثیر می‌گیرد. این عوامل در تمام مراحل طراحی و ساخت دخالت دارند. از ابتدای مراحل احداث ساختمان شامل انتخاب ساختگاه، انتخاب محل قرارگیری ساختمان در ساختگاه و حتی ترتیب و استقرار فضاهای داخلی ساختمان، باید تأثیر مسایل آکوستیکی را در نظر گرفت.

- عایق‌کاری پرتو محافظت از افراد در برابر اثرات مضر قرار گرفتن در معرض اشعه یونیزان و وسایل دستیابی به این هدف است. عایق تابش الکترومغناطیسی، سپری در برابر پرتو ایکس (فوتون‌هایی با انرژی بالا با طول موج کوتاه و در نتیجه فرکانس بسیار زیاد) است. سپر موثر در برابر پرتو X در بیشتر موارد بر اساس استفاده از موادی با دو خاصیت چگالی و عدد اتمی زیاد قراردارد.

۱۰-۱- عایق‌کاری رطوبتی

۱۰-۱-۱- کلیات

۱۰-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این بخش، ارائه روش‌های عایق‌کاری رطوبتی و نم بندی ساختمان است تا محافظت کامل بنا و محتویات آن در برابر رطوبت به‌عمل آمده و شرایط مناسب برای ساکنان ساختمان تأمین شود. دامنه کاربرد این بخش، عایق‌کاری رطوبتی ساختمان‌های مسکونی، صنعتی، اداری، هتل‌ها، مراکز آموزشی، بهداشتی، درمانی، مراکز فرهنگی، ورزشی، مراکز تجاری و ترابری است. عایق‌کاری رطوبتی مورد نظر در ساختمان به عایق‌کاری در بالای سطح آب‌های زیرزمینی محدود می‌شود.

کیفیت و دوام عایق‌های رطوبتی به سه عامل بستگی دارد: طراحی، مصالح و نحوه اجرا. برای حل بسیاری از مشکلات عایقکاری رطوبتی استفاده از پوشش‌های پیش‌ساخته قیری اصلاح شده با مواد پلیمری توصیه می‌شود. این عایق های رطوبتی از لایه یا لایه‌های نمد پشم‌شیشه یا پلی‌استر یا هر دو تشکیل می‌شود که به‌طور متناوب با لایه‌های قیر به یکدیگر چسبیده‌اند. تاب کششی زیاد و پایداری در برابر عوامل جوی از مزایای این عایق‌ها است. استفاده از پلیمر و لاستیک در قیر باعث بهتر شدن خواص آن می‌شود. بدین ترتیب با افزایش درجه نرمی و کاهش نقطه شکنندگی قیر، دوام پوشش زیاد می‌گردد.

۱۰-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

انعطاف‌پذیری: توانایی خم‌شدن آزمونه‌های ورق قیری تحت شرایط خاص بدون ترک برداشتن است.

بام تخت: بام با سطح در معرض اتمسفر با ترازی که بیش از ده درجه نباشد.

بام سبز: بامی است که به‌طور جزئی یا به‌طور کامل از گیاهان و محیط رشد قرار گرفته بر روی عایق رطوبتی پوشیده می‌شود.

بخاربند: به هر ماده‌ای که از نفوذ بخار آب به داخل دیوار، سقف، کف یا بام جلوگیری کند، بخاربند گفته می‌شود. این ماده معمولاً از یک ورق پلاستیکی یا فویل آلومینیومی تشکیل می‌گردد.

بسته‌بندی شرینک: به نوعی بسته‌بندی گفته می‌شود که پوششی از جنس پلاستیک نازک به نام شرینک دور کالا کشیده می‌شود تا ضمن بسته‌بندی و نگهداری چند محصول در کنار هم آن را از موادی چون آب و گردوخاک محافظت کند.

دمای خمش در سرما: کم‌ترین دمایی است که در آن آزمونه‌های ورق قیری می‌توانند حول یک محور مشخص بدون ترک برداشتن خم شوند.

دانلود سوالات آزمون

سامانه بام بدون عایق حرارتی: در یک سامانه بام بدون عایق حرارتی، لایه آب‌بند به‌طور مستقیم بر روی دال / عرشه قرار می‌گیرد.

سامانه بام سرد : در سامانه بام سرد، عایق حرارتی اصلی در زیر دال / عرشه قرار می‌گیرد و در نتیجه دمای دال / عرشه و لایه آب‌بند نزدیک به دمای محیط بیرونی می‌شود.

سامانه بام گرم: در سامانه بام گرم، عایق حرارتی اصلی در بالای دال / عرشه قرار می‌گیرد و در نتیجه دمای دال / عرشه نزدیک به دمای فضای داخلی ساختمان است.

سامانه بام وارونه: در یک سامانه بام وارونه، عایق حرارتی اصلی در بالای عایق رطوبتی قرار می‌گیرد. در نتیجه دمای دال / عرشه و عایق رطوبتی نزدیک به دمای فضای داخلی ساختمان است.

عایق حرارتی باریک شده: عایق حرارتی با ضخامت کاهش یابنده برای ایجاد یا تقویت زهکشی است.

غشای تنفسی: لایه‌ای پیوسته بسیار نفوذپذیر در برابر بخار، اما غیرقابل نفوذ در برابر هوا که حرکت بخار آب در سازه های بام سرد را اجازه می‌دهد.

قیر اکسیده: استفاده مستقیم از قیر پالایشگاهی، یا قیر روان در برج که با / یا بدون حضور کاتالیزگر در معرض دمای بالا و هوادهی، سخت شده است.

قیر الاستیکی: قیر پالایشگاهی و یا قیر اکسیده که توسط افزودنی‌های ترموپلاستیک و لاستیک اصلاح شده است.

قیر پلاستیکی: قیر پالایشگاهی و یا قیر اکسیده که توسط افزودنی‌های ترکیبات پلی‌الفین[1] یا کوپلیمرهای پلی‌اولفین اصلاح شده است.

لایه مقاوم در برابر ریشه: در بام سبز لایه‌ای است که از نفوذ ریشه گیاه به داخل عایق رطوبتی بام جلوگیری می‌کند.

مقاومت پارگی: نیروی کششی مورد نیاز جهت پارگی آزمونه نگه‌داشته شده توسط پین است.

نم بند: عنوان دیگر عایق رطوبتی است.

ورق قیری تقویت شده: لایه انعطاف‌پذیر قیری تولید شده در کارخانه است که با تلفیق یک یا چند بستر داخلی و خارجی، به شکل رول آماده مصرف عرضه می‌شود.

۱۰-۱-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی

۱۰-۱-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

ویژگی‌های انواع عایق‌های رطوبتی باید مطابق استانداردهای ملی ایران ارائه شده در جدول ۱۰-۱ باشد:

۱- polyolefin

جدول ۱۰-۱- استانداردهای ملی ویژگی عایق‌های رطوبتی

عنوان استاندارد ملی ایران	شماره استاندارد
ویژگی عایق‌های رطوبتی در ساختمان (قیرگونی)	ISIRI ۲۹۵۰
ویژگی‌های فلت الیاف شیشه	ISIRI ۳۹۸۱
ویژگی‌های گونی مصرفی در ساخت عایق جهت جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت	ISIRI ۳۸۷۱
ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته قیری برای پی«عایق پی»	ISIRI ۳۸۶۴
ویژگی‌های قیر اصلاح شده	ISIRI ۳۸۶۹
ویژگی پلی استر مصرفی در ساخت عایق‌های رطوبتی	ISIRI ۳۸۸۰
ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته با قیر اصلاح شده توسط پلیمرها «عایق پی»	ISIRI ۳۸۸۴
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- ورق‌های قیری تقویت شده عایق رطوبتی سطوح- ویژگی‌ها	ISIRI ۳۸۸۵
ویژگی‌های منسوج پلی استر نبافته (سوزنی)	ISIRI ۳۸۸۹

۱۰-۱-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول

مشخصات ظاهری ورق قیری طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۸۵ باید عاری از هرگونه عیوب قابل مشاهده مانند سوراخ، چروک، پارگی، لایه لایه شدن و غیریکنواختی در سطح و لبه‌های آن باشد. ویژگی‌های ابعادی و جرم واحد سطح و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ورق‌های قیری نیز باید مطابق استاندارد ملی ۳۸۸۵ باشد. ویژگی‌های اختیاری مانند عملکرد در برابرآتش، مقاومت برشی اتصال، مقاومت در برابر بار استاتیک و مقاومت در برابر نفوذ ریشه باید مطابق استاندارد ذکر شده باشد.

پوشاندن وجه خارجی عایق با یکی از مواد زیر مجاز است:

الف-پودر معدنی ریزدانه و سنگدانه‌های رنگی،

ب- روکش آلومینیمی با ضخامتی بیشتر از ۱۴ میکرون

پ- روکش پلیمری- آلومینیمی با طرح‌های تزیینی یا ساده.

وجه داخلی عایق (وجهی که به سطح کار می‌چسبد) باید با فیلم پلی اتیلنی یا فیلم پلی پروپیلنی قابل ذوب به وسیله حرارت مشعل پوشیده شود.

۱۰-۱-۲-۳- عدم انطباق‌ها و اقدامات اصلاحی

عدم تطابق با هر یک از الزامات مقرر در این فصل، زمینه‌ساز رد محصول عایق رطوبتی است. مردود بودن باید سریع و کتبی به تأمین کننده گزارش شود. برای اطمینان از مطابقت با مشخصات، خریدار باید همان روش آزمایش را که برای محموله مرجوعی انجام شده، برای محموله‌ای که مجدد ارسال شده به کار برد.

۱۰-۱-۳- ضوابط اجرایی عایق کاری رطوبتی ساختمان

۱۰-۱-۳-۱- جزئیات اجرایی عایقکاری رطوبتی بام شیب‌دار و سطوح قائم

۱۰-۱-۳-۱-۱- عایقکاری رطوبتی بام‌های شیبدار با ورق فلزی یا صفحه‌های سیمانی الیاف‌دار

هرگاه شیب بام از ۶ : ۱ تجاوز کند، در این صورت بام «شیبدار» تلقی شده و عایقکاری آن باید تابع شرایط زیر باشد:

الف- در مناطق بوران‌خیز که امکان ورود آب به زیر سقف وجود دارد، محل درز قطعات پوشش باید با ماستیک مناسبی که به تأیید دستگاه نظارت می‌رسد، کاملاً آب‌بندی شود.

ب- محل برخورد قطعات شیبدار با دیوارهای قائم مانند دیوار همسایه، دیوار دودکش، دست‌انداز، محل عبور هواروها و دودروها و نظایر آن، باید با قطعات فلزی یا ماستیک یا سایر مواد، کاملاً درزبندی و آب‌بندی شوند. توصیه می‌شود قطعات فلزی از انواع فولاد روی‌اندود (گالوانیزه) انتخاب شوند. ماستیک‌ها و مصالح دیگر باید پیش از استفاده به تصویب دستگاه نظارت برسند.

پ- محل تخلیه آب به آب‌روها و ناودان‌ها باید درزبندی و آب‌بندی شود.

ت- کناره‌های بام باید با ورقه‌های فلزی پوشانده شده و در انتهای بیرونی به صورت آبچکان اجرا شوند تا از تماس آب با نمای ساختمان جلوگیری شود.

۱۰-۱-۳-۱-۲- عایقکاری رطوبتی بام‌های شیب‌دار با عایق رطوبتی قیری

به طور کلی روش‌های اجرای عایق رطوبتی بر روی بام شیب‌دار مشابه بام تخت می‌باشد. با این وجود باید محدودیت‌های زیر در نظر گرفته شود (همچنین به شکل‌های ۱۰-۱، ۱۰-۲ و ۱۰-۳ مراجعه شود):

الف- عایق‌های رطوبتی قیری تقویت شده باید مقاومت کافی را برای ثابت شدن توسط میخ داشته باشند.

ب- سطوح پوشش باید در شیب طراحی پایدار باقی بمانند، به این منظور توصیه‌های داده شده در جدول ۸-۲ باید رعایت شود.

پ- در شیب بیش از ۵ درجه، باید از مقاومت در برابر لغزش عایق رطوبتی با اتصال بخشی صرف‌نظر کرد. در بام‌های شیب‌دار، هر تخته عایق حرارتی یا تخته‌های جداکننده مورد استفاده باید امکان اتصال کامل با عایق رطوبتی پیش ساخته را داشته باشد.

ت- در شیب بیش از ۵ درجه، برای جلوگیری از لغزش عایق رطوبتی قیری، لبه‌های بالایی آنها باید با استفاده از میخ‌های گالوانیزه سرپهن با فاصله ۷۵ میلیمتر از یکدیگر در دو ردیف و با فاصله ۵۰ میلیمتر بین ردیف‌ها ، محکم شوند.

ث- بر روی زیرلایه‌هایی که نمی‌توانند میخ خوردن را بپذیرند، زیرکوب چوبی باید با فواصل مطابق با جدول ۱۰-۲ به طور محکم به زیرلایه بچسبد.

ج- عایق رطوبتی که با مشعل اجرا می‌شود باید به روش بالا در لبه‌های بالایی میخ شود.

چ- برای سامانه‌های ویژه (به عنوان مثال، سرد اجرا یا خودچسب) باید روش اجرا توسط تولیدکننده ارائه شود.

ح- قیر در برابر تابش شدید خورشید نرم می‌شود که چسبندگی عایق رطوبتی به زیرلایه را کاهش می‌دهد. بنابراین، در بام‌های شیب‌دار، با توجه به افزایش خطر لغزش در شیب‌های بیش از ۵ درجه، باید از قیر اتصال دهنده درجه ۱۱۵/۱۵ استفاده شود. استفاده از قیر ۹۵/۲۵ مجاز نمی‌باشد.

۱۰-۱-۳-۱-۳- عایقکاری رطوبتی سطوح قائم با عایق رطوبتی قیری

بالاآمدگی یا ازاره بین ۱۵۰ و ۲۵۰ میلی‌متر ارتفاع بالای سطح بام تمام شده به نگهدارنده مکانیکی نیاز ندارد. بالاآمدگی‌های بیش از ۲۵۰ میلی‌متر ارتفاع باید به عنوان اجرای پوشش بام قائم در نظر گرفته شوند و لازم است عایق رطوبتی در لبه بالایی به طور مکانیکی متصل شود. با توجه به مشخصات فنی، استفاده از روش میخ‌کوبی لبه بالایی و یا روش‌های تثبیت جایگزین، با تایید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد.

استفاده از عایق‌های رطوبتی اصلاح شده با اتکتیک پلی پروپیلن[۱] با استفاده از مشعل به علت دارا بودن مقاومت کافی در برابر لغزش، به شرط رعایت توصیه‌های تولیدکننده مجاز است.

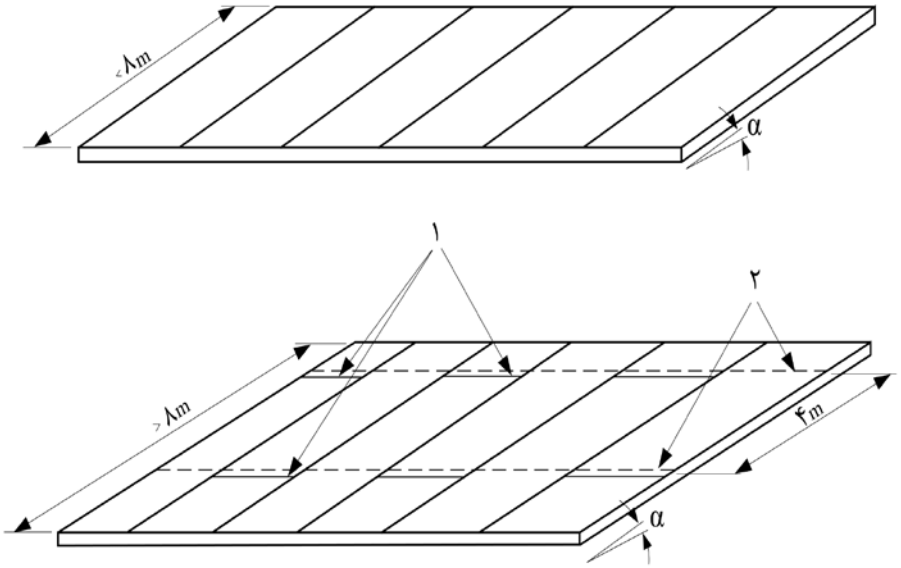
۱۰-۱-۳-۱-۴- جزئیات اجرایی آب‌بندی بام‌های شیب‌دار و سطوح قائم

عایق رطوبتی قیری مسلح باید بر روی خط شیب قرار داده شود و در قسمت بالای رول میخ‌کوبی شود. لبه‌های وسطی عایق رطوبتی باید به صورت یک در میان و با فاصله‌گذاری بین تخته‌های چوبی پشت‌بند و حداکثر طول‌های عایق رطوبتی که در شکل ۱۰-۱، شکل ۱۰-۲ و شکل ۱۰-۳ و جدول ۱۰-۲ نشان داده شده، اجرا شود. به این منظور باید تخته‌های چوبی پشت‌بند اضافی با اتصال مکانیکی استفاده گردد. برای مقاومت در برابر فشار برکننده باد، اتصال مکانیکی عایق حرارتی مورد نیاز است. تمام ورق‌های عایق رطوبتی باید در لبه‌ها و پیش آمدگی‌های کناره بام میخ‌کوبی شوند.

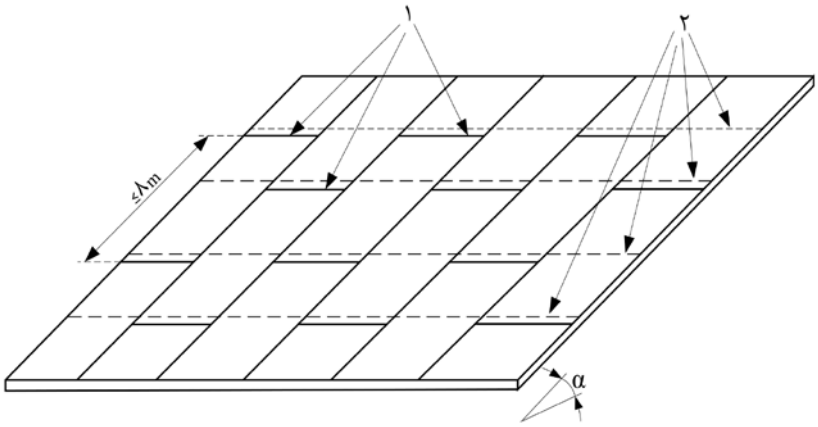
جدول ۱۰-۲- فاصله مراکز تخته های چوبی پشت بند برای بام های شیب دار با عایق رطوبتی ورق قیری مسلح

شیب درجه	طول تصویر شیب روی افق متر	طول عایق رطوبتی مورد استفاده متر	فاصله مراکز تخته‌های چوبی پشت بند متر
۵ تا ۲۵	کمتر از ۸٫۰	۸٫۰ (بدون لبه‌های بالایی)	تنها خطالراس و لبه‌های پایینی بام
۵ تا ۲۵	بیش از ۸٫۰	۴٫۰	۴٫۰ (به اضافه خطالراس و لبه‌های پایینی بام)
۲۵ تا ۶۰	هر مقدار	۴٫۰	۲٫۰ (به اضافه خطالراس و لبه‌های پایینی بام)
۶۰ تا قائم	هر مقدار	۲٫۵	۱٫۲۵(به اضافه خطالراس و لبه‌های پایینی بام)

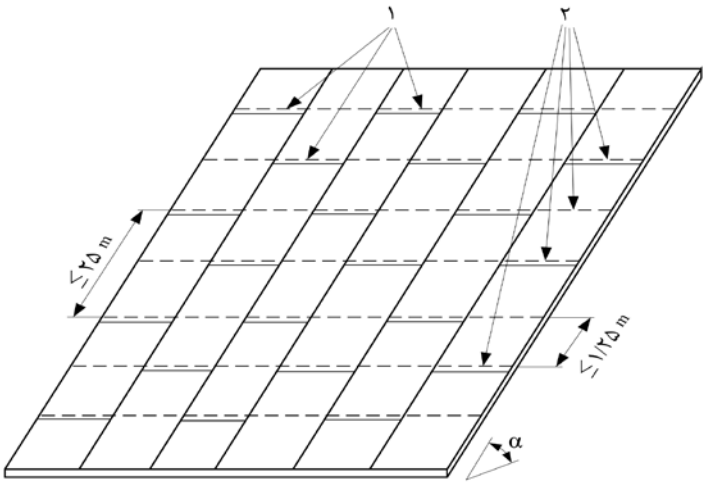
۱- atactic polypropylene (APP)



شکل ۱۰-۱- میخ‌کوبی عایق رطوبتی قیری مسلح در شیب بیش از ۱۰ درجه تا ۲۵ درجه (فواصل مطابق با جدول ۸-۲)



شکل ۱۰-۲- میخ‌کوبی عایق رطوبتی قیری مسلح در شیب بیش از ۲۵ درجه تا ۶۰ درجه (فواصل مطابق با جدول ۸-۲)

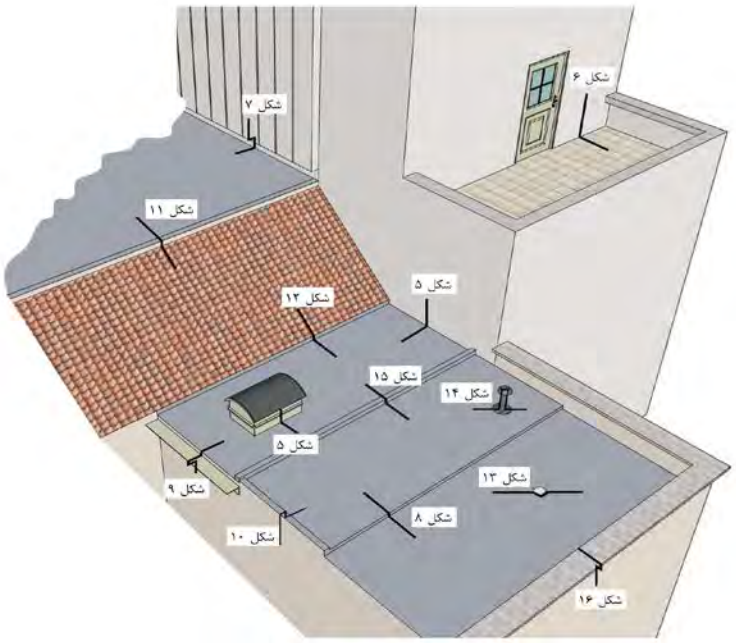


شکل ۱۰-۳- میخ زدن عایق های رطوبتی قیر مسلح در شیب بیش از ۶۰ درجه تا قائم (فواصل مطابق با جدول ۸-۲)

۱۰-۱-۳-۱-۵- جزئیات اجرایی آب‌بندی بام‌های تخت

آرایش کلی جزئیات اجرایی و اصولی که باید در آبروها، کناره‌ها، رایزرها، جان‌پناه‌ها و درزهای انبساط اجرا شود، در شکل ۱۰-۴ نشان داده شده است، جزئیات اجرایی بیشتر در شکل‌های ۱۰-۵ تا ۱۰-۱۶ آمده است. به این منظور باید به جزئیات ذیل توجه کرد:

الف- یکپارچگی اجرای جزئیات بستگی به هم‌پوشانی مناسب لایه‌های متوالی عایق رطوبتی قیری مسلح دارد. در مواردی که از درزپوش‌های فلزی جداگانه استفاده می‌شود، درزپوش‌ها باید مطابق با آیین‌نامه‌ها یا دستورالعمل‌هایی که توسط مشاور برای مصالح مورد استفاده تعیین می‌شود، نصب شوند.



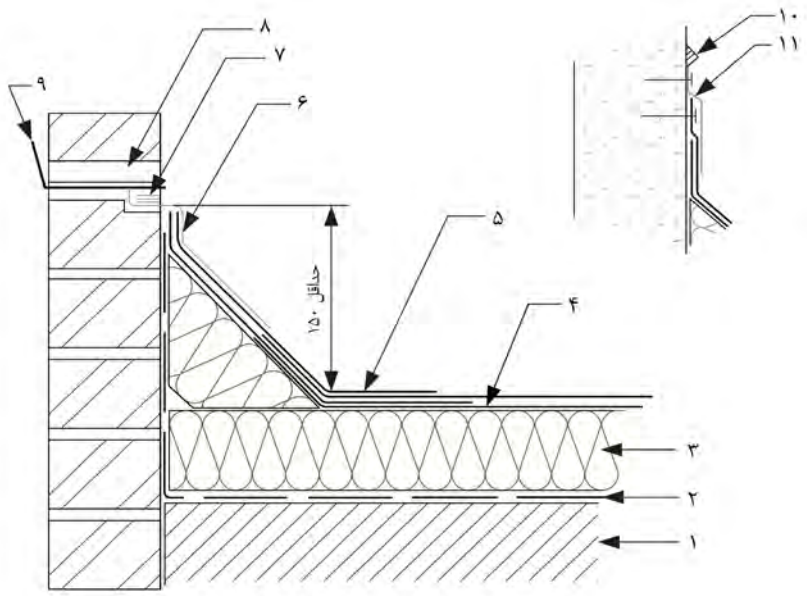
شکل ۱۰-۴- آرایش کلی و محل جزئیات اجرایی

ب- برای وضوح و سادگی، پوشش‌های سطحی به‌جز در مورد بام وارونه حذف شده است (شکل ۱۰-۶).

ج- سامانه عایق رطوبتی به صورت دو لایه نشان داده شده است. این سامانه می‌تواند بسته به روش متصل شدن به زیرلایه، نوع مواد عایق حرارتی یا عایق رطوبتی و غیره متفاوت باشد.

د- ضخامت لایه‌های عایق حرارتی و اجزای دیگر تنها نشان‌دهنده است و مقیاس آن‌ها نباید در نظر گرفته شود. ابعاد واقعی به ویژگی طراحی بستگی دارد.

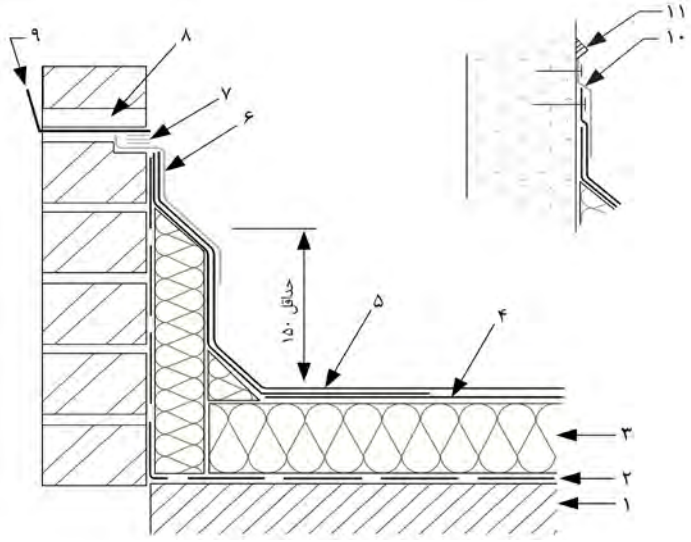
ه- پیکربندی لبه‌ها به جهت رول، توالی قرارگیری لایه‌ها و جزئیات اجرایی ویژه بستگی دارد.



راهنما

۱ زیرآبند (برای مثال بتن)
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ درزپوش سربی
۷ گوه سربی و بندکشی در صورت مناسب بودن
۸ سوراخ زهکش
۹ لایه نم بند

الف) گزینه ماهیچه عایق حرارتی

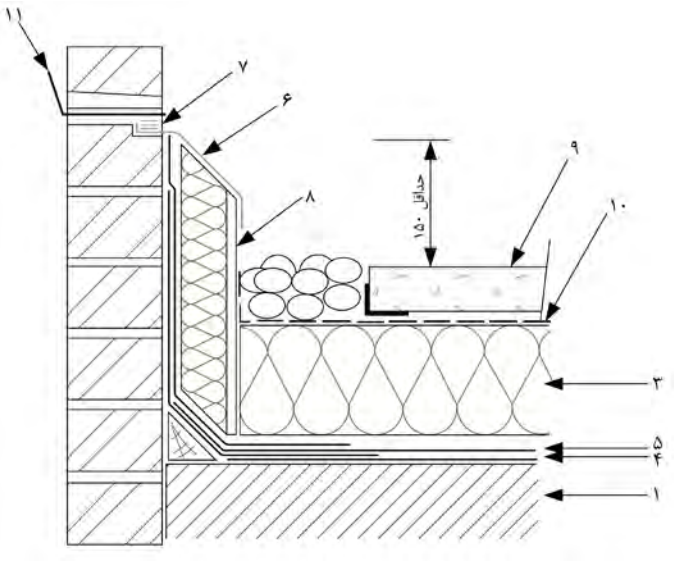


راهنما

۱ زیرآبند (برای مثال بتن)
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ درزپوش سربی
۷ گوه سربی و بندکشی در صورت مناسب بودن
۸ سوراخ زهکش
۹ لایه نم‌بند

ب) گزینه عایق حرارتی قائم

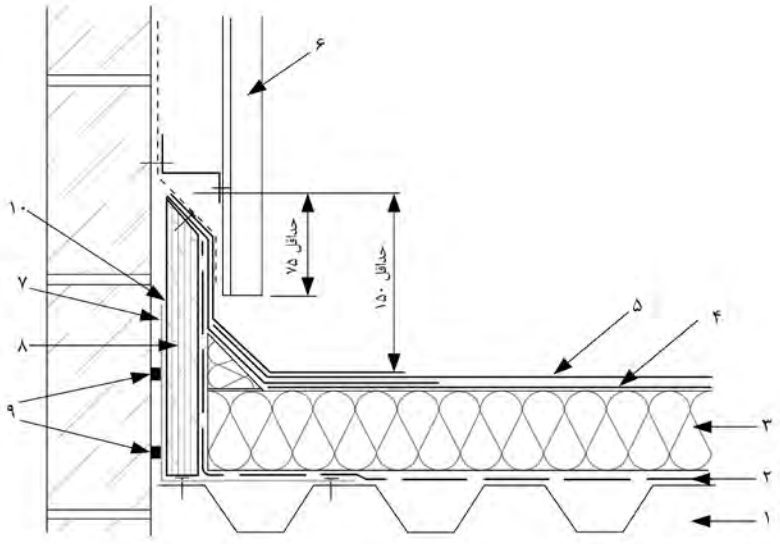
شکل ۱۰-۵- جان‌پناه- بام عرشه گرم



راهنما

۱ زیرآبند (برای مثال بتن)
۲ لایه کنترل بخار (لازم نیست)
۳ عایق حرارتی XPS
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ درزپوش (فلشینگ) سربی
۷ گوه یا بندکشی در صورت مقتضی
۸ تخته عایق حرارتی[1] روکش‌دار
۹ شن/کف‌پوش (برای مثال موزاییک)
۱۰ لایه فیلتر
۱۱ لایه نم بند

شکل ۱۰-۶- جان‌پناه- بام وارونه

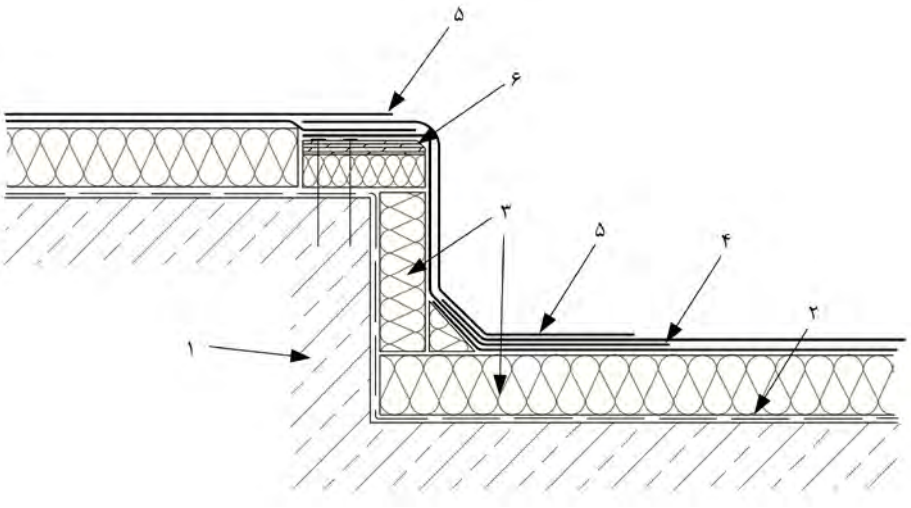


راهنما

۱ زیرآبند (سبک)
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ پوشش قائم
۷ تکیه‌گاه فولادی درزپوش
۸ تخته چندلا
۹ هوابند
۱۰ پایه عمودی تکیه‌گاه فولاد گالوانیزه، کوتاه‌تر از بالاآمدگی تخته چندلا به منظور جلوگیری از پل حرارتی

شکل ۱۰-۷- جان‌پناه مستقل زیر پوشش

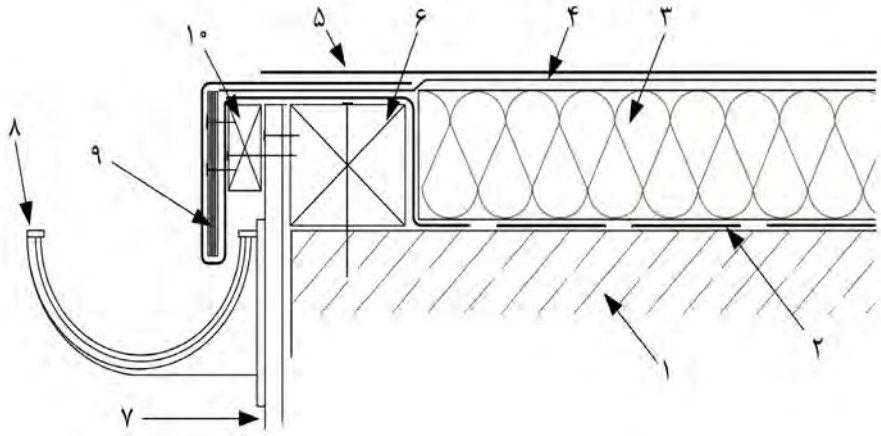
1. XPS



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ عایق حرارتی تخته چندلا محکم شده به زیرآیند

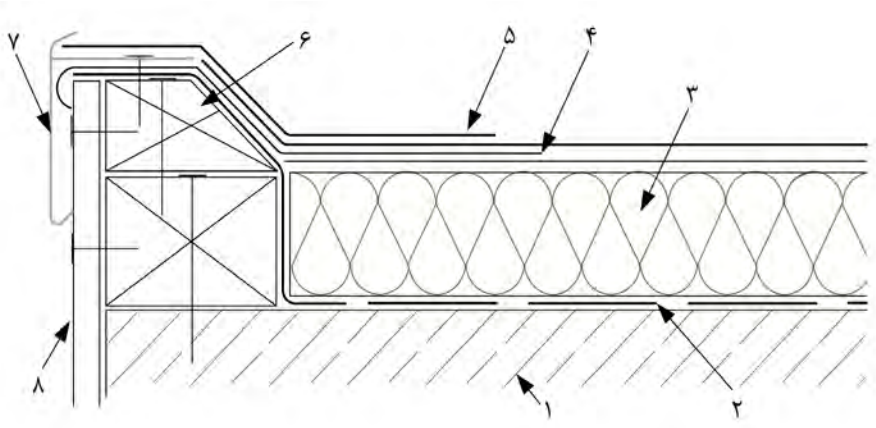
شکل ۱۰-۸- تغییرات سطح بام در رایزر یا سمت آب‌رو



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ تخته چوبی
۷ تخته لب‌بند (فشیا)
۸ آبرو
۹ آبچکان
۱۰ تخته آبریز

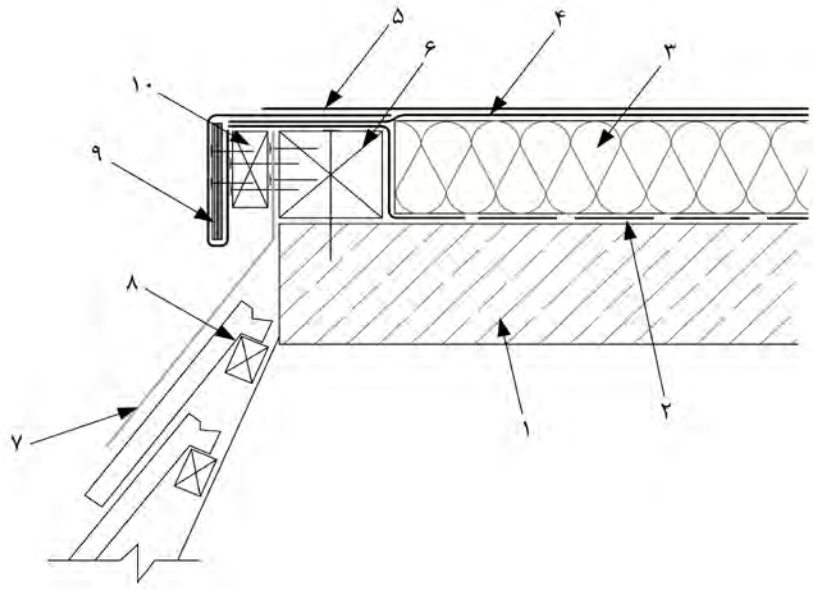
شکل ۱۰-۹- جزئیات پیش‌آمدگی لبه بام



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۶ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۷ ماهیچه چوبی
۸ لبه محکم شده به زیرآیند
۹ تخته لب‌بند (فشیا)

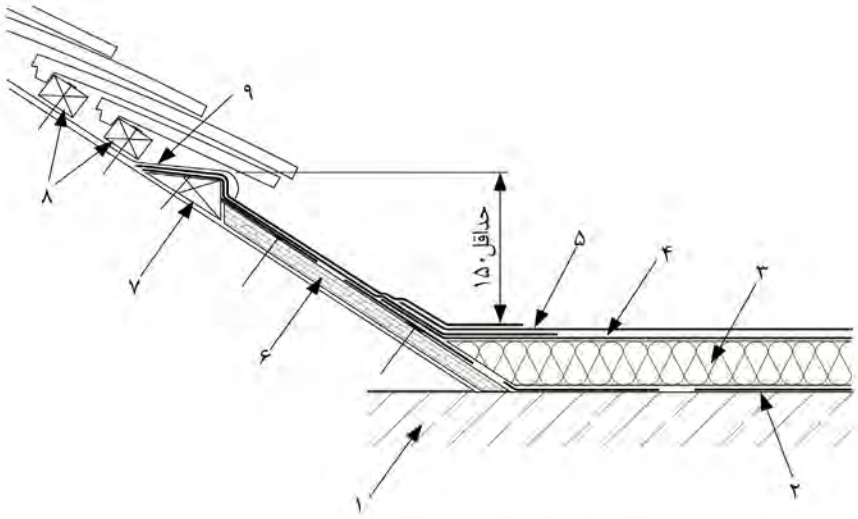
شکل ۱۰-۱۰- کناره بام



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ تخته چوبی
۷ درزپوش (فلشینگ)
۸ تیر و سفال/ سنگ لوح (اسلیت)
۹ زبانه انتخابی
۱۰ تخته آبچکان

شکل ۱۰-۱۱- لبه شیروانی بام چهارترک (بین بام شیب‌دار و بام تخت)

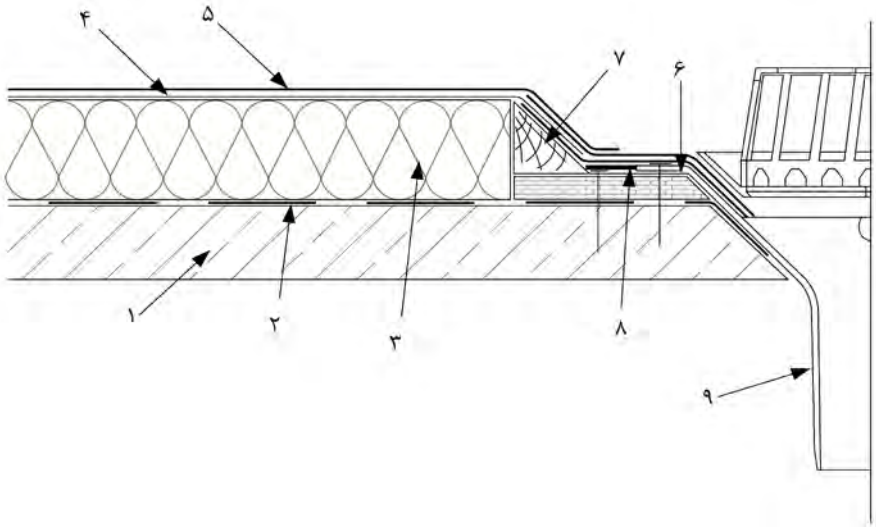


راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ تخته چندلا/ تخته رشته‌های جهت‌دار (OSB[۱])
۷ ماهیچه
۸ تیر چوبی برای سفال
۹ پوشش تخته زیرسازی

(طراحی و محل قرارگیری عایق حرارتی و تهویه مورد نظر برای بام نشان داده نمی‌شود، ولی باید توسط طراح مورد توجه قرار گیرد)

شکل ۱۰-۱۲- پایه بام شیب‌دار

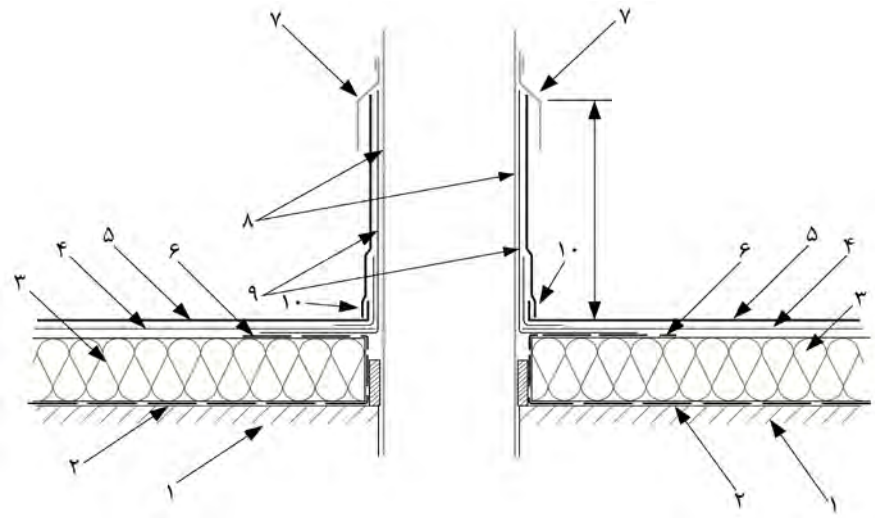


راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ تخته چندلا متصل شده به زیرآیند
۷ ماهیچه چوب عمل آوری شده (روسی)
۸ نمد برای پر کردن
۹ خروجی آب باران اختصاصی ثابت شده به زیرایند

شکل ۱۰-۱۳- خروجی آب باران

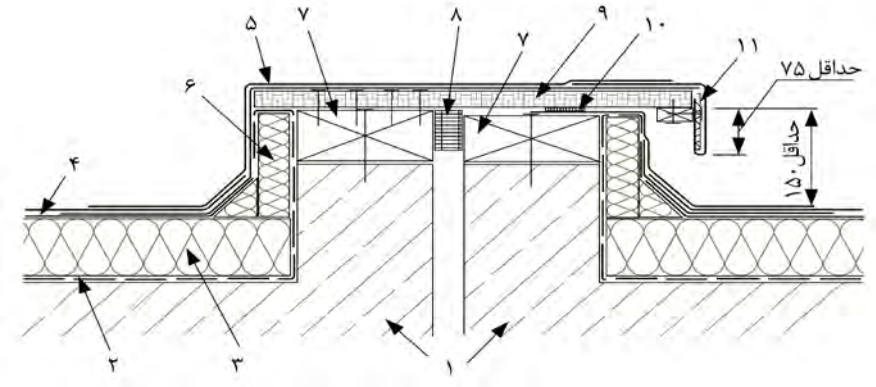
۱. oriented strand board



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ لایه کنترل بخار آب (VCL[1])
۷ درزپوش (فلشینگ) فلزی
۸ لوله یا گشودگی سرد
۹ صفحه متصل به لوله پیش ساخته
۱۰ جزئیات طوق نمد

شکل ۱۰-۱۴- لوله یا گشودگی سرد (لوله‌های آب گرم یا دودکش‌ها به بررسی ویژه نیاز دارند)

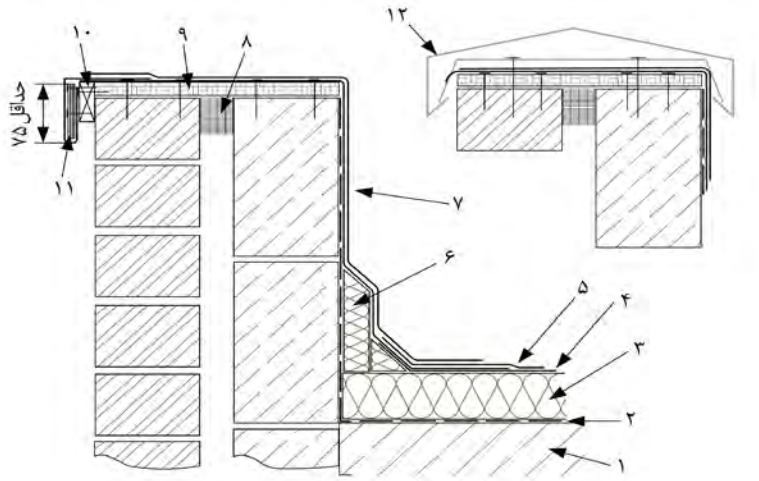


راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ عایق حرارتی دورتادور
۷ تخته چوبی
۸ عایق حرارتی غیرقابل اشتعال تراکم‌پذیر
۹ سرپوش (کلاهک تخته رشته‌های جهت‌دار (OSB[2]) یا تخته چندلا (تنها در یک طرف محکم شده)
۱۰ هوابند
۱۱ آب‌چکان

شکل ۱۰-۱۵- درز انبساط

۱. Vapour Control Layer
۲. oriented strand board



راهنما

۱ زیرآبند
۲ لایه کنترل بخار (VCL)
۳ عایق حرارتی
۴ زیرلایه (عایق رطوبتی)
۵ ورق بالایی (عایق رطوبتی)
۶ عایق دورتادور
۷ عایق رطوبتی پوششی برای محافظت جان‌پناه
۸ عایق حرارتی غیرقابل اشتعال تراکم‌پذیر
۹ سرپوش (کلاهک) OSB یا تخته چندلا
۱۰ تخته آبچکان
۱۱ تخته چندلا (اختیاری)
۱۲ سرپوش (کلاهک) پیش ساخته جایگزین، بست‌های محکم شده از میان عایق رطوبتی

شکل ۱۰-۱۶- دیوار جان‌پناه با کلاهک

۱۰-۱-۳-۱-۶- اجرای عایقکاری رطوبتی قیری مسلح

در زمان اجرای پوشش بام، عایق رطوبتی قیری مسلح نباید در برابر یخبندان، باران، برف، باد شدید یا دمای زیاد قرار گیرد. لایه‌های پوشش بام متوالی باید با حداقل تاخیر قرار داده شوند. برای سامانه‌های سرد اجرا، رهنمودهای تولیدکننده باید دنبال شود.

هر زیرآیند برای اجرای پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح باید خشک و بدون گرد و غبار، زباله، خمیدگی، چربی، نوک میخ، سوراخ و تکه‌های ملات یا هر وسیله تیز باشد. روکش آستر باید به‌وسیله برس زدن، غلطک زدن یا پاشش به‌طور مناسب اجرا شود و همه سطح زیرکار را بپوشاند. تمام مواد فرار موجود در اندود آستر قبل از اعمال لایه بعدی باید خشک شوند. برای عایق‌های رطوبتی خودچسب اندودهای ویژه‌ای مورد نیاز هستند.

آبروهای بام باید طوری بر روی سطح بام قرار گیرند که سطح بالایی آبرو کمی زیر سطح مجاور بام باشد. این امر اجازه خواهد داد عایق رطوبتی داخل آبرو را پوشش دهد به طریقی که آب به راحتی به داخل آبرو جریان یابد. آبروها باید همیشه بر عرشه بام نصب و به‌طور محکم به آن متصل شوند تا از حرکت متفاوت آبرو و عایق رطوبتی قیری جلوگیری شود.

هنگام بتن‌ریزی درجا، آبروها باید به‌طور محکم و دقیق در وضعیت نهایی خود قرار گیرند. در یک بام با عرشه چوبی یا عرشه فلزی، توصیه می‌شود از یک پانل باربر پیش ساخته (ورق) برای تقویت آبرو بام و محکم شدن آن به عرشه استفاده شود. به این ترتیب بار بر روی منطقه بزرگی از پوشش بام منتقل خواهد شد. اگر انجام عملیات به این روش امکان پذیر

نباشد، برای حفظ آن در محل باید از پیچ‌های ثابت کننده، استفاده شود. اگر تثبیت آبرو در زمان نصب عملی نباشد، آبرو باید به‌طور موقت پوشانده شود تا از ورود زباله به ناودان جلوگیری گردد.

هنگام نصب لایه کنترل بخار (VCL) باید یکپارچگی آن بدون آنکه هیچ خرابی قبل از کاربرد تخته‌های عایق حرارتی ایجاد شده باشد، حفظ شود.

تخته‌های عایق حرارتی باید با درزهای آجرچین قرار بگیرند تا از حفاظت لبه‌ها و کاملا لب به لب قرار گرفتن آنها اطمینان حاصل شود. برای عایق حرارتی که قرار است در عرشه فلزی به کار رود، توصیه‌های تولیدکننده تخته عایق حرارتی باید رعایت شود. جانمایی تخته‌های عایق حرارتی از اهمیت بسیاری برخوردار است. هنگام تثبیت مکانیکی عایق حرارتی، نوع، تعداد و تناوب دفعات تثبیت باید مطابق با مشخصات فنی باشد. چسب‌های سرد استفاده شده برای اتصال عایق حرارتی بام باید با عایق سازگار باشند و مطابق دستورالعمل تولیدکننده نصب شوند. کاربرد قیر داغ باید باعث اتصال کامل شود. دمای قیر برای اطمینان از اتصال، بدون ایجاد آسیب در تخته عایق حرارتی باید به میزان کافی باشد.

اتصال کامل پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح با ریختن آمیخته قیری داغ بر روی زیرآیند (زیرکار) و سپس باز کردن رول عایق رطوبتی بر روی آن به‌دست می‌آید. مراحل کامل اجرا باید به شرح زیر باشد:

الف- عایق رطوبتی قیری مسلح در محل باز شده و در طول برش داده شود.

ب- عایق رطوبتی قیری مسلح برای بخشی از طول آن (تقریبا ۵۰ درصد) به پشت باز شود.

پ- آمیخته قیری داغ را بر روی زیرلایه درست در جلوی رول ریخته شود.

ت- پوشش بام عایق رطوبتی قیری باید بلافاصله در داخل آمیخته قیری داغ، با استفاده از فشار کافی برای اطمینان از گسترش آمیخته قیری، باز شود. در محل کار باید آمیخته قیری کافی برای اطمینان از این‌که مقدار کمی در هر لبه رول بیرون زده می‌شود، وجود داشته باشد.

ث- از یک میله با تیغه پهن باید برای پهن کردن ترکیبات اضافی در لبه‌های عایق رطوبتی قیری استفاده شود.

ج- بخش دیگر طول باید از پشت باز و مراحل قبل دوباره تکرار شود.

میزان قیر تقریبی مورد استفاده در این روش برابر با ۱۰۰ کیلوگرم برای هر مترمربع می باشد و میزان دقیق آن با توجه به زیرآیند می‌تواند متفاوت باشد.

به منظور پیوند کامل پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح با استفاده از فعال‌سازی پوشش سطح زیرین عایق رطوبتی، از مشعل گازی استفاده می‌گردد. بدین منظور مراحل اجرا باید به شرح زیر باشد:

الف- عایق رطوبتی قیری مسلح در محل باز و در طول برش داده شود.

ب- عایق رطوبتی قیری برای بخشی از طول آن (تقریبا ۵۰ درصد) به پشت باز گردد.

پ- گرما به وسیله مشعل در منطقه بین رول و زیرآیند فعال شود. پوشش گرم شده باید در جلو رول به سمت پایین جریان یابد تا رشته‌ای پیوسته از پوشش مذاب را در عرض کامل عایق رطوبتی فراهم کند. رول باید همراه با اعمال فشار به طرف پایین باز شود.

ت- رول با دست به جلو فشار داده یا به کمک یک دستگاه رول بازکن در طول کشیده شود.

ث- باقی‌مانده رول را به پشت باز کرده و مرحله پ تکرار شود.

اتصال سرد پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح با به کار بردن ماده متصل کننده سرد بر روی زیرآیند و سپس باز کردن رول عایق رطوبتی قیری بر روی آن به‌دست می‌آید. مراحل کامل اجرا باید به شرح زیر باشد:

الف- عایق رطوبتی قیری مسلح در محل باز و در طول برش داده شود.

ب- یک خط با نشان‌گذار گچی در اطراف عایق رطوبتی برای ماده متصل کننده سرد ترسیم گردد.

پ- بخشی از طول عایق رطوبتی قیری (تقریبا ۵۰ درصد) به پشت باز شود.

ت- چسب سرد با توجه به دستورالعمل‌های تولیدکننده با مقدار توصیه شده پوشش، اعمال شود.

ث- عایق رطوبتی با فشار به سمت پایین بر روی چسب باز و از محبوس شدن هوا جلوگیری شود.

ج- بخش دیگر عایق رطوبتی به پشت باز و مراحل ت و ث مجدداً تکرار شود.

چسب باید با استفاده از برس، ماله یا ماله دندانه‌دار برای پوشش کامل ناحیه مورد نیاز پهن شود تا اتصال مورد نیاز به دست آید. تجهیزات کاربردی ویژه باید مطابق با دستورالعمل تولیدکننده مورد استفاده قرار گیرد.

پیوند کامل پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح خودچسب با جدا کردن فیلم پشت عایق رطوبتی، در حالی‌که عایق رطوبتی بر روی زیرلایه باز می‌شود، به دست می‌آید. مراحل کامل اجرا باید به شرح زیر باشد:

الف- عایق رطوبتی قیری مسلح در محل باز و در طول برش داده شود.

ب- بخشی از طول عایق رطوبتی قیری (تقریبا ۵۰ درصد) به پشت باز گردد.

پ- فیلم پشت عایق رطوبتی به دقت بریده و از عایق جدا شود.

ت- لبه پیشانی فیلم پشت عایق جدا و زیر رول چرخانده شده تا باقی مانده فیلم آزاد گردد.

ث- عایق رطوبتی رو به جلو باز، به‌سوی پایین و خارج فشرده گردد تا از حبس نشدن هوا در داخل، اطمینان حاصل شود.

ج- بخش دیگر عایق رطوبتی به پشت به طرف لبه فیلم جداکننده باز شود.

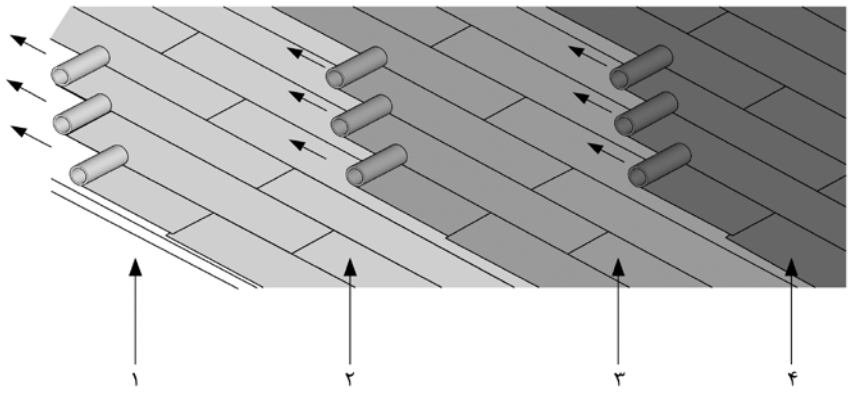
چ- باقی‌مانده فیلم عایق رطوبتی در حالی که رول به جلو فشار داده می‌شود باید جدا شود. سپس به سمت پایین و خارج فشرده گردد تا از محبوس نبودن هوایی در آن ، اطمینان حاصل شود.

ح- در تکمیل کار، از یک جارو یا غلتک نرم برای فشردن کل ناحیه استفاده شود.

اتصال مکانیکی پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح با استفاده از یک ورق و پیچ اتصال که از طریق عایق رطوبتی قیری به داخل زیرلایه می‌رسد، به‌دست می‌آید. نحوه گستردگی عایق رطوبتی به نوع سامانه، نوع عرشه و الزامات اتصال بستگی دارد. مشخصات فنی باید توسط مشاور ارائه گردد.

درزهای هم‌پوشانده در عایقکاری رطوبتی قیری مسلح بام معمولاً نباید کمتر از ۷۵ میلی‌متر یا مطابق مشخصات فنی مربوط باشد و باید کاملا آب‌بند باشد.

در سامانه‌های چندلایه، طول رول‌های متوالی عایق رطوبتی باید در یک جهت اما با فاصله بین لایه‌ها قرار داده شود، تا از افزایش ضخامت بیش از حد در هم‌پوشانی کناری و بالایی جلوگیری شود (شکل ۱۰-۱۷).



راهنما

۱- عرشه ۲- لایه آماده‌سازی مشخص ۳- زیرلایه ۴- لایه بالایی

شکل ۱۰-۱۷- هم‌پوشانی چندلایه

عایق‌های رطوبتی با رویه معدنی معمولاً یک لبه هم‌پوشانی مشخص در امتداد لبه طولی دارند. برای ایمنی کامل درز هم‌پوشانی عایق‌های رطوبتی با رویه معدنی باید از روش‌های پرداخت زیر استفاده شود:

الف- ناحیه‌ای که دو لبه عرضی و یا جایی که جزئیات نیاز به اتصال بر روی سطح رویه معدنی دارد، باید با برس زدن از مواد معدنی و یا دانه‌های سست پاک شود.

ب- منطقه هم‌پوشانی باید گرم شود تا پیوند قیر به قیر ایجاد گردد و اطمینان حاصل شود که اتصال کامل به‌دست آمده است. عدم اطمینان از آب‌بندی کامل می‌تواند به نفوذ موییینه آب منجر شود.

کاربردهای قیر داغ نیاز به یک لبه پرداخت شده تمیز دارد. این می‌تواند با برس زدن یک ماده اتصال‌دهنده در مجاورت عایق رطوبتی، نزدیک به حاشیه، قبل از به‌کارگیری قیر داغ به‌دست آید. مازاد قیر ریخته شده در این ناحیه را می‌توان به وسیله خنک کردن، تراشیدن و لایه برداری قیر اضافی از لبه برداشت و جدا کرد. باید دقت کرد تا اطمینان حاصل شود که هیچ ماده آزاد شده‌ای به زیر لبه نرود و هنگام تراشیدن قیر اضافی، عایق رطوبتی آسیب نبیند.

هنگام استفاده از مشعل، با کنترل خوب جریان قیر در درزهای هم‌پوشانی، یک باریکه از پوشش باید در امتداد هر درز هم‌پوشانی بیرون بزند و در جای خود باقی بماند. در صورت لزوم، می‌توان با اضافه کردن سریع دانه‌های معدنی اضافی آن را مرتب کرد.

چسب باید براساس دستورالعمل‌های تثبیت تولیدکننده در منطقه هم‌پوشانی درز گسترده شود. باید توجه نمود بعضی از چسب‌ها قبل از آن‌که به عایق رطوبتی زده شود نیاز به زمان آزاد دارند. در این خصوص باید به دستورالعمل مصرف که توسط تولید کننده ارائه می‌شود، توجه کرد. چسب باید فقط به مقدار کافی به یک ناحیه قابل کنترل اعمال شود.

توالی کار برای هر لایه باید از انتهای شیب شروع شود. تمام کارهای شیب‌دار و تمام کارهای قائم باید مطابق با ویژگی‌ها، به‌طور مکانیکی تثبیت شوند. توجه ویژه در تنظیم لبه‌ها به منظور اطمینان از انطباق با مقررات تثبیت لازم است. علاوه بر این، در ارتفاع بالاتر از ۲۵۰ میلی‌متر باید لایه‌ها در طول لبه بالایی به طور مکانیکی تثبیت شوند. هنگامی‌که پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح بر روی بام‌های شیب‌دار اجرا می‌شود، لایه‌های متوالی باید قبل از میخ‌کوبی از پایین به بالای شیب اجرا شوند تا امنیت بیشتری در برابر لغزش ایجاد شود.

در جایی که مشخصات فنی اجرای محافظ سطح را الزام می‌کند، محافظ سطح باید به محض این‌که پوشش بام عایق رطوبتی قیری به‌طور کامل مسلح شد، اعمال شود. محافظ سطح می‌تواند شامل سنگ‌دانه در آمیزه قیری، دال‌های بتنی پیش‌ساخته پیاده‌رو، موزاییک، سفال‌های اختصاصی بام در ترکیب با چسباننده، عایق‌کاری حرارتی و بالاست، یا عایق با یک روکش یکپارچه باشد. قبل از استفاده از محافظ سطح چسبیده، سطح بام باید کاملاً خشک و بدون خاک باشد. باید دقت شود که وزن کل پوشش از حد مجاز بارگذاری بام بیش‌تر نشود.

تخته‌های عایق حرارتی باید برای به حداقل رساندن برش‌ها تنظیم شوند. باید از به کار بردن قطعات بریده شده کوچک در پیرامون اجتناب شود. تخته‌ها باید به شکل آجرچین قرار داده شده و منسوج فیلتر باید در صورت الزام، قرار گیرد. محافظ‌های شن قبل از قرار دادن بالاست باید در محل خود در همه خروجی‌های بام قرار داده شوند. تخته‌های مقیاس باید مطابق با عمق مشخص شده روی بام قرار گیرند و بالاست بین آن‌ها قرار داده شود. عمق صحیح بالاست باید با حرکت یک خط‌کش بر روی تخته‌های مقیاس تراز شود.

۱۰-۱-۳-۱-۷- عایقکاری رطوبتی بام

الف- اجرای عایقکاری رطوبتی به هنگام بارندگی مجاز نیست. پیش از اجرا سطح کار باید کاملاً خشک شده باشد.

ب- اجرای عایقکاری رطوبتی بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست. پیش از اجرا سطح باید کاملا خشک باشد.

پ- اجرای عایقکاری رطوبتی نباید در دمای کمتر از ۴+ درجه سلسیوس انجام شود.

ت- راه رفتن روی سطوح عایقکاری شده، باید با احتیاط و با استفاده از کفش‌های بدون میخ انجام شود. در صورتی که کفش مخصوص در دسترس نباشد، می‌توان با یک قطعه گونی زیر و روی کفش‌های عادی را پوشاند و از آنها استفاده کرد.

ث- از افتادن اشیا بر روی سطوح عایقکاری شده، باید جداً جلوگیری نمود و بهتر است در کارگاه پس از اجرای عایق رطوبتی، پوشش محافظ روی آن اجرا گردد.

ج- سطوحی را که از پیش کاملا تمیز و خشک شده‌اند باید با پرایمر یا مشتقات قیری آغشته کرد. به ازای هر متر مربع سطح باید حداقل ۲۸۰ گرم مشتق قیری محلول در حلال نفتی روی سطح اجرا گردد.

چ- شعله مشعل باید به‌صورتی تنظیم شود که پرایمر و قشر به‌طور همزمان روی عایق رطوبتی به حالت مذاب در آیند. زاویه شعله نسبت به سطح کار باید حدود ۴۵ درجه باشد.

ح- اگر سطح عایق رطوبتی به سطح کار کاملا چسبیده نباشد، لبه‌ها و انتهای عایق رطوبتی باید مجدداً حرارت داده شود تا قشر قیری عایق، مذاب شده و روی سطح کار بچسبد.

خ- انتهای رول باید به‌کمک ماله به سطح کار داده جوش شود. البته توصیه می‌شود به‌جای شعله‌گیری روی عایق رطوبتی، ماله گرم گردد.

د- در نصب رول‌های بعدی ضمن رعایت مراحل فوق، لازم است حداقل ۱۰ سانتیمتر همپوشانی در طول عایق وجود داشته باشد.

ذ- ناحیه هم‌پوشانی عایق‌های رطوبتی باید به دقت جوشکاری شوند به‌نحوی که سطح بین دو عایق کاملا صاف و یکنواخت گردد و ایجاد لبه ننماید.

ر- در مواردی که عملیات پوشش‌دهی سطح کار با عایق رطوبتی بیش از یک روز کاری به طول می‌انجامد، سطح کار باید برای ادامه نصب عایق رطوبتی بعدی خشک و تمیز نگه داشته شود.

ز- لایه‌های عایق رطوبتی باید از هر طرف حداقل ده سانتیمتر همدیگر را بپوشانند. در همپوشانی لایه‌ها باید دقت نمود که لایه‌های رویی در سمتی قرار گیرند که مطابق شیب بندی انجام شده، آب از روی آن‌ها به سمت لایه زیری سرازیر گردد.

ژ- هنگامی که عایقکاری رطوبتی در بیش از یک لایه انجام می‌شود، لایه‌های متوالی عایق، باید عمود برهم (به صورت شطرنجی) قرار گیرند. هر لایه از عایقکاری رطوبتی پس از تکمیل و پیش از شروع لایه بعدی، باید مورد بازدید و تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. سطوح عایقکاری شده باید در هنگام اجرای کارهای ساختمانی از هر گونه آسیب و رویارویی با عوامل مضر و مواد خورنده محافظت گردند و چنانچه صدمه‌ای دیده باشند، تعویض شوند.

س- سطوح عایقکاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظ پوشانده شوند.

ش- ایجاد زیرسازی مناسب برای انجام عایقکاری رطوبتی ضروری است.

ص- پس از ایجاد شیب جزئی بین ۱ تا ۳ درصد با بتن سبک، پوکه و نظایر این‌ها، باید زیرسازی عایقکاری رطوبتی بام با اندود ماسه سیمان نرم به نسبت ۳ : ۱ یا با ماسه آسفالت نرم به ضخامت ۱/۵ تا ۲ سانتیمتر انجام شود و سطح آن کاملاً صاف گردد. سطوح زیر عایقکاری رطوبتی باید کاملاً محکم، صاف و تمیز باشند.

ض- لایه‌های عایق قائم دیوارهای دست انداز پیرامون بام، دور محل عبور کانال‌های کولر، هواکش‌ها، دودکش‌ها و لوله‌های تأسیسات و مانند اینها را باید حداقل ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بام اجرا، سپس لایه محافظ عایق رطوبتی روی آنها را اجرا کرد. برای جلوگیری از تماس لایه‌های عایق قائم با سطوح گرم و دودکش‌ها، باید قبل از عایقکاری، دور دودکش‌ها را با یک لایه عایق حرارتی یا مصالح مجوف پوشاند و سپس اقدام به عایقکاری رطوبتی قائم نمود.

۱۰-۱-۳-۱-۸- عایقکاری رطوبتی تراس‌ها و بالکن‌ها

روش اجرا مشابه روش عایقکاری رطوبتی بام می‌باشد. همچنین نکات ذیل نیز باید رعایت شود:

الف- در لبه‌های بالکن و تراس در نقاطی که به جای دیوار جان‌پناه، نرده پیش بینی شده است، باید ماهیچه‌ای از ملات سیمان ۳ : ۱ به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر ایجاد و عایقکاری روی آن اجرا شود.

ب- عایقکاری محل لگنچه ناودان باید با دقت کافی انجام گیرد و در این محل، لایه اول عایق باید تا داخل لوله آب‌رو ناودان اجرا شود؛ سپس کف‌خوابی به ابعاد حداقل ۵۰ در ۵۰ سانتیمتر از ورق مسی یا فولاد گالوانیزه بر روی این لایه عایق قرار داده شود؛ لایه‌های بعدی عایق روی این کف خواب، اجرا و تا داخل لوله کف‌خواب ادامه یابد. در آخر صافی آب‌رو بر روی لایه انتهایی قرار داده شود. چنانچه محل ناودان در گوشه بالکن و تراس قرار گیرد، کف‌خواب باید شکل هندسی مناسبی داشته و در محل برخورد با دست انداز یا دیوار دارای لبه‌های قائم قرار گیرد.

۱۰-۱-۳-۱-۹- عایقکاری رطوبتی شالوده‌ها

نکات اجرایی این بخش مشابه با ۱۰-۱-۳-۱-۷ می‌باشد.

۱۰-۱-۳-۱-۱۰- عایقکاری رطوبتی دیوار زیرزمین

عایقکاری دیوار زیرزمین با عایق‌های رطوبتی پیش‌ساخته باید در سطح خارجی دیوار زیرزمین و همانند عایقکاری رطوبتی شالوده ساختمان، همراه با آن و به‌صورت یکپارچه انجام شود.

۱۰-۱-۳-۱-۱۱- عایقکاری رطوبتی کف آشپزخانه، سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مشابه

نحوه عایقکاری این فضاها با عایق‌های رطوبتی پیش ساخته همانند عایقکاری رطوبتی بام (بند ۱۰-۱-۳-۱-۷) است، با این تفاوت که عایقکاری قائم پای دیوارها باید تا ۳۰ سانتیمتر بالاتر از بالاترین نقطه‌ای که امکان ریزش آب و تجمع آن وجود دارد (مانند لبه وان و زیر دوش) انجام پذیرد. در محل کف‌شور آشپزخانه و حمام و محل نصب کاسه توالت باید دقت شود که لایه عایق رطوبتی تا داخل لوله فاضلاب امتداد یابد و سپس نسبت به نصب لوازم بهداشتی اقدام گردد. محل کاسه توالت ابتدا باید با ماسه نرم و کم سیمان اندود شود و با فشار دادن کاسه توالت بر روی آن، سطح ملات را به شکل کاسه توالت درآورد و روی آن را با ماسه سیمان لیسه‌ای اندود نمود. عایقکاری رطوبتی کف باید پس از گیرش اندود اجرا شود. کف حمام، آشپزخانه، توالت و فضاهای مشابه باید به سمت کف‌شور و کاسه توالت به‌منظور تخلیه آب‌هایی که احتمالاً در کف جاری می‌شود، شیب‌بندی گردد.

۱۰-۱-۶-۱-۱۲- عایقکاری رطوبتی کف پارکینگ در طبقات

در مواردی که کف پارکینگ در طبقات شسته می‌شود، عایقکاری رطوبتی آن الزامی است. عایقکاری رطوبتی این کف ها همانند سایر کف‌ها است، فقط باید توجه داشت که لایه‌های عایق در کف پارکینگ‌ها زیر فشار بیشتری قرار می‌گیرد، لذا توصیه می‌شود دو لایه عایق رطوبتی عمود بر هم (شطرنجی) برای عایقکاری رطوبتی آنها استفاده شود.

۱۰-۱-۴- کنترل کیفیت و نظارت

۱۰-۱-۴-۱- معرفی آزمون‌ها

استاندارد روش‌های آزمون تعیین کیفیت عایق‌های رطوبتی و روش نصب در جدول ۱۰-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۳- استانداردهای روش‌های آزمون عایق‌های رطوبتی

عنوان استانداردهای روش‌های آزمون عایق‌های رطوبتی	شماره استاندارد
روش نصب عایق رطوبتی پیش ساخته	ISIRI ۳۸۷۷
روش آزمون تعیین میزان انعطاف‌پذیری (دمای تاب خمشی) عایق رطوبتی پیش‌ساخته در سرما	ISIRI ۳۸۸۱
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- ورق‌های قیری، پلاستیکی و لاستیکی عایق رطوبتی بام – تعیین نفوذناپذیری آب- روش آزمون	ISIRI ۲۰۷۹۰
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- تعیین پایداری ابعادی- قسمت ۱- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام - روش آزمون	ISIRI ۲۰۷۹۱-۲
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام- تعیین انعطاف‌پذیری در دمای پایین- روش آزمون	ISIRI ۲۰۱۸۴
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام- تعیین مقاومت به جریان در دمای بالا - روش آزمون	ISIRI ۲۰۱۸۱
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- تعیین طول، عرض و مستقیم بودن- قسمت ۱- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام -روش آزمون	ISIRI ۲۰۱۸۷-۲
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- تعیین مقاومت پارگی- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام - روش آزمون	ISIRI ۲۰۱۸۰-۱
ورق‌های انعطاف‌پذیر عایق رطوبتی- تعیین خصوصیات کششی- قسمت ۱- ورق‌های قیری عایق رطوبتی بام - روش آزمون	ISIRI ۲۰۱۸۲-۱
Flexible sheets for waterproofing – Bitumen, plastic and rubber sheets for roofing – Method of artificial ageing by long term exposure to elevated temperature	EN ۱۲۹۶
Flexible sheets for waterproofing – Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing – Method of artificial ageing by long term exposure to the combination of UV radiation, elevated temperature and water	EN ۱۲۹۷
Flexible sheets for waterproofing – Determination of thickness and mass per unit area - Bitumen sheets for roof waterproofing	EN ۱۸۴۹-۱
Flexible sheets for waterproofing – Determination of visible defects - Bitumen sheets for roof waterproofing	EN ۱۸۵۰-۱
Reaction to fire tests – Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Single-flame source test	EN ISO ۱۱۹۲۵-۲
Flexible sheets for waterproofing - Bitumen sheets for roof waterproofing – Determination of shear resistance of joints	EN ۱۲۳۱۷-۱
Flexible sheets for waterproofing - Bitumen plastic and rubber sheets for roof waterproofing – Determination of resistance to static loading	EN ۱۲۷۳۰
Flexible sheets for waterproofing – Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing – Rules for sampling	EN ۱۳۴۱۶
Flexible sheets for waterproofing – Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing – Determination of resistance to root penetration	EN ۱۳۹۴۸

۱۰-۱-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها

حداقل باید یک نمونه برای هر بام جداگانه، به‌علاوه یک نمونه برای هر ۱۰۰۰ مترمربع به‌طور اتفاقی برداشته و تحت آزمون‌های استاندارد قرار داده شوند. نتایج به‌دست آمده با ویژگی‌های استاندارد مربوط مقایسه شده و بررسی نهایی به عمل آید.

۱۰-۱-۴-۳- برنامه کنترل کیفیت و پذیرش

برای کنترل کیفیت و پذیریش عایق رطوبتی قیری انعطاف‌پذیر، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۸۵ باید سوابق کنترل کیفیت مشتمل بر سامانه کنترل کیفیت و فعالیت‌های آزمایشگاه واحد کنترل کیفیت و واسنجی ابزارهای آزمون بررسی گردد و علاوه بر آن، مصالح تحویل شده به کارگاه به شرح زیر کنترل شود:

الف- مطابقت مقدار مصالح با برگه تحویلی

ب- مطابقت مصالح با برچسب تولیدکننده و کنترل برچسب‌گذاری صحیح

عدم انطباق باید یادداشت و ترتیبی اتخاذ شود که عایق‌های رطوبتی غیرمنطبق را از کارگاه خارج کنند. در صورت لزوم، نمونه‌های نماینده مصالح باید برای انجام آزمون برداشته شوند.

۱۰-۱-۴-۳-۱- آزمون عایقکاری رطوبتی

پس از اتمام عایقکاری رطوبتی و قبل از اجرای قشر محافظ روی آن، باید آزمون آب‌بندی انجام شود. توصیه می‌شود سطوح شیبدار را با پاشیدن آب بر روی آنها و شبیه‌سازی بارندگی شدید، مورد آزمایش قرار داد. چنانچه نقصی در بام‌پوش وجود داشته باشد معمولاً در فاصله کوتاهی پس از آبپاشی ظاهر شده و از زیر سقف می‌توان با مشاهده قطرات آب به وجود نقص و محل آن پی برد. برای آزمون عایق رطوبتی بام‌های تخت و کف سرویس‌ها و نظایر آن باید تمامی آب‌روها و کفشورها را موقتاً با مصالحی مانند ورقه‌های پلاستیکی و پارچه کهنه مسدود نمود و روی عایق رطوبتی را به ارتفاع حدود ۵ سانتیمتر از بالاترین نقطه آب بست و به مدت ۲۴ ساعت به همین حال نگه داشت. در صورت عدم مشاهده هرگونه نقصی، قشر محافظ عایق را می‌توان اجرا نمود، ولی در صورت بروز نم‌زدگی در زیر سقف باید محل آن را مطابق دستورالعمل‌های این فصل تعمیر و مجدداً آزمون را تکرار نمود تا نقص عایق رطوبتی برطرف شود.

۱۰-۱-۴-۳-۲- چک‌لیست برای بازرسی بام عایق رطوبتی قیری مسلح

بازرسی‌های منظم نگهداری باید در قالب یک بررسی سیستماتیک از کل بام به منظور ثبت مواردی که نیاز به توجه دارند، انجام شود. چک‌لیست بازرسی زیر برای بام‌های عایق رطوبتی قیری مسلح قابل استفاده است:

الف- سطح بام:

۱- بخش‌های لخت در روکش بازتابنده خورشیدی؛

۲- وجود بخش‌های سست؛

۳- تجمع لای یا وجود پوشش گیاهی؛

۴- عایق حرارتی نمایان (در بام‌های وارونه)؛

۶- وجود مناطق حوضچه مانند.

ب- عایق رطوبتی:

۱- تاول زدگی، موج‌دار شدن، جدا شدگی؛

۲- ترک‌ها، شکاف‌ها، پارگی‌ها، سوراخ‌ها؛

۳- چاله‌ها، پوست سوسماری شدن؛

۴- کنده شدگی، لبه‌های متصل نشده؛

۵- نرم‌شدگی سطح.

در مورد بام‌هایی که در آن‌ها عایق رطوبتی پنهان شده، برای مثال به‌وسیله یک لایه موزاییک یا کفپوش‌های دیگر یا بام‌هایی با طراحی عایق رطوبتی محافظت شده (وارونه) و بام‌های سبز، کل منطقه عایق‌کاری رطوبتی مشمول بازرسی دوره ای نخواهد بود.

پ- خروجی‌های آب باران:

۱- مسدود شدن؛

۲- عدم اتصال به عایق رطوبتی؛

۳- شل شدن در جای خود؛

ت- بالاآمدگی:

۱- درزپوش‌های آسیب‌دیده/جدا شده؛

۲- عایق رطوبتی شکم داده؛

۳- شکاف‌ها، ترک‌ها، پارگی‌ها؛

۴- عایق رطوبتی مهار نشده در ماهیچه؛

۵- لبه‌های متصل نشده؛

۶- طبله.

باید از ورود آشغال به آبروها جلوگیری کرد. در تمام کارهای بازسازی و پروژه‌های جدید، نشت آب مجاز نیست و باید با هر وسیله‌ای از آن جلوگیری شود. ساکنین و یا فضاهای داخلی باید از خطر یا آسیب ناشی از نشت آب محافظت شوند. درزهای هم‌پوشانی در ورق‌های عایق رطوبتی مجاور باید طوری اجرا شوند که از جریان آب جلوگیری نکنند.

۱۰-۱-۴-۳-۳- دستیابی به استاندارد مورد نیاز اجرا

برای اطمینان از دستیابی به الزامات مورد نیاز در اجرای عایق رطوبتی، باید موارد زیر انجام شود:

الف- تصمیم‌های اتخاذ و ثبت شده در مورد طراحی و مشخصات فنی قبل از شروع اجرای پوشش بام به پیمانکار ابلاغ شود؛

ب- اهداف طراحی قابل درک و دستیابی در شرایط مشخص باشد؛

پ- پوشش بام عایق رطوبتی قیری مسلح فقط باید توسط کارکنان آموزش دیده دارای دانش خوبی برای کار مورد نظر و صلاحیت اجرایی، انجام شود؛

ت- کار تحت نظارت قرار گیرد و به‌طور منظم برای اطمینان از انطباق کنترل شود.

۱۰-۱-۵- ملاحظات ویژه

۱۰-۱-۵-۱- تعمیر و نگهداری

تمام بام‌ها باید حداقل یک بار در سال بررسی شوند. در حالت ایده‌آل، بازرسی‌ها باید در هر فصل بهار و پاییز انجام شود تا اثرات سالانه عوامل جوی بررسی شود. بام‌هایی که در معرض ترازهای بالای آلودگی یا در نزدیکی درختان قرار دارند ممکن است نیاز به بازرسی بیشتر داشته باشند.

هر بازرسی از یک بام باید شامل داخل ساختمان برای نشانه‌های نفوذ آب یا میعان باشد. در خارج از ساختمان، ساخت و ساز مجاور نیز که می‌تواند عملکرد بام را تحت تاثیر قرار دهد، باید بررسی شود.

تعمیرات باید تنها پس از این‌که نوع و گستردگی نقص و علت اصلی آن شناسایی شد، انجام شود. هدف تعمیر باید بازگرداندن بام به شرایط اولیه و تضمین عملکرد مداوم آن باشد.

هرگونه حفاظت سطحی که از بین رفته باشد باید بازسازی شود تا تمام عایق رطوبتی را در بر گیرد. درزپوش‌های شل باید به اندازه کافی ایمن باشند و هر گونه عیب آن‌ها رفع شود. هر گونه نقص در گشودگی‌ها باید با دقت اصلاح شود.

تاول‌ها باید به‌طور کلی به‌صورت دست نخورده باقی بمانند؛ اما اگر حاوی آب باشند یا باعث ایجاد خرابی در عایق رطوبتی شوند، باید آن‌ها را با برش باز کرده و مجددا چسباند و یک وصله به عرض کامل رول عایق رطوبتی به روی آن چسباند. هرگونه خاک، زباله و گیاهان را باید دور ریخت و تمام بام را تمیز کرد. در مناطق رشد جلبک یا خزه، ممکن است استفاده از قارچ‌کش مناسب مفید باشد.

الف- مرمت بدون نیاز به برکندن عایق‌کاری قبلی

قبل از اقدام به مرمت، باید وضع عایق رطوبتی موجود به لحاظ بار وارده بر آن و قشر محافظ آن مورد بررسی قرار گیرد. همچنین وزن عایق رطوبتی جدید و قشر محافظ آن نیز، برآورد و مجموع بارهای زنده و مرده پس از ترمیم در محاسبات ایستایی سقف منظور گردد. چنانچه اعضای باربر ساختمان قادر به تحمل بار اضافی جدید باشند، می‌توان عملیات ترمیمی را بر روی عایق رطوبتی قبلی انجام داد. اگر لایه محافظی بر روی عایق وجود نداشته باشد، نخست سطح عایق باید کاملاً از مواد اضافی و ذرات گرد و غبار تمیز و سپس طبق مشخصات ذکر شده در فوق اقدام به عایقکاری رطوبتی جدید شود.

چنانچه پوشش محافظ عایق رطوبتی (از نوع ماسه آسفالت یا موزائیک) آسیب دیده باشد، ابتدا باید نسبت به کندن ترک‌ها و درزها و تمیز کردن آنها اقدام شود. درز بام‌پوش موزائیک را باید با دوغاب سیمانی پر کرد. ترک‌های آسفالت را

باید با ماسه آسفالت یا در صورت ریز بودن با قیر مایع یا مذاب پر کرد و روی سطح ترمیم شده را با قشری از قیر مذاب اندود کرد.

ب- مرمت به روش برکندن عایقکاری قبلی

در صورتی که بار مرده موجود به حدی باشد که سقف نتواند بار اضافی تحمل کند، در این صورت باید عایقکاری رطوبتی قدیم را برچید و عملیات ترمیم را انجام داد.

عایق‌های رطوبتی را در حین اجرا و در دوره بهره‌برداری ساختمان باید از شعله آتش، صدمات مکانیکی و حرکات سازه ای و ساختمانی، صدمات شیمیایی (معدنی و آلی)، ریشه‌دوانی گیاهان، فشار آب و بخار آب حفظ کرد. سرمای زیاد باعث ترک‌خوردگی عایق می‌شود، به‌ویژه اگر از قیر نامناسب که دارای خاصیت آنگمی مطلوب نیست، استفاده شده باشد. قیر مورد مصرف در عایق رطوبتی به‌ویژه در لایه نهایی، باید مناسب منطقه انتخاب شود. تابش مستقیم خورشید که دارای پرتو ماورای بنفش است، سبب تجزیه مواد قیری و از دست رفتن ویژگی‌های مطلوب آنها می‌شود.

لایه محافظ در سطوح افقی بام می‌تواند از موزائیک فرش یا حدود ۳ سانتیمتر ماسه آسفالت انتخاب گردد. در مناطق گرم‌تر توصیه می‌شود از پوشش موزائیک به رنگ روشن استفاده گردد. به هر حال بار مرده ناشی از اجرای هر نوع عایق رطوبتی با قشرهای محافظ آن باید در محاسبات ایستایی منظور گردد. استفاده از پوشش کاهگل در بام نواحی گرم و خشک مشروط بر این‌که مراقبت مداوم و مستمر در نگاهداری آن منظور گردد و آمدوشد زیادی روی آن صورت نگیرد، بدون اشکال است.

آجر فرش با ملات گل نیمچه کاه نیز در نواحی گرم و خشک پوشش مطلوبی برای بام‌های تخت، شیبدار، قوسی و گنبدها به شمار می‌رود. در سرویس‌ها، حمام و آشپزخانه، کفپوش و کاشی نقش محافظ عایق رطوبتی را ایفا می‌کنند. در صورتی که عایق رطوبتی قائم با تیغه نازک، اندود سیمانی، کاشی دیواری یا سرامیک (در سرویس‌ها) محافظت شود، برای جلوگیری از ترک خوردگی قشر محافظ و جابه‌جایی آن به‌ویژه هنگام گرما، قبل از پوشش عایق رطوبتی، باید از توری سیمی به عنوان نگهدارنده آن استفاده شود.

استفاده از شن ریزدانه برای محافظت عایق رطوبتی بام‌های تخت که رفت و آمد روی آنها کم است، مجاز می‌باشد. در این صورت باید با نصب توری جلو آب‌رو از ورود دانه‌های شن به داخل آب‌رو جلوگیری شود. برخی عایق‌های رطوبتی پیش ساخته با قشر نازکی از ماسه نرم یا خرده سنگ ریز به رنگ‌های متنوع روشن پوشانده می‌شوند. در این صورت پس از عایقکاری رطوبتی بام نیازی به محافظت عایق رطوبتی وجود ندارد. چنانچه عایق رطوبتی بام با رنگ‌های مخصوص منعکس کننده نور و گرما پوشانده شود، در این حالت نیز اجرای قشر محافظ اضافی روی آن لازم نیست.

برای جلوگیری از سوراخ شدن عایق رطوبتی باید از بارگذاری موضعی زیاد روی آن خودداری شود، از وارد شدن ضربه به آن جلوگیری گردد و ماسه درشت تیزگوشه در ملات مجاور آن مصرف نشود. باید از ریخته شدن مواد شیمیایی مضر به ویژه روغن‌ها و چربی‌ها و حلال‌ها بر روی عایق رطوبتی، جلوگیری گردد.

در مناطق مرطوب که امکان رویش گیاهان و رشد خزه و ... وجود دارد، باید از سموم علف‌کش که در فرمولاسیون آنها مواد مضر برای عایق رطوبتی و پوشش آن وجود نداشته باشد، به‌منظور جلوگیری از رویش گیاهان و رشد خزه و ... استفاده شود.

۱۰-۱-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح

حمل، انتقال و انبارش عایق‌های رطوبتی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۸۵ و به شرح زیر باشد:

محصول تولید شده نهایی باید به صورت رول بسته‌بندی شود. رول‌ها باید محکم پیچیده شده باشند و نوار چسب حداقل در دو ردیف به عرض ۵ سانتی‌متر باید حداقل نصف محیط رول را در برگرفته باشد. در صورت بسته‌بندی رول‌ها به صورت شرینک، باید از پوشش شفاف استفاده شود.

رول‌ها باید به صورت عمودی در انبار سرپوشیده نگه‌داری شوند. کف انبار باید صاف و دمای آن بین ۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس باشد. چنانچه محموله در فضای باز نگه‌داری شود باید از پالت استفاده گردد و روکش پلی‌اتیلنی رنگی روی آن کشیده شود. حداکثر مدت زمان مجاز برای نگهداری در فضای باز تنها یک هفته است.

عایق رطوبتی قیری مسلح باید به دقت بر روی سطوح تراز خشک تمیز، نگهداری شود. برای مصالحی که به‌طور موقت در بیرون کارگاه و یا در بام نگهداری می‌شوند، محافظت مشابهی باید در طول ساخت‌وساز در نظر گرفته شود. اگر عایق رطوبتی در طول زمان نگهداری مرطوب شود، قبل از اجرا باید کاملاً خشک شود، در غیر این صورت استفاده از آن مجاز نمی‌باشد. مصالح مرطوب شده که حساس به ضعیف شدن، اعوجاج یا آسیب دیدگی هستند باید جایگزین شوند.

توصیه‌های ویژه تولیدکننده برای انبارش باید رعایت شود. برخی از فراورده‌های خودچسب اختصاصی ممکن است الزامات نگهداری ویژه‌ای داشته باشند که باید رعایت شود. اگر مصالح در سطح بام انبار می‌شود، ظرفیت باربری بام باید در نظر گرفته شود.

۱۰-۱-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان

قبل از شروع اجرای هر پروژه در کارگاه باید مستندات کامل به شرح زیر آماده شود:

الف- اطلاعات کامل در مورد بام، شامل همه ملاحظات ایمنی و خطرات مربوط؛

ب- جزییات اجرایی دقیق؛

پ- ترازها و ابعاد مناطقی نیازمند عایقکاری رطوبتی؛

ت- سازه از جمله عرشه بام، وضعیت آن و هر گونه آماده سازی مورد نیاز؛

ث- میزان شیب و قرارگیری زهکشی؛

ج- وجود هر گونه لایه کنترل بخار؛

چ- وجود هر گونه گشودگی، وسایل یا ملحقات؛

ح- ترکیب عایق رطوبتی تقویت شده بام پایه قیری، روش اتصال به عرشه بام و نوع حفاظت از سطح؛

خ- تمهیدات دسترسی به محل کار؛

د- تمهیدات انبارش موقت مصالح و تجهیزات و محل آن شامل محدودیت‌های بارگذاری بام؛

ذ- تدارک داربست، بالابر، نردبان و تجهیزات ایمنی، روشنایی موقت، برق، آب و حفاظت موقت از جمله پیاده‌روِ موقت؛

ر- امکانات انتقال ضایعات و مواد مازاد؛

ز- الزامات نظارت، بازرسی و آزمون؛

ژ- الزامات مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری آینده.

فقط مقدار کافی مصالح برای برآورده کردن نیازهای روزانه باید از انبار خارج شوند و به‌طور مناسبی در منطقه‌ای که کار انجام می‌شود، قرار گیرند. آن‌ها باید بلافاصله قبل از استفاده از بسته‌بندی خارج شوند و همه مواد بسته‌بندی باید با دقت دور ریخته شوند.

ابزار و تجهیزات باید تا حد امکان نزدیک به محل کار در دسترس باشند. این امر به‌ویژه در دیگ‌های قیر مهم است، زیرا مطمئن می‌سازد که قیر ذوب شده در حداقل فاصله حمل می‌شود. در نتیجه ایمنی افزایش یافته و افت دما بین دیگ قیر و اجرا کاهش می‌یابد. مواد سوختی باید از دیگ قیر دور باشند و خاموش کننده‌ها باید در هر کجا که مشعل‌ها و چراغ‌ها در حال استفاده هستند، در دسترس باشند.

۱۰-۲- عایق‌کاری حرارتی

۱۰-۲-۱- کلیات

۱۰-۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این بخش، ارائه مشخصات فنی عایق‌کاری حرارتی ساختمان برای تأمین صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ایجاد آسایش حرارتی و شرایط مناسب برای ساکنان ساختمان است. دامنه کاربرد عایق‌کاری حرارتی، پوسته خارجی ساختمان‌های مسکونی، هتل‌ها، مراکز آموزشی، بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی، ورزشی، مراکز تجاری، اداری و ترابری است.

عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی) اجزای ساختمان (دیوارهای خارجی، بام و کف) به میزان چشمگیری مانع از اتلاف حرارت در ساختمان و در نتیجه موجب کاهش مصرف سوخت وسایل گرم کننده یا خنک کننده فضاهای داخلی ساختمان می‌شود. عایق‌های حرارتی موادی هستند که به منظور کاهش انتقال حرارت به‌کار می‌روند. میزان عایق حرارت بودن این مصالح از ترکیب شیمیایی و/ یا ساختار فیزیکی آن‌ها ناشی می‌شود. عایق‌های حرارتی مورد استفاده در ساختمان باید دارای کیفیت مناسب و استاندارد باشند. خواص حرارتی این فراورده‌ها اهمیت زیادی در رسیدن به اهداف عایق‌کاری

حرارتی یعنی جلوگیری از انتقال حرارت دارد. انواع اصلی عایق‌های حرارتی شامل: پشم معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره)، فوم پلی استایرن، فوم پلی یورتان، فوم پلی اتیلن و فوم الاستومری انعطاف‌پذیر است.

استفاده از عایق‌های حرارتی برای محدود کردن میزان انتقال حرارت در اجزای ساختمانی است. سیستم عایق‌کاری حرارتی باید دو شرط را دارا باشد: ۱- مقاومت حرارتی کل پوستهٔ خارجی به همراه عایق حرارتی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر باشد و ۲- ضریب هدایت حرارتی عایق حرارتی مصرفی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر نباشد.

۱۰-۲-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

اصطلاحات و تعاریف مورد استفاده در این بخش به شرح زیر است:

عایق‌کاری حرارتی از داخل: به عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت داخل صورت می‌گیرد، اتلاق می‌شود.

عایق‌کاری حرارتی از خارج: به عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی که با افزودن یک لایه عایق حرارتی در سمت خارج صورت می‌گیرد، اتلاق می‌شود.

عایق‌کاری حرارتی همگن: نوعی عایق‌کاری حرارتی است که در آن مصالح ساختمانی مصرف شده، اعم از سازه‌ای و غیرسازه‌ای، در بخش اعظم ضخامت پوستهٔ خارجی (دیوار، سقف، کف)، مقاومت حرارتی زیادی داشته باشد.

مقاومت حرارتی: نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن است. مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های حرارتی هر یک از لایه‌ها می‌باشد. مقاومت حرارتی مشخص‌کنندهٔ قابلیت عایق بودن یک یا چند لایه از پوسته یا کل پوسته از نظر حرارتی است.

پل حرارتی: نقاطی از ساختمان که به علت ناپیوستگی عایق حرارتی یا کاهش ضخامت لایه‌ها و یا تغییر مشخصات حرارتی آن‌ها در پوستهٔ خارجی، دارای مقاومت حرارتی کمتری در مقایسه با دیگر قسمت‌های مجاور هستند که باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می‌گردد.

پوسته خارجی: تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آنها که از یک طرف با فضای خارج یا فضای کنترل نشده و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

ضریب هدایت حرارت: مقدار حرارتی که در حالت پایدار در یک ثانیه از یک مترمربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در زمانی که اختلاف دمای سطوح دو طرف عنصر برابر یک درجه کلوین است، می‌گذرد.

لایه بخاربند: لایه‌ای که در طرف گرم عایق حرارتی در نظر گرفته می‌شود تا از نفوذ بخار آب به داخل عایق حرارتی با نفوذپذیری بخار آب زیاد جلوگیری شود.

عایق حرارتی: ماده‌ای است که به منظور کاهش انتقال حرارت به کار می‌رود و خواص عایق‌کاری حرارتی از ماهیت شیمیایی و/ یا ساختار فیزیکی آن ناشی می‌شود.

پشم معدنی: انواع آن پشم شیشه، پشم سنگ و پشم سرباره است که دارای ماهیت و ظاهر پشم‌گونه بوده و از شیشه، سنگ یا سرباره مذاب ساخته می‌شود. این فراورده‌ها با روکش یا بدون روکش به شکل‌های پتویی و تخته‌ای استفاده می‌شوند. این فراورده‌ها هم‌چنین در سامانه‌های عایق حرارتی پیش ساخته و پانل‌های مرکب مصرف می‌شوند.

فوم‌های سلولی: پلاستیک‌هایی که در آن‌ها چگالی فرآورده، در اثر وجود حفره‌های کوچک متعدد (سلول‌ها)، کاهش یافته است. این فراورده‌ها با روکش، پوشش یا بدون آن‌ها هستند و به شکل‌های تخته‌ای یا رولی یا سایر محصولات پیش ساخته تولید می‌شوند.

پتویی، رولی: فراورده عایق حرارتی انعطاف‌پذیری است که به صورت رول عرضه می‌شود که ممکن است روکش شده یا مجوف باشد.

تخته، دال: فراورده عایق حرارتی صلب یا نیمه‌صلب با شکل و سطح مقطع مستطیل است که در آن ضخامت یکنواخت و از سایر ابعاد بسیار کوچک‌تر می‌باشد. تخته معمولا نازک‌تر از دال است.

۱۰-۲-۲- مصالح، اجزا و فراورده‌های ساختمانی

۱۰-۲-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

مشخصات انواع فراورده‌های عایقکاری حرارتی برای ساختمان باید مطابق استانداردهای مندرج در جدول ۸-۴ باشد.

جدول ۱۰-۴- استانداردهای ویژگی فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی

عنوان استاندارد ملی ایران	شماره استاندارد
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای فوم پلی یورتان صلب- ویژگی‌ها	ISIRI ۸۲۹۸
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای تخته پرلیت منبسط- ویژگی‌ها	ISIRI ۸۳۲۰
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای پشم معدنی- ویژگی‌ها	ISIRI ۸۱۱۶
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای پلی‌استایرن منبسط- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۵۰
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای فوم پلی استایرن اکسترود شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۵۲
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای فوم فنلی- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۵۳
فراورده‌های عایق کاری حرارتی کارخانه‌ای الیاف چوب- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۴۹
فراورده‌های عایق کاری حرارتی کارخانه‌ای پشم چوب- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۴۷
فراورده‌های عایق کاری حرارتی چوب پنبه منبسط ساخته شده در کارخانه- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۴۸
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی کارخانه‌ای شیشه سلولی- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۰۹۵۱
فراورده‌های قالبگیری شده در محل از فرآورده‌های پرلیت منبسط قسمت ۱– قبل از اجرا- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۰۶۲-۱
فراورده‌های قالبگیری شده در محل از فرآورده‌های پرلیت منبسط قسمت ۲- اجرا شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۰۶۲-۲
فراورده‌های قالبگیری شده در محل از فرآورده‌های ورمیکولیت لایه‌ای- قسمت ۱– قبل از اجرا- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۴۲۷-۱
فراورده‌های قالبگیری شده در محل از فرآورده‌های ورمیکولیت لایه‌ای- قسمت ۲- اجرا شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۴۲۷-۲
فراورده‌های سبکدانه رس منبسط شده قالبگیری شده در محل- قسمت ۱– قبل از اجرا- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۰۵۹-۱
فراورده‌های سبکدانه رس منبسط شده قالبگیری شده در محل - قسمت ۲- اجرا شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۰۵۹-۲

سیستم‌های مرکب عایق حرارتی خارجی بر پایه پلی استایرن منبسط- ویژگی‌ها،	ISIRI ۱۱۰۵۶
سیستم‌های مرکب عایق حرارتی خارجی بر پایه پشم معدنی- ویژگی‌ها	ISIRI ۱۱۰۵۷
فراورده‌های صلب فوم پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات پاششی درجا- قسمت ۱- قبل از اجرا- ویژگی‌ها	ISIRI ۲۲۳۲۸-۱
فراورده‌های صلب فوم پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات پاششی درجا- قسمت ۲- اجرا شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۲۲۳۲۸-۲
فراورده‌های صلب فوم پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات تزریق شدنی درجا- قسمت ۱- قبل از اجرا- ویژگی‌ها	ISIRI ۲۲۳۲۹-۱
فراورده‌های صلب فوم پلی یورتان و پلی ایزوسیانورات تزریق شدنی درجا- قسمت ۲- اجرا شده- ویژگی‌ها	ISIRI ۲۲۳۲۹-۲
ویژگی‌های پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی / صوتی	ISIRI ۱۲۸۰۵
فراورده‌های عایق کاری حرارتی ساختمان- واژه نامه	ISIRI ۸۰۸۴

۱۰-۲-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول

عایق‌های حرارتی مورد استفاده در ساختمان بجز پشم‌های معدنی، باید دارای حداقل مقاومت حرارتی ۰/۵ m^2K/W و پشم‌های معدنی باید دارای حداقل مقاومت حرارتی ۱/۰ m^2K/W باشد. همچنین ضریب هدایت حرارتی تمام عایق‌های حرارتی باید کمتر از ۰/۰۶۵ W/m.K در ۱۰°C باشد.

اگر عایق حرارتی در معرض رطوبت‌های نسبی زیاد تا نزدیک ۱۰۰ درصد و اختلاف فشار بخار آب در دو طرف (مانند بام‌های وارونه و عایقکاری زمینی محافظت نشده) قرار گیرد، مقدار جذب آب کوتاه مدت (۲۴ ساعته) به روش غوطه‌ورسازی جزیی و مقدار جذب آب دراز مدت (۲۸ روزه) به روش غوطه‌ورسازی کامل نباید از حد مجاز استاندارد ویژگی فراورده مربوط بیشتر باشد.

در هنگام بهره‌برداری، چنانچه عایق حرارتی، به‌طور مکرر در شرایط دمایی کم و در تماس با آب قرار گیرد، (مانند بام‌های وارونه و عایق‌کاری زمینی محافظت نشده) باید مقاومت کافی در برابر یخ زدن و آب شدن مکرر را مطابق با استاندارد ویژگی فراورده مربوط داشته باشد.

در هنگام استفاده از عایق حرارتی در کف یا بام ساختمان، عایق حرارتی باید بر اساس کلاس مقاومت فشاری عایق با توجه به بارهای وارده و تنش فشاری در ۱۰ درصد تغییرشکل، مطابق با استاندارد ویژگی فراورده مربوط انتخاب شود.

مقاومت کششی موازی با سطوح عایق‌های حرارتی الیاف معدنی باید به اندازه‌ای باشد که فراورده، مقاومت کافی برای تحمل تنش‌های وارده (حداقل دو برابر وزن کل فراورده) در حین حمل و بهره برداری داشته باشد.

طراح باید با استناد به روش ارائه شده در راهنمای مبحث ۱۹ و با توجه به سامانه طراحی، نفوذپذیری بخار آب پوسته خارجی را ارزیابی کند و در صورت وجود خطر میعان، با پیش‌بینی لایهٔ بخاربند در محل مناسب آن را برطرف کند.

عایق حرارتی باید از نظر طول، عرض، ضخامت (برای همه فراورده‌ها)، تخت و گونیا بودن (برای تخته‌ها)، پایداری ابعادی، واکنش در برابر آتش، و سایر خواص مورد نیاز برای کاربرد مورد نظر، با حدود مجاز استاندارد ویژگی فراورده مربوط و تراز، یا مقدارهای اعلام شده از سوی تولید کننده، مطابقت داشته باشد.

نفوذ باران و رطوبت زیاد درون ساختمان و میعان ممکن است سبب کاهش شدید مقاومت حرارتی عایق‌های حرارتی شود. بنابراین، باید احتیاط لازم را برای جلوگیری از خیس شدن عایق حرارتی به‌کار برد.

ویژگی‌ها و حدود قابل قبول برای تمام فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی باید مطابق استاندارد ویژگی فراورده‌های مربوط در بند ۱۰-۲-۵-۱ باشد.

۱۰-۲-۳-۲- عدم انطباق‌ها و اقدامات اصلاحی

تولیدکننده، مسئول انطباق فراورده خود با الزامات استاندارد می‌باشد. ارزیابی و تصدیق پایداری عملکرد (AVCP)[1] عایق‌ها و کلاس‌بندی، باید مطابق استاندارد ملی ۱۱۰۵۸ انجام شود.

۱۰-۲-۳- ضوابط اجرایی عایق‌کاری حرارتی ساختمان

۱۰-۲-۳-۱- عایق‌کاری حرارتی دیوار

۱۰-۲-۳-۱-۱- جزییات اجرایی عایق‌کاری حرارتی دیوار از داخل

در روش عایق‌کاری حرارتی دیوار از داخل، اینرسی حرارتی جدار به حداقل می‌رسد. یکی از نکات مهمی که در خصوص عایق‌کاری حرارتی از داخل حائز اهمیت می‌باشد، پل‌های حرارتی در محل‌های تلاقی دیوار خارجی با کف طبقات و تیغه‌های داخلی است که باید حتماً در محاسبات انتقال حرارت جدارها لحاظ گردد. یکی از روش‌ها برای کاهش پل‌های حرارتی، در بعضی موارد اقدام به ادامه عایق حرارتی روی جدار تلاقی کننده با دیوار خارجی می‌باشد.

در صورت در نظر گرفتن روش عایق‌کاری حرارتی از داخل برای ساختمانی واقع در منطقه‌ای پر بارش و سردسیر، باید تمهیدات لازم برای حصول اطمینان از عدم ورود آب به داخل دیوار و عدم بروز خرابی ناشی از یخ زدن و ذوب‌شدن لایه‌های بیرونی آن پیش‌بینی گردد. در تمامی جزییات اجرایی، در صورت وجود لایه بخاربند، باید محل قرارگیری آن بسته به اقلیم منطقه به دقت تعیین شود.

الف- عایق‌کاری حرارتی با پشم معدنی و زیرسازی چوبی یا فلزی

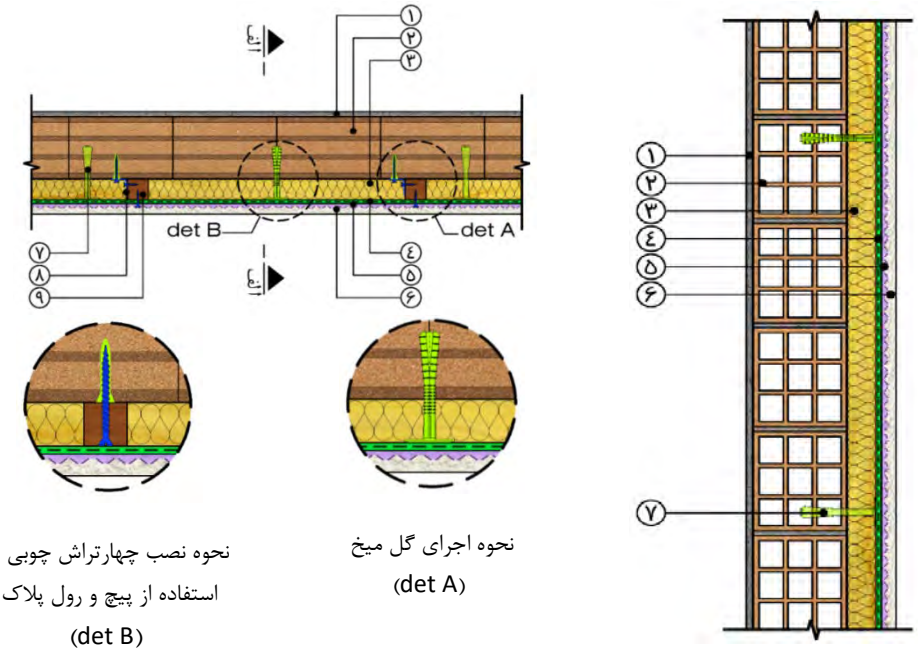
در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد به شرح زیر می‌باشد:

عایق حرارتی متداول مورد استفاده در این روش، از نوع پشم معدنی تخته‌ای یا پتویی (رولی) است. در صورت استفاده از عایق‌های پلیمری عملکرد دیوار از نقطه نظر آکوستیک و محافظت در برابر آتش باید پیش از استفاده بررسی و به تایید دستگاه نظارت رسانده شود.

عایق حرارتی به صورت منقطع اجرا می‌گردد، لذا باید اثر پل‌های حرارتی بر روی ضریب انتقال حرارت دیوار در نظر گرفته شود و حتی‌الامکان میزان پل حرارتی کاهش یابد. در صورت اجرای عایق‌کاری حرارتی به کمک زیرسازی، باید هماهنگی لازم بین فاصله محور به محور عناصر زیرسازی با عرض عایق حرارتی وجود داشته باشد تا از افزایش پل‌های حرارتی جلوگیری شود.

1- **A**ssesment and **V**erification of **C**onstancy of **P**erformance

بخاربند مورد استفاده باید از نوعی باشد که در زمان نصب گل‌میخ دچار پارگی گسترده نشود و از نشت موضعی هوا جلوگیری کند. در همه مناطق، به استثنای مناطق گرم و مرطوب، لایه بخاربند باید در طرف رو به داخل عایق حرارتی، مطابق جزییات ارائه شده در شکل ۱۰-۱۸، اجرا شود. در مناطق گرم و مرطوب، بخاربند باید بین دیوار پشتیبان و عایق حرارتی اجرا گردد.



نحوه نصب چهارتراش چوبی با استفاده از پیچ و رول پلاک (det B)

نحوه اجرای گل میخ (det A)

۱- اندود خارجی
۲- لایه اصلی دیوار (مثال: بلوک سفالی)
۳- عایق حرارتی پشم معدنی
۴- لایه بخاربند
۵- تور سیمی (رابیتس)
۶- نازک‌کاری
۷- گل‌میخ
۸- پیچ و رول پلاک و نبشی
۹- چوب چهارتراش

شکل ۱۰-۱۸- عایق‌کاری حرارتی دیوار از داخل

۱۰-۲-۳-۱-۲- عایقکاری حرارتی دیوار از بیرون

در روش عایقکاری حرارتی دیوار از بیرون، لایه‌های داخلی دیوار در برابر اثر عوامل جوی محفوظ می‌مانند، ولی در عین حال، تأثیر این عوامل بر روی پوشش نهایی نما و عایق حرارتی، به‌طور چشمگیری تشدید می‌گردد. استفاده از لایه هوای محبوس شده یا تهویه شده بین عایق حرارتی و پوشش نهایی نما توصیه می‌شود.

در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد، به شرح زیر است:

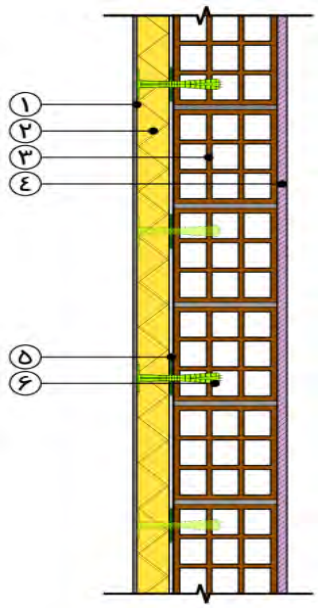
- رفتار در برابر نیروهای ثقلی و جانبی اعمال شده در زمان بهره‌برداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید مکانیزم‌های نصب نما به‌گونه‌ای باشد که بارهای اعمال‌شده را به لایه‌های اصلی دیوار و سازه ساختمان منتقل نماید.
- میزان انبساط و انقباض حرارتی، تغییرات دمایی و همچنین تکانه‌های حرارتی اعمال‌شده به پوشش نهایی نمای با عایق از خارج، چندین برابر حالت‌های دیگر است. در نتیجه، باید دقت ویژه‌ای در انتخاب نوع پوشش نما شود.

- در تمامی جزییات اجرایی، در صورت وجود لایه بخاربند، باید محل قرارگیری آن بسته به اقلیم منطقه به دقت تعیین شود.

ب- عایق‌کاری حرارتی با پلی‌استایرن و اندود نازک روی آن(ETICS[1])

یکی از متداول‌ترین جزئیات اجرایی در این روش عایق‌کاری حرارتی، کاربرد اندود نازک بر روی عایق می‌باشد. در صورتی که عایق از نوع پلیمری باشد، اجرای اندود با سهولت بیشتری انجام می‌شود. در این روش، استفاده از پلی‌استایرن منبسط معمولی یا اکسترود شده با چگالی زیاد مجاز می‌باشد. در لایه اندود خارجی روی عایق حرارتی یک شبکه تقویت‌کننده اندود (از جنس الیاف شیشه یا مشابه) باید در نظر گرفته شود (شکل ۱۰-۱۹).

۱- نمای خارجی (اندود نازک تقویت‌شده)
۲- عایق حرارتی پلیمری
۳- لایه اصلی دیوار (مثال: بلوک سفالی)
۴- نازک کاری
۵- چسب نگهدارنده عایق
۶- گل‌میخ



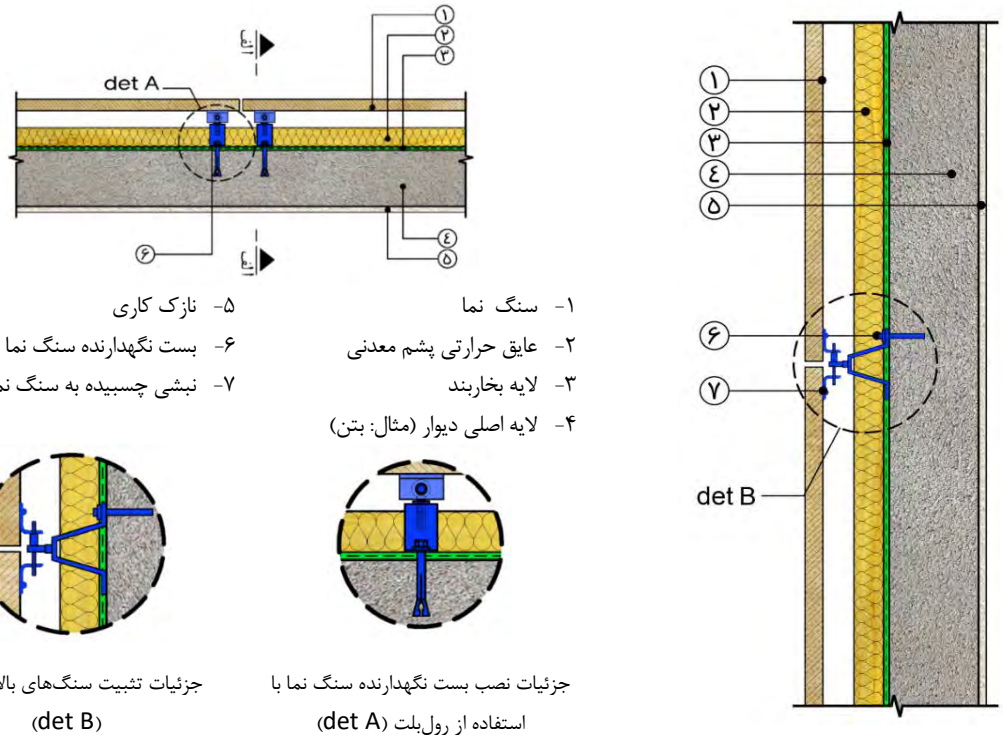
شکل ۱۰-۱۹- عایق‌کاری حرارتی با پلی‌استایرن و اندود نازک روی آن (ETICS)

- چسب خمیری که در جزئیات این بخش، با شماره ۵ مشخص شده، باید توزیع منظم و سطح تماسی بیش از ۲۰ درصد با دیوار داشته باشد.
- در صورت استفاده از عایق معدنی باید یک لایه بخاربند در طرف گرم عایق نصب شود. به عبارت دیگر، در تمامی مناطق، به استثنای مناطق گرم و مرطوب، باید از لایه بخاربند در طرف رو به داخل عایق حرارتی و در مناطق گرم و مرطوب، لایه بخاربند در طرف رو به خارج عایق حرارتی استفاده شود.
- باید فاصله بین گل‌میخ‌ها و بین درزهای انبساط افقی و قائم مطابق استانداردها و دستورالعمل‌ها و با در نظر گرفتن فشارهای اعمال شده و تغییرات دمای برآوردشده، تنظیم شود. این فاصله باید درنقشه‌ها توسط مشاور ذکر گردد.
- شبکه تقویت‌کننده اندود (از جنس مش الیاف شیشه یا مشابه) در محل‌هایی که در معرض ضربه است، باید به‌صورت دولایه اجرا شود.

۱- External Thermal Insulation Composit Systeme

ب- نمای سنگی، صفحه سیمانی یا سرامیکی با اتصالات مکانیکی و لایه هوای تهویه شده

در این روش، نمای سنگی یا صفحه سیمانی یا سرامیکی (یا مشابه) توسط اتصالات مکانیکی مستقل یا یک شبکه زیرقاب آلومینیومی یا فولادی (نبشی و سپری) به لایه اصلی دیوار یا عناصر سازه‌ای متصل می‌شود (جزئیات اتصال باید مطابق با شکل ۱۰-۲۰ باشد).



شکل ۱۰-۲۰- نمای سنگی، صفحه سیمانی یا سرامیکی با اتصالات مکانیکی و لایه هوای تهویه‌شده

- فاصله هوایی باید مطابق الگوی تعریف شده در مشخصات فنی باشد. در صورت باز بودن درز بین قطعات سنگ، صفحه سیمانی یا قطعات سرامیکی، باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از نفوذ حشرات به لایه هوای پشت قطعات نما در نظر گرفته شود. عرض درز باید متناسب با ابعاد قطعات توسط مشاور تعیین شده باشد. توصیه می‌شود حداقل عرض درز ۶ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

- باید از عایق حرارتی معدنی در راستای کاهش خطرات آتش سوزی استفاده نمود.
- در صورت استفاده از قطعات فولاد گالوانیزه، به‌ویژه در مناطق مرطوب و خورنده، باید ملاحظات لازم برای تضمین دوام قطعات در نظر گرفته شود.
- باید تمهیدات لازم برای آب‌بندی درز بین واردارها در نظر گرفته شود. این اقدام می‌تواند به صورت خشک یا با استفاده از درزبندهای مخصوص انجام شود. در هر دو حالت، لازم است جزییات اجرایی و مصالح متناسب با روش انتخاب شده توسط مشاور ارائه شود.

- در پایین‌ترین و بالاترین قسمت نما در زیر و بالای پنجره‌ها، باید مجاری لازم برای تأمین جریان هوا در نظر گرفته شود. همچنین توصیه می‌شود در این محل‌ها، از توری یا ورق‌های سوراخ‌دار استفاده شود، تا از نفوذ حشرات اجتناب گردد.
- در صورتی که ضخامت و جنس سنگ یا صفحه سیمانی یا سرامیکی امکان سوراخ‌کاری‌های لازم برای اتصال قطعات به دستک‌های نگهدارنده را بدهد، و یا لبه‌های مخصوصی در قطعه، برای اتصال ثقلی (بدون نیاز به پیچ و پرچ) تعبیه شده باشد، نیازی به نبشی‌های اتصال به بست نگهدارنده (قطعه شماره ۶) نخواهد بود. در غیر این صورت، باید حداقل چهار نبشی نگهدارنده در گوشه‌های قطعات، با استفاده از چسب و اتصالات مکانیکی مخصوص، در نظر گرفته شود. لازم است فاصله سوراخ‌های ایجاد شده در قطعه نما، فاصله حداقلی تا گوشه‌های آن داشته باشد تا در زمان کارگذاشتن بست‌ها دچار ترک‌خوردگی و شکست نشود.

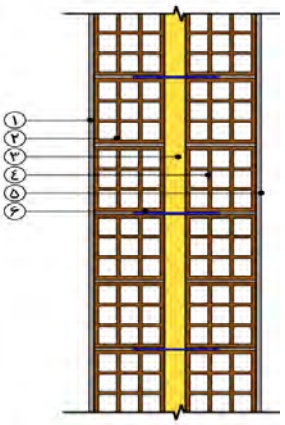
۱۰-۲-۳-۱-۳- عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی

در روش عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی، عایق حرارتی بین دو جدار از مصالح بنایی یا بتنی قرار می‌گیرد. این روش عایق‌کاری نیز، همانند روش عایق‌کاری حرارتی از داخل دارای پل‌های حرارتی در محل اتصال دیوار به کف، سقف و تیغه‌های داخلی است (جزئیات اتصال باید مطابق با شکل ۱۰-۲۱ باشد).

در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد، به شرح زیر می‌باشد:

- اتصال لایه داخلی و خارجی جدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد و لازم است تمهیدات سازه‌ای و لزوم دوختن این دو لایه به‌صورت دقیق، با استفاده از سنجاق‌ها و قطعات متصل‌کننده خاص پیش‌بینی گردد و راه‌حل‌های مناسب، با در نظر گرفتن اثر پل‌های حرارتی ناشی از رابط‌های بین دو لایه، اتخاذ گردد.
- در صورت کاربرد این روش در مناطق سردسیر، باید مصالح مورد استفاده برای لایه خارجی دیوار جذب آب کمی داشته باشند، تا از خرابی‌های ناشی از یخبندان اجتناب گردد.
- در این روش اجرا، با توجه به احتمال نفوذ رطوبت، در صورت عدم وجود فاصله هوایی بین عایق و لایه خارجی دیوار، باید از عایق‌های پلیمری غیرجاذب آب استفاده شود و نما با اعمال یک لایه آب گریز غیرقابل نفوذ گردد.
- در صورتی که لایه عایق حرارتی از مصالح معدنی باشد، باید در طرف گرم آن از یک لایه بخاربند استفاده شود.
- سیستم صفحات ساندویچی با بتن پاششی (تری‌دی) نیز نوعی روش عایق‌کاری حرارتی میانی محسوب می‌شود. در این سیستم، باید عایق حرارتی میانی مورد استفاده از نوع غیرجاذب آب باشد و مقاومت آن در برابر نفوذ بخار آب در حدی باشد که نیاز به بخاربند را مرتفع کند. در غیر این صورت، باید از لایه بخاربند استفاده شود.
- در تمامی جزییات اجرایی، باید محل قرارگیری لایه بخاربند، بسته به اقلیم آن منطقه، به‌دقت تعیین شود.
- در صورت عدم وجود فاصله هوایی بین عایق حرارتی و لایه خارجی دیوار، با توجه به احتمال نفوذ باید از عایق‌های پلیمری غیرجاذب آب استفاده شود و نما با اعمال یک لایه آب‌گریز محافظت گردد.

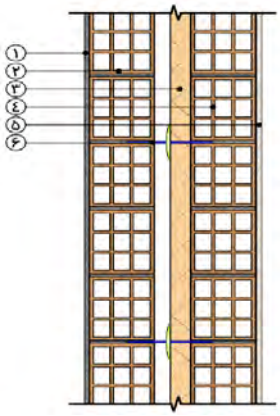
- در صورتی که اقدام به تزریق عایق حرارتی در فاصله هوای یک دیوار دوجداره موجود گردد، باید تغییر عملکرد حرارتی و رطوبتی دیوار به‌صورت جدی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.
- در مناطق با میزان بارندگی کم یا متوسط، اجرای این نوع عایقکاری بدون لایه هوا مجاز است. در مناطق با بارندگی زیاد، باید لایه هوا بین عایق حرارتی و جدار بیرونی و همچنین سامانه زهکشی برای هدایت آب‌های نفوذی ناشی از بارندگی به خارج دیوار در نظر گرفته شود.



۱- اندود خارجی
۲- جدارخارجی دیوار (مثال: بلوک سفالی)
۳- عایق حرارتی پلیمری غیرجاذب آب
۴- جدار داخلی دیوار (مثال: بلوک سفالی، تیغه گچی،...)
۵- نازک کاری
۶- سنجاق اتصال دهنده جدار داخلی و خارجی دیوار

شکل ۱۰-۲۱- عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی

- در این روش توصیه می‌شود عایق حرارتی چسبیده به لایه داخل جدار باشد و با لایه خارجی یک فاصله هوایی در نظر گرفته شود.
- در صورت وجود احتمال کج‌باران‌های متوالی و طولانی، در نظر گرفتن یک فاصله هوایی بین لایه خارجی و عایق حرارتی، و همچنین یک سامانه زهکشی به‌صورت جدی توصیه می‌شود، تا آب‌های ناشی از بارندگی و چگالش را به بیرون ساختمان هدایت نماید (شکل ۱۰-۲۲).



۱- اندود خارجی
۲- جدارخارجی دیوار (مثال: بلوک سفالی)
۳- عایق حرارتی پلیمری غیرجاذب آب
۴- جدار داخلی دیوار (مثال: بلوک سفالی، تیغه گچی،...)
۵- نازک کاری
۶- سنجاق اتصال دهنده جدار داخلی و خارجی دیوار

شکل ۱۰-۲۲- عایقکاری حرارتی دیوار به صورت میانی با یک فاصله هوایی

۱۰-۲-۳-۱-۴- عایق‌کاری حرارتی دیوار با عایق همگن

این نوع دیوارها، در صورت دارا بودن ضریب هدایت حرارتی اندک و ضخامت کافی، می‌توانند به‌تنهایی و بدون نیاز به لایه عایق حرارتی تکمیلی، انتظارات در نظر گرفته شده را تأمین نمایند. بدیهی است با توجه به ظرفیت حرارتی کم این نوع قطعات و به تبع آن، افزایش انبساط و انقباض‌های حرارتی ناشی از آن، باید ملاحظات لازم جهت تأمین اتصال مناسب این قطعات به لایه‌های پوششی نما و جلوگیری از جداشدگی و ایجاد ترک در نظر گرفته شود. در مناطق سردسیر باید از لایه بخاربنددر طرف رو به داخل و در مناطق گرم و مرطوب، در طرف رو به خارج لایه ساخته شده از بلوک های سبک بتنی یا سفالی استفاده گردد.

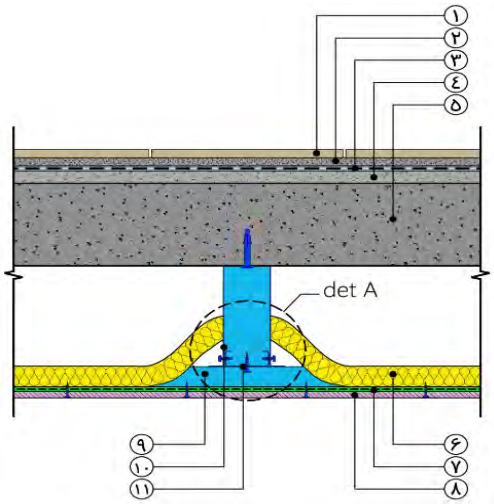
۱۰-۲-۳-۲- عایق‌کاری حرارتی بام (سقف نهایی تخت)

روش‌های عایق‌کاری حرارتی بام به دو حالت اصلی از داخل و خارج تقسیم‌بندی می‌شوند. امکان تنفس بام تخت و انتقال رطوبت وجود ندارد. در نتیجه، باید خطرات میعان در هنگام طراحی در نظر گرفته شود.

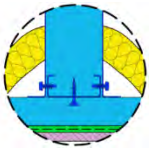
۱۰-۲-۳-۲-۱- عایق‌کاری بام از داخل

عایق‌کاری حرارتی روی سقف کاذب با آویز

در صورت نصب غیراصولی لایه‌های بخاربند و عایق حرارتی خطر میعان افزایش می‌یابد و منجر به پل‌های حرارتی و رطوبتی نیز خواهد شد. در شکل ۱۰-۲۳ جزئیات اجرای صحیح این روش نمایش داده شده است.



۱- کف‌سازی
۲- ملات
۳- عایق رطوبتی
۴- بتن شیب بندی
۵- بتن سازه ای سقف
۶- عایق حرارتی پشم معدنی رولی
۷- بخاربند
۸- صفحه گچی
۹- پروفیل سقف کاذب
۱۰- پروفیل آویز امگا
۱۱- پروفیل C شکل



جزئیات و محل اتصال سقف اتصال سقف کاذب به بست امگا (det A)

شکل ۱۰-۲۳- عایق‌کاری حرارتی روی سقف کاذب با آویز

استفاده از این روش در مناطق سردسیر توصیه نمی‌شود. در مناطق گرم و مرطوب، محل بخاربند باید تغییر کند و روی عایق حرارتی قرار گیرد. در مناطق گرم و مرطوب، اگر عایق رطوبتی وضعیت مناسبی داشته باشد، نیازی به در نظر گرفتن لایه بخاربند نخواهد بود.

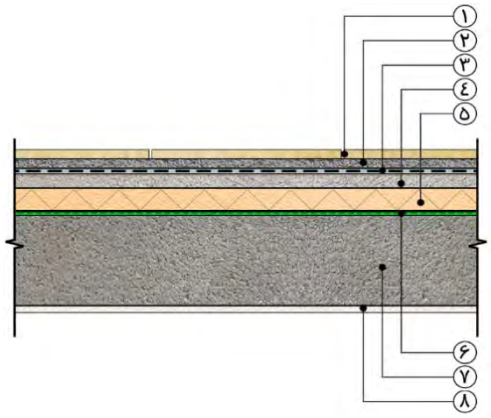
۱۰-۲-۳-۲-۲- عایق‌کاری بام از خارج

عایق‌کاری حرارتی زیر عایق رطوبتی

در این روش اجرا به‌واسطه قرارگیری عایق رطوبتی روی عایق حرارتی باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. جزئیات اجرا مطابق با شکل ۱۰-۲۴ تعیین و نکات ذیل نیز باید رعایت شود:

- در زمان اجرای بخاربند از سوراخ نشدن و همپوشانی کافی لایه‌ها اطمینان حاصل گردد؛
- ضخامت و مقاومت مکانیکی لایه عایق حرارتی باید به‌گونه‌ای باشد که از فشرده شدن بیش از حد آن زیر بارهای مرده و زنده جلوگیری شود؛

- در اجرای لایه عایق رطوبتی باید تشدید انبساط و انقباض‌های حرارتی (ناشی از افزایش چشمگیر دامنه تغییرات دما) به‌دقت در نظر گرفته شود و با محدود کردن ابعاد بخش‌هایی که عایق رطوبتی به‌صورت یک‌پارچه اجرای می‌شود و انتخاب عایق رطوبتی مناسب، از تخریب‌های زودرس جلوگیری به‌عمل آید.

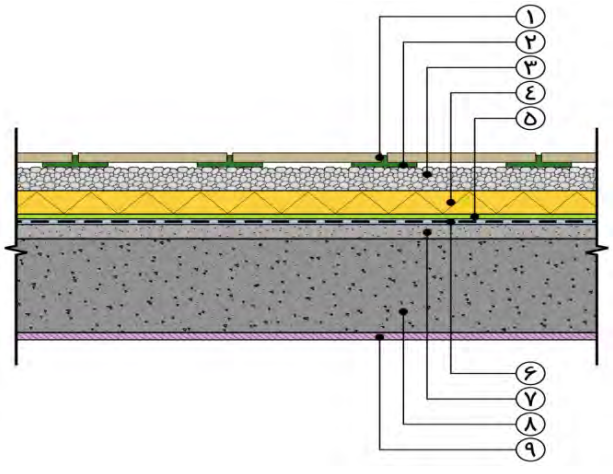


۱- کف‌سازی
۲- ملات
۳- عایق رطوبتی
۴- بتن شیب‌بندی
۵- عایق حرارتی با چگالی زیاد
۶- بخاربند
۷- بتن سازه‌ای سقف
۸- اندود گچی

شکل ۱۰-۲۴- عایق‌کاری حرارتی زیر عایق رطوبتی

۱۰-۲-۳-۲-۳- بام وارونه

در این روش اجرا، با جابه‌جاکردن موقعیت عایق حرارتی و رطوبتی، از اعمال تغییرات شدید دما، چرخه‌های یخبندان و بارهای نقطه‌ای بر روی عایق رطوبتی جلوگیری به‌عمل می‌آید و دوام عایق رطوبتی به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. عایق حرارتی مورد استفاده در این روش به هیچ وجه نباید جاذب آب باشد. جزئیات اجرای این روش در شکل ۱۰-۲۵ ارائه شده است.



۱- موزائیک (یا مشابه آن)
۲- لقمه پلاستیکی
۳- شن بادامی
۴- عایق حرارتی پلیمری سخت
۵- لایه جداکننده عایق حرارتی و رطوبتی (نایلون)
۶- عایق رطوبتی
۷- بتن شیب‌بندی
۸- بتن سقف
۹- نازک‌کاری داخلی

شکل ۱۰-۲۵- بام وارونه

- عایق حرارتی، خصوصاً برای مناطق سردسیر، باید از نوع پلیمری غیرجاذب آب (پلی‌استایرن اکسترود شده یا پلی‌استایرن منبسط با چگالی بیش از ۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب)، باشد.
- بر روی عایق حرارتی، باید یک لایه شن (ترجیحاً از نوع بادامی) با اندازه دانه‌بندی ۲۵-۱۵ متر، با ضخامتی نزدیک به ضخامت عایق حرارتی افزوده شود.
- اجرای خشک این روش مجاز می‌باشد.
- لازم است با استفاده از توری یا تمهیدات مشابه، از جابه‌جایی لایه شنی و گرفتگی راه‌آب جلوگیری به‌عمل آید.

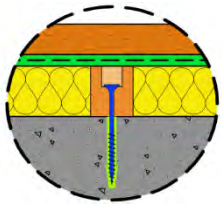
این روش عایق‌کاری حرارتی، علاوه بر تضمین دوام عایق رطوبتی، مخاطرات چگالش (میعان) را نیز کاملاً منتفی می‌سازد. در نتیجه، کاربرد آن، خصوصاً در مناطق سردسیر، جداً توصیه می‌شود.

۱۰-۲-۳-۳- عایق‌کاری حرارتی کف

۱۰-۲-۳-۳-۱- عایق‌کاری کف از داخل

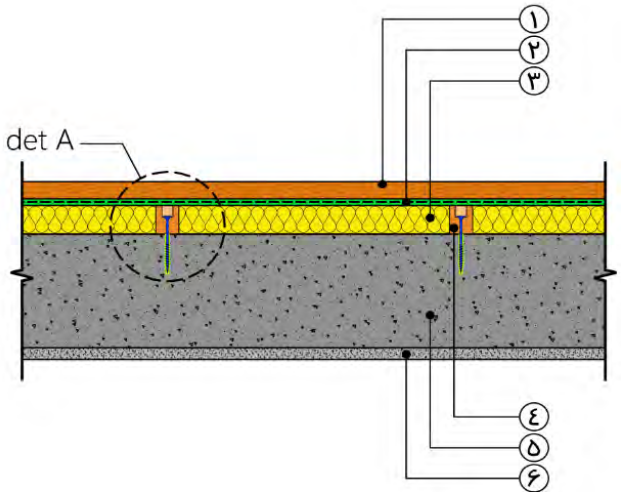
الف- کف‌سازی روی چهارتراش چوبی

در این روش، باید از چهارتراش‌های چوبی به‌عنوان تکیه‌گاه‌های نواری استفاده شود. این امر آزادی عمل بیشتری را در انتخاب عایق حرارتی می‌دهد، زیرا دیگر عملکرد مکانیکی خاصی از عایق حرارتی انتظار نمی‌رود. جزئیات اجرای این روش در شکل ۱۰-۲۶ نمایش داده شده است.



لقمه نگهدارنده صفحات چوبی کف

(det A)



۱- کف‌سازی چوبی
۲- لایه بخاربند
۳- عایق حرارتی پشم معدنی
۴- چوب چهارتراش
۵- بتن سازه‌ای کف
۶- ا ندود خارجی

شکل ۱۰-۲۶- کف‌سازی روی چهارتراش چوبی

در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد، به شرح زیر است:

- فاصله چوب‌های چهارتراش، باید با توجه به مقاومت و ابعاد قطعات مورد استفاده برای کف‌سازی تعیین شود. بدیهی است قطعات مورد استفاده، علاوه بر داشتن مقاومت مکانیکی کافی، باید تحت بارهای زنده و مرده اعمال‌شده دارای تغییر شکل محدودی باشند.

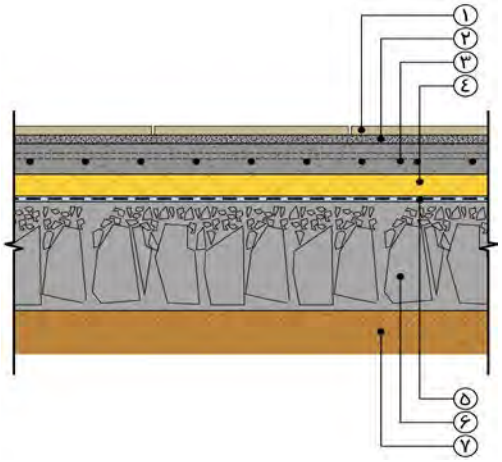
- در مناطق سردسیر، در صورتی که کف‌سازی یا لایه‌های زیرین آن مقاومت کافی در برابر نفوذ بخار آب داشته باشند، نیازی به در نظر گرفتن لایه بخاربند نمی‌باشد. در غیر این صورت، باید از لایه بخاربند روی عایق حرارتی استفاده شود. در مناطق گرم و مرطوب، لایه بخاربند باید زیر عایق حرارتی در نظر گرفته شود. در تمامی موارد، اجرا باید به‌گونه‌ای باشد که خطر آسیب‌دیدن لایه بخاربند وجود نداشته باشد.

۱۰-۲-۳-۳-۲- عایق‌کاری حرارتی کف از خارج

در حالت کف روی خاک، هر چند با روش‌هایی نظیر زهکشی و بلوکاژ از انتقال رطوبت به عایق حرارتی جلوگیری می‌شود، با این‌حال توصیه می‌شود از عایق‌هایی استفاده شود که به هیچ وجه جاذب آب نباشند. اگر ساختمان در منطقه‌ای گرم و مرطوب، با نیاز انرژی زیاد قرار داشته باشد، در تمامی جزییات، در صورت وجود لایه بخاربند، باید محل آن از روی عایق حرارتی به زیر آن تغییر کند.

۱۰-۲-۳-۳-۳- عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک

در این روش، با اجرای یک لایه بتن مسلح از اعمال بارهای نقطه‌ای به عایق حرارتی جلوگیری می‌شود، با این وجود باید از فشرده شدن عایق حرارتی تحت بارهای زنده و مرده نیز جلوگیری به‌عمل آورد. اجرای عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک می‌تواند سراسری یا پیرامونی باشد. جزئیات اجرای این روش در شکل ۸-۲۷ نمایش داده شده است.



۱- کفسازی (موزائیک)
۲- ملات
۳- بتن مسلح
۴- عایق حرارتی پلیمری با چگالی زیاد
۵- لایه نم‌بند (احتمالی)
۶- بلوکاژ کف
۷- خاک

شکل ۱۰-۲۷- عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک

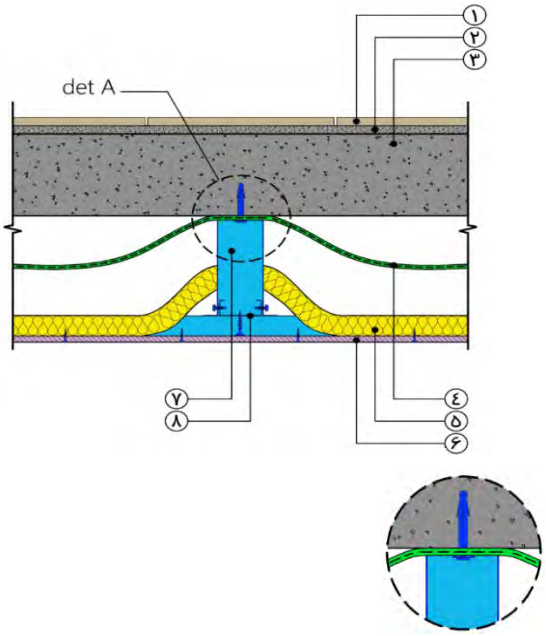
در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد، به شرح زیر است:

- در تمامی حالات باید اطمینان حاصل شود که میزان تغییرشکل عایق حرارتی (در اثر اعمال بارهای مرده و زنده به‌صورت گسترده یا متمرکز) کم است و موجب تخریب کف‌سازی نمی‌شود. در نتیجه، تنش فشاری عایق حرارتی، در فشردگی مشخص (مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۷) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- در حالت عایق‌کاری حرارتی به‌صورت سراسری، اجرای بلوکاژ در صورت نیاز و به شرطی که عایق حرارتی جاذب آب باشد، توصیه می‌شود.
- در صورت استفاده از عایق‌های حرارتی با نفوذپذیری بخار آب کم و همچنین در مناطق سردسیر، زمانی‌که دمای متوسط خاک در اوقات سرد سال بیشتر از نقطه شبنم باشد، نیازی به لایه بخاربند نخواهد بود. در موارد دیگر، با انجام محاسبات لازم توسط مشاور و تایید دستگاه نظارت می‌توان لایه بخاربند را حذف کرد.

۱۰-۲-۳-۳-۴- عایق‌کاری حرارتی کف روی هوا از خارج (در فضای روی کاذب)

درصورتی که کف روی هوا دارای یک پوشش زیرین کاذب باشد، لایه عایق حرارتی را می‌توان در داخل کاذب نصب کرد. این اقدام از افزایش بی‌رویه ضخامت کف نیز جلوگیری می‌کند.

این روش اجرا شباهت زیادی به عایق‌کاری حرارتی بام از داخل (بند ۱۰-۲-۳-۲-۱) دارد. تنها تفاوت در موقعیت قرارگیری لایه بخاربند است. جزئیات اجرای این روش در شکل ۸-۲۸ نمایش داده شده است.



۱- کفسازی (موزائیک)
۲- ملات
۳- بتن سازه‌ای کف
۴- لایه بخاربند (ضد آب)
۵- عایق حرارتی پشم معدنی رولی
۶- صفحه گچی
۷- پروفیل آویز امگا
۸- پروفیل C شکل

عبور لایه بخاربند از محل اتصال آویز سقف کاذب و سقف (det. A)

شکل ۱۰-۲۸- عایق‌کاری حرارتی کف روی هوا از خارج

این لایه در مناطق سردسیر باید روی عایق حرارتی و در مناطق گرم و مرطوب باید زیر عایق حرارتی اجرا شود. برخلاف حالت عایق‌کاری حرارتی بام، استفاده از این روش در مناطق سردسیر توصیه می‌شود.

در این روش عایق‌کاری حرارتی، نکاتی که باید درخصوص جزئیات اجرایی مختلف رعایت گردد، به شرح زیر می‌باشد:

- نوع، فاصله و ابعاد آویزهای سقف کاذب بر اساس وزن عناصر توسط مشاور تعیین می‌شود.
- عبور اتصالات این نوع سقف کاذب از لایه بخاربند باعث تخریب این لایه می شود. به همین دلیل، برای به حداقل رسانیدن خطر پارگی و شکاف در لایه بخاربند، توصیه می‌شود پیش از نصب آویزهای نگهدارنده سقف کاذب، لایه بخاربند به صورت موقت به سقف متصل گردد، سپس آویزها بر روی آن اجرا گردند.

۱۰-۲-۴- کنترل کیفیت و نظارت

۱۰-۲-۴-۱- معرفی آزمون‌ها

فراورده‌های عایقکاری حرارتی برای کاربردهای ساختمانی باید بنا بر استاندارد ویژگی فراورده مربوط، مطابق استانداردهای ارائه شده در جدول ۱۰-۵ مورد آزمون قرار گیرند.

جدول ۱۰-۵- استانداردهای ملی روش آزمون فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان

عنوان استاندارد ملی	شماره استاندارد
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین طول و عرض- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۳
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین ضخامت- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۴
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین گونیا بودن- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۵
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین تخت بودن- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۶
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین رفتار فشاری- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۷
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین چگالی ظاهری- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۸
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت کششی عمود بر سطوح- روش آزمون	ISIRI ۷۱۱۹
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین جذب آب کوتاه مدت از طریق غوطه‌وری جزیی- روش آزمون	ISIRI ۷۱۲۰
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین پایداری ابعادی در شرایط آزمایشگاهی نرمال ثابت- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۳
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین پایداری ابعادی در شرایط رطوبت و دمای معین- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۴
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین تغییر شکل تحت شرایط دما و بار فشاری مشخص- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۵
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین خزش فشاری- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۶
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت کششی موازی با سطوح	ISIRI ۷۲۹۷
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین ابعاد خطی آزمونه‌ها- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۸
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین خواص انتقال بخار آب- روش آزمون	ISIRI ۷۲۹۹
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین جذب آب دراز مدت از طریق غوطه‌ورسازی- روش آزمون	ISIRI ۷۳۰۰
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین جذب آب دراز مدت از طریق نفوذ- روش آزمون	ISIRI ۷۳۰۱
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین رفتار خمشی- روش آزمون	ISIRI ۷۳۰۲
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین رفتار برشی- روش آزمون	ISIRI ۷۳۰۳
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن- روش آزمون	ISIRI ۷۳۰۴
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین رفتار تحت بار متمرکز - روش آزمون	ISIRI ۸۰۸۶
تعیین ضخامت فرآورده‌های عایق کاری کف شناور- روش آزمون	ISIRI ۸۰۸۳
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مواد آلی- روش آزمون	ISIRI ۸۰۸۱
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین سفتی دینامیکی مصالح مورد استفاده در زیر کف‌های شناور در ساختمان‌های مسکونی- روش آزمون	ISIRI ۸۰۸۲
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت در برابر جریان هوا- روش آزمون	ISIRI ۸۰۸۵
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت حرارتی و ضریب هدایت حرارتی به وسیله لوح گرم محافظت شده و روش جریان حرارت سنج فرآورده‌های با مقاومت حرارتی زیاد و متوسط- روش آزمون	ISIRI ۸۶۲۱
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- پلاستیک‌های سلولی صلب- تعیین درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های بسته- روش آزمون	ISIRI ۱۱۴۲۳
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین خواص مکانیکی شبکه‌های لیف شیشه- روش آزمون	ISIRI ۱۱۰۶۱
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین رفتار تحت بارگذاری دوره‌ای- روش آزمون	ISIRI ۱۰۹۴۶
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت حرارتی با استفاده از صفحه گرم محافظت شده و روش‌های جریان حرارت سنج، فرآورده‌های ضخیم دارای مقاومت حرارتی متوسط و زیاد- روش آزمون	ISIRI ۱۱۵۲۰
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت بیرون کشیدن سامانه‌های مرکب عایق حرارتی خارجی، آزمون بلوک اسفنجی- روش آزمون	ISIRI ۱۱۴۲۴
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت در برابر ضربه سامانه‌های مرکب عایق حرارتی خارجی - روش آزمون	ISIRI ۱۱۴۲۵
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت در برابر فرورفتگی سامانه‌های مرکب عایق حرارتی خارجی- روش آزمون	ISIRI ۱۱۴۲۶
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مقاومت اتصالی کششی چسب و پوشش زیرین به عایق حرارتی- روش آزمون	ISIRI ۱۲۹۷۴
فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان- تعیین مواد غیر الیافی عایق‌های الیاف معدنی مصنوعی سنگ و سرباره- روش آزمون	ISIRI ۱۳۹۴۲

۱۰-۲-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها

تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها باید مطابق استاندارد ویژگی فراورده مربوط باشد. تعداد آزمونه‌ها باید به تعدادی باشد که در استاندارد فرآورده مربوط مشخص شده است. در صورت نبود استاندارد فرآورده، تعداد آزمونه‌ها می‌تواند با توافق پیمانکار و دستگاه نظارت تعیین شود. در اکثر آزمون‌ها، ابتدا آزمونه‌ها باید حداقل ۶ ساعت در دمای °C (۵ ±۲۳) نگهداری شوند. در صورت وجود اختلاف نظر، آزمونه ها ابتدا باید در دمای °C (۲ ±۲۳) و رطوبت نسبی (۵ ±۵۰) درصد برای مدت مشخص

شده در استاندارد فرآورده مربوط نگه‌داری شوند. آزمایش باید در دمای °C (۵ ±۲۳) انجام شود. در صورت وجود اختلاف نظر، آزمون باید در دمای °C(۲ ±۲۳) و رطوبت نسبی (۵ ±۵۰) درصد انجام گیرد.

۱۰-۲-۵- ملاحظات ویژه

۱۰-۲-۵-۱- تعمیر و نگهداری

عایق‌های حرارتی مصالحی دائمی است و می‌تواند تا پایان عمر مفید ساختمان به وظیفه خود به خوبی ادامه دهد. عایق‌های حرارتی تقریباً همیشه توسط لایه‌های محافظ در جدار خارجی ساختمان پوشانده می‌شوند و به‌طور مستقیم در معرض عوامل جوی نیستند و رخنمون ندارند. بنابراین معمولا به نگهداری، تعمیر و تنظیم نیازی ندارند. تنها موردی که باید مورد توجه زیادی قرار گیرد، عدم دسترسی آب به عایق حرارتی پشم معدنی یا جذب آب است.

چنانچه عایق حرارتی پشم معدنی یا عایق‌های آلی عملکرد مورد انتظار را به دلیل افزایش ضریب هدایت حرارتی ناشی از رطوبت نداشته باشند و یا در معرض حمله حشرات موذی باشند، جایگزینی آنها ضرورت دارد.

تعمیر عایق‌های حرارتی شامل مراحل زیر است:

الف- تهیه جزئیات اجرایی عایق‌کاری حرارتی جدار ساختمان مورد نظر

ب- باز کردن لایه روی عایق حرارتی

پ- تحلیل مهندسی مناطق دارای مشکل

ت- جایگزینی عایق حرارتی موجود با عایق جدید

ث- اجرای لایه یا پوشش روی عایق حرارتی

در محل‌هایی که از سامانه ETICS استفاده می‌شود، پس از اجرای این سامانه هر ساله باید اطراف پنجره‌ها، درها، گشودگی‌ها در ETICS و هر جایی که ETICS برای مثال با آجر یا سنگ همجوار می‌شود، بازدید شود. هر گونه آسیب (ترک ریز یا فقدان چسبندگی) در مرز بین ETICS و مصالح دیگر باید فوراً تعمیر گردد. چنانچه ترک در خود ETICS نیز به وجود آمده باشد، سریعاً باید مرمت شود. هر گونه نشت، ترک یا تغییر رنگ باید توسط یک بازرس خبره ETICS بازرسی و بر طرف گردد.

چنانچه سوراخی در ETICS ایجاد شود (برای مثال برای نصب چراغ)، کناره‌ها باید با یک درزگیر با کیفیت خوب کاملا درزبندی شوند. تمیزکاری دوره‌ای سطح برای حفظ ظاهر و جلوگیری از لکه‌شدگی دائمی ضروری است. فشار دستگاه تمیزکننده باید با سطح فشار توصیه شده توسط تولیدکننده ETICS تنظیم شود. هر دو سال یک‌بار یک متخصص ETICS باید نمای ساختمان را بازرسی کند.

۱۰-۲-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح

پشم‌های معدنی: این فراورده‌ها به دلیل آن‌که جذب آب زیاد دارند، باید با پوشش‌های مناسب پلاستیکی بسته‌بندی شوند. بسته‌بندی پشم‌های معدنی باید در پوشش فیلم پلی‌اتیلن و بر روی پالت انجام شود. بسته‌بندی باید در شرایط

محیطی خشک انجام شود. توصیه می‌شود که محصولات پشم معدنی تا زمان نصب از پلاستیک بسته‌بندی خود خارج نشوند و پس از خارج شدن، حداکثر تا مدت ۲۴ ساعت در محل مورد نظر نصب شوند.

هنگام بارگیری باید از رسیدن آسیب به رول‌ها و تخته‌های پشم‌های معدنی جلوگیری شود. هنگام تخلیه بار باید از پرتاب کردن رول‌ها خودداری شود. وسایل حمل کننده باید سرپوشیده با کف تخت باشند. هنگام حمل، نباید بار وارده بر لایه‌های زیرین باعث تخریب آنها شود. پشم‌های با چگالی بیشتر باید همیشه در زیر پشم‌های با چگالی کمتر قرار داده شوند.

محل انبارش پشم معدنی باید خشک بوده و رطوبت نسبی آن حداکثر ۴۰ درصد باشد. در صورتی که رطوبت نسبی محیط بیش از ۴۰ درصد باشد، استفاده از سیستم تهویه توصیه می‌شود. همچنین، تا قبل از اجرا، نباید عایق‌های رزین‌دار بدون روکش در معرض نور خورشید نگهداری شوند.

در بعضی موارد بنا بر خواص محصول و به دلیل عدم دسترسی به فضای سرپوشیده، می‌توان پشم معدنی را به‌طور موقت در فضای باز نگهداری نمود که در این موارد محصول باید با پوشش آب‌بند بر روی پالت قرار داده شود تا از تماس مستقیم عایق و زمین جلوگیری به‌عمل آید.

انبارش پشم‌های معدنی به مدت بیش از یک سال توصیه نمی‌شود. باز کردن بسته‌بندی باید تنها در محل استفاده از عایق صورت گیرد. این امر باعث به حداقل رساندن آسیب‌های احتمالی به آن خواهد شد.

عایق‌های پیش ساخته لوله (استوانه‌ای یا نیم استوانه‌ای) باید از طرف مقطع استوانه، به صورت عمودی روی پالت قرار گیرند، طوری که محور استوانه عمود بر کف انبار باشد. قرارگیری بیش از سه ردیف، عایق‌های استوانه‌ای روی هم مجاز نمی‌باشد.

فوم‌های پلیمری: این فوم‌ها معمولاً در بسته‌های پلاستیکی حمل می‌شوند. فوم‌ها نباید در معرض ضربه یا فشار زیاد و تغییرشکل قرار گیرند. در صورتی که فوم حساس به نور باشد در هنگام بسته‌بندی و حمل باید از ورقه‌های پلاستیکی مات استفاده شود.

در انبار سرپوشیده و مسقف، دیوارها و سقف‌های تمام فضاها باید از مصالح غیرقابل اشتعال ساخته شوند و به کار بردن چوب و مواد پلیمری قابل اشتعال در مصالح به کار رفته در ساخت انبارها ممنوع است. فاصله ایمن آنها باید حداقل نیم متر از لامپ‌های الکتریکی و اتصالات باشد. تخته‌های فوم پلیمری باید به دور از هر گونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگ‌ها، حلال‌ها یا زباله‌های قابل اشتعال) نگهداری شوند. محل انبارش فوم‌ها در کارگاه ساختمانی باید به‌گونه‌ای باشد که از احتمال ریزش یا تماس براده‌های داغ یا جرقه‌های ناشی از جوشکاری یا هر گونه جسم داغ دیگر با آن‌ها پیشگیری شود. محل انبار اصلی بلوک‌ها در حد امکان باید دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هرگونه شعله یا حریق احتمالی جلوگیری شود. توصیه می‌گردد که از انبار کردن تخته‌ها با حجم بیش از ۶۰ مترمکعب خودداری شود. در صورت نیاز به انبار کردن مقداری بیش از ۶۰ مترمکعب، تخته‌ها به قسمت‌های با حجم حداکثر ۶۰ متر مکعب تقسیم شود و بین هر دو قسمت حداقل ۲۰ متر فاصله وجود داشته باشد. کلیه کارگران و کارکنان باید نسبت به عدم استفاده از هر گونه شعله و

نیز عدم استعمال سیگار در مجاورت محل نگهداری تخته‌ها توجیه شوند و نصب تابلوی «استعمال دخانیات ممنوع» در مجاورت محل انبارش فوم‌ها الزامی است. تعدادی کپسول آتش‌نشانی نیز باید در نزدیکی محل انبارش پیش‌بینی گردد.

فضای انبار این مواد باید عاری از رطوبت و بخار آب باشد. از آنجایی که رطوبت می‌تواند رشد آلودگی‌های بیولوژیکی و قارچی را در این مواد افزایش دهد، نگهداری عایق‌های حرارتی فوم پلیمری در مکان‌های خشک توصیه می‌شود. همچنین توصیه می‌شود که این عایق‌ها در معرض تابش مستقیم نور خورشید نگهداری نشوند و در صورت نصب عایق در مکان‌های باز، از روکش‌های مات از جمله فویل‌های فلزی استفاده شود.

ارتفاع انبارش عایق‌های حرارتی: حداکثر ارتفاع توصیه شده انبارش انواع عایق‌های حرارتی در جدول ۱۰-۶ داده شده است.

جدول ۱۰-۶- ارتفاع انبارش عایق‌های حرارتی

نوع مواد		ارتفاع انبارش، متر
۱) پلاستیک‌های سلولی (صلب)	الف) فوم پلی‌یورتان صلب	بدون محدودیت
	ب) پلی‌استایرن	بدون محدودیت
۲) پشم‌های معدنی (نیمه صلب)	الف) پشم معدنی (فله‌ای)	۳
	ب) تخته و رول پشم معدنی	۳
۳) سایر عایق‌های حرارتی	الف) میکا، پرلیت و ...	۲
	ب) ورمیکولیت متورق	۱٫۵

۱۰-۲-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان

مستندسازی و روش کار تولیدکننده در ارتباط با تولید و کنترل فرایند استفاده شده باید در مراحل تولید فراورده مدنظر قرار گرفته و نکات زیر در کتاب راهنمای کیفیت ارائه شود:

الف- بازرسی‌ها و آزمون‌هایی که قبل، در حین و بعد از تولید، باید انجام شوند به همراه تناوب‌های انجام آنها و روش‌های کار آزمون‌های مجدد احتمالی.

ب- روش‌های کار جابه‌جایی، نگه‌داری، بسته بندی، نشانه‌گذاری و برچسب گذاری فراورده.

پ- روش‌های کار برای تمامی عوامل اجرایی

باید لیستی از تمام نواحی که عایق‌کاری حرارتی شده‌اند (از جمله نوع و ضخامت مواد) تهیه شود. برای هر ماده، باید یک برگه اطلاعات شامل دستورالعمل نصب مناسب تهیه گردد. پس از انجام بازرسی اولیه کل کار، باید لیستی از مواردی که ممکن است نیاز به جایگزینی، تعمیر یا اصلاح داشته باشند، تهیه گردد. اطمینان حاصل شود که تمام مناطقی که برای عایق‌کاری حرارتی در نظر گرفته شده‌اند، کاملا عایق حرارت شده‌اند. همچنین اجرای کلی کار به دقت بررسی گردد که مواد نصب شده مطابق با موارد مشخص (نوع و اندازه مواد) باشند. نوع و اندازه مواد (کد شناسایی و ضخامت) را می‌توان روی بسته محصول یا روی عایق حرارتی پیدا کرد. اطمینان حاصل شود که همه درزها (طولی ، عرضی و انتهایی) مطابق

توصیه تولیدکننده به درستی در برابر آب درزبندی شده اند. تمام اتصالات، دریچه‌ها و غیره بررسی شود تا اطمینان حاصل شود عایق‌های حرارتی در تمام نقاط انتهایی به درستی درزبندی شده است.

هنگام بررسی مواد و سیستم‌های عایقکاری حرارتی، اطمینان حاصل شود که هیچ پارگی، بریدگی و یا صدمه‌ای وجود ندارد که باعث بروز مشکلات در عملکرد شود. در صورت یافتن آنها، باید آسیب را تعمیر یا آن بخش عایق حرارتی را کاملاً تعویض کرد. همچنین اطمینان حاصل شود که هیچ یک از عایق‌ها خیس نباشد و رطوبت بین عایق و بستر وجود نداشته باشد. در پایان باید هر گونه آسیب و نقص لایه نهایی عایق (روکش یا پوشش) بررسی شود. برای کاربردهای فضای باز معمولاً توصیه می‌شود که عایق حرارتی با استفاده از غلاف یا پوشش محافظت شوند.

۱۰-۳- عایق‌کاری صوتی

۱۰-۳-۱- کلیات

۱۰-۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این بخش، ارائه روش‌های کنترل نوفه یا صدای ناخواسته و یا به عبارت دیگر، کنترل آلودگی صوتی ناشی از منابع مختلف در فضای مورد نظر است. هم‌چنین ارائه روش‌های فراهم نمودن شرایط آکوستیک داخلی است تا سلامت، آسایش و شرایط مناسب شنیداری برای ساکنان ساختمان تأمین شود. دامنه کاربرد این بخش، ساختمان‌های مسکونی، هتل‌ها، مراکز آموزشی، بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی، ورزشی، مراکز تجاری، اداری و ترابری است.

مواد و اجزای ساختمانی که فضاهای ساخته شده را شکل می‌دهند، چگونگی شنیده شدن صداها و حتی چگونگی انتقال صدا به فضاهای اطراف را تعیین می‌کنند. تمام دست‌اندرکاران امر ساخت و ساز، در کنترل محیط آکوستیکی نقش دارند و با درک برخی از اصول پایه آکوستیکی و چگونگی کنترل نوفه (صدای ناخواسته) توسط مواد و ساختارها می‌توانند از بسیاری از مشکلات جلوگیری کرده و باعث کاهش هزینه‌های بازسازی گردند. در حقیقت اگر برای ساختمانی که تمام شده و در آن ساکن شده‌اند، مشکل آکوستیکی پیش آید، تنها راه حل آن اصلاح و بازسازی است که معمولاً با صرف هزینه‌های بیشتری انجام می‌شود.

۱۰-۳-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

صدا: موج مکانیکی طولی است که در گازها، مایعات و جامدات منتشر می‌شود. گسترهٔ بسامدی امواج صوتی قابل شنیدن، بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است. به تعبیر ساده‌تر، صدا را می‌توان به‌صورت حرکات موجی در یک فراگیر کشسان و یا به‌عنوان محرک حس شنوایی تعریف کرد.

نوفهٔ زمینه: به صداهای ناخواسته موجود در یک فضا گفته می‌شود. نوفه زمینه می‌تواند از منابع خارجی مانند نوفه ترافیک و نوفه ناشی از ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین منابع داخلی مانند نوفه ناشی از سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی از قبیل تهویه، آبرسانی و آسانسور سرچشمه بگیرد.

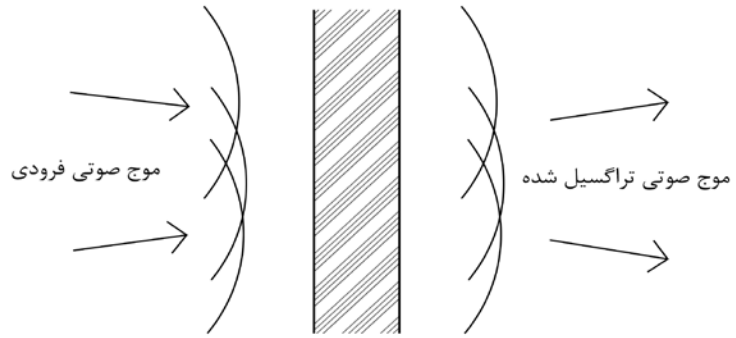
شبکه وزنی A : شبکه‌ای است که به‌طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان را در بسامدهای مختلف به‌وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلید کرده و بر روی صدای مورد اندازه‌گیری اعمال می‌کند. این شبکه، شاخصی است تک‌عددی که تراز نوفه زمینه را به‌وسیله یک عدد تنها بیان می‌کند. این کمیت بر حسب دسی‌بل است. مقدارهای تراز نوفه برخی منابع متداول نوفه در جدول ۱۰-۷ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۷- مقدارهای تراز نوفه و احساس بلندی برخی منابع متداول نوفه

نمونه (نوع) صدا	تراز صدا در شبکه وزنی A به دسی‌بل *	احساس ذهنی
آستانه دردناکی گوش	۱۳۰	کر کننده
کارگاه صنعتی مانند کارگاه چوب‌بری فریاد زدن	۱۱۰ ۹۵	خیلی بلند
بزرگراه خیابان‌های شلوغ شهری	۸۵ ۸۲	بلند
گفتگوی بلند در فاصله یک متری مکالمه معمولی در فاصله یک متری	۷۰ ۶۰	معمولی
محله مسکونی آرام	۵۰	آرام
نجوا در فاصله یک متری حرکت برگ درختان	۳۰ ۲۰	خیلی آرام
آستانه شنوایی	۰	-

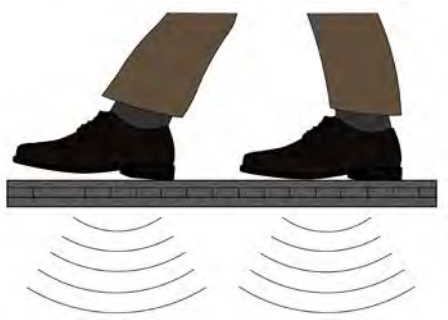
* تراز صدا در شبکه وزنی A، شاخص تک‌عددی است که برای بیان تراز بلندی صدا به‌کار می‌رود.

تراگسیل صدای هوابرد: هرگاه جداکننده‌ای به‌وسیله امواج صدای هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای هوابرد از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای آموزگار که از یک کلاس درس به کلاس مجاور انتقال می‌یابد که به‌صورت شماتیک در شکل ۱۰-۲۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۲۹- تراگسیل صدای هوابرد از طریق یک جداکننده

تراگسیل صدای کوبه‌ای: هرگاه جداکننده‌ای در اثر کوبش به ارتعاش درآید، نحوه انتقال صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای راه رفتن بر روی کف که به طبقه پایین منتقل شود که به‌صورت شماتیک در شکل ۱۰-۳۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۳۰- تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق کف- سقف

صدابندی: جلوگیری از تراگسیل صدا به فضای مجاور و یا به عبارت دیگر، کاهش انرژی صوتی تراگسیل یافته به فضای مجاور است. در آکوستیک ساختمان، دو نوع صدابندی در برابر صدای هوابرد و صدای کوبه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای هر کدام شاخص‌های مربوط ارائه می‌گردد.

شاخص کاهش صدا، R : این شاخص بیانگر میزان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است. «افت تراگسیل صدا» (TL)، معادل با «شاخص کاهش صدا» از معادله زیر برحسب دسی‌بل تعیین می‌شوند:

$$Rw = 10Log\frac{W_1}{W_2} = 10Log\frac{1}{\tau} \quad (dB)$$ یا TL

که در آن:

W_1: توان صدای فرودی بر روی جداکننده تحت آزمون، برحسب وات؛

W_2: توان صدای تراگسیل شده از طریق آزمونه، برحسب وات؛

τ : ضریب تراگسیل جداکننده؛ می‌باشد.

در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳-۸۵۶۸ و در شرایط میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۴-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری صدابندی نمای ساختمان بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w : کمیتی تک عددی برای درجه‌بندی صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های شاخص کاهش صدا در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به‌دست می‌آید. مقدار این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۸۳۴ مشخص شده است. شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E413، درجه تراگسیل صدا، STC است که مقدار آن از نظر عددی تقریباً برابر با R_w است.

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n : این شاخص، بیانگر میزان تراز فشار صدای کوبه‌ای تراگسیل یافته از سقف است و از معادله زیر برحسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_n = L_i + 10Log\frac{A}{A_0} \qquad (dB)$$

که در آن:

L_i: تراز فشار صدای میانگین در یک بند یک‌سوم هنگامی در اتاق دریافت برحسب دسی‌بل؛

A: سطح معادل جذب اندازه‌گیری شده در اتاق دریافت، برحسب مترمربع؛

A_0: سطح معادل جذب مبنا، برابر با ۱۰ مترمربع؛ می‌باشد.

در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۶-۸۵۶۸ و در شرایط میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۷-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری کاهش تراگسیل صدای کوبه‌ای توسط کف‌پوش‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته، L_{nw} : کمیتی است تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی سقف-کف در برابر صدای کوبه‌ای که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به‌دست می‌آید. این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا برای صدای کوبه‌ای در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۸۸۳۴ مشخص شده است. با توجه به آنکه هر چقدر میزان صدای تراگسیل‌شده کم‌تر باشد، صدابندی بهتری حاصل می‌شود، بنابراین کاهش L_{nw} بیانگر افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E989 درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC است. افزایش IIC نشان‌دهنده افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

رابطه بین IIC و L_{nw} در معادله زیر نشان داده شده است:

$$IIC = 110 - L_{nw}$$

مصالح عایق کوبه‌ای: مصالحی شامل الیاف طبیعی و مواد پلیمری که به‌عنوان یک ماده الاستیک، کف نهایی و کف سازه‌ای را از هم جدا می‌کند.

۱۰-۳-۲- مصالح، اجزا و فراورده‌های ساختمانی

۱۰-۳-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

مصالح آکوستیکی در هر پروژه باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی (ابعاد، سختی و دیگر مشخصه‌ها) با آنچه در نقشه‌ها، دستورکارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکر شده است، منطبق باشند. نمونه مصالح آکوستیکی اعم از مصالح مصرفی در سقف، دیوار و کف، باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مصالح آکوستیکی و روش‌های آزمایش آنها، باید مطابق با استانداردهای مربوط باشد.

۱۰-۳-۲-۲- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول

مصالح آکوستیکی باید به لحاظ شکل ظاهری یکنواخت، بدون عیب و عاری از مواد سست و کم‌دوام و مضر باشند، تا در اثر عوامل جوی و هوازدگی خراب نشوند، یا مورد حمله میکروارگانیسم‌ها و حشرات قرار نگیرند و به استحکام و کیفیت آن‌ها لطمه وارد نشود.

تاب فشاری، برشی و کششی، وزن ویژه، جذب آب، تخلخل، پایداری در برابر هوازدگی، بخار آب و مقاومت در برابر موجودات زنده، ویژگی‌های آکوستیکی در معرض عوامل گوناگون، باید مطابق استانداردهای مربوط باشد. استفاده از مصالح کهنه و غیراستاندارد در صورتی که در نقشه‌ها و مشخصات ذکر شده باشد و نمونه آنها قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد، مجاز خواهد بود.

مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران، عایق‌بندی و تنظیم صدا، ویرایش سوم، چاپ اول، ۱۳۹۶ باشد.

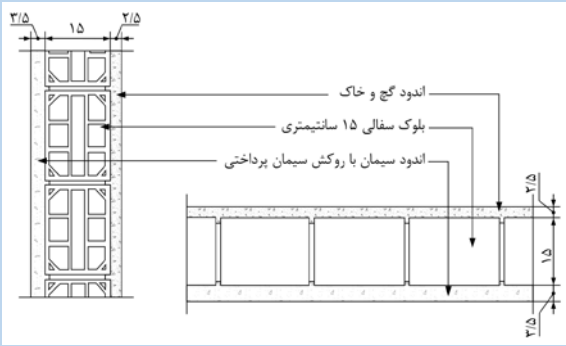
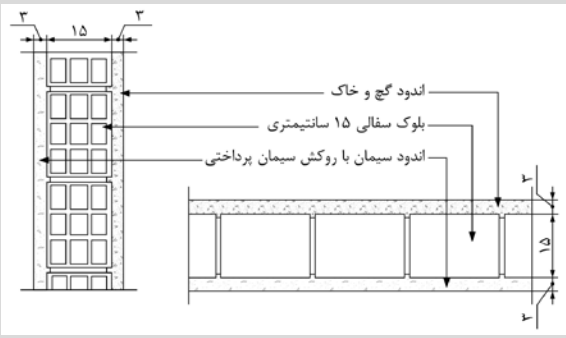
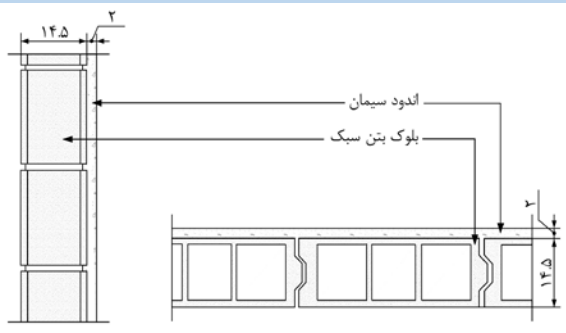
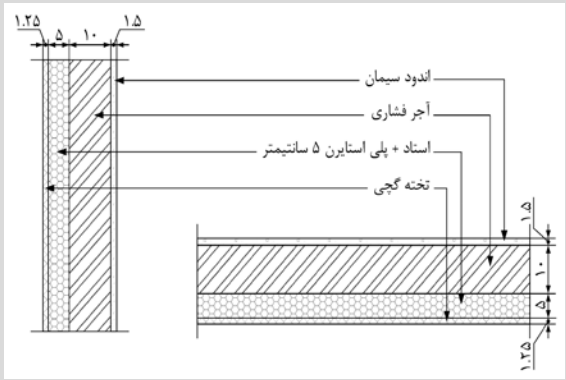
۱۰-۳-۳ ضوابط اجرایی عایق کاری صوتی ساختمان

۱۰-۳-۳-۱- صدابندی هوابرد دیوار خارجی

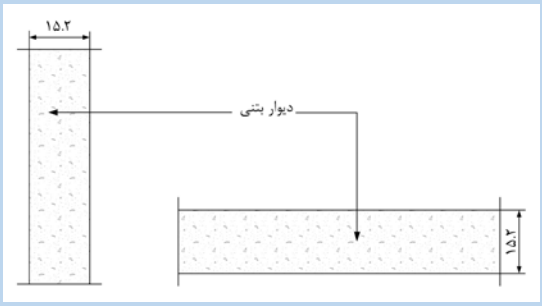
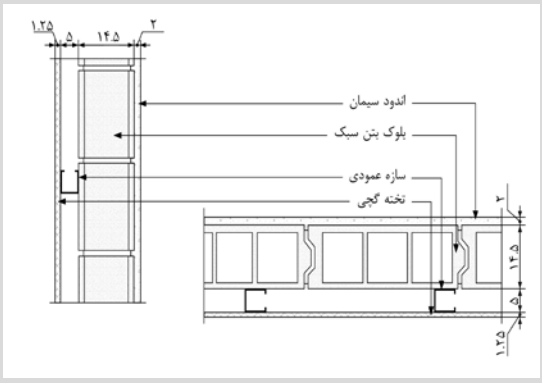
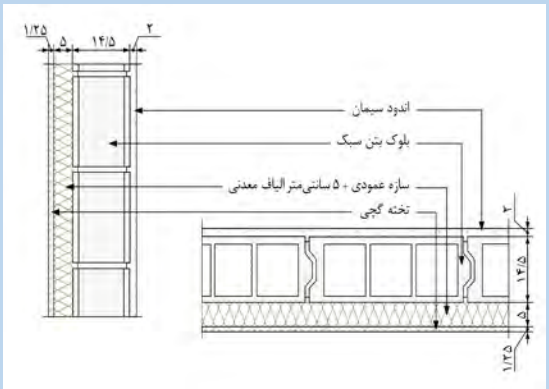
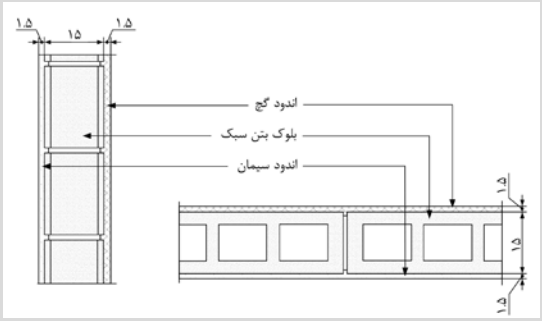
حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای دیوار خارجی در ساختمان‌ها، ۴۵ دسی‌بل است. مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با آجر فشاری یا سفالی، بتنی، بلوک‌های بتن سبک و هم‌چنین دیوارهای با ساخت و ساز خشک[۱]، سیستم صفحات ساندویچی با بتن پاششی (3D) و قالب عایق ماندگار بتنی (ICF) برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، در جدول ۱۰-۸ ارائه شده است.

۱- drywall

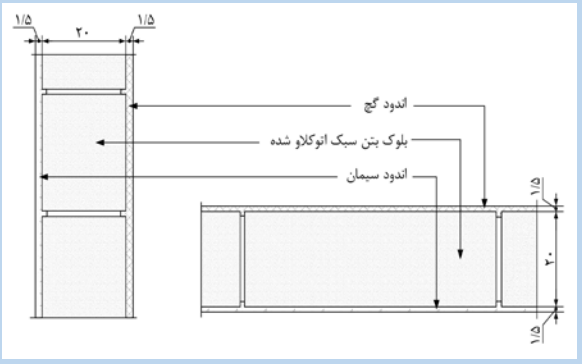
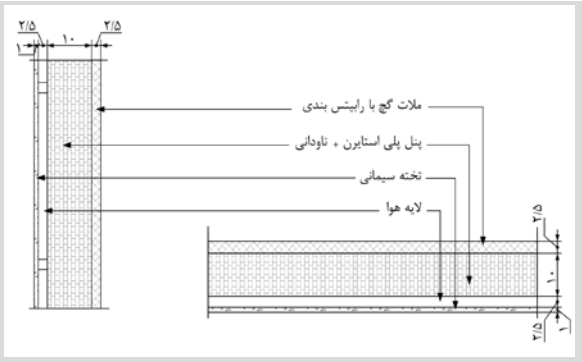
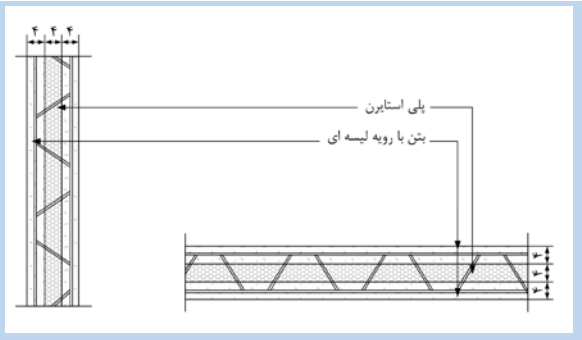
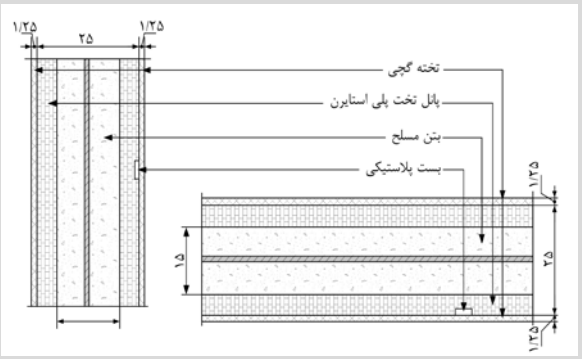
جدول ۱۰-۸- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف

ردیف	شرح جزئیات اجرائی دیوار	جزئیات اجرائی	ضخامت (cm)	چگالی سطحی kg/m^2	شاخص کاهش صدای وزن یافته (dB)
۱	لایه ۱- اندود گچ و خاک به‌ضخامت ۲/۵ سانتیمتر لایه ۲- بلوک سفالی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر لایه ۳- اندود سیمان با روکش سیمان پرداختی به‌ضخامت ۳/۵ سانتیمتر		۲۱	۲۱۲	۴۵
۲	لایه ۱- اندود گچ و خاک با گچ پرداختی به‌ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۲- بلوک سفالی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر لایه ۳- اندود سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر		۲۱	۱۹۳	۴۶
۳	لایه ۱- اندود سیمان به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۴/۵ سانتیمتر		۱۶/۵	۱۵۶	۴۶
۴	لایه ۱- اندود سیمان به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر لایه ۲- آجر فشاری به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۳- هوا به‌ضخامت ۴ سانتیمتر لایه ۴- استاد به عرض ۷ سانتیمتر با پلی استایرن به‌ضخامت ۵ سانتیمتر و چگالی ۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب لایه ۵ – تخته گچی به‌ضخامت ۱/۲۵		۲۳/۷۵	۲۳۳	۵۲

ادامهٔ جدول ۱۰-۸- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف

ردیف	شرح جزئیات اجرائی دیوار	جزئیات اجرائی	ضخامت (cm)	چگالی سطحی (kg/m²)	شاخص کاهش صدای وزن یافته (dB)
۵	دال بتنی		۱۵٫۲	۳۷۴	۵۷
۶	لایه ۱- اندود سیمان به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۴٫۵ سانتیمتر لایه ۳- سازه عمودی به فاصله ۵ سانتیمتر از دیوار پایه لایه ۴ – تخته گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر		۲۲٫۷۵	۱۶۶	۵۴
۷	لایه ۱- اندود سیمان به ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- بلوک بتن سبک به ضخامت ۱۴٫۵ سانتیمتر لایه ۳- سازه عمودی به فاصله ۵ سانتیمتر از دیوار پایه با الیاف معدنی به‌ضخامت ۵ سانتیمتر و چگالی ۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب لایه ۴ – تخته گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر		۲۲٫۸	۱۷۰	۵۵
۸	لایه ۱- اندود گچ به ضخامت ۱٫۵ سانتیمتر لایه ۲- بلوک بتن سبک حفره‌دار به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر اندود سیمان لایه ۳- اندود سیمان به ضخامت ۱٫۵ سانتیمتر		۱۸	۱۶۷	۴۸

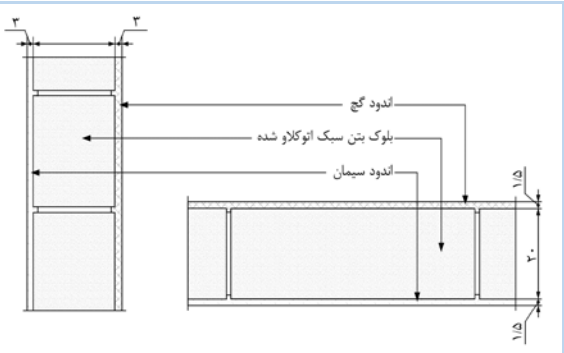
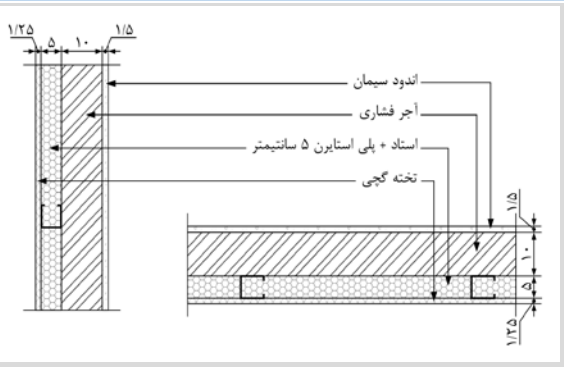
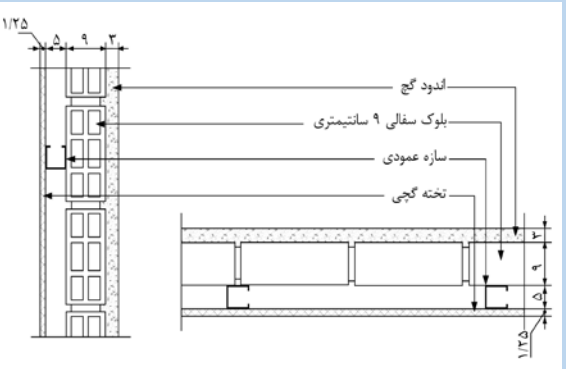
ادامهٔ جدول ۱۰-۸- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف

ردیف	شرح جزئیات اجرائی دیوار	جزئیات اجرائی	ضخامت (cm)	چگالی سطحی	شاخص کاهش صدای وزن یافته (dB)
۹	لایه ۱- اندود گچ به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر لایه ۲- بلوک بتن سبک اتوکلاو شده به ضخامت ۲۰ سانتیمتر لایه ۳- اندود سیمان به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر		۲۳	۱۹۸	۵۰
۱۰	لایه۱- ملات گچ با رابیتس بندی به‌ضخامت ۲/۵ سانتیمتر لایه۲- پانل پلی‌استایرن ۱۰ سانتیمتری با ناودانی از ورق ۰/۶ میلیمتری لایه۳- تخته‌سیمانی به‌ضخامت ۱ سانتیمتر با فاصله هوایی ۲/۵ سانتیمتر		۱۶	۵۴	۴۷
۱۱	لایه ۱- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر لایه ۲- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر لایه ۳- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر		۱۲	۱۷۴	۴۶
۱۲	لایه ۱- تخته‌گچی به‌ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر لایه ۲- دیوار با ساختار قالب عایق ماندگار بتنی (ICF): پانل‌های تخت ۲۵ سانتیمتری پلی‌استایرن که به‌وسیله بست‌های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده‌اند پر شده با بتن مسلح به ضخامت ۱۵ سانتیمتر لایه ۳- تخته‌گچی به‌ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر		۲۷/۵	۳۸۵	۴۸

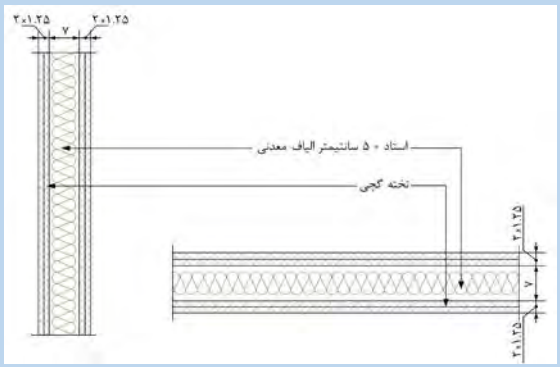
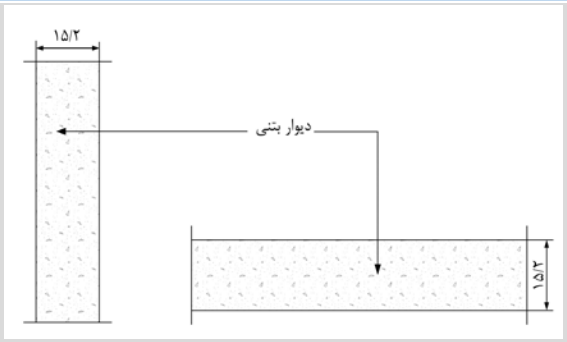
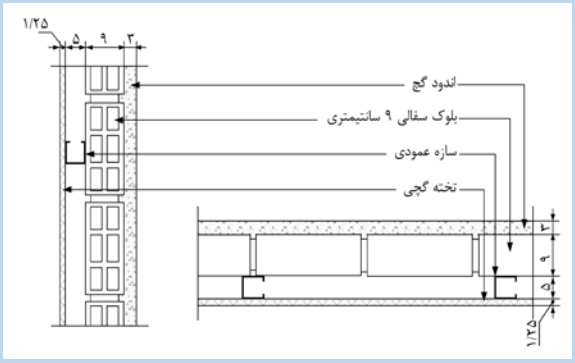
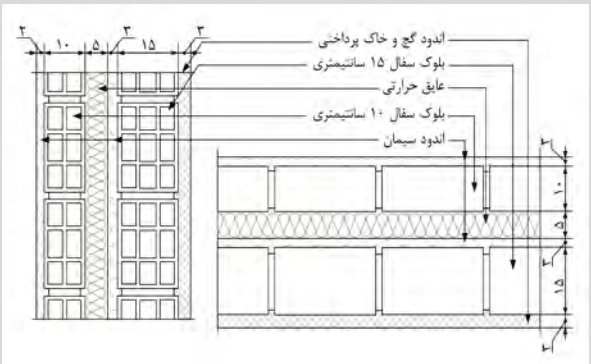
۱۰-۳-۳-۲- صدابندی هوابرد دیوار بین دو واحد مسکونی

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز بین دو واحد مسکونی در ساختمان‌ها ۵۰ دسی‌بل است. مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با مصالح متداول، در جدول ۱۰-۹ ارائه شده است. در دیوارهایی که مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته آن از ۵۰ دسی‌بل بیشتر است، استفاده از آنها برای دیوار بین دو واحد مسکونی در ساختمان‌ها مجاز می‌باشد.

جدول ۱۰-۹- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف

ردیف	شرح جزئیات اجرائی دیوار	جزئیات اجرائی	ضخامت (cm)	چگالی سطحی (kg/m^2)	شاخص کاهش صدای وزن یافته (dB)
۱	لایه۱- اندود گچ به‌ضخامت ۱/۵ cm لایه ۲- بلوک بتن سبک اتوکلاوشده به‌ضخامت ۲۰ cm لایه ۳- اندود سیمان به‌ضخامت ۱/۵ cm یا اندود گچ		۲۳	۱۹۸	۵۰
۲	لایه ۱- اندود سیمان به‌ضخامت ۱/۵ cm لایه ۲- آجر فشاری به‌ضخامت ۱۰ cm لایه۳- هوا به‌ضخامت ۴ cm لایه۴- استاد به عرض ۷ cm با پلی‌استایرن به‌ضخامت ۵ cm و چگالی ۱۵ kg/m^3 لایه ۵ – تخته گچی به‌ضخامت ۱/۲۵ cm		۲۳/۷۵	۲۳۳	۵۲
۳	لایه۱- اندود سیمان یاگچ به ضخامت۲ cm لایه ۲- بلوک بتن سبک به ضخامت ۱۴/۵ cm لایه ۳- سازه عمودی به فاصله ۵ cm از دیوار پایه با الیاف معدنی به‌ضخامت ۵ cm و چگالی ۸۰ kg/m^3 لایه ۴ – تخته گچی به‌ضخامت ۱/۲۵ cm		۲۲/۸	۱۷۰	۵۵

ادامهٔ جدول ۱۰-۹ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای دیوارهای مختلف

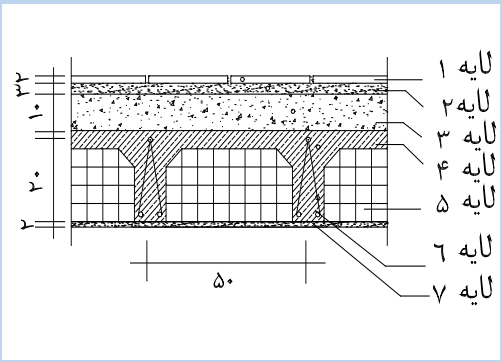
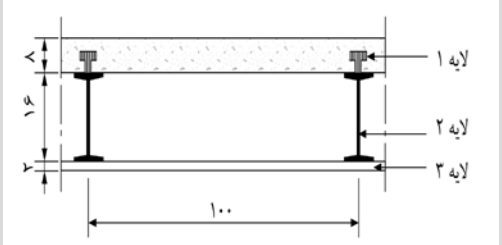
ردیف	شرح جزئیات اجرائی دیوار	جزئیات اجرائی	ضخامت (cm)	چگالی سطحی (kg/m^2)	شاخص کاهش صدای وزن یافته (dB)
۴	لایه ۱- دو لایه تخته‌گچی به ضخامت ۱/۲۵cm لایه ۲- اســـتاد به عرض ۷ cm پایه با الیاف معدنی به‌ضخامت۵ cm و چگالی $80\ kg/m^3$ لایه ۳- دو لایه تخته‌گچی به ضخامت ۱/۲۵ cm		۱۲	۴۲/۵	۵۲
۵	دیوار بتنی		۱۵/۲	۳۷۴	۵۷
۶	لایه ۱- اندود گچ به ضخامت۳ cm لایه ۲- بلوک سفالی به ضخامت۹ cm لایه ۳- سازه عمودی به فاصله ۵ cm از دیوار پایه لایه ۴ –تخته گچی به ضـــخامت ۱/۲۵cm		۱۸/۲۵	۱۳۱	۵۲
۷	لایه ۱- اندود گچ و خاک با گچ پرداختی به ضخامت ۳ cm لایه ۲- بلوک سفالی به ضخامت۱۵ cm لایه ۳- اندود ســیمان به ضــخامت ۳cm لایه ۴- الیاف معدنی به‌ضـــخامت ۵ cm لایه ۵- بلوک سفالی به ضخامت۱۰ cm		۳۸	۳۱۹	۵۳

	لایه ۶- اندود سیمان به‌ضخامت ۲cm				

۱۰-۳-۳-۳- صدابندی کوبه‌ای کف-سقف

مقدارهای صدابندی کوبه‌ای و هوابرد تعدادی از کف- سقف‌های متداول در جدول ۱۰-۱۰ ارائه شده است. مشاور باید اطلاعات مربوط به این مقادیر را از تأییدیه‌های استاندارد و گواهینامه‌های فنی شرکت‌های تولیدکننده استخراج نماید.

جدول ۱۰-۱۰- صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف- سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	STC یا R_w (dB)
سقف تیرچه بلوک سفالی لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲cm لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۳cm لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت۱۰cm لایه ۴- بتن لایه ۵- تیرچه‌ها به‌ضخامت ۲۰ cm و به فاصله ۵۰ cm لایه ۶- بلوک‌های سفالی لایه ۷- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ cm	۳۷		۷۷	۳۳	۵۲
سقف مرکب شامل تیرچه های فولادی و بتن (بدون کف‌پوش) لایه ۱- بتن به ضخامت ۸ cm لایه ۲- تیرچه‌های فولادی ۱۶ به فاصله ۱۰۰ cm لایه ۳- سقف کاذب گچی با رابیتس‌بندی به‌ضخامت ۲ cm	۲۶		۷۶	۳۴	۵۱

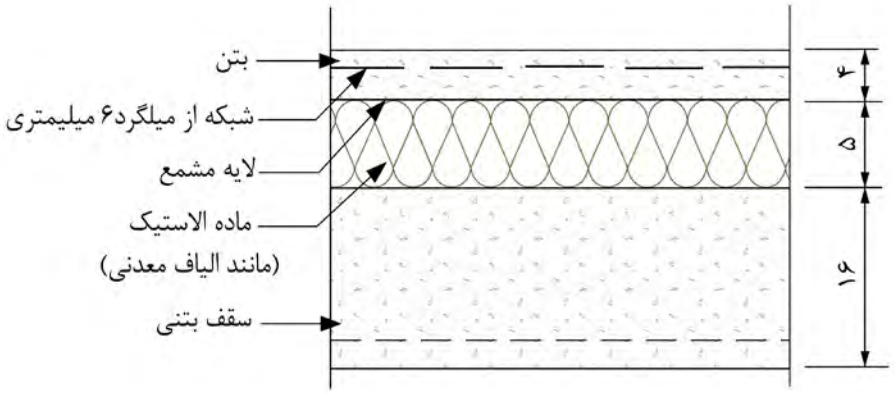
در صورت افزایش صدابندی سقف در مقابل صدای کوبه‌ای توصیه می‌شود از یکی از راهکارهای زیر استفاده شود:

۱۰-۳-۳-۴- اجرای کف شناور بر روی سازه سقف

ابتدا ماده الاستیک باید بر روی کف اجرا شود و بر روی آن یک لایه عایق رطوبتی برای جلوگیری از نفوذ آب بتن به داخل آن بر روی ماده الاستیک قرار گیرد. بتن‌ریزی کف شناور حداقل به‌ضخامت ۴ سانتیمتر باید صورت پذیرد. این کار باید توسط ملات مخصوص انجام شود که بدون شبکه مش دچار ترک خوردگی نمی‌شود و یا با بتن‌ریزی معمولی بر روی

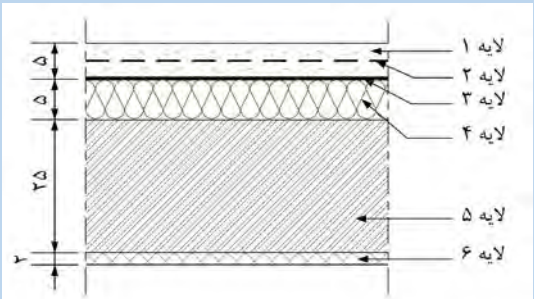
شبکه مش ۶ سانتیمتری یا شبکه مش پلاستیکی با قطر مناسب انجام پذیرد. انتخاب قطر شبکه مش باید با توجه به ابعاد کف و با نظر مهندس سازه صورت پذیرد. دال‌های شناور بتنی که در محل بتن‌ریزی می‌شوند، پیش از گذراندن دورهٔ معمول برای عمل‌آوری، نباید مورد آزمون قرار گیرند. برای بتن معمولی، مدت زمان سه هفته توصیه می‌شود.

پس از طی شدن زمان لازم برای خشک شدن، صدابندی کوبه‌ای سیستم کامل کف شناور اجرا شده بر روی کف بتنی باید به‌صورت یک مجموعه کامل مورد آزمون قرار گیرد. جزئیات در شکل ۱۰-۳۱ نشان داده شده است. مقادیر صدابندی کوبه‌ای و هوابرد کف شناور اجرا شده بر روی سقف تیرچه بلوک در جدول ۱۰-۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱۰-۳۱- مقطع کف شناور با نمونه‌ای از ماده الاستیک بر روی سقف بتنی ۱۶ سانتیمتری

جدول۱۰-۱۱ صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف- سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
کف شناور (بدون کفپوش) لایه ۱- بتن به‌ضخامت ۵ cm لایه ۲- شبکه میلگرد ۶ mm لایه ۳- لایه مشمع لایه ۴- الیاف معدنی تخته‌ای به‌ضخامت ۵ cm لایه ۵- سقف تیرچه بلوک به‌ضخامت ۲۵ cm لایه ۶- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ cm	۳۷		۴۶	۶۴	۵۲

۱۰-۳-۴- کنترل کیفیت و نظارت

۱۰-۳-۴-۱- معرفی آزمون‌ها

روش‌های آزمون اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان و اجزای ساختمانی باید مطابق استانداردهای ارائه شده در جدول ۱۰-۱۲ باشد.

جدول ۱۰-۱۲- استانداردهای ملی روش آزمون اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی

شماره	عنوان استاندارد ملی ایران
ISIRI ۸۵۶۸-۳	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت سوم: اندازه‌گیری آزمایشگاهی صدابندی هوابرد اجزای ساختمانی
ISIRI ۸۵۶۸-۴	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت چهارم: اندازه‌گیری میدانی صدابندی هوابرد بین دو اتاق
ISIRI ۸۵۶۸-۵	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت پنجم: اندازه‌گیری میدانی صدابندی هوابرد نما و اجزای آن
ISIRI ۸۵۶۸-۶	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت ششم: اندازه‌گیری آزمایشگاهی صدابندی کوبه‌ای سقف‌ها
ISIRI ۸۵۶۸-۷	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت هفتم: اندازه‌گیری میدانی صدابندی کوبه‌ای سقف‌ها
ISIRI ۸۵۶۸-۱	آکوستیک، اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت هشتم: اندازه‌گیری آزمایشگاهی کاهش تراگسیل نوفه کوبه‌ای از پوشش‌های کف، بر روی کف سنگین استاندارد
ISIRI ۸۸۳۴-۱	آکوستیک، درجه‌بندی صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت اول: صدابندی هوابرد
ISIRI ۸۸۳۴-۲	آکوستیک، درجه‌بندی صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، قسمت دوم: صدابندی کوبه‌ای

۱۰-۳-۵- ملاحظات ویژه

۱۰-۳-۵-۱- تعمیر و نگهداری

نگه‌داری بسته‌های مربوط به سقف‌پوش‌های گچی اکوستیکی و سایر مصالح اکوستیکی باید در محل‌های تمیز، سرپوشیده و عاری از رطوبت باشد و از تماس جعبه‌ها با خاک، مواد مضر، رطوبت، یخ و برف جلوگیری شود. روی هر بسته‌بندی سقف‌پوش گچی اکوستیکی و یا روی بارنامه و برگ فروش هر محموله باید مشخصات زیر ذکر شده باشد: نام کارخانه یا علامت تجاری آن، علامت استاندارد در صورت اخذ مجوز، کلمه «سقف‌پوش گچی اکوستیکی»، ابعاد برحسب میلی‌متر به ترتیب زیر: ضخامت، طول، عرض، تعداد سقف‌پوش‌ها در بسته.

۱۰-۳-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح

دیوارپوش‌ها و سقف‌پوش‌های گچی اکوستیکی و مصالح اکوستیکی مشابه باید در فضای داخل و در دمایی بالاتر از درجه یخزدگی انبارش و از رطوبت و آسیب‌دیدگی بیرونی محافظت شوند و بلافاصله پس از تحویل مورد استفاده قرار گیرند. در طول حمل برای حفاظت دیوارپوش‌ها و سقف‌پوش‌ها در برابر هوازدگی باید از پوشش‌های پلاستیکی استفاده و بلافاصله پس از رسیدن به محل مصرف برداشته شوند تا از خسارت ناشی از ایجاد میعان جلوگیری به‌عمل آید. ضروری است از وسایل بالابرنده مانند لیفت‌تراک برای حمل و انتقال بسته‌ها استفاده شود. حمل و نقل باید به گونه‌ای انجام شود که از شکسته شدن دیوارپوش‌ها و سقف‌پوش‌ها و ایجاد ضایعات جلوگیری به عمل آید. تخلیه بار باید با استفاده از وسایل مکانیکی مناسب در محل توزیع انجام شود. تخلیه با کامیون کمپرسی و یا پرتاب کردن جعبه‌ها مجاز نیست.

۱۰-۳-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان

تولیدکننده مصالح عایقکاری صوتی برای اطمینان از تطابق فرآورده‌های موجود در بازار با ویژگی‌های عملکردی مشخص شده، باید سامانه بازرسی تولید کارخانه‌ای شامل مواد ورودی به کارخانه یا ترکیبات، تجهیزات و فرآیند تولید و کنترل کیفیت فرآورده را ایجاد، مستندسازی و نگه‌داری کند.

قبل از شروع اجرای هر پروژه در کارگاه باید مستندات کامل به شرح زیر آماده شود:

الف- اطلاعات کامل در مورد محل عایقکاری صوتی، شامل همه ملاحظات ایمنی و خطرات مربوط؛

ب- جزییات اجرایی دقیق؛

پ- ابعاد مناطقی که باید عایقکاری صوتی شوند؛

ت- وجود هر گونه گشودگی، وسایل یا ملحقات؛

ث- تمهیدات دسترسی به محل کار؛

ج- الزامات نظارت، بازرسی و آزمون؛

چ- الزامات مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری آینده.

قبل از شروع اجرای عایق صوتی، نقشه‌های قرارداد و مشخصات، تمام مشخصات فنی مربوط و دستورالعمل‌های تولیدکننده باید مورد مطالعه قرار گیرد. هرگونه تردید باید قبل از آغاز عایقکاری صوتی حل شود. دستورالعمل‌های واضح در مورد تمام جنبه‌های مربوط به اجرا باید به کارگران ارائه شود. فقط مقدار کافی مصالح برای مصرف روزانه باید از انبار خارج شوند و به‌طور مناسبی در مجاورت منطقه کار، قرار گیرند و قبل از استفاده از بسته‌بندی خارج شوند.

۱۰-۴- عایق‌کاری پرتو در مراکز درمانی

۱۰-۴-۱- کلیات

۱۰-۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این بخش، ارائه روش‌های عایقکاری (حفاظت) در برابر تابش‌های الکترومغناطیسی و محافظت از افراد در برابر اثرات مضر قرارگیری در معرض اشعه یونیزان و وسایل دستیابی به آن در بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و آزمایشگاه‌های رادیولوژی است. مصالح و نکات اجرائی بیان شده در این بخش قابل استفاده در انواع ساختمان‌های اداری، بیمارستانی و مسکونی می‌باشد. برای تاسیسات هسته‌ای باید به دستورالعمل‌های ویژه مربوط مراجعه نمود.

انواع مختلف پرتو آلفا، بتا، گاما، نوترون و پرتوهای ایکس به‌طور عمده در توانایی‌شان در نفوذ و ماده یونیزه تفاوت دارند. ماده یونیزه به بافت زنده آسیب می‌رساند و انسان باید در برابر آن محافظت شود.

اگرچه انواع مختلفی از پرتو وجود دارد که ممکن است برای سلامتی انسان زیان‌آور باشد، اما نگرانی‌های اصلی مربوط به پرتوهای گاما، پرتوهای ایکس و ذرات نوترونی است. اگر عایق مناسب برای این پرتوها فراهم شود، سایر اثرات را می‌توان نادیده گرفت. این محافظت را می‌توان با ایجاد مانع با یک ماده انجام داد که سبب کاهش شدت پرتو ناشی از یک دستگاه خاص به یک تراز قابل قبول شود.

۱۰-۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

تابش یونیزه کننده: هر تابشی که قادر به جابه‌جایی الکترون‌ها از اتم‌ها باشد و در نتیجه یون تولید کند. مقادیر زیاد پرتو یونیزه ممکن است باعث آسیب شدید پوست یا بافت شود.

ماده رادیوآکتیو: موادی که حاوی اتم‌های ناپایدار (رادیواکتیو) هستند و در اثر واپاشی، پرتو ایجاد می‌کنند.

بتن و بلوک بتنی: بتن توپر و بلوک بتنی توپر با چگالی حداقل ۲۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، یک عایق پرتو متداول است.

شیشه سربی: شیشه حاوی نسبت زیادی اکسید سرب (به‌طور معمول ۱۸ تا ۴۰ درصد اکسید سرب) است که با جذب انرژی تابش، عایق پرتو ایجاد می کند.

اکریلیک سرب‌دار: یک ماده محافظ شفاف که در محدوده وسیعی از ضخامت معادل سرب تولید می‌شود. این ماده نرم‌تر از شیشه سربی است.

ورق سرب رولی: فراورده تخت ساخته شده از سرب با سطح مقطع مستطیل با ضخامت و عرض یکنواخت که به شکل رولی یا تخته‌ای عرضه می‌شود.

پانل‌های چندلایه سربی: پانل‌های چندلایه حاوی ورق سرب که با تعدادی از مصالح ورقی شامل شکل‌های مختلف تخته چندلا، تخته گچی، ورق آلومینیومی، ورق فولادی و پلاستیک‌ها ساخته می‌شوند.

تخته گچی پشت سرب‌دار- دیوار خشک با آستر سربی: دیوار خشک با آستر سربی چسبانده شده به تخته گچی ۱۲٫۵ میلی‌متر یا ۱۵٫۶ میلی‌متر است. اندازه‌های مورد نیاز خریدار برحسب درخواست، تولید می‌شود.

ورق سربی: محصول تخت ساخته شده از سرب با مقطع مستطیل شکل با ضخامت و عرض یکنواخت.

عایق پرتو: حفاظ در برابر اثرات مضر تابش یونیزان شامل تابش ذرات و پرتوهای الکترومغناطیسی با انرژی زیاد است.

اندود باریم: اندود گچی با ترکیبی از سنگدانه‌های باریتی که می‌تواند در ترکیب با بلوک‌های بتنی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰-۴-۲- مصالح، اجزا و فرآورده‌های ساختمانی

انتخاب مواد حفاظ در برابر پرتو بستگی به فاکتورهای مختلفی دارد مانند: ترازهای مطلوب کاهش یافته پرتو نهایی، مقاومت در برابر آسیب پرتو، ضخامت و وزن مورد نیاز، ملاحظات استفاده چندگانه (مانند عایق حرارتی و یا سازه)، یکنواختی قابلیت محافظت، اجرای عایق پرتو و قابل دسترس بودن. در زیر به مواردی از مهم‌ترین معیارها و خصوصیات مورد نیاز عایق پرداخته می‌شود.

مصالح ساختمانی که به‌طور متداول در دیوار، بام و کف استفاده می‌شوند، می‌توانند تراز مناسبی از عایق در برابر پرتو ایکس برای بسیاری از تجهیزات را فراهم کنند. هنگامی‌که این مصالح تراز مورد نیاز را به وجود نمی‌آورند، عایق پرتو باید به‌وسیله ضخامت بیش‌تر این مصالح یا به‌وسیله افزودن مواد عایق پرتو مانند سرب، بتن یا فولاد به ضخامت مناسب افزایش یابد.

انواع مختلف مصالح سرب‌دار برای محافظت در برابر پرتو، شامل ورق سربی، سرب لمینیت شده با مصالح ساختمانی معمولی، آجر سربی، بلوک با آستر سربی، شیشه سرب‌دار شده و وینیل‌های سرب‌دار شده وجود دارند.

۱۰-۴-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

طیف وسیعی از مصالح مورد استفاده در عایقکاری پرتو عبارتند از: ورق سربی و محصولات تولید شده سربی، بتن، بلوک‌های بتنی و محصولات بتنی، اندود باریم، انواع مختلف آجر، تخته گچی دیواری، شیشه سربی، اکریلیک سرب‌دار، سایر مصالح (مثلا فولاد و چوب برای تریلر ماموگرافی / کم انرژی).

انتخاب مصالح به چندین عامل بستگی دارد که شامل میزان عایقکاری پرتو مورد نظر، هزینه و خواص مصالح است. خواص مصالح ساختمانی مورد استفاده در عایقکاری پرتو باید مطابق استانداردهای ویژگی ارائه شده در جدول ۱۰-۱۳ باشد.

جدول ۱۰-۱۳- استانداردهای ویژگی مصالح مورد استفاده در عایقکاری پرتو

عنوان	شماره استاندارد
سنگدانه مورد استفاده در بتن مقاوم در برابر پرتو	ISIRI ۱۵۵۲۷
تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون گچ و صفحات روکش‌دار گچی	ISIRI ۱۴۸۱۸
ویژگی‌های سقف‌پوش گچی	ISIRI ۱۱۶۱
تعاریف، الزامات و روش های آزمون گچ ، بلوک‌های گچی	ISIRI ۲۷۸۶
تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون گچ- پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی/ صوتی	ISIRI ۱۲۸۰۵
واحدهای عایق سربی برای پرتو یون‌ساز دیوارهای با ضخامت ۵۰ میلی‌متر	ISO ۷۲۱۲
واحدهای عایق سربی برای پرتو یون‌ساز دیوارهای با ضخامت ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌متر	ISO ۹۴۰۴-۱

۱۰-۴-۲-۲- انواع مصالح، ویژگی‌ها و حدود قابل قبول

عوامل مهمی که باید در طراحی و ساختار سامانه عایق پرتو بررسی شود، به شرح زیر است:

الف- انرژی منبع پرتو برحسب کیلو ولت (kV)؛

ب- جهت‌یابی و اندازه پرتو مفید؛

پ- فاصله منبع تا محل عایق پرتو؛

ت- اندازه و موقعیت بازشوها در عایق پرتو؛

ث- حداکثر مجاز میزان پرتو؛

ج- عوامل بهره‌برداری دستگاه و مقدار انتشار پرتو.

چ- ضخامت مصالح عایقکاری پرتو بر اساس عوامل بالا تعیین می‌شود.

۱۰-۴-۲-۲-۱- بتن و بلوک‌های بتنی

بتن توپر یک عایق پرتو متداول است که ممکن است به صورت بلوک بتنی توپر یا بتن ریخته شده استفاده گردد. سنگ‌دانه مورد استفاده در این بتن باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۲۷ باشد. بلوک‌های بتنی می‌توانند در ترکیب با مصالح دیگر مانند اندود باریم استفاده شوند. بلوک‌های بتنی توخالی به‌طور کلی برای عایق پرتو مناسب نیستند، به‌جز برای مصرف انرژی پایین یا کاربردهای میزان کم پرتو (ماموگرافی، رادیولوژی دندان) و یا در ترکیب با سایر عایق‌های پرتو. این مصالح باید با احتیاط مورد استفاده قرار بگیرند.

۱۰-۴-۲-۲-۲- ورق سربی و محصولات تولید شده سربی

به عنوان یک جایگزین دیوار محافظ بتنی، ممکن است از پانل تخته گچی سربی و یا تخته سه لای سربی استفاده شود. برای دستیابی به سطح محافظت قابل قبول، باید از تخته سه لای سربی یا تخته گچی سربی در طرف داخلی قاب و از زیرکوب‌های با آستر سربی در درزها استفاده کرد. دیوارها معمولا به ارتفاع کامل از کف تا پایین دال سقف بالا (نه سقف کاذب) محافظت می‌شوند. اتصال بین دیوار و سقف باید به اندازه کافی محافظت شود.

برای پوشش و محافظت محیط‌های تصویربرداری پزشکی و اتاق‌های فرمان پرتو ایکس باید از فلزسرب (سرب‌کوبی) استفاده شود. مهم‌ترین نکات در مورد سرب‌کوبی و عایقکاری پرتو در اماکن تصویربرداری پزشکی و صنعتی به قرار زیر است:

الف- تهیه ورق و یا آجر سربی مورد نیاز با خلوص بالا (۹۹/۹ درصد)

ب- توجه ویژه به وضعیت ظاهری ورق‌ها و بلوک‌های سربی به لحاظ میزان ضخامت و عدم وجود خراش و ...

پ- انجام سرب‌کوبی توسط نیروهای متخصص و آگاه به عایقکاری پرتو در محل‌های حساس

ت- انجام صحیح و دقیق همپوشانی لایه‌های سربی

ث- زیرسازی اصولی و اجرا و قراردادن صحیح ورق‌ها و بلوک‌های سربی بر روی دیوار، سقف و کف

ج- رابیتس‌کاری و شاسی‌کشی برای رویه‌کوبی و نصب رویه

در صورت نیاز به عایقکاری پرتو با ضخامت بیش از ۱ سانتیمتر به جای ورق سربی، باید از آجرها و بلوک‌های سربی چفت شونده استفاده شود. ابعاد استاندارد آجرهای سربی ۱۰×۱۰ سانتیمتر و با ضخامت‌های ۱، ۳ و ۵ سانتیمتر می‌باشد. با توجه به مشخصات فنی، آجر و بلوک‌های با ضخامت و ابعاد مختلف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش دیگر استفاده از ورق‌های سربی است که به‌صورت ورق یا رول خریداری شده و با اتصال به تخته سه‌لا یا تخته گچی نصب می‌گردند.

۱۰-۴-۲-۲-۳- اندود باریم

اندود باریم یک اندود گچی از سنگدانه‌های باریتی است که می‌تواند در ترکیب با بلوک‌های بتنی مورد استفاده قرار گیرد.

این اندود به ضخامت حداکثر ۲۵ میلی‌متر می‌تواند بر روی یک سطح به کار برده شود. اندودکاری باریم باید توسط فرد ماهر انجام شود تا اندود بدون ترک با ضخامت مورد نیاز به دست آید. اندود باید در چندین لایه اجرا شود و برای خشک شدن نیاز به دوره‌ای طولانی دارد.

۱۰-۴-۲-۲-۴- آجر

استفاده از انواع مختلفی از آجر با طیف وسیعی از خواص فیزیکی و چگالی در صورت تامین الزامات مربوط مجاز است. در صورت استفاده از آجر، خواص محافظتی آن در برابر پرتو باید به طور کامل ارزیابی شود. چنانچه آجر حاوی حفره باشد، باید با ملاتی با حداقل چگالی آجر پر شود. لازم است چگالی، جذب آب و مقاومت فشاری این آجرها مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷ تعیین شود. دیوار آجری اغلب تکیه‌گاهی را برای سایر مصالح عایق پرتو شامل تخته گچی سربی تامین می‌کند.

۱۰-۴-۲-۲-۵- تخته گچی دیواری

تخته گچی دیواری با استفاده از میخ یا پیچ به قاب چوبی یا قاب فلزی متصل می‌شود. این محصول، عایق پرتو نسبتا ضعیفی در برابر پرتوهای با انرژی زیاد ایجاد می‌کند؛ اما در انرژی‌های پایین‌تر، در ماموگرافی موثر است. تخته گچی دیوار به طور نمونه‌وار شامل حفره‌ها و ناحیه‌های غیریکنواخت است، بنابراین ضخامت آن باید بیشتر از حداقل پیشنهاد شده باشد و تعداد دقیق آن در مشخصات فنی ذکر شود.

۱۰-۴-۳- ضوابط اجرایی عایق‌کاری پرتو

ساخت سامانه عایق پرتو ایکس باید به‌گونه‌ای باشد که سپر ایجاد شده توسط هیچ یک از نواحی فاقد محافظ، آسیب نبیند. کف‌ها و تکیه‌گاه‌ها باید به اندازه کافی محکم باشند تا وزن مصالح عایق پرتو را حفظ کنند. هرگونه گشودگی در عایق پرتو، خواه میخ، پیچ یا سوراخ پیچ، گشودگی برای لوله، کانال، دستگاه خدمات الکتریکی یا دودکش، در، پنجره مشاهده و غیره، باید به‌گونه‌ای محافظت شوند که باعث آسیب رسیدن به محافظت و میرایی کلی پرتو نشوند.

عایق پرتو معمولا مستلزم استفاده از ورق سربی برای حفاظت از منطقه عمومی از طریق دیوار، سقف و کف است. با این حال، از آنجا که ورق سربی دارای مقاومت ساختاری ذاتی بسیار کم است، اغلب لازم است که پشتیبانی شود؛ یا این که ورق سربی به برخی از مصالح ساختمانی صلب‌تر چسبانده یا لمینیت شود.

انتخاب اندودها و اتصالات در پزشکی هسته‌ای باید خطر ابتلا به آلودگی رادیواکتیو را کاهش دهد؛ از گسترش آن جلوگیری و پاک‌سازی آن را آسان کند. سطوح در مناطق کنترل شده و نظارت شده باید صاف، غیرجاذب، غیرمتخلخل باشند تا به راحتی تمیز و ضدعفونی شوند. پوشش‌های غیرجاذب که بتوان به راحتی آن‌ها را تمیز کرد، مانند ورق‌های متداول کفپوش وینیل و دیوارهای رنگ شده با رنگ‌های براق یا مشابه، مصالح مناسبی هستند.

برای به حداقل رساندن آلودگی‌های باقی مانده ناشی از نشت، باید مراقبت‌های ویژه‌ای برای جلوگیری از وجود شکاف در اندودها و درزهای موجود صورت گیرد. تمام سطوح افقی شامل کفپوش باید به‌طور پیوسته آببند شده و غیرقابل نفوذ باشند. انتخاب مصالح سطحی باید با توجه به نوع حلال‌ها و مصالح تمیزکننده‌ای باشد که احتمالا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر اندود گچی مورد نیاز باشد، ورق سربی بر روی تکیه‌گاه‌ها قرار داده می‌شود و اندود گچ به روش معمول بر روی آن اعمال می‌گردد. تخته لمینیت سربی را نیز می‌توان به این تکیه‌گاه‌ها نصب کرد. کفپوش‌های چوبی در اتاق پرتو ایکس باید در بالای ورق‌های سربی و در اتاق‌های بالایی آن بر روی کف شناور قرار داده شوند.

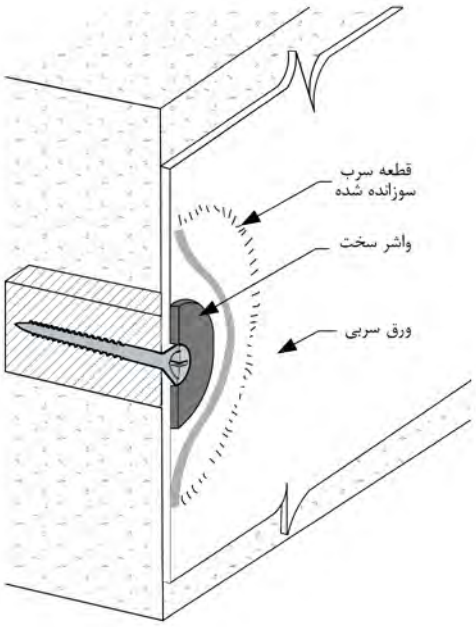
کفپوش سیمانی نیز باید بر روی ورق‌های سربی اجرا شود، ولی اگر بتن بلافاصله بعد از قرار دادن سرب ریخته نشود و بتن روباز بماند، باید در برابر آسیب مکانیکی به وسیله یک لایه مقوا، موکت یا پارچه ضخیم محافظت شود.

۱۰-۴-۳-۱- عایق پرتو دیوار

در ساخت پوشش ورق سربی برای یک سامانه عایق پرتو ایکس در بخش رادیولوژی، ایجاد تکیه‌گاه برای ورق سربی بسیار مهم است. این تکیه‌گاه به روش‌های مختلفی اجرا می‌شود تا باعث حفظ پیوستگی و یکپارچگی عایق پرتو شده و از سقوط، جریان سرد و آسیب مکانیکی جلوگیری شود. انتخاب روش زیرسازی به نوع ساخت و ساز و سایر شرایط نصب بستگی دارد.

ورق سربی باید به صورت قائم بر روی سطح دیوار یا ستونک‌ها[۱] قرار گیرد. برای سهولت حمل، عرض ورق نباید بیش از ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد. همه درزها باید همپوشانی ۱۲٫۵ میلی‌متر، یا دو برابر ضخامت ورق، هریک که بزرگ‌تر است، داشته باشند. بالای ورق سربی باید حداقل ۵۰ میلی‌متر از تکیه‌گاه افقی بیرون زده باشد.

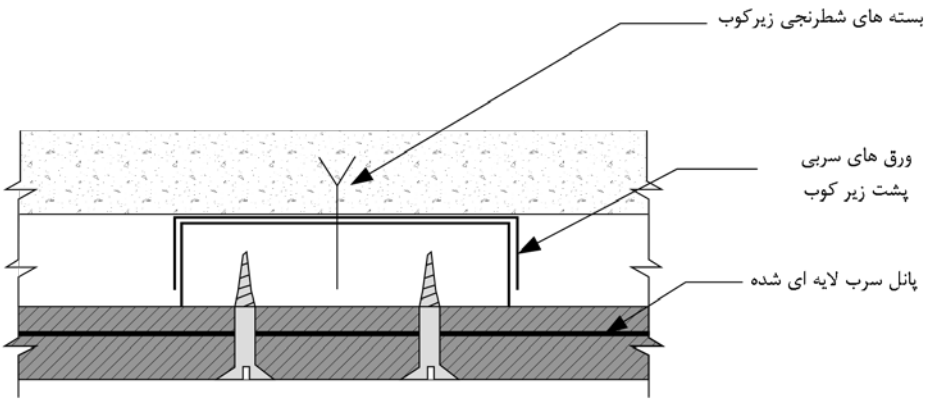
ورق سربی باید با اتصال مکانیکی به ستونک‌های تکیه‌گاه محکم شود. باید از بست با یک واشر صلب در نقطه تمرکز تنش استفاده شود. روش کلاهک‌گذاری اتصال پیچ نیاز به قطعه (وصله) سربی سوزانده شده به ورق سربی در بالای هر بست دارد. برای جزئیات اجرا به شکل ۱۰-۳۲ مراجعه شود. این قطعه‌ها باید چندین سانتی‌متر در هر جهت در اطراف نقطه اتصال گسترش یابند تا پرتوها نتوانند به سوراخ بست نفوذ کنند. قطعه‌ها باید دارای همان ضخامت سرب باشند و هرگونه احتمال نشت تابش را از بین ببرند.



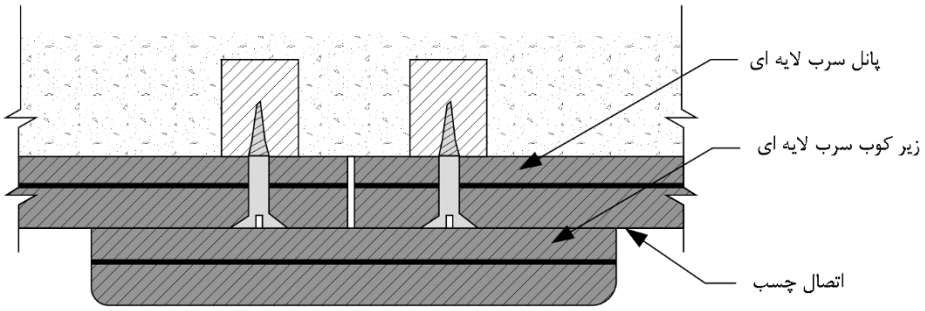
شکل ۱۰-۳۲- روش کلاهک‌گذاری پیچ

در همه روش‌های نصب پانل‌های چند لایه، مهم است که لایه‌ها با ضربه زدن تا حد امکان نزدیک هم قرار داده شوند. انواع اندود سطحی و پوشش تزئینی بر روی پانل‌های چندلایه اجرا می‌شود. شکل ۱۰-۳۳، سه روش متداول نصب پانل‌های تخته سه‌لای سربی را نشان می‌دهد که در آن‌ها پیوستگی عایق پرتو در درزها تضمین شده است.

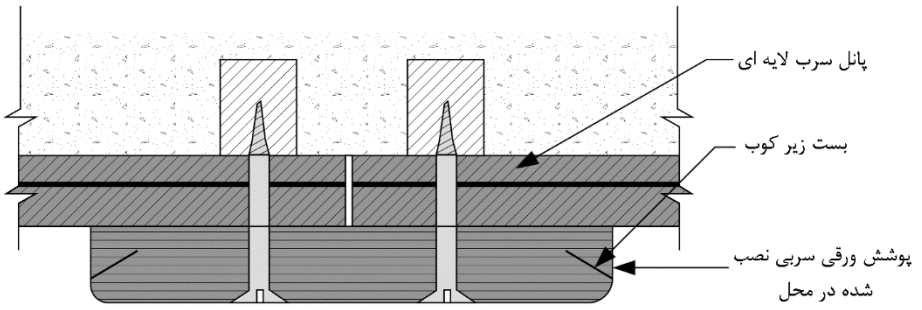
۱- studs



الف



ب



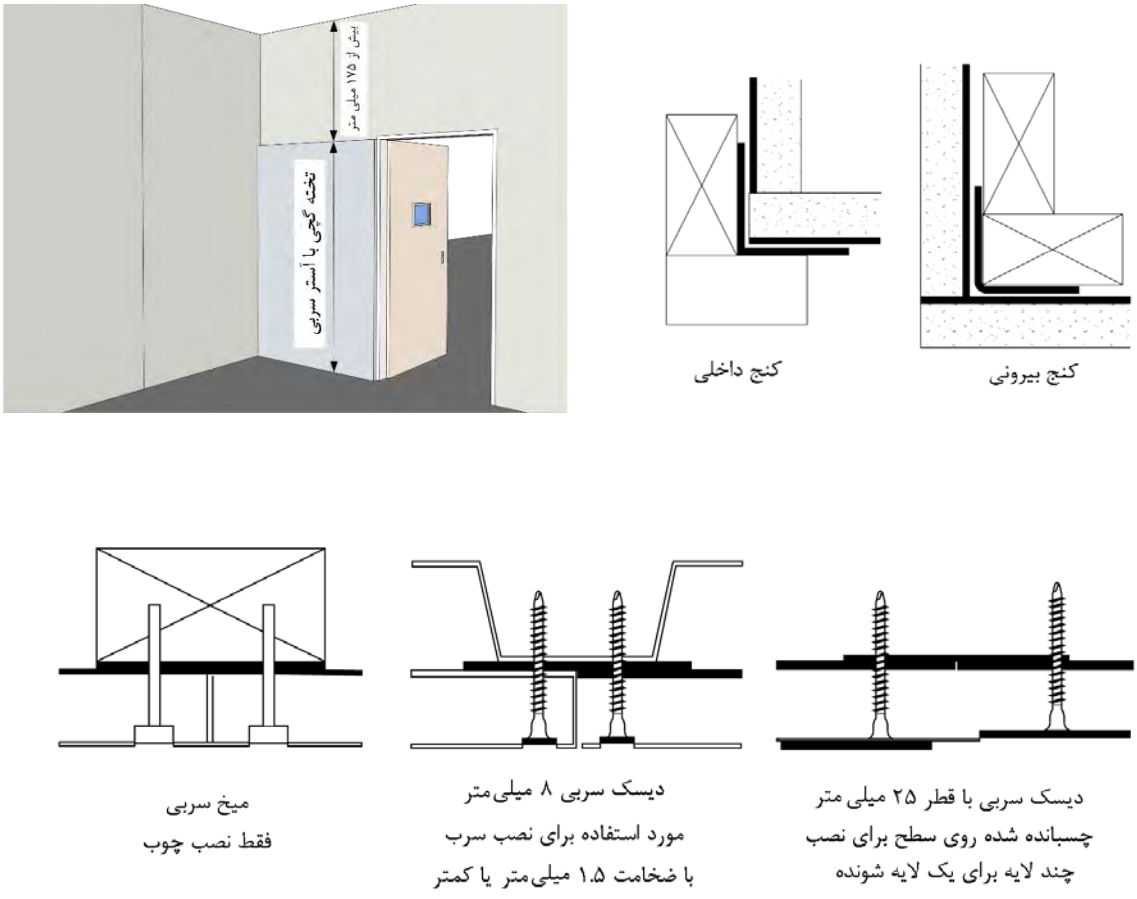
پ

شکل ۱۰-۳۳- روش‌های متداول نصب پانل‌های تخته سه لای سربی

تخته گچی دیواری چندلایه سربی باید شامل یک ورق سربی بدون سوراخ باشد که از هر دو طرف با تخته گچی به ضخامت ۱۲٫۵ میلی‌متر یا ۱۵/۶ میلی‌متر لمینیت شده است. توصیه می‌شود از تخته گچی ۱۵٫۶ میلی‌متری برای نگهداشتن

وزن زیاد سرب استفاده شود. اتصال باید با یک لایه پیوسته چسب ماستیکی انجام شود. آن‌ها باید با استفاده از یک چسب ساختمانی زود خشک شونده به‌کار روند.

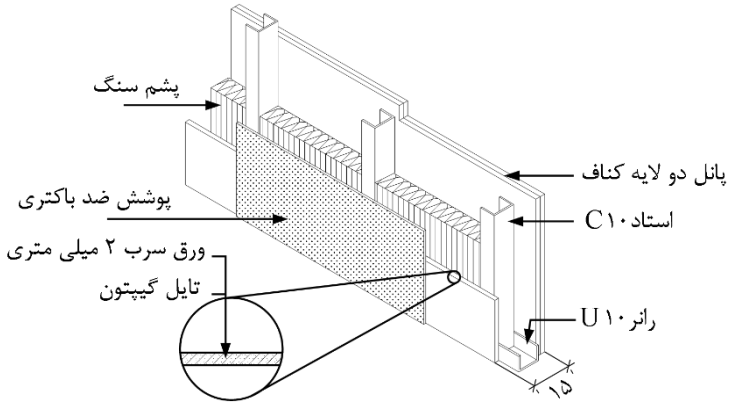
تخته دیواری چندلایه سربی باید در فاصله حداقل ۲۰۰ میلی‌متر از لبه‌های هر ورق، و در فاصله حداقل ۳۰۰ میلی‌متر از مراکز ستونک‌های میانی با پیچ‌های متداول به دیوار خشک بسته شود. قبل از نصب دیوار تخته‌ای باید یک نوار به عرض ۵۰ میلی‌متر از ورقه سربی با همان ضخامت به ستونک‌ها نصب گردد. باید با یک نوار از ورق سربی به عرض ۲۵ میلی‌متر و با همان ضخامت سرب پانل، هم‌پوشانی لازم برای درز اتصال فراهم شود. این نوار قبل از نصب تخته چندلایه باید اجرا شود. هر بست با یک دیسک سربی، با ضخامتی برابر با سرب تخته چندلایه پوشانده می‌شود تا امکان نشت پرتو در محل اتصال را از بین ببرد. شکل ۱۰-۳۴ روش‌های نمونه‌وار نصب و بستن تخته دیوار گچی چندلایه سربی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۳۴- روش‌های نمونه‌وار نصب و بستن تخته دیواری گچی چند لایه سربی

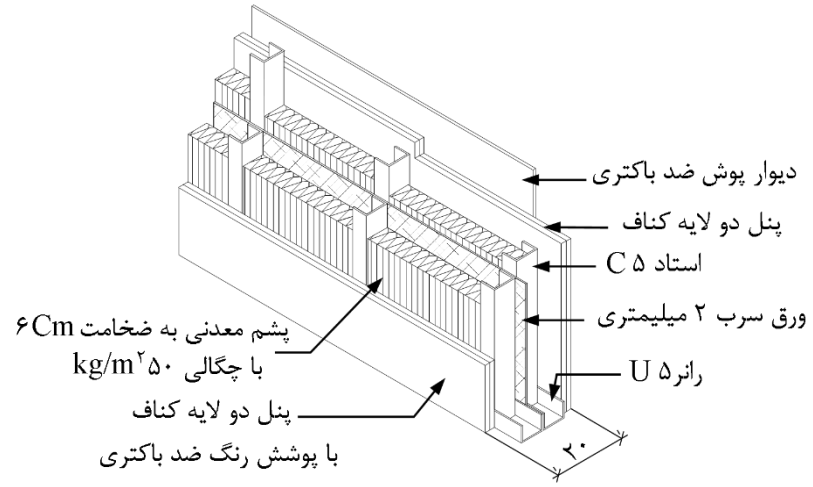
نصب دیوار خشک با آستر سربی (ورق سنگ با آستر سربی، تخته گچی با آستر سربی):

دیوار خشک سرب‌دار (ورق سنگ با آستر سربی، تخته گچی با آستر سربی) شامل یک ورق فشرده از سرب لمینیت شده به ضخامت مشخص بر روی دیوار خشک است. اتصال با یک لایه پیوسته چسب انجام می‌شود. توصیه می‌گردد از تخته گچی ۱۵٫۶ میلی‌متر برای نگهداشتن وزن زیاد سرب استفاده شود. در شکل ۸-۳۵ جزئیات اجرای عایق پرتو ایکس دیوار به روش پانل پیش ساخته نشان داده شده است. منظور از استاد C۱۰ و رانر U۱۰ پروفیل‌هایی به عرض ۱۰ سانتیمتر است.



شکل ۱۰-۳۵- عایق پرتو ایکس دیوار به روش پانل پیش ساخته

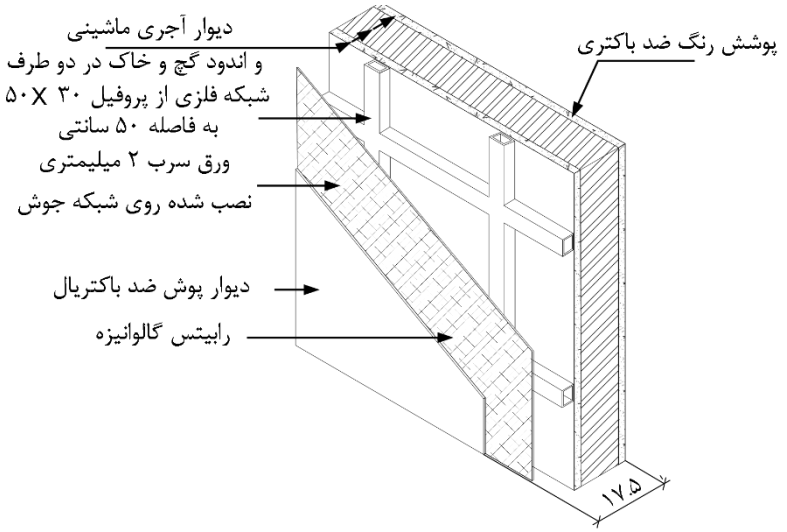
در شکل ۱۰-۳۶ عایق پرتو ایکس دیوار به روش سرب‌کوبی در سیستم دیوار خشک[۱] نشان داده شده است. منظور از استاد C۵ و رانر U۵ پروفیل‌هایی به عرض ۵ سانتیمتر است.



شکل ۱۰-۳۶- عایق پرتو ایکس دیوار به روش سرب‌کوبی در سیستم دیوار خشک (Dry wall)

شکل ۱۰-۳۷ عایق پرتو ایکس به روش سرب‌کوبی سنتی را نشان می‌دهد.

۱. Dry wall



شکل ۱۰-۳۷- عایق پرتو ایکس دیوار به روش سرب‌کوبی سنتی

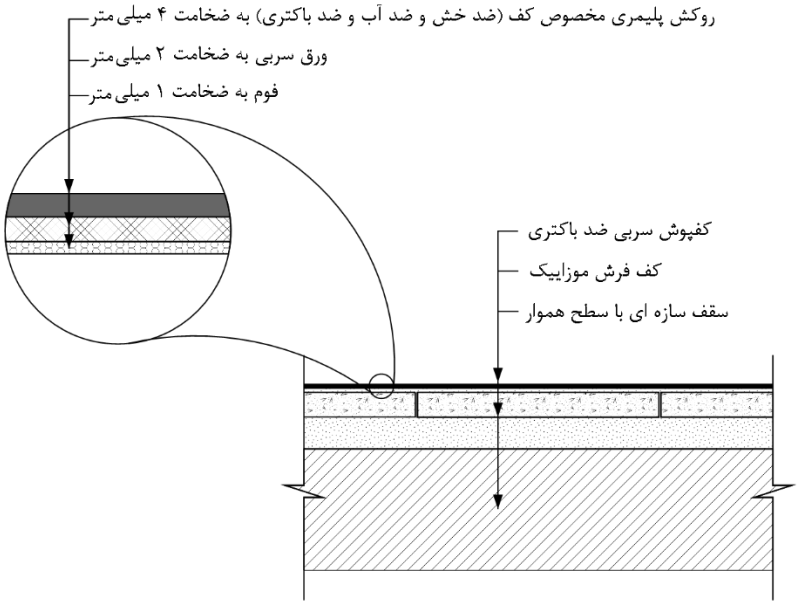
۱۰-۴-۳-۲- عایق پرتو کف و سقف

اگر محل تشعشع در طبقه همکف یا زیرزمین قرار داشته باشد و زیرزمینی و یا راهروهای سرویسی زیر کف وجود نداشته باشد، محافظ کف لازم نیست. دیوارهای زیر کف‌های کاذب باید به طور مناسب برای محافظت از اتاق‌های مجاور محافظت شوند. در صورتی که فضای اشغالی یا خدماتی زیر تجهیزات پرتو ایکس وجود داشته باشد، به‌طور معمول محافظت از کف مورد نیاز خواهد بود.

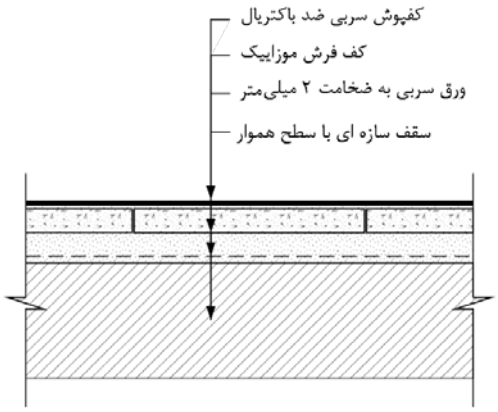
در دال‌های کف یا سقف معمولا از بتن‌های ریخته شده استفاده می‌شود. حداقل ضخامت ۱۵۰ میلی‌متر برای تحمل بار، توصیه می‌شود. این ضخامت برای محافظت بسیاری از سقف‌ها و کف‌ها مشروط بر آن‌که تماما توپر باشد، لازم است.

در صورتی که ضخامت دال‌های نوع مشبک کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد، استفاده از عایق پرتو اضافی ضروری است که باید با تخته سه لای سربی در بالا یا سطح زیرین نصب شود. سوراخ های ایجاد شده در هنگام اتصال باید محافظت شوند. ساخت و ساز متداول کف و سقف به‌طور کلی حفاظت کافی در ماموگرافی را فراهم می‌کند و نیاز به عایق‌کاری مجدد نمی‌باشد.

عایق پرتو کف: در شکل ۱۰-۳۸ عایق پرتو ایکس سربی کف به روش پیش ساخته و در شکل ۱۰-۳۹ عایق پرتو ایکس سربی کف به روش سنتی نشان داده شده‌اند.

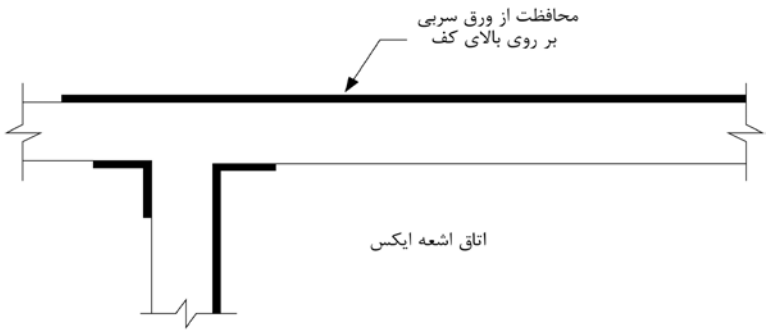


شکل ۱۰-۳۸- عایق پرتو ایکس سربی کف به روش پیش ساخته



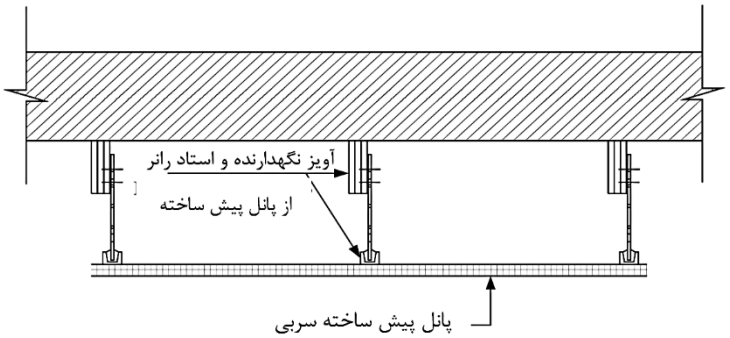
شکل ۱۰-۳۹- عایق پرتو ایکس سربی کف به روش سنتی

هنگامی‌که کف با ورق سربی پوشانده می‌شود، باید به اندازه حداقل ۵۰ میلی‌متر با عایق پرتو دیوار همپوشانی داشته باشد. جزئیات در شکل ۱۰-۴۰ نشان داده شده است.

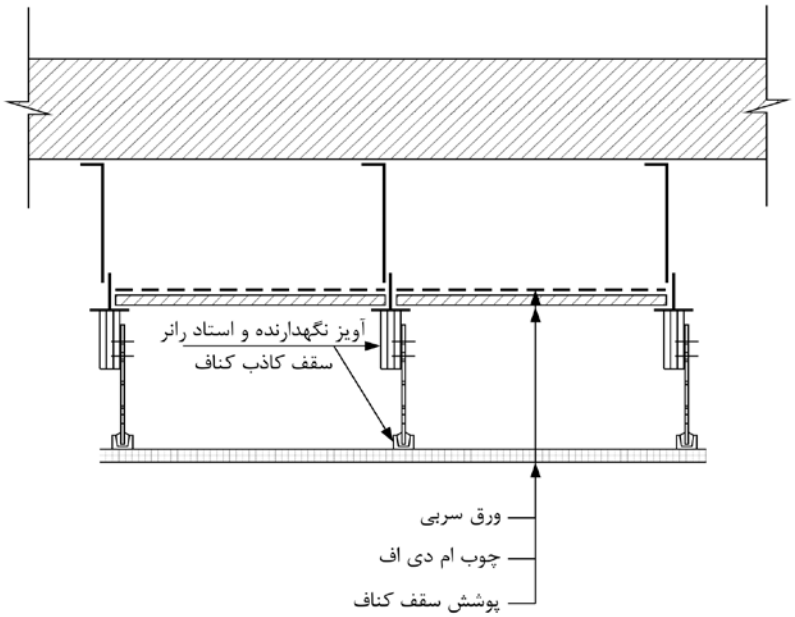


شکل ۱۰-۴۰- ادامه عایق پرتو بر بالای کف

عایق پرتو سقف: پانل‌های سربی مورد استفاده در سقف باید برای جلوگیری از آسیب و یا سوراخ شدن توسط بارهای سنگین مراقبت شوند. در شکل ۱۰-۴۱ عایق پرتو ایکس سربی سقف به روش پیش‌ساخته و در شکل ۱۰-۴۲، عایق پرتوایکس سربی سقف به روش سنتی نشان داده شده‌اند.

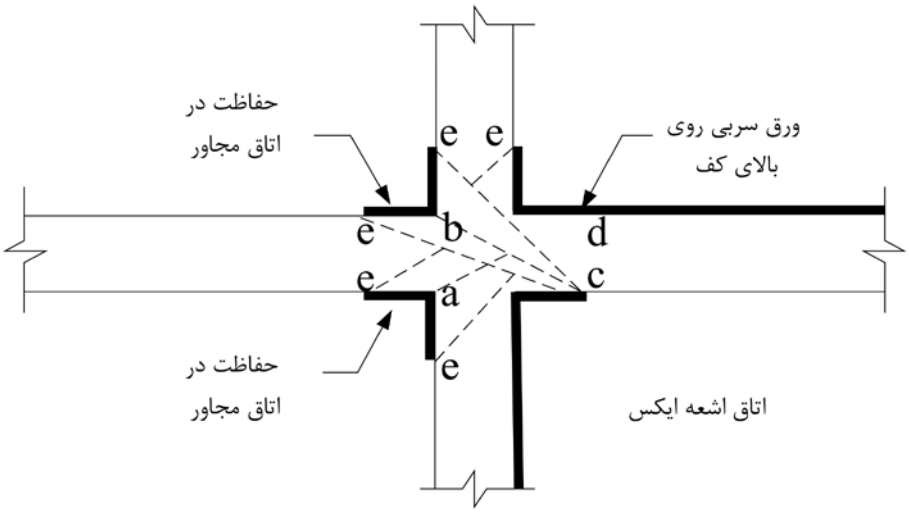


شکل ۱۰-۴۱- عایق پرتو ایکس سربی سقف به روش پیش ساخته



شکل ۱۰-۴۲- عایق پرتو ایکس سربی سقف به روش سنتی

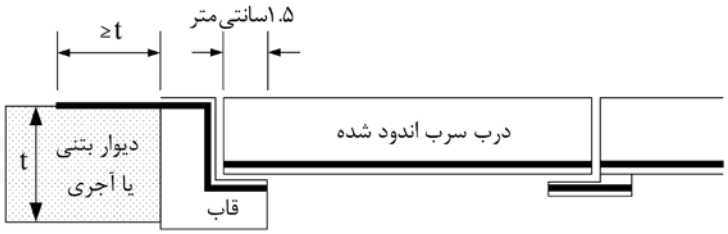
عایق پرتو سقف با قرار دادن ورق سربی با اتصالات همپوشانی، در روی کف طبقه بالا مطابق شکل ۱۰-۴۰ انجام می‌شود. پوشش سقف باید به اندازه کافی گسترش یابد تا از عبور پرتوها از میان فاصله موجود بین ورق‌های سربی روی دیوار و سقف به کار رفته جلوگیری شود. جوش‌های لحیم شده یا حرارت دیده ، به شرطی که ضخامت سرب درز کم‌تر از ضخامت عایق پرتو مورد نیاز نباشد، مجاز است. شکل ۱۰-۴۳ نشان می‌دهد که چگونه از عدم پیوستگی عایق پرتو در حفاظت از کف اتاق یا اتاق مجاور جلوگیری می‌شود.



شکل ۱۰-۴۳- ادامه عایق پرتو برای اتاق‌های مجاور

۱۰-۴-۳-۳- عایق پرتو در

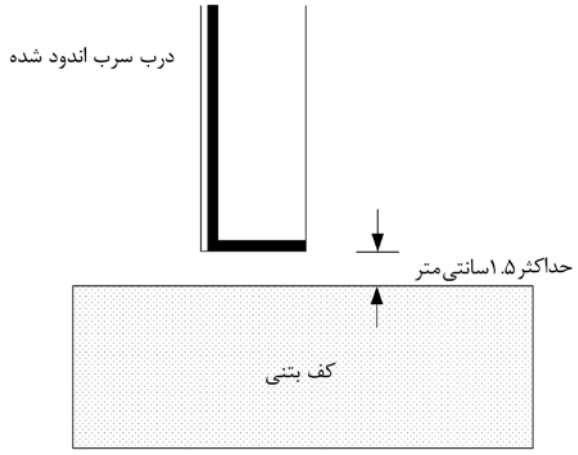
اتاق باید طوری طراحی شود تا پرتو ایکس به سمت در، پنجره یا اتاقک کاربر هدایت نشود. عایق پرتو باید بین دولنگه در ، بین در و قاب و بین قاب در و دیوار مجاور، بدون انقطاع باشد. توصیه می‌شود حداقل همپوشانی ۱/۵ سانتی‌متر باشد. در مورد یک دیوار بتنی یا آجری، عایق پرتو باید با قاب در و دیوار هم‌پوشانی داشته باشد. جزئیات در شکل ۱۰-۴۴ نشان داده شده است.



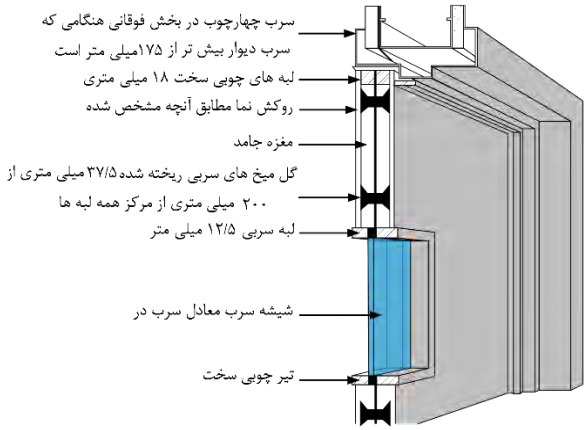
شکل۱۰-۴۴- درهای سربی

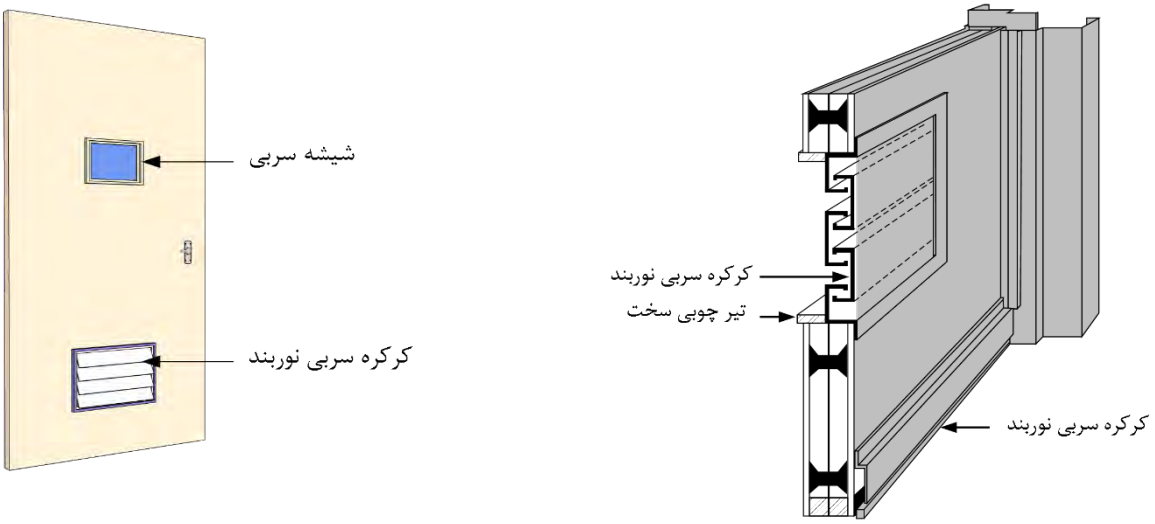
درهای اتاق بیمار باید به اندازه کافی عریض باشند تا تخت‌ها و چرخ دستی‌ها بتوانند از آن عبور کنند. درها باید دارای ساختار توپر بوده و در هر دو طرف با خودِ چوب یا یک ماده جایگزین مناسب دیگر به سرب متصل شوند.

عایق پرتو باید تمام طول و عرض در را تا چند میلی‌متر از کف بپوشاند و در قسمت زیر در ادامه یابد (شکل ۱۰-۴۵). در ممکن است شامل پنجره‌های شیشه سربی باشد. عایق پرتو در پنجره، قاب پنجره و در باید به طور مؤثر بدون انقطاع و دارای همپوشانی به میزان کافی باشد. لولاها، دستگیره‌ها و سوراخ‌های جای کلید نباید محافظت در برابر پرتو را به خطر بیاندازند. ساختار نمونه‌وار یک در با پوشش سربی در شکل ۱۰- ۴۶ آمده است.



شکل ۱۰-۴۵- عایق پرتو در زیر در سربی که در معرض تابش اولیه نیستند





شکل ۱۰-۴۶- ساختار نمونه‌وار یک در با پوشش سربی

ضخامت عایقی که به در اضافه می‌شود باید برابر عایق دیواری باشد که در به آن نصب می‌شود. با توجه به سنگینی وزن یک در محافظت شده، باید به تکیه‌گاه‌ها و لولاها توجه ویژه‌ای شود. در همه موارد لازم است هنگامی‌که در بسته است، از هم‌پوشانی سرب اطمینان حاصل شود.

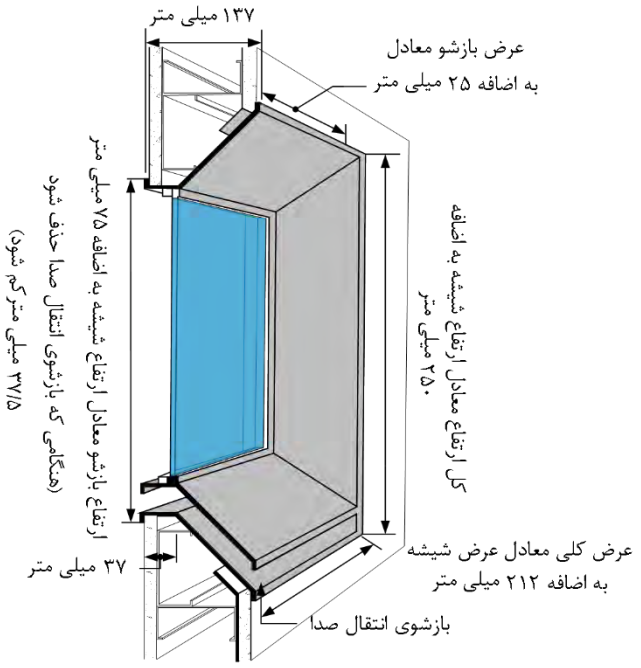
۱۰-۴-۳-۴- عایق پرتو پنجره

چنانچه در اتاق‌های پرتو ایکس پنجره مورد نیاز باشد، باید به وسیله شیشه سربی یا آکریلیک سربی محافظت شوند. پنجره باید به شکل دوجداره با شیشه جام در طرف بیرون باشد. چون شیشه سربی و اکریلیک سربی ممکن است به راحتی آسیب ببینند لذا شیشه سربی باید خشک نگه داشته شود.

قاب پنجره باید با ایجاد هم‌پوشانی کافی بین پنجره و قاب پنجره و بین قاب پنجره و دیوار محافظت شود. پنجره باید با ضخامت معادل سرب نشانه‌گذاری شود. استفاده از پرده کرکره سربی هم مجاز می‌باشد. پرده‌های سربی از جمله پرده‌های قائم برقی باید با ضخامت معادل سرب نشانه‌گذاری شوند.

پنجره‌های شیشه سربی برای مشاهده بیمار از یک اتاق کنترل در اندازه‌هایی در محدوده ۳۰۰ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر تا ۹۰۰ میلی‌متر در ۱۲۰۰ میلی‌متر تولید می‌شود. قاب پنجره مشاهده باید از سرب توپر ساخته شود و جایگزین آن قابی است که از فولاد ساخته شده و با ورق سربی پوشش داده شده باشد. یک بازشو افقی در زیر قاب برای انتقال صدا می‌تواند تعبیه شود.

قاب‌ها برای ایجاد حداقل ۹/۵ میلی‌متر هم‌پوشانی در همه نقاط پیرامون شیشه سربی ساخته می‌شوند. شیشه سربی با ضخامت تقریبا ۶/۲ میلی‌متر با ورق سربی ۱/۵ میلی‌متری برابر است و برای دستیابی به نیاز کل عایق پرتو استفاده می‌شود. شکل ۱۰-۴۷، نمونه یک پنجره دید با شیشه سربی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۴۷- پنجره دید نمونه‌وار با پانل شیشه سربی

۱۰-۴-۳-۵- عایق پرتو در گشودگی‌ها

تمام درزها، سوراخ‌ها، کانال‌ها، مجراهای خروجی تاسیسات و غیره باید در برابر پرتو عایق شوند. این کار باید در طول ساخت و ساز انجام شود و هر گونه گشودگی در دیوار پیرامونی، کف و سقف اتاق پرتو ایکس در برابر پرتو محافظت شوند. گشودگی‌ها باعث عدم یکپارچگی عایق پرتو ایکس می‌شوند و باید اقدامات لازم را انجام داد تا هر نوع نقص در عایق ناشی از گشودگی و یا عیب‌های دیگر در عایق پرتو به خوبی برطرف شود. نمونه‌هایی از گشودگی‌ها شامل موارد زیر است:

الف- میخ‌ها و پیچ‌ها

ب- کانال‌های تهویه مطبوع و دریچه‌های مشبک تهویه

پ- مجراهای لوله آب

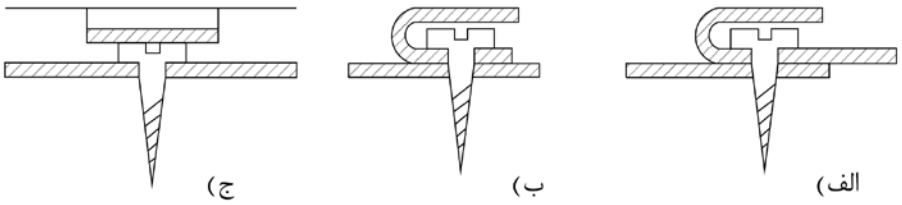
ت- گشودگی‌های پریزها و کلیدهای برق

ث- دکمه‌های قطع اضطراری

ج- لوله کشی و نصب سینک‌ها و غیره

چ- محل نصب کابینت‌ها و قفسه‌ها

ح- محل نصب و راه اندازی جعبه‌های چراغ، جارختی و دیگر وسایل و دستگاه‌های نصب شده روی دیوار و چند روش عایقکاری پرتو در محل نفوذ میخ، پیچ و موارد مشابه در شکل ۱۰-۴۸ نشان داده شده است.



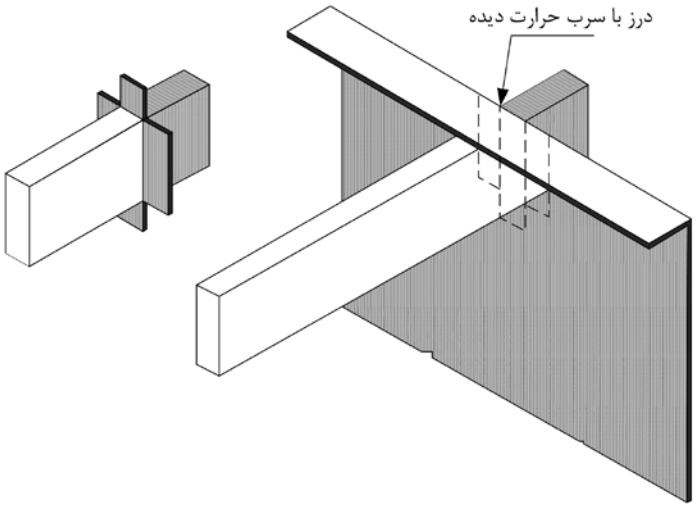
شکل ۱۰-۴۸- عایقکاری پرتو میخ، پیچ و ...

در صورت امکان، گشودگی‌ها نباید در عایق پرتو اولیه باشند. گشودگی‌ها و نقص‌های دیگر مانند درزها و خروجی‌ها باید با سرب اضافی محافظت شوند.

در هنگام کانال‌کشی یک عایق پرتو، یک ورقه سربی یا یک درپوش سربی باید در داخل دهانه کانال قرار داده شود. کانال کشی باید تنها هنگامی که ضرورت مطلق دارد، انجام شود. برای به حداقل رساندن الزامات عایق، کانال باید تا جای ممکن از نزدیک سقف و گوشه ها وارد شود.

در جایی که لوله‌ها یا سیم‌ها در پوشش سربی نفوذ می‌کنند، باید با زانویی‌های سربی لبه‌دار جوشکاری یا لحیم‌کاری شده به پوشش سربی متصل شوند و به ترتیبی طراحی و اجرا شوند که از عبور و نفوذ پرتوها از میان گشودگی‌ها جلوگیری شود.

در جایی که تیرچه وارد دیوار می‌شود، باید از روش نشان داده شده در شکل ۱۰-۴۹ استفاده شود. انتهای تیرچه با یک کلاهک سربی در هر چهار وجه آن در محلی که تیرچه از دیوار بیرون می‌آید، پوشانده می‌شود.



شکل ۱۰-۴۹- پیوستگی عایق پرتو در انتهای تیرچه

۱۰-۴-۴- کنترل کیفیت و نظارت

۱۰-۴-۴-۱- معرفی آزمون‌ها

تعداد مورد نیاز نمونه، برای تعیین تطابق با ویژگی‌ها، باید از محموله محصول نمونه‌برداری شود. اندازه مناسب محموله باید با توافق پیمانکار و دستگاه نظارت باشد و هر دو طرف یا نمایندگان آن‌ها در زمان نمونه‌برداری امکان حضور داشته باشند. آزمون‌هایی که در صورت لزوم باید بر روی مصالح مورد مصرف انجام شود به شرح جدول زیر است:

جدول ۱۰-۱۴- آزمون‌های کنترل کیفی

عنوان آزمون‌ها	شماره استاندارد ملی
تعیین روانی بتن به روش اسلامپ	۳۲۰۳-۲
تعیین چگالی بتن	۳۲۰۳-۶
تعیین مقاومت فشاری بتن	۱۶۰۸-۳
چگالی نسبی سنگدانه	۴۹۸۰ و۴۹۸۲
دانه‌بندی سنگدانه	۴۹۷۷
مواد زیان آور سنگدانه	۴۴۶، ۴۹۷۸،۴۹۷۹،۴۹۸۴ و ۱۱۲۶۹
مقاومت سنگدانه‌های درشت در مقابل سایش	۴۴۸
تعیین چگالی آجر	۷
تعیین مقاومت فشاری آجر	۷
آزمون صفحات روکش‌دار گچی شامل: نفوذپذیری بخار آب، مقاومت در برابر آتش، مقاومت ضربه‌ای و ابعاد و رواداری‌ها	۱۴۸۱۸
آزمون بلوک‌های گچی شامل: مقاومت‌های مکانیکی و ایستایی، رفتار در برابر آتش و ایمنی در شرایط بهره‌برداری	۲۲۶۱۷

۱۰-۴-۴-۲- تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها

مصالح مورد استفاده در ساخت قطعات مقاوم در برابر پرتو باید مطابق روش‌های آزمون استاندارد ارائه شده در جدول های ۱۰-۱۴ و ۱۰-۱۵ آزمایش شوند. تواتر و برنامه انجام آزمون‌ها در استانداردهای مربوط ارائه شده است.

جدول ۱۰-۱۵- روش‌های آزمون استاندارد برای مصالح عایق پرتو

شماره استاندارد	عنوان استاندارد ملی ایران
ISIRI ۱۵۵۲۷	سنگدانه مورد استفاده در بتن مقاوم در برابر پرتو
ISIRI ۱۴۸۱۸	تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون گچ و صفحات روکش‌دار گچی
ISIRI ۵۴۸۲	آزمون‌های فیزیکی سنگ گچ ،گچ ساختمانی، بتن گچی
ISIRI ۲۷۸۶	تعاریف، الزامات و روش های آزمون گچ ، بلوک های گچی
ISIRI ۱۲۸۰۵	تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون گچ- پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی/ صوتی
ISIRI ۱۲۰۱۵-۲	گچ های ساختمانی و اندودهای گچی

۱۰-۴-۴-۳- برنامه کنترل کیفیت و پذیرش

سامانه بازرسی اجرای عایقکاری پرتو باید متشکل از جزییات اجرایی، روش‌ها، ارزیابی نتایج آزمون عایق پرتو و همچنین آزمون مواد و مصالح مورد استفاده در این بخش باشد. پذیرش کار باید با استفاده از این سامانه انجام شود.

۱۰-۴-۵- ملاحظات ویژه

پیمانکار باید تأییدیه انطباق محصول را مبنی بر این که مصالح برای مثال ورق سرب با الزامات استاندارد مطابقت دارد را پیش از اجرا، ارائه نماید. خطرات مربوط به استفاده از سرب باید در برگه اطلاعات ایمنی تأمین کننده شرح داده شود. مطابق با مقررات در ارتباط با بلند کردن دستی مصالح سنگین و سایر الزامات، برچسب محصول حداقل باید جرم اسمی محصول را ارائه دهد.

۱۰-۴-۵-۱- تعمیر و نگهداری

بازرسی‌های منظم باید انجام شود. هر گونه عیب در پوشش و عایق پرتو باید قبل از بهره‌برداری به دقت تعمیر شود. پس از تعمیر باید آزمون عبور پرتو و سایر آزمون‌ها و کنترل‌های لازم مجددا انجام شود.

۱۰-۴-۵-۲- حمل، انتقال و انبارش مصالح

بسته‌بندی عایق‌های پرتو ایکس از جمله ورق سربی باید با توافق پیمانکار و تولید کننده بوده و برای شرایط عادی حمل مناسب باشد. بسته‌بندی نباید محصول را معیوب کند. رطوبت به‌ویژه میعان داخل بسته‌بندی می‌تواند منجر به تشکیل زنگ‌زدگی و ایجاد لکه بر روی محصولات سربی شود. محصولات برای حفظ کیفیت باید با احتیاط حمل شوند تا در مقابل رطوبت و چگالش از آنها محافظت شود.

محل انبارش مصالح مانند ورق سربی و محصولات تولید شده سربی (تخته سه لا، تخته گچی سرب‌دار)، بتن، بلوک های بتنی و محصولات بتنی، اندود باریم، انواع مختلف آجر، تخته گچی دیواری، شیشه سربی، اکریلیک سرب‌دار و سایر مصالح (مثلا فولاد و چوب برای تریلر ماموگرافی / کم انرژی) باید در نقشه کارگاه جانمایی شود. مصالح بسته‌بندی شده باید در محل‌های سرپوشیده و انبارهای مناسب خشک و بدون رطوبت با کف تخت با دمای معتدل نگه‌داری شوند و از آلودگی آنها با خاک، مواد مضر و به ویژه یخ، برف و رطوبت جلوگیری شود. مصالح آسیب دیده و غیراستاندارد باید از کارگاه خارج شوند.

بارگیری و باراندازی در انبار مصالح ساختمانی باید با دقت صورت گیرد و انواع گوناگون مصالح باید جداگانه دسته‌بندی شوند. برای جلوگیری از شکستن و اتلاف قطعات ساختمانی سرب‌دار باید از پالت چوبی برای حمل آنها استفاده شود.

۱۰-۴-۶- مستندسازی بایگانی و اسناد پشتیبان

تولیدکننده مصالح برای اطمینان از تطابق فرآورده‌های موجود در بازار با ویژگی‌های عملکردی مشخص شده، باید سامانه بازرسی تولید کارخانه‌ای شامل مواد ورودی به کارخانه یا ترکیبات، تجهیزات و فرآیند تولید و کنترل کیفیت فرآورده را ایجاد، مستندسازی و نگه‌داری کند. نتایج بازرسی‌ها، آزمون‌ها یا ارزیابی‌هایی که نیاز به اقدام دارند، یا هرگونه تصمیمی که اتخاذ می‌شود، باید ثبت شود.

مستندسازی مصالح مورد استفاده و روش اجرا باید به شرح زیر انجام شود:

الف- روش‌های کار جابه‌جایی، نگه‌داری، بسته‌بندی، نشانه‌گذاری و برچسب‌گذاری مصالح عایق پرتو؛

ب- روش کار برای تأیید مصالح مورد استفاده در عایقکاری پرتو شامل روش‌های آزمون و نتایج آنها؛

پ- چگونگی کنترل اجرا؛

ت- بازرسی‌ها و آزمون‌هایی که قبل، حین و بعد از اجرا باید انجام شوند؛

ث- جزئیات و روش‌های اجرایی.

۱۰-۵- نصب سرویس‌های بهداشتی

۱۰-۵-۱- طبقه‌بندی سرویس‌های بهداشتی

به طور کلی هر سرویس بهداشتی شامل لوازم بهداشتی و شیرآلات است که در ادامه در خصوص الزامات هر کدام توضیح داده خواهد شد.

الف- لوازم بهداشتی:

بدنه این لوازم از جنس، چینی فولاد و یا پلاستیک است و روی آن‌ها با لعاب مخصوص پوشانده شده. این لعاب باید از جنس مقاوم در برابر نفوذ آب و رطوبت انتخاب گردد علاوه بر آن لعاب باید شفاف و صاف بوده و فاقد ترک خوردگی لب پریدگی و یا بی‌نظمی‌های دیگری که بر نمای خارجی اثر نامطلوب دارد باشد. لبه‌های لوازم بهداشتی باید، صاف عاری از ترک و برآمدگی‌های تیز باشند. برخی از لوازم مانند ظرف‌شویی یا فلاش تانک می‌توانند از جنس فولاد زنگ نزن تهیه‌شده باشند که در این صورت به لعاب نیازی ندارند.

لوازم بهداشتی که از طرف کارفرما تحویل می‌گردند، باید با توجه به اصول فنی و مراقبت کامل از محل تحویل بارگیری، به‌پای کار حمل، پس از تخلیه در محل مناسب دسته‌بندی و تا تاریخ نصب، به نحو مناسبی نگهداری شوند. لوازم بهداشتی که پیمانکار راساً تهیه می‌نماید باید قبل از نصب به تأیید دستگاه نظارت برسند.

ب- شیرآلات مطابق مشخصات و با نظر و تأیید دستگاه نظارت انتخاب می‌شوند.

۱۰-۵-۲- نصب لوازم بهداشتی

به طور کلی برای نصب لوازم بهداشتی، باید نکات زیر رعایت گردند:

۱. لوازم بهداشتی که لوله فاضلاب از زیر به آن‌ها متصل می‌شود، باید با پیچ و مهره مقاوم در برابر خوردگی به کف محکم شوند.
۲. اتصال خروجی فاضلاب لوازم بهداشتی که در کف یا دیوار به شبکه فاضلاب متصل می‌شود باید کاملاً آب‌بند باشد.
۳. اتصال لوله ورودی آب به لوازم بهداشتی باید به نحوی باشد که برگشت جریان اتفاق نیفتد.
۴. نحوه اتصال لوازم بهداشتی که به دیوار نصب می‌شوند باید چنان باشد که وزن آن‌ها به لوله‌ها و اتصالات داده نشوند.
۵. لوازم بهداشتی باید به نحوی نصب شوند که تمیز کردن سطوح آن‌ها و نیز تمیز کرد. سطوح کف و دیوار اطرافشان به‌آسانی باشد.
۶. لوازم بهداشتی باید تراز و به‌موازات سطوح دیوارهای مجاور نصب شوند.

لوازم یادشده انواع گوناگون دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

الف) توالت فرنگی

فاصله بدنه دیوار کاشی شده تا مرکز لوله فاضلاب توالت فرنگی باید برابر استاندارد کارخانه سازنده بوده و در هر مورد به تأیید دستگاه نظارت برسد برای نمونه این فاصله برای برخی از استانداردها ۲۲، ۳۰ و یا ۳۲ سانتیمتر می‌باشد حداقل قطر لوله فاضلاب توالت فرنگی، ۴ اینچ است.

ب) بیده

توصیه می‌شود لوله فاضلاب بیده وارد دیوار شود و فاصله روی لوله مذکور تا کف تمام‌شده، حدود هفت سانتیمتر باشد. بیده باید توسط یک سیفون به شبکه فاضلاب ارتباط داشته باشد. اگر قرار است بیده از کف به شبکه فاضلاب راه یابد باید مرکز لوله فاضلاب تا دیوار مطابق استاندارد کارخانه سازنده و با تأیید دستگاه نظارت انتخاب شود این فاصله برای یکی از استانداردها برابر ۳۰ سانتیمتر می‌باشد در این حالت نیز لوله فاضلاب توسط سیفون به بیده نصب می‌شود حداقل قطر فاضلاب بیده ۲ اینچ است.

پ) توالت ایرانی

فاضلاب توالت ایرانی باید برابر استاندارد کارخانه سازنده از کف تمام‌شده پایین‌تر باشد، این فاصله برای یک نوع توالت برابر ۲۸ سانتیمتر می‌باشد. قیر و گونی باید حدود ۵ سانتیمتر در داخل لوله فاضلاب قرار گیرد. حداقل قطر لوله فاضلاب توالت، ایرانی ۴ اینچ است. بدنه توالت باید روی قشری از ماسه نرم قرار داده شود. بدنه توالت نباید هیچ‌گاه روی ملات یا بتن که موجبات شکستن احتمالی توالت را فراهم می‌سازد، قرار گیرد. توالت باید به نحوی نصب شود که آب به‌هیچ‌وجه در محوطه آن جمع نشده و آب‌های احتمالی ریخته شده در محوطه کاملاً به درون آن سرازیر گردد. توالت ایرانی باید از نوع تخت یا کشکولی باشد. انتهای فاضلاب توالت ایرانی باید تا حدی که میسر است در داخل لوله فاضلاب قرار گیرد. فاصله مرکز لوله فاضلاب این توالت تا دیوار حداقل ۳۰ سانتیمتر و فاصله محور آن از دیوار مجاور یا هر مانع دیگر نباید از ۳۸ سانتی‌متر کمتر باشد.

ت) آبریز دیواری

چنانچه به هر علت با نصب آبریز دیواری در ساختمان موافقت شده، باشد حداقل فاصله محور طولی آن تا دیوار مجاور یا هر مانع دیگر برابر ۳۸ سانتیمتر خواهد بود. فاصله مرکز فاضلاب و شیر آب آن تا کف تمام‌شده به ترتیب برابر ۵۰ سانتیمتر و ۲/۱ متر می‌باشد آبریز باید با بست به دیوار متصل گردد.

ث) وان

وان‌ها معمولاً به ابعاد مختلف ساخته می‌شوند، ابعاد دو نوع از وان‌های مورد استفاده ۷۰×۱۷۰ و ۹۰×۲۰۰ سانتی‌متراست. مرکز فاضلاب وان از دیوارهای طرفین باید لااقل ۵۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. حداقل قطر فاضلاب وان ۲ اینچ می‌باشد. وان باید سرریز داشته باشد. دیوارهای اطراف آن باید تا ارتفاع بیست سانتی‌متر بالاتر از لبه وان عایق‌کاری شوند. چنانچه وان توی کار نصب شود، باید لبه‌ها حداقل ۱ سانتی‌متر داخل دیوار قرار گیرند.

اگر جلوی وان دیواره داشته باشد باید یک سوراخ به قطر تقریبی ۲ تا ۳ سانتی‌متر از زیر وان به خارج یعنی روی کف حمام تعبیه گردد تا آب ناشی از بخار آب احتمالی در زیر وان با تعبیه شیب بندی مناسب به خارج منتقل گردد. روی عایق زیر وان تا سطح فرش کف حمام با ملات ماسه و سیمان در امتداد کف حمام پر می‌شود تا آب به‌راحتی از آن خارج گردد.

ج) دستشویی

فاضلاب دستشویی و نیز شیرهای پیسوار آن، باید تا کف تمام‌شده حدود ۵۰ سانتیمتر فاصله داشته باشد حداقل قطر فاضلاب، دستشویی ۲ اینچ است. دستشویی باید به‌وسیله بست آهنی به دیوار متصل گردد. ارتفاع دستشویی تا کف تمام‌شده حدود ۸۰ سانتیمتر است.

چ) ظرف‌شویی

فاصله مرکز فاضلاب ظرف‌شویی تا زمین برابر ۶۰ سانتی‌متر و حداقل قطر آن ۲ اینچ است. اگر شیرهای ظرف‌شویی به دیوار متصل می‌شوند، باید فاصله آن‌ها تا کف تمام‌شده ۱/۱۵ متر باشد. فاصله سطح فوقانی ظرف‌شویی تا کف نهایی برابر ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد.

ح) ماشین‌های ظرف‌شویی و رخت‌شویی

فاصله مرکز لوله فاضلاب و لوله آب‌رسانی تا زمین ۶۰ الی ۷۰ سانتیمتر است حداقل قطر لوله فاضلاب این ماشین‌ها، ۲ اینچ می‌باشد. لوله‌های آب و فاضلاب نباید در پشت ماشین قرار گیرند، بلکه باید در کنار ماشین‌های یاد شده واقع شوند.

خ) آب‌خوری

آب‌خوری نباید در فضای توالت و حمام نصب شود. دهانه خروج آب باید چنان باشد که آب را به‌طور مورب بیرون بریزد به‌طوری که آب پس از خروج روی دهانه باز نگردد فاصله لوله فاضلاب و آب مصرفی تا زمین ۵۰ سانتی‌متر و قطر فاضلاب آن، حداقل ۲ اینچ است.

۱۰-۵-۳- نصب شیرآلات

شیرها در نقاطی که روی نقشه‌های اجرایی تعیین شده نصب می‌گردند. قبل از نصب باید شیرها را از هرگونه آلودگی پاک و با باز و بسته کردن مکرر آن‌ها از صحت عملکردشان اطمینان حاصل نمود. اگر شیرآلات روی دیوار نصب می‌شوند فاصله نصب شیر آب گرم و سرد باید برابر استاندارد باشد. معمول‌ترین فاصله بین دو شیر آب یاد شده ۱۶ و در برخی از موارد ۱۸ سانتیمتر است. فواصل نصب شیرآلات تا کف تمام شده به طور خلاصه به شرح زیر است.

الف- توالت ایرانی حدود ۴۵ تا ۵۰ سانتی‌متر

ب- لوله ورود آب فلاش تانک ۶۵/۱ متر

پ- لوله ورود آب فلاش والو ۹۰ سانتی‌متر

ت- شیر آشپزخانه اگر به دیوار متصل گردد ۱۵/۱ متر

ث- شیر پیسوار روشویی ۵۰ سانتی‌متر

ج- شیر دوش ۸۰ تا ۹۰ سانتیمتر- لوله عمودی علم دوش باید توسط بست به دیوار پشت دوش متصل گردد.

۱۰-۶- سلامت، ایمنی و محیط زیست

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) ضابطه مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با عملیات عایقکاری لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با عایق‌کاری پرداخته می‌شود .

۱۰-۶-۱- گرم کردن و حرارت دادن قیر در کارگاه برای عایقکاری رطوبتی باید مطابق الزامات بند ۲-۹-۶-۱۱- ح انجام شود.

۱۰-۶-۲- سطل‌های مخصوص حمل قیر، علاوه بر دسته اصلی، باید دارای دسته کوچکی در قسمت تحتانی باشند تا عمل تخلیه آنها به‌راحتی انجام شود. بردن قیر داغ توسط کارگران از نردبان ممنوع است.

۱۰-۶-۳- شیلنگ مشعل‌هایی که برای گرم‌کردن قیر و نصب ورق‌های قیری به‌کار می‌رود باید از نظر نداشتن ترک و گرفتگی و بریدگی سطح رویه مرتباً مورد بازدید قرار گرفته و محل اتصال آن به مخزن و مشعل به‌وسیله بست، به‌طور محکم مهار شده باشد.

۱۰-۶-۴- کارگرانی که به عایقکاری رطوبتی اشتغال دارند باید به عینک محافظ چشم، سربند و کلاه ایمنی، دستکش، ساعد بند و گتر حفاظتی مطابق بند ۲-۱۰ مجهز باشند. تمهیدات لازم برای جلوگیری از سوختگی در اثر تماس با عایق رطوبتی داغ نیز باید به‌عمل آید.

۱۰-۶-۵- کارگران عایقکاری رطوبتی پس از پایان کار، مجاز به پاکسازی لباسی که بر تن دارند با مواد قابل اشتعال از قبیل بنزین نیستند. در این‌گونه موارد باید ابتدا لباس خود را از تن خارج و سپس در محل مناسب نسبت به نظافت و پاکسازی آن با مواد بی‌خطر مناسب اقدام کنند.

۱۰-۶-۶- استفاده از وسایل دسترسی برای انجام عایق‌کاری، باید مطابق بند ۲-۵ انجام شود.

۱۰-۶-۷- در صورت وجود احتمال سقوط در حین عایق‌کاری به‌ویژه در بام‌های شیب‌دار، باید از تجهیزات حفاظت سقوط مطابق بند ۲-۶ استفاده شود.

۱۰-۶-۸- انبارکردن فوم‌های پلیمری (از قبیل پلی استایرن، پلی اتیلن، فوم‌های الاستومری و ...) درکارگاه ساختمانی باید مطابق بند ۲-۲-۵-۷ انجام شود. انبارکردن و نگهداری موقت سایر مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال مورد استفاده در مرحله عایقکاری از قبیل چسب سرد، تخته‌های چوبی و مانند آن باید با رعایت ضوابط بخش ۲-۴ صورت گیرد. همچنین باید توجه شود که پشم‌های معدنی غیرقابل اشتعال‌اند اما اگر روکش‌های آن‌ها کاغذی باشد، قابلیت اشتعال دارند و باید در این زمینه مراقبت‌های لازم برای پیشگیری از حریق در زمان انبارکردن این مواد صورت پذیرد.

۱۰-۶-۹- کارگرانی که با پشم‌های معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره)، سر و کار دارند باید برای مصون ماندن از عوارض پوستی ناشی از تماس این مواد با پوست، از دستکش و لباس‌های آستین بلند استفاده نمایند.

۱۰-۶-۱۰- در صورت استفاده از اندود باریم در عایقکاری، ضروری است حدود مجاز مواجهه شغلی مرجع صاحب صلاحیت[1] رعایت شود.

۱۰-۶-۱۱- با توجه به آنکه عوارض مسمومیت ناشی از سرب بیشتردر حالتی که این فلز به‌صورت دود فلزی درآمده و یا ریز ذرات آن وارد ریه شوند اتفاق می‌افتد، لذا ضروری است در عملیات برشکاری، سوراخ‌کاری و سنگ‌زنی قطعات و مصالحی که در ساختمان آنها سرب به کار رفته است، عوامل اجرایی از ماسک تنفسی مناسب، لباس کار یکسره، دستکش، حفاظ چشم و صورت، عینک ایمنی و سربند استفاده نمایند. همچنین باید از پراکنده شدن ریزذرات حاوی سرب در فضای کارگاه جلوگیری شود. این مورد از طریق ابزارهایی که گرد و غبار را در محفظه‌ای جمع‌کرده و از محیط کار خارج می کنند، انجام می‌شود.

۱۰-۶-۱۲- کارگران نباید هرگز لباس کار آلوده به سرب را برای شستشو و تمیزکاری به خانه ببرند. برای جلوگیری از ورود سرب به دستگاه گوارش، ضروری است تا شستشوی دست و صورت به‌صورت مرتب به‌ویژه قبل از صرف غذا، و نیز دوش گرفتن در پایان عملیات انجام شود. همچنین هنگام کار در محیط حاوی سرب، سیگار کشیدن، نوشیدن و غذا خوردن ممنوع است.

۱۰-۶-۱۳- برای جابه‌جایی عایق‌های سربی با وزن بیش از ۲۰ کیلوگرم، دو نفر باید با قراردادن یک تسمه محکم در مرکز محصول، آن را بلند کنند. همچنین جمع آوری قطعات و تکه‌های مصالح حاوی سرب (ورقه‌ها و پانل‌ها، شیشه‌های سربی، آکریلیک سربی) باقی مانده از عملیات و یا انبارش آن‌ها در محل انبار، ضروری است و باید مطابق الزامات بند ۲-۹-۶-۱- ت انجام شود.

۱۰-۶-۱۴- حمل و برشکاری، جمع آوری و دفع باقیمانده محصولات عایق پشم معدنی، باید مطابق بند ۲-۹-۶-۱۱- د انجام شود.

۱- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

BuildingGeneral Technical SpecificationVolume VI
Insulation

[IR-Code 55-6]

Authors & Contributors Committee:

Sohrab	Veiseh (Insulation section chair)	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nahid	Khodabandeh	Building and Housing Research Center	B.Sc. of Chemistry
Mohammad jafar	Hedayati	Building and Housing Research Center	B.Sc. of Physics
Salar	Hesami naghsbandi	Varziran Co.	Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.

Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- **Volume Six: Insulation**
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the sixth volume) consists of the tenth chapter (Insulation).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification

Volume VI

Insulation

IR-Code 55-6

Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد ششم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به عایق‌کاری در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد هفتم
پوشش‌ها
ضابطه شماره ۷-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی — وزارت راه و شهرسازی

امور نظام فنی و اجرایی — مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد هفتم) مشتمل بر فصل یازدهم (پوشش‌ها) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد هفتم- پوشش‌ها

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی شیمی	فصل یازدهم
نرگس	آزادوار	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی عمران	فصل یازدهم
آرمین	حاجی بابا	شرکت صنایع رنگ مانگ	دکتری مهندسی پلیمر	فصل یازدهم
مجید	عبدوس	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکتری مهندسی شیمی	فصل یازدهم
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	تهیه تصاویر
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	تهیه تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندس معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندس عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندس عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندس عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندس عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل و ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی

آقای مهندس علیرضا احسانی

آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی

آقای مهندس حسن تابش

آقای مهندس احمد جاودان

آقای مهندس احمد خراسانچیان

آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری

آقای مهندس سیدعلی طاهری

آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ

آقای دکتر مهدی قالیبافیان

آقای مهندس مصطفی کتیرایی

آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند

آقای مهندس جواد مجلسی

آقای مهندس قباد میزانی

خانم مهندس منیر وزیرنیا

آقای مهندس سید اکبر هاشمی

آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

دانلود سوالات آزمون

فهرست مطالب

اصلاح مدارک فنی ..... ت
پیشگفتار ..... ج

فصل یازدهم- پوشش‌ها ۱
۱۱-۱- پوشش‌ها ۳
۱۱-۱-۱- کلیات ۳
۱۱-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳
۱۱-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف ۳
۱۱-۲- کفپوش‌ها ۷
۱۱-۲-۱- کفپوش‌های لمینیت یا چند لایه ۷
۱۱-۲-۱-۱- کفپوش لمینیت با رویه رزین پایه اکریلیکی ۷
۱۱-۲-۱-۲- کفپوش لمینیت با رویه رزین‌های آمینوپلاست ۸
۱۱-۲-۱-۳- الزامات کفپوش لمینیت ۸
۱۱-۲-۱-۳-۱- الزامات کلی ۸
۱۱-۲-۱-۳-۲- الزامات طبقه‌بندی ۹
۱۱-۲-۱-۳-۳- الزامات فنی تکمیلی ۱۲
۱۱-۲-۱-۴- نشانه‌گذاری و بسته‌بندی کفپوش‌های لمینیت ۱۲
۱۱-۲-۱-۵- الزامات زیرسازی کفپوش لمینیت ۱۲
۱۱-۲-۱-۵-۱- الزامات عمومی ۱۲
۱۱-۲-۱-۵-۲- علامت گذاری و برچسب زدن ۱۳
۱۱-۲-۱-۶- الزامات نصب کفپوش لمینیت ۱۳
۱۱-۲-۱-۶-۱- آماده سازی کف ۱۴
۱۱-۲-۱-۶-۲- بازرسی کالا ۱۵
۱۱-۲-۱-۶-۳- شرایط محیط ۱۶
۱۱-۲-۱-۶-۴- بخاربند ۱۶
۱۱-۲-۱-۶-۵- زیرسازی ۱۶
۱۱-۲-۱-۶-۶- جهت نصب و الگوی نصب ۱۷
۱۱-۲-۱-۶-۷- طرح ریزی ۱۷
۱۱-۲-۱-۶-۸- فاصله‌ها و درزهای انبساطی ۱۷
۱۱-۲-۱-۶-۹- نصب کفپوش با چسب ۱۸
۱۱-۲-۱-۶-۱۰- قرنیزها ۱۸
۱۱-۲-۱-۶-۱۱- پس از نصب ۱۸
۱۱-۲-۱-۷- پایان کار ۱۸
۱۱-۲-۱-۷-۱- بازرسی نهایی ۱۸
۱۱-۲-۱-۷-۲- غیریکنواختی در محل اتصالات ۱۸
۱۱-۲-۱-۷-۳- تاب دار شدن مقعر یا محدب ۱۸
۱۱-۲-۱-۷-۴- درزها ۱۸
۱۱-۲-۲-کفپوش تمام چوب ۱۹
۱۱-۲-۲-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش تمام چوب ۱۹

۱۱-۲-۲-۲- الزامات اجرای کفپوش تمام چوب ۲۰
۱۱-۲-۲-۲-۱- روش اعمال چسب با ماله ۲۰
۱۱-۲-۲-۲-۲- الزامات روش نصب شناور ۲۱
۱۱-۲-۲-۲-۳- حفاظت از کف ۲۱
۱۱-۲-۲-۳- انبارش مصالح در محل ۲۲
۱۱-۲-۳- کفپوش‌های نساجی ۲۲
۱۱-۲-۳-۱- سطوح قابل استفاده کفپوش‌های نساجی ۲۲
۱۱-۲-۳-۲- الزامات مربوط به شناسایی کفپوش ۲۲
۱۱-۲-۳-۳- الزامات پایه کفپوش نساجی ۲۳
۱۱-۲-۳-۴- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی ۲۳
۱۱-۲-۳-۴-۱- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی دارای خاب ۲۳
۱۱-۲-۳-۴-۲- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده تخت ۲۶
۱۱-۲-۳-۴-۳- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده خاب دار ۲۶
۱۱-۲-۳-۴-۴- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی بدون خاب ۲۷
۱۱-۲-۳-۴-۵- طبقه‌بندی کفپوش‌های فلوک ۲۸
۱۱-۲-۳-۴-۶- الزامات کفپوش‌های نساجی کاشی مانند ۲۸
۱۱-۲-۳-۵- الزامات رده‌بندی خاص برای کفپوش‌های نساجی ۲۹
۱۱-۲-۳-۶- خواص عملکردی تکمیلی برای کفپوش‌های نساجی ۲۹
۱۱-۲-۳-۷- الزامات نصب کفپوش نساجی ۳۰
۱۱-۲-۴- کفپوش‌های انعطاف پذیر ۳۲
۱۱-۲-۴-۱- الزامات کفپوش‌های انعطاف‌پذیر ۳۲
۱۱-۲-۴-۱-۱- الزامات کفپوش انعطاف‌پذیر چوب‌پنبه‌ای ۳۲
۱۱-۲-۴-۱-۲- الزامات کفپوش انعطاف‌پذیر لینولئوم ۳۲
۱۱-۲-۴-۱-۳- الزامات کفپوش نیمه منعطف و انعطاف‌پذیر PVC ۳۲
۱۱-۲-۴-۲- الزامات نصب و اجرای کفپوش انعطاف‌پذیر ۳۴
۱۱-۲-۴-۲-۱- مصالح به کار رفته در نصب کفپوش انعطاف‌پذیر ۳۴
۱۱-۲-۴-۳- سطوح زیرین ۳۴
۱۱-۲-۴-۴- الزامات نصب ۳۵
۱۱-۲-۴-۴-۱- بازرسی کالا ۳۵
۱۱-۲-۴-۴-۲- کفپوش‌های موجود ۳۶
۱۱-۲-۴-۴-۳- گرمایش از کف ۳۶
۱۱-۲-۴-۴-۴- نقشه جانمایی ۳۶
۱۱-۲-۴-۴-۵- درجه حرارت در طول نصب ۳۶
۱۱-۲-۴-۴-۶- چسب ۳۷
۱۱-۲-۴-۴-۷- جوشکاری ۳۷
۱۱-۲-۴-۴-۸- پله‌ها ۳۸
۱۱-۲-۴-۴-۹- قرنیزها و لبه‌ها و نوارهای جداکننده ۳۸
۱۱-۲-۴-۴-۱۰- کفپوش‌های رسانا ۳۹
۱۱-۲-۴-۵- تکمیل کار ۳۹
۱۱-۲-۵- کفپوش‌های کاشی، سرامیک، موزاییک و سنگ ۴۰
۱۱-۲-۵-۱- الزامات و ویژگی‌های کاشی، سرامیک و موزاییک ۴۰

۱۱-۲-۵-۲- الزامات نصب ۴۲
۱۱-۲-۶- کفپوش‌های آجری و بتنی ۴۳
۱۱-۲-۶-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش‌های آجری و بتنی ۴۳
۱۱-۲-۶-۲- الزامات نصب ۴۳
۱۱-۲-۷- کفپوش پلیمری درجا ۴۳
۱۱-۲-۷-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش پلیمری درجا ۴۳
۱۱-۲-۷-۲- الزامات اجرای کفپوش پلیمری درجا ۴۳
۱۱-۳- دیوارپوش‌ها ۴۵
۱۱-۳-۱- دیوارپوش‌های پلیمری ۴۵
۱۱-۳-۱-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۴۵
۱۱-۳-۱-۲- حمل و نقل و نگهداری ۴۵
۱۱-۳-۱-۳- اصول و مراحل نصب دیوارپوش ۴۶
۱۱-۳-۱-۳-۱- روش نصب مستقیم ۴۶
۱۱-۳-۱-۳-۲- روش نصب دیوارپوش با زیر سازی فلزی ۴۶
۱۱-۳-۲- دیوار پوش چوبی ۴۶
۱۱-۳-۲-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۴۶
۱۱-۳-۲-۲- نصب دیوارپوش چوبی ۴۶
۱۱-۳-۳- دیوارپوش نساجی ۴۶
۱۱-۳-۳-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۴۷
۱۱-۳-۴- کاشی‌کاری، سرامیک‌کاری و سنگ‌کاری دیوار ۴۷
۱۱-۳-۴-۱- مشخصه‌های فنی و الزامات کاشی، سرامیک، موزاییک و سنگ طبیعی ۴۷
۱۱-۳-۴-۲- نصب و اجرای کاشی، سرامیک و موزاییک ۴۸
۱۱-۳-۴-۳- جزییات کاشی‌کاری در نواحی جداسازی شده بین ستون و دیوار یا دیوارهای عمود برهم ۴۸
۱۱-۳-۵- دیوارپوش سیمان الیافی ۵۰
۱۱-۳-۵-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۵۰
۱۱-۳-۵-۲- نصب تخته سیمانی ۵۱
۱۱-۳-۵-۳- حمل و نقل و نگهداری ۵۱
۱۱-۳-۶- دیوارپوش گچی ۵۱
۱۱-۳-۶-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۵۱
۱۱-۳-۶-۲- نصب دیوارپوش تخته گچی ۵۱
۱۱-۳-۷- دیوارپوش‌های رولی (کاغذ دیواری) ۵۳
۱۱-۳-۷-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۵۳
۱۱-۳-۷-۲- نصب کاغذ دیواری ۵۴
۱۱-۳-۷-۳- بسته‌بندی ۵۴
۱۱-۳-۸- اندودکاری گچی ۵۴
۱۱-۳-۹- اندودکاری سیمانی ۵۷
۱۱-۳-۱۰- سایر دیوار پوش‌ها ۵۸
۱۱-۳-۱۰-۱- دیوار پوش چوب پنبه‌ای ۵۸
۱۱-۳-۱۰-۲- دیوارپوش چرمی ۵۸
۱۱-۳-۱۰-۳- دیوار پوش آلومینیومی ۵۸
۱۱-۳-۱۰-۴- دیوار پوش فومی ۵۸

۱۱-۳-۱۰-۵- دیوار پوش کامپوزیت چوب پلاستیک ۵۹
۱۱-۴- پوشش‌های زینتی و حفاظتی ۶۰
۱۱-۴-۱- رنگ‌ها ۶۰
۱۱-۴-۱-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۶۰
۱۱-۴-۱-۲- حمل و نقل و نگهداری ۶۲
۱۱-۴-۱-۳- الزامات اجرای رنگ‌ها ۶۲
۱۱-۴-۲- جلاها ۶۳
۱۱-۴-۲-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۶۳
۱۱-۴-۲-۲- حمل و نقل و نگهداری ۶۴
۱۱-۴-۲-۳- اصول و نحوه اجرای جلا ۶۴
۱۱-۴-۳- لاک‌ها ۶۵
۱۱-۴-۳-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۶۵
۱۱-۴-۳-۲- حمل و نقل و نگهداری ۶۵
۱۱-۴-۳-۳- اصول و نحوه اجرا ۶۷
۱۱-۴-۴- لعاب‌ها ۶۷
۱۱-۴-۴-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۶۷
۱۱-۴-۴-۲- حمل و نقل و نگهداری ۶۷
۱۱-۴-۴-۳- اصول و نحوه اجرا ۶۸
۱۱-۴-۵- پوشش‌های ضد خوردگی ۶۸
۱۱-۴-۵-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۶۹
۱۱-۴-۵-۲- حمل و نقل و نگهداری ۷۱
۱۱-۴-۵-۳- اصول و نحوه اجرا ۷۲
۱۱-۴-۶- پوشش‌های مقاوم در برابر حریق ۷۲
۱۱-۴-۶-۱- مشخصات فنی و استانداردها ۷۳
۱۱-۴-۶-۲- حمل و نقل و نگهداری ۷۴
۱۱-۴-۶-۳- اصول و نحوه اجرا ۷۵
۱۱-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۷۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۱۱-۱- اجزای کفپوش لمینیت ۷
شکل ۱۱-۲- لایه‌های سطح زیرین زیر کفپوش ۳۵
شکل ۱۱-۳- جزییات اجرای کاشی بر روی ناحیه جداسازی شده بین دیوار و ستون در سرویس‌ها و آشپزخانه‌ها ۴۹
شکل ۱۱-۴- جزییات جداسازی سطوح کاشی در سرویس‌ها و آشپزخانه‌ها ۴۹
شکل ۱۱-۵- اجرای قاب سردنوردشده نگهدارنده تخته گچی با دو تیرک به صورت کشویی ۵۲
شکل ۱۱-۶- نمونه جانمایی و تعیین محل‌های نصب تخته گچی بر روی قاب سردنورد ۵۳
شکل ۱۱-۷- اجرای عایق پشم سنگ و مش الیاف یا رابیتس بر روی وادار ۵۵
شکل ۱۱-۸- نحوه اجرای مش الیاف یا رابیتس در کنج دیوار در دیوار مسلح شده با مش الیاف جهت حفظ پایداری آن ۵۵
شکل ۱۱-۹- اجرای رابیتس یا مش الیاف بر روی شکاف های ایجاد شده در دیوار پیش از اجرای پوشش گچی جهت جلوگیری از ترک خوردگی اندود ۵۶
شکل ۱۱-۱۰- اجرای مش الیاف بر روی شکاف سرتاسری ایجاد شده در دیوار به‌وسیله لوله های تاسیساتی جهت تامین پایداری دیوار و جلوگیری از ترک خوردن اندود گچی ۵۶
شکل ۱۱-۱۱- نمونه اجرای رابیتس یا مش الیاف بر روی کانال‌ها و لوله های تاسیساتی جهت جلوگیری از ترک خوردن پوشش سیمانی ... ۵۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۱۱-۱– الزامات کلی کفپوش لمینیت ۱۰
جدول ۱۱-۲- الزامات طبقه بندی کفپوش های لمینیت ۱۰
جدول ۱۱-۳- ویژگی‌های کفپوش‌های لمینیت ۱۱
جدول ۱۱-۴- الزامات فنی تکمیلی کفپوش‌های لمینیت برای کاربردهای ویژه ۱۲
جدول ۱۱-۵- الزامات عمومی زیرسازی کفپوش لمینیت ۱۳
جدول ۱۱-۶- شماره استاندارد مبنای ویژگی‌های مختلف کفپوش‌های تمام چوب ۲۰
جدول ۱۱-۷- طبقه‌بندی‌های قابل استفاده برای کفپوش نساجی ۲۲
جدول ۱۱-۸- اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی و نصب کفپوش نساجی ۲۳
جدول ۱۱-۹- الزامات پایه کفپوش نساجی ۲۴
جدول ۱۱-۱۰- طبقه‌بندی بر اساس تغییر در ظاهر برای کفپوش‌های نساجی دارای خاب ۲۶
جدول ۱۱-۱۱- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده تخت ۲۶
جدول ۱۱-۱۲– الزامات طبقه‌بندی کفپوش نساجی سوزن‌زنی شده خاب‌دار ۲۷
جدول ۱۱-۱۳- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی بدون خاب ۲۷
جدول ۱۱-۱۴- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های فلوک ۲۸
جدول ۱۱-۱۵– الزامات کفپوش‌های نساجی کاشی مانند ۲۸
جدول ۱۱-۱۶- رده‌بندی خاص برای کفپوش‌های نساجی ۲۹
جدول ۱۱-۱۷– خواص عملکردی تکمیلی کفپوش‌های نساجی ۲۹
جدول ۱۱-۱۸- انواع کفپوش و روش‌های مناسب نصب ۳۱
جدول۱۱-۱۹- الزامات عمومی کفپوش نیمه منعطف و انعطاف پذیر PVC ۳۲
جدول ۱۱-۲۰- الزامات طبقه بندی کف‌پوش انعطاف‌پذیر/ نیمه انعطاف‌پذیر PVC برای سطوح کاربرد ۳۳
جدول ۱۱-۲۱- الزامات موزاییک سیمانی برای کاربرد داخل و بیرون ساختمان ۴۱
جدول ۱۱-۲۲- الزامات و ویژگی‌های سنگ‌ها و کاشی‌ها مطابق استانداردهای ملی ایران ۴۲
جدول ۱۱-۲۳- الزامات نصب کفپوش های آجری و بتنی ۴۳
جدول ۱۱-۲۴ مشخصه های فنی کاشی، سرامیک و سنگ طبیعی مصرفی ۴۷
جدول ۱۱-۲۵- مشخصه های فنی دیوارپوش‌های گچی ۵۱
جدول ۱۱-۲۶- مطابقت مشخصات فنی رنگ با استانداردهای ملی و بین المللی ۶۱
جدول ۱۱-۲۷- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول جلای براق آلکیدی (روغن جلا) ۶۴
جدول ۱۱-۲۸- مطابقت مشخصات فنی لاک ها با استانداردهای ملی و بین المللی ۶۶
جدول ۱۱-۲۹- مطابقت مشخصات فنی لعاب‌ها با استانداردهای ملی و بین المللی ۶۷
جدول ۱۱-۳۰- تقسیم بندی انواع پوشش ها مطابق با استاندارد ISO 12944-PART 3 ..... ۶۸
جدول ۱۱-۳۱- مطابقت مشخصات فنی پوشش‌های ضدخوردگی با استانداردهای ملی و بین المللی ۶۹
جدول ۱۱-۳۲- طبقه‌بندی آزمون‌های خوردگی تسریع‌شده اتمسفری ۶۹

فصل یازدهم

پوشش‌ها

۱۱-۱- پوشش‌ها

۱۱-۱-۱- کلیات

۱۱-۱-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

پوشش‌ها کاربردهای مختلفی در ساختمان دارند. پوشش‌ها می‌توانند انعطاف‌پذیر، سخت و یا نرم باشند. جنس پوشش می‌تواند از موادی نظیر چوب، لمینیت، وینیل، کاشی و سرامیک، مواد نساجی و غیره باشد. در این فصل، پوشش‌ها به ۳ گروه کفپوش، دیوارپوش و پوشش‌های زینتی و حفاظتی تقسیم‌بندی شده و مشخصات فنی و شیوه اجرای این پوشش‌ها آورده شده است. از پوشش‌ها می‌توان در مکان‌های صنعتی، اداری، مسکونی، بیمارستانی، مراکز آموزشی، ورزشی، مراکز خرید، هتل‌ها، پارکینگ و غیره استفاده کرد.

۱۱-۱-۱-۲- اصطلاحات و تعاریف

افزودنی: موادی هستند که به منظور ایجاد ویژگی خاص مانند پراکندگی پیگمنت‌ها، جلوگیری از تشکیل کف، جلوگیری از فساد رنگ و ... به فرمولاسیون رنگ اضافه می‌شوند.

اکستندر و فیلر (رنگدانه‌یار و پرکن): رنگدانه‌یارها و پرکن‌ها موادی هستند که به منظور ایجاد یا بهبود کاربری ویژه مانند مقاومت در برابر رطوبت، مقاومت در برابر سایش، بهبود خواص مکانیکی و... یا کاهش قیمت تمام‌شده به فرمولاسیون رنگ اضافه می‌شوند.

پوشش دیواری: فرآورده‌ای به شکل رول که با استفاده از چسب بر روی دیوار یا سقف داخلی ساختمان‌ها نصب می‌شود.

پوشش دیواری تکمیل شده[1]**:** پوششی است که بعد از نصب، نیاز به عملیات تزیین و رنگ آمیزی ندارد. از فرآیندهای گوناگونی برای تولید انواع پوشش‌های دیواری استفاده می‌شود.

پوشش دیواری چوب‌پنبه‌ای: محصولی که اساساً از چوب پنبه یا چوب پنبه ترکیبی متراکم شده به شکل رول، تهیه شده و کاربرد اصلی آن در درون ساختمان‌ها می‌باشد.

1. Finished wallcovering

پوشش دیواری نساجی[۱]: پوششی که رویه آن از الیاف طبیعی یا مصنوعی به صورت بریده یا یکسره مانند: نخ[۲]، پارچه‌های تار و پودی[۳]، پارچه‌های حلقوی بافت[۴]، نخ‌های طنابی[۵]، طناب[۶]، قیطان[۷]، نمد[۸] غیره تشکیل شده و به یک لایه موسوم به پایه[۹] متصل شده است.

پوشش دیواری وینیلی با لایه پایه کاغذ: پوشش دیواری تکمیل شده‌ای است که لایه پایه آن از جنس کاغذ و لایه رویی آن از جنس پلی وینیل کلراید می‌باشد. سطح رویی کاغذ و یا پوشش وینیلی آن تزئین شده است. ضخامت و استحکام این پوشش به‌گونه‌ای است که می‌توان آن را به‌صورت فیلم از لایه پایه کاغذی جدا کرد.

پوشش دیواری وینیلی با لایه پایه منسوج نبافته: پوشش دیواری تکمیل شده‌ای است که لایه پایه آن از جنس منسوج نبافته و لایه رویی آن از جنس پلی وینیل کلراید می‌باشد. سطح رویی لایه پایه و یا پوشش وینیلی آن تزئین شده است. ضخامت و استحکام این پوشش به‌گونه‌ای است که می‌توان آن را به‌صورت فیلم از لایه پایه منسوج نبافته جدا کرد.

پوشش کامپوزیت چوب پلاستیک: پوششی به‌صورت مخلوطی از چوب و پلاستیک است. چوب برای افزایش سختی به آن اضافه می‌شود.

پیگمنت (رنگدانه): رنگدانه‌ها وظیفه ایجاد رنگ‌دهی و پوشش‌دهی در فرمولاسیون رنگ را ایفا می‌کنند. برخی پیگمنت‌ها مانند پیگمنت‌های ضدخوردگی، نقش حفاظتی نیز دارند.

جلا[۱۰]: پوشش‌هایی فاقد پیگمنت و فیلر با درصد رزین زیاد می‌باشند. بنابراین جلاها شامل رزین (رزین آلکید در روغن جلا)، حلال و افزودنی هستند. جلاها، پوشش‌هایی بدون فام، شفاف[۱۱] و با براقیت بسیار زیاد هستند که هم از نقطه نظر تزئینی و هم به جهت حفاظتی کاربرد پیدا کرده‌اند.

چوب‌پنبه: عبارت است از لایه محافظ درخت بلوط چوب پنبه‌ای[۱۲] که می‌توان آن را به صورت دوره‌ای از تنه درخت خارج و پس از رشته رشته کردن، از آن به‌عنوان ماده اولیه برای ساخت محصولات چوب‌پنبه‌ای استفاده کرد.

حلال: حلال نقش رقیق‌سازی، بهبود جریان‌پذیری و تسهیل کاربری رنگ را بر عهده دارد.

---

۱. Textile
۲. Yarn
۳. Woven fabrics
۴. Knitted fabrics
۵. Threads
۶. Rope
۷. Braid
۸. Felt
9. Base web
10. Varnish
11. Transparent
12. Cork oak (Quercus suber L با نام علمی)

دیوارپوش فومی: دیوارپوش متشکل از فوم پلی‌اتیلن که می‌توان آن را در دیوار مهدکودک، خانه‌های بازی کودک، سالن‌های ورزشی، استودیوهای موسیقی، تالار، سالن اجتماعات و هتل و همچنین دکوراسیون داخلی منازل و اتاق‌ها بدون نیاز به زیرسازی به‌کار برد.

رزین: یکی از اجزای اصلی رنگ که نقش چسبندگی به سطح زمینه و پیوستگی رنگ را بر عهده دارد.

رنگ اکریلیک پایه آب: رنگی است بر پایه رزین‌های اکریلیک و استایرن- اکریلیک آب پایه که به دلیل چسبندگی و دوام خوب، مقاومت شست‌وشوی زیاد و مقاومت جوی خوب هم برای مصارف داخل و هم خارج ساختمان (نمای ساختمان) کاربری دارد.

رنگ پلاستیک: پوششی است آب‌پایه بر پایه رزین‌های پلی‌وینیل استات که در ایران به دو گروه تمام‌پلاستیک و نیم پلاستیک تقسیم می‌شود. از رنگ‌های تمام پلاستیک برای دیوارهای داخلی ساختمان و از رنگ‌های نیم‌پلاستیک که در برابر شست‌وشو مقاومتی ندارند، برای سقف‌ها استفاده می‌گردد.

رنگ روغنی: رنگی است بر پایه رزین آلکید بلند روغن[1] که دوام، استحکام، چسبندگی و مقاومت بسیار خوبی در برابر شست‌وشو دارد. این رنگ معمولا برای سطوح داخلی ساختمان‌ها و بناها استفاده می‌گردد.

صفحه روکش‌دار گچی: فرآورده‌ای متشکل از یک هسته گچی که با ورقه‌های کاغذ مقاوم پوشش داده شده و به خوبی به آن‌ها چسبیده تا صفحه‌ای مسطح و مستطیل شکل به‌وجود آورد. نوع سطوح کاغذی با توجه به شرایط استفاده تغییر می‌کند و هسته گچی ممکن است برای ایجاد خواص تکمیلی دارای مواد افزودنی باشد.

فام: رنگ یک پوشش را فام آن پوشش گویند مانند سفید، سبز، آبی و غیره.

کفپوش: منظور از پوشش‌های کف یا کفپوش، خارجی‌ترین قسمت کف‌سازی یا به عبارت دیگر بیرونی‌ترین لایه‌ای است که روی کف سازی قرار می‌گیرد.

کف‌پوش پلیمری درجا: نوعی از پوشش‌ها است که پس از انجام واکنش شیمیایی اجزای آن در دمای محیط به یک ترکیب سخت، چسبنده و مقاوم تبدیل می‌شوند. کفپوش‌های پلیمری به صورت یکپارچه بر روی سطوح اجرا شده و مقاومت سطح را در برابر عوامل محیطی فرساینده، سایش مکانیکی و مواد شیمیایی افزایش می‌دهد.

کفپوش لمینیت با چاپ مستقیم و لایه روکش رزینی: در این نوع کفپوش لایه رویه از لایه تزیینی که با استفاده از چاپ غیرمستقیم، چاپ مستقیم یا چاپ دیجیتال انجام شده و لایه روکش شامل رزین‌هایی (معمولا اکریلیک، متاکریلیک یا مواد مشابه) عمل‌آوری شده با تشعشعات UV یا سایر روش‌های عمل‌آوری، تشکیل شده است.

کفپوش لمینیت با رویه رزین‌های آمینوپلاست: این نوع کفپوش شامل یک رویه تزیینی است که می‌تواند از نظر بافت سطحی و میزان براقیت متفاوت باشد.

کفپوش نساجی: یک پوشش کف نرم متشکل از الیاف است.

1. Long oil Alkyd

کفپوش‌های PVC نیمه منعطف[1]: کفپوش‌های سفت و محکمی هستند که از پلی وینیل کلراید ساخته شده‌اند و تنها تحت شرایط خاصی قابلیت خم شدن دارند.

کف‌پوش‌های انعطاف پذیر: کفپوش‌های انعطاف‌پذیر PVC متشکل از پلی‌وینیل‌کلراید و یا یک یا چند کوپلیمر وینیل کلراید یا پلیمرهای مناسب دیگر به همراه روان‌کننده و پایدارکننده و پرکننده و رنگدانه هستند.

لاک اپوکسی: بر پایه رزین اپوکسی و برای حفظ زیبایی و محافظت از سطوح بتنی، سنگ، موزاییک، سطوح فلزی و کفپوش‌ها استفاده می‌شود.

لاک اکریلیک: این لاک بر پایه رزین‌های اکریلیک پایه آب بوده و معمولا در مصارف ساختمانی و برای محافظت از نماها و سطوح رنگ‌شده اعمال می‌گردد.

لاک پلی استر: از لاک پلی استر برای محافظت از سطوح چوبی در شرایط جوی مختلف استفاده می‌شود. این لاک در برابر سایش، روغن‌های گیاهی و حیوانی، شرایط آب و هوایی و مواد شیمیایی مختلف دارای مقاومت نسبتا زیادی می‌باشد.

لاک پلی یورتان: لاک‌هایی از این گونه برای محافظت از سطوح چوبی، MDF، فلزی، بتنی و کفپوش‌ها استفاده می شود. این لاک‌ها ترکیباتی دو جزئی از پلی‌ال (استری یا اکریلیک) و هاردنر ایزوسیانات می‌باشند که مقاومت بسیار زیادی در برابر مواد شیمیایی، اسیدها و قلیاها، اشعه فرابنفش خورشید (در صورت استفاده از هاردنر ایزوسیانات آلیفاتیک)، رطوبت، آلودگی‌های محیطی و سایش دارند.

لاک نیتروسلولز: این لاک بر پایه رزین نیتروسلولز بوده و بیشتر برای همرنگی سطوح چوبی به‌کار می‌رود. از لاک نیتروسلولز در صنایع چرم‌سازی و مرکب چاپ نیز استفاده می‌شود.

لعاب: یک نوع پوشش سخت شیشه‌ای و درخشان است که از آن برای حفظ زیبایی و محافظت سطوح مختلفی مانند سفال، کاشی، سرامیک، فولاد، چدن، فلز و غیره استفاده می‌شود.

لمینیت: یک نوع پوشش کف است به‌ظاهر مشابه چوب، که از یک مغزی تخته چندلا یا تخته الیافی با دانسیته متوسط (MDF) با یک لایه ورقه نازک روی سطح آن، ساخته شده است.

لینولئوم: محصولی است که از طریق غلتک‌زنی یک یا چند لایه مخلوط همگن سیمان لینولئوم، چوب پنبه و یا خاک اره، رنگ دانه‌ها و مواد یا پرکننده معدنی شامل تقویت‌کننده‌هایی از جنس الیاف تولید می‌شود.

نقطه شبنم[2]: دمای سطح در دمای محیطی معین و رطوبت نسبی که در آن قرار دارد سبب تجمیع نم و رطوبت می شود. این پدیده، از نکات مهم در هنگام اعمال پوشش خصوصا در نقاط با رطوبت زیاد است.

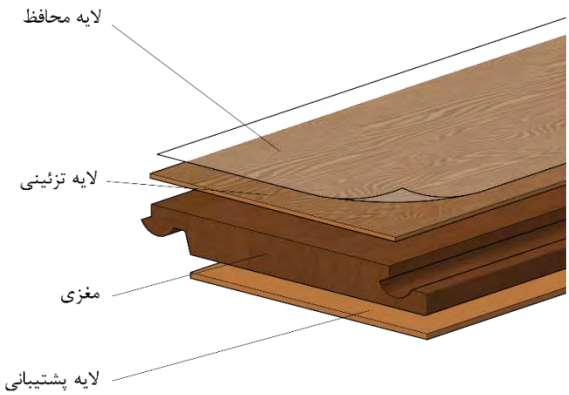
1. Semi-flexible floor tiles
2. Dew Point

۱۱-۲- کفپوش‌ها

۱۱-۲-۱- کفپوش‌های لمینیت یا چند لایه

لمینیت به دو بخش لمینیت با دانسیته متوسط (MDF) و لمینیت با تراکم زیاد (HDF) تقسیم‌بندی می‌شود. لمینیت از یک نفری تخته چند لایه تخته الیافی با یک لایه ورقه نازک رویی، ساخته شده است.

اجزای تشکیل دهنده کفپوش لمینیت در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده است. این اجزا متشکل از لایه رویه[1] شامل لایه محافظ و لایه تزئینی، لایه مغزی[2] همان مغزی کفپوش لمینیت و لایه پشتیبان است. در صورت اجرای لایه مغزی با ذرات فشرده چوب، این مصالح، باید الزامات EN 309 و با تخته الیافی خشک پرس شده باید الزامات EN 316 را برآورده کنند. صیقل‌کاری و روغن زدن لمینیت مجاز نمی‌باشد. لازم است یک لایه برای زیر لمینیت جهت کنترل رطوبت و سروصدا پیش‌بینی شود.



شکل ۱۱-۱- اجزای کفپوش لمینیت

لایه پشتیبان[3] باید از ورق‌های آغشته ساخته[4]شود. همچنین توصیه می‌شود لایه زیرسازی[5] بین کفپوش لمینیت و سطح زیرین برای افزودن مشخصات خاص اضافه شود. برخی محصولات کفپوش لمینیت دارای زیرسازی پیش‌چسبانده شده هستند که مستقیما به لایه پشتیبان متصل می‌شوند.

۱۱-۲-۱-۱- کفپوش لمینیت با رویه رزین پایه اکریلیکی[6]

در این نوع کفپوش‌ها، سطح رویه تزیینی بالایی از رزین‌هایی (معمولا اکریلیک، متاکریلیک یا مواد مشابه) تشکیل شده که هنگام نصب توسط اشعه سخت می‌شوند. رویه ساخته شده با این روش به نام لمینیت فشرده شده با اشعه الکترونی[7]

1. surface layer
2. substrate
3. backer
4. Impregnated papers
5. underlay
6. acrylic based surface layer
7. electron-beam pressed laminate

(EPL) نام دارد. و لایه رویه باید به لایه زیرین متصل باشد.

قبل از انجام آزمایش‌ها، سطح براقیت کفپوش لمینیت باید مطابق با استاندارد EN ISO 2813 با زاویه تابش ۶۰ درجه تعیین گردد. سطح براقیت رویه به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

سطح براقیت معمولی: واحد 85 > سطح براقیت آیینه‌ای

سطح براقیت زیاد: واحد 85 ≥ سطح براقیت آیینه‌ای

۱۱-۲-۱-۲- کفپوش لمینیت با رویه رزین‌های آمینوپلاست

این نوع کفپوش شامل یک رویه تزئینی است که می‌تواند ا زنطر بافت سطحی و میزان براقیت متفاوت باشد.

این رویه باید شامل یک یا چند ورق نازک از مصالح لیفی[۱] (معمولا کاغذ) و آغشته به رزین‌های آمینوپلاست ترموست (معمولا ملامین) باشد. این ورق‌ها با اعمال هم‌زمان حرارت و فشار مانند (لمینیت با فشردگی بالا[۲] و لمینیت با فشردگی پیوسته[۳]) باید فشرده شوند و در برخی موارد CPL و HPL توسط یک ماده اتصال دهنده به سطح ورق پایه چسبانده می‌شود (معمولا در پانل‌های پایه چوبی) و یا در برخی دیگر از موارد مانند DPL (لمینت با فشار مستقیم[۴]) مستقیما بر روی یک لایه زیرین پرس می‌شود (معمولا در پانل‌های پایه چوبی). زیر این محصول معمولا یک لایه پشتیبان[۵] (مانند CPL و HPL و کاغذهای آغشته شده) به‌عنوان ماده متعادل کننده[۶]، قرار داده می‌شود.

۱۱-۲-۱-۳- الزامات کفپوش لمینیت

۱۱-۲-۱-۳-۱- الزامات کلی

تمامی کفپوش‌های لمینیت باید با روش‌های ارائه شده در جدول ۱۱-۱ مورد آزمون قرارگیرند و مشخصات آنها باید منطبق با الزامات این جدول باشد. در مواردی که کفپوش برای کاربردهای ویژه (مانند ایجاد جلوه‌های تزئینی) استفاده می‌شود، الزامات بیشتر باید توسط مهندس مشاور ارئه شود. رواداری مجاز فاق و زبانه باید امکان نصب بدون چسب کفپوش لمینیت را فراهم آورد. برای تعیین مقاومت کافی کفپوش‌های لمینیت در برابر تغییرات رطوبتی باید آزمون در آزمایشگاه با شرایط محیطی کنترل شده انجام شود.

1. Fibrous material
۲. High pressure Laminate Laminate-HPL
۳. Continious Pressure Laminate-CPL
۴. Direct Pressure Laminate
۵. backer
۶. balancing material

۱۱-۲-۱-۳-۲- الزامات طبقه‌بندی

کفپوش‌های لمینیت مطابق با الزامات جدول ۱۱-۲ طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین ویژگی‌های مربوط به هر کدام از کفپوش‌ها در جدول۱۱-۳ آورده شده است. این طبقه‌بندی در واقع راهنمای انتخاب کفپوش برای مکان مورد نظر است.

جدول ۱۱-۱- الزامات کلی کفپوش لمینیت

خاصیت یا ویژگی		الزامات	روش آزمون
ضخامت، t	بدون زیرسازی	$\Delta t_{avg} \leq 0.50$ mm نسبت به مقدار اسمی $t_{max} - t_{min} \leq 0.50$	EN 13329 پیوست A
	با زیرسازی پیش چسبانده شده	$\Delta t_{avg} \leq 0.50$ mm نسبت به مقدار اسمی $t_{max} - t_{min} \leq 0.80$	
طول، l		برای مقادیر اسمی اعلام شده، مقادیر اندازه‌گیری شده نباید از مقادیر زیر بیشتر شود: $l \leq 1500\ mm$: $\Delta l \leq 0.5\ mm$; $l > 1500\ mm$: $\Delta l \leq 0.3\ mm$	
عرض، w		$\Delta w \leq 0.10\ mm$, نسبت به مقدار اسمی $w_{max} - w_{min} \leq 0.20\ mm$	
طول و عرض قطعات چهارگوش $l = w$		نسبت به مقدار اسمی $\Delta l_{avg} \leq 0.10\ mm$ نسبت به مقدار اسمی $\Delta w_{avg} \leq 0.10\ mm$ $l_{max} - l_{min} \leq 0.20\ mm$ $w_{max} - w_{min} \leq 0.20\ mm$	
گونیا بودن، q		$q_{max} \leq 0.20\ mm$	
همراستا بودن، s		$s_{max} \leq 0.30\ mm/m$	
همواری (تخت بودن) سطح، f		بیشینه مقدار هرکدام به تنهایی $f_{w,\text{مقعر}} \leq 0.15\%$ $f_{w,\text{محدب}} \leq 0.20\%$ $f_{l,\text{مقعر}} \leq 0.50\%$ $f_{l,\text{محدب}} \leq 1.00\%$	
فضاهای باز (فاصله بین دو قطعه)، o		فضاهای باز از سطح بین لبه‌های تماس عمودی $o_{avg} \leq 0.15\ mm$ $o_{max} \leq 0.20\ mm$	EN 13329 پیوست B
اختلاف ارتفاع، h		$h_{avg} \leq 0.10\ mm$ $h_{max} \leq 0.15\ mm$	EN 13329 پیوست B
تغییر ابعادی بعد از تغییر رطوبت نسبی (δl, δw)		δl average $\leq$ 0,9 mm δw average $\leq$ 0,9 mm	EN 13329 پیوست C
فرورفتگی (تغییر ضخامت) پسماند[1]		پس از ۱۵۰ دقیقه، فرورفتگی باقی مانده باید کمتر یا مساوی ۰٫۰۵ باشد	EN ISO 24343-1
استحکام سطحی		بیشتر یا مساوی ۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع	ISIRI 13253
پایداری نوری (۱۰۰±۰٫۵) ساعت در معرض تابش میزان تابش کل kJ/m^2 (۳۹۶±۲)		تغییر رنگ نمونه نور دیده و نور ندیده باید بر اساس ISO 105-A02 بزرگتر یا مساوی معیار ۴ خاکستری باشد. نکته- پیش از اندازه‌گیری نهایی، نمونه برای مدت (۱±۲۴) ساعت بدون نوردهی در دمای ۲۳ و ۵۰ درصد رطوبت نسبی نگهداری شود.	EN ISO 4892 روش B چرخه ۵ یا چرخه ۶

جدول ۱۱-۲- الزامات طبقه بندی کفپوش های لمینیت

طبقه	خانگی			تجاری		
نماد						
	۲۱	۲۲	۲۳	۳۱	۳۲	۳۳
کثرت استفاده	کم تردد	متوسط	پرتردد	کم تردد	متوسط	پرتردد
مثال کاربرد	اتاق های خواب	اتاق نشیمن، سالن های ورودی	راهروها، اتاق نشیمن، سالن های ورودی	اتاق هتل، دفاتر کوچک، بوتیک ها، اتاق کنفرانس یا جلسه	بوتیک ها، دفاتر، سینما، تئاتر، کلاس های درس	راهروها، فروشگاه های بزرگ، سالن های چند منظوره، مدارس، دفاتر سالنی مجتمع، کف

1. Residual indentation

هواپیماها، کف اتوبوس‌ها و قطارها							

آزمون ضربه توپ بزرگ و آزمون صندلی کاستور محصولات کلاس ۳۴ باید با زیرسازی‌های پیش نصب شده یا با یک زیرسازی مشخص شده توسط سازنده انجام شود. برای آزمون ضربه توپ بزرگ محصولات کلاس ۲۱ تا ۲۳ و ۳۱ تا ۳۳، فوم مورد استفاده باید مطابق استاندارد EN 13329 باشد.

جدول ۱۱-۳- ویژگی‌های کفپوش‌های لمینیت

طبقه‌بندی	موارد کاربرد							روش آزمون
	خانگی			تجاری				
	کم تردد	متوسط	پرتردد	کم تردد	متوسط	پر تردد	بسیار پر تردد	
	۲۱	۲۲	۲۳	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	
مقاومت به سایش	AC1	AC2	AC3	AC3	AC4	AC5	AC6	EN 13329 پیوست E
مقاومت به ضربه توپ کوچک توپ بزرگ	≥ 8 N ≥ 500 mm	≥ 8 N ≥ 500 mm	≥ 8 N ≥ 500 mm	≥ 8 N ≥ 500 mm	≥ 12 N ≥ 750 mm	≥ 15 N ≥1000 mm	≥ 20 N ≥ 1 600 mm	EN 13329 پیوست H
مقاومت به لکه	۴ (گروه ۱و ۲) ۳ (گروه ۳)	۴ (گروه ۱و ۲) ۳ (گروه ۳)	۵ (گروه ۱و ۲) ۴ (گروه ۳)				۵ (گروه ۱و ۲ و ۳)	EN 438
مقاومت به آتش سیگار	—	۴						ISIRI 3294
تاثیر پایه مبلمان	—	وقتی با پایه نوع o آزمایش می‌گردد، هیچ آسیبی قابل مشاهده نیست						EN 424
تاثیر چرخ صندلی (کاستور)	—	—	۲۵۰۰۰ سیکل بدون آسیب[a]				۲۵۰۰۰ سیکل بدون آسیب در برابر چرخ‌های نوع H	EN 425: 2002[b]
واکشیدگی[1] (تورم در ضخامت)	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 18 %	≤ 18 %	≤ 15 %	≤ 15 %	≤ 8 %	ISO 24336
مقاومت قفل شدگی[2]	—				$F_{L0.2}$ ≥ 1 kN/m $F_{S0.2}$ ≥ 2 kN/m	$F_{L0.2}$ ≥ 1 kN/m $F_{S0.2}$ ≥ 2 kN/m	$F_{L0.2} \geq 3.5\ kN/m$ $F_{S0.2} \geq 3.5\ kN/m$	ISO 24334
مقاومت سطحی[3]	≥1,0 N/mm²	≥1,0 N/mm²	≥1,0 N/mm²	≥1,0 N/mm²	≥1,25 N/mm²	≥1,25 N/mm²	≥ 1,50 N/mm²	EN 13329 پیوست D
ثبات ابعادی	—						$\Delta w_{avg}, \Delta l_{avg}$:≤0,15% -0,20%≤$C_{max}$[c]≤0,25% $J_{L\,avg}, J_{S\,avg}$: ≤0,15 mm h_{Lavg}, h_{Savg}:≤0,15mm	ISO 24339

a هیچ گونه آسیب قابل رویتی به دلیل جدا شدن لایه‌ها، باز شدن اتصالات روی سطح مونتاژ شده مشاهده نشود. از تغییر در صاف‌شدگی سطح یا تغییرات ظاهری مانند تغییر در براقیت چشم‌پوشی شود.

b از چرخ‌های نرم صندلی کاستور W PU (95 ± 5) Shore A باید استفاده شود به جزبرای کلاس ۳۴ که باید از چرخ‌های H PA (95 ± 5) Shore A استفاده شود.

c مقدار Cavg برای شرایط خیس (23°C, 85 % rel. hum) و مقدار Cavg برای شرایط خشک (23°C, 30 % rel. hum.)

۱. Thickness swelling
2. Locking strength
3. Surface soundness

۱۱-۲-۱-۳-۳- الزامات فنی تکمیلی

برای کاربردهای ویژه، کفپوش‌های لمینیت باید خصوصیات و الزامات ارایه شده در جدول ۱۱-۴ را دارا باشند.

جدول ۱۱-۴- الزامات فنی تکمیلی کفپوش‌های لمینیت برای کاربردهای ویژه

خصوصیات	الزامات	روش آزمون
درصد رطوبت در هنگام ارسال نمونه از کارخانه	تمام اجزا باید رطوبتی بین ۴ تا ۱۰ درصد داشته باشند. محموله‌ها باید مشابه یکدیگر باشند به گونه‌ای که اختلاف حداکثر و حداقل رطوبت مساوی و کمتر از ۳٪ باشد	ISIRI 5786
عیوب ظاهری و سطحی	معایب جزیی قابل قبول در استاندارد ذکر شده است.	EN 438–2
مقاومت در برابر خراشیدگی	اجزا باید دارای حداقل مقاومت درجه ۳ در برابر خراشیدگی باشند.	EN 438–2
مقاومت در برابر ریزخراشیدگی[1]	باید براساس روش‌های A/B در کلاس مقاوم در برابر ریزخراشیدگی باشند.	EN 16094

۱۱-۲-۱-۴- نشانه‌گذاری و بسته‌بندی کفپوش‌های لمینیت

کفپوش‌های لمینیت باید طوری بسته‌بندی شوند که هیچ‌گونه آسیبی تا زمان نصب به گوشه‌ها، لبه‌ها و سطوح کفپوش وارد نشود. دستورالعمل نصب، نظافت و نگهداری باید همراه با محصول ارایه گردد.

باید اطلاعات زیر به‌وضوح توسط تولیدکننده بر روی برچسب یا بسته‌بندی و یا بر روی برگه نشانه‌گذاری در داخل بسته‌بندی درج گردد:

الف- شماره استاندارد، مشخصات تولید کننده، نام محصول، رنگ/طرح و شماره سری ساخت

ب- نماد مناسب با توجه به طبقه‌بندی نمونه براساس جدول مربوط

پ- ابعاد اظهار شده کفپوش لمینیت به میلی‌متر، در صورت نیاز ضخامت اسمی زیرسازی پیش‌چسبانده شده

ت- ضخامت اسمی محصول با زیرسازی پیش‌چسبانده شده

ث- تعداد قطعات موجود در یک بسته

ج- مساحت قطعات برحسب مترمربع مربوط به کل اجزای یک بسته

۱۱-۲-۱-۵- الزامات زیرسازی کفپوش لمینیت

در جدول ۱۱-۵، مشخصات و الزامات مهم زیرسازی و تاثیر انتخاب و نصب دقیق محصولات مورد استفاده ارائه شده است.

زیرسازی‌های پیش چسبانده شده به کفپوش‌های لمینیت، همچنین زیرسازی‌های کفپوش‌های لمینیت برای استفاده در مناطق حساس الکترواستاتیکی مانند اتاق‌های کامپیوتر و غیره مشمول این بند نیستند.

۱۱-۲-۱-۵-۱- الزامات عمومی

تمامی زیرسازی‌های کفپوش لمینیت باید الزامات جدول ۱۱-۵ را براساس آزمایشات تعیین شده برآورده کنند.

1. Micro-scratch resistance

جدول ۱۱-۵- الزامات عمومی زیرسازی کفپوش لمینیت

شماره	مشخصات	الزامات/رواداری‌ها	روش آزمایش
۱-۱	ضخامت (t)	ضخامت اندازه‌گیری شده به میلی‌متر و رواداری ضخامت اعلام شده (t_d) : ±۱۵٪ یا ۰/۵ میلی متر[a]	EN 823 + EN 16354 A.3.1
۲-۱	طول (l)	طول اندازه‌گیری شده رواداری طول اعلام شده (l_d) : تخته: +۵٪ -۱٪ رول: ۰٪	EN 822 + EN 16354 A.3.3
۳-۱	عرض (w)	عرض اندازه‌گیری شده رواداری عرض اعلام شده (w_d) : +۲/۵٪ -۱٪ و تغییر عرضی: $w_{max}-w_{min} \leq 10$ mm	EN 822 + EN 16354 A.3.2
۴-۱	گونیا بودن (q)[1]	$q_{max}<5$ mm/m	EN 824 + EN 16354 A.3.4
۵-۱	صاف بودن (s)	$s_{max}<5$ mm/m	EN 825 + EN 16354 A.3.5
۶-۱	مطابقت دقیق (pc)	PC ≥ 0.5 mm	EN ISO 868 + EN 16354 A.3.6
۷-۱	مقاومت فشاری (cs)	$CS \geq 10$ kPa	EN 826 + EN 16354 A.3.7
۸-۱	مقاومت در برابر بار دینامیکی	$DL \geq 10000$ سیکل	EN 13793 + EN 16354 A.3.9
a هر کدام کوچکترین مقدار عددی را برای رواداری‌ها در نظر می‌گیرد.			

۱۱-۲-۱-۵-۲- علامت گذاری و برچسب زدن

اطلاعات زیر باید به وضوح بر روی محصول یا بر روی برچسب یا بسته بندی زیرسازی‌های کفپوش لمینیت مشخص شوند: نام محصول یا سایر مشخصه‌های شناسایی (مثلا نوع روکش[2] در صورت وجود)؛ ضخامت اعلام شده (t_d)، عرض و طول؛ سطح در هر بسته، مقاومت فشاری (مقدار CS). در موارد خاص، مشخصه‌های خاصی که در جدول ۱۱-۵ ذکر شده، می‌توانند در صورت نیاز به محصول، برچسب یا بسته‌بندی اضافه شوند.

۱۱-۲-۱-۶- الزامات نصب کفپوش لمینیت

نصب کفپوش لمینیت باید پس از آب‌بندی ساختمان و نصب دیوارهای بیرونی، پنجره‌ها، درها و سقف‌ها و نیز پس از اندازه‌گیری‌های لازم برای کف‌سازی و متعاقب اتمام همه کارهای ضروری در بالای سر کفپوش‌ها، انجام شود.

به‌طور کلی کفپوش‌های لمینیت به صورت کف شناور نصب می‌شوند، اما در برخی از کاربردها چسباندن آنها به کف مجاز می‌باشد.

1. Squareness
2. facing

۱۱-۲-۱-۶-۱- آماده سازی کف

پیش از نصب کفپوش، ویژگی‌های مورد نیاز کف‌سازی برای نصب مناسب کفپوش باید کنترل شود. همچنین باید الزامات ذیل کنترل شود:

یکنواختی و نظم کف‌سازی‌ها: یکنواختی سطح نصب باید با قرار دادن یک تراز بر روی برآمدگی‌های سطح و اندازه‌گیری میزان بیشترین تورفتگی سطح (انحراف عمودی) تعیین شود. حد مجاز رواداری در سیستم‌هایی که به صورت فاق و زبانه و با چسب متصل می‌شوند باید به شرح ذیل باشد:

بین دو نقطه مرجع که یک متر از هم فاصله دارند، حداکثر انحراف عمودی مجاز ۳ mm است

بین دو نقطه مرجع که ۲ متر از هم فاصله دارند، حداکثر انحراف عمودی مجاز ۵ mm است.

حد مجاز رواداری در سیستم‌هایی که به صورت پانلی بوده و به‌طور مکانیکی و بدون چسب نصب می‌شوند باید به شرح زیر باشد:

بین دو نقطه مرجع که ۱ متر از هم فاصله دارند، حداکثر انحراف عمودی مجاز ۲ mm است.

بین دو نقطه مرجع که ۲ متر از هم فاصله دارند، حداکثر انحراف عمودی مجاز ۳ mm است.

تفاوت ارتفاع عمودی نیز به صورت منفرد با ارتفاع بیش از ۱٫۲ میلی‌متر مجاز نمی‌باشد.

در حالتی که ناهمواری‌های سطح بیش از مقدار مجاز قید شده باشد، باید براساس دستورالعمل سازنده سطح را تراز نمود.

رطوبت محتوی کف‌سازی‌های چوبی: زمانی که کفپوش لمینیت نصب می‌شود، رطوبت محتوی چوب یا پانل‌های بر پایه چوب باید نزدیک به رطوبت حالت بهره‌برداری باشد. علاوه بر آماده‌سازی خوب کف‌سازی، اطمینان از تهویه مناسب و هوادهی کف‌سازی چوبی از اهمیت زیادی برخوردار است. کف‌سازی‌های ساخته شده از چوب یا محصولات مبتنی بر چوب نباید با نصب لایه‌های بیشتری از مواد، درزبندی[1] شوند.

از آنجاکه استفاده از مواد ترازکننده و مواد عایق و نظایر آن، مانع از دسترسی هوا می‌شود، باید اقدامات لازم برای اطمینان از تهویه مناسب انجام شود:

قرنیزهایی با قابلیت تهویه با پنجره‌ها یا توری‌های مشبک مناسب باید نزدیک به سطح در طول کف‌سازی و کفپوش لمینیت در نظر گرفته شود.

اقدامات احتیاطی باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که حفره[2] زیر کف‌سازی به خوبی هوادهی می‌شود و به‌طور دائم خشک است و میزان رطوبت تعادلی چوب یا پانل های برپایه چوب در هر چهار فصل متعادل است.

کفپوش موجود: در هنگام نصب بر روی کفپوش موجود، باید از عدم وجود آزبست اطمینان حاصل شود. اگر کفپوش‌های موجود به کف‌سازی چسبانده شده‌اند، هر دو کفپوش باید به خوبی یکنواخت و یکپارچه شوند.

اگر کفپوش موجود جدا نمی‌گردد، کل ضخامت پوشش جدید نباید بیش از ۵ میلی‌متر باشد.

1. sealed
2. Cavity

محافظت از بخار: در حالتی که کف‌سازی از مصالح معدنی است، باید از بخاربند برای محافظت کفپوش لمینیت از نم و رطوبت باقیمانده استفاده شود. در حالتی که کفپوش از قبل موجود باشد، سطح باید با بخاربند پوشانده شود و در حالتی که کفپوش نساجی از قبل روی سطح موجود باشد، همواره باید از سطح خارج شود.

گرمایش از کف: در هنگام نصب کفپوش لمینیت در اتاق‌هایی که دارای گرمایش از کف با آب هستند، صرفنظر از وجود کف قدیم یا جدید، پیش از نصب لایه بخاربند، باید منحنی دمایی در دو حالت بالا رفتن و پایین آمدن حرارت، مطابق با قسمت چهار استاندارد EN 1264-4 اندازه‌گیری شود تا الزامات حرارتی کفپوش مورد کنترل قرار گیرد.

مناطق طراحی شده برای اندازه‌گیری رطوبت محتوی باید به‌طور مشخص و واضح علامت‌گذاری شوند. اگر چنین مناطقی مشخص نشده باشند، اندازه‌گیری‌ها در طول فازهای افزایش حرارت و پایین آمدن حرارت باید تکرار شده و به منظور کاهش ریسک، باید تعداد اندازه‌گیری‌ها افزایش یابد.

پیش از شروع به کار نصب، یک بخاربند باید نصب گردد. درجه حرارت سطحی کف، پیش از نصب، در طول نصب و برای حداقل سه روز پس از نصب کفپوش لمینیت باید در حدود ۱۸°C نگه داشته شود. پس از سه روز درجه حرارت باید به آرامی افزایش یابد تا به درجه حرارت عملکردی مورد نیاز برسد. درجه حرارت سطح کف‌سازی نباید از ۲۸°C فراتر رود.

۱۱-۲-۱-۶-۲- بازرسی کالا

انتخاب نوع کفپوش لمینیت مناسب باید با توجه به سیستم طبقه‌بندی ارائه شده براساس نوع و میزان رفت‌وآمدی که روی سطح صورت می‌گیرد انجام پذیرد. در هنگام انتخاب کفپوش لمینیت باید به الزامات مربوط به ویژگی‌های خاص منطقه نصب، توجه شود. از جمله در معرض رطوبت قرار گرفتن باید در نظر گرفته شود.

مغزی[1] استفاده شده در کفپوش لمینیت در اثر کاهش یا افزایش رطوبت منبسط و منقبض می‌شود. لذا باید از تجمع آب راکد روی سطح کفپوش اجتناب شود. کفپوش لمینیت باید تنها به وسیله یک پاک‌کننده مرطوب تمیز شود و استفاده از جریان آب بدین منظور مجاز نمی‌باشد.

در صورت وجود شرایط اقلیمی پایدار و طولانی مدت (رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد و بیشتر از ۹۰ درصد) باید تغییرات ابعادی و انحراف در خصوصیات معمولی و ذاتی محصول پیش بینی شود.

در هنگام نصب بسته‌های کفپوش لمینیت و پیش از آن باید موارد زیر کنترل شود:

الف- نوع، رنگ و طرح محصول و انطباق آن با سفارش

ب- تعداد ارسال شده و انطباق آن با تعداد سفارش

پ- ابعاد، ظاهر، عیوب قابل مشاهده و خرابی احتمالی در طول حمل و نقل

ت- رطوبت محتوی آنها در صورتی که شبهه‌ای وجود داشته باشد.

ارزیابی انطباق باید براساس دستورالعمل زیر انجام پذیرد:

1. substrate

الف- هر محموله کفپوش لمینیت با سطح ۲۰۰ مترمربع به عنوان یک پالت درنظر گرفته شود.

ب- برای انجام آزمایش‌ها باید ۲۰ کفپوش از هر پالت برداشته شود. کفپوش‌ها باید به صورت تصادفی و از بسته‌های مختلف یک پالت انتخاب گردند.

پ- ابعاد، ظاهر، رواداری نصب با استفاده از روش آزمون مشخص شده در استاندارد EN 13329 بازرسی شود.

ت- در صورت وجود شبهه، رطوبت محتوی نمونه‌ها باید بر اساس استاندارد EN 13329 آزمون شود.

ث- در صورت وجود شبهه، خواص طبقه‌بندی نمونه‌ها باید بر اساس استاندارد EN 13329 آزمون شود.

در صورت عدم رعایت بیش از ۵ درصد از آزمون‌های الزامات عملکردی، کل محموله باید عودت داده شود.

۱۱-۲-۱-۶-۳- شرایط محیط

کفپوش‌های لمینیت باید بدون اینکه بسته‌بندی آنها بازشود در اتاقی که قرار است نصب شوند یا یک اتاق با شرایط محیطی مشابه برای حداقل ۴۸ ساعت قرار داده شوند. شرایط زیر باید پیش از نصب و برای حداقل ۳ روز پس از نصب رعایت شود:

درجه حرات سطحی کف باید حداقل $15^{\circ}C$ باشد.

درجه حرارت محیط باید حداقل $18^{\circ}C$ باشد.

رطوبت نسبی باید حداقل ۳۰٪ و حداکثر ۷۵٪ باشد.

کفپوش‌های لمینیت در حالت بسته‌بندی شده در طول مدت تثبیت شرایط محیطی نباید به دیوارها تکیه داده شوند و یا در حالت ایستاده قرار گیرند. پانل‌ها باید روی کف یا چهار تخته پهن قرار گرفته و حداقل ۰٫۵ متر از دیوارهای مجاور فاصله داشته باشند.

۱۱-۲-۱-۶-۴- بخاربند

قبل از قرار دادن بخاربند، کف‌سازی باید صاف و هموار، تمیز و خشک باشد. توصیه می‌شود از یک ورقه نازک با ضخامت حداکثر ۰٫۲ mm از جنس پلی‌اتیلن به‌عنوان بخاربند استفاده شود. استفاده از سایر مصالح با ضخامت یکسان با تایید دستگاه نظارت مجاز است. باید توجه شود که ورق‌های بخاربند حداقل ۲۰۰ میلی‌متر با یکدیگر همپوشانی داشته باشند. قسمت‌هایی که خارج از سطح هستند باید پس از نصب کفپوش لمینیت بریده شوند.

۱۱-۲-۱-۶-۵- زیرسازی

زیرسازی باید از خواص مقاومت فشاری مناسبی برخوردار باشد تا از تغییرشکل ناخواسته و غیرضروری جلوگیری کند. زیرسازی باید بر اساس توصیه‌های سازنده و تایید دستگاه نظارت انتخاب شود.

در حالت نصب گرمایش کفی، مقاومت حرارتی سیستم نباید از مقدار مورد نیاز برای عملکرد درست سیستم گرمایشی فراتر رود. زیرسازی باید روی تمام سطح کف‌سازی اجرا شود. ورق‌های زیرسازی نباید با یک‌دیگر همپوشانی داشته باشند و یا بین آنها باز بماند. درزها در زیرسازی نباید با درزهای بین کفپوش‌های لمینیت منطبق باشند.

۱۱-۲-۱-۶-۶- جهت نصب و الگوی نصب

کفپوش‌های لمینیت می‌توانند به شکل منظم یا نامنظم نصب شوند. برای الگوهای نامنظم، باید توصیه‌های سازنده دنبال شود.

۱۱-۲-۱-۶-۷- طرح ریزی

پیش از شروع نصب، تعیین نقطه آغاز از اهمیت اساسی برخوردار است. باید با اندازه‌گیری و مشخص شدن عرض فضای نصب و عرض ردیف اول، اطمینان حاصل شود که آخرین ردیف دارای عرض بیش از ۵۰ میلی‌متر باشد. طول کوتاه‌ترین برش کفپوش نباید کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۲-۱-۶-۸- فاصله‌ها و درزهای انبساطی

باید یک فاصله انبساطی بین پیرامون کفپوش لمینیت و تمام بخش‌های عمودی ساختمان در نظر گرفته شود. این فاصله انبساطی باید با توجه به رطوبت نسبی اتاق تعیین شود. در اتاق‌هایی با رطوبت محتوی ۳۰٪ تا ۵۰٪ رطوبت نسبی، یک فاصله ۳ mm تا ۵ mm و برای اتاق‌های با رطوبت ۵۰٪ تا ۹۰٪ رطوبت نسبی یک فاصله بین ۵mm تا ۸ mm توصیه می‌شود. هیچگونه تماسی نباید بین کف تکمیل شده و قسمت‌های عمودی ساختمان وجود داشته باشد.

پروفیل‌های درزبندی انبساطی یا تزئینی باید بر اساس اندازه و هندسه سطح کف انتخاب شود. به‌طور معمول، از درزهای انبساطی در موقعیت‌های زیر باید استفاده شود:

- روی سطوحی بزرگتر از ۱۲ متر در جهت طول هر کفپوش لمینیت
- روی سطوحی بزرگتر از ۸ متر در جهت مسیر نصب
- در درگاه بین اتاق‌ها
- در مناطق ایوان
- بین اتاق‌های مجاور

پروفیل‌های درز انبساطی باید براساس دستورالعمل سازنده نصب شوند.

۱۱-۲-۱-۶-۹- نصب کفپوش با چسب

در مواقعی‌که کفپوش‌ها به صورت فاق و زبانه به یک‌دیگر چسبانده می‌شوند، کاربرد چسب باید بر اساس دستورالعمل سازنده باشد. مهم است که چسب اضافی زمانی که کفپوش‌ها روی هم قرار گرفته و به آرامی فشار داده می‌شوند از روی کفپوش‌ها زدوده شود.

۱۱-۲-۱-۶-۱۰- قرنیزها

قرنیزها باید بالاتر از کفپوش‌ها و بر روی دیوار نصب شوند. هیچ‌گونه تماسی نباید بین قرنیز و کفپوش وجود داشته باشد.

۱۱-۲-۱-۶-۱۱- پس از نصب

کفپوش‌های لمینیت فاق و زبانه چسب زده شده به منظور پرهیز از هرگونه اختلال در گیرش چسب، نباید زودتر از ۱۲ ساعت در معرض بارهای سنگین یا رفت‌وآمد قرار گیرند. این الزام برای کفپوش‌هایی که به صورت مکانیکی نصب می‌شوند، کاربرد ندارد.

۱۱-۲-۱-۷- پایان کار

پس از نصب، سطح کف باید به دقت بازرسی و تمیز شود.

۱۱-۲-۱-۷-۱- بازرسی نهایی

بازرسی کف باید توسط اشخاصی که به طور قائم ایستاده‌اند صورت گیرد. از منبع نوری زاویه‌دار، نور کاذب یا نور مستقیم نباید برای ارزیابی یا تشخیص عیوب سطوح استفاده شود.

۱۱-۲-۱-۷-۲- غیریکنواختی در محل اتصالات

نامنظمی بین کفپوش‌ها ممکن است در طول کناره‌ها و انتهای کار ظاهر شود. حداکثر اختلاف شیب مجاز یک کفپوش ۰٫۱۵ میلی‌متر و حداکثر اختلاف ارتفاع مجاز ۰٫۱۰ میلی‌متر است.

۱۱-۲-۱-۷-۳- تاب دار شدن مقعر یا محدب

حداکثر حد رواداری تحدب و تقعر قابل قبول پس از نصب در کل عرض کفپوش نصب شده در عرض ۲۰۰ میلی‌متر، برابر ۰٫۲۵ میلی‌متر می‌باشد.

۱۱-۲-۱-۷-۴- درزها

در صورتی‌که درزها محکم به یک‌دیگر متصل شده باشند، وجود فضای خالی روی سطح کف با عرض حداکثر ۰٫۲ میلی‌متر مجاز است.

۱۱-۲-۲-کفپوش تمام چوب

۱۱-۲-۲-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش تمام چوب

کفپوش‌های تمام چوب باید الزامات جدول ۱۱-۶ را رعایت نمایند.

جدول ۱۱-۶- شماره استاندارد مبنای ویژگی‌های مختلف کفپوش‌های تمام چوب

عنوان استاندارد ملی ایران	شماره استاندارد
ویژگی‌های عمومی کفپوش چوبی یکپارچه شامل ویژگی‌های ساخت، اشکال و ابعاد، رواداری‌ها و شرایط بازرسی و تحویل	16390 ISIRI
الزامات پارکت چوبی	ISO 1072
الزامات پارکت چوبی چندلایه	19618 ISIRI
الزامات پارکت چوبی موزاییکی	ISO 631
بلوک‌های کفپوش چوبی مربوط به سوزنی برگان	16391 ISIRI
بلوک‌های کفپوش چوبی مربوط به پهن برگان	16392 ISIRI

۱۱-۲-۲-۲- الزامات اجرای کفپوش تمام چوب

نصب کفپوش چوبی باید پس از آب بندی ساختمان و پس از نصب دیوارهای بیرونی، پنجره‌ها، درها و سقف‌ها و نیز پس خشک شدن عملیات تر شامل عملیات بنایی، رنگ آمیزی و نصب سیستم‌های سرمایش و گرمایش انجام شود. رطوبت کف به‌خصوص در مجاورت دیوارهای خارجی و لوله‌های تاسیساتی باید اندازه‌گیری شود و این رطوبت برای کفپوش بتنی از ۵ درصد و در سایر موارد نباید از ۱۲درصد بیشتر باشد. کف باید تمیز، خشک ، مسطح ، یکنواخت و کفپوش پیش از نصب باید با درجه حرارت و رطوبت محیط به تعادل رسیده باشد. بدین منظور کفپوش باید پیش از نصب ۲۴ ساعت در شرایط محل قرار گیرد. بسته بندی کفپوش ها پیش از نصب نباید باز شود.

به‌واسطه انقباض و انبساط کفپوش چوبی، باید درز انبساط بین قطعات کفپوش و بین کفپوش و کناره های دیوار در نظر گرفته شود.

برای ارزیابی کیفیت کفپوش‌های چوبی توصیه می‌شود حداقل ۵ بسته از محصول قبل از نصب باز شود و تنوع رنگ و بافت آن مورد بررسی قرار گیرد. کف پوش چوبی قبل از نصب، باید از نظر تنوع ترکیب رنگ، پرداخت، فرز، ماشینکاری و کیفیت تخته‌های چوبی مورد بررسی قرار گیرد.

رطوبت نسبی اتاق در هنگام نصب باید بین ۴۰ تا ۶۰ درصد باشد. قبل از نصب کف چوبی، کف زیرین باید از نظر سازه‌ای سالم، خشک، تمیز و تراز باشد. استفاده از این نوع کف‌پوش برای سازه های با سیستم گرمایش کف مجاز نمی‌باشد.

۱۱-۲-۲-۲-۱- روش اعمال چسب با ماله

در هنگام چسباندن کف‌پوش، کف زیرین باید صاف و عاری از هرگونه شیب باشد.

برای اطمینان از نصب صحیح تخته‌ها و لبه‌ها، توصیه می‌شود از تعدادی وزنه برای محکم نگه داشتن تخته‌ها به کف زیرین تا زمانی که چسب به درستی بچسبد، استفاده شود و از ضربه زدن به تخته ها با چکش فلزی پرهیز شود.

تا هنگام استحکام چسب که عموما ۲۴ ساعت زمان می‌برد، باید از تردد اجسام سنگین روی کف‌پوش جلوگیری شود.

پس از اتمام نصب، کف باید به‌طور دقیق بررسی و کاملا تمیز شود و بقایای چسب و گرد و غبار از روی آن پاک شود.

تخته‌های چوبی تحت تأثیر رطوبت هوا و تغییرات دما و رطوبت روزانه، منبسط و منقبض می‌شوند. باید درز انبساط

کافی در طول و عرض اتاق در نظر گرفته شود. به منظور تامین فضا برای انبساط و انقباض نرمال، باید کف‌پوش با حداقل فاصله ۱۰ میلی‌متر از دیواره اجرا شود.

۱۱-۲-۲-۲-۲- الزامات روش نصب شناور

الف- کف زیرین باید تمیز و عاری از گردوغبار بوده و قبل از نصب اطمینان حاصل شود که کاملا خشک باشد. کف زیرین نباید قبل از نصب، شسته و یا در معرض آب قرار گیرد.

ب- یک عایق رطوبتی مانند یک لایه پلی‌اتیلن به ضخامت حداقل ۰/۰۲ میلی‌متر باید بین کف و لایه رویی اجرا شود. ورق‌های موازی باید دارای حداقل ۲۰۰ میلی‌متر همپوشانی باشند و محل هم‌پوشانی با نوار ضد آب پوشانده شود. عایق رطوبتی باید به اندازه ۵۰ میلی‌متر روی دیوار ادامه یابد.

پ- نصب باید به صورتی انجام شود که طرف شیار تخته رو به دیوار باشد تا از ضربه زدن به سمت شیار تخته خودداری شود. ضربه زدن باید در سمت زبانه انجام شود. درز انبساط باید تقریباً در۱۰ میلی‌متری طول دیوار و به‌طور منظم بین ردیف اول تخته و دیوار ایجاد گردد. رج بعدی باید با قطعه‌ای به طول حداقل ۴۵۰ میلی‌متر کوتاه‌تر یا بلندتر از اولین تخته ردیف اول شروع شود. محل قطع کف‌پوش ها نباید در امتداد یک خط قرار گیرد.

ت- تخته‌ها را باید در امتداد تمام اتصالات به یک‌دیگر چسباند. بدین منظور باید از چسب چوب توصیه شده توسط سازنده استفاده نمود. چسب باید روی لبه داخلی بالای شیار تخته (شامل شیار در بالای اتصال) در یک خط پیوسته اعمال شود. هر گونه چسب اضافی باید بلافاصله با یک پارچه تمیز پاک شود.

ث- بعد از اعمال چسب، تخته‌های ردیف بعد باید در محل خود فشار داده شوند و با استفاده از چکش لاستیکی و یک بلوک مخصوص به تخته ضربه زده شود. هرگز نباید با پتک به صورت مستقیم به تخته ضربه زد. هنگام نصب آخرین ردیف تخته ها، باید درز انبساط ۱۰ میلی‌متری بین آن‌ها و دیوار در نظر گرفته شود.

ج- پس از اتمام مراحل نصب و استحکام چسب به اندازه کافی، هر گونه درز یا شکاف قابل مشاهده در امتداد تخته‌ها یا در محل تلاقی دو تخته، باید با یک پرکننده به رنگ چوب یا نوار چوب پنبه‌ای[1] و یا ترکیبی از آن‌ها پر شود. تخته‌های قرنیز[2] باید با میخ زدن، پیچ کردن یا چسباندن مستقیم به دیوارهای اطراف یا قرنیزهای موجود نصب شوند. قرنیزها نباید به کف نصب شده متصل شوند، چون از انبساط و انقباض کف جلوگیری می‌کنند.

۱۱-۲-۲-۲-۳- حفاظت از کف

پس از اتمام نصب و قبل از اعمال محافظ کف، کف‌ها باید با استفاده از کف‌شوی توصیه شده توسط سازنده، تمیز شوند. هر گونه خراشیدگی باید قبل از ادامه کار با پرکننده‌ها ترمیم شوند. گردوغبار کف باید پاک شود و از مرطوب کردن سطح باید خودداری شود.

1. cork strip
2. Skirting-boards

توصیه می شود که سطح کف‌پوش تا پیش از اتمام عملیات ساختمانی بسته به میزان تردد، شرایط کف‌ها و محل نصب آن، با فوم و پوشش مناسب پوشانده شود. در این خصوص از هیچ گونه نوار چسبی نباید روی سطح کفپوش‌های چوبی استفاده گردد.

۱۱-۲-۳-۲- انبارش مصالح در محل

در جابه‌جایی و انبارش کف‌پوش چوبی، باید به عدم تغییر رطوبت دقت شود. کف‌پوش ها باید در بسته‌بندی پلاستیکی قرار داشته باشند و بسته‌بندی تا قبل از نصب نباید باز شود. بسته‌ها باید در مکانی خشک و به صورت افقی و با فاصله حداقل ۱۰۰ میلی‌متر از زمین نگهداری گردند. هرگز نباید بسته‌ها را به صورت عمودی کنار دیوارها قرار داد. شرایط محل نگهداری مصالح باید مشابه شرایط محل نصب و با رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد و در مکانی خشک باشد و از باد و باران و نور خورشید محافظت شود.

۱۱-۲-۳- کفپوش‌های نساجی

کفپوش‌های نساجی می‌توانند از مواد مختلفی نظیر نایلون، اولفین‌ها، پلی استر یا پشم ساخته شوند. اصطلاحات رایج در این نوع کفپوش در ISIRI 1949 آورده شده است.

۱۱-۲-۳-۱- سطوح قابل استفاده کفپوش‌های نساجی

مشابه جدول ۱۱-۲ کفپوش‌های نساجی بر اساس مکان استفاده، طبقه‌بندی می‌شوند. نصب کفپوش‌های نساجی در کاربری‌های مسکونی، تجاری و در مکان‌هایی با رفت‌وآمد کم، متوسط و زیاد مجاز می‌باشد و هر مکان از نظر الزامات کفپوش متفاوت است.(جدول ۱۱-۷).

جدول ۱۱-۷- طبقه‌بندی‌های قابل استفاده برای کفپوش نساجی

نوع کاربرد	میزان تردد	نماد
مسکونی	کم تردد	۲۱
	با تردد معمولی	۲۲
	پر تردد	۲۳
تجاری	کم تردد	۳۱
	با تردد معمولی	۳۲
	پر تردد	۳۳

۱۱-۲-۳-۲- الزامات مربوط به شناسایی کفپوش

اطلاعات برای شناسایی و نصب کفپوش نساجی و خصوصیاتی که تولیدکننده باید ارائه کند، در جدول ۱۱-۸ آورده شده است.

جدول ۱۱-۸- اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی و نصب کفپوش نساجی

خصوصیات	روش آزمون	حدرواداری (نسبت‌به مقادیر اسمی)	قابلیت کاربرد (علامت X به معنای قابلیت کاربرد است)				
			کفپوش‌های با خاب	کفپوش‌های بدون خاب	تخت سوزن زنی شده	خاب دار سوزن زنی شده	فلوک
ضخامت کلی (mm)	ISO 1765	+٪۱۵ / -۱۰٪	×	×	×	×	×
جرم کلی به ازای واحد سطح (gr/m^2)	ISO 8543	±٪۱۵	×	×	×	×	×
ضخامت موثر خاب/ ضخامت خاب بالای کف (STP) (mm)	ISO 1766	+٪۱۵ / -۱۰٪	×			×	
جرم موثر خاب/جرم خاب بالای کف به ازای واحد سطح (SPW) (gr/m^2)	ISO 8543 *EN 984	+٪۱۵ / -۱۰٪	×			×	
دانسیته سطحی خاب (SPD) (g/cm^3)	ISO 8543		×			×	
تعداد حلقه ها (بر dm^2)	ISO 1763	+٪۱۰ / -۷/۵٪	×				

* EN 984 برای کفپوش‌های سوزن‌زنی شده A_2، B_1 و B_2 قابل کاربرد است.

۱۱-۲-۳-۳- الزامات پایه کفپوش نساجی

کفپوش‌های نساجی باید الزامات جدول ۱۱- ۹ را دارا باشند.

۱۱-۲-۳-۴- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی

۱۱-۲-۳-۴-۱- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی دارای خاب

طبقه‌بندی کفپوش‌های دارای خاب بر اساس تغییر در ظاهر آنها صورت می‌گیرد. تعداد چرخه‌ها برای دوام طولانی مدت و دوام کوتاه مدت بر اساس استاندارد ISO 10361 در جدول ۱۱-۱۰ آورده شده است. بررسی تغییر در ظاهر باید بر اساس الزامات استاندارد EN1471 انجام شود.

استفاده از لایه زیر کفپوش اختیاری است. اگر کفپوش با یک لایه در زیر کفپوش آزمون می‌شود، لایه زیر کفپوش باید بر اساس استاندارد EN 1307 ، کارفشاری[1] معادل J/m^2 (۲۵±۱۷۵) را دارا باشد.

1. Work of Compression

جدول ۱۱-۹- الزامات پایه کفپوش نساجی

خصوصیات	روش آزمون	الزامات	کاربرد برای (X به معنای مورد نیاز است)				
			کفپوش با خاب	کفپوش بدون خاب	سوزن‌زنی شده تخت	سوزن‌زنی‌شده خاب‌دار	فلوک
ثبات رنگی در برابر نور	EN ISO 105-B02	≥ ۵	×	×	×	×	×
الیاف مصنوعی							
الیاف طبیعی		≥ ۴					
ثبات رنگی در برابر سایش	EN ISO 105-X12						
خشک		≥ ۳	×	×	×	×	×
تر		≥ ۳-۴					
ثبات رنگی در برابر آب (تغییر رنگ)[1,2]	EN ISO 105-E01		×	×	×	×	×
کفپوش‌های ساده تاری پودی		≥ ۳-۴					
دیگر کفپوش‌ها		≥ ۴					
ثبات رنگی در برابر آب (لکه‌گذاری)[1,2]			×	×	×	×	×
تمامی کفپوش‌ها		≥ ۲-۳					
لیف مهاری[1] کمتر از ۸۰٪ الیاف طبیعی							
کفپوش‌های با خاب حلقوی	EN 1963 Test C	پرزدار شدن زیر مقدار عکس‌های مرجع	×				
کفپوش‌های با خاب بریده شده	EN 1963 test A	کاهش وزن < ۲۵٪	×				×
لیف مهاری با بیش و مساوی ۸۰٪ الیاف طبیعی	ISO 11856 ۳۰۰۰۰ سایش	کاهش وزن کمتر از ۰/۰۰۳۵ میلی‌گرم به ازای هر مالش و/یا کمتر از ۲۵۰ میلی‌گرم به ازای هر ۱۰۰۰۰ مالش	×				
ثبات ابعادی	ISO 2551	۱/۲٪ ≥ جمع‌شدگی ۰/۵٪ ≥ انبساط		×	×	×	×
ارزیابی اشباع	EN 1269	≥ ۲-۳			×		
پرزدادن/ مویی شدن	EN 1963 test D ۲۰۰ چرخه	≥ ۲/۵		×	×		
مقاومت در برابر پوسته شدن	EN ISO 24345	≥ mm ۵۰ به ازای ۴۰ N					×
نفوذ ناپذیری آب	EN 1307 پیوست G	پاس کند					×

1. Fibre bind الیاف مهار شده به سطح کفپوش

تطابق باید توسط تولیدکننده برای هر رنگ اعلام شود
در حالت مخلوط، لیف غالب تعیین‌کننده است و در حالت مخلوط ۵۰/۵۰ آنکه واضح‌تر است، معتبر می‌باشد.

جدول ۱۱-۱۰- طبقه‌بندی بر اساس تغییر در ظاهر برای کفپوش‌های نساجی دارای خاب

طبقه	کفپوش‌های دارای بیش از ۸۰ درصد پشم		سایر کفپوش‌ها	
	کوتاه مدت*	بلند مدت**	کوتاه مدت*	بلند مدت**
۲۱	۲	الزامی ندارد	۲	الزامی ندارد
۲۲	الزامی ندارد	۲	الزامی ندارد	۲
۲۳	۳	۲/۵	۳/۵	۲/۵
۳۱	۳	۲/۵	۳	۲/۵
۳۲	۳	۲/۵***	الزامی ندارد	۳
۳۳	۳/۵	۳	۴	۳/۵

*- ۵۰۰۰ چرخه Vetterman، یا ۴۰۰۰ چرخه Hexapod

**- ۲۰۰۰۰ چرخه Vetterman، یا ۱۲۰۰۰ چرخه Hexapod

***- الزام اضافی: SDP≥ ۰٫۱۰g/cm^3

۱۱-۲-۳-۴-۲- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده تخت

کفپوش‌های نساجی سوزن‌زنی‌شده تخت بر اساس آزمون مقاومت در برابر سایش، یکپارچگی کلی ساختار و تغییر در رنگ طبقه‌بندی می‌شوند. این کفپوش‌ها باید الزامات جدول ۱۱-۱۱ را رعایت نمایند.

تغییر در رنگ براساس استاندارد EN985 و با استفاده از صندلی چرخدار[1] باید مورد آزمایش قرار گیرد. شرایط ارزیابی در استاندارد EN 1471 آورده شده است.

جدول ۱۱-۱۱- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده تخت

طبقه	الزامات مقاومت در برابر سایش m_v (gr/m^2)	یکپارچگی کلی ساختار EN 985 Test C	تغییر در رنگ با استفاده از صندلی چرخدار		
			EN 985 Test B ۷۵۰ چرخه	EN 985 Test A ۵۰۰۰ چرخه	EN 985 Test A ۲۵۰۰۰ چرخه
۲۱	الزامی ندارد	۱۰۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	الزامی ندارد	الزامی ندارد	الزامی ندارد
۲۲	≤ ۸۰		۲	الزامی ندارد	الزامی ندارد
۲۳	≤ ۴۰		۲-۳	۲-۳	الزامی ندارد
۳۱	≤ ۵۰	۲۵۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	۲-۳	۲	الزامی ندارد
۳۲	≤ ۴۰		۲-۳	۲-۳	الزامی ندارد
۳۳	≤ ۳۰		۳	۲-۳	۲

m_v کاهش جرم به ازای واحد سطح است که بر اساس استاندارد EN 1963 روش آزمون A اندازه‌گیری می‌شود.

۱۱-۲-۳-۴-۳- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی سوزن زنی شده خاب دار

کفپوش‌های سوزن‌زنی شده خاب‌دار باید بر اساس آزمایش‌های مقاومت در برابر سایش، مویی شدن (نوع B1 فقط) یکپارچگی کلی ساختار، و تغییر در ظاهر طبقه‌بندی شوند.

1. Castor chair

استفاده از لایه زیر کفپوش اختیاری است اما استفاده از آن باید در گزارش نشان داده شود. اگر کفپوش با لایه زیر کفپوش آزمون می‌شود، لایه زیر کفپوش باید کار فشاری برابر j/m^2 (۱۷۵±۲۵) را داشته باشد.

در جدول ۱۱-۱۲ حداقل الزامات طبقه‌بندی کفپوش سوزن‌زنی شده خاب دار آورده شده است.

جدول ۱۱-۱۲ – الزامات طبقه‌بندی کفپوش نساجی سوزن‌زنی شده خاب‌دار

طبقه	کاهش الیاف نسبی[1] (m_{rv}) ٪	کاهش الیاف مطلق[1] (m_v) gr/m^2	مویی شدن (پرزدهی)	یکپارچگی کلی ساختار	تغییر در ظاهر ISO 10361	
	EN 1963	EN 1963	EN 1963 test D		EN 985 test C	کوتاه مدت[1]	بلند مدت[2]
۲۱	الزامی ندارد	الزامی ندارد	≥ ۲/۵	الزامی ندارد	۱۰۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	۲	۱
۲۲	≤ ۴۵	≤ ۸۰	≥ ۲/۵	الزامی ندارد		۲/۵	۲
۲۳	≤ ۲۵	≤ ۴۰	≥ ۳/۵	الزامی ندارد		۳	۲/۵
۳۱	≤ ۳۵	≤ ۵۰	≥ ۳/۰	الزامی ندارد	۲۵۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	۳	۲/۵
۳۲	≤ ۲۵	≤ ۴۰	≥ ۳/۵	الزامی ندارد		۳	۲/۵
۳۳	≤ ۱۵	≤ ۳۰	≥ ۴/۰	الزامی ندارد		۳/۵	۳

[1] بر اساس دستگاه Vettermann ۵۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۴۰۰۰ چرخه

[2] بر اساس دستگاه Vettermann ۲۰۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۱۲۰۰۰ چرخه

۱۱-۲-۳-۴-۴- طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی بدون خاب

کفپوش‌های نساجی بدون خاب، براساس نتایج آزمون‌های مقاومت در برابر سایش، یکپارچگی کلی ساختار و تغییر در ظاهر طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه نهایی، کمترین نتیجه در بین تمام طبقه‌بندی‌های به‌دست آمده است.

استفاده از لایه زیر کفپوش اختیاری است، اما باید همیشه در گزارش آزمایش نشان داده شود. اگر کفپوش با لایه در زیر آن آزمون می‌شود، لایه زیر کفپوش باید کار فشاری برابر j/m^2 (۱۷۵±۲۵) را داشته باشد.

در جدول ۱۱-۱۳حداقل الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی بدون خاب آورده شده است.

جدول ۱۱-۱۳- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های نساجی بدون خاب

طبقه	کاهش جرم (m_v) gr/m^2 EN 1963 testA	یکپارچگی کلی ساختار EN 985 test C	تغییر در ظاهر ISO 10361	
			کوتاه مدت[1]	بلند مدت[2]
۲۱	≥ ۲۲۵	تا۱۰۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	۲	الزامی ندارد
۲۲	≥ ۲۰۰		الزامی ندارد	۲
۲۳	≥ ۷۵		۳/۵	۳
۳۱	≥ ۱۳۰	تا ۲۵۰۰۰ چرخه هیچ آسیبی نبیند	۳	۲/۵
۳۲	≥ ۷۵		الزامی ندارد	۳
۳۳	≥ ۳۰		۴	۳/۵

[1] براساس دستگاه Vettermann ۵۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۴۰۰۰ چرخه

[2] براساس دستگاه Vettermann ۲۰۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۱۲۰۰۰ چرخه

۱۱-۲-۳-۴-۵- طبقه‌بندی کفپوش‌های فلوک

طبقه‌بندی کفپوش‌های فلوک براساس مقاومت در برابر سایش و تغییر در ظاهر می‌باشد. در جدول ۱۱-۱۴ الزامات این طبقه‌بندی آورده شده است.

جدول ۱۱-۱۴- الزامات طبقه‌بندی کفپوش‌های فلوک

طبقه	مقاومت در برابر سایش EN 1307	تغییر در ظاهر ISO 10361	
		کوتاه مدت[1]	بلند مدت[2]
۲۱	الزامی ندارد	۲	الزامی ندارد
۲۲	الزامی ندارد	الزامی ندارد	۲
۲۳	الزامی ندارد	۳/۵	۲/۵
۳۱	۵۰۰	۳	۲/۵
۳۲	۱۰۰۰	الزامی ندارد	۳
۳۳	۱۰۰۰	۴	۳/۵

الزامات ثبات ابعادی برای طبقه ۳۲ و ۳۳ کفپوش‌های فلوک بر اساس استاندارد ISO 2551 : جمع‌شدگی و انبساط در مرحله نهایی در اثر تغییرات در دما و رطوبت نباید بیش‌تر از ۰/۲٪ در هر جهت باشد.

[1] بر اساس دستگاه Vettermann ۵۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۴۰۰۰ چرخه

[2] بر اساس دستگاه Vettermann ۲۰۰۰۰ چرخه و بر اساس دستگاه Hexapod ۱۲۰۰۰ چرخه

۱۱-۲-۳-۴-۶- الزامات کفپوش‌های نساجی کاشی مانند[1]

الزامات کفپوش‌های کاشی مانند در جدول ۱۱-۱۵ آورده شده است.

جدول ۱۱-۱۵- الزامات کفپوش‌های نساجی کاشی مانند

خصوصیات	روش آزمون	کفپوش‌های کاشی مانند بدون چسبانده شدن (کفپوش کاشی مانند آزاد)	کفپوش‌های کاشی مانند چسبانده شده	
			قابل برداشتن	ثابت
جرم کلی هر کفپوش کاشی مانند	ISO 8543	≥ ۰/۸۷۵Kg	≥ ۰/۵۰۰Kg	الزامی ندارد
جرم به ازای واحد سطح (m^2)	ISO 8543	≥ ۳/۵۰۰Kg	≥ ۲/۰۰۰Kg	الزامی ندارد
ابعاد	EN 994	٪ ۰/۲± در یک محموله		
مربع بودن و راست گوشه‌ای	EN 994	٪ ۰/۱۵± در دو جهت		
ثبات ابعادی[1]	EN 986	٪ ۰/۲ ≥ انبساط و انقباض در هر دو جهت		انقباض و جمع‌شدگی کمتر و مساوی ۰/۴ ٪ در دو جهت انبساط کمتر و مساوی ۰/۲ ٪ در هر دو جهت
اعوجاج خارج از صفحه	EN 986	حداکثر انحراف هر قسمت از نمونه از صفحه خودش کمتر و مساوی ۲mm		الزامی ندارد
خرابی در لبه بریده شده (ساییدگی)	EN 1814	بدون خرابی		

۱. Carpet tiles

[۱]برای تمامی کفپوش‌های کاشی مانند فلوک طبقه ۳۳/۳۲: انبساط و انقباض در دو جهت کمتر و مساوی ۰/۱٪

۱۱-۲-۳-۵- الزامات رده‌بندی خاص برای کفپوش‌های نساجی

کفپوش‌های نساجی برای رده‌بندی خاص و لوکس باید الزامات جدول ۱۱-۱۶ را داشته باشند.

جدول ۱۱-۱۶- رده‌بندی خاص برای کفپوش‌های نساجی

طبقه	وزن به ازای واحد سطح مورد استفاده روی زمینه gr/m^2 ISO 8543 یا EN 984	تطابق بدون آزمون
LC1	≤ ۴۰۰	سوزن زنی شده تخت نوع A1/A2/A3 کفپوش‌ها بدون خاب کفپوش‌های فلوک
LC2	> ۴۰۰	سوزن‌زنی شده خاب دار نوع B3
LC3	> ۶۰۰	
LC4	> ۸۰۰	
LC5	> ۱۰۰۰	

۱۱-۲-۳-۶- خواص عملکردی تکمیلی برای کفپوش‌های نساجی

خواص عملکردی تکمیلی بر اساس نیاز باید براساس جدول ۱۱-۱۷ باشد.

جدول ۱۱-۱۷ – خواص عملکردی تکمیلی کفپوش‌های نساجی

مشخصات	الزامات	روش آزمون
صندلی چرخ‌دار کاستور		EN 985
استفاده مستمر	r≥ ۲/۴	
استفاده گاه به گاه	r≥ ۲/۰	
رفتار آنتی استاتیک (ولتاژ بدن)	≤ ۲/۰ kV در ٪۲۵ rh	ISO 6356
رفتار الکتریکی		
مقاومت افقی	مقدار مشخص شده	ISO 10965
مقاومت عمودی	مقدار مشخص شده	
کفپوش رسانا	≥ ۱/۰*۱۰^{۶} Ω مقاومت عمودی	ISO 10965
کفپوش نارسانا	≥ ۱/۰*۱۰^{۹} Ω مقاومت عمودی	
خواص اکوستیکی		
صدابندی کوبه ای	مقدار مشخص شده به ΔL_W	EN ISO 10140-3 پیوست D
جذب صدا	مقدار محاسبه شده (a_s) مقدار محاسبه شده (a_W)	EN ISO 354
مقاومت حرارتی	مقدار مشخص شده به واحد m^2K/W	ISO 8302
شرایط مناسب برای رطوبت گاه و بی گاه		
ثبات ابعادی	جمع شدگی کوچکتر یا مساوی ۰/۸ درصد در هر جهت بسته به اثرات تغییرات شرایط رطوبتی و حرارتی ازدیاد طول کوچکتر یا مساوی ۰/۴ درصد در هر جهت بسته به اثرات تغییرات شرایط رطوبتی و حرارتی	ISO 2551
ثبات رنگی تر/خشک در اثر سایش	≥ ۴	EN ISO 105

مقاومت به پوسیدگی	کفپوش‌های نساجی فاقد سلولز یا الیاف طبیعی مورد تایید است.

۱۱-۲-۳-۷- الزامات نصب کفپوش نساجی

الزامات نصب کفپوش نساجی دربرگیرنده تمامی مواد نساجی اعم از سطوح خاب‌دار و بدون خاب است و کفپوش‌های کاشی‌مانند (به استثنای قالیچه) و موکت‌ها را نیز شامل می‌شود.

پیش از شروع به نصب کفپوش نساجی، باید شرایط محل نصب کنترل شود تا مشکلی برای نصب وجود نداشته باشد. مواردی که لازم است کنترل شود عبارتند از:

الف- تمامی کف‌ها و زیرسازی‌ها باید صاف، محکم و خشک باشد.

ب- کف‌ها باید از گردوغبار و آلودگی و ذرات خارجی پاک شوند.

پ- اگر مراحل آماده‌سازی شامل کار با مواد آب‌پایه است، باید این کار در زمان مناسب انجام شود و فرصت خشک شدن به مواد داده شود.

ت- در هنگام اتصال کامل کفپوش نساجی، کف‌های متخلخل باید ابتدا مطابق دستورالعمل سازنده چسب، آماده‌سازی شود.

ث- زمانی‌که از کفپوش نساجی روی سیستم‌های گرمایش کفی استفاده می‌شود، مقاومت حرارتی آنها باید به میزانی انتخاب شود که خللی در تامین انتقال حرارتی ایجاد نکند. توصیه می‌شود مقاومت حرارتی ۰٫۱۷ m^2K/W در نظر گرفته شود. گرمایش کف باید ۴۸ ساعت پیش و پس از نصب کفپوش خاموش باشد.

ج- درجه حرارت اتاق پیش از نصب کفپوش و در طی آن باید حداقل ۱۸ سانتی‌گراد و درجه حرارت کف در منطقه نصب حداقل باید در ۱۰ سانتی‌گراد و میزان رطوبت محیط در هنگام نصب باید بین ۵۰ درصد تا ۶۵ درصد رطوبت نسبی نگه داشته شود.

چ- کفپوش نساجی باید در درجه حرارت ۱۸ سانتی‌گراد برای مدت ۲۴ ساعت به صورت باز بماند تا با محیط سازگار شده و از تنش‌های ایجاد شده در مرحله بسته‌بندی و حمل و نقل رها شود.

پیمانکار، باید بسته‌های کفپوش دریافت شده را پیش از نصب، با توجه به موارد زیر بازرسی کند:

- نوع، رنگ و طرح محصول در مقایسه با سفارش
- مقدار دریافت شده در مقایسه با مقدار سفارش داده شده
- ابعاد، ظاهر، نواقص ظاهری و خرابی احتمالی در زمان حمل و نقل

تمامی مواد کفپوش‌کاری باید در یک مکان تمیز، گرم، خشک و با تهویه مناسب نگهداری شوند. تخته‌ها نیز باید در شرایط مسطح و با حائل نگهداری شوند.

هنگام استفاده از چسب باید توصیه‌های سازنده کفپوش نساجی و تطابق آن با جنس کف مدنظر قرار گیرد.

توصیه می‌شود به منظور کاهش اثرات نامطلوب شیمیایی در طول نصب و پس از بهره‌برداری، از چسب‌هایی با مواد فرار کم استفاده شود. استفاده از چسب‌های مایع و یا چسب دوطرفه در نصب کفپوش‌های نساجی مجاز است. از چسب‌ها نباید به عنوان پوشش ضد آب استفاده گردد.

توصیه‌هایی درخصوص مناسب بودن نصب انواع مختلف کفپوش‌های نساجی با استفاده از سیستم‌های مختلف چسب در جدول ۱۱-۱۸ آورده شده است. برای مناطق حساس به الکتریسیته ساکن باید از چسب‌های رسانا استفاده شود. این چسب‌ها باید حاوی الیاف یا ذرات فلزی یا کربن سیاه[1] باشد.

در هنگام نصب کفپوش باید شرایط محل نصب، محل درزها، جهت خاب کفپوش، جهت الگو و اینکه نصب خانگی است یا تجاری، مورد توجه قرار گیرد. جزییات اجرایی روش های مختلف نصب کفپوش نساجی در مکان‌های خانگی و تجاری، روی پله و مناطق حفاظت شده در برابر الکتریسیته ساکن در ISIRI 12618 آورده شده است.

برای سازگاری روش‌های نصب با انواع کفپوش به جدول ۱۱-۱۸ رجوع شود.

جدول ۱۱-۱۸- انواع کفپوش و روش‌های مناسب نصب

نوع کفپوش نساجی	نصب با گیره	چسبندگی کامل	سیستم چسب موقتی	چسبندگی کامل با زیرلایه کفپوش	اتصال به دیواره‌ها
کفپوش تاری پودی بدون فوم پشت					
بافت تخت	ندارد	دارد	دارد[۵]	دارد	ندارد
بافت ویلتون	دارد	دارد	دارد[۵]	دارد	ندارد
بافت اکسمینستر	دارد	دارد	دارد[۵]	دارد	ندارد
بافت رو به رو	دارد	دارد	دارد[۵]	دارد	ندارد
بافت تافتینگ					
پشت ثانویه	دارد[۶]	دارد	دارد[۴،۵]	دارد	دارد[۱،۵]
پشت تکی	ندارد	دارد	ندارد	دارد[۵]	دارد[۱،۵]
پشت فوم‌دار	ندارد	دارد	دارد[۵]	ندارد	دارد[۱،۴]
پشت نمدی	دارد[۵]	دارد[۵]	دارد[۴،۵]	دارد	دارد[۱،۵]
بی بافت					
کفپوش نمدی سوزنی تخت پشت فوم دار	ندارد	دارد	دارد	ندارد	دارد[۱]
کفپوش نمدی سوزنی تخت پشت دار	ندارد	دارد	ندارد	ندارد	دارد[۲]
کفپوش نمدی سوزنی تخت با پشت ثانویه	ندارد	دارد	ندارد	ندارد	دارد[۲]
کفپوش نمدی سوزنی خاب دار با پشت	ندارد	دارد	دارد	ندارد	دارد[۲]
کفپوش نمدی سوزنی خاب دار با پشت ثانویه	ندارد	دارد	دارد	ندارد	دارد[۲،۵]
کفپوش نمدی سوزنی خاب دار پشت فوم دار	ندارد	دارد	دارد	ندارد	دارد[۱]
سایر موارد					
اتصال ذوبی دارای پشت ثانویه	دارد	دارد	دارد[۴،۵]	دارد	دارد[۱]
فلوک	ندارد	دارد	دارد[۵]	دارد	دارد[۱،۵]
حلقوی	دارد	دارد	دارد[۵]	دارد	دارد[۱،۵]
کاشی مانند	ندارد	دارد[۳]	دارد[۳،۵]	ندارد	دارد[۱]

۱- تنها برای مکان های خانگی دارای مساحت بین ۴ و ۵ متر یا کمتر و بدون درز دوخت، مناسب است.

۲- تنها برای استفاده موقت (مانند نمایشگاه‌های فروش) مناسب می‌باشد.

1. Carbon Black

۳- برای ویژگی های پایداری ابعادی به استاندارد EN 1307 رجوع شود.
۴- اندازه مکان طبق توصیه تولید کننده.
۵- تنها طبق توصیه تولید کننده. در موارد خاص، استفاده از سیستم‌های رهاساز برای نصب به روش دیوار به دیوار برای کفپوش‌های پشت نمدی درصورت وجود درز مناسب نمی‌باشد.
۶- برای تردد وسایل چرخدار مانند صندلی‌های چرخدار، چرخ‌دستی‌های سنگین مناسب نمی‌باشد.

۱۱-۲-۴- کفپوش‌های انعطاف پذیر

۱۱-۲-۴-۱- الزامات کفپوش‌های انعطاف‌پذیر

۱۱-۲-۴-۱-۱- الزامات کفپوش انعطاف‌پذیر چوب‌پنبه‌ای

الزامات فنی و مشخصات مورد نیاز کفپوش انعطاف‌پذیر چوب‌پنبه‌ای باید مطابق ISIRI 13050 باشد. الزامات طبقه‌بندی بر اساس میزان استفاده این نوع کفپوش‌ها، همچنین الزامات نشانه‌گذاری، برچسب‌گذاری و بسته‌بندی در ISIRI 13050 ارائه شده است.

۱۱-۲-۴-۱-۲- الزامات کفپوش انعطاف‌پذیر لینولئوم[1]

الزامات و مشخصات فنی کفپوش انعطاف‌پذیر لینولئوم باید مطابق ISIRI 14016 باشد. این استاندارد برای کفپوش‌های بر پایه پلی وینیل کلراید یا لاستیک کاربرد ندارد.

۱۱-۲-۴-۱-۳- الزامات کفپوش نیمه منعطف و انعطاف‌پذیر PVC

مشخصات و روش‌های آزمون کاشی‌های کف وینیل نیمه انعطاف‌پذیر که بر پایه پلی وینیل کلراید (PVC) است و به صورت کاشی آماده می‌شوند در جدول ۱۱-۱۹ ارائه شده است.

جدول۱۱-۱۹- الزامات عمومی کفپوش نیمه منعطف و انعطاف پذیر PVC

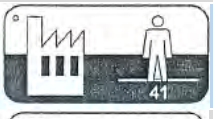
مشخصه/ویژگی	الزام	روش آزمون
ضخامت کلی mm	مقدار اسمی± ۰٫۱۳	ISO 24346
کاشی ها: طول ضلع mm راستی لبه و قائمه بودن ضلع mm ≤ ۳۰۵ mm > ۳۰۵ mm	انحراف کوچکتر یا مساوی ٪ ۰٫۱۳ نسبت به طول اسمی تا حداکثر ۰٫۴ میلی‌متر انحراف مجاز برای هر نقطه: ≤ ۰٫۲۵ ≤ ۰٫۳۵	ISO 24342
ثبات ابعادی در برابر حرارت ٪	≤ ۰٫۲۰	ISO 23999
ضربه ضخامت ≤ ۲٫۵ mm ضخامت > ۲٫۵ mm	بدون ترک‌های بیش از حد[2]	ASTM F1265

1. Linoleum
2. No cracks beyond limit

انعطاف پذیری mm	≥۲۵	ISO 24344:2008, روش B
مقاومت دندانه mm مقاومت دندانه، I_R، در 25 °C ±0,25 °C	۰/۱۵ ≤ I_R ≤ ۰/۴	ISO 24343-3

طبقه‌بندی کف‌پوش‌های انعطاف‌پذیر باید مطابق با ISO 10874 باشد. الزامات استفاده از کاشی کف نیمه‌انعطاف پذیر/ وینیل ترکیب پلی وینیل‌کلراید در جدول ۱۱-۲۰ مشخص شده است.

جدول ۱۱-۲۰- الزامات طبقه بندی کف‌پوش انعطاف‌پذیر/ نیمه انعطاف‌پذیر PVC برای سطوح کاربرد

رده	نماد	میزان و شدت استفاده	ضخامت کلی حداقل مقدار اسمی mm	ضخامت لایه سطحی اسمی حداقل مقدار اسمی mm
		همه انواع		فقط در نوع III اعمال می‌شود
خانگی				
۲۱		کم تردد/ سبک	۱٫۵	۰٫۱
۲۲		عمومی / متوسط	۲٫۰	۰٫۱
۲۲+		تردد عمومی	۲٫۰	۰٫۱
۲۳		تردد زیاد	۲٫۰	۰٫۲۵
تجاری				
۳۱		کم تردد	۲٫۰	۰٫۲۵
۳۲		تردد متوسط	۲٫۵	۰٫۵
۳۳		پرتردد	۳٫۰	۰٫۵
۳۴		بسیار پرتردد	۳٫۰	۰٫۵
صنعتی سبک				
۴۱		کم تردد[1]	۳٫۰	۰٫۵
۴۲		تردد متوسط	۳٫۰	موجود نیست

۴۳			پرتردد	۳٫۰	موجود نیست
روش آزمون				ISO 24346	ISO 24340

1- moderate

۱۱-۲-۴-۲- الزامات نصب و اجرای کفپوش انعطاف‌پذیر

۱۱-۲-۴-۲-۱- مصالح به کار رفته در نصب کفپوش انعطاف‌پذیر

توصیه می‌شود زیرسازی‌ها از بین موارد زیر و بر اساس تایید دستگاه نظارت انتخاب گردند:

الف- زیرسازی سیمانی شامل یک طرح اختلاط خاص از سیمان و سنگدانه ریز یا مخلوطی از یک لاستیک طبیعی یا پلیمرمصنوعی[1]

ب- مخلوط پودر / سیمان یا پلیمر / سیمان و سنگدانه‌های ریز

پ- اپوکسی یا سایر ترکیبات رزین (به عنوان مثال پرایمر)

ت- زیرسازی‌های سازگار برای تماس مستقیم با یک کف انیدریتی[2]

استفاده از مصالح ذیل به عنوان زیرلایه پس از تایید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد:

الف- زیرسازهای چوب پنبه مطابق EN 12103

ب- چوب پنبه مطابق EN 12455

پ- چوب پنبه لاستیکی مطابق EN 12103

ت- پلی وینیل کلراید[3]

جزییات طبقه‌بندی شماتیک مرتبط با کاربرد محل نصب برای طبقه‌بندی‌های مختلف کفپوش‌های انعطاف‌پذیر در جدول ۱۱-۲۰ ارائه شده است. انتخاب کفپوش‌ها باید بر اساس این جدول انجام شود.

۱۱-۲-۴-۳- سطوح زیرین[4]

پیش از شروع به کار باید از ویژگی‌های لازم سطح زیرین برای نصب موفق کفپوش اطمینان حاصل شود. این خصوصیات شامل موارد زیر است:

الف- صاف بودن کف‌های بتنی

ب- رطوبت کف‌های بتنی

پ- یکپارچگی کف

1. synthetic polymer dispersion
2. anhydrite screed
3. studded polyvinyl chloride
4. Subfloors

ت- عدم وجود ترک[1]

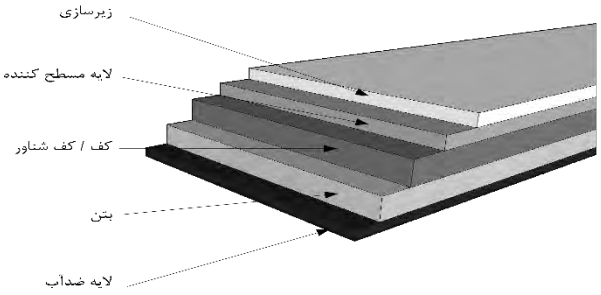
ث- اصلاح درزهای ساختمانی

ج- شکاف‌ها و تغییر تراز[2]

چ- رطوبت سطوح زیرین چوبی

ح- عدم وجود آزبست در کفپوش موجود.

یک نمونه از سطح زیرین متداول بر روی سطح بتنی در شکل ۱۱-۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است ترتیب لایه‌ها و یا تعداد لایه‌ها می‌تواند با توجه به کاربرد متفاوت باشد.



شکل ۱۱-۲- لایه‌های سطح زیرین زیر کفپوش

در صورت استفاده از زیرسازی بتنی، باید تا هنگام گیرش کامل بتن صبر نمود. در کل لایه کفپوش نباید در معرض رطوبت قرار گیرد.

۱۱-۲-۴-۴- الزامات نصب

کفپوش‌های انعطاف‌پذیر باید پس از اجرای سایر بخش‌های ساختمان نصب گردند تا در معرض رطوبت قرار نگیرند.

۱۱-۲-۴-۴-۱- بازرسی کالا

دستگاه نظارت باید قبل از نصب، رول‌های دریافتی کفپوش‌های انعطاف‌پذیر یا بسته‌های کاشی مانند، موارد زیر را بررسی نماید:

الف- نوع، رنگ و الگوی محصول در مقایسه با سفارش

ب- مقدار تحویل داده شده در مقایسه با سفارش؛

پ- ابعاد، ظاهر، نقایص قابل مشاهده و آسیب‌های احتمالی هنگام حمل و نقل.

1. making-good of cracks
2. changes of level

۱۱-۲-۴-۴-۲- کفپوش‌های موجود

در کاربری‌های تجاری و صنعتی توصیه می‌شود هرگونه کفپوش موجود قبل از نصب کفپوش انعطاف‌پذیر جدید برداشته شود. در کاربری‌های مسکونی در صورت عدم امکان برداشت کفپوش و مناسب بودن شرایط آن، اجرای کفپوش جدید بر روی آن مجاز است.

۱۱-۲-۴-۴-۳- گرمایش از کف

قبل از شروع گرمایش، خشک بودن سطح بسیار مهم است. در EN 1264-4 مراحل نصب یک سامانه گرمایش از کف بر پایه آب با درجه حرارت کم شرح داده شده است. برای سطوح بتنی، بتن باید حداقل ۲۱ روز و برای سطوح انیدریتی[1] باید حداقل ۷ روز عمل آوری شده باشند.

گرمایش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ روز اعمال می‌شود و برای رسیدن به حداکثر دمای طراحی که به مدت ۴ روز حفظ می‌شود، به آرامی افزایش می‌یابد. سطح، مورد بررسی قرار می‌گیرد و هرگونه ترکی ترمیم می‌شود. سپس گرمایش دوباره به مدت ۱۴ روز از سر گرفته می‌شود و حداقل ۲ روز قبل از تراز کردن و نصب کفپوش خاموش می‌شود و پس از حداقل ۲ روز، بعد از اتمام نصب مجدداً روشن می‌شود.

۱۱-۲-۴-۴-۴- نقشه جانمایی[2]

اصولی که باید به‌طور معمول برای تعیین طرح نصب[3] رعایت شوند، عبارتند از:

الف- تعداد اتصالات لازم به حداقل رسانده شود.

ب- در صورت امکان، این مکان‌ها از مناطق ترافیکی سنگین دور نگه داشته شوند.

پ- نوارها در طول معابر، در جهت ترافیک، در طول یک اتاق یا به سمت دیوار حاوی پنجره اصلی نصب شود.

ت- لبه‌های کفپوش با الگوهای تکراری مطابقت داده شود.

ث- از استفاده از الگوهای حساس به خاطر خطر محو شدن در دمای زیاد یا تابش شدید نور خورشید در طول استفاده، خودداری شود.

ج- تا حد امکان از مصالح یک دپو در یک منطقه استفاده شود.

چ- کاشی‌ها به گونه‌ای قرار گیرد که از ایجاد اتصالات در فاصله ۴ سانتی‌متری از قرنیزها[4] جلوگیری شود.

۱۱-۲-۴-۴-۵- درجه حرارت در طول نصب

برای نصب مناسب، مصالح کفپوش و محیط اطراف باید در درجه حرارت و رطوبتی قرار داشته باشند که اجازه می‌دهد محصول به راحتی استفاده شده و چسب به طور صحیح عمل‌آوری شود.

1. Anhydrite screeds
2. Planning of layout
3. Layout of the installation
4. Skirting

برای نصب مناسب در مناطق مرطوب، درصورتی که کفپوش در گوشه ها باید خم شود و در محل‌هایی که ضروری است از جوش‌های ضد آب[1] استفاده شود، محصول و محیط اطراف باید دارای حداقل دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد باشند.

کفپوش در جایی که قرار است نصب شود باید برای حداقل ۲۴ ساعت نگهداری شود. جعبه های حاوی کاشی باید به طور هم‌زمان در بخش‌های مختلف توزیع شوند و توصیه می‌شود کاشی‌ها حداقل نیم ساعت قبل از نصب از بسته‌های خود جدا شده و در محل نصب قرار گیرند. اگر لبه‌های ورقه‌های مصالح پس از مدت نگهداری در محیط مستقیم نباشند، باید آنها را صاف کرد.

۱۱-۲-۴-۴-۶- چسب

در هنگام استفاده از چسب‌ها توصیه می‌شود راهنمایی‌های تولید کننده در مورد کاربرد و نحوه استفاده از پرایمرها و زمان باز[2] چسب رعایت شود.

توصیه می‌شود نصب با استفاده از روش کاملا چسبانده شده یا با استفاده از چسبناک‌کننده‌ها انجام گیرد. استفاده از کپسول‌های وینیل به صورت شل در مناطقی با مساحت تا ۲۰ مترمربع یا مطابق با دستورالعمل سازنده نیز مجاز می‌باشد.

در صورتی که کفپوش بعد از نصب از هر دو جهت غلتک زده شود، باید به چسب اجازه داده شود تا کاملا خشک شود. غلتک‌زنی در ترافیک سبک پیاده (راه رفتن سبک) معمولا بعد از ۱ روز مجاز می‌باشد. بعد از ۲ روز مبلمان سبک می‌تواند در محل نصب قرار گیرد و گرمایش ملایم از کف شروع شود. بعد از ۳ روز مبلمان سنگین و بارهای غلتکی[3] می‌توانند اعمال شوند و گرمایش کامل بعد از ۱ هفته صورت گیرد.

۱۱-۲-۴-۴-۷- جوشکاری

الزامات فعلی کفپوش‌های پلاستیکی شامل الزامات مقاومت درز اتصالات جوش داده شده برای مصالح ورقه‌ای است که در مکان‌های با کاربری تجاری و صنعتی سبک استفاده می‌شود. اتصالات جوشی همیشه برای مکان‌هایی دارای رطوبت مطلوب است و اتصالات جوشی گرم برای مناطق مرطوب خاص توصیه می‌شود.

ورقه‌های پلی[4]وینیل کلراید برای استفاده در اکثر مکان‌ها به صورت سرد جوشکاری می‌شوند و محصولات نیمه انعطاف پذیر و ضخیم فقط با استفاده از این روش می‌توانند آب‌بندی شوند. کفپوش لاستیکی نیازی به جوشکاری ندارد.

1. Watertight weld
2. Open time
3. Rolling loads
4. Polyvinyl chloride

۱۱-۲-۴-۴-۸- پله‌ها

کف‌پله‌ها[1] و پیشانی پله‌ها[2] باید مانند سایر سطوح مناسب نصب کفپوش انعطاف‌پذیر باشند. زاویه پیش‌آمدگی پله[3] و زاویه شمشیری[4] باید مطابق الزامات ذیل باشد:

الف- مستقیم باشد؛

ب- گردگوشه و یا دارای زاویه قائم و به موازای یک‌دیگر (بر روی پله‌های مستقیم) باشد

پ- خراشیده نبوده و شکافی نداشته باشد.

کفپوش انعطاف‌پذیری که به‌طور خاص برای استفاده در پله‌ها ساخته نشده، هرگز نباید به صورت یک ورق پیوسته نصب شود. یک پروفیل پیش‌آمدگی باید بین پیشانی و کف پله و بالای کف پله قرار گیرد، پروفیل مصرفی باید مقاوم، بادوام، با قابلیت تحمل بار ترافیکی باشد.

پیش‌آمدگی‌های فلزی با یا بدون نوارهای ضدلغزش باید به لایه زیرین پیچ شده یا چسبانده شوند. پیش‌آمدگی‌های انعطاف‌پذیر لاستیکی یا پلاستیکی با لبه‌های مستقیم یا گرد، باید با چسب مخصوص ثابت شوند.

پیش‌آمدگی کف پله‌های گرد باید شعاعی حداقل ۱۲ میلی‌متر داشته و در طول مستقیم باشد و به هیچ وجه نباید از پیشانی پله جدا شود.

نصب باید از پایین پله شروع و به سمت بالا (کف‌پله، پیش‌آمدگی، پیشانی) ادامه یابد. کف‌پله باید کفپوش پوشانده و لبه کفپوش بریده شود تا دقیقا در برابر پیشانی قرار گیرد. قطعه کفپوش روی پیشانی پله قرار داده شده و لبه زیرین بریده می‌گردد تا به‌طور دقیق در مقابل کفپوش کف‌پله قرار گیرد. اتصال بین دو قطعه کفپوش کف پله باید و پیشانی باید درزبندی شود.

۱۱-۲-۴-۴-۹- قرنیزها[5] و لبه‌ها و نوارهای جداکننده[6]

استفاده از انواع قرنیز (عمودی یا افقی) همراه با کفپوش انعطاف‌پذیر مجاز است. بخش‌های اکسترود شده[7] باید با چسب به دیوار وصل شوند و در موارد خاص باید در درزها به کفپوش جوش داده شوند.

لبه‌ها و نوارهای تقسیم‌کننده چوبی، فلزی یا پلاستیکی باید در محل اتصال بین کفپوش‌های مختلف، در لبه کف یا چارچوب درب استفاده شود.

1. Stair treads
2. Risers
3. Stair nosing
4. Back angle
5. Skirtings
6. Dividing strip
7. Extruded sections

۱۱-۲-۴-۴-۱۰- کفپوش‌های رسانا[1]

کلیه کارها از جمله روش‌های اتصال به زمین[2] باید مطابق دستورالعمل سازنده کفپوش و تولید کننده چسب انجام شود.

برای اطمینان از اینکه خصوصیات کفپوش رسانا در طول سرویس حفظ می‌شود، باید در روش‌ها و مواد مخصوص تمیز کننده، توصیه های سازنده کفپوش رعایت شود.

پس از زمان خشک شدن مشخص شده، کف رسانا باید با استفاده از چسب رسانا به آنها چسبانده شود.

پرایمرهای رسانا باید حداقل در دو مکان به طور دائم و مطمئن به زمین متصل شوند. برای این منظور توصیه می‌شود از نوارهای مسی، برنجی یا استیل ضدزنگ استفاده شود. در مناطق با مساحت زیاد، هیچ نقطه‌ای نباید بیش از ۱۰ متر از محل اتصال فاصله داشته باشد. در فواصل نزدیک‌تر در کف‌های رسانا در مناطقی که مواد منفجره ساخته یا ذخیره می‌شوند، اتصال فقط باید توسط متخصصان برق انجام شود.

استفاده از نوار مسی در مکان‌هایی که لایه مغزی فاقد پرایمر است، توصیه می‌شود. نوار مسی، برنجی یا استیل ضدزنگ توصیه شده توسط سازنده کفپوش باید با چسب مشخصی به لایه مغزی آماده شده به‌گونه‌ای چسبانده شود که در صورت نیاز هر کاشی، صفحه، ورق یا قطعه با حداقل یک نوار، ترجیحا در طول و در مرکز، در تماس باشد.

در انتهای اتاق، نوارهای رسانا باید توسط یک نوار عرضی به‌هم متصل شوند. از آنجا که باید امکان دیدن موقعیت نوارها در هنگام نصب نهایی وجود داشته باشد، چیدمان نوارهای رسانا باید مستقیم باشد.

نوارهای رسانا باید حداقل در دو مکان توسط یک متخصص برق واجد شرایط به زمین وصل شوند.

۱۱-۲-۴-۵- تکمیل کار

پس از اتمام نصب، کف باید با جارو یا مکش تمیز شود و گردوغبار و زباله‌ها از روی آن برداشته شوند. هرگونه ردی از چسب نیز باید تمیز گردد. در صورت ادامه کار پس از اتمام نصب کفپوش، کلیه محل‌های عبور و مرور برای جلوگیری از خراشیدگی باید با ورق‌ها پلاستیکی یا پوشش مناسب دیگر پوشانده شوند.

کفپوش با خصوصیات ویژه، به عنوان مثال مقاوم در برابر لغزش، کفپوش رسانا، مناطق مرطوب خاص و اتاق‌های تمیز[3] برای اطمینان از حفظ خصوصیات خاص به روش‌های مخصوص نگهداری نیاز دارند که باید توسط تولیدکننده از پیش مشخص شده باشد.

1. Conductive floor coverings
2. Other earthing methods
3. clean rooms

۱۱-۲-۵- کفپوش‌های کاشی، سرامیک، موزاییک و سنگ

۱۱-۲-۵-۱- الزامات و ویژگی‌های کاشی، سرامیک و موزاییک

الزامات موزاییک سیمانی برای استفاده در داخل و خارج ساختمان به تفکیک در جدول ۱۱-۲۱ آورده شده است.

الزامات و ویژگی‌های سنگ‌های مختلف، انواع کاشی و ... مطابق استانداردهای ملی ایران در جدول ۱۱-۲۲ آورده شده است.

جدول ۱۱-۲۱- الزامات موزاییک سیمانی برای کاربرد داخل و بیرون ساختمان

خصوصیات		الزامات			روش آزمون
ویژگی ظاهری، ابعاد و شکل	ضخامت	رده ۱ – ضخامت لایه نما یا رویی موزاییک که در طبقات نصب می شود باید حداقل ۴ میلی‌متر باشد رده ۲ – ضخامت لایه نما یا رویی موزاییک که روی زمین نصب می‌شود باید حداقل ۸ میلی‌متر باشد			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
	انحرافات ابعادی	طول: ٪ ۰/۳± عرض: ٪ ۰/۳± ضخامت قطعه: ۲± میلی‌متر (برای ضخامت‌های کم‌تر از ۴ میلی‌متر) ۳± میلی‌متر (برای ضخامت‌های بیش‌تر از ۴ میلی‌متر)			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
	صافی لبه لایه بالایی	حداکثر اختلاف بین لبه و خط کش نباید بیشتر از ۰/۳± درصد طول لبه باشد.			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
	مسطح بودن لایه نما (بالایی)	انحراف از سطح نباید از ۰/۳± درصد طول قطر، تجاوز نماید. این مورد برای موزاییک‌های دارای نمای برجسته، کاربرد ندارد.			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
	خصوصیات سطح و ظاهر	در شرایط طبیعی نور روز و شرایط آب هوایی خشک نباید روی سطح موزاییک هیچگونه برآمدگی، تورفتگی، پوسته پوسته شدن یا ترک خوردگی که از فاصله ۲ متری مشاهده شود. رنگ موزاییک در هر سفارش باید یکنواخت باشد			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
استحکام شکست	کاربرد داخلی	میانگین مقاومت شکست آزمونه ها باید بیشتر یا معادل ۵ مگاپاسکال باشد مقاومت شکست هیچ آزمونه منفردی نباید کمتر از ۴ مگاپاسکال باشد			ISIRI 755-1
	کاربرد بیرونی	رده ۱ (مقاومت کم) ST	میانگین مقاومت ۳/۵ مگاپاسکال و هر نمونه منفرد ۲/۸ مگاپاسکال		ISIRI 755-2
		رده ۲ (مقاومت متوسط) TT	میانگین مقاومت ۴/۰ مگاپاسکال و هر نمونه منفرد ۳/۲ مگاپاسکال		
		رده ۳ (مقاومت زیاد) UT	میانگین مقاومت ۵/۰ مگاپاسکال و هر نمونه منفرد ۴/۰ مگاپاسکال		
بار شکست	کاربرد داخلی	رده۲ BLII	برای سطحی کمتر یا مساوی ۱۱۰۰ سانتیمترمربع هر نمونه منفرد نباید کمتر از ۲/۵ کیلونیوتن باشد		ISIRI 755-1
		رده ۳ BLIII	برای سطحی بزرگتر از ۱۱۰۰ سانتیمترمربع هر نمونه منفرد نباید کمتر از ۳/۰ کیلونیوتن باشد		
	کاربرد بیرونی	۳۰ 3T	میانگین (KN): ۳/۰	هر نمونه منفرد (KN): ۲/۴	ISIRI 755-2
		۴۵ 4T	۴/۵	۳/۶	
		۷۰ 7T	۷/۰	۵/۶	
		۱۱۰ 11T	۱۱/۰	۸/۸	
		۱۴۰ 14T	۱۴/۰	۱۱/۲	
		۲۵۰ 25T	۲۵/۰	۲۰/۰	
		۳۰۰ 30T	۳۰/۰	۲۴/۰	
مقاومت سایشی	کاربرد داخلی	هنگامی که موزاییک طبق روش چرخ پهن آزمون می‌شود طول سایش هیچ نمونه منفردی نباید از ۲۵ میلی‌متر تجاوز کند. هنگامی که موزاییک طبق روش بوهم آزمون می‌شود نتیجه آزمون هیچ نمونه منفردی نباید از cm^2 ۵۰/ cm^3 ۳۰ تجاوز کند.			ISIRI 755-1
	کاربرد بیرونی	رده ۲ (مقاومت سایشی کم) G	روش چرخ پهن نمونه منفرد mm	روش بوهم نمونه منفرد $cm^3/50cm^2$	
			≤۲۶	≤۲۶	
		رده ۳ (مقاومت سایشی متوسط) H	≤۲۳	≤۲۰	
		رده ۴ (مقلومت سایشی زیاد) I	≤۲۰	≤۱۸	

ادامهٔ جدول ۱۱-۲۱

خصوصیات		الزامات			روش آزمون
مقاومت در برابر سر خوردن		موزاییک‌های سیمانی مورد استفاده داخلی و بیرونی مقاومت رضایت‌بخشی در برابر سرخوردن دارند، به شرطی که سطح بالایی آنها ساب نخورده باشد یا پرداخت آنها چنان نباشد که سطح بسیار صاف یا صیقلی را به وجود آورد. اگر در یک حالت استثنایی، مقدار خاصی برای مقاومت اصطکاکی یا مقاومت در برابر سرخوردن مورد نیاز باشد، آزمون تعیین مقدار مقاومت اصطکاکی، طبق استاندارد ۱-۷۵۵ تعیین می‌شود			ISIRI 755-1 ISIRI 755-2
جذب آب	کاربرد داخلی	جذب آب کل نمونه منفرد نباید بیشتر از ۸ درصد وزنی نمونه باشد جذب آب سطحی برای هر نمونه منفرد نباید بیشتر از ۰/۴ گرم بر سانتی‌متر مربع باشد			ISIRI 755-1
	کاربرد بیرونی	رده ۲ B	جذب آب درصد وزنی	کاهش جرم بعد از یخ زدن و آب شدن Kg/m^2	ISIRI 755-2
			۶ ≤ میانگین	بدون اندازه‌گیری عمل کرد	
		رده ۳ D	بدون اندازه‌گیری عمل کرد	۱/۰ ≤ میانگین ۱/۵ ≤ نمونه منفرد	

جدول ۱۱-۲۲- الزامات و ویژگی‌های سنگ‌ها و کاشی‌ها مطابق استانداردهای ملی ایران

عنوان استاندارد ملی	شماره استاندارد ملی
سنگ مصنوعی، مدولار برای کف و پله‌ها	۱۸۸۱۰
سنگ طبیعی، اسب‌ها برای استفاده در کف و پله‌ها	۱۷۰۱۱
بلوک سنگ طبیعی برای کف و تزئینات	۶۱۸
سنگ طبیعی، کاشی‌های مدولار	۱۷۱۹۲
قطعات سنگ فرش مشبک بتنی	۱۷۰۱۲
اسب و سنگ طبیعی برای کف‌های داخلی	۱۷۰۱۴
اسب و سنگ طبیعی برای سنگ فرش بیرونی	۱۷۰۱۷
کاشی سرامیکی	۲۵
کاشی‌های سرامیکی تزییاتی برای استفاده در کف و دیوار	۱۷۰۱۰
کاشی‌های سرامیکی و موزاییکی آنتی باکتریال	۱۴۴۹۹

۱۱-۲-۵-۲- الزامات نصب

جزئیات نصب و نگهداری پوشش کف از جنس کاشی، موزاییک، کفپوش و آجرهای سرامیکی که ضخامت آنها کمتر از ۳۸ میلی‌متر است درصورتی‌که زیرسازی آن‌ها بتن، سیمان، چوب، شن و ماسه، آسفالت یا هر نوع کف‌سازی دیگر با روکش ملاتی باشد باید براساس ISIRI 12495-3 انجام شود. جزئیات اجرا و نگهداری پوشش کف با استفاده از سنگ طبیعی، موزاییک‌های مرمری و بلوک‌های کامپوزیت باید بر اساس ISIRI 12495-5 اجرا شود.

اجرای کاشی‌کاری و سرامیک دیوار و کف در مکان‌هایی با نیازمندی‌های عملکردی یا زیست محیطی خاص، باید بر اساس ISIRI 12495-4 انجام شود.

۱۱-۲-۶- کفپوش‌های آجری و بتنی

۱۱-۲-۶-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش‌های آجری و بتنی

الزامات و ویژگی‌های آجر رسی مورد استفاده در کف باید با ISIRI 19481 مطابقت داشته باشد. اگرچه این استاندارد برای آجر رسی مورد مصرف در کف به صورت چهارگوش و یا سایر شکل‌ها معمولا در فضای خارجی ساختمان نظیر پیاده‌روها و بام‌ها است، ولی می‌توانند در داخل ساختمان نیز کاربرد داشته باشند.

استفاده از الیاف آزبست و فرمالدئید در ساخت آجر مصرفی مجاز نمی‌باشد. استفاده از آجرهایی که دارای خصوصیات مقاومت شیمیایی و نسوز می‌باشند، به عنوان کاشی کف رسی مجاز است.

الزامات و ویژگی‌های بلوک کفپوش بتنی باید با ISIRI 20185 مطابقت داشته باشد.

۱۱-۲-۶-۲- الزامات نصب

الزامات نصب کفپوش‌های آجری و بتنی باید مطابق با جدول ۱۱-۲۳ و بر اساس استانداردهای ملی و بین المللی باشد.

جدول ۱۱-۲۳- الزامات نصب کفپوش های آجری و بتنی

الزامات	روش آزمون
الزامات و شیوه نصب کفپوش بتنی	BS 7533-7
الزامات و شیوه نصب کفپوش بتنی پیش‌ساخته و آجری برای کفپوش‌های انعطاف‌پذیر	BS 7533-3
تعمیر و نگهداری کفپوش‌های بتنی و آجری	BS 7533-11
الزامات نصب و اجرای کفپوش کاشی بتنی به عنوان کفپوش داخلی و خارجی	ISIRI 20367

۱۱-۲-۷- کفپوش پلیمری درجا

۱۱-۲-۷-۱- الزامات و ویژگی‌های کفپوش پلیمری درجا

الزامات و ویژگی‌های کفپوش پلیمری درجا باید مطابق استاندارد EN 13813 باشد. در این استاندارد الزامات مربوط به مقاومت فشاری، خمشی، سایشی، سختی سطح، مقاومت در برابر چرخ، تورم، مدول الاستیسیته، مقاومت اتصال، مقاومت به ضربه بیان شده است.

۱۱-۲-۷-۲- الزامات اجرای کفپوش پلیمری درجا

الزامات اجرای این نوع کفپوش باید مطابق با استاندارد BS 8204-6 باشد. براساس این استاندارد ضروری است که در مراحل طراحی و ساخت، مشاوره کاملی با تولیدکننده کفپوش پلیمری جهت اطمینان از انتخاب محصول مناسب در شرایط موردنظر، چه در هنگام اجرا و چه از نظر شرایط مورد انتظار پس از اجرا صورت گیرد. در هنگام انتخاب نوع کفپوش پلیمری باید موارد ذیل در دستورکار قرار گیرد:

الف- کاربری موردنظر برای کفپوش پلیمری شامل نوع، مقدار و تناوب عبور و مرور

ب- نوع بارگذاری (استاتیک یا دینامیک) و شدت ضربه

پ- جزئیات مواد شیمیایی در تماس با کف و مقدار، تناوب و دمای هر نشتی محتمل

ت- آلودگی‌های محتمل در محیط و اثر آن در مقاومت در برابر لغزش

ث- دمای ناشی از انتقال گرمایی که کفپوش در خدمات عادی یا در عملیات پاکسازی باید متحمل شود

ج- یکنواختی و بقای رنگ، ظاهر و جلوه‌های تزئینی

چ- میزان قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید یا اشعه ماورابنفش

ح- ظاهر و کیفیت پرداخت سطح

خ- تطابق با الزامات بهداشتی یا صنایع غذایی

د- نوع و تناوب فرآیند پاکسازی

ذ- الزامات خاص مانند مقاومت به آتش یا مشخصات آنتی‌استاتیک

ر- طول عمر مورد انتظار از کفپوش

ز- ضخامت کفپوش

س- زمان قابل استفاده برای اجرا و پخت کفپوش

ش- تعیین سن زیرسازی و نوع آن (از جمله اطلاعات مربوط به هرگونه استفاده قبلی از کف که بر روی چسبندگی و عملیات مقدماتی لازم اثرگذار است)

۱۱-۳- دیوارپوش‌ها

۱۱-۳-۱- دیوارپوش‌های پلیمری

این نوع از دیوارپوش‌ها باید به صورت دو لایه و از PVC ساخته شده باشد. انواع دیوارپوش‌های PVC که قابلیت استفاده در ساختمان را دارند عبارتند از:

الف- دیوارپوش ساده که با فرایند اکستروژن یا کو-اکستروژن تولید می‌شود، فاقد لایه پوششی است و می‌تواند در رنگ‌های متنوعی عرضه شود.

ب- دیوارپوش‌هایی که با فرایند اکستروژن یا کو-اکستروژن تولید می‌شوند و دارای یک لایه پوششی تزئینی به شکل روکشی[1] یا چاپی[2] هستند. روکش باید با استفاده از چسب یا تحت فشار و گرما روی دیوارپوش قرار گیرد.

۱۱-۳-۱-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصات فنی و روش آزمون دیوارپوش‌های پلیمری باید مطابق با ISIRI 19068 باشد.

در دیوارپوش‌های دارای لایه پوششی تزئینی (روکشی یا چاپی)، برای بررسی کیفیت چسبندگی لایه پوششی به زیر لایه (دیوارپوش PVC)، مقاومت نسبت به بخارآب، مقاومت گرمایی و چسبندگی پوشش به زیرلایه باید مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الزامات نماپوش PVC سخت‌شده باید مطابق با ISIRI 16615 باشد. در ISIRI 16667 الزامات نماپوش‌های PVC با لایه زیرین پلاستیک اسفنجی (نماپوش وینیلی لایه‌دار) ارائه شده است. الزامات ساخت و روش‌های آزمون اشاره شده در این استاندارد شامل ویژگی‌های مواد اولیه و ابعاد، پیچش، جمع‌شدگی، استحکام در برابر ضربه، انبساط، شکل ظاهری و مقاومت در برابر نیروی باد است. همچنین روش‌های آزمون در مطابقت با این ویژگی‌ها نیز مشخص شده است.

۱۱-۳-۱-۲- حمل و نقل و نگهداری

دیوارپوش باید طوری بسته‌بندی شود که در جابه‌جایی معمول، حمل و نقل و انبارکردن آسیبی نبیند.

محل نگهداری دیوارپوش باید به‌گونه‌ای باشد که درجه حرارت دیوارپوش و ملحقات آن از ۵۴ درجه سانتی‌گراد فراتر نرود. دیوارپوش بسته‌بندی شده باید روی یک سطح صاف نگهداری شوند و تمام طول سطح بسته‌بندی روی سطح قرار گیرد. دیوارپوش‌ها باید از مناطقی با احتمال سقوط اجسام یا محل فعالیت ساختمانی که می‌تواند ضربه‌ای به آن‌ها وارد کند دور نگه داشته شوند. دیوارپوش‌ها باید در محل خشک نگه داشته شوند و ضروری است بیش از ۶ بسته روی هم قرار نگیرند.

1. Laminated Foil
2. Lacquer-Coating

۱۱-۳-۱-۳- اصول و مراحل نصب دیوارپوش

اجرای دیوارپوش به دو روش نصب مستقیم و با نصب زیرسازی فلزی مطابق با الزامات زیر مجاز است.

۱۱-۳-۱-۳-۱- روش نصب مستقیم

در این روش پانل‌ها باید در اندازه مورد نظـر برش خـورده و به وسیله بست به فاصله‌هـای ۴۵ تا ۵۰ سانتی‌متر بر روی دیـوار نصب گردند. در دیوارهای مسطح نظیر دیوارهای گچی که نیاز به زیرسازی ندارند، این روش توصیه می‌شود.

۱۱-۳-۱-۳-۲- روش نصب دیوارپوش با زیر سازی فلزی

در این روش ابتدا باید سازه فلزی به دیوار متصل و تراز شده و سپس دیوار پوش بر روی سازه فلزی پیچ گردد. استفاده از یک لایه عایق در فاصله آزاد میان پانل ها و دیوار اصلی مجاز است. برای اطلاعات بیشتر در خصوص اصول و نحوه اجرای دیوارپوش و نماپوش PVC به استاندارد ASTM D 4756 مراجعه گردد.

۱۱-۳-۲- دیوار پوش چوبی

۱۱-۳-۲-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصه‌ها و ضوابط دیوارپوش‌های چوبی باید مطابق با ISIRI 21752 باشد. مشخصه‌ها و روش‌های آزمون مربوط بـه فـرآورده‌هـای صفحه چوبی، دیوارپوش و سقف‌پوش برای مصارف داخل و خارج ساختمان، در این استاندارد ذکر شده است. این استاندارد ارزیابی انطباق و الزامات نشانه‌گذاری، مربوط به فرآورده‌های چوبی را نیز شامل می‌شود.

۱۱-۳-۲-۲- نصب دیوارپوش چوبی

اگر دیواری که دیوارپوش بر روی آن نصب می‌شود صاف بوده و گچی باشد، نیاز به زیرسازی نمی‌باشد ولی اگر سطح زیرین با اندود سیمانی یا کاشی پوشیده شده باشد، حتما باید زیرسازی انجام شود.

پیش از نصب دیوارپوش چوبی و اجرای زیرسازی، لوله‌هاو کابل‌ها باید عبور داده شده باشند، سپس زیرسازی به صورت سطح تراز و یکنواخت اجرا شود. زیرسازی باید دارای استحکام کافی باشد. توصیه می‌شود شیار جانبی دیوارپوش‌های چوبی از جنس PVC باشد. روکش دیوارپوش باید سطحی یکدست داشته و به‌خوبی لبه‌های کام و زبانه دیوارپوش را در برگیرد.

۱۱-۳-۳- دیوارپوش نساجی

پوشش دیواری نساجی باید از استحکام مناسبی برخوردار باشد تا با توجه به دستورالعمل‌های ارائه شده توسط تولید کننده، با استفاده از چسب‌های پیشنهادی، نصب مطلوبی داشته باشد. برای اطمینان از عملکرد مطلوب پوشش‌های دیواری، پیمانکار باید دستورالعمل‌های ارائه شده توسط تولیدکنندگان را درمورد نصب، رعایت کند.

۱۱-۳-۳-۱- مشخصات فنی و استانداردها

ویژگی‌ها و روش‌های آزمون دیوارپوش‌های نساجی باید مطابق با ISIRI 20953 باشد. این استاندارد برای پوشش‌های دیواری نساجی تکمیل شده به شکل رول برای نصب روی دیوار و سقف با استفاده از چسب، کاربرد دارد. استاندارد مزبور برای کالاهای غیرقابل انعطاف[1]، یا کالاهایی که به وسیله چسب نصب نمی‌شود یا به‌طور کامل توسط چسب نصب نمی‌شود و پوشش‌های دیواری غیرتزئینی مانند آستری‌های دیوار، عایق‌های صدا و یا حرارت[2] و پوشش‌های دیواری وینیلی بر پایه کاغذ یا منسوج نبافته و پوشش‌های دیواری با سطح پلاستیکی کاربرد ندارد.

۱۱-۳-۴- کاشی‌کاری، سرامیک‌کاری و سنگ‌کاری دیوار

۱۱-۳-۴-۱- مشخصه‌های فنی و الزامات کاشی، سرامیک، موزاییک و سنگ طبیعی

مشخصه های فنی کاشی، سرامیک و سنگ طبیعی مصرفی باید بر اساس استانداردهای ملی مطابق با جدول ۱۱-۲۴ باشد.

جدول ۱۱-۲۴ مشخصه های فنی کاشی، سرامیک و سنگ طبیعی مصرفی

الزامات	روش آزمون
الزامات و روش‌های آزمون ورق سنگ‌ها (اسلب‌ها) و کاشی‌ها برای پوشش دیوارهای داخلی، هر دو روش نصب مکانیکی یا چسباندن با استفاده از مواد چسبنده یا ملات	ISIRI 17019
الزامات کاشی‌های سرامیکی	ISIRI 25
الزامات کاشی سرامیکی گروهی	ISIRI 4283
الزامات و ویژگی‌های کاشی‌های سرامیکی تزئیناتی برای استفاده در کف و دیوار	ISIRI 17010
الزامات و ویژگی‌های کاشی‌ها سرامیکی و موزاییکی آنتی باکتریال (خود تمیزشونده)	ISIRI 14499

همچنین بایستی توجه نمود که در هنگام نصب موزاییک با استفاده از یک شبکه یا مواد پشت‌بند سرهم شده، باید موارد ذیل رعایت شوند:

الف- مواد به کار رفته در شبکه و نیز چسب‌های آن‌ها، نباید بیش از ۲۵درصد از فضای هر قطعه موزاییک را اشغال کنند.

ب- مواد به کار رفته در شبکه پشت‌بند و چسب‌های آن‌ها باید با ملات یا بستر چسب سازگار بوده و نباید به هنگام کار خراب و سست شوند.

کاشی و سرامیک دارای خواص بهبود یافته با فناوری نانو مانند کاشی و سرامیک دارای تزیینات نانویی، کاشی و سرامیک لکه گریز، کاشی آنتی باکتریال با رعایت الزامات کلی سایر محصولات قابل استفاده هستند. این محصولات هر کدام ویژگی خاصی ارایه می‌دهند. در کاشی‌های آنتی باکتریال، سطوح کاشی مانع از رشد و تکثیر انواع باکتری‌ها شده و محیط تمیزتری ایجاد می‌کند.

1. Rigid materials
2. Thermal or acoustic insulation

۱۱-۳-۴-۲- نصب و اجرای کاشی، سرامیک و موزاییک

اگر اجرای کاشی نیازمند فراهم آوردن شرایط محیطی یا عملکردی خاصی باشد، ویا خنثی کردن اثرات زیان‌آور بالقوه درکار ضرورت داشته باشد، باید الزامات ISIRI 12495-4 رعایت شود. این استاندارد شامل شرایط خاص مانند استخرهای شنا، قسمت‌های مربوط به دوش و غیره می‌باشد. در طراحی و اجرای این نوع پوشش‌ها باید دستورالعمل‌های تولید کننده یا فروشنده، به دقت توسط پیمانکار مدنظر قرار گیرد.

پیش از آغاز اجرای موزاییک و کاشی، باید شرایط لازم برای تکمیل کارهای جانبی فراهم و فواصل زمانی کافی میان عملیات زیرسازی، دوغاب‌ریزی و پاکسازی در نظر گرفته شده باشد. یخزدگی می‌تواند در طول انجام نصب کاشی‌کاری، تاثیر مخربی داشته باشد. در صورت وجود شرایط یخزدگی باید عملیات اجرا و نصب متوقف شود.

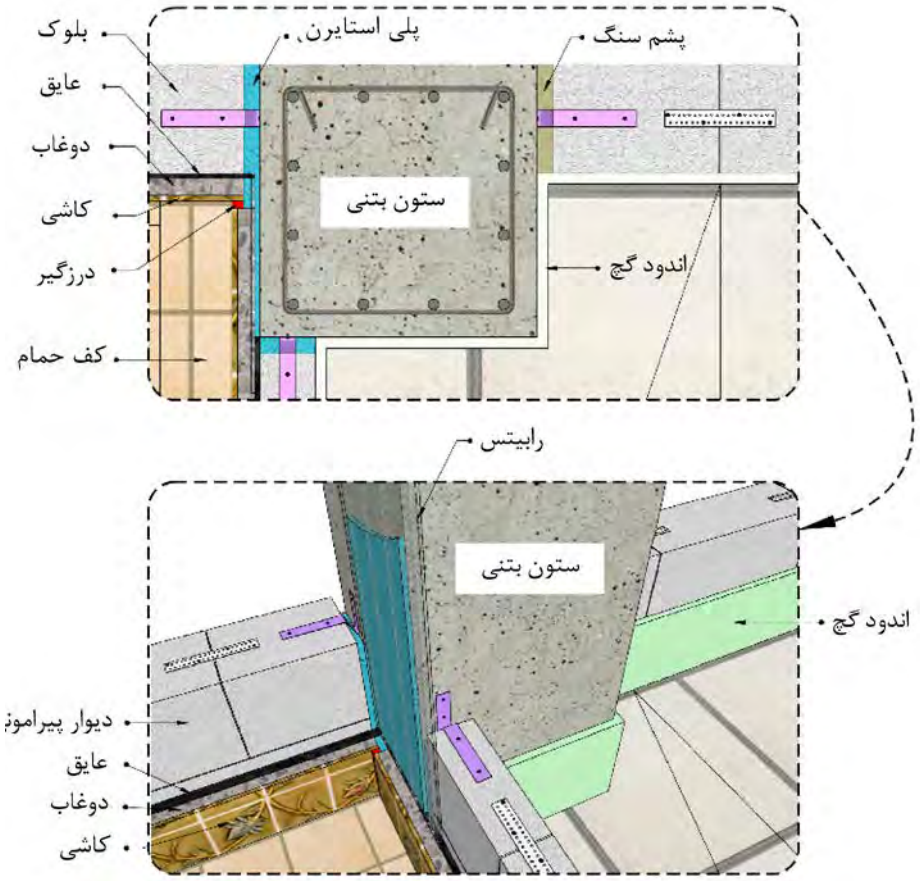
جزئیات نصب و نگهداری پوشش دیوار از جنس کاشی و سرامیک روی دیوارهای داخلی باید بر اساس ISIRI 12495-1 و روی دیوارهای خارجی با انواع مختلف زیرسازی بر اساس ISIRI 12495-2 انجام شود. شایان ذکر است جهت آگاهی از جزییات نصب سرامیک در نمای خارجی ساختمان باید به ضوابط فصل هشتم این ضابطه و نیز ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود.

اجرای کاشی‌کاری و سرامیک‌کاری دیوار و کف در مکان‌های با نیازمندی‌های عملکردی یا زیست محیطی خاص، باید بر اساس ISIRI 12495-4 انجام شود.

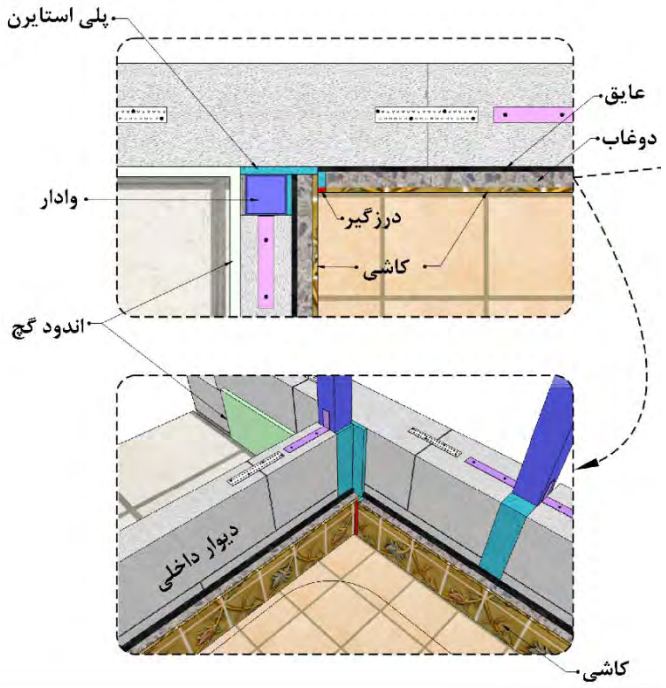
۱۱-۳-۴-۳- جزییات کاشی‌کاری در نواحی جداسازی شده بین ستون و دیوار یا دیوارهای عمود برهم

دیوارهای غیرسازه‌ای باید طبق جزییات ارائه شده در فصل ششم از قاب سازه‌ای جداسازی شوند. اجرای هشتگیر یا اتصال دیوارهای عمود برهم در دیوار غیرسازه ای مجاز نمی باشد و این دیوارها نیز باید از هم جدا شوند.

برای عدم درگیری دیوار و ستون نباید کاشی به ستون متصل شود و باید یک لایه نازک پلی‌استایرن یا پشم سنگ روی ستون اجرا و روی آن رابیتس قرار داده شده و سپس ملات و کاشی بر روی آن اجرا گردد. همچنین در کنج ها باید بین کاشی در دو جهت متعامد، فاصله گذاشته شود. این فاصله باید با استفاده از مواد درزگیر پر شود. توصیه می‌شود برای جداسازی مصالح تراکم‌پذیر توصیه می‌شود از پشم سنگ ضد رطوبت استفاده شود. جزییات این جداسازی‌ها در شکل‌های ۱۱-۳ و ۱۱-۴ نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۳- جزییات اجرای کاشی بر روی ناحیه جداسازی شده بین دیوار و ستون در سرویس‌ها و آشپزخانه‌ها



شکل ۱۱-۴- جزییات جداسازی سطوح کاشی در سرویس‌ها و آشپزخانه‌ها

۱۱-۳-۵- دیوارپوش سیمان الیافی

ورقه‌های صاف یا شکل‌داده شده سیمان الیافی و قطعات اتصال باید محتوی یک چسباننده معدنی نظیر سیمان یا سایر مواد پوزولانی بوده و با الیاف تقویت شده باشند. الیاف تقویت‌کننده باید غیرآزبستی بوده و به یکی از شکل‌های: الیاف کوتاه و جدا از هم پخش شده به‌صورت تصادفی در خمیره؛ نوارها یا لایه‌های بافته شده پیوسته؛ تور یا منسوج نبافته؛ باشند. استفاده از مواد افزودنی، پرکننده‌ها و رنگدانه‌های سازگار با ترکیب سیمانی مجاز است. استفاده از هرگونه پوشش از جمله رنگ و سایر تغییرات ظاهری در سطح که به خصوصیات ورقه‌ها آسیب نرساند، مجاز است. در صورت هوازدگی و آسیب ورقه‌ها، اگر میزان آسیب در حدی نباشد که از حداقل خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تعیین شده در استاندارد مربوط یا از عملکرد ورقه‌ها به‌عنوان مواد با دوام بکاهد، نیازی به تعویض ورق‌ها نمی‌باشد.

لبه ورقه‌ها باید صاف و تمیز باشند. ورقه‌ها ممکن است دارای لبه‌های فارسی‌بر بوده یا از قبل فارسی‌بر شده باشند و یا به منظور نصب، از قبل سوراخ شده باشند. قطعات اتصال باید دارای ظاهر و پرداخت نهایی منطبق با ورقه‌های مورد استفاده باشند.

۱۱-۳-۵-۱- مشخصات فنی و استانداردها

الزامات فنی، روش‌های کنترل، آزمون مناسب و شرایط پذیرش ورقه‌های شکل‌داده شده (موجدار) سیمان الیافی و قطعات اتصال آن‌ها باید مطابق با ISIRI 12276 باشد. استفاده از ورقه‌های شکل‌داده شده (موجدار) سیمان الیافی و قطعات اتصال آن‌ها در ساخت رویه‌های دیوار داخلی، مجاز است.

مشخصات فنی ورق‌های صاف سیمان الیافی با کاربری خارجی نظیر پوشش نماهای خارجی ساختمان، تیغه‌ها، زیر نماها، پوشش محل‌های آسیب دیده و همچنین ورق‌های با مصارف داخلی به‌عنوان پارتیشن، کف، سقف و مشابه باید مطابق با ISIRI 7515 باشد. این ورق‌ها ممکن است دارای سطحی صاف و طرحدار باشند.

ورق‌های صاف بر اساس نوع کاربری به دو رده تقسیم بندی می‌شوند که باید الزامات ذیل را برآورده کنند:

الف- ورق‌های مخصوص کاربری‌های خارجی و محل‌هایی که مستقیماً در معرض نور خورشید، برف و یا باران قرار دارند. این ورق‌ها به صورت روکش‌دار یا بدون روکش قابل عرضه می‌باشند. این نوع ورق‌ها باید با ویژگی‌های مورد نظر در آزمون‌های نوع ورق ارائه شده در بند ۶ از ISIRI 7515 مطابقت داشته باشند. تولیدکننده باید نوع و گروه ورق‌ها را در نشانه گذاری محصول ارائه نماید.

ب- ورق‌هایی که معمولاً برای مصارف داخلی و آن مصارف خارجی که در معرض نور مستقیم خورشید، باران و یا برف قرار ندارند، کاربـرد دارند. این ورق‌ها براساس مدول گسیختگی به بیش از پنج گروه طبقه‌بندی می‌شوند. کارخانه سازنده باید نوع و گروه این محصولات را در نشانه‌گذاری محصول ارائه نماید.

۱۱-۳-۵-۲- نصب تخته سیمانی

نصب تخته سیمانی باید مطابق الزامات فصل ششم این ضابطه صورت گیرد.

۱۱-۳-۵-۳- حمل و نقل و نگهداری

صفحه های سیمانی باید به صورت بسته بندی شده حمل شوند. در زمان جابه‌جا کردن و تخلیه آن ها باید دقت شود که نیروهای موضعی موجب شکستن قطعات نشوند. نگه داری صفحه ها نیز باید حتی الامکان در حالت افقی انجام شود و از تکیه دادن آن به دیوار خودداری شود.

صفحه‌ها سیمانی باید در محلی مسقف و محفوظ از رطوبت و تابش مستقیم آفتاب نگه‌داری شوند. باید تمهیدات لازم برای ایجاد جریان هوا و جلوگیری از افزایش بی‌رویه رطوبت در داخل و اطراف بسته‌ها در نظر گرفته شود.

جابه‌جایی صفحه‌ها باید با احتیاط انجام شود تا از کشیده شدن صفحه‌ها روی صفحه‌های زیرین و یا بلند کردن از یک سوی آنها جلوگیری شود. از طرف دیگر، صفحه‌ها باید به صورت قائم حمل شوند تا تغییرشکل‌های ایجادشده باعث ایجاد خرابی ظاهری و تغییرشکل دائمی در آنها نشود.

۱۱-۳-۶- دیوارپوش گچی

در صورتی‌که صفحات گچی با استفاده از الیاف پخش‌شده مسلح شده باشند، باید بر روی آن از مشخصه GF و اگر با شبکه الیاف مسلح شده باشند، بر روی آن از مشخصه GM استفاده شود.

۱۱-۳-۶-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصات فنی دیوارپوش‌های گچی مورد استفاده باید مطابق با استانداردهای ارائه شده در جدول ۱۱-۲۵ باشد.

جدول ۱۱-۲۵- مشخصه های فنی دیوارپوش‌های گچی

الزامات	روش آزمون
مشخصات و عملکرد صفحات روکش دار گچی مسلح شده به شبکه الیاف	ISIRI 14478-1
مشخصات و عملکرد صفحات گچی مسلح شده با الیاف پخش شده	ISIRI 14478-2
مشخصات و عملکرد صفحات روکش دار گچی بدون الیاف	ISIRI 14818-1
ویژگی‌ها و الزامات الزامات اندود گچ	ISIRI 12015-1

۱۱-۳-۶-۲- نصب دیوارپوش تخته گچی

استفاده از تخته‌گچی در محیط‌هایی که مستقیما در تماس با آب یا رطوبت قرار دارند، مجاز نمی‌باشد. انتهاهای قائم تخته گچی باید بر روی قاب فولادی سرد نوردشده نگهدارنده آن بنشیند. پیچ کردن ضلع‌های قائم تخته‌گچی به قاب سرد نوردشده با پیچ خودکار سرتخت کافی است و نیازی به اجرای تسمه فلزی در پشت اضلاع افقی و اتصال تخته گچی به آنها

نمی‌باشد. دیوار پشتیبان تخته‌گچی می تواند دیوار مصالح بنایی یا بتنی طبق ضوابط فصل ششم و یا دیوار سبک سرد نوردشده طبق ضوابط فصل هفتم ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه کشور باشد.

در قاب سرد نوردشده که تخته گچی بر روی آن نصب می‌شود باید توجه کرد که تیرک پانل سرد نوردشده نباید به سقف متصل شود. در این حالت استفاده از تیرک تغییرشکل دهنده (دو تیرک قرار گرفته در درون هم که به‌صورت کشویی امکان جابه‌جایی دارند و تیرک بالا به سقف و تیرک پایین به قاب سرد نوردشده متصل است مطابق با شکل ۱۱-۵ مجاز است). جزییات بیشتر در ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه ارایه شده است.

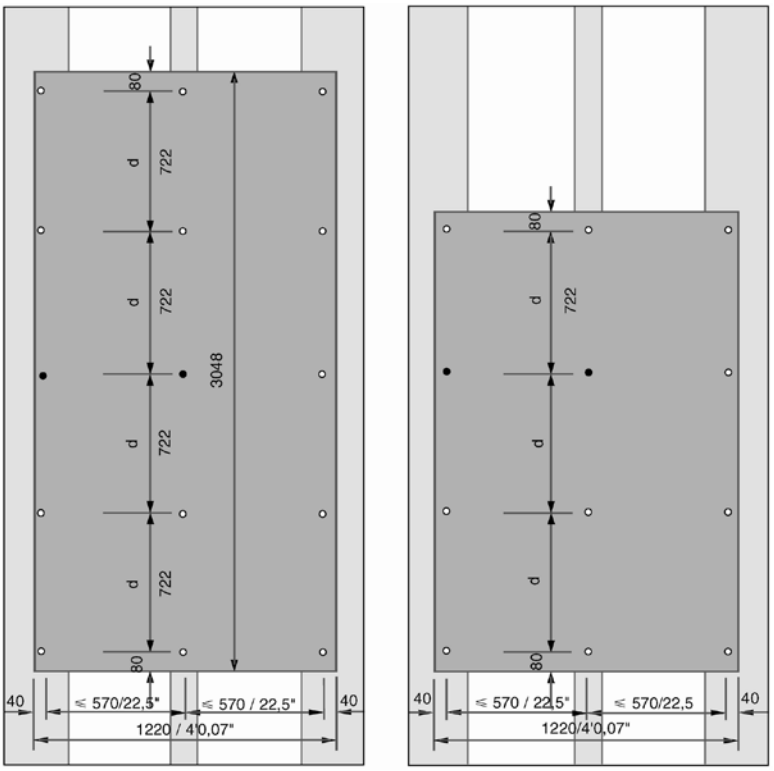
شکل ۱۱-۵- اجرای قاب سردنوردشده نگهدارنده تخته گچی با دو تیرک به صورت کشویی

دیوار سبک سرد نوردشده پشتیبان باید دارای پوشش گالوانیزه از جنس روی به ضخامت تعیین شده در ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه کشور باشند (پوشش Z180). عایق حرارتی مورد استفاده در پشت تخته‌گچی باید غیرآب‌دوست باشد. تخته‌گچی باید به‌صورت بسته‌بندی‌شده حمل‌شود. در زمان جابه‌جایی و تخلیه، باید دقت شود تا نیروهای موضعی باعث شکستن قطعات نشوند. جابه‌جایی تخته‌ها باید با احتیاط انجام شود تا از کشیده‌شدن تخته‌ها روی صفحات زیرین و یا بلند کردن از یک‌سوی آنها جلوگیری شود.

نصب تخته گچی روی قاب سبک سرد نوردشده باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که عایق حرارتی بتواند بین قطعات قاب سبک سرد نوردشده نصب شود. برای اجرای قاب فلزی سرد نورد باید از پروفیل‌های اکسترود شده آلومینیومی، یا پروفیل‌های C و U گالوانیزه سرد نوردشده، استفاده کرد. این قطعات باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که امکان تنظیم را در شرایطی که دیوار دارای اعوجاج و ناترازی است، دارا باشند.

نصب عایق‌حرارتی در زیر کار تخته‌گچی و در سمت داخل دیوارهای خارجی، با استفاده انواع پشم‌های معدنی و یا پلی‌استایرن منبسط شده مجاز است. در این حالت نصب عایق‌های حرارتی به‌صورت تودلی بین اِستادهای دیوارها صورت می‌گیرد. نصب تخته‌گچی بر روی استاد فلزی باید با استفاده از پیچ خودکار سر تخت صورت گیرد. در این حالت دو ضلع عمودی هر تخته‌گچی باید بر روی استاد قرار گرفته و دو ضلع افقی آن در فضای بین دو استاد قرار گیرند (برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۱-۶ مراجعه شود). در حالت اتصال پنهان که در آن تخته‌گچی به کمک پیچ‌های خودکار سرتخت بر روی

قاب سبک سرد نورد نصب می‌شوند، روی پیچ باید با ملات مخصوص پوشانده شود. در تمامی موارد، فاصله اتصالات باید براساس ضابطه شماره ۶۱۲ سازمان برنامه و بودجه محاسبه گردد.



شکل ۱۱-۶- نمونه جانمایی و تعیین محل‌های نصب تخته گچی بر روی قاب سردنورد

۱۱-۳-۷- دیوارپوش‌های رولی (کاغذ دیواری)

۱۱-۳-۷-۱- مشخصات فنی و استانداردها

ویژگی‌ها و مشخصات فنی پوشش‌های رولی برای قراردادن روی دیوار داخلی، پارتیشن و سقف باید مطابق با استاندارد EN 15102 باشد. کاربرد اصلی این پوشش‌ها تزئیناتی است.

ویژگی‌ها و مشخصات فنی پوشش‌های رولی تزئینی وینیلی و پلاستیکی باید مطابق با ISIRI 16266 و یا EN 233 باشد. این استانداردها برای پوشش‌های دیواری وینیلی بر پایه کاغذ یا منسوج نبافته به‌صورت رول (تـوپ) کـاربرد دارند. هم‌چنین این استانداردها در پوشش‌های دیواری تکمیل شده خودچسب و یا آن‌هایی که به وسیله چسب بـر روی دیـــوار و سقف نصب می شوند، کاربرد دارند. واژه‌ها و نمادهای پوشش‌های رولی در ISIRI 20282 یا EN 235 آورده شده است. ویژگی‌ها و مشخصات فنی پوشش‌های رولی برای استفاده در مناطقی با رفت‌وآمد زیاد و یا مناطق تجاری باید مطابق با استاندارد EN 259-1 باشد.

۱۱-۳-۷-۲- نصب کاغذ دیواری

برای نصب کاغذ دیواری ابتدا باید زیرسازی انجام شود. برای زیرسازی باید ترک‌ها، گچ های کنده شده، جای میخ روی دیوار یا هر ایراد دیگر با بتونه پر شده و سطح دیوار کاملا یکدست و تمیز باشد. تا خشک شدن کامل بتونه یا آستر نباید کار نصب کاغذ دیواری انجام شود.

کاغذ دیواری قدیمی باید پیش از نصب کاغذ دیواری جدید از سطح دیوارکننده شده و سپس زیرسازی انجام شده و کاغذ دیواری جدید نصب شود. برای نصب باید فاصله سقف تا کف اندازه گرفته شده و کاغذ دیواری ۵ تا ۱۰ سانتی متر بیشتر از این فاصله برش زده شود. پس از چسباندن کاغذ دیواری، باید با وسیله مناسب مانند کاردک از بالا به پایین و به آرامی هرگونه حباب ایجاد شده در زیر کار صاف شده و حباب‌ها خارج گردند. در نهایت اضافات چسب که از درزها بیرون آمده باید با یک اسفنج تمیز پاک شوند.

۱۱-۳-۷-۳- بسته‌بندی

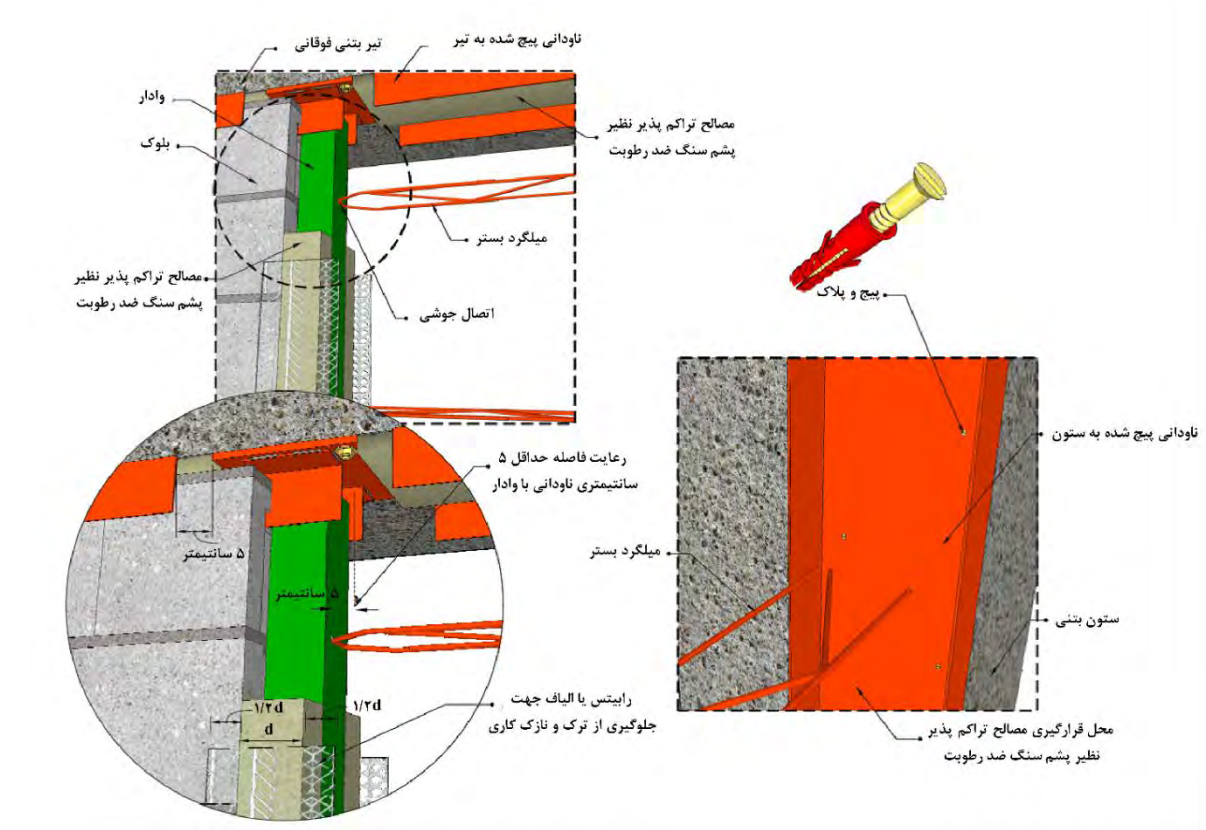
هر رول پوشش دیواری تکمیل شده باید در لفاف بسته‌بندی شده و سپس به تعداد مناسب در کارتن به‌نحوی قرارداده شود که در مراحل حمل و نقل و نگهداری آسیب نبیند.

۱۱-۳-۸- اندودکاری گچی

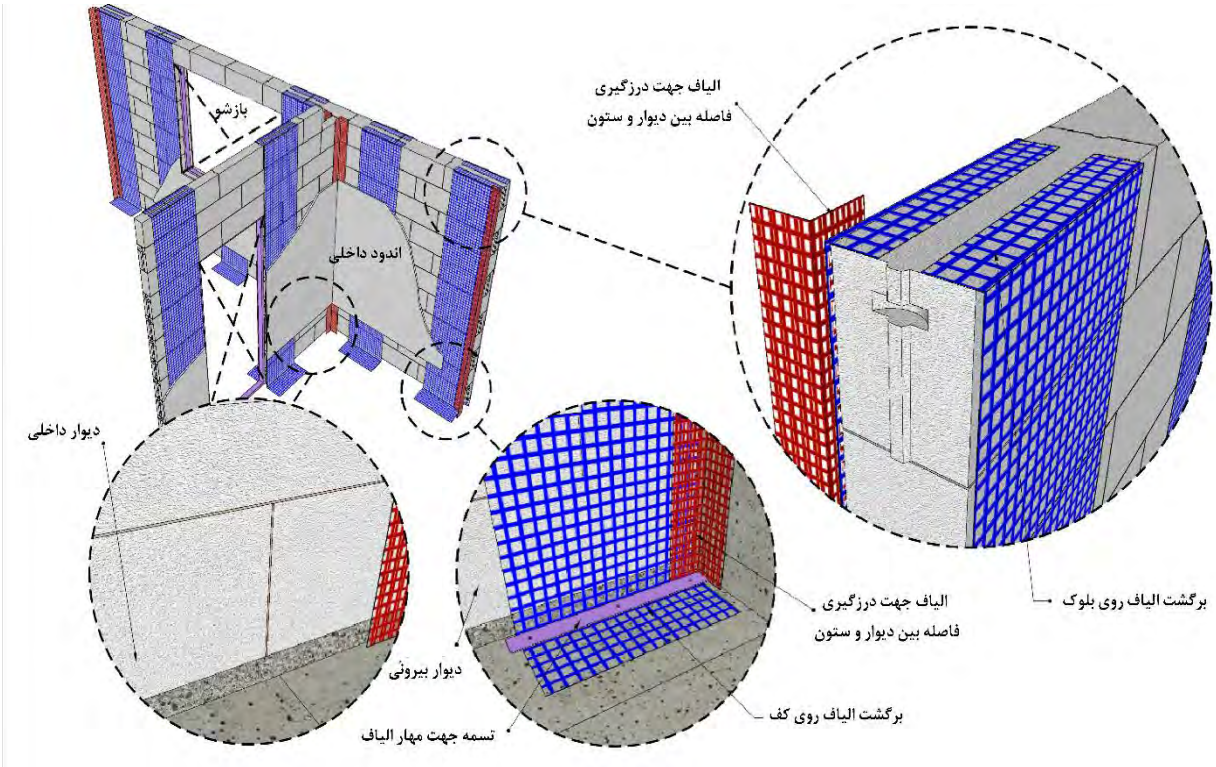
الزامات و ویژگی‌های گچ‌های مورد استفاده برای اندودکاری باید مطابق با ISIRI 12015-1 باشد.

استفاده از اندود گچی در فضاهای داخلی در تماس مستقیم با آب یا رطوبت مجاز نمی‌باشد. در دیوارهای جداسازی شده از قاب طبق جزییات فصل ششم، در کناره ها و بالای دیوار که فاصله بین دیوار و قاب یا وال‌پست با پشم سنگ ضدرطوبت یا پلی‌استایرن پر شده، باید یک لایه رابیتس یا مش الیاف به عرض ۱۰ سانتی‌متر کار گذاشته شود و سپس روی آن اندود گچی شود. اندود گچی هنگامی که بر روی رابیتس یا مش الیاف اجرا می شود باید حداقل در سه لایه اجرا شود. در سایر حالات اندود گچی را می‌توان در دو لایه اجرا نمود.

پوشش گچی نباید در هیچ حالتی مستقیما بر روی تخته‌های عایق اجرا شود و باید حتما بر روی عایق، از رابیتس یا مش الیاف استفاده و سپس اندود اجرا شود. در سازه‌ها و وال‌پست‌های فولادی باید حتما بر روی عضو فولادی یک لایه عایق اجرا شده و بر روی آن رابیتس یا مش الیاف زده شود و سپس اندود گچی اجرا شود. جزئیات در شکل ۱۱-۷ آورده شده است.

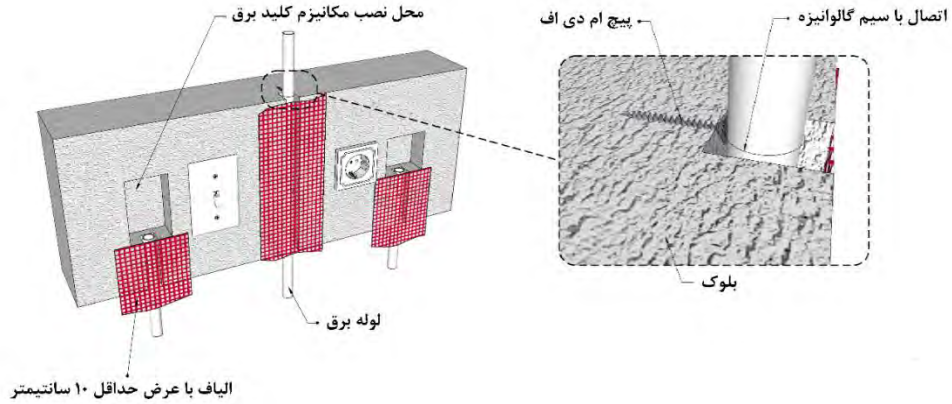


شکل ۱۱-۷- اجرای عایق پشم سنگ و مش الیاف یا رابیتس بر روی وادار

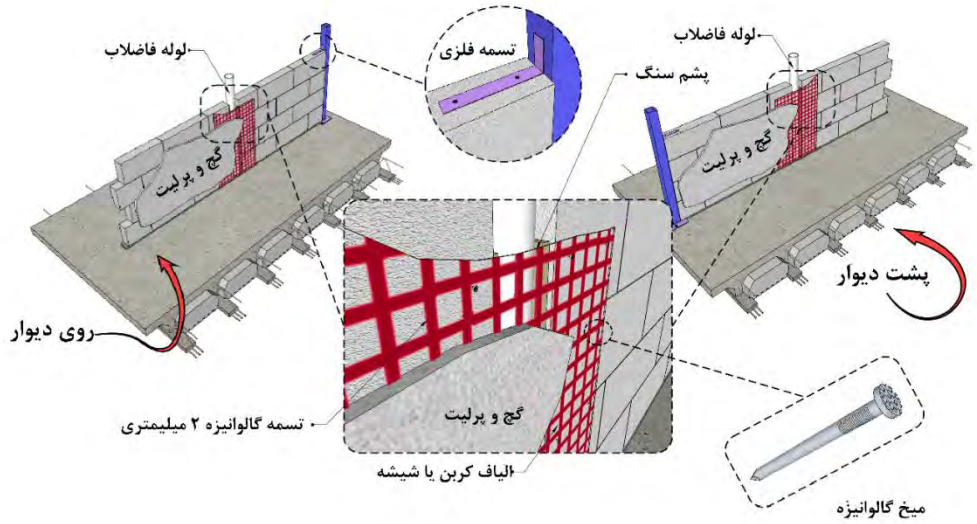


شکل ۱۱-۸- نحوه اجرای مش الیاف یا رابیتس در کنج دیوار در دیوار مسلح شده با مش الیاف جهت حفظ پایداری آن

در صورتی که نیاز باشد برای عبور کانال‌های برقی یا تاسیساتی و یا لوله‌های تاسیساتی شکافی در دیوار ایجاد شود. جهت جلوگیری از ایجاد ترک در اندود گچ، باید روی شکاف پیش از اجرای اندود گچی با یک لایه رابیتس یا مش الیاف پوشانده و سپس اندود گچی بر روی آن اجرا شود. در صورتی‌که دیوارهای داخلی به‌صورت کامل توسط لوله‌های تاسیساتی قطع شوند، پیوستگی دو سمت دیوار باید به نحو مناسبی تامین و بر روی آن رابیتس اجرا شود تا از ترک خوردگی اندود جلوگیری شود. در صورتی‌که لوله تاسیساتی در معرض تغییرات شدید دمایی باشد باید پیش از اجرای رابیتس بر روی لوله، یک لایه عایق اجرا شود. یک راهکار دیگر استفاده از مش الیاف در دو سمت دیوار به منظور تامین پایداری دیوار و جلوگیری از ترک خوردن اندود گچی می باشد. در این حالت مش الیاف باید از هر سمت شکاف به میزان حداقل ۱۰ سانتی متر ادامه داده شود برای جزئیات بیشتر به شکل‌های ۱۱-۹ و ۱۱-۱۰ و ۱۱-۱۱ مراجعه شود.



شکل ۱۱-۹- اجرای رابیتس یا مش الیاف بر روی شکاف های ایجاد شده در دیوار پیش از اجرای پوشش گچی جهت جلوگیری از ترک خوردگی اندود



شکل ۱۱-۱۰- اجرای مش الیاف بر روی شکاف سرتاسری ایجاد شده در دیوار به‌وسیله لوله های تاسیساتی جهت تامین پایداری دیوار و جلوگیری از ترک خوردن اندود گچی

۱۱-۳-۹- اندودکاری سیمانی

ویژگی‌ها و الزامات اندودکاری سیمانی دیوار داخل و خارج ساختمان باید مطابق با ISIRI 706-1 باشد.

استفاده از اندود سیمانی برای فضاهای داخلی که در تماس مستقیم با آب یا رطوبت قرار دارد، مجاز نمی‌باشد. در دیوارهای جداسازی شده از قاب طبق جزییات فصل ششم باید در کناره‌ها و بالای دیوار که فاصله بین دیوار و قاب یا وال پست با پشم سنگ ضدرطوبت یا پلی‌استایرن پر شده، یک لایه رابیتس یا مش الیاف به عرض ۱۰ سانتی متر کار گذاشته و سپس بر روی آن اندود سیمانی شود. در سازه‌ها و وال‌پست‌های فولادی باید حتما بر روی عضو فولادی یک لایه عایق اجرا شده و بر روی آن رابیتس یا مش الیاف اجرا و سپس اندود سیمانی کشیده شود. وجود مصالح بنایی در لایه زیرین مادهٔ مناسبی برای پوشش سیمانی به‌شمار می‌رود چون از صلبیت کافی برخوردار است. همچنین زبری و خلل و فرج مصالح بنایی سبب اتصال خوب پوشش سیمانی می‌شود.

نمای سیمانی اجرایی بر روی دیوار بنایی باید متشکل از دو لایه (یک لایه پایه برای صاف نمودن هر گونه حفره بر روی سطح دیوار و یک لایه نهایی) به ضخامت کلی ۱۶ تا ۱۹ میلی‌متر باشد.

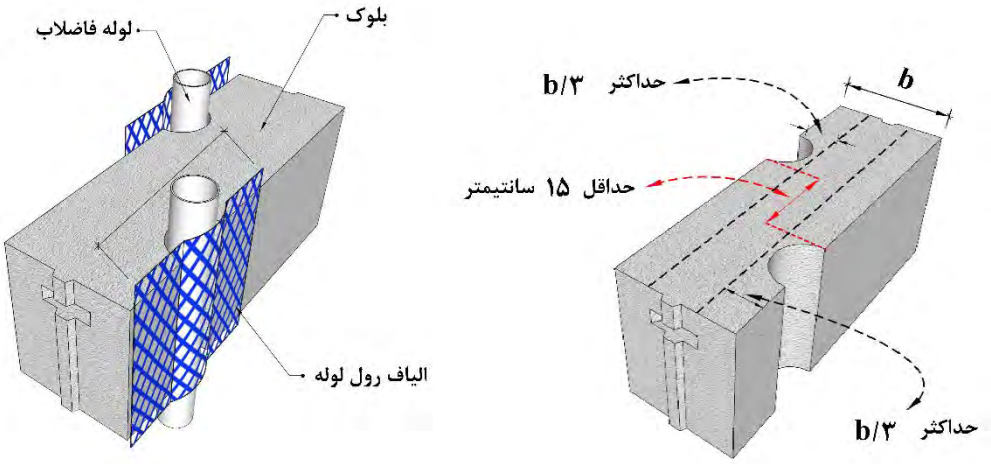
به منظور حفظ زبری طبیعی مصالح بنایی، درزهای ملات در دیوار بنایی ابزار زده نمی‌شود. سطح بنایی باید تمیز و عاری از نقص‌هایی باشد تا اتصال بین پوشش سیمانی و مصالح بنایی را با اختلال همراه نسازد.

با توجه به آنکه مصالح بنایی متخلخل می‌باشند، ممکن است آب را از مخلوط جذب نموده و آب کافی در پوشش سیمانی باقی نماند، بنابراین، سطح بنایی باید قبل از اجرای لایه پایه مرطوب شود.

در صورت اجرای پوشش سیمانی بر روی دیوار بتنی، با توجه به اینکه دیوار بتنی به اندازه دیوار بنایی زبر و جاذب آب نیست، توصیه می‌شود سطح آن اندکی خراش داده شود و یک لایه دوغاب بر روی آن اجرا شود. ضخامت کلی نمای سیمانی برروی دیوار بتنی باید نزدیک به ضخامت آن بر روی دیوار بنایی باشد. پوشش سیمانی هنگامی که بر روی رابیتس یا مش الیاف اجرا می شود باید حداقل در سه لایه اجرا شود. در سایر حالات پوشش سیمانی را می توان در دو لایه اجرا نمود. پوشش سیمانی نباید در هیچ حالتی مستقیما بر روی تخته‌های عایق اجرا شود و باید حتما از رابیتس یا مش الیاف روی عایق استفاده شود. پوشش سیمانی نباید مستقیما روی تخته های گچی یا در تماس با پوشش گچی اجرا شود. اجزای تشکیل‌دهنده لایه اول پوشش سیمانی، سیمان پرتلند، آهک، ماسه و آب می‌باشد.

توصیه می‌شود، سیمان پرتلند و آهک برای لایه پایه به صورت مخلوط خشک بسته بندی استفاده شود. محتویات کیسه‌ها در سایت با اضافه کردن ماسه و آب و با استفاده از یک مخلوط‌کن، مخلوط می‌شوند.

در لایه نهایی نیازی به اضافه کردن ماسه وجود ندارد. بنابراین برای مصرف لایه پایانی فقط باید آب به مخلوط اضافه شود. برای لایه نهایی استفاده از پلیمری اکریلیک توصیه می‌شود، نمونه‌ای از اجرای اندود سیمان در شکل شماره ۱۱-۱۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱۱-۱۱- نمونه اجرای رابیتس یا مش الیاف بر روی کانال‌ها و لوله های تاسیساتی جهت جلوگیری از ترک خوردن پوشش سیمانی

در پوشش سیمانی با سنگدانه نمایان، لایه دومی که اجرا می شود باید دارای سنگدانه‌هایی از جنس خرده‌های مرمر یا سنگدانه‌های درشت مشابه با سختی متوسط تا زیاد باشد و لایه دوم به ضخامت ۱۲ میلی‌متر با این سنگدانه‌ها به صورت نمایان روی پوشش سیمانی پاشیده می شود.

۱۱-۳-۱۰- سایر دیوار پوش‌ها

۱۱-۳-۱۰-۱- دیوار پوش چوب پنبه‌ای

مشخصات دیوارپوش چوب پنبه‌ای باید مطابق با ISIRI 20246 باشد. در این استاندارد، ویژگی‌های پوشش‌های دیواری چوب‌پنبه‌ای به صورت رول، مورد استفاده در داخل ساختمان آورده شده است.

۱۱-۳-۱۰-۲- دیوارپوش چرمی

در نصب دیوار پوش چرمی به صورت پانلی برخلاف دیوار پوش رولی، پانل ها باید به دیوار پیچ شوند.

۱۱-۳-۱۰-۳- دیوار پوش آلومینیومی

دیوارپوش آلومینیومی باید از قطعات کوچک با ضخامت ۴ میلی‌متر تشکیل شود. این قطعات باید در یک‌طرف دارای چسب باشند و با استفاده از آن بدون نیاز به تجهیزات خاصی روی دیوار نصب شوند.

۱۱-۳-۱۰-۴- دیوار پوش فومی

دیوارپوش فومی در دو نوع رولی و پازلی کاربرد دارد. دیوارپوش رولی باید به‌صورت رول‌هایی با ضخامت و ارتفاع معین با استفاده از چسب به دیوار نصب شوند. دیوار پوش پازلی باید به‌صورت قطعات پازل با ابعاد یک مترمربع و ضخامت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر استفاده شوند و در کنار هم قرار گرفته و با چسب به دیوار متصل شوند.

۱۱-۳-۱۰-۵- دیوار پوش کامپوزیت چوب پلاستیک

ویژگی‌های پروفیل‌ها و صفحات دیوارپوش متشکل از کامپوزیت چوب پلاستیک یا کامپوزیت‌های الیافی باید مطابق با ISIRI 19905-5 باشد. در این استاندارد ویژگی‌های پروفیل‌ها و صفحه‌های دیوارپوش ساخته شده از مواد سلولزی و پلاستیک‌های گرمانرم، کامپوزیت‌های چوب پلاستیک[1] و کامپوزیت‌های الیاف طبیعی[2] ذکر شده است. این استاندارد برای پروفیل‌های تولید شده با سایر روش‌های فرآوری پلاستیک‌ها مانند قالب‌گیری تزریقی[3] نیز کاربرد دارد.

نصب این دیوارپوش باید با استفاده از استادهای آلومینیومی یا استادهای فولاد گالوانیزه سردنوردشده با فواصل ۴۰۰ میلی‌متر انجام شود. این استادها باید با استفاده از نبشی به دیوار غیرسازه‌ای یا قاب سازه‌ای متصل گردند. اتصال استاد به تیر طبقه یا دال باید به صورت لوبیایی باشد. استفاده از تیرک‌های فلزی افقی برای نصب مجاز می‌باشد. در این حالت، اتصال تیرک به دیوار پشت یا ستون‌ها باید با استفاده از نبشی؛ و اتصال نبشی به ستون با سوراخ لوبیایی برای تامین آزادی جابه‌جایی درون صفحه‌ای باشد. اتصال چوب پلاست به استاد یا تیرک باید با استفاده از پیچ و کام و زبانه باشد و در این روش، باید قطعه بالایی (بعدی) روی پیچ‌های اتصال قطعه پایینی (قبلی) را بپوشاند.

1. Wood-polymer composites (WPC)
2. Natural fiber composites (NFC)
3. Injection moulding

۱۱-۴- پوشش‌های زینتی و حفاظتی

۱۱-۴-۱- رنگ‌ها

به صورت عمومی، رنگ‌ها پوشش‌هایی هستند که از چهار جزء رزین ، پیگمنت، حلال و افزودنی ساخته شده‌اند.

در این بخش ارائه ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ‌های ساختمانی، شامل رنگ‌های آب‌پایه پلاستیک و اکریلیک و رنگ‌های حلال‌پایه آلکیدی (روغنی) بیان می‌شود. اجرای پوشش‌های آب‌پایه بر روی سطوح گچی، سیمانی و آجری هچنان که اجرای رنگ‌های اکریلیک بر روی سطوح بتنی مجاز است. اجرای رنگ‌های روغنی روی سطوح فلزی، چوبی، سیمانی، آجری و سایر سطوح مشابه نیز مجاز می‌باشند.

استفاده از رنگ‌های ساختمانی (تزئینی) هم در داخل و هم در خارج ساختمان مجاز است. برای کاربری داخل ساختمان استفاده از رنگ‌های اکریلیک و پلاستیک و روغنی مجاز است. رنگ‌های اکریلیک در مقابل رنگ‌های پلاستیک از مقاومت شست و شوی بهتر و ثبات و دوام بیشتری برخوردار هستند. بدین منظور توصیه می‌شود از رنگ‌های اکریلیک برای دیوارها و از رنگ‌های پلاستیک برای سقف ساختمان‌ها استفاده شود. در مورد نمای ساختمان‌ها که در معرض شرایط محیطی و جوی مانند باران و برف، اشعه فرابنفش خورشید (UV) و آلودگی‌ها هستند، توصیه می‌شود از رنگ‌های نمای اکریلیک آب پایه استفاده شود. رزین اکریلیک مورد استفاده در این نوع رنگ‌ها از مقاومت رطوبتی و جوی خوبی برخوردار است.

در حوزه رنگ‌ها و پوشش‌های توسعه یافته با فناوری نانو می‌توان از رنگ ضد امواج الکترومغناطیسی قابل کاربرد در اتاق کودک یا فضاهایی مانند مراکز داده، بیمارستان‌ها، نیروگاه‌های برق، سایت‌های نظامی، سایت‌های پتروشیمی، رنگ اکریلیک آنتی باکتریال برای جلوگیری از رشد و تکثیر انواع باکتری ها و عوامل بیماری زا در سطوح مختلف ساختمان، رنگ خودتمیزشونده برای ماندگاری و براقیت بیشتر رنگ در داخل و خارج سازه نام برد. همچنین رنگ تزیینی تَرَک دارای ظاهری ترک دار بصورت نامنظم است و برای استفاده تزیینی در پتینه کاری یا کناف کاری کاربرد دارد.

۱۱-۴-۱-۱- مشخصات فنی و استانداردها

پارامترهای زیادی در کیفیت یک رنگ نقش دارند که در جدول ۱۱-۲۶ به آن‌ها اشاره شده است. مطابق این جدول هر کدام از پارامترهای رنگ بایستی منطبق با استانداردهای ملی و بین‌المللی اشاره شده باشند.

در مورد ارزیابی رنگ‌های پلاستیک و نیم‌پلاستیک، باید از استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۹ استفاده شود.

در خصوص رنگ‌های اکریلیک پایه آب ضوابط و الزامات و روش‌های آزمون، در کتاب تعیین مشخصه‌های کیفی و نحوه ارزیابی رنگ‌ها و پوشش‌های اکریلیک پایه آب برای استفاده در داخل و خارج ساختمان مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی به شماره نشر گ-۸۴۰ آورده شده است.

پوشش‌های حفاظتی اکریلیک آب‌پایه برای بام باید مطابق استاندارد ملی به شماره ۱۶۹۵۱ باشد.

رنگ‌های روغنی (آلکیدی) براق باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۰ و رنگ‌های نیمه براق روغنی (آلکیدی) باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۷۵ باشد.

جدول ۱۱-۲۶- مطابقت مشخصات فنی رنگ با استانداردهای ملی و بین المللی

الزامات	روش آزمون منطبق
ویسکوزیته (گرانروی) رنگ	ASTM D1200 و ISO 2431 و ASTM D562
دانسیته رنگ	ASTM D1475، ISO 2811 و DIN 53217 و ISIRI 6454
براقیت	ISO 7668، ASTM D523، EN ISO 2813 DIN 67 530 و ISIRI 6455
ضخامت فیلم تر[1]	ASTM D 4414
اسیدی یا بازی بودن (pH)	ASTM E 70-07 و ISIRI5848
بازتابش و قدرت پوشش دهی	ASTM D2805 و ISO2814 و ISIRI 289
نرمی ذرات (دانه بندی)	ASTM D185 و ISIRI6460
چسبندگی	ASTM D 3359 و ISO 2409
درصد وزنی مواد آلی فرار (V.O.C)	ASTM D 2369 و ISIRI5907
درصد حجمی مواد آلی فرار	ISIRI 7506 و ASTM D 2697
درصد وزنی جامدات	ASTM D 1644
درصد حجمی جامدات	ASTM D 2697
قابلیت انحنا (خمش)	ASTM D 522 و ISIRI5908
مقاومت در برابر شست و شو	ASTM D 4828
میزان ترک خوردگی رنگ‌های نما	ASTM D 661
میزان فرسودگی و خوردگی رنگ‌های نما	ASTM D 662
میزان ته‌نشینی رنگ	ASTM D 869
میزان پایداری رنگ در قوطی	ASTM D 1849
مقاومت رنگ‌های آب‌پایه در سیکل ذوب/انجماد و مقاومت حرارتی	ASTM D 2243, ISIRI289
ارزیابی مقاومت رنگ در برابر ساییدگی	ASTM D 2486
ارزیابی مقاومت به زردگرایی	ISIRI 1700
ارزیابی میزان گچی شدن در رنگ های نما	ASTM D 4214
قابلیت رنگ با قلم‌مو	ISIRI 1700 و ASTM D 5068
قابلیت رنگ با غلتک	ISIRI 1700 و ASTM D 5069
قابلیت کاربری رنگ با رنگپاش (پیستوله)	ISIRI 1700
حداقل دمای تشکیل فیلم برای رنگ‌های امولسیونی پایه آب	ISIRI 289 و ASTM D 3793
مقاومت در برابر نور UV و نور روز	ISIRI 5475
مقاومت در برابر آب سرد	ISIRI 5475
تعیین زمان خشک شدن	ISIRI 5475

1. Wet Film

۱۱-۴-۱-۲- حمل و نقل و نگهداری

در مورد رنگ‌های آب‌پایه مانند رنگ‌های آکریلیک و پلاستیک مطابق با ISIRI 289، پوشرنگ باید در ظروف تمیز و مقاوم به خوردگی نگهداری شود. همچنین ظرف باید به قدر کافی محکم و مقاوم و به منظور جلوگیری از نشت و آلودگی در حین حمل و نقل و انبارداری، آب بندی شده باشد. در مورد رنگ‌های روغنی مطابق با ISIRI 1700 و ISIRI 5475، ظروف بسته‌بندی باید در حین حمل و نقل از مقاومت لازم برخوردار بوده و درب آن به خوبی بسته شود و مانع از ریزش محتویات داخل آن شود. در ضمن ظرف باید قابلیت درب بندی مجدد را داشته باشد. همچنین در زمان انبارداری ظرف رنگ نباید دچار تورم شود.

مطابق ISIRI 289، پوشرنگ‌های آب‌پایه در شرایط استاندارد (دمای ۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد، دور از نور مستقیم خورشید، دور از یخ زدگی) به مدت حداقل ۱۲ ماه قابلیت نگهداری دارند. در مورد رنگ‌های روغنی (آلکیدی) مطابق با ISIRI 1700 و ISIRI 5475، در ساخت رنگ نباید از حلال‌های مسمومیت‌زا مانند بنزن، بنزین، متانول و یا حلال‌های کلردار استفاده شده باشد. در مورد زمان نگهداری رنگ‌های روغنی اعداد ذکر شده حداقل ۱۸ماه در شرایط استاندارد می‌باشد.

در مورد رنگ‌های آب‌پایه مانند رنگ‌های آکریلیک و پلاستیک مطابق با ISIRI 289، پوشرنگ باید در ظروف تمیز و مقاوم به خوردگی نگهداری شود. ظرف باید به‌قدر کافی محکم باشد تا در استفاده‌های معمول و نقل و انتقال و انبارش کاملا مقاوم بوده و برای جلوگیری از نشت و آلودگی در حین حمل و نقل و انبارداری آب‌بندی شده باشد. در مورد رنگ‌های روغنی مطابق با ISIRI 1700 و ISIRI 5475، ظروف بسته‌بندی باید در حین حمل و نقل از مقاومت لازم برخوردار بوده و درب آن به درستی بسته شود. در ضمن ظرف باید قابلیت درب بندی مجدد را داشته باشد. در زمان انبارداری، ظرف رنگ نباید دچار تورم شود و نباید محتویات ظرف با خود ظرف واکنش دهد.

۱۱-۴-۱-۳- الزامات اجرای رنگ‌ها

اصول و نحوه اجرای هر رنگ باید روی لیبل آن رنگ توضیح داده شده باشد. اما به طور کلی برای اجرای یک پوشش پس از انتخاب سیستم رنگ مناسب، باید سطح مورد نظر از هرگونه آلودگی، چربی، روغن، گریس و ... پاک شود. سپس پرایمر مناسب با سیستم رنگ، روی سطح مورد نظر اعمال شود. در این بین تمامی ترک‌ها و نقص‌ها باید توسط بتونه مناسب، تسطیح شود. در مرحله آخر رنگ موردنظر توسط قلم‌مو، غلتک یا دستگاه پاشش (رنگپاش) اجرا شود. زمان خشک شدن هر لایه و زمان اجرای لایه بعدی باید روی لیبل یا کاتالوگ محصول درج شده باشد. متناسب با ISIRI 289، 1700 ISIRI و ISIRI 5475، رنگ‌های آب‌پایه و روغنی (آلکیدی) باید قابلیت اجرا با قلم‌مو، غلتک و دستگاه پاشش (رنگپاش) را داشته باشند. باید توجه داشت که دمای اجرای رنگ باید حداقل ۳ درجه بیشتر از نقطه شبنم و بین ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد بوده و رطوبت محیط زیر ۸۰ درصد باشد.

بر روی بسته بندی رنگ‌ها باید الزامات ذیل درج شده باشد:

الف- نام و آدرس کامل تولید کننده

ب- نام یا علامت تجاری

پ- فام پوشرنگ

ت- براقیت پوشرنگ (مات، نیمه مات، نیمه براق یا براق)

پ- مشخصات نوبت تولید

ج- دستور مصرف

ح- تاریخ تولید و تاریخ انقضا

خ- حجم یا وزن خالص

د- نوع حلال رقیق‌کننده

ذ- شرایط انبارداری

ر- نکات ایمنی مصرف

۱۱-۴-۲- جلاها

۱۱-۴-۲-۱- مشخصات فنی و استانداردها

الزامات جلاهای براق آلکیدی در ISIRI 1554 بیان شده است. ویژگی‌هایی که برای جلا مطرح می‌شود، باید به شرح ذیل باشد:

مطابق با ISIRI 1554 بخش ۵-۲، قشر حاصل از اجرا باید فاقد حالت پوست پرتقالی، شره کردن، فرو رفتگی، چروکیدگی و حباب باشد.

مطابق با ISIRI 1554 بخش ۵-۳، پس از بازکردن درب قوطی، پوشش باید فاقد رویه باشد.

مطابق با ASTM D 2369 و ISIRI 5907 میزان مواد فرار موجود در جلا باید حداکثر ۵۰ باشد.

مطابق با ISO 6271 و ISIRI 6236-1 ، رنگ ظاهری جلا بر اساس گاردنر باید حداکثر ۱۲ باشد.

مطابق با ASTM D 562، ویسکوزیته (گرانروی) باید بین ۸۰ تا ۱۰۰ کربس باشد.

مطابق با ISO 1517، باید زمان خشک شدن سطحی حداکثر ۵ ساعت و مطابق با ASTM D 1640، زمان خشک شدن عمقی حداکثر ۲۴ ساعت باشد.

مطابق با ISO 1518 و ISIRI 1554 بخش ۵-۹، خراش به سطح زیر کار جلا نفوذ نکند.

مطابق با ASTM D 522, ISO 1519 و ISIRI 5908، ترک یا کاهش چسبندگی دیده نشود.

مطابق با ASTM D 523، ISO 7668، براقیت تحت زاویه ۲۰ درجه حداقل ۸۵ درصد باشد.

حدود قابل قبول ویژگی‌های جلای براق آلکیدی (روغن جلا) مطابق جدول ۱۱-۲۷ بیان می‌شود.

جدول ۱۱-۲۷- ویژگی‌ها و حدود قابل قبول جلای براق آلکیدی (روغن جلا)

ردیف	ویژگی	واحد	حدود قابل قبول
۱	مواد فرار موجود در جلا	درصد	حداکثر ۵۰
۲	رنگ ظاهری جلا	گاردنر	۱۲
۳	گرانروی (ویسکوزیته)	کربس	۸۰ - ۱۰۰
۴	زمان خشک شدن: الف: خشک شدن سطحی ب: خشک شدن کامل	ساعت	الف: حداکثر ۵ ب: حداکثر ۲۴
۵	براقیت جلا تحت زاویه ۲۰ درجه	درصد	۸۵
۶	زمان پوشش مجدد با قلم‌مو یا پیستوله	ساعت	حداقل ۱۶
۷	مقاومت به خراش تحت وزنه ۵۰۰ گرمی	-	خراش به زمینه جلا نفوذ نکند
۸	قابلیت خمش با مندرل ۴ میلی‌متری	-	ترک یا کاهش چسبندگی دیده نشود

۱۱-۴-۲-۲- حمل و نقل و نگهداری

مطابق ISIRI 1554، جلاهای براق آلکیدی باید در دمای ۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد، دور از نور مستقیم خورشید، دور از یخ زدگی به مدت ۱۲ ماه قابلیت نگهداری داشته باشند. جلا باید در ظروف تمیز و خشک بسته‌بندی گردد. ظروف بسته بندی باید به گونه‌ای باشد که در حین حمل و نقل از مقاومت لازم برخوردار بوده و درب آن به‌گونه‌ای بسته شود که مانع از ریزش محتویات داخل آن گردد. ظرف باید قابلیت درب بندی مجدد را داشته باشد. جنس ظرف باید از موادی باشد که با محتویات ظرف فعل و انفعال شیمیایی نداشته باشد.

عبارات زیر حتما باید روی برچسب محصولات رنگ وجود داشته باشد:

الف- نام و آدرس کامل تولید کننده

ب- نام یا علامت تجاری

پ- مشخصات نوبت تولید

ت- دستور مصرف

ث- تاریخ تولید و تاریخ انقضا

ج- حجم یا وزن خالص

چ- نوع حلال (تینر)

ح- شرایط انبارداری

خ- نکات ایمنی مصرف

۱۱-۴-۲-۳- اصول و نحوه اجرای جلا

برای اجرا ابتدا جلا باید به خوبی با تینر مخصوص (حلال نفتی Aw 402) مخلوط شود تا ترکیبی همگن به دست آید. قبل از اقدام به اجرای جلا، سطح مورد نظر بررسی گردد تا در صورت وجود سوراخ یا ترک، بتونه کاری و سنباده‌خوری

شود تا سطح کاملا یک‌دست آماده گردد. پس از طی این مراحل جلا را باید با قلم موی مناسب یا پیستوله روی سطح مورد نظر اجرا کرد. دمای مناسب برای اجرا باید بین ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد باشد. زمان خشک شدن سطحی و عمقی روغن جلا و زمان اجرای پوشش مجدد باید مطابق استاندارد ملی ۱۵۵۴ باشد (زمان خشک شدن سطحی حداکثر ۵ ساعت، زمان پوشش‌دهی مجدد حداکثر ۱۶ ساعت و زمان خشک شدن کامل حداکثر ۲۴ ساعت می‌باشد). دمای شرایط اجرایی باید ۳ درجه بیشتر از نقطه شبنم و رطوبت نسبی محیط زیر ۸۰ درصد باشد.

۱۱-۴-۳- لاک‌ها

با توجه به زمینه و کاربرد، لاک‌های متنوعی وجود دارند؛ دامنه کاربرد آنها نیز وسیع است. استفاده از لاک‌های اپوکسی برای سطوح بتنی، فلزی، سنگ، سرامیک و کفپوش اپوکسی و پلی یورتان؛ لاک‌های پلی‌یورتان برای سطوح چوبی، MDF، فلزی، بتنی و کفپوش‌ها؛ لاک‌های اکریلیک آب‌پایه برای سطوح بتنی، سیمانی، گچی و رنگ‌ها و پوشش‌های نما؛ لاک‌های نیتروسلولز برای همرنگی سطوح چوبی و چرم‌سازی مجاز می‌باشد.

۱۱-۴-۳-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصات فنی لاک های مورد استفاده باید مطابق استاندارد های ملی و بین المللی و بر اساس جدول ۱۱-۲۸ باشد.

در زمان استفاده از لاک‌ها باید به دستورالعمل تولیدکننده مراجعه شود. در مورد لاک‌های دو جزئی مانند اپوکسی و پلی یورتان، تولیدکننده باید نسبت حجمی یا وزنی اختلاط دو جزء، رقیق‌کننده مناسب، ضخامت مناسب اجرا، زمان کاربری[5]، زمان گیرایش اولیه، زمان گیرایش نهایی و زمان پخت کامل را ارایه دهد.

۱۱-۴-۳-۲- حمل و نقل و نگهداری

در مورد لاک‌ها به دلیل تنوع و کاربری زیاد، شرایط نگهداری هر محصول خاص باید توسط تولیدکننده روی برچسب و برگه مشخصات فنی محصول ذکر گردد. در کل مشخصاتی که توسط تولیدکننده باید ارائه شود به شرح زیر است:

الف- پایه مواد (اپوکسی، پلی‌یورتان، اکریلیک...)

ب- تک جزئی یا دو جزئی بودن (در صورت دو جزئی بودن نسبت وزنی یا حجمی اختلاطِ اجزا)

پ- ضخامت لازم برای کاربری مناسب

ت- دما و شرایط اجرایی لاک (دستورالعمل مصرف)

ث- حلال مناسب برای رقیق‌سازی (در صورت نیاز)

ج- شماره و تاریخ تولید

چ- حجم یا وزن خالص ظرف بسته‌بندی

ح- شرایط ایمنی

خ- مدت زمان انبارداری

جدول ۱۱-۲۸- مطابقت مشخصات فنی لاک ها با استانداردهای ملی و بین المللی

الزامات	روش آزمون
رزین اپوکسی	ISIRI 10469
رزین پلی‌استر غیر اشباع	ISIRI 18014
رزین اکریلیک امولسیونی	ISIRI 5845
تعیین براقیت لاک	ASTM D523 و ENISO 2813 و ISO 7668 و ISIRI 6455
آزمون زمان خشک شدن	ASTM D1640 و ISO 9117-3
ویسکوزیته	ASTM D 562 و ISIRI 6085
قابلیت انعطاف‌پذیری و خمش	ASTM D 522, ISO 17132 و ISIRI 5908
دانسیته	ASTM D1475، ISO 2811 و ISIRI 6454
مقاومت در برابر زردشدگی (Yellowing)	KS 2581 و ISIRI 1554- بخش ۵-۴
مقاومت در برابر رویه بستن	ASTM D 154 و ISIRI 1554- بخش ۵-۳
تعیین درصد مواد فرار	ISIRI 5907
آزمون چسبندگی	ASTM D 3359 و ISO 2409
ارزیابی مقاومت لاک در برابر سایش	ASTM D 2486
مقاومت در برابر مواد شیمیایی	KS 2581
مقاومت در برابر حرارت	KS 2581
قابلیت کاربری لاک با قلم‌مو و پیستوله	ASTM D 5068
قابلیت کاربری لاک با غلتک	ASTM D 5069
مقاومت در برابر خراش	SANS 279 و ISO 1518
مقاومت در برابر تغییرات دمایی و رطوبتی	ISO 3270
رنگ و شفافیت لاک بر اساس واحد گاردنر	ISO 6271-1 و ISIRI 6236-1
مقاومت در برابر تاول زدن[1]	ISO 4628-2
مقاومت در برابر ورقه‌ای و لایه لایه شدن[2]	ISO 4628-5
مقاومت در برابر ترک خوردگی[3]	ISO 4628-4
مقاومت در برابر گچی شدن[4]	ISO 4628-6
تعیین ضخامت لاک	ISO 2808: 2007

لاک‌ها باید در ظروف تمیز و خشک بسته‌بندی شود. ظروف بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که در حین حمل و نقل از مقاومت لازم برخوردار بوده و درب آن به گونه‌ای بسته شود که مانع از ریزش محتویات داخل آن شود. در ضمن ظرف باید قابلیت درب بندی مجدد را دارا باشد. جنس ظروف باید از موادی باشد که با محتویات ظرف فعل و انفعال شیمیایی ایجاد نکند. همچنین محیط انبارش باید مناسب، دور از نور مستقیم خورشید، دور از یخزدگی و در دمای ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

1. Blistering
2. Flaking
3. Cracking
4. Chalking
5. Gel-time

۱۱-۴-۳-۳- اصول و نحوه اجرا

از آنجایی که برای سطوح مختلف، لاک‌های متفاوت و متنوعی وجود دارد، لذا شرایط و ضوابط اجرایی هر لاک باید توسط تولیدکننده در دستورالعمل مربوط ذکر گردد. لاک‌های اپوکسی یا پلی‌یورتان، نسبت وزنی یا حجمی اختلاطِ دو جزء باید توسط تولیدکننده در دستورالعمل نحوه استفاده بیان شود. البته در کل برای اجرای پوشش‌های پلیمری اعم از لاک، جلا، رنگ و غیره ابتدا باید سطح زیرکار کاملا تمیز و عاری از هرگونه آلودگی، چربی، روغن، گریس و ... باشد. سپس در صورت نیاز از پرایمر مناسب برای آماده‌سازی زمینه و افزایش چسبندگی استفاده گردد. در نهایت لاک مورد نظر در شرایط دمایی و رطوبتی مناسب (دمای ۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ درجه بیشتر از نقطه شبنم، رطوبت زیر ۸۰ درصد) توسط غلتک، قلم‌مو یا رنگپاش اعمال شود.

۱۱-۴-۴- لعاب‌ها

۱۱-۴-۴-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصات فنی لاک های مورد استفاده باید مطابق استانداردهای ملی و بین المللی و بر اساس جدول ۱۱-۲۹ باشد.

جدول ۱۱-۲۹- مطابقت مشخصات فنی لعاب‌ها با استانداردهای ملی و بین المللی

الزامات	روش آزمون
تعیین مقاومت قطعات لعابی در برابر ضربه	ISIRI 6825 و ISO 28762
تعیین مقاومت سایشی قطعات لعابی	ISIRI 6826 و ASTM C 501
تعیین مقاومت شیمیایی قطعات لعابی در برابر اسید سیتریک جوشان	ISIRI 7423 و ISO 4532
تعیین کیفیت قطعات لعابی روی سطوح فولادی	ISO 28762: 2010
تعیین سختی لعاب (Mohs)	EN 15771
تعیین براقیت لعاب در زاویه ۶۰ درجه	ISO 2813
ارزیابی تفاوت رنگی لعاب	ISO 7724-3
بررسی چسبندگی لعاب	EN 10209: 1996
مقاومت به خراش	ISO 15695
تعیین ضخامت لعاب	ISO 2178
شرایط ظاهری لعاب	ISO 28762 قسمت 6.6

۱۱-۴-۴-۲- حمل و نقل و نگهداری

پودرهای لعاب باید در بسته‌بندی‌های مناسب و در محیط خشک و خنک، حداکثر به مدت ۱۲ تا ۱۸ ماه نگهداری شود. در مورد قطعاتی که لعاب روی آنها اجرا شده، باید در بسته‌بندی مناسب و مقاوم و دور از تابش مستقیم خورشید و سرما و یخبندان نگهداری شود.

قطعات لعاب‌دار باید در بسته‌بندی‌های تمیز و خشک که در حین حمل و نقل از مقاومت لازم برخوردار باشد، نگهداری شود. محیط انبارش باید دور از نور مستقیم خورشید، دور از یخزدگی و در دمای ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشته باشند.

۱۱-۴-۴-۳- اصول و نحوه اجرا

جهت اجرای جزئیات لعاب‌ها باید به دستورالعمل ارائه شده توسط تولیدکننده مراجعه شود.

در فرآیند لعاب‌کاری، آماده‌سازی قطعات برای اعمال لعاب از اهمیت زیادی برخوردار است. عدم آماده‌سازی صحیح قطعات جهت اعمال لعاب می‌تواند منجر به بروز عیوب مختلفی از قبیل خزیدگی لعاب در قطعه نهایی شود که بر روی کیفیت و ارزش محصول نهایی تأثیر بسزایی دارد. برای آماده کردن بدنه، قبل از لعاب زنی باید سطح از گرد و غبار، چربی و سایر آلودگی‌ها پاک شود. این عمل باید اسپری آب و اسفنج مرطوب انجام شود.

۱۱-۴-۵- پوشش‌های ضد خوردگی

پوشش‌های ضدخوردگی عموما برای حفاظت از سطوح فلزی اعمال می‌گردند. با توجه به نوع آب و هوا و شرایط کاربری، باید انواع پوشش‌های ضد خوردگی مناسب انتخاب گردد. تقسیم‌بندی پوشش‌های ضدخوردگی باید مطابق با استاندارد ISO 12944-Part 3 انجام شود. مطابق با این استاندارد پوشش‌های ضد خوردگی از لحاظ دوام به چهار گروه تقسیم می شوند. بازه زمانی دوام مورد انتظار هر کدام از این پوشش‌ها در جدول ۹-۳۰ آورده شده است. همچنین مطابق با استاندارد ISO 12944-Part 2، مناطق آب و هوایی بر حسب میزان خورندگی به ۵ گروه با خورندگی بسیار کم، خورندگی کم، خورندگی متوسط، خورندگی زیاد و خورندگی بسیار زیاد تقسیم‌بندی می‌شوند.

جدول ۱۱-۳۰- تقسیم بندی انواع پوشش ها مطابق با استاندارد ISO 12944-Part 3

نوع گروه	بازه زمانی دوام پوشش
اول	کوتاه مدت (کمتر از ۷ سال)
دوم	میان مدت (۱۵-۷ سال)
سوم	بلند مدت (۲۵-۱۵ سال)
چهارم	بسیار بلند مدت (بیشتر از ۲۵ سال)

از پوشش‌های ضدخوردگی باید برای کاربردهای ذیل استفاده شود:

الف- حفظ ظاهر سطوح به منظور کاربری نهایی

ب- نگهداری شکل و اندازه ابعاد سطح مورد نظر

پ- جلوگیری از اتلاف منابع اولیه و مواد خام

ت- حفظ و افزایش ارزش افزوده و جلوگیری از تغییرات نامطلوب در خواص فیزیکی آن

ث- تضمین عملیات نهایی روی ورق‌های خام

ج- کاهش هزینه‌های نگهداری

چ- اطمینان از کارکرد و کارآیی دستگاه‌ها و تجهیزات فلزی

دوام به مدت زمانی گفته می شود که سیستم پوششی، در صورت انجام شدن تعمیرات جزئی طبق استاندارد-ISO 12944 Part 3، پس از طی شدن آن، به تعمیر کلی احتیاج پیدا می‌کند.

۱۱-۴-۵-۱- مشخصات فنی و استانداردها

مشخصات فنی پوشش های ضد خوردگی باید بر اساس مقادیر و موازین ارائه شده در استانداردهای مندرج در جدول ۱۱-۳۱ باشد.

جدول ۱۱-۳۱- مطابقت مشخصات فنی پوشش‌های ضدخوردگی با استانداردهای ملی و بین المللی

الزامات	روش آزمون
ارزیابی چسبندگی پوشش به زمینه	ASTM D 3359 و ISO 2409
تعیین ضخامت فیلم خشک (DFT)	ISO 2808
دانسیته	ASTM D 1475، ISO 2811 و DIN 53 217 وISIRI 6454
زمان خشک شدن سطحی و خشک شدن عمقی	ASTM D 1640
نسبت اختلاط وزنی یا حجمی دو جزء برای پوشش‌های دو جزئی	توسط تولیدکننده
ویسکوزیته (گرانروی) رنگ‌ها با توجه به آزمون کاپ ویسکوزیته	ASTM D1200 و ISO 2431
ویسکوزیته رنگ با دستگاه ویسکومتر کربس	ASTM D 562
مقاومت به رویه بستن در مورد ضد زنگ آلکیدی	ISIRI 1554- بخش ۵-۳
تعیین درصد وزنی مواد آلی فرار (V.O.C)	ASTM D 2369 و ISIRI 5907
تعیین درصد حجمی مواد آلی فرار	ASTM D 2697 و ISIRI 7506
تعیین درصد جامدات وزنی	ASTM D 1644
تعیین درصد جامدات حجمی	ASTM D 2697
تعیین مقاومت در برابر ضربه	ASTM D 2794
تعیین مقاومت در برابر رطوبت	ASTM D 4585
تعیین مقاومت به خوردگی توسط آزمون پاشش نمکی[1]	ISIRI 1032، ISIRI 2400، ISO 16151 و ASTM B 117
بررسی وضعیت ظاهری پوشش‌های ضد خوردگی	ISO 4628

جدول ۱۱-۳۲ به طور مشخص طبقه‌بندی آزمون‌های خوردگی فلزات و آلیاژها به همراه استانداردهای روش آزمون را ارایه می‌دهد.

جدول ۱۱-۳۲- طبقه‌بندی آزمون‌های خوردگی تسریع‌شده اتمسفری

	طبقه‌بندی آزمون	نمونه استاندارد
A	آزمون‌های پاشش پیوسته نمک	ISO 9227, IEC 60068-2-11, ASTM B 117
B	آزمون‌های متناوب غوطه‌ور کردن قطعات آزمون و خشک کردن یا متناوب پاشش و خشک کردن	ISO 11130
C	آزمون‌های با چرخه متناوب رطوبت (خشک/تر) همراه با مراحلی از پاشش نمک	ISO 11474, ISO 14993, ISO 20340, ISO 16151, ISO 16701
D	آزمون‌هایی با قرار گرفتن در معرض اتمسفرهایی با غلظت کم گازهای افزاینده خوردگی و رطوبت زیاد	ISO 10062, IEC 60068-2-60
E	آزمون‌هایی با قرار گرفتن در معرض اتمسفرهایی با غلظت زیاد گازهای افزاینده خوردگی همراه با مراحل خشک کردن و دوره کوتاه پاشش نمک	ISO 21207

F	آزمون‌های رطوبت زیاد	IEC 60068-2-78, IEC 60068-2-30, NT ELEC 25

پیش از استفاده از پوشش ضدخوردگی، ابتدا باید میزان خورندگی محیط، سطح زمینه و دوامِ مقاومت به خوردگی باید تعیین شود. با توجه به قدرت خورندگی محیط و تعیین دوام مورد نیاز، سیستم پوشش ضد خوردگی باید توسط مشاور انتخاب و ویژگی‌های آن مورد آزمون قرار گیرد. ویژگی‌های کلی که برای انواع پوشش‌های ضدخوردگی باید در نظر گرفت به شرح زیر می‌باشد:

الف- **مقاومت به خوردگی توسط آزمون مه نمکی (Salt spray):** در این آزمون ابتدا سه پلیت[۱] رنگ‌آمیزی شده مطابق استاندارد ASTM D1654 خراش داده می‌شود و مطابق استاندارد ASTM B117 با محلول نمکی (محلول ۵٪) به مدت معینی (برای مثال ۱۵۰۰ ساعت) تحت آزمون قرار می‌گیرد. پس از آزمون، مناطق دور خراش‌ها نباید دچار تاول‌زگی[۲] شده باشد. همچنین طبق استاندارد ASTM D 1654-92-Table 1، نباید متوسط رتبه سه پلیت کمتر از ۶ باشد.

ب- **آزمون چسبندگی (Cross-Cut):** یک پلیت فلزی با پوشش ضدخوردگی مطابق با استاندارد ASTM D3359 رنگ‌آمیزی و تا رسیدن به سطح فلز، خراش داده می‌شود. در این استاندارد روش A برای ضخامت‌های بیشتر از ۱۲۵ میکرون و روش B برای ضخامت‌های کمتر یا مساوی ۱۲۵ میکرون به کار برده می‌شود. میزان چسبندگی بین لایه‌ها و چسبندگی به سطح فلز باید ۱۰۰درصد باشد. طبق استاندارد ASTM D3359 برای روش A امتیاز 5A و برای روش B امتیاز 5B مورد نیاز است.

پ- **آزمون رطوبت**: مطابق استاندارد ASTM D4585، رطوبت اندازه‌گیری شده و میزان تغییر سختی پوشش مطابق استاندارد ASTM D3363 نباید بیشتر از یک واحد باشد. همچنین تغییر فام نیز نباید مشاهده شود.

ت- **آزمون ضربه**: آزمون ضربه باید مطابق استاندارد ASTM D2794 روی یک سطح بتنی مورد آزمایش قرار گیرد. نمونه پس از اعمال ضربه به مدت ۲۴ ساعت طبق استاندارد ASTM B117 تحت آزمون مه نمکی قرار گیرد. پس از اتمام آزمایش نباید خطوط زنگ‌زدگی[۳] اطراف محل ضربه وجود داشته باشد.

ث- **خشک شدن سطحی و عمقی و زمان رنگ‌آمیزی مجدد**: زمان خشک شدن سطحی و عمقی باید مطابق استاندارد ASTM D1640 انجام شود. زمان خشک‌شدن سطحی و زمان رنگ‌آمیزی با توجه به ضخامت فیلم اجرایی، شرایط دمایی و رطوبتی محیط و نوع پوشش باید توسط تولیدکننده مشخص گردد.

ج- محدوده ویژه‌ای برای ویسکوزیته، دانسیته، جامدات وزنی و جامدات حجمی در پوشش‌های ضد خوردگی وجود ندارد و معیار مربوط توسط تولیدکننده ارایه می‌شود. ویسکوزیته پوشش اجرایی باید به‌گونه‌ای باشد که پس از اجرا، شره نکند.

---

۱. Plate

۲. Blister

۳. Red dust

خصوصیات و ویژگی‌های هر پوشش مقاوم در برابر خوردگی باید قابلیت تکرارپذیری و تجدیدپذیری داشته باشد. به این معنا که در هر سری تولید، مشخصات پوشش باید تقریبا ثابت و در محدوده قابل قبول استانداردهای مربوط باشد. تکرارپذیری به معنای آن است که اختلاف مطلق بین دو نتیجه آزمون منفرد حاصل از ماده یکسان، توسط یک آزمونگر، در یک آزمایشگاه با تجهیزات یکسان، درون یک بازه زمانی کوتاه با استفاده از روش آزمون استاندارد شده، با احتمال ۹۵٪ برابر ۱۰٪ باشد. تجدیدپذیری به معنای اختلاف مطلق بین دو نتیجه آزمون منفرد حاصل از ماده یکسان، توسط آزمونگرها در آزمایشگاه‌های مختلف، با استفاده از روش آزمون استاندارد شده، با احتمال ۹۵٪ برابر ۲۰٪ است.

۱۱-۴-۵-۲- حمل و نقل و نگهداری

در حمل و نقل و نگهداری پوشش‌های ضدخوردگی باید موارد ذیل رعایت گردد:

الف- محموله باید در مقابل ضربات مکانیکی و رطوبت (نظیر بارش باران) محافظت شود.

ب- درب ظروف باید کاملا محکم و آب‌بندی شده باشد.

پ- جنس ظروف به‌گونه‌ای باشد که محتویات داخل ظرف با خود ظرف واکنش ندهد.

ت- رنگ داخل ظرف باید کاملا تمیز و عاری از آلودگی باشد.

ث- به دور از نور مستقیم خورشید نگهداری شود.

ج- به دور از یخبندان نگهداری شود.

چ- در جای مسقف، خشک، خنک و در دمای ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شود.

مدت زمان نگهداری هر پوشش، با توجه به نوع آن پوشش باید توسط تولیدکننده ارائه شده باشد. توجه شود که مدت زمان نگهداری پوشش‌های ضدخوردگی حداکثر به ۱۲ ماه محدود می‌شود.

ظروف پوشش‌های ضدخوردگی باید به‌گونه‌ای باشد که در حین حمل و نقل کاملا مقاوم بوده و تنش‌های مکانیکی و ضربه را تحمل کند. درب ظروف باید کاملا آب‌بندی شده باشد تا از خروج مواد فرار جلوگیری به عمل آید. در زمان انبارداری نیز، رنگ نباید دچار تورم گردد. مشخصات زیر باید روی برچسب ظروف ارائه شده باشد:

الف- تاریخ تولید و انقضا

ب- نام تولیدکننده

پ- فام رنگ

ت- دستورالعمل اجرا

ث- حجم یا وزن خالص

ج- نوع رنگ (نوع رزین و در صورت دو جزئی بودن، نوع هاردنر)

چ- نوع حلال مورد نیاز

ح- شماره تولید

خ- مدت زمان انبارداری

۱۱-۴-۵-۳- اصول و نحوه اجرا

شرایط و ضوابط اجرایی هر پوشش باید از طرف تولیدکننده تحت عنوان دستورالعمل اجرایی ارائه گردد. در هنگام اجرا رطوبت باید زیر ۸۰ درصد و دمای سطح، حداقل ۳ درجه سانتی‌گراد بیشتر از نقطه شبنم باشد. به منظور اجرای پوشش‌های ضد خوردگی ابتدا باید عملیات زیرسازی انجام شود. عملیات زیرسازی شامل بلاستینگ[1]، شست‌وشو با حلال، چربی‌گیری و فسفاته‌کاری است. عملیات بلاستینگ (زنگ زدایی) باید مطابق استاندارد SSPC-SP 10 و معمولا تا درجه $Sa\ 2\frac{1}{2}$ انجام شود. قطعه بلاست شده بایستی سریعاً (حداکثر یک ساعت پس از بلاست شدن) پوشش‌دهی گردد. نوع بلاستینگ و درجه آن با توجه به نوع سطح و میزان زنگ‌زدگی باید توسط دستگاه نظارت تعیین شود. به منظور پاک نمودن سطح قطعه از چربی، قطعه باید با حلال مناسب شست‌وشو داده شود. سطح قطعه پس از شست و شو باید عاری از ذرات چربی باشد. برای ایجاد لایه فسفاته بر روی قطعه، باید قطعه با محلول فسفاته مناسب شسته شود تا بر روی سطح قطعه، لایه مورد نظر تشکیل گردد.

توصیه می‌شود عملیات پوشش‌دهی در ۳ لایه انجام شود. لایه اول اجرای پرایمر (آستری) ضد خوردگی، لایه دوم اجرای لایه میانی نفوذ ناپذیر و لایه سوم پوشش رویه اجرا گردد. در صورتی که پوشش ضد خوردگی به صورت دو جزئی باشد (مانند اپوکسی و پلی یورتان) ابتدا جزء اول و دوم باید مطابق دستورالعمل تولیدکننده با هم مخلوط شوند. سپس در صورت نیاز حدود ۵ تا ۱۰درصد تینر برای بهبود کاربری به سیستم اضافه گردد. برای اجرای پوشش‌های ضد خوردگی استفاده از غلتک، قلم‌مو یا سیستم پاششی مجاز است. البته برای اجرای پوشش‌های ضدخوردگی اپوکسی غنی از روی، اپوکسی- فسفات روی، اپوکسی- روی کرومات و اپوکسی- اکسیدآهن میکایی باید از سیستم پاششی (اسپری هوا/ اسپری بدون هوا) استفاده گردد.

۱۱-۴-۶- پوشش‌های مقاوم در برابر حریق

پوشش‌های مقاوم در برابر حریق برای سازه‌ها، شامل پوشش‌های معدنی پاششی[2]، پوشش‌های متورم‌شونده[3] و پانل‌های ضدحریق می‌باشد. توصیه می‌شود پوشش‌های معدنی به صورت پاششی اجرا شوند. ضخامت اجرایی به طراحی و هندسه سازه و مدت زمان مقاومت در برابر حریق وابسته است که باید توسط تولیدکننده ارائه شود. این پوشش‌ها قابلیت مقاومت در برابر حریق بین ۱ تا ۴ ساعت را دارند.

در رنگ‌ها و پوشش‌های منبسط‌شونده، با توجه به زمان مقاومت در برابر حریق، ضخامت اجرایی می‌تواند تا ۶ میلی‌متر باشد. این پوشش‌ها در مواجهه با حریق و در دماهای بین ۲۷۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، شروع به پف کردن کرده و تا چندین برابر ضخامت اولیه خود افزایش حجم می‌دهند. در نهایت یک لایه ذغالی[4] از خود باقی می‌گذارند که مانع از عبور

1. Blasting
2. Spray Mortar
3. Intumescent Coating
4. Char

حریق می‌شود. استفاده از پوشش‌های ضد حریق برای محافظت اسکلت‌های فلزی و فولادی، چاله آسانسور و مصالح ساختمانی (چوب، سیمان، گچ و ...) مجاز می‌باشد.

۱۱-۴-۶-۱- مشخصات فنی و استانداردها

برای ارزیابی عملکردی پوشش‌های ضد حرق باید عملکرد آنها مطابق با استاندارد ملی به شماره ۷۲۷۱ مورد آزمون قرار گیرد. برای الزامات اجرا باید به استاندارد ملی ۲۲۲۹۶ رجوع شود. برای روش‌های آزمون باید به استانداردهای ASTM E 119، UL 263، BS 8202-1، BS EN 1363-1 و BS 476 Part 20- 21 مراجعه شود.

مشخصات پوشش‌های ضد حریق باید الزامات ذیل را برآورده سازند:

الف- دانسیته: به منظور تعیین ضخامت و دانسیته مواد ضدحریق اجراشده روی اجزای سازه به استاندارد بین المللی ASTM E 605 مراجعه شود.

ب- چسبندگی پوشش: برای تعیین پیوستگی و چسبندگی مواد ضدحریق اجراشده روی اجزای سازه باید مطابق با استاندارد بین‌المللی ASTM E 736 عمل شود. آزمایش پیوند برای سطوحی که یک لایه آستری خورده‌اند یا قبلاً رنگ شده‌اند، مطابق استاندارد ASTM E 736 انجام می‌شود. درصورتی‌که دستیابی به پیوند و چسبندگی مناسب مقدور نباشد، باید با استفاده از توری فلزی، حصاری دربرگیرنده اطراف روکش به‌وجود آورد و به کمک پین‌هایی آن‌را به سطح متصل کرد.

در تیرهای سایز خیلی بزرگ، پوشش‌دادن ۲۵ درصد از وسط عرض تیر، به کمک توری‌های فلزی کفایت می‌کند.

پ- رفتار آتشگیری سطح و تعیین ضریب گسترش آتش: این آزمون باید مطابق با استاندارد723 UL و ASTM E 84 انجام شود.

ت- تعیین شدت رهایش گرما: این آزمون باید توسط دستگاه گرماسنج مخروطی و مطابق ISIRI 7271 قسمت ۱ انجام شود.

ث- قابلیت نسوختن مواد: این آزمون باید مطابق با ISIRI 7271 قسمت ۲ انجام شود.

ج- قابلیت افروزش در برخورد مستقیم شعله: این آزمون باید مطابق با ISIRI 7271 قسمت ۴، انجام شود.

چ- تعیین گرمای ناشی از سوختن: آین آزمون باید مطابق باISIRI 7271 قسمت ۵ و استاندارد بین‌المللی BS EN ISO 1716 انجام شود.

ح- مقاومت در برابر آتش: این آزمون باید مطابق با ISIRI 12055 انجام شود.

در صورت تشخیص دستگاه نظارت، باید آزمایش‌های دیگری مطابق استانداردهای ذیل انجام شود:

الف- مقاومت فشاری: ASTM E 761

ب- هوازدگی: ASTM E 859

پ- خوردگی: ASTM E 937

ت- چسبندگی در برابر ضربه: ASTM E 760

ث- تغییرشکل: ASTM E 759

ج- سختی: ASTM C 569

چ- مقاومت در برابر رشد قارچ: ASTM G 21

تواتر آزمون‌های کنترل کیفی پوشش‌های ضد حریق و نوع این آزمایش‌ها باید به صورت زیر باشد:

الف- برای طبقات با مساحت کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع: هر ۵۰۰ مترمربع یک آزمون چسبندگی

ب- برای طبقات با مساحت بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمربع: دو عدد آزمون چسبندگی و به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع بیش از مساحت ۱۰۰۰ مترمربعی، یک عدد آزمون اضافه شود.

پ- برای طبقات با مساحت بیش از ۱۰۰۰۰ مترمربع: یازده عدد آزمون چسبندگی و به ازای هر ۲۰۰۰ مترمربع بیش از مساحت ۱۰۰۰۰ مترمربعی، یک عدد آزمون اضافه شود.

در آزمون چسبندگی نباید خرابی‌هایی مانند ترک‌خوردگی، طبله کردن، ریزش، جدایش و غیره ملاحظه گردد. در صورت مشاهده چنین خرابی‌هایی به آزمون‌های بیشتری به منظور ارزیابی وضع موجود نیاز است.

۱۱-۴-۶-۲- حمل و نقل و نگهداری

پوشش‌های مقاوم در برابر حریق و پوشش‌های معدنی پاششی باید قبل، حین و بعد از تحویل در محل اجرا، در برابر رطوبت محافظت شوند. همچنین دقت شود تا مصالح مطابق دستورالعمل تولیدکننده، نگهداری و انبارش شود. نازل‌های هوا و پاشش مواد مخلوط شده، باید عاری از هرگونه گرفتگی باشد. در انتهای کار، هرگونه کسری ضخامت اجرا شده باید اصلاح شود. توجه گردد که دانسیته پوشش اجرا شده باید در محدوده ٪ ۱۵ ± دانسیته بیان شده توسط تولیدکننده باشد. پوشش پاششی پس از اجرا تا زمان گیرایش نهایی، تحت تاثیر شرایط محیطی قرار دارد. در این مدت زمان، ضروری است پوشش اجرا شده در معرض خشک شدن سریع، باران، آب جاری، یخ زدن، حرکت سازه‌ای، ارتعاش و ضربه قرار نگیرد.

ظروف پوشش‌های مقاوم در برابر حریق باید در حین حمل و نقل کاملا مقاوم بوده و تنش‌های مکانیکی و ضربه را تحمل کنند. همچنین درب ظروف باید کاملا آب‌بندی شده و در زمان انبارداری، ظرف نباید دچار تورم گردد. از آنجایی که شرایط نگهداری پوشش‌های مختلف، ممکن است متفاوت باشد، حتما باید به دستورالعملِ شرایط نگهداری تولیدکننده توجه شود. همچنین مشخصات زیر باید روی برچسب ظروف ارائه گردد:

الف- تاریخ تولید و انقضا

ب- نام تولیدکننده

پ- دستورالعمل اجرا

ت- حجم یا وزن خالص

ث- نوع پوشش

ج- شماره تولید

چ- مدت زمان انبارداری و شرایط انبارداری

ح- شرایط اجرایی

۱۱-۴-۶-۳- اصول و نحوه اجرا

ضوابط و شرایط اجرایی پوشش‌های مقاوم در برابر حریق (پوشش‌های معدنی پاششی) باید مطابق با ISIRI 2296 قسمت ۱ باشد. سطح زیرکار باید عاری از هرگونه روغن، گریس، آلودگی، رنگ سست، عوامل ایجاد کپک و نقاط ضعف باشد. همچنین در شرایطی که چسبندگی ناکافی است، توصیه می‌شود از نگهدارنده‌های مکانیکی استفاده نمود.

آماده‌سازی سطوح مختلف به منظور اجرای پوشش معدنی پاششی باید به شرح ذیل باشد:

الف- سطوح رنگ‌شده: تمام سطوح رنگ‌شده قدیمی، سست و پوسته شده باید قبل از اجرای کار حذف شود (در صورت استفاده از نگهدارنده‌های مکانیکی نیازی به این عملیات نمی‌باشد). پس از این مرحله، باید آستری جدید و سازگار با پوشش اجرا شود. در جایی که از نگهدارنده‌های مکانیکی (مانند مش‌ها) استفاده می‌شود باید از آستری مقاوم در برابر قلیایی استفاده شود.

ب- بتن و مصالح بنایی: پیش از اجرا باید سطح مه‌پاشی شود. همچنین قسمت‌های سست سطوح حذف شده و در صورت نیاز از نگهدارنده‌های مکانیکی استفاده شود.

پ- اندود گچی و تخته گچی: پوشش‌های پاششی حاوی سیمان نباید به طور مستقیم روی اندودهای گچی یا تخته گچی ااعمال شوند. حتما قبل از اجرای کار باید آستری مناسب اجرا شده و در صورت نیاز از نگهدارنده‌های مکانیکی استفاده شود.

ت- فلزات: اگر محیط ساختمانی به گونه‌ای باشد که بعد از اتمام ساخت، خشک باقی بماند، برای پوشش‌های پاششی حاوی سیمان پرتلند، آستری نیاز نمی‌باشد. در استفاده از آستری روی سطح فلزات باید دقت لازم به عمل آید که با پوشش پاششی سازگار باشد. در فلزات روکش شده با پلاستیک، استفاده از نگهدارنده‌های مکانیکی اجباری است. همچنین سفیدشدگی[۱] فولاد روکش شده با فلز روی، می‌تواند منجر به خوردگی سطح فولادی شود. در این شرایط حتما باید از یک آستری سازگار با فولاد روکش شده با فلز روی، استفاده گردد.

ث- الوار و مصالح چوبی: یک درزبند مقاوم در برابر آب باید قبل از اجرای پوشش، تعبیه شود. باید از میخ‌های گالوانیزه و شبکه سیمی گالوانیزه برای کمک به حفظ پوشش استفاده گردد.

پس آز آماده‌سازی‌های مناسب، پوشش‌های معدنی مقاوم در برابر حریق، در ضخامت های پایین تا ۱ سانتی‌متر به وسیله پاشش مستقیم و توسط ماشین بر روی سطوح اجرا شوند. در ضخامت‌های بیش از ۱ سانتی‌متر باید از توری‌های

۱. white rusting

ویژه (مش) به عنوان تقویت‌کننده، استفاده شود. همچنین برای اطلاعات بیشتر در خصوص پوشش‌های ضد حریق می‌توان به ضابطه شماره ۸۳۰ سازمان برنامه و بودجه مراجعه نمود.

۱۱-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست

کلیه ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با اجرای پوشش‌ها لازم الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با پوشش‌ها پرداخته شده است.

۱۱-۵-۱- تخلیه مصالح از قبیل پالت‌های کاشی، سرامیک، آجر، کفپوش بتنی، دیوارپوش‌های گچی و ... باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل و مطابق ضوابط بند ۲-۷-۴ و ۵ انجام شود.

۱۱-۵-۲- بسته‌های بزرگ آجر و کفپوش‌های بتنی بسته‌بندی شده، نباید بیش از ۳ بسته روی هم قرار داده شود. مصالح بسته‌بندی شده (آجرکف و سرامیک و لمینیت و مانند آن) را باید با پالت بلند کرد یا با استفاده از جک پالت جابه‌جا نمود. در جابجا نمودن آجرها نباید از چرخ دستی استفاده شود، مگر در محل‌هایی که فضا محدود باشد. برای مهار کارتن‌های سرامیک بر روی پالت ، باید از بند استفاده کرد. مهار پالت‌ها با بند، باید از رها شدن تمام بار جلوگیری کند.

۱۱-۵-۳- هنگام حمل صفحات روکش‌دار گچی باید خطر باد و عدم وجود مانع و عرض مسیر عبور، مورد ارزیابی قرار گیرد. در صورت حمل صفحات روکش‌دار گچی با وسایل حمل‌کننده، باید این صفحات از قسمت بالا و پایین و یا با دو دست از لبه پایینی و نزدیک به بدن گرفته شود.

۱۱-۵-۴- هنگامی‌که ارتفاع بار مانع دسترسی به صفحات بالایی از سطح زمین باشد، باید آن‌ها را با روشی ایمن و با استفاده از وسیله حمل کننده برداشته و به سطح زمین منتقل کرد.

۱۱-۵-۵- در صورت استفاده از چسب‌های پلیمری، هنگام نگهداری این مواد در انبارهای بسته ، باید هوای انبار به طور مداوم تهویه شود تا از تجمع گازهای قابل اشتعال جلوگیری شود. این انبارها باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال ساخته شوند و مجهز به تجهیزات اطفای حریق احتمالی مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. هنگام استفاده از این موارد باید ضوابط بند ۲-۹-۶-۱۱-ز رعایت شود و هوا در فضاهای بسته تهویه شود.

۱۱-۵-۶- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال پلیمری مورد استفاده برای پوشش‌های کف و دیوار (از قبیل لمینیت، پلیمری PVC، کفپوش‌های نساجی، فومی وکامپوزیت‌های پلاستیکی، چسب و رزین اپوکسی)، حلال‌های نفتی و آروماتیکی (رنگ‌های روغنی، جلا، لاک، تینر)، قرنیزها، کفپوش‌های چوبی وکاغذ دیواری و مانند آن باید با رعایت ضوابط بند ۲-۴-۳-۲ صورت گیرد.

۱۱-۵-۷- باطله‌ها، ضایعات و پسماندهای مصالح برشمرده شده در بند ۱۱-۵-۶، همچنین کارتن‌های مقوایی بسته‌بندی کاشی و سرامیک و... ، باید بلافاصله بعد از اتمام عملیات اجرای پوشش‌ها جمع‌آوری شده و در مکانی خلوت و

به دور از مسیر تردد کارگران و به دور از آتش و مواد قابل اشتعال نگهداری شود. محل نگهداری باید مجهز به تجهیزات اطفای حریق، مطابق بند ۲-۴-۶ باشد.

۱۱-۵-۸- هنگام اجرای پوشش‌های حفاظتی و استفاده از رنگ و مواد شیمیایی و مشتقات نفتی لازم است تا تدابیر ضد حریق مطابق بندهای ۲-۴-۲ و۳ به‌عمل آورده شود. در زمان به‌کارگیری یا رقیق کردن رنگ یا پوشش ضروری است کاربر از ماسک و دستکش استفاده کند.

۱۱-۵-۹- رنگ‌ها و پوشش‌های ساختمانی نباید حاوی مواد سمی مانند سرب، کروم، فرمالدئید و سایر مواد آلاینده‌ای که تماس با آن برای انسان زیان آور است باشد.

۱۱-۵-۱۰- هنگام کار با ابزارهای دستی و قدرتی در اجرای پوشش‌ها باید ضوابط بند ۲-۷-۸ رعایت شود.

۱۱-۵-۱۱- برای جلوگیری از پراکندگی ذرات غبار (ذرات سیلیس) در زمان برشکاری سنگ، سرامیک و کاشی و... در محیط کارگاه، باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۹-۶-۵ به‌عمل آید.

۱۱-۵-۱۲- برای جلوگیری از تنفس گرد و غبار و ذرات معلق حاصل از برشکاری ورق‌های سیمانی، تخته گچی، کاشی، سرامیک و موزائیک در هنگام نصب، اجرای اندود سیمانی و پوشش‌های معدنی مقاوم در برابر حریق و رنگ پاشی با پیستوله، کارگران باید به ماسک تنفسی مخصوص ، عینک و نقاب حفاظتی، لباس‌کار با پوشش کامل سطح بدن، دستکش، کلاه (سربند) و کفش حفاظتی مطابق بخش ۲-۱۰ مجهز باشند.

۱۱-۵-۱۳- استفاده از کاشی‌های لعاب‌دارکه در لعاب آن‌ها ترکیباتی مانند اکسیدهای سرب و کادمیم وجود دارد برای محیط زیست زیان بخش است.

۱۱-۵-۱۴- کارگران برای کار در ارتفاع بیش از ۲ متر از سطح ، نیاز به سکوهای دسترسی دارند و کارگرانی که در ارتفاع بیش از ۱٫۸متری، مشغول به‌کارند و در معرض خطر سقوط قرار دارند، باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط مطابق بخش ۲-۶ باشند. جایگاه‌های کار ایمن به‌ویژه وسایل دسترسی ایمن باید مطابق بخش ۲-۵ برای کارگران شاغل در فعالیت هایی که در ارتفاع باید انجام شود، تامین گردد.

۱۱-۵-۱۵- در صورت استفاده از دستگاه‌های جوشکاری پلیمر (پلاستیک) باید کارگران نسبت به برخورد با جسم داغ توجیه و تدابیر حفاظتی لازم به‌منظور جلوگیری از سوختگی به‌عمل آورده شود.

۱۱-۵-۱۶- الزامات ایمنی عایقکاری رطوبتی باید مطابق بخش ۱۰-۶ (جلد ششم، عایق‌کاری) انجام شود.

BuildingGeneral Technical SpecificationVolume VII
Coatings

[IR-Code 55-7]

Authors & Contributors Committee:

Mojdeh	Zargaran (Coatings section chair)	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Narges	Azadvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Armin	Hajibaba	Mang Colour Co.	Ph.D. of polymer Eng.
Majid	Abdous	Amirkabir University of Technology	Ph.D. of Chemical Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.

Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan & Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- **Volume Seven: Coatings**
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the seventh volume) consists of the eleventh chapter (Coatings).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification

Volume VII

Coatings

IR-Code 55-7

Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد هفتم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به پوشش‌ها در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
بازنگری سوم

جلد هشتم
اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی
ضابطه شماره ۸-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی،زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد هشتم) مشتمل بر فصل دوازدهم (اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد هشتم- اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

تهیه‌کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل دوازدهم
میثم	اکبری پایدرا	دانشگاه UCL	کارشناس ارشد مهندسی معماری	فصل دوازدهم
کاملیا	پورمخبری	دانشگاه پاریس	دکترای مهندسی عمران	فصل دوازدهم
وحید	جلالی‌پور	انجمن صنفی کارفرمایان در و پنجره ایران	کارشناس ارشد مهندسی معماری	فصل دوازدهم
فرهنگ	کوشا	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل دوازدهم
الهام	هراتیان نژاد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی معماری	فصل دوازدهم
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندس معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندس عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندس عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندس عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندس عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی):

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی
آقای مهندس علیرضا احسانی
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی
آقای مهندس حسن تابش
آقای مهندس احمد جاودان
آقای مهندس احمد خراسانچیان
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری
آقای مهندس سیدعلی طاهری
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری
آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس قباد میزانی
خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل دوازدهم- اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی ۱

۱۲-۱-کلیات ۳

۱۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳

۱۲-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۴

۱۲-۲- مصالح، اجزا و فرآورده های ساختمانی ۹

۱۲-۲-۱- معرفی و طبقه‌بندی انواع در و پنجره از نظر نوع مصالح قاب ۹

۱۲-۲-۲- معرفی و طبقه‌بندی انواع شیشه ۹

۱۲-۲-۳- طبقه‌بندی انواع در و پنجره ۹

۱۲-۲-۳-۱- مشخصات فنی جدارها ۹

۱۲-۲-۳-۲- طبقه‌بندی محل قرارگیری پنجره و در داخل گشودگی دیوار ۹

۱۲-۲-۳-۲-۱- پنجره و در روکار ۱۰

۱۲-۲-۳-۲-۲- پنجره و در توکار ۱۰

۱۲-۲-۳-۳- قرارگیری در و پنجره داخل گشودگی دیوار ۱۰

۱۲-۲-۴- قطعات و سیستم‌های مورد استفاده برای تثبیت و نصب ۱۱

۱۲-۲-۴-۱- لاتن‌ها و مهره‌های تثبیت‌کننده ۱۱

۱۲-۲-۴-۱-۱- لاتن‌ها ۱۱

۱۲-۲-۴-۱-۲- مهره‌های تثبیت‌کننده ۱۲

۱۲-۲-۴-۲- لوازم جانبی نصب پنجره‌ها ۱۲

۱۲-۲-۴-۲-۱- بست‌ها و نبشی‌های گوشه ۱۲

۱۲-۲-۴-۲-۲- قطعات اتصال به سفت‌کاری (بدنه دیوار) ۱۳

۱۲-۲-۵- قطعات و سیستم‌های مورد استفاده برای هوابندی و آب‌بندی ۱۵

۱۲-۳- ضوابط اجرایی ۱۶

۱۲-۳-۱- گشودگی دیوار ۱۶

۱۲-۳-۱-۱- اندازه‌گیری ابعاد گشودگی ۱۷

۱۲-۳-۱-۲- رواداری مجاز ابعاد گشودگی ۱۷

۱۲-۳-۱-۳- صاف‌بودن سطوح استقرار پنجره‌ها و درها ۱۹

۱۲-۳-۱-۳-۱- صاف‌بودن کلی ۱۹

۱۲-۳-۱-۳-۲- صاف‌بودن موضعی ۱۹

۱۲-۳-۱-۴- گشودگی‌های فاقد پیش‌قاب ۱۹

۱۲-۳-۲- دیوار بتنی ۱۹

۱۲-۳-۳- جدارهای باربر ساخته‌شده با آجرهای نمایان (اکسپوز) ۲۰

۱۲-۳-۴- جدارهای ساخته‌شده با بلوک یا آجر سوراخ‌دار ۲۱

۱۲-۳-۵- استفاده از پیش‌قاب در گشودگی ۲۱

۱۲-۳-۶- ابعاد تولیدی پنجره‌ها و درها ۲۲

۱۲-۳-۷- اتصالات ۲۲

۱۲-۳-۷-۱- محل اتصالات ۲۲

۱۲-۳-۷-۱-۱- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای یوپی‌وی‌سی ۲۳

۱۲-۳-۷-۱-۲- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای چوبی ۲۴

۱۲-۳-۷-۱-۳- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای آلومینیومی ۲۴
۱۲-۳-۷-۱-۴- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای فولادی ۲۵
۱۲-۳-۸- شرایط اتصالات در سفت‌کاری‌های مختلف ۲۶
۱۲-۳-۸-۱- اتصالات مکانیکی ساده برای دیوارهای دارای پیش‌قاب ۲۶
۱۲-۳-۸-۲- اتصالات مکانیکی برای دیوارهای توپر بنایی یا دیوارهای بتنی ساده یا دو طرف عایق (ICF) ۲۷
۱۲-۳-۸-۳- اتصالات مکانیکی برای دیوار بلوک سفالی ۲۹
۱۲-۳-۸-۴- اتصالات مکانیکی برای دیوار دوجداره و یا دیوار دارای عایق حرارتی میانی ۳۱
۱۲-۳-۸-۵- اتصالات مکانیکی برای ورق‌های فولادی ۳۱
۱۲-۳-۹- قطعات مورد نیاز برای اتصال قاب به جداکننده‌ها ۳۱
۱۲-۳-۹-۱- قطعات مورد نیاز برای اتصال پنجره روکار از داخل ۳۱
۱۲-۳-۹-۱-۱- نصب احتمالی نبشی سرتاسری ۳۱
۱۲-۳-۹-۱-۲- نصب اتصالات مکانیکی انتظار به قاب در و پنجره ۳۲
۱۲-۳-۹-۲- قطعات مورد نیاز برای اتصال پنجره توکار (تودلی) ۳۳
۱۲-۳-۹-۳- لاتن‌های تثبیت‌کننده بستر پنجره و در ۳۳
۱۲-۳-۱۰- تمهیدات ضروری در خصوص درزگیری ۳۴
۱۲-۳-۱۰-۱- نکات اجرایی فرآیند درزگیری ۳۴
۱۲-۳-۱۱- تمهیدات ضروری در مورد آب‌بندی ۳۶
۱۲-۳-۱۲- تمهیدات ضروری در خصوص تمیزکاری پس از نصب ۳۷
۱۲-۳-۱۳- نکات اجرایی در فرآیند نصب پنجره و در ۳۸
۱۲-۳-۱۳-۱- استقرار پنجره و در ۳۸
۱۲-۳-۱۳-۲- اجرای عملیات تکمیلی پیرامون پنجره ۳۹
۱۲-۳-۱۲-۳- نصب شیشه ۳۹
۱۲-۴- کنترل کیفیت و نظارت ۴۱
۱۲-۴-۱- وظایف و مسئولیت افراد مختلف ۴۱
۱۲-۴-۱-۱- وظایف و مسئولیت‌های سازنده پنجره و در ۴۱
۱۲-۵- ملاحظات ویژه ۴۲
۱۲-۵-۱- اصول کلی حمل و جابجایی در، پنجره و شیشه در محل اجرا ۴۲
۱۲-۵-۲- اصول کلی انبارداری و نگهداری ۴۲
۱۲-۶- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۴۴

پیوست ۱ مشخصات فنی انواع مختلف پروفیل‌های متداول برای ساخت پنجره‌ها ۴۶
پ-۱-۱- یوپی‌وی‌سی ۴۶
پ-۱-۲- چوب ۴۶
پ-۱-۳- آلومینیوم ۴۷
پ-۱-۴- فولاد ۴۷
پ-۱-۵- فایبرگلاس ۴۸

پیوست ۲ اطلاعات تکمیلی در خصوص انواع مختلف شیشه‌های مورد استفاده در ساختمان ۴۹
پ-۲-۱- شیشه فلوت ساده ۴۹

پ-۲-۲- انواع شیشه از نظر رفتار نوری، حرارتی و صوتی ۵۰
پ-۲-۲-۱- شیشه یکپارچه (همگن) ۵۰
پ-۲-۲-۲- شیشه پوشش‌دار ۵۰
پ-۲-۲-۲-۱- شیشه منعکس‌کننده ۵۱
پ-۲-۲-۲-۲- شیشه کم‌گسیل ۵۱
پ-۲-۲-۲-۳- شیشه فتوکرومیک ۵۲
پ-۲-۲-۲-۴- شیشه ترموکرومیک ۵۳
پ-۲-۲-۲-۵- شیشه الکتروکرومیک ۵۳
پ-۲-۲-۲-۶- شیشه مات (اسپراندل) ۵۴
پ-۲-۲-۳- شیشه‌های چندلایه ۵۵
پ-۲-۲-۳-۱- شیشه لمینیت (شیشه طلق‌دار) ۵۵
پ-۲-۲-۳-۲- شیشه دارای کریستال مایع ۵۷
پ-۲-۲-۳-۳- فیلم‌های پنجره ۵۷
پ-۲-۳- انواع شیشه از نظر مشخصات مکانیکی ۵۹
پ-۲-۳-۱- شیشه با عملیات حرارتی ۵۹
پ-۲-۳-۱-۱- شیشه با عملیات حرارتی کامل ۶۰
پ-۲-۳-۱-۲- شیشه با عملیات حرارتی جزئی ۶۱
پ-۲-۳-۲- شیشه ساده (بدون عملیات حرارتی) ۶۱
پ-۲-۴- انواع مجموعه شیشه‌های چندجداره ۶۲
پ-۲-۴-۱- شیشه‌های چندجداره ساده ۶۲
پ-۲-۴-۲- شیشه سپر خورشیدی ۶۴
پ-۲-۴-۳- شیشه‌های آیینه حرارتی ۶۴
پ-۲-۵- انواع شیشه‌های خاص ۶۵
پ-۲-۵-۱- شیشه خود تمیز شونده ۶۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱۲-۱- نمونه پنجره لنگه ثابت ۴
شکل ۱۲-۲- نمونه پنجره لولا کنار با دو نوع یراق‌آلات متفاوت ۵
شکل ۱۲-۳- نمونه پنجره کشویی افقی و مقطع پروفیل‌ها ۵
شکل ۱۲-۴- نمونه پنجره کشویی عمودی و مقطع پروفیل‌ها ۵
شکل ۱۲-۵- نمونه پنجره لولا پایین و یراق‌آلات ۶
شکل ۱۲-۶- نمونه پنجره بازشو به بالا و یراق‌آلات ۶
شکل ۱۲-۷- نمونه پنجره پاشنه‌ای عمودی و یراق‌آلات ۶
شکل ۱۲-۸- نمونه پنجره پاشنه‌ای افقی و یراق‌آلات ۷
شکل ۱۲-۹- نمونه پنجره کشویی بهبودیافته (فولکس واگنی یا ونی) ۷
شکل ۱۲-۱۰- نمونه پنجره آکاردئونی و یراق‌آلات آن ۸
شکل ۱۲-۱۱- نمونه در لولایی و یراق‌آلات آن ۸
شکل ۱۲-۱۲- نصب پنجره به صورت روکار و توکار ۱۰
شکل ۱۲-۱۳- نمونه اجرای صحیح پنجره (با پیش‌قاب چوبی) ۱۱
شکل ۱۲-۱۴- نمونه‌های راه‌حل‌های کاهش پل‌های حرارتی در محل اتصال پنجره به دیوار ۱۱
شکل ۱۲-۱۵- جزییات قرارگیری مهره تثبیت‌کننده در پروفیل ۱۲
شکل ۱۲-۱۶- بست‌ها و نبشی‌های گوشه برای اتصال درها و پنجره‌ها ۱۳
شکل ۱۲-۱۷- نمونه رول‌پلاگ پلاستیکی معمولی ۱۳
شکل ۱۲-۱۸- نمونه رول‌پلاگ پلاستیکی مخصوص قابل استفاده در دیوارهای بلوک سفالی و سیمانی ۱۳
شکل ۱۲-۱۹- نمونه رول‌پلاگ‌های مخصوص بتن سبک ۱۳
شکل ۱۲-۲۰- نمونه پیچ‌فولادی عادی ضد زنگ ۱۴
شکل ۱۲-۲۱- نمونه رول‌پلاگ‌های پلاستیکی و پیچ‌های سر تخت از قبل سر هم شده ۱۴
شکل ۱۲-۲۲- نمونه رول‌بلت مجهز به مخروط فولادی ۱۴
شکل ۱۲-۲۳- نمونه پیچ دو اندازه‌ای ۱۴
شکل ۱۲-۲۴- نمونه پیچ بدون نیاز به رول‌پلاگ برای درگیری حداقل ۴۰ *میلی‌متر* در داخل بتن ۱۵
شکل ۱۲-۲۵- انواع مختلف مواد درزبندی ۱۵
شکل ۱۲-۲۶- نحوه اندازه‌گیری ابعاد گشودگی ۱۷
شکل ۱۲-۲۷- اندازه‌گیری‌های لازم برای کنترل تراز و شاغول بودن کناره‌های گشودگی در و پنجره ۱۸
شکل ۱۲-۲۸- رواداری مجاز صاف بودن کلی و موضعی ۱۹
شکل ۱۲-۲۹- مثال آماده‌سازی سطوح بتنی محل نصب پنجره و در با تکیه‌گاه همباد ۲۰
شکل ۱۲-۳۰- مثال آماده‌سازی سطوح نصب پنجره و در با تکیه‌گاه‌های بتنی توکار ۲۰
شکل ۱۲-۳۱- مثال آماده‌سازی سطوح محل نصب پنجره و در روکار با زیرپنجره همباد در یک دیوار آجر نمایان ۲۰
شکل ۱۲-۳۲- مثال آماده‌سازی سطوح محل نصب پنجره و در با تکیه‌گاه‌های بتنی توکار در یک دیوار آجر نمایان ۲۰
شکل ۱۲-۳۳- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی ساخته‌شده از بلوک یا آجر سوراخ‌دار با تکیه‌گاه پیش‌ساخته در حالت نصب روکار ۲۱
شکل ۱۲-۳۴- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی ساخته‌شده از بلوک یا آجر سوراخ‌دار با تکیه‌گاه پیش‌ساخته در حالت نصب توکار ۲۱
شکل ۱۲-۳۵- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی در حالت نصب توکار همراه با پیش‌قاب ۲۱
شکل ۱۲-۳۶- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای یوپی‌وی‌سی ۲۳
شکل ۱۲-۳۷- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای چوبی ۲۴
شکل ۱۲-۳۸- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای آلومینیومی ۲۵
شکل ۱۲-۳۹- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای فولادی ۲۶
شکل ۱۲-۴۰- کاربرد پیش‌قاب چوبی در روش نصب توکار ۲۶

شکل ۱۲-۴۱- جزییات اتصال توکار پنجره و در به روش نصب با پیش‌قاب چوبی ۲۷
شکل ۱۲-۴۲- نصب مستقیم پنجره و در به دیوار توپر بنایی یا بتنی توسط رول‌بولت ۲۸
شکل ۱۲-۴۳- نصب غیر مستقیم پنجره و در به دیوار توپر بنایی یا بتنی توسط بست و رول‌پلاگ ۲۸
شکل ۱۲-۴۴- فاصله حداقل پیچ اتصال از گوشه جدار بتنی یا بنایی توپر ۲۸
شکل ۱۲-۴۵- فاصله حداقل ۴۰ میلی‌متر نقاط اتصال نبشی از لبه بالایی (فوقانی) در مجاورت زیرپنجره یا پاخور در اجراشده درجا ۲۹
شکل ۱۲-۴۶- فاصله حداقل ۳۵ میلی‌متر نقاط اتصال نبشی از لبه بالایی (فوقانی) در مجاورت زیرپنجره پیش‌ساخته ۲۹
شکل ۱۲-۴۷- لزوم درگیر شدن رول‌پلاگ با حداقل دو بدنه بلوک سفالی ۲۹
شکل ۱۲-۴۸ جزییات اجرایی آماده‌سازی اتصال قاب در و پنجره، در صورت اجرای بلوک‌های کناری با حفره‌های قائم ۳۰
شکل ۱۲-۴۹- جزییات اجرایی آماده‌سازی اتصال قاب در و پنجره، در صورت اجرای بلوک‌های کناری با حفره‌های افقی ۳۰
شکل ۱۲-۵۰- طول ورق نبشی سراسری حداقل برابر با عرض خالص پنجره ۳۱
شکل ۱۲-۵۱- اتصال نبشی به قاب با پیچ سر مته‌ای ۳۲
شکل ۱۲-۵۲- اتصال نبشی به قاب با گونه‌های مختلف اتصال پیچ و مهره‌ای ۳۲
شکل ۱۲-۵۳- نصب بست‌های فولادی مخصوص به زیر در و پنجره در روش اتصال خارج از محور ۳۳
شکل ۱۲-۵۴- جانمایی لاتن‌های بستر چارچوب ۳۳
شکل ۱۲-۵۵- استفاده از نبشی دو خم‌دار برای سهولت انجام درزبندی ۳۴
شکل ۱۲-۵۶- درزبندی با نوار اسفنجی با بالا آمدگی حداقل ۱۰۰ میلی‌متر ۳۵
شکل ۱۲-۵۷- اجرای درزبند خمیری پس از نصب ته‌بند ۳۵
شکل ۱۲-۵۸- همپوشانی بتانه با اسفنج در درزبندی ۳۶
شکل ۱۲-۵۹- نمونه جزییات اجرایی برای آب‌بندی محل اتصال پنجره یا در به دیوار ۳۶
شکل ۱۲-۶۰- نصب پنجره برروی تکیه‌گاه (لاتن) تثبیت‌کننده و لوازم جانبی آب‌بندی ۳۷
شکل ۱۲-۶۱- زیرپنجره از مصالح بنایی ۳۷
شکل ۱۲-۶۲- روش استقرار پنجره و یا در در موقعیت در نظر گرفته شده ۳۹
شکل ۱۲-۶۳- محل نصب لاتن‌های تنظیم و موقعیت مکانی شیشه‌ها ۴۰
شکل ۱۲-۶۴- روش‌های درست و نادرست انبار کردن پنجره‌ها و درها ۴۲
شکل ۱۲-۶۵- لزوم علامت‌گذاری قطعات چارچوب و لنگه بازشوها در صورت انبار کردن جداگانه ۴۳
شکل ۱۲-۶۶- نمونه پروفیل یوپی‌وی‌سی ۴۶
شکل ۱۲-۶۷- نمونه پروفیل چوبی ۴۶
شکل ۱۲-۶۸- نمونه پروفیل آلومینیوم گرماشکن ۴۷
شکل ۱۲-۶۹- نمونه پروفیل فولادی ۴۸
شکل ۱۲-۷۰- نمونه پروفیل فایبرگلاس ۴۸
شکل ۱۲-۷۱- فرآیند تولید شیشه فلوت ۵۰
شکل ۱۲-۷۲- نمونه پوشش شفاف سقف با شیشه‌های فتوکرومیک ۵۲
شکل ۱۲-۷۳- نمونه تغییر رنگ شیشه‌های ترموکرومیک در اثر گرمای دست ۵۳
شکل ۱۲-۷۴- نمونه پوشش سقفی شفاف تغییر رنگ دهنده با شیشه‌های الکتروکرومیک ۵۳
شکل ۱۲-۷۵- نمونه عملکرد پنجره‌های با شیشه‌های الکتروکرومیک ۵۴
شکل ۱۲-۷۶- نمونه زمینه مواره در نماهای شیشه‌ای اسپراندل ۵۵
شکل ۱۲-۷۷- یکپارچه‌سازی لایه‌های شیشه با استفاده از فیلم میانی پلیمری (PVB) ۵۶
شکل ۱۲-۷۸- کوره اتوکلاو (سمت راست) و طلق پی‌وی‌بی (سمت چپ) ۵۶
شکل ۱۲-۷۹- بهبود ایمنی در برابر سرقت در صورت استفاده از فیلم‌های پنجره ۵۸
شکل ۱۲-۸۰- نصب فیلم پنجره بر روی شیشه پنجره‌های موجود ۵۸
شکل ۱۲-۸۱- توزیع فشار و کشش در شیشه با عملیات حرارتی ۶۰

شکل ۱۲-۸۲- روند تولید شیشه با عملیات حرارتی ۶۰
شکل ۱۲-۸۳- شکست در شیشه با عملیات حرارتی کامل..... ۶۱
شکل ۱۲-۸۴- تنش‌های موجود و ایجادشده در شیشه ساده و سخت‌کاری شده..... ۶۲
شکل ۱۲-۸۵- اجزای تشکیل دهنده نمونه‌ای از مجموعه شیشه‌های دوجداره ۶۲
شکل ۱۲-۸۶- تفاوت شیشه‌های خود تمیز شونده و شیشه معمولی ۶۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۱۲-۱- مقادیر حداکثر انحراف از ابعاد اسمی (میلی‌متر) برای ابعاد مختلف گشودگی ۱۸
جدول ۱۲-۲- مقادیر حداکثر خطای ناشاغولی و ناترازی بین نقاط مربوط به بیشترین و کم‌ترین برآمدگی ۱۸
جدول ۱۲-۳- مقادیر حداکثر تفاوت اندازه قطرهای گشودگی (میلی‌متر) برای اندازه‌های مختلف قطر ۱۸
جدول ۱۲-۴- میزان کسر اندازه ساخت پنجره‌ها و درها از اندازه گشودگی دیوار (میلی‌متر) ۲۲

دانلود سوالات آزمون

فصل دوازدهم

اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

۱۲-۱-کلیات

۱۲-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این فصل ضابطه تعیین اصولی است که در انتخاب و نصب انواع مختلف در و پنجره ساختمانی باید رعایت گردد. لازم به توضیح است در این فصل منظور از در، تمام درهای بیرونی در نمای ساختمان می‌باشد.

در این راستا، ساختار در نظر گرفته‌شده در این فصل از ضابطه شامل بخش‌های زیر است:

در بخش اول انتظارات عملکردی و دامنه کاربرد تشریح می‌شود و تعاریف و اصطلاحات مرتبط ارائه می‌گردد. در ادامه، طبقه‌بندی انواع در و پنجره از نظر نوع مصالح قاب، انواع شیشه و انواع در و پنجره صورت می‌گیرد.

در بخش دوم مصالح، اجزا و فراورده‌های مورد استفاده معرفی و تشریح می‌گردد. بخش سوم به ضوابط اجرایی اختصاص دارد. در بخش چهارم نیز وظایف، کنترل کیفیت و نظارت مطرح می‌گردد. بخش پنجم به ملاحظات ویژه‌ای اختصاص دارد که در چهار فصل اول به آنها پرداخته نشده‌است.

پنجره‌ها و درها از عناصر اصلی در ساختمان‌ها به‌شمار می‌روند و عملکرد این عناصر از حساسیت خاصی برخوردار است، زیرا باید جوابگوی انتظارات متعددی باشد که اهم آنها به‌شرح زیر است:

الف- مقاومت در برابر شرایط آب و هوایی

ب- تأمین نور و تهویه طبیعی

پ- تأمین ایمنی

ت- مقاومت در برابر بارهای وارده

ث- فراهم کردن مسیر فرار در صورت بروز آتش‌سوزی

ج- تأمین امنیت در برابر ورود افراد غیرمجاز

ر- تأمین ایمنی هنگام نظافت

ز- دوام کافی در برابر عوامل خارجی و سهولت اقدامات لازم در مورد تعمیر و نگهداری

سیستم‌های بازشو و شیشه در ساختار پنجره‌ها و درها در کنار جواب‌گویی به بسیاری از انتظارات مطرح، می‌توانند مشکلاتی نیز ایجاد نمایند. برای نمونه، می‌توان به بروز مشکلات هوابندی و آب‌بندی، افزایش ضریب انتقال حرارت و کاهش افت صوتی نما و همچنین تضعیف عملکرد آن در زمینه ایمنی اشاره کرد.

تأمین انتظارات تعیین‌شده و حفظ آن‌ها در دوره بهره‌برداری، به عوامل زیر بستگی دارد:

الف- مشخصات فنی پنجره و در

ب- شرایط نصب

پ- نحوه بهره‌برداری از ساختمان (کاربری ساختمان، محدوده سنی بهره‌برداران ، میزان تردد و دیگر مشخصات بهره‌برداران و مراجعین)

در این دستورالعمل، اصول کلی نصب پنجره‌ها و درها، و همچنین نکات کلیدی مطرح در انتخاب یا طراحی آن‌ها و حصول اطمینان از عملکرد مناسب آن‌ها در دوره بهره‌برداری ارائه شده‌است.

لازم به ذکر است که در بعضی موارد، برای تحقق انتظارات تعیین شده، می‌توان سیستم‌های دوپنجره یا دو در پشت سر هم (در یک دیوار) یا با یک فضای واسط (فیلتر یا فضای کنترل‌نشده) را نیز در نظر گرفت. لازم به ذکر است که در این صورت، طراحی باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که در فاصله بین دو در یا پنجره میعان صورت نگیرد و امکان تمیزکردن سطوح خارجی و میانی، در تمامی طبقات وجود داشته‌باشد.

نوع و جهت بازشوی پنجره‌ها و درها (روبه‌داخل، روبه‌خارج، محوری، ...) باید در طراحی و اجرا مورد توجه قرار گیرد. در درهای بازشونده به سمت بیرون، باید یک وسیله کنترل‌کننده تعبیه‌شود تا از آسیب افراد در اثر حرکت نابه‌هنگام لنگه پنجره در اثر باد جلوگیری شود. در زمان باز و بسته شدن پنجره و در، در صورت بیرون‌زدن بخشی از آن، و قرار گرفتن در مسیر عابر پیاده، باید ملاحظات ایمنی لازم در نظر گرفته شود.

۱۲-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

آب‌چکان: قسمتی از یال پایینی لنگه پنجره بازشو، برای هدایت آب‌باران به خارج.

آستانه: یال پایینی قاب در یا پنجره.

بائو: بخش‌های قائم لنگه در یا پنجره.

پاخور: یال پایینی لنگه در یا پنجره که از دیگر یال‌ها پهن‌تر است تا در یا پنجره را در مقابل ضربه محافظت کند.

پاسار: بخش‌های افقی لنگه در یا پنجره.

پنجره و در: بخش‌هایی از دیوار که به‌منظور تأمین رفت‌وآمد، عبور نور، تبادل هوای اتاق با محیط خارج پیش‌بینی می‌شود.

پنجره لنگه ثابت: پنجره‌های ثابت، ساده‌ترین نوع پنجره هستند که بدون سامانه بازشو در گشودگی دیوار ثابت می‌شوند. به‌طور کلی، از این نوع پنجره با هدف انتقال نور طبیعی به فضای داخل و ایجاد دید به بیرون استفاده می‌شود (شکل ۱۲-۱).

شکل ۱۲-۱- نمونه پنجره لنگه ثابت

پنجره لولا کنار: این نوع پنجره متداول‌ترین نوع پنجره است که در بسیاری از ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمت بازشوی پنجره توسط چند لولا به قسمت قائم قاب اصلی متصل می‌باشد. با استفاده از دستگیره، می‌توان پنجره را با چرخاندن به سمت داخل باز کرد (شکل ۱۲-۲). تمیز کردن این پنجره از داخل به راحتی انجام می شود و مسیر فرار خوبی را فراهم می‌کند. اما حرکت قسمت بازشو در زمان باز شدن فضای داخلی را در بر می‌گیرد.

شکل ۱۲-۲- نمونه پنجره لولا کنار با دو نوع یراق‌آلات متفاوت

پنجره و در کشویی افقی (ساده): در این پنجره، قسمت بازشو بر روی ریل حرکت می‌کند و به کنار دیگر قسمت پنجره، که معمولاً ثابت است، منتقل می‌شود. سیستم بازشوی پنجره کشویی به صورت ریلی در هر دو جهت چپ و راست می‌باشد. پنجره دوجداره کشویی خود به دو نوع، پنجره دو جداره کشویی تک ریل و جفت ریل تقسیم می‌شود. در نوع تک ریل تنها یک بخش پنجره قابل باز شدن هست در حالی که در نوع جفت ریل هر دو قسمت پنجره می‌تواند باز شود (شکل ۱۲-۳). از مزایای این نوع پنجره می‌توان به عدم مزاحمت برای پرده‌های نصب شده و همچنین عدم اشغال فضای داخلی هنگام باز وبسته شدن اشاره کرد.

شکل ۱۲-۳- نمونه پنجره کشویی افقی و مقطع پروفیل‌ها

پنجره کشویی قائم: عملکرد این نوع پنجره همانند پنجره کشویی افقی است با این تفاوت که ریل‌ها حرکتی به صورت قائم دارند. این نوع پنجره نیز دو نوع تک ریل و جفت ریل دارد (شکل ۱۲-۴).

شکل ۱۲-۴- نمونه پنجره کشویی عمودی و مقطع پروفیل‌ها

پنجره لولا پایین: این نوع پنجره تک بازشو عملکردی مشابه پنجره یک‌طرفه دارد. قسمت بازشوی آن با لولاهایی به قاب افقی پایین وصل شده است و رو به داخل باز می‌شود. دستگیره باز و بسته کردن این نوع پنجره، در بخش بالایی آن کار گذاشته می‌شود (شکل ۱۲-۵).

شکل ۱۲-۵- نمونه پنجره لولا پایین و یراق‌آلات

پنجره و در لولا بالا (بازشو به بالا): بازشوی این پنجره توسط لولاهایی به قاب افقی بالایی وصل شده است. این پنجره، به‌دلیل ممانعت از ورود آب باران، حتی در حالت باز، برای شرایط آب و هوایی با بارش زیاد مناسب است. (شکل ۱۲-۶)

شکل ۱۲-۶- نمونه پنجره بازشو به بالا و یراق‌آلات

پنجره پاشنه‌ای (لولا وسط) قائم: قسمت بازشوی این نوع پنجره توسط مکانیسم محوری که در وسط پنجره قرار دارد به قاب اصلی متصل می‌شود. در این نوع پنجره نیروها و گشتاورهای اعمال‌شده به لولاها بسیار محدود هستند و در نتیجه امکان استفاده از پنجره با اندازه‌های بزرگ را فراهم می‌سازد (شکل ۱۲-۷).

شکل ۱۲-۷- نمونه پنجره پاشنه‌ای عمودی و یراق‌آلات

پنجره پاشنه‌ای (لولا وسط) افقی: این نوع پنجره همانند پنجره پاشنه‌ای عمودی دارای یک سطح بازشو است که توسط مکانیسم محوری افقی به قاب اصلی متصل شده است (شکل ۱۲-۸).

شکل ۱۲-۸- نمونه پنجره پاشنه‌ای افقی و یراق‌آلات

پنجره کشویی بهبودیافته تیلت‌اسلاید (فولکس واگنی یا ونی): حالت بازشوی پنجره کشویی بهبودیافته تیلت‌اسلاید[۱] (فولکس واگنی یا ونی)، در مقایسه با پنجره کشویی ساده، عملکرد بهتری دارد، زیرا همانند درهای اتومبیل‌های ون مکانیسم کشویی با مکانیسم مشابه لولایی تلفیق می‌شود، تا در آخرین مرحله بسته‌شدن امکان چفت شدن لنگه بازشو به قاب فراهم گردد. از مزایای این نوع بازشو، همانند پنجره کشویی ساده، این است که هنگام باز و بسته شدن هیچ فضایی را اشغال نمی‌کند. درزبندی بسیار خوب این نوع پنجره نقطع ضعف اصلی پنجره کشوریی ساده را مرتفع می‌سازد، و در نتیجه نشت هوا و صدا به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد (شکل ۱۲-۹). برخی از یراق‌آلات این نوع پنجره به گونه‌ای است که امکان باز شدن پنجره در دو حالت را فراهم می‌سازد. به‌جز حالت کشویی، بازشو می‌تواند، با زاویه محدود، مانند پنجره لولا از پایین باز شود.

شکل ۱۲-۹- نمونه پنجره کشویی بهبودیافته (فولکس واگنی یا ونی)

پنجره آکاردئونی: این نوع پنجره در فضاها و مکان‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عرض زیادی دارند. این پنجره امکان باز شدن تمام سطح پنجره را فراهم می‌سازد و هنگام باز و بسته شدن، بازشو فضای زیادی را اشغال نمی‌کند (شکل ۱۲-۱۰).

۱. Tilt-slide

شکل ۱۲-۱۰- نمونه پنجره آکاردئونی و یراق‌آلات آن

پنجره دو حالته: در پنجره‌های دو حالته باید امکان باز شدن روی دو محور افقی و عمودی با سیستم لولای دوگانه تعبیه شده باشد. هنگامی که بازشوی پنجره از طریق محور افقی باز می‌شود، قسمت بالای بازشو برای تهویه کمی باید به سمت داخل باز شود. زاویه بازشو باید محدود به ۱۵ درجه باشد.

پیش‌قاب: توصیه می‌شود پیش‌قاب در هنگام اجرای دیوارها کار گذاشته شود. پیش‌قاب در نظر گرفته شده می‌تواند فلزی (فولادی یا آلومینیومی) یا غیر فلزی(چوبی، پی‌وی‌سی یا فایبرگلاس) باشد.

در آتش بند (ضدحریق): در با مقاومت کافی در برابر آتش، برای جلوگیری از انتشار آتش و دود ناشی از آن، که از مجموعه‌ای از عناصر، شامل لنگه در، چارچوب، یراق‌آلات و دیگر اجزایی که مجموعاً یک درجه مشخص از محافظت در برابر آتش را تأمین می‌نماید تشکیل شده‌است.

در خود بسته‌شو: در محافظت شده در برابر آتش که مجهز به سیستمی است کـه سـبب بسـته شدن خود به خود در، پس از باز شدن آن می‌شود. اصولاً اصطلاح " خودبسته‌شـو" هنگـامی کـه در مورد درهای حریق یا سایر بازشوهای حفاظتی به کار برده شود، به مفهوم بسته بودن در (یا بازشو) در حالت عادی و بسته شدن آن پس از عبور است که برای اطمینان از انجام این عمل، در باید بـه یـک وسیله مکانیکی (فنری) مجهز شود.

در لولایی: این نوع در متداول‌ترین نوع در است که با مصالح مختلفی ساخته می‌شود و در فضای خارجی و داخلی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمت بازشوی در توسط چند لولا به قاب اصلی متصل می‌شود. این نوع درها بر اساس نوع بازشو، قاب اصلی و لولا می‌توانند یک طرفه و یا دوطرفه باشند (شکل۱۲-۱۱).

شکل ۱۲-۱۱- نمونه در لولایی و یراق‌آلات آن

۱۲-۲- مصالح، اجزا و فرآورده های ساختمانی

۱۲-۲-۱- معرفی و طبقه‌بندی انواع در و پنجره از نظر نوع مصالح قاب

قاب پنجره و در به‌عنوان یکی از اجزای اصلی در و پنجره، بخشی است که شیشه یا صفحات پرکننده را در خود نگه می‌دارد و هنگام نصب بین شیشه‌ها و دیوار ساختمان قرار می‌گیرد. قاب می‌تواند نسبتاً ساده، مانند قاب پنجره بدون لنگه، یا بسیار پیچیده، با تعداد زیادی قسمت متحرک برای بازشو باشد.

۱۲-۲-۲- معرفی و طبقه‌بندی انواع شیشه

- استفاده رنگ‌دانه در بدنه شیشه برای رنگی کردن آنها مجاز است.
- اعمال پوشش‌های ویژه بر روی یک یا دو سطح شیشه برای ارتقاء عملکرد نوری و حرارتی شیشه یا ایجاد ویژگی‌های دیگری مانند خودتمیزشوندگی مجاز است.
- به‌کارگیری عملیات ویژه (نظیر عملیات حرارتی) برای ارتقاء مشخصات مکانیکی و یا دوام شیشه مجاز است.
- چندلایه کردن شیشه برای ارتقاء مشخصات مکانیکی و یا ویژگی‌های ایمنی و صوتی شیشه مجاز است.
- چندجداره کردن شیشه‌ها برای ارتقاء عملکرد حرارتی و و صوتی شیشه مجاز است.

۱۲-۲-۳- طبقه‌بندی انواع در و پنجره

۱۲-۲-۳-۱- مشخصات فنی جدارها

دور محل درهای خارجی و پنجره‌ها باید کاملاً درزبندی شود. باید از هماهنگی روش نصب با نوع دیوار و محل قرارگیری در و پنجره در داخل گشودگی دیوار اطمینان حاصل شود.

حالت‌های مختلف مجاز محل قرارگیری عایق حرارتی در دیوار باید به‌شرح زیر باشد:

الف- دیوار با عایق‌کاری حرارتی از خارج

ب- دیوار با عایق‌کاری حرارتی از داخل

پ- دیوار با عایق‌کاری حرارتی میانی

پ- دیوار با عایق‌کاری حرارتی همگن یا دوطرفه

۱۲-۲-۳-۲- طبقه‌بندی محل قرارگیری پنجره و در داخل گشودگی دیوار

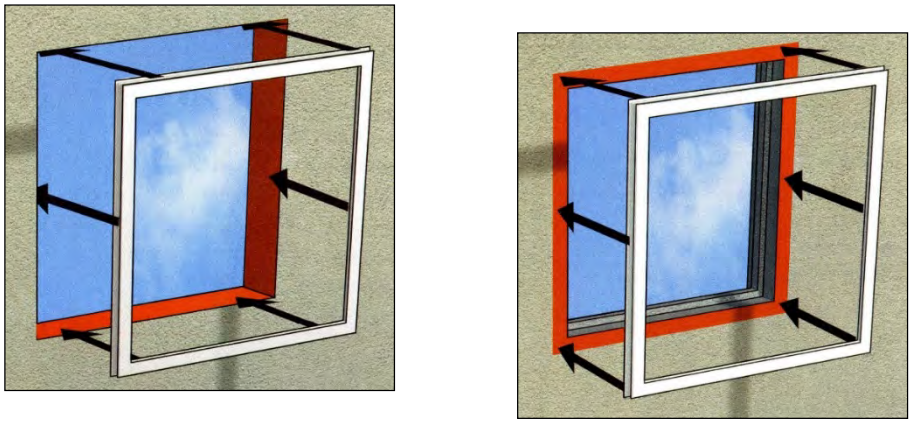
نصب پنجره‌ها و درها به صورت روکار از داخل و یا خارج و یا به صورت توکار در قسمت میانی گشودگی دیوار مجاز است. عملکرد حرارتی روش‌های مختلف نصب پنجره و در به ساختار دیوار و محل قرارگیری عایق حرارتی بستگی دارد.

۱۲-۲-۳-۲-۱- پنجره و در روکار

در این روش پنجره و در، باید بر روی سطح پیرامونی گشودگی دیوار و از داخل نصب شوند (شکل ۱۲-۱۲). در این روش، زمان نصب کوتاه‌تر و نیاز به تنظیم پنجره و در حداقل است. امکان همباد کردن لایه عایق حرارتی با پنجره و در و به‌حداقل رسانیدن پل‌های حرارتی در محل اتصال در و پنجره به دیوار مجاز است.

۱۲-۲-۳-۲-۲- پنجره و در توکار

در این روش اجرا، قاب اصلی پنجره و یا در، باید در بخش میانی مقطع گشودگی دیوار قرار گیرد (شکل ۱۲-۱۲). در برخی موارد برای سهولت نصب، توصیه می‌شود پیش‌قاب چوبی، فلزی و یا ... در محل گشودگی اجرا و پنجره و در به این پیش‌قاب متصل شود.



شکل ۱۲-۱۲- نصب پنجره به صورت روکار و توکار

۱۲-۲-۳-۳- قرارگیری در و پنجره داخل گشودگی دیوار

برای بهبود عملکرد حرارتی پنجره‌ها و درها، باید یکی از راه‌حل‌های زیر در دستور کار قرار گیرد:

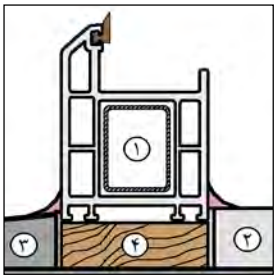
الف- از پیش‌قاب‌های چوبی و یا ... استفاده شود (شکل ۱۲-۱۳)؛

ب- پیش‌قاب حذف شود و پنجره و در مستقیماً به وال‌پست دیوار متصل گردند؛

پ- عایق حرارتی روی پیش‌قاب را کاملاً پوشش دهد و به‌خوبی به پروفیل قاب پنجره و در بچسبد.

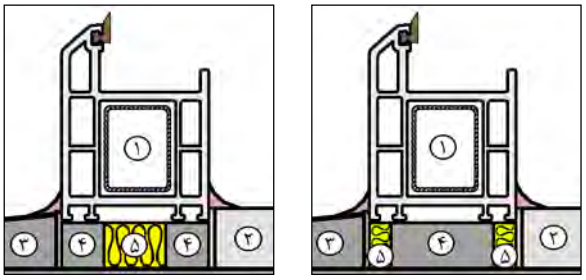
در صورت به‌کار گیری راه‌حل دوم، برای به حداقل رسانیدن پل حرارتی، باید فاصله بین پنجره و یا در و یا دیوار به‌صورت سراسری یا موضعی با عایق حرارتی پر شود (شکل ۱۲-۱۴). برای جزئیات عایق بندی به فصل ۱۰ مراجعه شود.

برای تأمین بیشترین میزان اثربخشی عایق حرارتی دیوار، پنجره و در، باید با توجه به محل قرارگیری قاب، جزییات اجرایی لازم در نظر گرفته شود، تا پل‌های حرارتی ناشی از روش نصب به حداقل ممکن کاهش یابد. در غیر این صورت، علاوه بر تشکیل پل حرارتی، در مناطق سردسیر، مشکل میعان بر روی سطح داخلی دیوار، پیرامون پنجره و در بروز خواهد کرد.



۱: پروفیل پنجره یا در
۲: نازک‌کاری داخل (گچ یا سنگ)
۳: زیرپنجره با مصالح بنایی یا بتنی
۴: پیش‌قاب چوبی یا پلیمری (پی‌وی‌سی، ...)

شکل ۱۲-۱۳- نمونه اجرای صحیح پنجره (با پیش‌قاب چوبی)



۱: پروفیل پنجره یا در
۲: نازک‌کاری داخل (گچ یا سنگ)
۳: زیرپنجره با مصالح بنایی یا بتنی
۴: پیش‌قاب چوبی یا پلیمری (پی‌وی‌سی، ...)
۵: عایق حرارتی

شکل ۱۲-۱۴- نمونه‌های راه‌حل‌های کاهش پل‌های حرارتی در محل اتصال پنجره به دیوار

۱۲-۲-۴- قطعات و سیستم‌های مورد استفاده برای تثبیت و نصب

۱۲-۲-۴-۱- لاتن[1]ها و مهره‌های تثبیت‌کننده

۱۲-۲-۴-۱-۱- لاتن‌ها

از لاتن‌ها باید برای تنظیم موقعیت قاب در و پنجره و در شرایط زیر استفاده شود:

الف- برای جلوگیری از اعوجاج قاب بیرونی در حین نصب و بهره‌برداری.

ب- برای اطمینان از قرارگیری در محل درست به صورت تراز و قائم بودن زوایای قاب.

پ- ایجاد امکان حرکات حرارتی قاب.

ت- مقاومت در برابر بارهای باد.

توصیه می‌شود لاتن‌ها در محل کار باقی بمانند و به‌عنوان بخشی از تجهیزات نصب پنهان شوند. با این حال، در برخی موارد آنها ممکن است برای تسهیل اجرای جزئیات پیرامون یا به دلایل مربوط به نوع اتصالات، برداشته شوند. در این موارد، شرایط ذکر شده در بالا باید تأمین و به راهنمایی‌ها و دستورالعمل سازنده مراجعه گردد.

با توجه به نیروهای وارده هنگام باز و بسته شدن درها، توصیه می‌شود از لاتن‌های اضافی در مجاورت نقاط لولاها و قفل برای ایجاد امنیت و مقاومت اضافی استفاده شود.

لاتن‌های استفاده شده برای نصب فریم باید در برابر فشرده شدن، پوسیدگی و خوردگی مقاوم باشند.

---

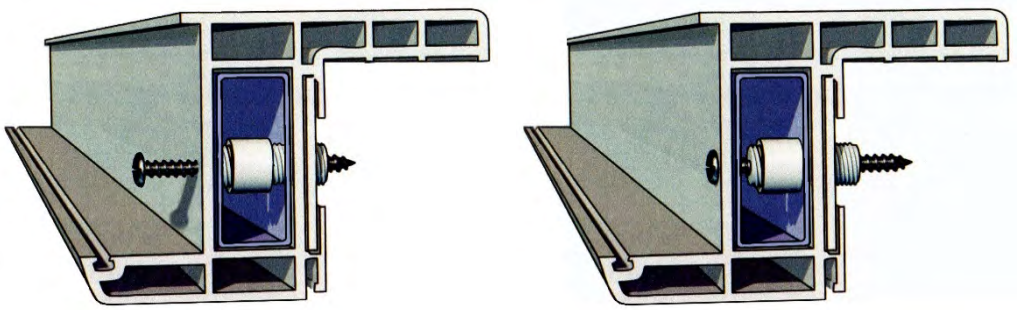
۱. عبارات دیگری نظیر شیم، فاصله‌انداز و اسپیسر نیز به‌کار می‌رود.

سفت کردن بیش از حد اتصالات می‌تواند منجر به اعوجاج لاتن‌ها شود که باید از آن جلوگیری به‌عمل آید.

لاتن‌ها، ضمن تنظیم وضعیت استقرار چارچوب پنجره‌ها و درها در گشودگی، باید به‌گونه‌ای باشند که برای اجرای اصولی بتونه، فاصلهٔ چارچوب پنجره تا سفت‌کاری (بدنهٔ درگاه) در هیچ نقطه‌ای از ۵ میلی‌متر کمتر نباشد. جنس لاتن‌ها باید از چوب و یا از مواد پلاستیکی و به ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر و پهنای حدودی ۲۰ میلی‌متر باشد.

۱۲-۲-۴-۲-۱-۲- مهره‌های تثبیت‌کننده

مهره‌های تثبیت‌کننده، اجزای نصب هستند، که در زمان ساخت در و پنجره در داخل پروفیل‌های آن کار گذاشته می‌شوند. کارگذاشتن مهره‌های تثبیت‌کننده در پای کار توسط گروه نصب غیر قابل قبول است. برای جزئیات قرارگیری مهره‌ها به شکل ۱۲-۱۵ مراجعه شود.



شکل ۱۲-۱۵- جزییات قرارگیری مهره تثبیت‌کننده در پروفیل

۱۲-۲-۴-۲- لوازم جانبی نصب پنجره‌ها

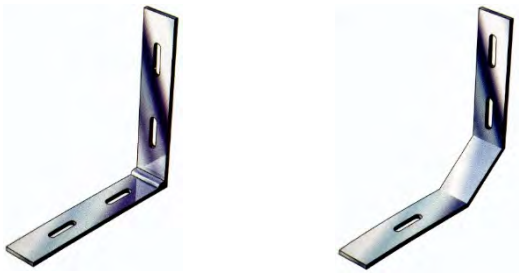
۱۲-۲-۴-۲-۱- بست‌ها و نبشی‌های گوشه

بست‌ها باید از فولاد نرم گالوانیزه (با پوشش سطحی حداقل ۲۷۵ g/m^2) باشند. استحکام بست‌ها باید به‌اندازه‌ای باشد که در مقابل حداکثر بار وارد شده در حین اجرا و در دوره بهره‌برداری مقاومت کند و تغییرشکل‌ها و جابه‌جایی‌های پنجره را در حدمطلوب محدود کند.

با توجه به مکان نصب پنجره و تغییر فشارهای حداکثر اعمال‌شده در حین کار و مشخصات حداقل لازم برای پنجره‌ها و درها (از نظر هوابندی، آب‌بندی و مقاومت در برابر باد) مشاور باید میزان نیروها و فشارها را محاسبه و اعلام نماید. علاوه بر این، تمهیدات در نظر گرفته‌شده برای مقامت در برابر نیروها و فشارهای اعمال‌شده باید توسط مشاور مشخص گردد.

انتخاب بست‌های تثبیت‌کننده درها و پنجره‌ها باید با مسئولیت پیمانکار، متناسب با نوع پنجره و در، نحوه نصب و خصوصاً در هماهنگی با الزامات و راه‌کارهای تعیین‌شده توسط مشاور، برای دست‌یابی به مقاومت‌های مکانیکی مورد انتظار صورت گیرد. نوع بست‌های مورد استفاده باید مطابق با شکل ۱۲-۱۶ باشد.

در صورت استفاده از اتصال نبشی در قسمت بیرونی، اتصالات باید با استفاده از پیچ‌های ایمنی مخصوص یک طرفه یا دیگر روش‌های مناسب، در محل خود ایمن شوند.



الف- نوع دو خم ب- نوع یک خم یا معمولی

شکل ۱۲-۱۶- بست‌ها و نبشی‌های گوشه برای اتصال درها و پنجره‌ها

۱۲-۲-۴-۲-۲- قطعات اتصال به سفت‌کاری (بدنه دیوار)

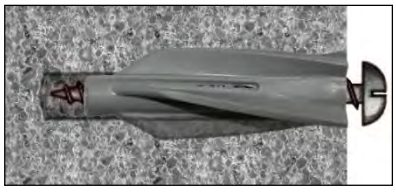
در انتخاب اندازه و نوع پیچ‌ها باید شرایط و ماهیت بستر و همچنین شدت بارهایی که وارد خواهد شد (مانند کوبیدن در) در نظر گرفته شود. در نصب قاب پنجره و درها به دیوار توصیه می‌شود از پیچ و رول‌پلاگ یا پیچ تنها و یا رول‌بلت استفاده شود. انواع قطعات مجاز مورد استفاده برای نصب به‌شرح زیر است:

الف- رول‌پلاگ‌های پلاستیکی

انواع رول‌پلاگ ساده (شکل ۱۲-۱۷) برای دیوارهای بتنی، و انواع مخصوص آن را می‌توان در بلوک‌های سفالی و سیمانی و همچنین بلوک‌های بتن سبک (شکل‌های ۱۲-۱۸ و ۱۲-۱۹) استفاده کرد. در انواع مخصوص، معمولاً شیارهای طولی در رول‌پلاگ در نظر گرفته می‌شود تا امکان بازشدن رول‌پلاگ در جهات مختلف و تا حد ممکن فراهم شود.

شکل ۱۲-۱۷- نمونه رول‌پلاگ پلاستیکی معمولی

شکل ۱۲-۱۸- نمونه رول‌پلاگ پلاستیکی مخصوص قابل استفاده در دیوارهای بلوک سفالی و سیمانی



شکل ۱۲-۱۹- نمونه رول‌پلاگ‌های مخصوص بتن سبک

ب- پیچ‌های فولادی عادی ضدزنگ سر پهن یا با یک واشر زیر سری

این نوع پیچ‌های نوک‌تیز همراه با رول‌پلاگ‌های پلاستیکی یا به‌صورت مستقل، برای اتصال مستقیم قاب پنجره و در و یا برای اتصال نبشی‌های نگهدارنده به دیوار، مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۱۲-۲۰).

شکل ۱۲-۲۰- نمونه پیچ‌فولادی عادی ضد زنگ

پ- رول‌پلاگ‌های پلاستیکی و پیچ‌های سر تخت از قبل سر هم شده

رول‌پلاگ و پیچ باید به‌وسیله چکش از سوراخ موجود در چارچوب به داخل سوراخ سفت‌کاری کوبیده شود (شکل ۱۲-۲۱). کاربرد این نوع اتصالات برای دیوارهای بتنی و در پروژه های بهسازی می‌باشد. در صورتی‌که دیوار با بلوک سفالی یا سیمانی یا بتن سبک ساخته شده باشد، باید از رول‌پلاگ‌های مخصوص هر نوع بلوک استفاده گردد. توصیه می‌شود پیچ دارای یک واشر متناسب با اندازه پیچ و نوع کاربرد باشد.

شکل ۱۲-۲۱- نمونه رول‌پلاگ‌های پلاستیکی و پیچ‌های سر تخت از قبل سر هم شده

ت- درول‌بلت‌های مجهز به مخروط‌های فولادی منبسط‌شونده

این قطعات اتصال باید صرفاً برای زیرکار بتنی توپر، و همراه چارچوب‌های از پیش سوراخ‌شده استفاده شود (شکل ۱۲-۲۲).

شکل ۱۲-۲۲- نمونه رول‌بلت مجهز به مخروط فولادی

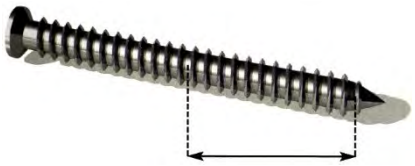
ث- پیچ‌های دو اندازه‌ای

این نوع پیچ‌ها، پیچ های فولادی مخصوصی هستند که در دو طرف آن‌ها دنده‌هایی با گام‌های متفاوت موجود است. (شکل ۱۲-۲۳) با این نوع از پیچ‌ها باید بتوان فاصله بین چارچوب موجود (قدیمی) وقاب پنجره و در جدید را تنظیم نمود.

شکل ۱۲-۲۳- نمونه پیچ دو اندازه‌ای

پ- پیچ‌های بدون نیاز به رول‌پلاگ

این نوع پیچ‌ها از نوع سرتیز دنده‌ریز بوده و برای اتصال مستقیم به سفت‌کاری بدون نیاز به رول پلاگ باید مورد استفاده قرار گیرد. این پیچ ها باید در سوراخ ایجاد شده با مته مخصوص، مطابق مشخصات تعیین‌شده توسط تولید کننده مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۱۲-۲۴).



شکل ۱۲-۲۴- نمونه پیچ بدون نیاز به رول‌پلاگ برای درگیری حداقل ۴۰ *میلی‌متر* در داخل بتن

۱۲-۲-۵- قطعات و سیستم‌های مورد استفاده برای هوابندی و آب‌بندی

درزگیرها باید متناسب با مصالح ساختمانی و قاب مورد نظر انتخاب شوند و انعطاف‌پذیری و چسبندگی را در طول عمر مورد نظر از خود نشان دهند. نوع درزگیر انتخابی وابسته به نوع قاب پنجره و در، مصالح گشودگی و اندازه درز بین پنجره و در با بازشوی سازه‌ای باید توسط مشاور تعیین شود.

در تمامی شرایط، باید درزبندی، بین دیواره گشودگی و چارچوب پنجره‌ها و درها، به‌صورت پیرامونی انجام شود، تا از آب‌بندی و هوابندی پیرامون چارچوب اطمینان حاصل شود باید توجه خاصی معطوف به زوایای خود چارچوب شود. نصب پنجره‌ها و درها باید با مواد درزبندی مخصوص انجام گیرد و نباید برای این منظور از گچ و سیمان استفاده شود.

برای درزبندی باید از بتانه سیلیکونی برای تزریق با پمپ و یا نوارهای فشرده اسفنجی و آغشته که معمولاً به شکل توپی (رولی) عرضه می‌شود، استفاده گردد (شکل ۱۲-۲۵).

گروه نصب باید از کیفیت بتونه‌ها و نوارهای اسفنجی مورد استفاده (شامل برخورداری از استاندارد معتبر ملی یا بین‌المللی نظیر EN 15651-2 به همراه تاریخ انقضای محصول) اطمینان حاصل نمایند. استفاده از اسفنج‌های پلی‌یورتان منبسط‌شونده تزریقی سخت (غیر ارتجاعی) مجاز نمی‌باشد.

شکل ۱۲-۲۵- انواع مختلف مواد درزبندی

۱۲-۳- ضوابط اجرایی

هنگام نصب پنجره‌ها و درها در ساختمان جدید، باید مشخصات اصلی پنجره و در به همراه شرایط نصب بررسی شود وفرآیند نصب مطابق با مشخصات ارائه شده باشد تا از عملکرد پنجره و در نصب شده مطابق با شرایط پیش‌بینی شده در طراحی اطمینان حاصل شود. در صورتی که پنجره‌ها و درها عناصر مربوط به نصب را نداشته باشند باید نکاتی که در این فصل ذکر شده، در فرآیند نصب در نظر گرفته شوند.

۱۲-۳-۱- گشودگی دیوار

قبل از نصب پنجره‌ها و درها گشودگی‌های دیوار باید به خوبی بررسی شده تا در صورت وجود نقص، پیش از انجام فرآیند نصب برطرف شوند. گشودگی دیوار باید از نظر ارتفاع و عرض از ابعاد واقعی در و پنجره مورد نظر حداقل ۱۰ میلی‌متر از هر جهت بزرگ‌تر باشد. پیمانکار باید تمام جزئیات مربوط به محصول به همراه شرایط و دستورالعمل‌های سازنده در رابطه با نحوه نصب و ابعاد گشودگی مورد نیاز را رعایت کند.

چنانچه به هر دلیلی شرایط گشودگی نامناسب ارزیابی گردد به‌گونه‌ای که مانع از نصب صحیح محصول و یا جلوگیری از کاربرد مناسب مصالح و اجزای مورد نیاز ذکر شده در دستورالعمل‌های سازنده شود، دستگاه نظارت باید قبل از اجرای عملیات نصب در و پنجره، موارد را به پیمانکار اعلام نماید.

اهم مواردی که باید توسط پیمانکار رعایت شود، به‌شرح زیر است:

الف- مصالح به‌کار رفته برای ساخت دیوار خارجی با مشخصات تعیین شده در مشخصات فنی مطابقت داشته باشد.

ب- ابعاد و اندازه‌ها، تراز یا شاغول بودن وجوه گشودگی و گونیا بودن زوایا باید رعایت شود.

پ- جزئیات تکیه‌گاه پنجره و در با شیوهٔ نصب در نظر گرفته شده تطابق داشته باشد.

ت- روش در نظرگرفته شده برای اجرای درزبندی با وضعیت نازک‌کاری یا اندودکاری خارجی در تماس با پنجره هماهنگی داشته باشد.

ث- نقاط ضعف در برابر نفوذ رطوبت، و در نظر گرفتن تمهیدات لازم، متناسب با وضعیت لایه‌های تشکیل‌دهنده دیوار، محل قرارگیری عایق حرارتی، و پل‌های حرارتی احتمالی، باید پیش از نصب تعیین شده باشد.

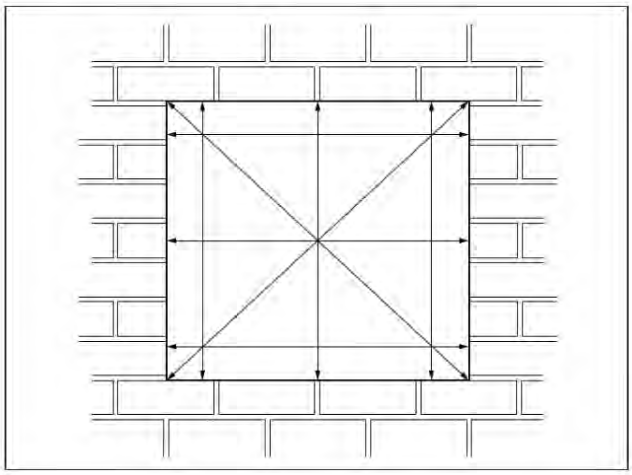
ج- پروفیل‌های تقویت‌کننده، نوع و نحوه درزبندی قسمت‌های بازشو پنجره و در و همچنین ضخامت شیشه‌ها با نیروهای خارجی و تغییرشکل‌های در نظر گرفته شده برای دیوار تطابق داشته باشد.

در کلیه روش‌های ساخت باید در مورد انطباق مواد و روش‌های مورد استفاده برای درزبندی فاصله بین در و پنجره و دیوار، در گشودگی، با ضوابط مطرح در زمینه محافظت در برابر آتش، اطمینان حاصل شود. این موضوع در مورد ساختمان‌ها با اسکلت چوبی و فلزی باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

با در نظر گرفتن روش‌های اجرایی مناسب، باید از وارد نشدن بار ثقلی بخش بالایی (فوقانی) دیوار بر روی پنجره یا در، اطمیان حاصل گردد.

۱۲-۳-۱-۱- اندازه‌گیری ابعاد گشودگی

برای تعیین ابعاد پنجره‌ها و درها، گشودگی دیوار باید از سه جهت شامل طول، عرض و قطر آن (برای بررسی قائم بودن زاویه‌ها) مطابق با شکل ۱۲-۲۶- اندازه‌گیری شوند. اندازه‌گیری ارتفاع گشودگی باید در حداقل سه موقعیت سمت راست، وسط و سمت چپ گشودگی انجام گیرد. اندازه‌گیری با هدف تعیین ابعاد قائم حداقل و حداکثر داخل گشودگی، بین کف‌پنجره و نعل‌درگاه، باید انجام شود. در صورت نیاز به نصب کف پنجره و عدم نصب آن، باید ضخامت کف پنجره و نحوه نصب آن در اندازه‌گیری ابعاد در نظر گرفته شود. اندازه‌گیری عرض گشودگی باید در حداقل سه موقعیت بالا، وسط و پایین گشودگی انجام گیرد.



شکل ۱۲-۲۶- نحوه اندازه‌گیری ابعاد گشودگی

در شرایط معمول و اصولی، اندازه پنجره و در مطابق طراحی، بر اساس مقررات ملی ساختمان، تعیین می‌شود، و گشودگی با هماهنگی با ابعاد پنجره و در، در نظر گرفته می‌شود. در چنین شرایطی، امکان طراحی اصولی و در نظر گرفتن پیش‌بینی‌های لازم برای تولید و نصب در و پنجره فراهم می‌باشد.

۱۲-۳-۱-۲- رواداری مجاز ابعاد گشودگی

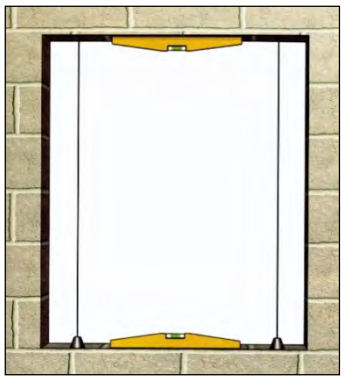
مقادیر حداکثر انحراف از ابعاد اسمی (میلی‌متر) برای ابعاد مختلف گشودگی، در حالتی که پنجره در داخل گشودگی قرار می‌گیرد، در جدول ۱۲-۱ ارائه شده است. کنترل رواداری‌های ابعادی درگاه‌ها، باید بر مبنای اندازه‌های روی نقشه، و پس از کم کردن ضخامت پیش‌بینی‌شده برای اندود احتمالی صورت گیرد.

جدول ۱۲-۱- مقادیر حداکثر انحراف از ابعاد اسمی (میلی‌متر) برای ابعاد مختلف گشودگی

شرایط گشودگی	ابعاد اسمی گشودگی	
	تا ۳ متر	بین ۳ تا ۶ متر
گشودگی با سطح ناتمام (قبل از اجرای نازک‌کاری یا اندودکاری)	±۱۲ میلی‌متر	±۱۶ میلی‌متر
گشودگی با سطح تمام‌شده (پس از اجرای نازک‌کاری یا اندودکاری)	±۱۰ میلی‌متر	±۱۲ میلی‌متر

برای بررسی شاغول بودن کناره‌های گشودگی، و تراز بودن زیرپنجره، پاخور در و نعل درگاه از تراز الکلی (حباب‌دار) یا الکترونیکی و شاغول باید استفاده شود (شکل ۱۲-۲۷).

دقت اندازه‌گیری تراز بودن نعل درگاه و به‌ویژه تکیه‌گاه زیر در پنجره بسیار حائز اهمیت است و تأثیر به‌سزایی بر روی کیفیت نصب می‌گذارد. مقادیر حداکثر خطای عدم تراز (عدم شاغول) بین نقاط مربوط به بیشترین و کم‌ترین برآمدگی بر روی نعل‌درگاه و تکیه‌گاه باید مطابق با جدول ۱۲-۲ باشد. در اندازه‌گیری و کنترل‌ها باید همواره دقت و درستی تراز الکلی یا الکترونیکی مورد استفاده مد نظر قرار گیرد.



شکل ۱۲-۲۷- اندازه‌گیری‌های لازم برای کنترل تراز و شاغول بودن کناره‌های گشودگی در و پنجره

جدول ۱۲-۲- مقادیر حداکثر خطای ناشاغولی و ناترازی بین نقاط مربوط به بیشترین و کم‌ترین برآمدگی

	خطای ناشاغولی	۱۰ میلی‌متر
خطای ناترازی	روی نعل درگاه	۱۰ میلی‌متر
	روی تکیه‌گاه	۸ میلی‌متر

راست بودن گوشه‌های داخل گشودگی باید کنترل شود. بدین منظور باید با استفاده از تراز یا با اندازه‌گیری قطرهای داخلی گشودگی انجام گردد. اختلاف بین اندازه قطرها نباید از مقادیر اعلام شده در جدول ۱۲-۳ بیشتر باشد.

جدول ۱۲-۳- مقادیر حداکثر تفاوت اندازه قطرهای گشودگی (میلی‌متر) برای اندازه‌های مختلف قطر

اندازه قطر	تا ۱ متر	بین ۱ و ۳ متر	بین ۳ و ۶ متر
رواداری تفاوت اندازه قطرهای گشودگی	۶ میلی‌متر	۸ میلی‌متر	میلی‌متر

۱۲-۳-۱-۳- صاف‌بودن سطوح استقرار پنجره‌ها و درها

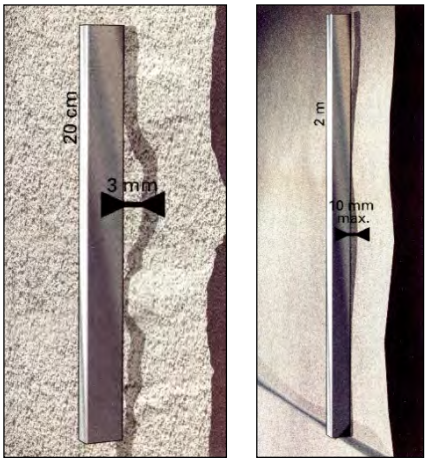
سطح دیوار بنایی، که قرار است پنجره و در بر روی آن نصب شود، باید از نظر صاف‌بودن به‌دقت بازرسی شود. بدین منظور باید الزامات ذیل رعایت شود:

۱۲-۳-۱-۳-۱- صاف‌بودن کلی

برای پنجره‌ها و درهایی که به‌صورت روکار داخل نصب می‌شوند، باید پیرامون گشودگی، فاصله بین حداکثر مقدار برجستگی و تورفتگی اندازه‌گیری شود. در حالت اجرای توکار، باید اندازه‌گیری‌های مشابهی بر روی سطوح داخلی صورت گیرد. این ناهمواری‌ها با استفاده از یک شمشه ۲ متری تعیین می‌شود. مقادیر اندازه‌گیری شده باید کمتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر باشند (شکل ۱۲-۲۸).

۱۲-۳-۱-۳-۲- صاف‌بودن موضعی

اندازه‌گیری ناصافی (ناهمواری) موجود مجاور سطوح استقرار بازشو (درزهای عناصر و بین عناصر بنایی) باید با استفاده از یک خط‌کش ۲۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شود و نباید از ۳ میلی‌متر بیشتر باشد (شکل ۱۲-۲۸).



شکل ۱۲-۲۸- رواداری مجاز صاف بودن کلی و موضعی

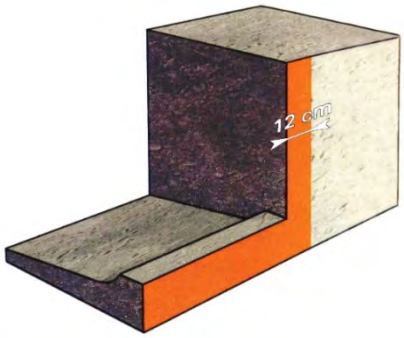
۱۲-۳-۱-۴- گشودگی‌های فاقد پیش‌قاب

نصب پنجره‌ها و درها باید زمانی صورت گیرد که عملیات اجرای دیوار تمام شده، یا به اندازه‌ای پیشرفت کرده‌باشد که خطر آسیب‌دیدگی یا تغییرشکل یا جابجایی پنجره نصب شده وجود نداشته‌باشد. سطوح گشودگی محل نصب در و پنجره هنگام نصب باید تمیز شوند.

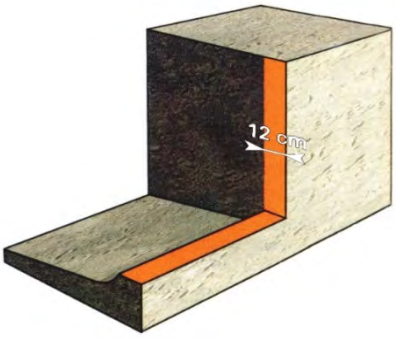
۱۲-۳-۲- دیوار بتنی

درصورتی که سطح دیوار ناصاف باشد، باید اصلاح سطوح استقرار در و پنجره روکار (خارج گشودگی) یا توکار (داخل

گشودگی)، با ملات سیمان انجام گیرد. ضخامت حداقل ملات باید ۵ میلی‌متر و عرض حداقل آن ۱۲ سانتی‌متر یا به میزانی باشد که تا سطح خارجی چارچوب پنجره و در را پوشش دهد (شکل ۱۲-۲۹ و شکل ۱۲-۳۰).



شکل ۱۲-۲۹- مثال آماده‌سازی سطوح بتنی محل نصب پنجره و در با تکیه‌گاه همباد



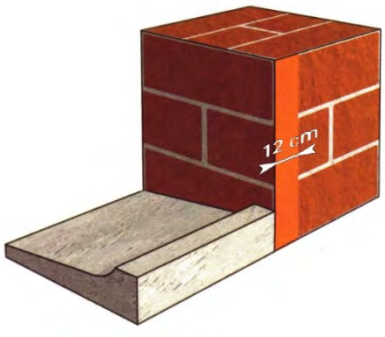
شکل ۱۲-۳۰- مثال آماده‌سازی سطوح نصب پنجره و در با تکیه‌گاه‌های بتنی توکار

۱۲-۳-۳- جدارهای باربر ساخته‌شده با آجرهای نمایان (اکسپوز)

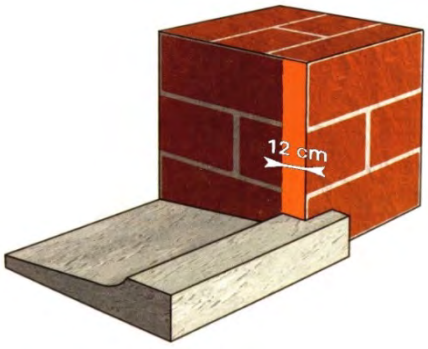
درصورتی که سطح سفت‌کاری ناصاف باشد، باید اصلاح سطوح استقرار پنجره و در روکار یا توکار، با ملات سیمان در دستورکار قرار گیرد. ضخامت ملات مصرفی حداقل باید ۵ میلی‌متر و عرض حداقل بخش تسطیح‌شده آن ۱۲ سانتی‌متر یا به میزانی باشد که تا سطح خارجی چارچوب پنجره و یا در را پوشش دهد (شکل‌های ۱۲-۳۱ و ۱۲-۳۲).

درصورتی‌که زیرکار صاف و مسطح نباشد، تسطیح داخلی سطوح باید با ملات سیمان، به ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر انجام پذیرد. عرض بخش تسطیح‌شده باید حداقل ۱۲ سانتی‌متر یا به میزانی باشد که تا سطح خارجی چارچوب پنجره و یا در را پوشش دهد.

در صورتی‌که وضعیت سطوح به لحاظ تخت بودن منطبق با ضوابط باشد، آماده سازی سطوح می‌تواند به پر کردن درزها و تورفتگی‌های بندهای بین آجرها محدود شود.



شکل ۱۲-۳۱- مثال آماده‌سازی سطوح محل نصب پنجره و در روکار با زیرپنجره همباد در یک دیوار آجر نمایان



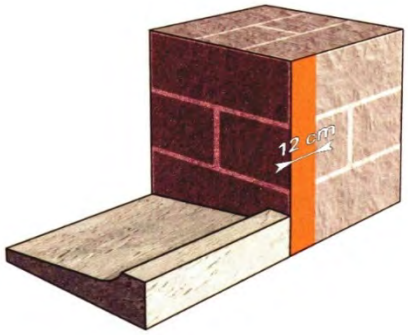
شکل ۱۲-۳۲- مثال آماده‌سازی سطوح محل نصب پنجره و در با تکیه‌گاه‌های بتنی توکار در یک دیوار آجر نمایان

۱۲-۳-۴- جدارهای ساخته‌شده با بلوک یا آجر سوراخ‌دار

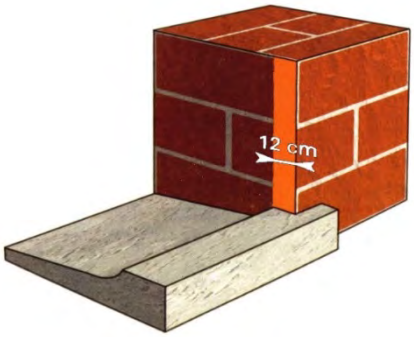
چنانچه سطوح نصب در و پنجره‌ها تخت و مسطح نباشند، باید آماده‌سازی سطوح با ملات سیمان انجام شود. ضخامت ملات باید بیش از ۵ میلی‌متر و عرض آن ۱۲ سانتی‌متر یا به میزانی باشد که تا سطح خارجی چارچوب پنجره و در را پوشش دهد (شکل‌های ۱۲-۳۳ و ۱۲-۳۴).

چنانچه سطوح نصب صاف و مسطح باشد، عملیات می‌تواند به پر کردن تورفتگی‌های بندهای بین بلوک‌ها محدود شود. بخش پر شده، در محل پیش‌بینی شده برای اجرای آب‌بندی، باید عرضی بیش از ۳ سانتی‌مترداشته باشد.

در صورتی که عرض گشودگی با ابعاد تمام شده انطباق نداشته باشد، عملیات آماده‌سازی باید با احتساب ضخامت ملاتی که اجرا خواهد شد، صورت گیرد.



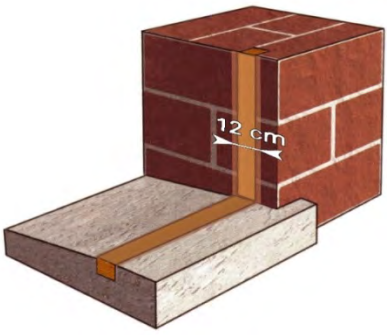
شکل ۱۲-۳۳- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی ساخته‌شده از بلوک یا آجر سوراخ‌دار با تکیه‌گاه پیش‌ساخته در حالت نصب روکار



شکل ۱۲-۳۴- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی ساخته‌شده از بلوک یا آجر سوراخ‌دار با تکیه‌گاه پیش‌ساخته در حالت نصب توکار

۱۲-۳-۵- استفاده از پیش‌قاب در گشودگی

به منظور تسهیل در نصب پنجره و در، توصیه می‌شود پیش‌قابی در داخل دیوار کار گذاشته شود (شکل ۱۲-۳۵). برای کاهش پل‌های حرارتی، توصیه می‌شود از پیش‌قاب‌های چوبی و یا دیگر مصالح مناسب مانند PVC و ... استفاده شود. در صورت استفاده از قاب چوبی باید چوب‌ها از انواع عمل‌آوری‌شده انتخاب گردند تا در برابر رطوبت نفوذی احتمالی به دیوار محافظت شوند.



شکل ۱۲-۳۵- آماده‌سازی سطوح یک گشودگی در حالت نصب توکار همراه با پیش‌قاب

۱۲-۳-۶- ابعاد تولیدی پنجره‌ها و درها

برای تعیین اندازه مورد نیاز برای ساخت پنجره‌ها و درها باید بزرگترین قابی که می‌تواند در گشودگی قرار گیرد و زاویه‌های آن قائم بماند همراه با فاصله مورد نیاز برای درزگیری در نظر گرفته شود.

انبساط و انقباض قاب‌ها، به دلیل نوسانات دما، باید در ساخت پنجره‌ها و درها اندازه‌گیری آن‌ها در نظر گرفته شود.

رواداری اندازه ساخت پنجره‌ها از اندازه گشودگی دیوار بر اساس جدول ۱۲-۴ تعیین می‌شود.

در رواداری اندازه ارتفاع پنجره باید در ضخامت سیلیکون مورد نیاز برای نصب کف در و پنجره، در نظر گرفته شود.

جدول ۱۲-۴- میزان کسر اندازه ساخت پنجره‌ها و درها از اندازه گشودگی دیوار (میلی‌متر)

نوع قاب	عرض و ارتفاع بازشوی سازه‌ای (میلی‌متر) *			
	تا ۱٫۵ متر	۱٫۵ تا ۳ متر	۳ تا ۴٫۵ متر	بالاتر از ۴٫۵ متر
پی وی سی - سفید	۱۰	۱۰	۱۵	۲۰
پی وی سی - غیرسفید	۱۵	۱۵	۲۲	۲۸
چوب	۱۰	۱۰	۱۰	۱۵
فولاد	۸	۱۰	۱۲	۱۵
آلومنیوم	۱۰	۱۰	۱۵	۲۰
فایبرگلاس	۵	۱۰	۱۵	۱۵

* اندازه‌های ارائه شده برای کل عرض و یا ارتفاع است

** برای نصب قاب‌های فولادی و آلومنیوم بر روی پیش قاب چوبی میزان کسر برابر ۴ میلی‌متر است.

۱۲-۳-۷- اتصالات

برای پنجره‌ها و درها استفاده از اتصال درون قابی و اتصال توسط نبشی و یا بست فولادی (خارج از محور) مجاز می‌باشد.

هر یک از اعضای قاب پنجره یا درها باید بر روی بستر خود به خوبی تثبیت شوند تا در برابر بارها و نیروهای احتمالی وارده که می‌توانند باعث انحراف و شکستن احتمالی قاب شوند، مقاومت کنند.

پنجره‌ها و درها باید با زوایای قائم در گشودگی نصب شوند. نصب باید بدون پیچ و تاب یا اعوجاج در عضوها انجام پذیرد.

در صورت استفاده از نبشی و یا بست فولادی در قسمت خارجی این عناصر، باید با استفاده از پیچ‌های ایمنی یک طرفه به دیوار نصب شوند.

توصیه می‌شود اتصالات قاب به نعل درگاه بالای پنجره و یا در، در قسمت بیرونی نباشد تا از ورود آب جلوگیری شود.

۱۲-۳-۷-۱- محل اتصالات

برای محل اتصالات پنجره‌ها و درها باید توصیه‌های سازنده و یا مشاور رعایت شوند. در صورتی که به دلایلی امکان رعایت محل‌های تعیین شده وجود نداشته باشد باید نزدیکترین محل به موقعیت تعیین شده برای اتصالات انتخاب شود.

در صورت استفاده از نعل درگاه بتنی یا فولادی اگر دستیابی به فاصله‌های حداقل تعیین‌شده (بین اتصالات مکانیکی) توسط سازنده پنجره و تاییدشده توسط مهندس مشاور با استفاده از اتصالات درون قاب یا نبشی امکان‌پذیر نباشد، در

صورت ارائه مستندات مبنی بر جواب‌گویی روش جایگزین و موافقت مهندس مشاور، می‌توان از فوم پلی‌یورتان (PU) به‌جای بخشی از اتصالات مکانیکی استفاده کرد، اما نباید تحت هیچ شرایطی نباید از آن به‌عنوان تنها روش تأمین استحکام و تقویت اتصال کل قاب استفاده نمود.

۱۲-۳-۷-۱-۱- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای یوپی‌وی‌سی

موقعیت قرارگیری اتصالات برای استحکام درها و پنجره‌های یوپی‌وی‌سی در هر چهار سمت قاب باید مطابق شکل ۱۲-۳۶ و با رعایت الزامات زیر باشد:

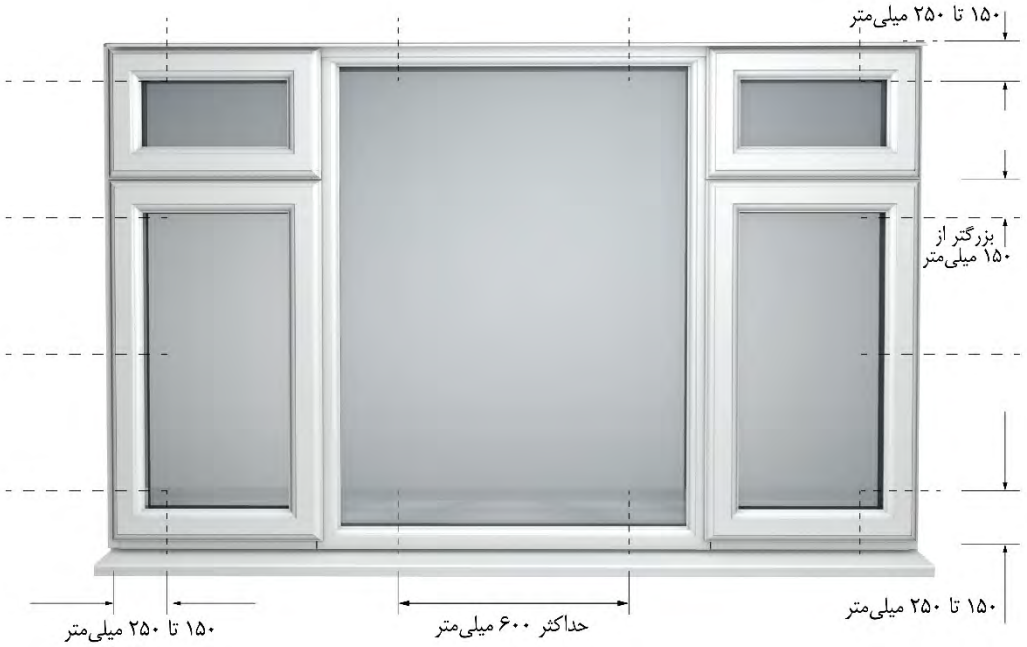
الف- اتصالات واقع در گوشه‌های قاب باید در فاصله بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌متری از گوشه خارجی قرار گیرند.

ب- اتصالات باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر از محل تقاطع پروفیل‌های داخلی با قاب محیطی فاصله داشته باشند.

پ- در پروفیل واقع در بالا و پایین در و پنجره باید حداقل دو اتصال وجود داشته باشد که در میان پروفیل‌ها تعبیه شده باشند به‌طوری‌که حداکثر فاصله اتصالات بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد.

ت- چنانچه پروفیل بالایی توسط فوم PU متصل شود باید شرایط زیر رعایت شود:

- چنانچه عرض قاب تا ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد نیازی به تعبیه اتصال نمی باشد.
- عرض قاب باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۴۰۰ میلی‌متر: یک اتصال در وسط باشد.
- عرض قاب باید بین ۲۴۰۰ تا ۳۶۰۰ میلی‌متر: دو اتصال با فاصله برابر باشد.



شکل ۱۲-۳۶- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای یوپی‌وی‌سی

۱۲-۳-۷-۱-۲- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای چوبی

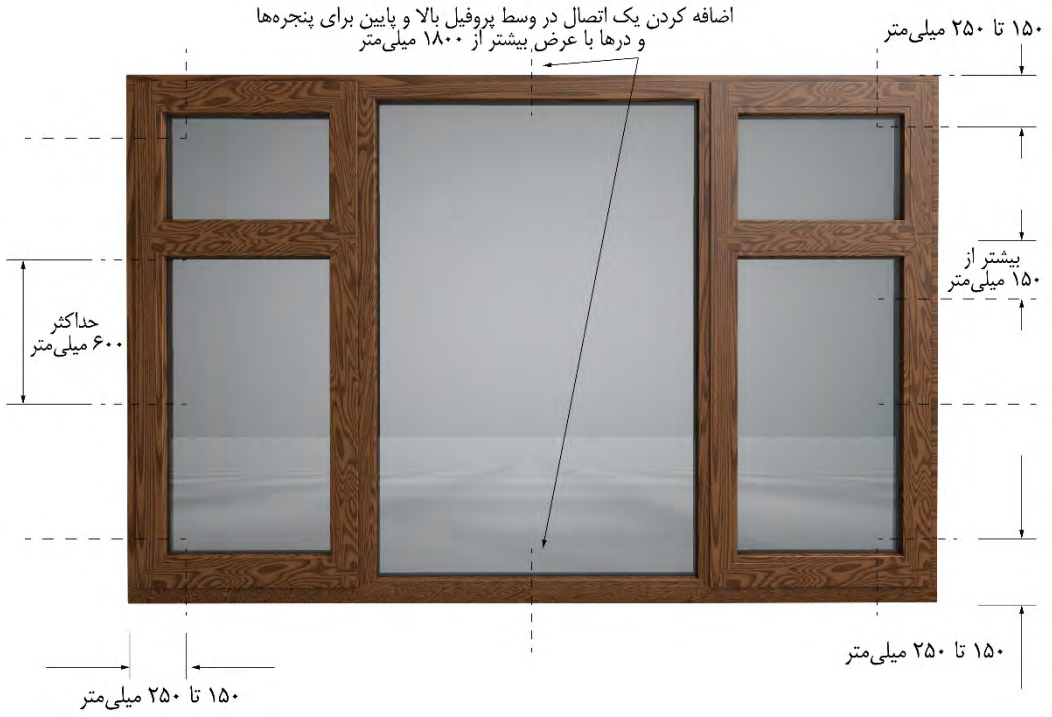
موقعیت قرارگیری اتصالات برای استحکام درها و پنجره‌های چوبی در هر چهار سمت قاب باید مطابق شکل ۱۲-۳۷ و با رعایت الزامات ذیل باشد:

الف- اتصالات واقع درگوشه‌ها برای پروفیل عمودی باید در فاصله بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر از گوشه خارجی تعبیه گردد.

ب- اتصالات میانی پروفیل عمودی باید در وسط باشند و فاصله آن‌ها بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد.

پ- در هر یک از پروفیل‌های عمودی باید حداقل دو اتصال تعبیه گردد.

ت- برای پنجره‌ها و درها با عرض بیشتر از ۱۸۰۰ میلی‌متر باید برای پروفیل بالا و پایین یک اتصال در وسط پروفیل اضافه شود.



شکل ۱۲-۳۷- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای چوبی

۱۲-۳-۷-۱-۳- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای آلومینیومی

موقعیت قرارگیری اتصالات برای استحکام درها و پنجره‌های آلومینیومی در هر چهار سمت قاب باید مطابق شکل ۱۲-۳۸ و با رعایت الزامات ذیل باشد:

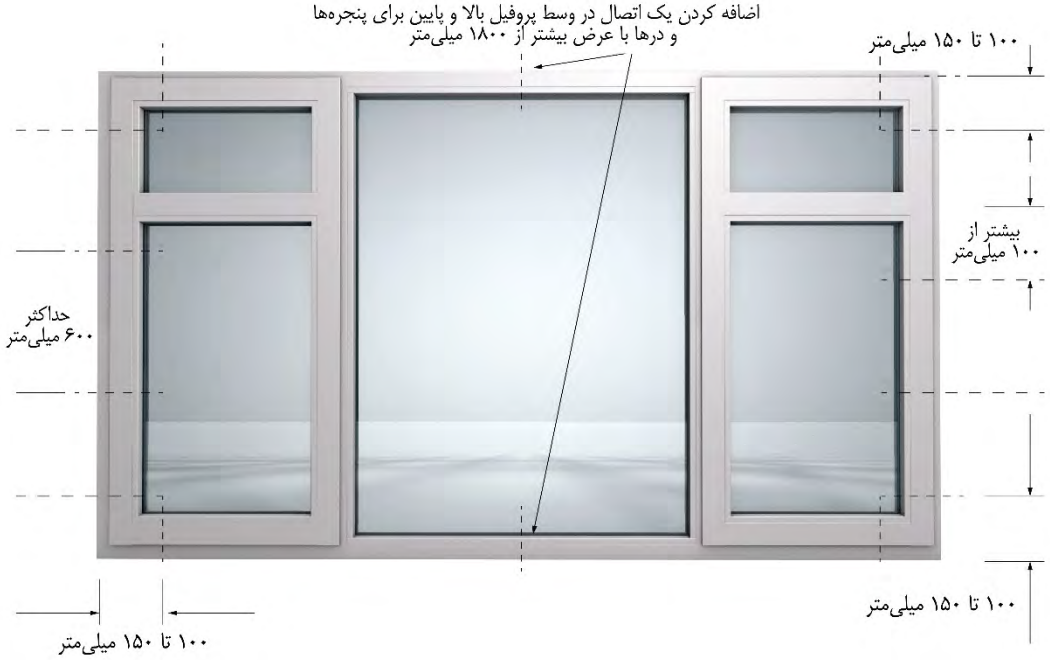
الف- اتصالات گوشه‌ها در پروفیل عمودی باید در فاصله بین ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر از گوشه خارجی باشد.

ب- اتصالات باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر از محور محل تقاطع پروفیل‌های داخلی با قاب محیطی فاصله داشته باشند.

پ- اتصالات میانی پروفیل عمودی باید در وسط باشند و فاصله آن‌ها بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد.

ت- در هر یک از پروفیل‌های عمودی باید حداقل دو اتصال باشد.

ث- برای پنجره‌ها و درها با عرض بیشتر از ۱۸۰۰ میلی‌متر باید برای پروفیل بالا و پایین یک اتصال در وسط و با فاصله بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر از تقاطع پروفیل داخلی با قاب اضافه شود.



شکل ۱۲-۳۸- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای آلومینیومی

۱۲-۳-۷-۱-۴- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای فولادی

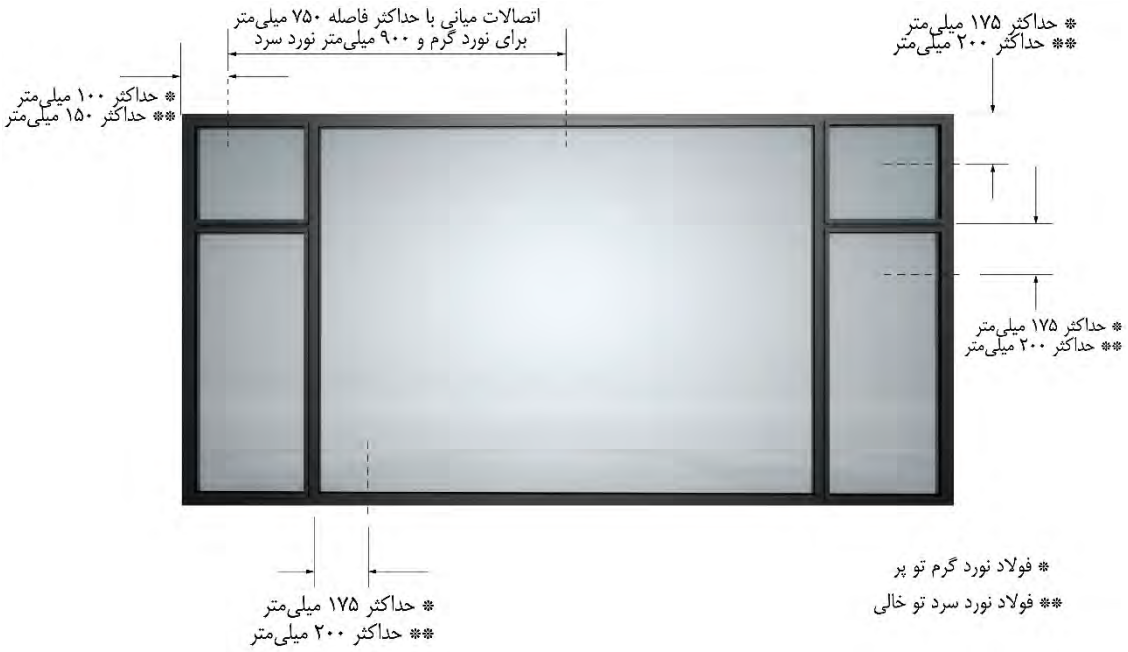
موقعیت قرارگیری اتصالات برای استحکام درها و پنجره‌های فولادی در هر چهار سمت قاب باید مطابق شکل ۱۲-۳۹ و با رعایت الزامات ذیل باشد:

الف- برای فولاد نورد گرم توپر

- اتصالات گوشه‌ها باید حداکثر در فاصله ۱۷۵ میلی‌متر از گوشه خارجی باشد.
- اتصالات میانی باید در وسط باشند و فاصله آن‌ها بیشتر از ۷۵۰ میلی‌متر نباشد.

ب- برای فولاد نورد سرد تو خالی

- اتصالات گوشه‌ها باید حداکثر در فاصله ۲۰۰ میلی‌متر از گوشه خارجی باشد.
- اتصالات میانی باید در وسط باشند و فاصله آن‌ها بیشتر از ۹۰۰ میلی‌متر نباشد.

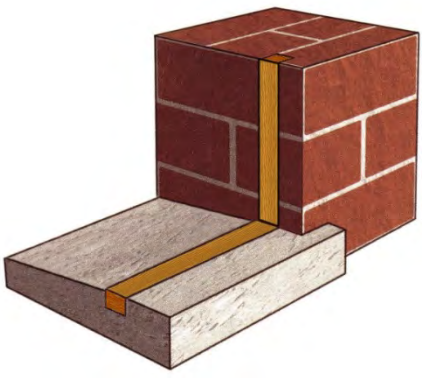


شکل ۱۲-۳۹- محل اتصالات پنجره‌ها و درهای فولادی

۱۲-۳-۸- شرایط اتصالات در سفت‌کاری‌های مختلف

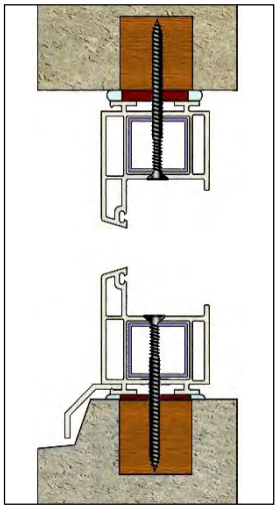
۱۲-۳-۸-۱- اتصالات مکانیکی ساده برای دیوارهای دارای پیش‌قاب

در صورتی‌که پیش‌قابی برای ساده‌سازی اقدامات نصب پنجره‌ها و درها در نظر گرفته شود، توصیه می‌شود از پیش‌قاب‌های چوبی (با چوب عمل‌آوری شده) استفاده شود (شکل ۱۲-۴۰) تا پل‌های حرارتی پیرامون پنجره و در، تا حد امکان کاهش یابد.



شکل ۱۲-۴۰- کاربرد پیش‌قاب چوبی در روش نصب توکار

در این روش نصب، اتصال پنجره و در به‌صورت مستقیم با پیچ مطابق با شکل ۱۲-۴۱ به قاب چوبی مجاز است. اتصالات باید به اندازه‌ای باشند تا حداقل ۲۵ میلی‌متر در پیش‌قاب چوبی نفوذ کنند مگر اینکه روشی دیگر با تایید دستگاه نظارت با مقاومت معادل فراهم شود.



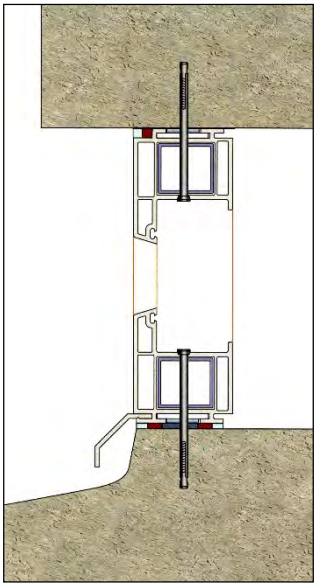
شکل ۱۲-۴۱- جزییات اتصال توکار پنجره و در به روش نصب با پیش‌قاب چوبی

۱۲-۳-۸-۲- اتصالات مکانیکی برای دیوارهای توپر بنایی یا دیوارهای بتنی ساده یا دو طرف عایق (ICF[۱])

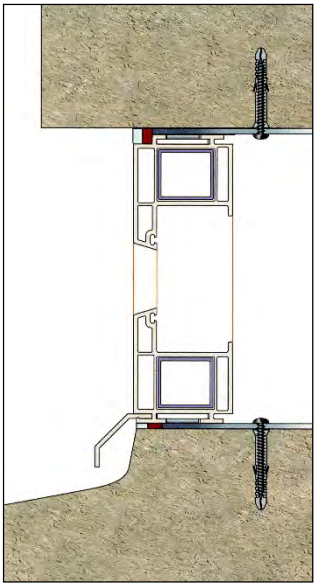
اتصال پنجره و در به دیوار توپر بنایی یا دیوار بتنی توسط رول‌بولت یا پیچ و رول‌پلاگ مطابق با شکل ۱۲-۴۲ مجاز است. در این حالت، اتصالات در بعضی موارد مستقیماً پروفیل قاب را به دیوار درگیر می‌کند، در موارد دیگر بست واسطی که قبلاً به کف پروفیل قاب متصل شده، عمل اتصال را انجام می‌دهد (شکل ۱۲-۴۳). در حالت اول، باید قاب پنجره بدون شیشه و قاب در بدون قسمت بازشو نصب شود، و در حالت دوم، امکان نصب پنجره و در به‌صورت کامل همراه با قسمت بازشو فراهم می‌باشد.

این نوع اتصالات باید به اندازه‌ای باشند تا حداقل ۴۰ میلی‌متر برای پنجره‌ها و ۵۰ میلی‌متر برای درها به داخل آجر، بلوک، بتن یا سنگ نفوذ کنند، مگر اینکه روشی دیگر با مقاومت معادل که مورد تایید دستگاه نظارت قرار گرفته، فراهم شود. عمق اتصال رول‌بولت یا پیچ و رول‌پلاگ در دیوار توپر بنایی یا دیوار بتنی باید حداقل ۵ سانتیمتر باشد

۱. Insulated concrete form



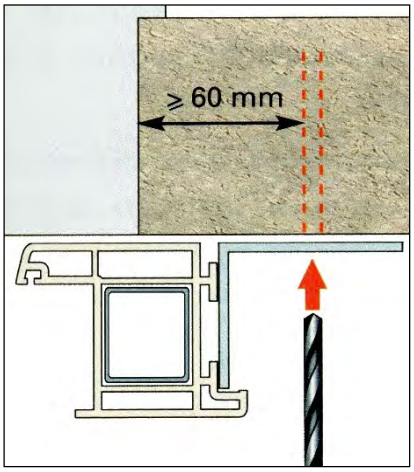
شکل ۱۲-۴۲- نصب مستقیم پنجره و در به دیوار توپر بنایی یا بتنی توسط رول‌بولت



شکل ۱۲-۴۳- نصب غیر مستقیم پنجره و در به دیوار توپر بنایی یا بتنی توسط بست و رول‌پلاگ

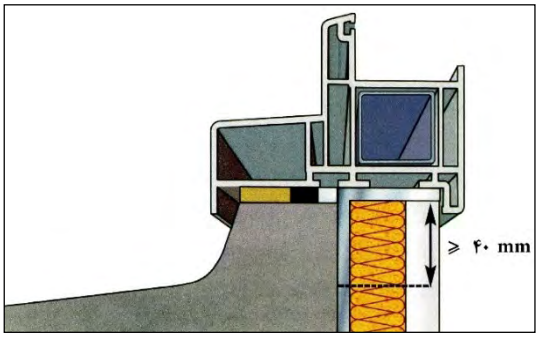
در صورتی که دیوار با قطعات بتن سبک ساخته شده باشد، باید بررسی‌های لازم صورت گیرد تا از مناسب بودن نوع و تعداد اتصالات اطمینان حاصل شود.

برای اتصال نبشی‌ها به سفت‌کاری بتنی یا بنایی توپر، سوراخ‌کاری باید در فاصله حداقل ۶۰ میلی‌متری گوشه‌ها مطابق با شکل ۱۲-۴۴ انجام گیرد.

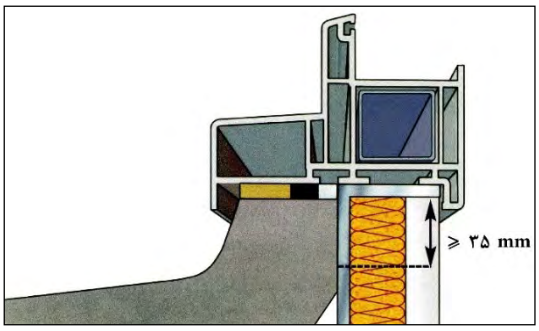


شکل ۱۲-۴۴- فاصله حداقل پیچ اتصال از گوشه جدار بتنی یا بنایی توپر

در مجاورت کف‌پنجره، با توجه به اینکه کف پنجره از نوع بتنی پیش‌ساخته باشد یا درجا ریخته، این مقادیر می‌توانند به ترتیب به ۳۵ و ۴۰ میلی‌متر مطابق با شکل‌های ۱۲-۴۵ و ۱۲-۴۶ کاهش یابند.



۱۲-۴۵- فاصله حداقل ۴۰ میلی‌متر نقاط اتصال نبشی از لبه بالایی (فوقانی) در مجاورت زیرپنجره یا پاخور در اجراشده درجا شکل

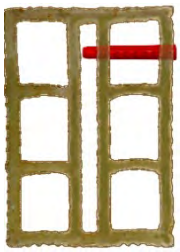


شکل ۱۲-۴۶- فاصله حداقل ۳۵ میلی‌متر نقاط اتصال نبشی از لبه بالایی (فوقانی) در مجاورت زیرپنجره پیش‌ساخته

در این روش، استفاده از رول‌بولت‌های فلزی منبسط‌شونده، به دلیل وجود احتمال متلاشی شدن دیوار بنایی، مجاز نمی باشد.

۱۲-۳-۸-۳- اتصالات مکانیکی برای دیوار بلوک سفالی

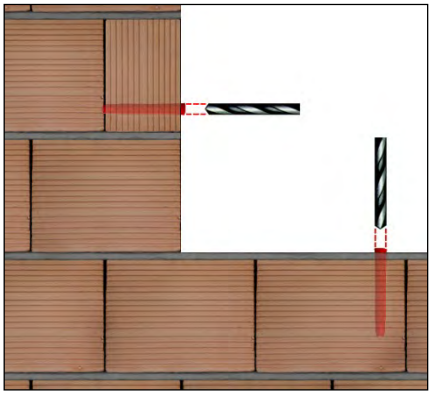
در مورد دیوار سفالی یا بلوک سیمانی اجرای اتصالات به‌صورت مستقیم یا غیر مستقیم توسط پیچ و رول‌پلاگ مجاز است. در صورتی که پنجره یا در مورد نظر بین دو وال‌پست قرار گیرد، توصیه می‌شود اتصال پنجره یا در با استفاده از نبشی یا دیگر قطعات مکانیکی مناسب به وال‌پست صورت گیرد. در غیر این صورت، در صورت شکننده بودن بدنه بلوک، باید سوراخ‌کاری با مته‌های مخصوص و اتصال توسط پیچ و رول‌پلاگ صورت گیرد. در این حالت جهت اطمینان از اتصال و درگیری کامل با حداقل دو جدار از بدنه بلوک سفالی مطابق شکل ۱۲-۴۷ باید عمق اتصال افزایش یابد (عمق اتصال حداقل ۹ سانتیمتر باشد).



شکل ۱۲-۴۷- لزوم درگیر شدن رول‌پلاگ با حداقل دو بدنه بلوک سفالی

در زمان انجام سوراخ‌کاری‌های لازم بر روی قاب پنجره و یا در و سفت‌کاری ساختمان، در و پنجره باید در وضعیت نصب نهایی قرار داشته باشند، تا از همراستایی سوراخ در قاب و سفت‌کاری ساختمان اطمینان حاصل شود. در صورتی که سوراخ ایجاد شده در پروفیل و دیوار هم‌قطر باشند، برای نصب رول‌پلاگ‌ها، باید پنجره و یا در موقتاً از جای خود برداشته شود، تا امکان کارگذاشتن رول‌پلاگ فراهم آید. در صورتی که برداشتن و استقرار مجدد در و پنجره در وضعیت قبلی با مشکل مواجه گردد، می‌توان قطر سوراخ پروفیل را با یک مته قطورتر افزایش داد، تا امکان عبور رول‌پلاگ از پروفیل و رسیدن به سوراخ تعبیه‌شده در دیوار فراهم گردد.

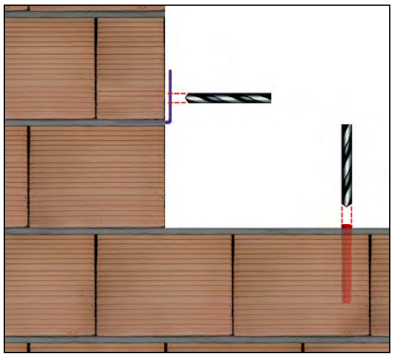
در صورتی‌که از نبشی فولادی برای نصب در و پنجره استفاده می‌گردد، باید در کناره‌های گشودگی محل نصب در و پنجره، تمامی یا بخشی از بلوک‌های سفالی با چرخش ۹۰ درجه و با حفره‌های قائم کار گذاشته شده باشند. (شکل ۱۲-۴۸)



شکل ۱۲-۴۸ جزییات اجرایی آماده‌سازی اتصال قاب در و پنجره، در صورت اجرای بلوک‌های کناری با حفره‌های قائم

در صورتی که روش فوق الذکر به کار برده نشود، دو روش زیر قابل اجرا است:

- قراردادن ته‌بندها در بخشی از حفره‌های بلوک‌های سفالی در مجاورت نقاط اتصال به گونه‌ای که امکان پر کردن حفره‌ها با ملات با عمقی بیش از ۱۵ سانتیمتر فراهم آید.
- کارگذاشتن نبشی‌های فولادی به‌صورتی که در محل گشودگی با ملات دیوار درگیر و اتصال پنجره و در به دیوار توسط آن محقق گردد (شکل ۱۲-۴۹).



شکل ۱۲-۴۹- جزییات اجرایی آماده‌سازی اتصال قاب در و پنجره، در صورت اجرای بلوک‌های کناری با حفره‌های افقی

۱۲-۳-۸-۴- اتصالات مکانیکی برای دیوار دوجداره و یا دیوار دارای عایق حرارتی میانی

در صورت استفاده از اتصالات مکانیکی، هم راستایی پنجره و یا در با عایق حرارتی میانی یا هوا و استقرار آن روی لایه داخلی و یا خارجی دیوار مجاز است. در این حالت، نصب پنجره باید پس از اجرای لایه خارجی دیوار انجام شود، و اجرای عایق‌کاری حرارتی لایه میانی و اجرای لایه داخلی دیوار در ادامه صورت گیرد. در صورت استقرار پنجره بر روی لایه داخلی یا خارجی دیوار نیازی به استفاده از رول‌پلاگ نمی‌باشد.

۱۲-۳-۸-۵- اتصالات مکانیکی برای ورق‌های فولادی

برای اتصال قاب پنجره‌ها و درها به تیر نعل‌درگاه ساخته شده از ورق خم‌کاری‌شده و یا به سایر اجزای ساخته شده از ورق فولادی با ضخامت حداکثر ۲ میلی‌متر، باید از پیچ‌های خودکار استفاده شود.

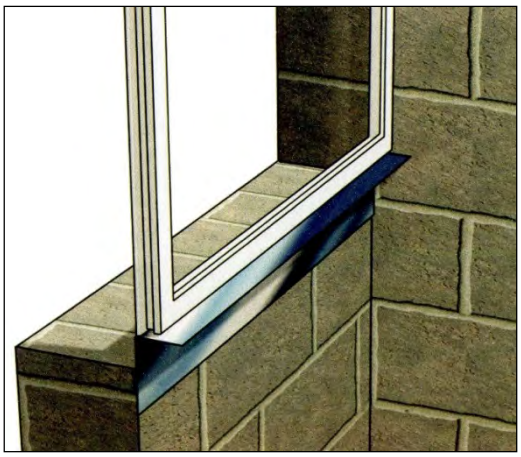
برای اتصال به اجزای فولادی با ضخامت بیش از ۲ میلی‌متر باید از پیچ با سوراخ‌های رزوه شده با قطر حداقل ۵ میلی‌متر و یا از پیچ‌های خودکار سخت استفاده شود. تمامی عناصر اتصالات باید از استحکام و مقاوم مناسبت در برابر خوردگی برای اهداف مورد استفاده برخوردار باشند.

۱۲-۳-۹- قطعات مورد نیاز برای اتصال قاب به جداکننده‌ها

۱۲-۳-۹-۱- قطعات مورد نیاز برای اتصال پنجره روکار از داخل

۱۲-۳-۹-۱-۱- نصب احتمالی نبشی سرتاسری

درصورتی که گشودگی فاقد تکیه‌گاه با مصالح بنایی و فاصله بین قاب و سفت‌کاری بیش از مقادیر تعیین‌شده باشد، نصب نبشی سراسری زیرسری توسط گروه نصب الزامی است (شکل ۱۲-۵۰). ضخامت ورق نبشی باید متناسب با وزن و خروج از محوریت پنجره باشد، و در صورت نیاز از نبشی‌های خم‌دار تقویت‌شده استفاده شود. طول ورق نبشی سراسری باید حداقل برابر با عرض خالص پنجره باشد.



شکل ۱۲-۵۰- طول ورق نبشی سراسری حداقل برابر با عرض خالص پنجره

۱۲-۳-۹-۱-۲- نصب اتصالات مکانیکی انتظار به قاب در و پنجره

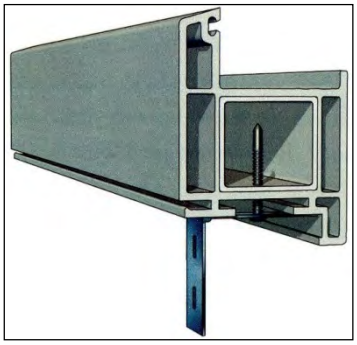
در صورت استفاده از روش نصب روکار توصیه می‌شود اتصال به دیوار، ازطریق نبشی‌های فولادی (موضعی یا سراسری) انجام شود. در این روش نصب، کار گذاشتن و تثبیت پنجره‌ها و درها باید قبل از اجرای عملیات عایق‌کاری حرارتی و اجرای پوشش‌ها صورت گیرد.

توصیه می‌شود در زمان نصب، پنجره‌ها و درها با لنگه‌ها و شیشه‌ها کارگذاشته شوند، تا از تغییرشکل آن‌ها جلوگیری شود و نیازی به جداکردن لنگه‌ها و بیرون آوردن شیشه‌ها نباشد. اتصال بین نبشی‌ها و در و پنجره باید توسط پیچ‌هایی که مستقیماً به چارچوب پیچ می‌شوند، صورت پذیرد. برای سهولت کار، توصیه می‌شود از نبشی‌های مخصوص آماده با سوراخ‌های گرد یا لوبیایی تعبیه‌شده، استفاده شود.

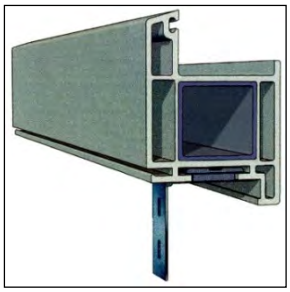
اتصال نبشی‌ها به چارچوب پنجره و یا در باید با استفاده از یکی از روش‌های ذیل انجام شود:

۱. با استفاده از پیچ نوک مته‌ای و با درگیر شدن با پروفیل تقویتی فولادی اتصال (شکل ۱۲-۵۱)

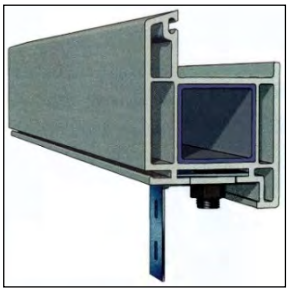
۲. از پیچ و مهره برای اتصال استفاده شود. در این روش باید در زمان ساخت پنجره و در، تسمه‌های لبه‌دار در زبانه‌های زیر پروفیل کار گذاشته شود. نبشی‌های لبه‌دار باید توسط سازنده پروفیل ارائه گردد، در این حالت هماهنگی کامل با هندسه پروفیل، و خصوصاً زبانه‌های سطح زیرسری پروفیل لازم و ضروری است. این تسمه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که امکان اتصال پیچ و مهره‌ای برای نبشی اتصال را فراهم کنند (شکل ۱۲-۵۲).



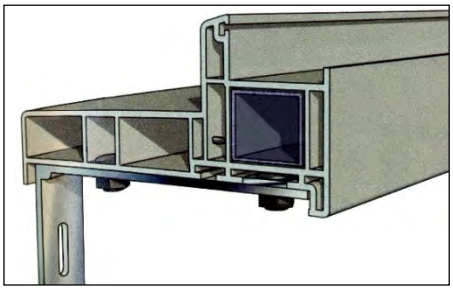
شکل ۱۲-۵۱- اتصال نبشی به قاب با پیچ سر مته‌ای



سیستم اتصال با
تسمه‌های پیچ‌دار



سیستم اتصال با
تسمه‌های مهره‌دار کشویی

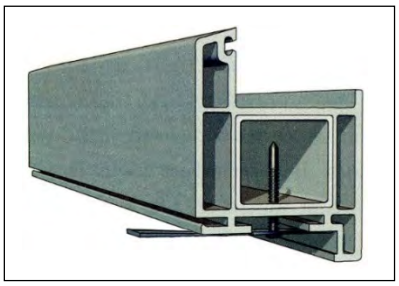


سیستم اتصال ترکیبی
(با با تسمه‌های پیچ‌دار و پیچ و مهره ساده)

شکل ۱۲-۵۲- اتصال نبشی به قاب با گونه‌های مختلف اتصال پیچ و مهره‌ای

۱۲-۳-۹-۲- قطعات مورد نیاز برای اتصال پنجره توکار (تودلی)

در صورت نصب در و پنجره به‌صورت کامل همراه با شیشه، اتصال باید به‌صورت خارج از محور انجام شود و باید قبل از استقرار قاب، بست‌های فولادی مخصوصی به زیر آن نصب شود (شکل ۱۲-۵۳).



شکل ۱۲-۵۳- نصب بست‌های فولادی مخصوص به زیر در و پنجره در روش اتصال خارج از محور

در صورت عدم نصب کامل، قاب پنجره و در باید به صورت مستقیم به پیش قاب و یا سفت کاری پیچ شود و نیازی به قطعات اتصال اضافی نمی‌باشد.

۱۲-۳-۹-۳- لاتن‌های تثبیت‌کننده بستر پنجره و در

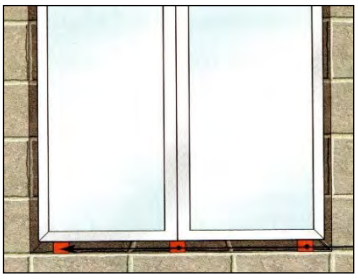
بر روی تکیه‌گاه با مصالح بنایی یا مشابه آن، باید لاتن‌هایی با ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر در نظر گرفته شود. استفاده از لاتن‌های چوبی یا پلاستیکی مجاز است. در نصب لاتن‌ها باید به موارد زیر توجه شود:

الف- لاتن‌ها می‌توانند همزمان با کار گذاشتن نوار اسفنجی یا قیطان بتانه آب‌بندی، قبل از استقرار چارچوب بر روی دیوار نصب شوند. اجرای آن‌ها برای کناره‌ها و بخش زیر نعل‌درگاه امکان‌پذیر نمی‌باشد.

ب- لاتن‌ها می‌توانند پیش از عایق‌کاری نصب شوند. در این حالت، استقرار لاتن‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که اجرای نوار آب‌بندی به‌صورت یکسره انجام گیرد.

پ- نصب لاتن‌ها باید با دقت و با رعایت متعادل بودن بخش‌های نمایان قاب صورت گیرد، به گونه‌ای که در هر طرف یک درز حداقل ۵ میلی‌متری وجود داشته باشد.

ت- لاتن‌های بستر باید در نزدیکی انتهای کناره‌های چارچوب پنجره و یا در، و همچنین در نزدیکی وادارهای میانی چارچوب کار گذاشته شوند (شکل ۱۲-۵۴).



شکل ۱۲-۵۴- جانمایی لاتن‌های بستر چارچوب

۱۲-۳-۱۰- تمهیدات ضروری در خصوص درزگیری

درزهای محیطی بین قاب پنجره و در با گشودگی دیوار باید به‌طور پیوسته در هر دو طرف بیرونی و داخلی با درزگیر مناسب بسته شوند. درزبندی با استفاده از یک بتانه اکسترود شده (خمیر سیلیکون یا مشابه آن) و یا با نوار اسفنجی مجاز است. توصیه می‌شود درزبندی در محل تکیه‌گاه، قبل از نصب پنجره، به‌وسیله یک نوار اسفنجی از قبل کار گذاشته شده یا بتانه، انجام پذیرد. درزبندی کناری و بالایی (فوقانی) پنجره‌ها و درها باید با بتانه‌های الاستومری و پلاستیکی مرغوب و پس از نصب و تثبیت پنجره انجام گیرد.

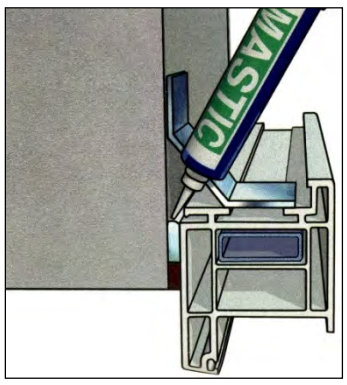
در صورت درزبندی با بتانه تزریقی قبل از شروع عملیات تزریق، باید ابتدا ته‌بندی درز با ماده‌ای ارتجاعی به ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر انجام شود. سپس بتانه الاستومری یا پلاستیکی، تزریق و به‌وسیله یک ماله صاف شود تا از نظر یکنواختی و چسبندگی به حالت مطلوب برسد. بتانه ها باید با استانداردهای معتبر ملی یا بین‌المللی (نظیر EN 15651-2) مطابقت داشته باشند. در فرآیند بتانه‌کاری، در درزهای موازی، نسبت عرض به عمق باید بین ۱:۱ تا ۱:۲ در نظر گرفته شود. در درزهای گوشه‌ها باید حداقل ۶ میلی‌متر تماس با بسترهای غیر متخلخل و ۱۰ میلی‌متر با بسترهای متخلخل وجود داشته باشد.

از یک ماده پرکننده با ویژگی عایق حرارتی همانند فوم پلی‌یورتان باید در شکاف بین قاب و گشودگی استفاده شود. لاتن‌های استفاده شده در تکیه‌گاه به ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر، پس جاگذاری نباید مانع از نصب ته‌بند درز، و اجرای بتانه شوند.

۱۲-۳-۱۰-۱- نکات اجرایی فرآیند درزگیری

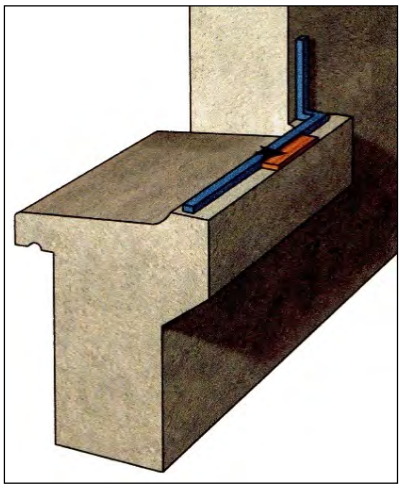
روش‌ها، مواد و محصولات مورد استفاده برای درزبندی باید امکان تغییرشکل در و پنجره، بدون ایجاد خرابی یا زیر سئوال رفتن هوابندی را فراهم سازند. برای مصالح درزبندی توصیه می‌شود از اسفنج‌های نواری‌شکل نرم و ارتجاعی، و مواد قابل اعمال یا تزریق درجا، نظیر بتانه و خمیر استفاده شود.

برای سهولت اجرای بتانه کاری و صاف کردن آن در شرایط بهتر، توصیه می‌شود از نبشی دو خم‌دار در نصب مطابق با شکل ۱۲-۵۵ استفاده شود.



شکل ۱۲-۵۵- استفاده از نبشی دو خم‌دار برای سهولت انجام درزبندی

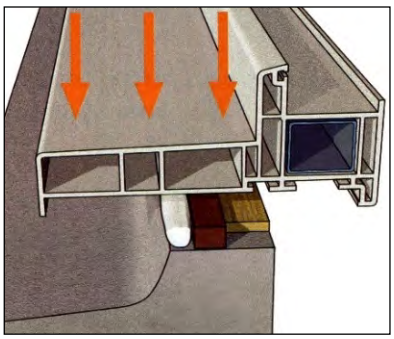
برای محل تکیه‌گاه، توصیه می‌شود از نوار اسفنجی پیش فشرده یا غیرفشرده، آغشته به بوتیل یا اکریلیک، با لاتن‌های بستر به ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر استفاده شود. در این روش باید نوار درزبندی تا ارتفاع تقریبی ۱۰۰ میلی‌متر بر روی کناره گشودگی مطابق با شکل ۱۲-۵۶ ادامه یابد.



شکل ۱۲-۵۶- درزبندی با نوار اسفنجی با بالا آمدگی حداقل ۱۰۰ میلی‌متر

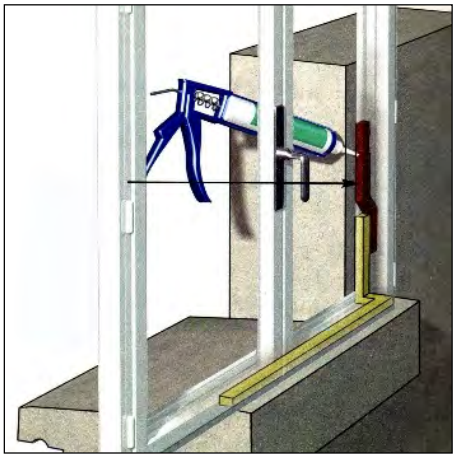
در محل تکیه‌گاه در صورت درزبندی با بتانه، ضخامت بتانه تزریق شده باید حداقل ۱۳ میلی‌متر باشد. ضخامت لایه بتانه، که پس از نصب پنجره لهیده می‌شود، باید با توجه به ضخامت لاتن‌ها حداقل ۵ میلی‌متر باشد (شکل ۱۲-۵۷).

در صورت استفاده از روش بتانه برای درزبندی، پنجره باید دقیقاً در وسط گشودگی قرارگیرد، به‌صورتی‌که امکان جابجایی بعدی وجود نداشته باشد.



شکل ۱۲-۵۷- اجرای درزبند خمیری پس از نصب ته‌بند

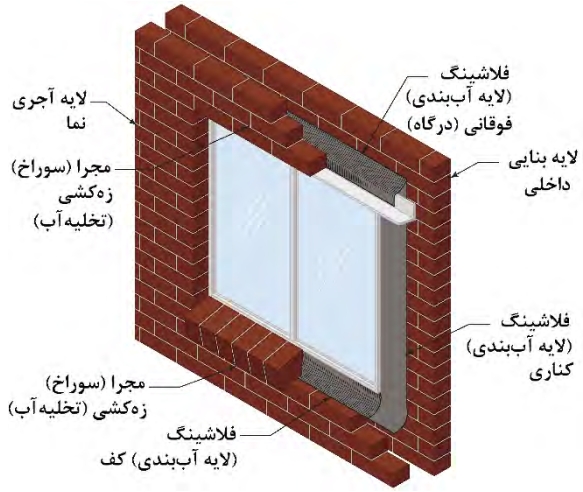
درزبندی با بتانه در قسمت کناری قاب باید با بخش‌هایی از نوار اسفنجی آغشته استفاده شده در زیر سری پنجره و یا در، که در بخش کناری امتداد پیدا کرده است، همپوشانی داشته باشند تا آب‌بندی دراین مقاطع قابل قبول باشد (شکل ۱۲-۵۸).



شکل ۱۲-۵۸- همپوشانی بتانه با اسفنج در درزبندی

۱۲-۳-۱۱- تمهیدات ضروری در مورد آب‌بندی

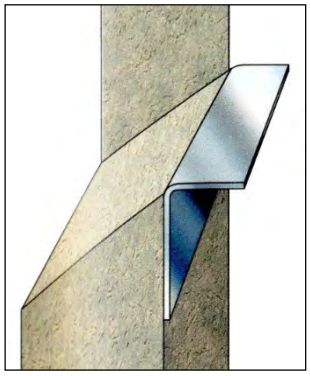
درز بین در یا پنجره و دیوار باید با استفاده از جزییات و محصولات مناسب آب‌بندی شود، تا آب نفوذی به دیوار به بیرون ساختمان هدایت شود (شکل ۱۲-۵۹). برای جزئیات بیشتر به فصل ۱۰ همین ضابطه مراجعه شود.



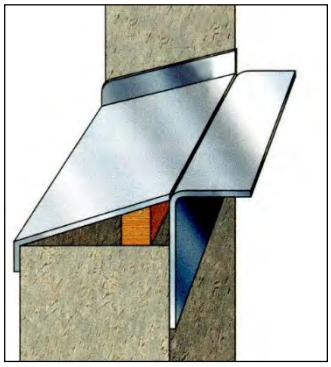
شکل ۱۲-۵۹- نمونه جزییات اجرایی برای آب‌بندی محل اتصال پنجره یا در به دیوار

در صورت نصب پنجره یا در به‌صورت همباد با سطح داخلی دیوار خارجی، شیب قسمت آب‌چکان پنجره یا پاخور درِ خارجی باید حداقل ۳۵ درصد باشد. در صورتی که آب‌چکان یا پاخوری آلومینیومی یا فولادی، با عمقی بیش از ضخامت کل دیوار، مورد استفاده قرار گیرد، شیب زیر کار پنجره یا در را می‌توان نزدیک به صفر در نظر گرفت. در حالت‌های دیگر، قرنیز کف پنجره یا در آلومینیومی یا فولادی باید شیبی برابر یا بیش از ۱۰ درصد داشته باشد. در صورت استفاده از قرنیز کف پنجره یا در غیرفلزی، باید شیبی برابر یا بیش از ۳۵ درصد در نظر گرفته‌شود. برای جزئیات به شکل ۱۲-۶۰ مراجعه شود.

باید تمهیدات لازم برای کاهش یا جلوگیری از ریختن آب بارندگی روی نما در نظر گرفته شود.



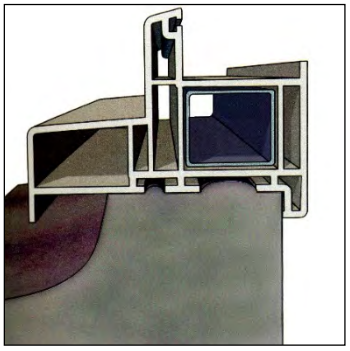
شیب حداقل ۳۵ درصد برای زیرپنجره غیر آلومینیومی



شیب حداقل ۱۰ درصد برای زیرپنجره آلومینیومی

شکل ۱۲-۶۰- نصب پنجره برروی تکیه‌گاه (لاتن) تثبیت‌کننده و لوازم جانبی آب‌بندی

استفاده از مصالح بنایی به‌عنوان زیرپنجره تنها برای پنجره‌ها و درهایی که در معرض کج‌باران نیستند و در ارتفاع کمتر از ۶ متر نصب می‌شوند، مجاز است. اجرای آبچکان به‌روش بنایی باید با دقت کافی انجام گیرد. دراین حالت، درزبندی زمانی مطلوب خواهد بود که قسمت پایینی پنجره به خوبی با ملات سیمان پر شده باشد (شکل ۱۲-۶۱).



شکل ۱۲-۶۱- زیرپنجره از مصالح بنایی

۱۲-۳-۱۲- تمهیدات ضروری در خصوص تمیزکاری پس از نصب

تمیز کردن پنجره‌ها و درها پس از فرآیند نصب باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده محصولات باشد. استفاده از حلال‌ها به منظور عملیات تمیزکاری، چنانچه مطابق با دستورالعمل‌های سازنده حلال و مقررات ایمنی و زیست‌محیطی باشد، مجاز است.

در صورت استفاده از متیل‌اتیل‌کتون (MEK) نباید اجازه تماس با مواد آلی را داد. از تماس این مواد با عناصر روسازی که توسط پوشش‌های آلی شفاف محافظت می‌شود، باید جلوگیری شود. از این حلال نباید روی آلومینیوم رنگ شده، پی‌وی‌سی ، فایبرگلاس استفاده کرد، مگر اینکه به طور ویژه توسط سازنده توصیه شده باشد.

در صورت نیاز به روغن‌کاری، پیمانکار باید اطمینان حاصل کند که روغن مورد استفاده با اجزای پنجره و یا در سازگار است.

تمام قسمت‌های پنجره‌ها و درها باید بلافاصله پس از کامل شدن نصب تمیز شوند. سطوح داخلی فلزی باید با استفاده از مواد شوینده خانگی ملایم محلول در آب گرم، با یک پارچه نرم تمیز شوند. سطوح غیرفلزی خارجی باید مطابق توصیه سازنده تمیز شوند.

سطوح شیشه ای باید بلافاصله پس از نصب و به‌طور مرتب در صورت ریختن مواد در فرآیند ساخت و ساز تمیز شوند. لکه‌های رنگ، گچ و درزگیر باید بلافاصله از شیشه جدا شوند. تمیز نمودن شیشه ها با مواد ساینده مجاز نمی‌باشد. قبل از استفاده از مواد شیمیایی قوی و یا ترکیبات ساینده، باید از سازگاری آن‌ها با پروفیل‌ها و دیگر اجزا در و پنجره و همچنین نحوه و روش‌های کاربرد آنها با تولید کننده درها و پنجره‌ها و درزگیرها اطمینان حاصل نمود. سطوح شیشه‌ای و آلومینیومی که در معرض ریختن بتن یا گچ است باید سریعاً شستشو شود تا از آسیب ماندگار جلوگیری گردد.

استفاده از مواد تمیزکننده قلیایی یا اسیدی روی پروفیل‌ها، شیشه‌ها و درزگیرها مجاز نمی‌باشد. از مواد تمیزکننده حاوی تری‌سدیم‌فسفات ، اسید فسفریک ، اسید هیدروکلریک ، اسید هیدروفلوئوریک یا ترکیبات مشابه در پروفیل‌های آلومینیومی نباید استفاده شود. باید توصیه‌های تولید کننده مواد پاک کننده در مورد نحوه استفاده و غلظت مناسب مورد توجه قرار گیرد.

توصیه می‌شود تمیز نمودن پنجره‌ها و درها در محیطی که در برابر نور مستقیم و یا غیرمستقیم خورشید قرار ندارد، انجام شود. همچنین، از تمیز کردن در هوای گرم و یا سرد باید جلوگیری به‌عمل آید.

۱۲-۳-۱۳- نکات اجرایی در فرآیند نصب پنجره و در

۱۲-۳-۱۳-۱- استقرار پنجره و در

تکیه‌گاهی که پنجره و در روی آن کار گذاشته می‌شود باید دارای یکی از شرایط زیر باشد:

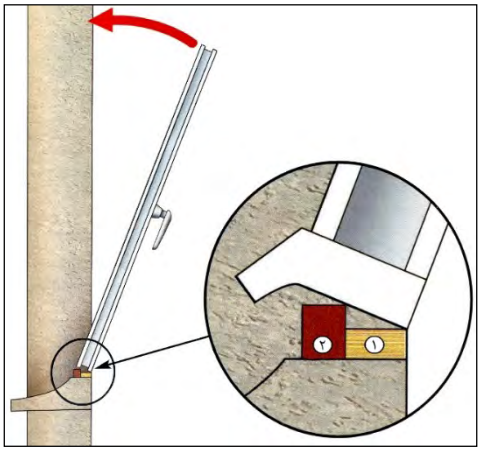
الف- تکیه‌گاه تمام‌شده باشد و درزبند لازم بین قاب و تکیه‌گاه کار گذاشته شده باشد، یا پیش‌بینی‌های لازم برای درزبندی پس از استقرار صورت گرفته باشد.

ب- در صورت ناتمام بودن، تکیه‌گاه موقتی در نظر گرفته شده باشد، تا امکان اتمام اجرای زیرپنجره و در، پس از نصب تأمین شود.

ابتدا پنجره و یا در برروی تکیه‌گاه (موقت یا دائمی) باید قرار داده شود، و با چرخش به‌طرف بالا، به کناره یا بخش زیرین نعل درگاه یا تیر بالایی اتکا کند (شکل ۱۲-۶۲).

پس از استقرار پنجره و تنظیم تراز و شاغول بودن آن، باید قاب با استفاده از گیره مخصوص یا دیگر تجهیزات لازم، به‌طور موقت در موقعیت مورد نظر تثبیت شود. اقدامات اجرایی بعدی باید به‌گونه‌ای انجام گیرد که موجب به‌هم خوردن تنظیمات صورت گرفته در مرحله قبل نشود. استفاده از ملات گچ برای تثبیت موقت مجاز نیست.

باید کنترل کامل جهت جلوگیری از تغییرات بیش از ۲ میلی‌متر در وسط زیرسری قاب به‌واسطه نیروی اعمال شده برای فشردگی نوار آب‌بند انجام پذیرد.



۱: لاتن تنظیم
۲: نوار درزبندی اسفنجی

۱۲-۶۲- روش استقرار پنجره و یا در در موقعیت در نظر گرفته شده شکل

۱۲-۳-۱۳-۲- اجرای عملیات تکمیلی پیرامون پنجره

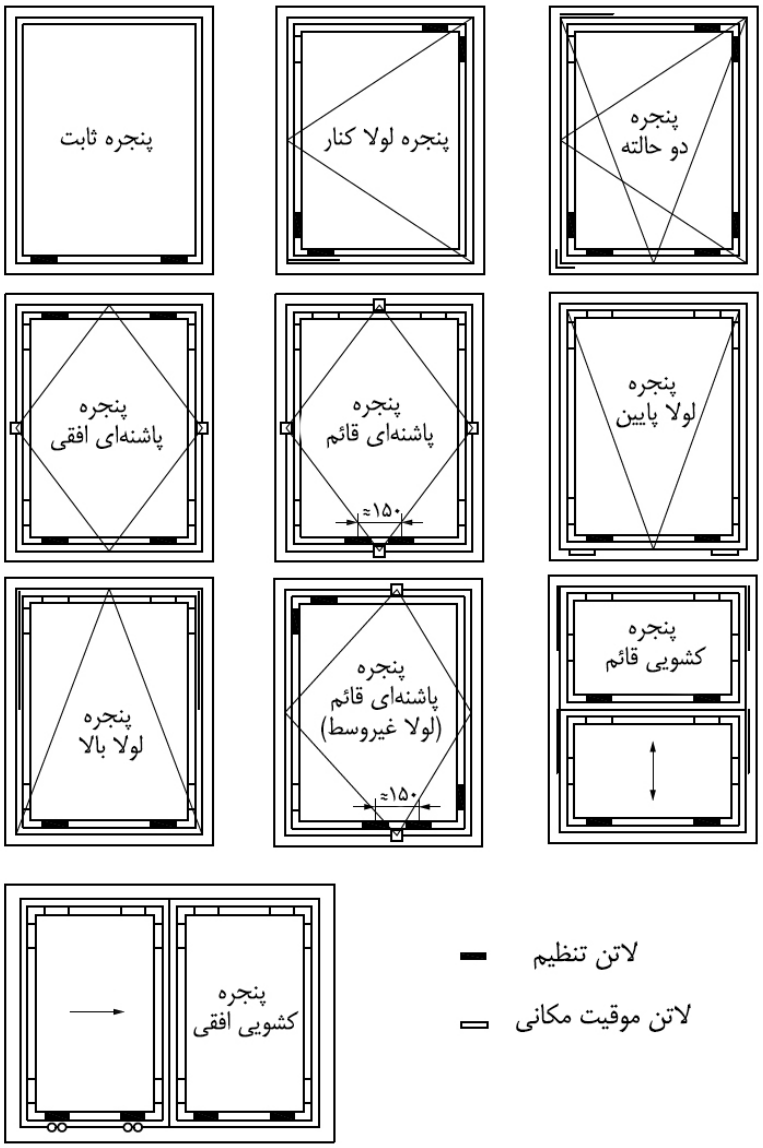
توصیه می‌شود انجام عملیات اجرای پوشش‌ها پس از بتانه‌کاری انجام شود. در صورتی که بتانه‌کاری به روش تزریقی انجام شده باشد، باید اجرای اندودها چند روز پس از بتانه‌کاری صورت گیرد، تا از گیرش بتانه اطمینان حاصل شود. اگر اندودکاری قبل از بتانه‌کاری انجام شود، بین اندود و پنجره باید درزی تعبیه شده باشد و با بتانه پر گردد.

تمام نوارهای روسازی باید با نوع قاب سازگار بوده و از نظر رنگ با آن مطابقت داشته باشند. نوارهایی که در سمت خارجی پنجره استفاده می‌شوند باید از مواد با کیفیت و مقاوم در برابر شرایط محیطی خارجی ساخته شده باشند.

در صورت استفاده از عناصر روسازی برای پوشش فاصله بین قاب و نازک‌کاری، نباید از آن‌ها برای مقاومت و یا افزایش مقاومت در و پنجره در برابر نفوذ آب و هوا استفاده کرد.

۱۲-۳-۱۲-۳- نصب شیشه

در نصب شیشه‌ها بر روی قاب‌ها باید از نوارها، عناصر و واشرهای مناسب بر اساس توصیه‌های سازنده استفاده شود. شیشه دوجداره باید به‌صورت آماده به محل مصرف حمل شود. هرگونه تولید یا ترمیم یا رفع نقص شیشه دوجداره در پای کار غیر مجاز است. در شیشه‌های دو جداره محل نصب لاتن‌های تنظیم موقعیت مکانی شیشه نسبت به قاب، بر اساس نوع بازشو، باید مطابق شکل ۱۲-۶۳ باشد.



شکل ۱۲-۶۳- محل نصب لاتن‌های تنظیم و موقعیت مکانی شیشه‌ها

۱۲-۴- کنترل کیفیت و نظارت

۱۲-۴-۱- وظایف و مسئولیت افراد مختلف

اطلاعات و مشخصات فنی ذیل برای ساخت در و پنجره باید توسط مشاور ارائه شود:

الف- نوع و ویژگی‌های حداقلی لازم برای پروفیل‌ها و یراق‌آلات

ب- مشخصات حداقلی برای تقویت‌کننده‌های پروفیل‌ها

پ- مشخصات حداقلی برای شیشه‌های دوجداره مورد استفاده در پنجره‌ها و درها (حاوی اطلاعات فنی در مورد شیشه‌ها و پوشش‌های روی سطوح آنها، فاصل[۱] و گاز بین شیشه‌ها)

ت- رده‌بندی پنجره و در از نظر هوابندی و آب‌بندی

ث- حداکثر مقدار ضریب انتقال حرارت سطحی (U) برای پنجره و در

ج- ضریب بهره گرمایی خورشیدی (SHGC) پنجره و در شیشه‌ای

چ- ضریب عبور مرئی (Tv) پنجره و در شیشه‌ای

ح- حداقل میزان صدابندی پنجره و در

خ- ابعاد و رواداری‌های مربوط به دیوار و گشودگی‌های لازم برای پنجره و در

د- نحوه قرارگیری پنجره و در به همراه جزییات نصب

۱۲-۴-۱-۱- وظایف و مسئولیت‌های سازنده پنجره و در

سازنده یا تامین‌کننده پنجره موظف است قبل از ساخت پنجره و در از وضعیت موجود ساختمان و گشودگی‌های در نظر گرفته شده بازدید نماید، و اندازه‌گیری‌های لازم را انجام دهد.

سازنده پنجره و در باید تمامی اطلاعات فنی مربوط به محصولات تولید شده را، در چک‌لیست‌های استاندارد در نظر گرفته‌شده برای این منظور قید کند. چک‌لیست تکمیل‌شده باید در اختیار گروه نصب و کنترل‌کننده اجرا قرار گیرد. بر روی پنجره و در باید مشخصات فنی مدنظر مشاور درج گردیده باشد.

در هنگام حمل و جابجایی در و پنجره، باید تمهیدات لازم، نظیر بسته‌بندی مناسب، جهت جلوگیری از آسیب‌دیدگی مدنظر گرفته شود. کارفرما باید ملاحظات لازم تعیین شده در این دستورالعمل در خصوص انبار کردن پنجره‌ها و درها در پای کار را در نظر بگیرد.

پیش از نصب در و پنجره باید کنترل‌های لازم برای حصول اطمینان از انطباق آن‌ها با مشخصات فنی انجام پذیرد.

با توجه به این نکته که جزییات نصب پنجره و در به مصالح و روش به‌کار رفته برای ساخت دیوار وابسته است، لازم است گروه نصب از انطباق روش نصب با مشخصات دیوار اطمینان حاصل نماید.

---

۱. Spacer

۱۲-۵- ملاحظات ویژه

۱۲-۵-۱- اصول کلی حمل و جابجایی در، پنجره و شیشه در محل اجرا

پنجره‌ها و درها باید در موقع حمل به‌خوبی تثبیت شوند، تا در زمان جابجایی محفوظ بمانند. در زمان حمل، پنجره‌ها و درها باید با اجزایی مانند تسمه، حفاظ و بست گوشه و لاتن در برابر ضربه و تکانه‌های احتمالی زمان حمل و جابجایی محافظت شوند، و برای بخش‌های برجسته آن پوشش‌های ضربه‌گیر در نظر گرفته شود. بین قاب و لنگه‌های بازشو، باید قیدهایی کار گذاشته شود تا لنگه‌ها در وضعیت صحیح باقی بمانند.

توصیه می‌شود برای سهولت حمل، دستگیره‌های موقتی برای پنجره‌ها و درهای بزرگ در نظر گرفته شود. خالی‌کردن پنجره‌ها و درها از وسیله نقلیه باید به‌گونه‌ای انجام شود که آسیبی به آن‌ها وارد نشود.

۱۲-۵-۲- اصول کلی انبارداری و نگهداری

در هنگام نگهداری و انبارش پنجره‌ها و درها باید الزامات ذیل رعایت شود:

الف- از اعوجاج و بروز تغییر شکل‌های ماندگار در هنگام انبارش جلوگیری به‌عمل آید.

ب- از تخریب، شکستن، و تغییر هندسه وخصوصیات ظاهری پنجره و در، در هنگام انبارش باید جلوگیری شود.

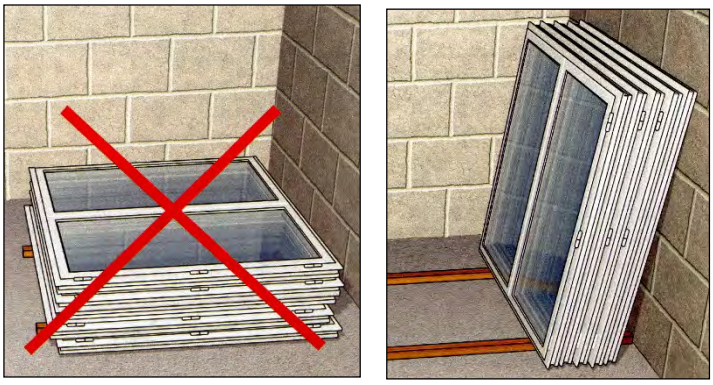
پ- امکان تهویه هوا لابه‌لای پنجرها و درها وجود داشته باشد.

ت- در برابر شرایط نامساعد جوی، باید محافظت به‌عمل آید.

ث- در برابر اتفاقات حین اجرا (پاشیده‌شدن سیمان، گچ، رنگ) باید محافظت به‌عمل آید.

ج- استفاده از پوشش‌های محافظ باید به گونه‌ای صورت گیرد که مانع از تهویه قسمت زیرین نگردد.

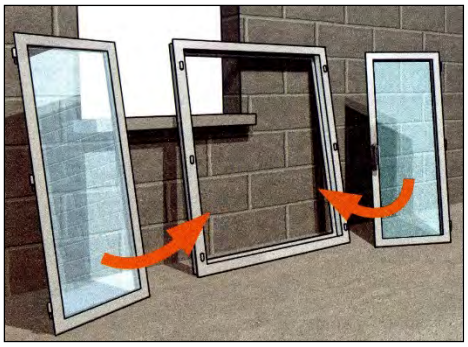
چ- انبارکردن به پهلو، به‌صورت اریب، باید به ۱۰ پنجره و یا در محدود شود. انبار کردن پنجره‌ها و درها به هیچ‌وجه نباید به صورت تخت صورت گیرد (شکل ۱۲-۶۴).



شکل ۱۲-۶۴- روش‌های درست و نادرست انبار کردن پنجره‌ها و درها

ح- از جابجایی و تغییرمکان انبار پنجره‌ها و درها در کارگاه باید حتی‌الامکان خودداری گردد.

خ- درصورتی که انبار کردن چارچوب‌ها و لنگه بازشوها به‌صورت جداگانه صورت گیرد، قطعات چارچوب و لنگه بازشوها، باید علامت‌گذاری شوند تا در زمان نصب جابه‌جا نصب نشوند (شکل ۱۲-۶۵).



شکل ۱۲-۶۵- لزوم علامت‌گذاری قطعات چارچوب و لنگه بازشوها در صورت انبار کردن جداگانه

۱۲-۶- سلامت، ایمنی و محیط زیست

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با ساخت و نصب درها و پنجره‌ها لازم‌الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با این فصل (در و پنجره) پرداخته می‌شود.

۱۲-۶-۱- در انبارکردن شیشه‌های جام (پانل‌های شیشه‌ای) زاویه میل یا کجی شیشه باید ۳ درجه نسبت به قائم بر روی قفسه‌های پایدار باشد. برای قفسه‌های قابل جابجایی و پالت‌ها، زاویه ۵ تا ۶ درجه توصیه می‌شود. اگر زاویه از ۶ درجه بالاتر رود ، بار اضافه بر شیشه‌ها وارد می‌شود و ممکن است باعث شکستگی شود. همچنین کف محل انبار باید مقاومت کافی برای تحمل وزن دسته شیشه را داشته باشد. شیشه‌های انبار شده بر روی لبه باید تا حد امکان به‌طور یکنواخت بر سطح تکیه‌گاه هموار قرارگیرند. کارگران مسئول حمل و جابجایی شیشه‌ها نیز باید به تجهیزات حفاظتی بند ۲-۲-۵-۲۳ مجهز باشند.

۱۲-۶-۲- ایمنی وسایل بالابر و سایر ادوات و تجهیزاتی که در برپایی و نصب اجزای درب و پنجره مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید مطابق با مفاد بخش ۲-۸ تامین شود.

۱۲-۶-۳- در صورت نصب پنجره های نما با استفاده از داربست ، قبل از شروع کار باید نسبت به پیش‌بینی اوضاع جوی و اخذ استعلام‌های لازم از مراجع دارای صلاحیت درباره وضعیت آب و هوا در روزهای انجام عملیات، اقدام شود. در شرایط نامساعد جوی از قبیل باد ، طوفان و بارندگی و یا در صورت ناکافی بودن روشنایی و محدود بودن میدان دید، باید از ادامه کار بر روی داربست یا استفاده از بالابرها برای نصب جلوگیری شود.

۱۲-۶-۴- در عملیات نصب اجزای پنجرههای نما و کار در ارتفاع ، باید عوامل اجرایی مجهز به تجهیزات حفاظت از سقوط مطابق بخش ۲-۶ باشند و از سایر وسایل و تجهیزات حفاظت فردی از قبیل کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک، و دستکش حفاظتی با رعایت مفاد بخش ۲-۱۰ به تناسب عملیات استفاده کنند.

۱۲-۶-۵- جایگاه‌های کار ایمن به‌ویژه وسایل دسترسی ایمن باید مطابق بخش ۲-۵ برای کارگران شاغل در عملیات نصب پنجره ها و سایر فعالیت‌های مرتبط تأمین شود.

۱۲-۶-۶- هنگام کار با ابزارهای دستی و قدرتی در عملیات سوراخ‌کاری، برش‌کاری، بستن پیچ و مهره‌ها و ... باید ضوابط بند ۲-۷-۸ رعایت شود.

۱۲-۶-۷- استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری برای ساخت، برپایی و نصب درب و پنجره فولادی باید با رعایت مفاد بند ۲-۳ انجام شود.

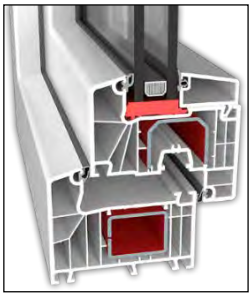
۱۲-۶-۸- هنگام سوراخکاری بر روی دیوارها در عملیات نصب در و پنجره، برای جلوگیری از تنفس گرد و غبار حاصل، کارگران باید از ماسک تنفسی استفاده نمایند. همچنین در صورت کار با ملاتهای سیمانی برای تسطیح داخلی سطوح باید کارگران از دستکش حفاظتی مطابق بخش ۲-۱۰ استفاده نمایند.

۱۲-۶-۹- درز بندهای سیلیکونی ، نوارهای فشرده اسفنجی و فومهای پلی‌پورتان و مصالح چوبی که قابلیت اشتعال دارند ، باید در محلی دور از آتش و جرقه های ناشی از جوشکاری و برشکاری نگهداری شوند و این محل مجهز به تجهیزات اطفای حریق احتمالی مطابق بند ۲-۴-۶ باشد. همچنین باطله‌ها و ضایعات مواد فوق باید با توجه به بند ۲-۹-۶-۱۱-خ جمع آوری شوند.

پیوست ۱ مشخصات فنی انواع مختلف پروفیل‌های متداول برای ساخت پنجره‌ها

پ-۱-۱- یوپی‌وی‌سی

پلی وینیل کلراید سخت[۱] (استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۲۹۱) که به اختصار یوپی‌وی‌سی نامیده می‌شود، نوعی پلاستیک است که به دلیل سخت بودن و عدم انعطاف‌پذیری با عنوان پی‌وی‌سی سخت نیز شناخته می‌شود. از این ماده به دلیل مقاومت بالا برای ساخت قاب پنجره استفاده می‌شود. در فرآیند ساخت پروفیل یوپی‌وی‌سی، مواد به شکل مستقیم اکسترود می‌شوند. سپس قاب پنجره توسط پروفیل‌ها ساخته می‌شود و شیشه در بین قاب قرار می‌گیرد. عوامل مختلفی مانند دوام بالا، عملکرد حرارتی مناسب، عایق بودن در مقابل صدا، نگهداری با ضرورت کم‌تر و قیمت مناسب، یوپی‌وی‌سی را به یک ماده مناسب برای پنجره‌ها و درها تبدیل کرده است.



شکل ۱۲-۶۶- نمونه پروفیل یوپی‌وی‌سی

پ-۱-۲- چوب

از قاب‌های چوبی برای ساخت پنجره‌ها و درها در بسیاری از موارد به دلیل ظاهر گرم، ضریب هدایت کم و همچنین قابلیت استفاده به‌صورت خودرنگ یا رنگ‌آمیزی مجدد برای بهبود ظاهر آن‌ها استفاده می‌شود. در مقایسه با قاب‌های یوپی‌وی‌سی و فایبرگلاس، قاب‌های چوبی به نگهداری بیشتری برای حفظ آب‌بندی و ظاهر (رنگ) نیاز دارند. علاوه بر این، هزینه تمام‌شده پنجره‌ها و درهای چوبی در مقایسه با بسیاری از دیگر پروفیل‌ها بیشتر است. (شکل ۱۲-۶۷)

شکل ۱۲-۶۷- نمونه پروفیل چوبی

۱. Unplasticised Polyvinyl Chloride

پ-۱-۳- آلومینیوم

قاب‌های پنجره و در آلومینیومی (استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۶)، با استفاده از پروفیل‌های باریک یا عریض، دارای ماندگاری، استحکام بالا و ضرورت کمتر نسبت به تعمیر و نگهداری هستند، و تنوع بالای فرم و ابعاد در طراحی‌های مختلف را امکان‌پذیر می‌کنند. ولی آلومینیوم، در مقایسه با یوپی‌وی‌سی، فایبرگلاس و چوب ضریب هدایت حرارت بسیار بیشتری دارد. برای کاهش این نقطه ضعف، در برخی از این قاب‌ها، بخش‌های آلومینیومی داخلی و خارجی قاب را، با استفاده از مواد پلاستیکی، یکپارچه می‌کنند. این پروفیل‌ها با نام آلومینیوم گرماشکن ۱ شناخته می‌شوند. معمولاً پنجره‌ها و درهای ساخته شده با پروفیل‌های آلومینیومی گرماشکن، در مقایسه با بازشوهای ساخته‌شده با پروفیل‌های یوپی‌وی‌سی و فایبرگلاس، گران‌تر، ولی در مقایسه با قاب‌های چوبی ارزان‌تر به‌شمار می‌آیند.

شکل ۱۲-۶۸- نمونه پروفیل آلومینیوم گرماشکن

پ-۱-۴- فولاد

کاربرد پروفیل‌های فولادی برای ساخت درها و پنجره‌ها (استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۳۶) کاهش چشم‌گیری یافته است. دلیل اصلی این وضعیت، علاوه بر مشکلات موجود از دیدگاه مصرف انرژی، صدابندی، هوابندی، آب‌بندی، نگرانی‌های مطرح در زمینه دوام آنها نیز می‌باشد. برای محدود کردن این مشکلات، لازم است پروفیل‌های مورد استفاده با یک قشر ضدزنگ مقاوم در برابر رطوبت پوشیده شود. (شکل ۱۲-۶۹)

مقاومت مکانیکی فولاد سه برابر مقاومت آلومینیوم است، بنابراین امکان کاهش سطح مقطع پنجره‌ها و درها، و ساخت درها و پنجره‌های با ابعاد بزرگ با استفاده از فولاد فراهم می‌باشد. قاب‌های فولادی به جهت جلوگیری از بروز خوردگی و زنگ‌زدگی، که در صورت عدم محافظت از فولاد می تواند اتفاق افتد، به نگهداری زیادی محتاج هستند. در اکثر قاب‌های فولادی تولید شده برای ساخت پنجره و در، با توجه به محدودیت‌هایی که در شکل مقطع آنها وجود دارد، امکان درنظر گرفتن انقطاع حرارتی مشابه پروفیل‌های آلومینیومی فراهم نمی‌باشد. بنابراین، با توجه به انتقال حرارت بالای فولاد، پنجره‌ها و درهای ساخته شده با آن، عملکرد خوبی در مقابل انتقال حرارت ندارند.

---

۱. Thermal Break

شکل ۱۲-۶۹- نمونه پروفیل فولادی

پ-۱-۵- فایبرگلاس

کاربرد فایبرگلاس برای ساخت قاب پنجره و در، با وجود دوام زیاد و سادگی نگهداری از آن، گزینه‌ای است که در سطح جهانی کمتر متداول است. پروفیل‌های پنجره‌ها و درهای فایبرگلاس، اغلب اکسترود شده یا قالبی هستند. پنجره‌ها و درهای ساخته شده از فایبرگلاس، در مقایسه با دیگر مصالح پلیمری، رفتار مناسبی در برابر تغییرات دما دارند. دلیل این امر نزدیک بودن ضریب انبساط حرارتی الیاف شیشه و مواد استفاده شده برای تقویت و مسلح‌سازی پروفیل‌های قاب‌های فایبرگلاس پنجره‌ها و درها می‌باشد. این قاب‌ها برای شرایطی که پنجره‌ها و درهای با ابعاد بزرگ در معرض تکانه‌های شدید دمایی قرار دارند بسیار مناسب هستند. از دیگر مزایای این قاب‌ها ضریب انتقال حرارت اندک آن‌ها می‌باشد. بر خلاف پنجره‌ها و درهای ساخته‌شده با پروفیل‌های چوبی، آلومینیومی و پی‌وی‌سی، پنجره‌ها و درهای فایبرگلاس وضعیت ظاهری نامطلوب‌تری دارند، ولی در عوض قابلیت رنگ‌پذیری خوب آنها امکان تقلیل این مشکل را فراهم می‌سازد. (شکل ۱۲-۷۰)

شکل ۱۲-۷۰- نمونه پروفیل فایبرگلاس

پیوست ۲ اطلاعات تکمیلی در خصوص انواع مختلف شیشه‌های مورد استفاده در ساختمان

شیشه با ذوب چندین ماده معدنی در دماهای بسیار بالا ساخته می‌شود. سیلیس که عنصر اصلی تشکیل‌دهنده شیشه می‌باشد، با سایر مواد ترکیب شده و در کوره در دمای ۱۵۰۰ درجه سلسیوس ذوب می‌شود. مواد خام اولیه شیشه عبارتند از:

الف- شکل‌دهنده: سیلیس (سنگدانه از جنس کوارتز)،

ب- ماده روان کننده: خاکستر آهک و جوش‌شیرین (کربنات سدیم)،

پ- تثبیت‌کننده: اکسید کلسیم(CaO) ، اکسید منیزیم (MgO)، آلومینا ...،

ت- شیشه‌های بازیافتی (شکسته یا دیگر موارد) جهت سرعت بخشیدن به روند ذوب در ترکیبات،

ث- مواد دیگر، در صورت لزوم، برای دست‌یابی به رنگ‌ها یا خاصیت‌های مختلف مورد نظر.

در ادامه، توضیحات لازم در خصوص انواع شیشه، مزایا و معایب آن‌ها ارائه می‌شود.

پ-۲-۱- شیشه فلوت ساده

در فرآیند تولید شیشه فلوت (مطابق استاندارد ملی شماره ۱۰۶۷۳-۲)، روند ذوب برای کیفیت شیشه بسیار مهم است. پس از ذوب شدن، شیشه توسط تسمه از کوره بر روی یک مخزن حاوی قلع مذاب جریان می یابد. شیشه با خاصیت چسبندگی زیاد بر روی سطح صاف قلع شناور می‌شود تا سطوح کاملا صافی در هر دو قسمت بالا و پایین با ضخامت یکنواخت شکل گیرد. نام‌گذاری "شیشه فلوت[۱]" به دلیل شناور بودن در فرآیند تولید صورت گرفته‌است.

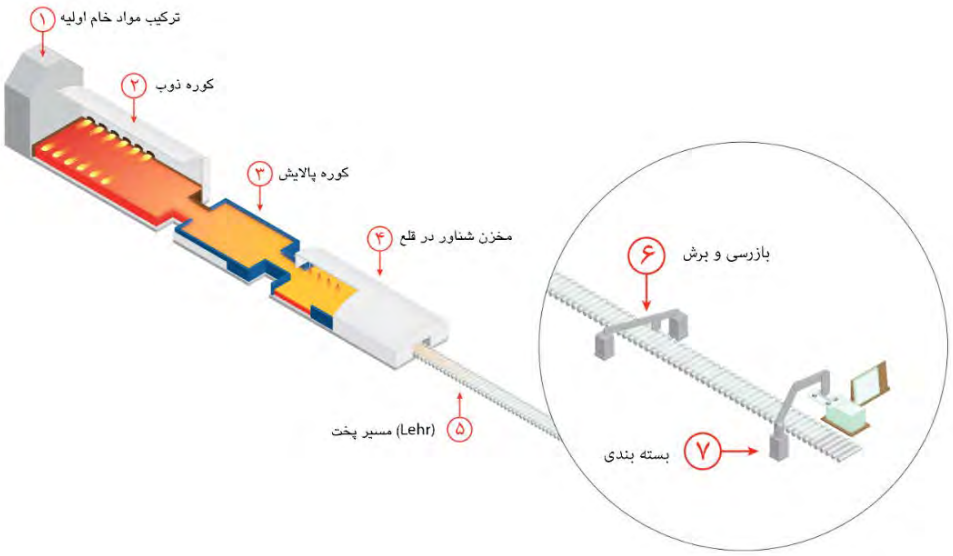
با عبور شیشه در حمام قلع، دما به‌تدریج کاهش می‌یابد تا ورق به اندازه کافی جامد شود و با سرعت کنترل شده از قلع بر روی غلطک‌ها منتقل شود. تغییر در سرعت جریان و سرعت غلطک تشکیل صفحات شیشه‌ای با ضخامت‌های مختلف را ممکن می‌سازد.

صفحه شیشه‌ای هنگامی‌که از مخزن قلع خارج می‌شود، از یک اتاق بازپخت عبور می‌کند تا به‌تدریج خنک شود و از ایجاد تنش‌های موضعی و ترک خوردگی ناشی از تغییرات شدید دما جلوگیری شود. در شکل ۱۲-۷۱ روند تولید شیشه فلوت ملاحظه می‌شود.

یک خط تولید شیشه فلوت تقریباً نیم کیلومتر طول دارد و محصولات در ضخامت‌های مختلف بین ۰٫۴ میلی‌متر تا ۲۵ میلی‌متر و به عرض‌های تا سه متر تولید می‌شوند.

---

۱. Float glass



شکل ۱۲-۷۱- فرآیند تولید شیشه فلوت

پ-۲-۲- انواع شیشه از نظر رفتار نوری، حرارتی و صوتی

پ-۲-۲-۱- شیشه یکپارچه (همگن)

شیشه یکپارچه[۱] (مطابق استاندارد ملی شماره ۲-۱۰۶۷۳) متشکل از یک ورق شیشه‌ای است که می‌تواند رنگی، پوشش‌دار و یا فرآوری شده باشد. از شیشه یکپارچه غالباً در نماهای شیشه‌ای بدون قاب نمایی[۲] (SG) استفاده می‌شود، تا از طرفی باعث افزایش شفافیت نما شود، و از طرف دیگر گرادیان‌های دمایی روی سطح شیشه را نیز به حداقل برساند. برای بهبود عملکرد حرارتی، به‌خصوص در مناطقی که سطح زیاد شیشه در زمستان و تابستان می‌تواند چالش حرارتی جدی ایجاد کند، در اغلب موارد از سیستم شیشه‌های چندجداره[۳] (IGU) استفاده می‌شود.

پ-۲-۲-۲- شیشه پوشش‌دار[۴]

شیشه‌های پوشش‌دار (مطابق استاندارد ملی یا بین‌المللی نظیر EN 1096-4:2018) دارای یک سطح با ضخامت بسیار اندک با ویژگی‌های متفاوت هستند. پوشش‌های در نظر گرفته شده سخت[۵] یا نرم[۶] هستند. مهم‌ترین انواع شیشه‌های پوشش‌دار عبارتند از:

الف- شیشه منعکس‌کننده

۱. Monolithic Glass
۲. Saint-Gobain
۳. Insulating glass unit
۴. Coated Glass
۵. Hard coating
۶. Soft Coating

ب- شیشه کم‌گسیل

ت- شیشه فتوکرومیک

ث- شیشه ترموکرومیک

ج- شیشه الکتروکرومیک

د- شیشه مات (اسپراندل)

در ادامه، توضیحات لازم در مورد هر یک از شیشه‌های فوق ارائه می‌گردد.

پ-۲-۲-۲-۱- شیشه منعکس‌کننده

شیشه‌های منعکس‌کننده (رفلکس[1]) با اضافه کردن پوشش‌های نازک پایه فلزی روی شیشه‌های جام تولید می‌شوند تا در طول روز ظاهری آیینه‌ای به آن بدهد و در طول شب تیره‌رنگ به نظر بیاید. این نوع شیشه‌ها، دارای ضریب انعکاس بالایی هستند و در نتیجه، بخش قابل‌توجهی از طیف مرئی و غیرمرئی تابش خورشیدی پس از برخورد با سطح شیشه منعکس می‌شود. کاربرد این نوع شیشه‌ها بیشتر با هدف زیباسازی نما و یا محدود کردن انرژی عبوری از شیشه (در مناطق بسیار گرم) صورت می‌گیرد.

با توجه به این نکته که بخش قابل ملاحظه‌ای از نور مرئی روی سطح خارجی این نوع شیشه‌ها منعکس می‌شود، امکان بهره‌گیری از نور طبیعی به حداقل می‌رسد. در نتیجه، میزان ضریب انعکاس نور مرئی نقشی تعیین‌کننده در انتخاب این نوع شیشه‌ها دارد.

استفاده از این نوع شیشه‌ها در سطح وسیع در یک ساختمان، مخصوصاً ساختمان‌های بلندمرتبه، در ساعاتی از روز ممکن است باعث انعکاس نوری شدید و ایجاد مزاحمت برای ساختمان‌های مجاور شود.

پوشش پایه‌فلزی این نوع شیشه‌ها معمولاً از اکسید فلزات تشکیل می‌شود، و در هنگام تولید شیشه جام، زمانی که دمای شیشه بالاست به آن اضافه می‌گردد.

روش‌های دیگری نیز برای اضافه کردن این لایه پس از تولید شیشه جام وجود دارد مانند روش‌های شیمیایی و اضافه کردن ورقه نازک خودچسب یا لعاب.

پ-۲-۲-۲-۲- شیشه کم‌گسیل[2]

گسیلندگی این نوع شیشه‌ها می‌تواند از حدود ۰/۹۰ تا ۰/۰۵ کاهش یابد. این امر باعث می‌شود میزان تابش سطح شیشه به سطوح سردتر به طرز چشمگیری کاهش یابد. ایجاد خصوصیت کم‌گسیل بودن را می‌توان با لایه‌نشانی روی شیشه یا چسبانیدن یک لایه فیلم نازک پلیمری روی آن ایجاد کرد.

1. Reflex
2. Low-Emissivity Glass

با توجه به نازک بودن ضخامت لایه نشانده شده روی شیشه یا فیلم پلیمری، می‌توان مجموعه شیشه‌های کم گسیلی تولید کرد که میزان عبور نور مرئی از آن تفاوت اندکی با شیشه‌های معمولی دارد. لازم به ذکر است که شیشه‌های لایه‌نشانی‌شده را نمی‌توان پس از تولید آبدیده و یا خم کرد.

ضخامت پوشش روی شیشه‌های تولیدی در حد نانومتر و مجموع ضخامت لایه‌های مختلف کمتر از صد نانومتر است. ضخامت هر لایه حدود ۱۰ تا ۲۰ نانومتر است؛ این لایه‌ها می‌توانند ظاهر شیشه را از نظر رنگ کاملاً تغییر داده و رنگ‌های مختلفی ایجاد کنند؛ یا بر عکس، ضمن حفظ ظاهر شیشه ـ مانند شیشه‌های معمولی ـ خواص دیگری مانند خاصیت عایق حرارتی روی شیشه ایجاد شود؛ مثلاً در شیشه‌های کنترل‌کنندهٔ انرژی، علی‌رغم پوشش‌دهی لایه‌های مختلف فلزی و غیرفلزی روی شیشه، ظاهر شیشه تغییری نمی‌کند، اما از فلزاتی استفاده می‌شود که عبور انرژی گرمایی را محدود می‌کنند.

فرآیند تولید در خلأ (با فشار 10^{-6} بار) صورت می‌گیرد. با لایه‌نشانی مواد مختلف (شامل کروم، نقره، نیکل، سیلیسیوم، تیتانیم، آلومینیوم و...) و یا اکسید و نیترید آنها، با ضخامتی در حد نانومتر، می‌توان ویژگی‌های مختلفی را به شیشه افزود. مثلاً می‌توان شیشه را رنگی (آبی، سبز، صورتی، طلایی، نقره‌ای) کرد، یا انعکاس انتخابی طول موج‌های مختلف را ایجاد نمود و یا شیشه‌هایی تولید کرد که کنترل‌کنندهٔ انرژی عبوری هستند و می‌توانند ورود و خروج گرما را تا حد زیادی محدود کنند.

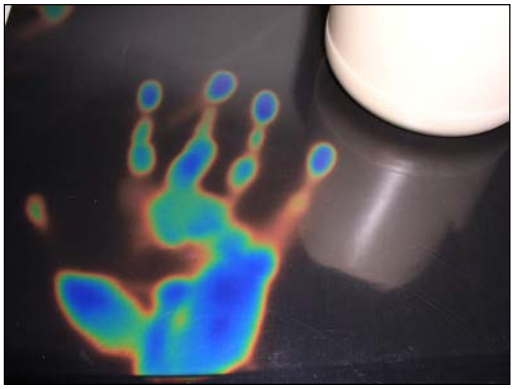
پ-۲-۲-۲-۳- شیشه فتوکرومیک

در این نوع شیشه‌ها با افزایش میزان نور تابیده‌شده به آن تیره‌تر شده و باعث کاهش میزان تابش عبوری می‌شوند. با توجه به این نکته که روشن و تیره شدن شیشه بدون وابستگی به دمای شیشه رخ می‌دهد، کاربرد آن در ساختمان‌ها باید با دقت خاصی صورت گیرد، تا شیشه‌ها بهترین عملکرد را در شرایط گرم و سرد سال داشته باشند. (شکل ۱۲-۷۲)

شکل ۱۲-۷۲- نمونه پوشش شفاف سقف با شیشه‌های فتوکرومیک

پ-۲-۲-۲-۴- شیشه ترموکرومیک

در این نوع شیشه‌ها، تیره و روشن شدن یا به‌طور کلی تغییر مشخصات نوری با تغییر دما صورت می‌گیرد، و در اوقات گرم سال، باعث کاهش میزان انرژی عبوری از شیشه می‌شود، ولی در برخی شرایط باعث کاهش بهره‌گیری از نور طبیعی نیز می‌گردد. (شکل ۱۲-۷۳)



شکل ۱۲-۷۳- نمونه تغییر رنگ شیشه‌های ترموکرومیک در اثر گرمای دست

پ-۲-۲-۲-۵- شیشه الکتروکرومیک

این نوع شیشه با تغییر رنگ می‌تواند باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی شود. جریان الکتریکی ضعیفی در هنگام لزوم از یک لایه الکتروکرومیک میکروسکوپی که سطح شیشه را پوشانده است، عبور داده شده و باعث تیرگی رنگ آن و کاهش تابش نور خورشید به داخل می‌گردد. این عمل می‌تواند به‌وسیله سلول‌های فتوولتائیک انجام و توسط یک حسگر حساس به نور کنترل شود. هنگامی که تابش نور خورشید شدت می‌یابد این سلول‌ها به‌طور خودکار جریان الکتریکی را به‌کار انداخته و شیشه را تیره می‌کند. (شکل‌های ۱۲-۷۴، ۱۲-۷۵)

شکل ۱۲-۷۴- نمونه پوشش سقفی شفاف تغییر رنگ دهنده با شیشه‌های الکتروکرومیک

شکل ۱۲-۷۵- نمونه عملکرد پنجره‌های با شیشه‌های الکتروکرومیک

پ-۲-۲-۲-۶- شیشه مات (اسپراندل)

شیشه‌های اسپراندل، بر خلاف شیشه‌های شفاف امکان رویت محیط پشت خود را فراهم نمی‌سازند. این نوع شیشه‌ها با استفاده از پوشش‌ها و فرآیندهای مختلف، از جمله رنگ‌های پایه سیلیکونی و لعاب‌های سرامیکی، مات می‌شوند یا با اضافه شدن یک یا چند لایه در پشت آن، امکان رویت فضای داخل را منتفی می‌سازند. شیشه اسپراندل می‌تواند به‌صورت تکی یا چندجداره مورد استفاده قرار گیرد.

طراحی بخش‌های نما با شیشه‌های اسپراندل می‌تواند به‌صورت نورگذر یا غیرنورگذر صورت گیرد. در حالتی که مجموعه نورگذر است، بخش محدودی از نور خورشید، از شیشه عبور می‌کند. در حالت غیرنورگذر، می‌توان از شیشه‌های شفاف یا مات، بی‌رنگ یا رنگی، استفاده کرد. یکی از روش‌های مؤثر، برای کاهش هرچه بیشتر انتقال حرارت و صوت، استفاده از سیستم جعبه سایه[۱] است. در این روش، در پشت شیشه جعبه‌ای حاوی یک لایه عایق حرارتی تعبیه می‌شود. با کاربرد این روش، نور از نمای شیشه‌ای عبور می‌کند، و ظاهر بخش کدر و شفاف می‌تواند کمترین تفاوت را در نما داشته باشد. البته، در صورت کاربرد این روش، باید نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

الف- در هر صورت، تفاوت بخش شفاف و نورگذر وجود خواهد داشت، و تنها در صورتی که از شیشه‌های تیره یا منعکس‌کننده استفاده شود، این تفاوت به‌حداقل می‌رسد.

ب- تمامی شیشه‌های مورد استفاده در سیستم اسپراندل باید با طی کردن مراحل عملیات حرارتی، مقاومت مکانیکی لازم را کسب کرده‌باشند، زیرا جذب حرارت ناشی از تابش خورشید در این سیستم به حداکثر می‌رسد.

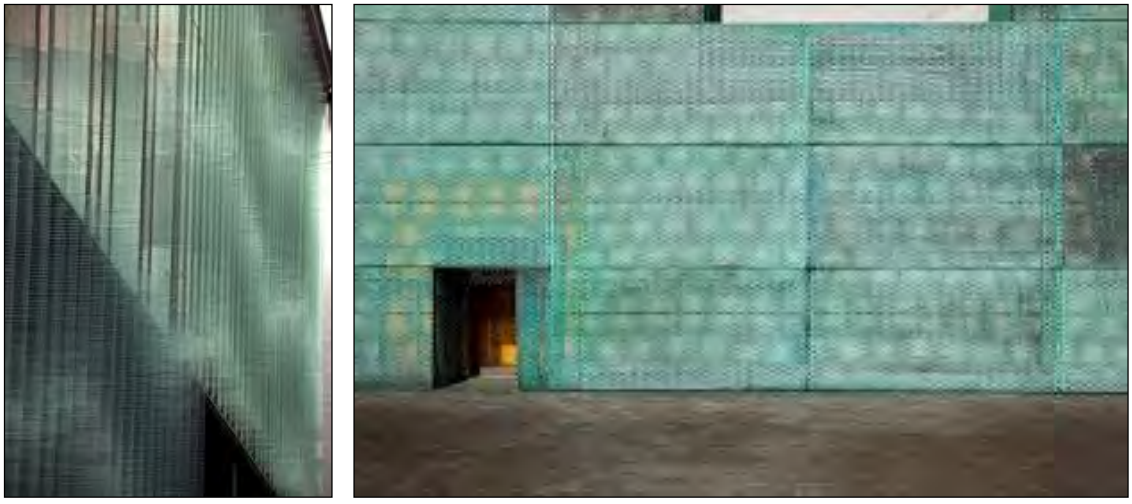
ت- در صورت استفاده از اسپراندل در شیشه دوجداره توصیه می‌شود پوشش مات‌کننده روی سطح چهارم شیشه اعمال گردد.

ث- در صورت طراحی به روش جعبه سایه، لازم است سیستم درزبندی و عایق حرارتی مورد استفاده متناسب با شرایط کاربرد باشد، زیرا در این حالت، خطر شکست شیشه در اثر تنش‌های حرارتی و خرابی عایق، درزبند و چسب در اثر

۱. Shadow Box

افزایش بیش از حد دما تشدید می‌گردد. علاوه بر این، خطر میعان، و همچنین ایجاد لک، زنگ‌زدگی و خوردگی ناشی از آن، در فضای داخل جعبه سایه، باید به‌صورت جدی مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این، اجرای نامناسب عایق حرارتی می‌تواند به گرم‌شدن موضعی شیشه و تشدید خطر شکست آن منجر گردد.

ج- پدیده «زمینه مواره ۱» در شیشه‌های اسپراندل مطرح است (شکل ۱۲-۷۶)، و لازم است حتماً در زمان انتخاب شیشه‌ها و لایه‌های پشت آن، توجه لازم به این موضوع معطوف گردد. پدیده الگوی مواره در حقیقت، پدیده‌ای است که می‌تواند در سطوح شفاف تداخل تصویری ایجاد کند. همانند آنچه در تلویزیون و عکاسی دیجیتال اتفاق میافتد. الگویی بر روی شیئی که از آن عکس گرفته می‌شود می تواند در شکل حسگرهای نور تداخل ایجاد کند و آثار ناخواسته تولید کند. در فیزیک، نمود آن تداخل موجی است مانند آنچه در آزمایش شکاف و پدیده ضربه در صوت دیده می‌شود.



شکل ۱۲-۷۶- نمونه زمینه مواره در نماهای شیشه‌ای اسپراندل

پ-۲-۲-۳- شیشه‌های چندلایه

شیشه‌های چندلایه از حداقل دو لایه تشکیل می‌شوند. لایه‌های شفاف بین شیشه‌ها می‌توانند دارای عملکردهای متعددی باشند، و علاوه بر وظیفه یکپارچه‌سازی مجموعه، عملکرد حرارتی، صوتی و یا ایمنی را نیز بهبود بخشند.

پ-۲-۲-۳-۱- شیشه لمینیت (شیشه طلق‌دار)

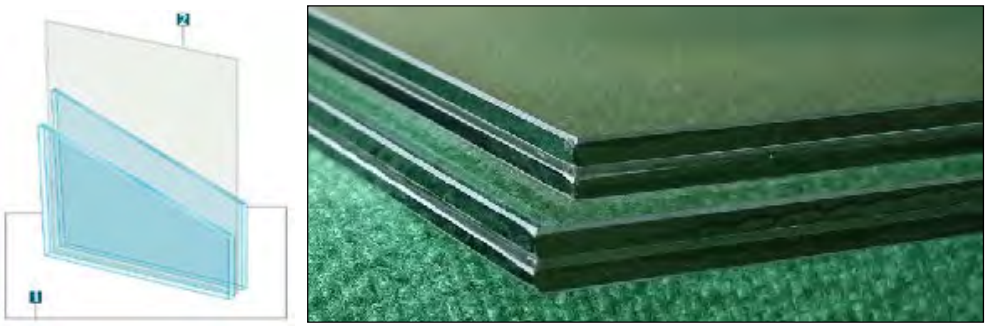
یکی از عملکردهای مهم شیشه‌های لمینیت، جلوگیری از عبور ۹۹ درصد از پرتوهای مضر فرابنفش است، در حالی‌که بخش اعظم نور مرئی و فروسرخ از آن عبور می‌کند.

شیشه لمینیت از ترکیب دو یا چند شیشه که بین آنها یک یا چند لایه طلق پلی وینیل بوتیرال (PVB) قرار گرفته و به صورت یک مجموعه یکپارچه درآمده، تولید می‌شود.

---

۱. Moiré Pattern

انواع شیشه مانند شیشه معمولی، سکوریت، نیمه سکوریت و پوشش‌دار را می‌توان در ساختار شیشه لمینیت استفاده کرد. طلق PVB که در ساختار شیشه لمینیت به‌کار می‌رود عملکرد صوتی مجموعه را نیز به نحو چشمگیری بهبود می‌بخشد.



شکل ۱۲-۷۷- یکپارچه‌سازی لایه‌های شیشه با استفاده از فیلم میانی پلیمری (PVB)

برای یکپارچه‌سازی لایه‌های شیشه و طلق پی‌وی‌بی[۱] (پلی‌وینیل بوتیرال)، لایه‌ها کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و در کوره‌های اتوکلاو تحت حرارت و فشار زیاد به صورت یک مجموعه یکپارچه (به‌صورت دائمی) در می‌آیند (شکل ۱۲-۷۷ و ۱۲-۷۸).

شکل ۱۲-۷۸- کوره اتوکلاو (سمت راست) و طلق پی‌وی‌بی (سمت چپ)

به علت وجود طلق پی وی‌بی در ساختار شیشه لمینیت، پس از خرد شدن، چسبندگی تکه‌های شیشه به لایه پلیمری میانی مانع از بیرون آمدن از قاب نگهدارنده، فروریزی و پراکنده شدن قطعات شیشه می‌شود. از این رو شیشه لمینیت ایمنی بالائی در برابر زلزله دارد و در صورت اقدام به سرقت باعث ایجاد تأخیر در عملیات تخریبی می‌شود.

همچنین می‌توان در بین لایه‌های شیشه از طلق‌های پی‌وی‌بی پوشش‌دار استفاده کرد و به این ترتیب خواصی مانند رنگ، گسیل و یا جذب نور خورشید را تغییر داد.

۱. PVB : Polyvinyl butyral

امروزه، استفاده از شیشه لمینیت به شدت در حال توسعه است. موارد استفاده از شیشه چندلایه با توجه به خواص آن به نحوه تولید، نوع و ضخامت لایه‌های تشکیل دهنده آن وابسته است.

همان‌گونه که قبلاً نیز مطرح شد، این شیشه‌ها می‌توانند قابلیت‌های ویژه‌ای در زمینه امنیت در برابر ورود غیرمجاز و شلیک گلوله، و همچنین عملکرد بهبود یافته در برابر طوفان، زلزله و آتش‌سوزی داشته باشند.

در برخی انواع شیشه لمینیت، لایه میانی ورق نازکی از پلی‌کربنات است که با اپوکسی[۱] به لایه‌های شیشه چسبانده می‌شود. این نوع شیشه می‌تواند مقاومت منحصر به‌فردی در برابر موج انفجاری داشته‌باشد.

پ-۲-۲-۳-۲- شیشه دارای کریستال مایع

این شیشه دست کم از دو لایه شیشه شفاف با یک لایه میانی از جنس کریستال مایع تشکیل شده است. در حالت عادی نور از شیشه عبور می‌کند ولی شیشه مات است و آن سوی آن قابل دیدن نیست. در هنگام فعال کردن کریستال مایع آن سوی شیشه قابل دیدن می‌شود. از این نوع شیشه در داخل ساختمان به ویژه به‌عنوان جداکننده در بانک‌ها، موزه‌ها و... استفاده می‌شود.

پ-۲-۲-۳-۳- فیلم‌های پنجره

فیلم‌های پنجره، پوششی چندلایه است که به کمک چسب مخصوص به سطح شیشه می‌چسبد. جزء اصلی آن معمولاً از جنس پلی اتلین ترفتالات[۲] می‌باشد. این پوشش به گونه‌ای است که قادر است تا عبورحدود ۹۹ درصد از پرتوهای فرابنفش را مسدود کند.

فیلم‌های پنجره را می‌توان برای اهداف مختلف به‌کار برد. یکی از مهم‌ترین اهداف دنبال شده، بهینه‌سازی عملکرد حرارتی شیشه است. در برخی موارد، هدف اصلی می‌تواند ایمن‌سازی شیشه در برابر شکست احتمالی ناشی از باد، زمین‌لرزه، سرقت یا انفجار باشد.

۱. Epoxy

۲. PET: Polyethylene terephthalate

شکل ۱۲-۷۹- بهبود ایمنی در برابر سرقت در صورت استفاده از فیلم‌های پنجره

در صورتی که فیلم پنجره برای بهبود عملکرد حرارتی باشد، مهمترین لایه آن از ذرات نانویی فلزی (وانادیم، طلا و آلیاژ نیکل کروم) یا سرامیکی تشکیل می‌شود که با فناوری‌های خاص روی فیلم نشانده شده است. مزیت ذرات سرامیکی که جدیداً مورد استفاده قرار می‌گیرند ثبات و دوام بالای آن است. همانند شیشه‌های پوشش‌دار حرارتی، در فیلم‌های پنجره با عملکرد حرارتی بهبود یافته نیز هدف اصلی کاهش گسیلندگی سطح است.

نکته مهمی که باید در اینجا به آن اشاره کرد، محدوده کاربرد متفاوت فیلم پنجره، در مقایسه با شیشه‌های پوشش‌دار است. شیشه‌های پوشش‌دار معمولاً در ساخت شیشه‌های دو جداره بهبود یافته کارخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، درحالی‌که از فیلم پنجره برای بهبود عملکرد حرارتی شیشه‌های پنجره‌های موجود در ساختمان استفاده می‌گردد و کاربرد آن در ساخت شیشه‌های دوجداره کارخانه‌ای فاقد هرگونه توجیه است (شکل ۱۲-۸۰).

کاربرد فیلم‌های پنجره معمولاً بر روی شیشه‌های تک‌جداره انجام می‌شود و اثربخشی آن در شیشه‌های دوجداره، زمانی که تنها امکان نصب بر روی سطوح ۱ و ۴ فراهم است، بسیار اندک و غیر قابل‌توجیه است.

شکل ۱۲-۸۰- نصب فیلم پنجره بر روی شیشه پنجره‌های موجود

مزیت اصلی فیلم پنجره، در مقایسه با شیشه ساده با پوشش کم‌گسیل، امکان بهبود همزمان عملکرد حرارتی و ایمنی شیشه است. لازم به توضیح است هر چند عملکرد شیشه با فیلم پنجره با شیشه لمینیت قابل مقایسه نیست، ولی امکان ایمن‌سازی شیشه‌های پنجره‌های موجود مزیتی است که در بسیاری از شرایط کاربرد آن را توجیه می‌کند.

سازمان یا شورای ملی درجه‌بندی پنجره آمریکا[1] سه عامل را در استانداردهای مربوط به پنجره مدنظر می‌گیرد. این عوامل عبارتند از:

الف- ضریب بهره‌گیری از گرمای تابش خورشیدی[2]

1. NFRC: National Fenestration Rating Council
2. SHGC: Solar Heat Gain Coefficient

ب- ضریب انتقال حرارت U

پ- درصد عبور نورمرئی[1]

همچنین در ایران، در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، برای ارزیابی عامل انتقال حرارت تابشی از "ضریب انتقال خورشیدی سطح نورگذر" و برای ارزیابی عامل رسانش از "ضریب انتقال حرارت سطحی U" استفاده شده است. لازم به ذکر است که شیشه دوجداره به تنهایی تأثیر اندکی بر انتقال حرارت تابشی دارد و تأثیر آن بیشتر مربوط به کاهش انتقال حرارت رسانشی-همرفتی است.

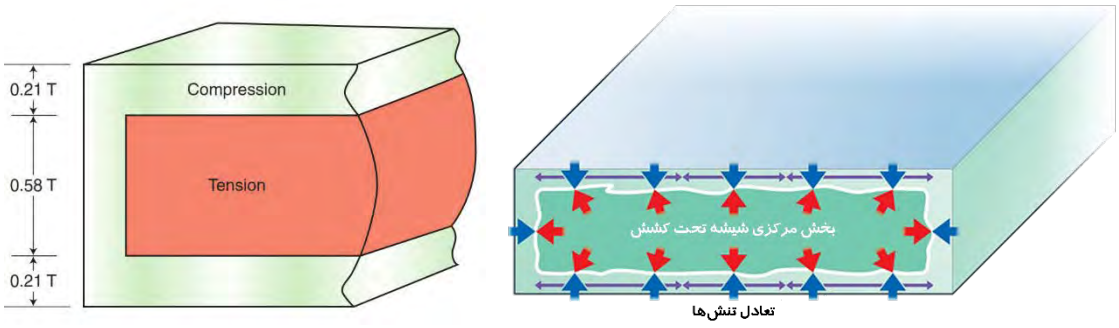
فیلم‌های پنجره با لایه پایه فلزی (نقره، طلا و بعضی نمک‌های فلزی) کم‌گسیل قادرند به واسطه گسیلندگی اندک، تا حدی انتقال حرارت از داخل به خارج را در اوقات سرد سال کاهش دهند.

فیلم‌های پنجره دارای گستره وسیعی از رنگ‌ها هستند و در انواع رفلکس، نیمه‌رفلکس و رنگی تولید می‌شوند. یکی از موارد کاربرد فیلم‌های پنجره در ساختمان‌های نما شیشه‌ای با هدف بهبود ظاهری نما می‌باشد. در این ساختمان‌ها، قبلاً از شیشه‌های رفلکس استفاده می‌شد، اما امروزه با توجه به عملکرد حرارتی بهتر، پوشش‌های کم‌گسیل، بر فیلم‌های صرفاً رفلکس ترجیح داده می‌شود.

پ-۲-۳- انواع شیشه از نظر مشخصات مکانیکی

پ-۲-۳-۱- شیشه با عملیات حرارتی

بعد از برش شیشه معمولی (بدون عملیات حرارتی)، شیشه با عملیات حرارتی (مطابق استاندارد ملی شماره ۳۳۸۵) تا دمایی کمی بیشتر از ۶۰۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. پس از رسیدن به دمای مورد نظر، شیشه از کوره خارج می‌شود و هر دو سطح شیشه به‌سرعت و به‌طور هم‌زمان به‌وسیله یک جریان شدید هوا سرد می‌شود. این فرآیند باعث می‌شود سطح شیشه به‌سرعت سرد و منقبض شود، در حالی‌که بخش میانی شیشه به‌تدریج سرد می‌شود و سطح بیرونی شیشه را تحت فشار شدید قرار می‌دهد. نتیجه نهایی این است که مرکز شیشه در کشش و سطح شیشه در فشار قرار می‌گیرد (شکل ۱۲-۸۱).

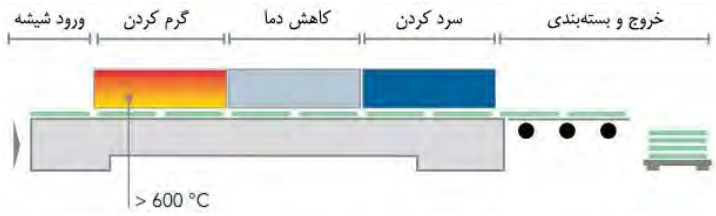


1. VLT: Visible Light Transmittance

شکل ۱۲-۸۱- توزیع فشار و کشش در شیشه با عملیات حرارتی

مقاومت و قدرت بهبودیافته در برابر تنش‌های حرارتی نتیجه روند عملیات است. شیشه‌ای که به طور کامل تحت عملیات قرار می‌گیرد (شکل ۱۲-۸۲). چهار تا پنج برابر مقاوم‌تر از شیشه معمولی است. شیشه تحت عملیات قرارگرفته همچنین دارای یک رفتار منحصر به‌فرد در زمان شکستن است. به خاطر این ویژگی، شیشه با عملیات حرارتی گاهی اوقات شیشه ایمنی نامیده می‌شود، و در بسیاری از آیین‌نامه‌ها و مقررات ساختمانی کشورها، استفاده از این نوع شیشه‌ها در درهای موجود در اماکن عمومی الزامی است. روی شیشه‌ای که عملیات حرارتی صورت گرفته‌است نمی‌توان تغییری (برش، سوراخ و ..) اعمال کرد؛ در نتیجه، همه اقدامات می‌بایست قبل از عملیات حرارتی انجام شود.

شیشه‌های فلوت، که در اکثر موارد برای ساخت شیشه‌های سخت‌کاری شده استفاده می‌شوند، در کوره‌ها به‌صورت سفارشی با عرض‌های متفاوت ساخته می‌شوند. امکان اعمال عملیات حرارتی در فرایند تولید این نوع شیشه‌ها وجود ندارد، زیرا، همان‌گونه که قبلاً نیز مطرح شد، این امر مانع از بریدن یا سوراخ کردن شیشه می‌شود.



شکل ۱۲-۸۲- روند تولید شیشه با عملیات حرارتی

پ-۲-۳-۱-۱- شیشه با عملیات حرارتی کامل

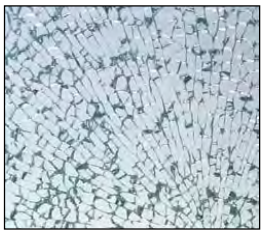
شیشه با عملیات حرارتی کامل[۱]، شیشه‌ای است که برای داشتن مقاومت فشاری حداقل ۶۹ مگاپاسکال در سطح شیشه و یا ۶۷ مگاپاسکال در لبه شیشه تحت عملیات قرار می‌گیرد (مطابق با استاندارد ASTM C 1048، استاندارد ANSI Z97.1، یا استاندارد CPSC 16 CFR 1201 برای شیشه ایمنی). شیشه با عملیات حرارتی ۴ تا ۵ بار مقاوم‌تر از شیشه معمولی، و دو برابر مقاوم‌تر از شیشه با عملیات حرارتی جزئی است.

در صورتی که شیشه با عملیات حرارتی کامل بشکند، به قطعات نسبتاً کوچک تبدیل می‌شود و احتمال آسیب کاهش می‌یابد (شکل ۱۲-۸۳). حرارت همچنین باعث می‌شود شیشه در دماهای سرد و گرم در برابر نوسانات شدید کوتاه‌مدت مقاوم باشد و همچنین تفاوت زیاد دمایی را در جداره شیشه مرتفع کند. حداقل مقاومت فشاری سطح این شیشه حدود ۶۹ مگاپاسکال است. از آنجایی‌که عملیات حرارتی را می‌توان بر روی انواع مختلف شیشه اعمال نمود، مقاومت کششی-خمشی آن بستگی به نوع شیشه اولیه دارد. مقاومت شیشه با عملیات حرارتی کامل ساخته‌شده با شیشه معمولی حدود ۹۰ و با شیشه فلوت حدود ۱۲۰ مگاپاسکال خواهد بود. کم‌ترین مقاومت با شیشه ساخته‌شده از شیشه لعاب‌دار (سطح لعاب‌دار تحت کشش) حدود ۷۵مگاپاسکال خواهد بود.

۱. Fully Tempered Glass

از طرف دیگر، این شیشه توانایی مقاومت در برابر دمای بالای ۳۰۰ درجه را برای مدت کوتاه و دمای بالای ۲۵۰ درجه را برای مدت طولانی‌تر دارد. همچنین توانایی مقاومت شیشه برای تفاوت دمایی در مرکز و لبه‌های جدار شیشه بسیار زیاد است (۲۰۰ درجه کلوین در مقایسه با ۴۰ درجه کلوین شیشه فلوت معمولی).

علاوه بر این، با الزامات ایمنی شیشه مربوط به موسسه استاندارد ملی آمریکا (ANSI) Z97.1، استاندارد ایمنی فدرال محصولات قابل فروش کمیسیون ایمنی (CPSC) 16 CFR 1201، EN 12 600 (آزمایش اثر آونگ)، DIN 18 032 (آزمایش ایمنی در برابر پرتاب توپ) مطابقت دارد.



شکل ۱۲-۸۳- شکست در شیشه با عملیات حرارتی کامل

پ-۲-۳-۱-۲- شیشه با عملیات حرارتی جزئی

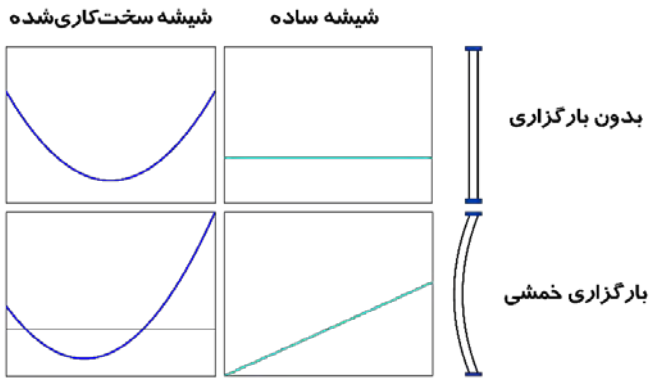
شیشه با عملیات حرارتی جزئی[1]، شیشه نیمه‌سخت‌شده یا شیشه تقویت‌شده با حرارت[2] عباراتی هستند که به این شیشه با خواص مقاومتی مابین شیشه معمولی و شیشه با عملیات حرارتی کامل اطلاق می‌شود. مقاومت فشاری سطح شیشه با عملیات حرارتی جزئی بین ۲۴ و ۵۱ مگاپاسکال و مطابق با الزامات مورد نیاز برای استاندارد ASTM C 1048 است. مقاومت در برابر تنش‌های حرارتی در شیشه با عملیات حرارتی جزئی، بهبود یافته است، اما رفتار شکننده آن به شیشه معمولی نزدیک‌تر است. بنابراین می‌تواند در زمره شیشه‌های ایمنی جای گیرد. شیشه با عملیات حرارتی جزئی، با الزامات ایمنی شیشه موسسه استاندارد ملی آمریکا (ANSI) Z97.1 و استاندارد ایمنی فدرال محصولات قابل فروش کمیسیون ایمنی (CPSC) 16 CFR 1201 مطابقت ندارد.

پ-۲-۳-۲- شیشه ساده (بدون عملیات حرارتی)

شیشه بدون عملیات حرارتی[3] یا آنیل یا سخت‌کاری نشده با گرم کردن و سردکردن تدریجی آن، برای حذف تنش‌های داخلی تولید می‌شود. شیشه بدون عملیات حرارتی از تنش‌های داخلی آزاد است. فرآیند آنیل به منظور تسهیل در برش آسان و یکنواخت شیشه لازم است. این فرآیند در شیشه فلوت صورت می‌گیرد (شکل ۱۲-۸۴).

توانایی مقاومت شیشه برای تفاوت دمایی در مرکز و لبه‌های جداره شیشه زیاد است (۱۰۰درجه کلوین در مقایسه با شیشه شناور که ۴۰درجه کلوین است).

1. Partially Tempered Glass
2. Heat strengthened
3. Annealed Glass

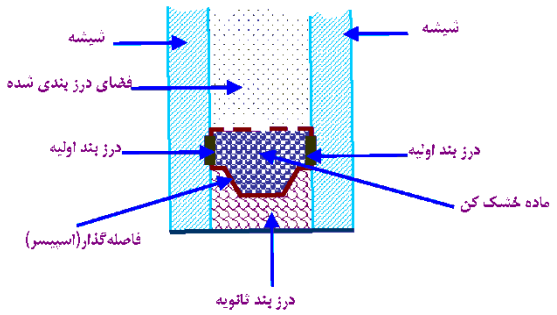


شکل ۱۲-۸۴- تنش‌های موجود و ایجادشده در شیشه ساده و سخت‌کاری شده

پ-۲-۴- انواع مجموعه شیشه‌های چندجداره

پ-۲-۴-۱- شیشه‌های چندجداره ساده

مجموعه شیشه چندجداره (مطابق استانداردهای ۸۵۲۱ و ۸۵۲۲) با اتصال دو یا تعداد بیشتری شیشه تک‌جداره که به‌طور موازی نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند ساخته می‌شود. اصل و اساس مجموعه شیشه چندجداره بر مبنای ایجاد فضایی پر شده از هوای خشک یا یک گاز مخصوص بین دو یا تعداد بیشتری صفحات شیشه‌ای بنا شده است. در شکل ۱۲-۸۵- اجزای تشکیل دهنده یک مجموعه شیشه دوجداره نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۸۵- اجزای تشکیل دهنده نمونه‌ای از مجموعه شیشه‌های دوجداره

برای ساخت مجموعه شیشه‌های چندجداره بسته به محل کاربرد و الزامات ساختمان می‌توان از شیشه فلوت ساده، شیشه لمینیت، حرارتی و یا پوشش‌دار استفاده کرد.

این نوع شیشه به طراح امکان می‌دهد که با انتخاب انواع شیشه‌های موجود با کارایی متفاوت و استفاده از آنها در جدارها ، از توانائی کامل انواع شیشه‌ها به‌صورت ترکیبی استفاده نماید.

ایجاد خلا در شیشه‌های دوجداره متداول امکان‌پذیر نیست، زیرا تفاوت فشار گاز بین دوجدار و فضای بیرون موجب تاب برداشتن شیشه و شکستن آن می‌شود. البته، فناوری جدیدی مطرح شده است که در آن، با اضافه کردن فاصله‌گذارهای

کوچک شفاف بین دو شیشه با فاصله‌های منظم، امکان ایجاد خلا نسبی بدون شکستن شیشه فراهم می‌گردد. این نوع شیشه‌ها در حال حاضر بسیار گران هستند، و کاربرد آن در ساختمان‌های متداول فاقد توجیه اقتصادی است.

شیشه چندجداره در پنجره‌ها، نمای ساختمان (Curtain Wall)، انواع ویترین فروشگاه‌ها و سقف‌های شیشه‌ای کاربرد دارد. در صورت استفاده از شیشه‌های پوشش‌دار و یا لمینیت، میزان ورود نور، گرما و پرتوهای فرا بنفش کاملاً قابل کنترل است.

میزان افت صوتی در شیشه‌های دوجداره به علت وجود گاز مناسب، قابل کنترل است. برای کسب نتیجه بهتر می‌توان از شیشه لمینیت در هر یک از لایه‌های شیشه استفاده نمود. در صورت استفاده از شیشه سکوریت و یا لمینیت در لایه‌ها ، این شیشه مقاومت خوبی در برابر سرقت و زلزله خواهد داشت .

شیشه‌هایی که در فرآیند تولید مجموعه شیشه‌های چندجداره استفاده می‌شوند، نباید دارای لبه تیز باشند. بنابراین، پس از برش شیشه‌ها به ابعاد مورد نظر، لبه‌های آنها باید ساب‌زنی یا لبه‌زنی شوند.

عنصر دیگری که اهمیت خاصی در سیستم‌های شیشه‌های چندجداره دارد فاصله‌گذار است. به‌کارگیری فاصله‌گذارها، موازی بودن شیشه‌ها را با یکدیگر تضمین می‌کند. متداول‌ترین انواع فاصله‌گذارها[1] آلومینیومی هستند، که در گوشه خم‌کاری شده‌اند. فاصله‌گذارهای استیل نیز به دلیل هدایت حرارتی کمتر و مقاومت مکانیکی بیشتر نسبت به آلومینیوم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر، فاصله‌گذارهای پلیمری نیز مطرح شده‌اند که دارای ضریب هدایتی به‌مراتب کمتری نسبت به آلومینیوم و استیل می‌باشند. در تکنولوژی‌های قدیمی، فاصله‌گذارهای آلومینیومی به‌صورت فارسی‌بر با قطعات L شکل پلاستیکی به هم وصل می‌شدند. با توجه به مشکلات هوابندی و عدم یکپارچگی شیشه‌های چندجداره سنگین، این نوع فاصله‌گذاری در مقایسه با حالت یکپارچه دارای نقاط ضعف بیشتری است. در حال حاضر، در اکثر موارد، فاصله‌گذار به‌صورت یکپارچه خم‌کاری می‌شود. فاصله‌گذارها معمولاً توخالی و دارای مقطعی مستطیلی هستند. پس از خم‌کاری فاصله‌گذار، پودر یا دانه‌های رطوبت‌گیری درون فاصله‌گذار تزریق می‌گردد، تا رطوبت اولیه و رطوبت احتمالی ورودی در طول دوره بهره‌برداری جذب گردد و از بروز میعان و ایجاد لک بر روی سطوح داخلی شیشه جلوگیری شود. سطحی از پروفیل فاصله‌گذار که در تماس با فضای بین دو شیشه است باید دارای روزنه‌های کافی باشد تا ماده خشک‌کن درون فاصله‌گذار با گاز بین دو شیشه در ارتباط باشد. هیچ‌گونه روزنه و یا شیاری نباید روی سطوح دیگر فاصله‌گذار وجود داشته باشد.

ماده خشک‌کنی که برای ساخت مجموعه شیشه‌های چندجداره استفاده می‌شود، قبل از مصرف باید به طور مناسب بسته‌بندی شده باشد، طوری که نفوذ رطوبت به داخل بسته‌ها امکان‌پذیر نباشد. نام تولیدکننده و مشخصات ماده خشک‌کن(جنس، دانه‌بندی و ...) باید بر روی بسته‌ها قید شده باشد. مشخصات ماده خشک‌کن باید مطابق با ویژگی‌هایی باشد که تولیدکننده قبلا اظهار کرده است. میزان رطوبت موجود در ماده خشک‌کن باید کمتر از ۳ درصد وزنی باشد.

1. spacer

قطعات شیشه با استفاده از یک چسب پایه قیری مانند بوتیل به فاصله‌گذار پیوند می‌خورند که درزبند اولیه نامیده می‌شود. درزبند اولیه‌ای که برای ساخت مجموعه شیشه‌های چندجداره استفاده می‌شود باید به طور مناسب بسته‌بندی شده باشد و دارای برچسبی باشد که در آن نام تولیدکننده، مشخصات و نحوه نگهداری از آن قید شده است. مشخصات درزبند اولیه (میزان نفوذپذیری رطوبت، درصد مواد فرار و...) باید مطابق با ویژگی‌هایی باشد که تولیدکننده قبلا اظهار کرده است.

در آخرین مرحله تولید، پیرامون مجموعه با یک ماده آب‌بند و هوابند که دارای خاصیت ارتجاعی است پوشیده می‌شود. در حالت کلی به این ماده، درزبند ثانویه گفته می‌شود. درزبند ثانویه‌ای که برای ساخت مجموعه شیشه‌های چند جداره استفاده می‌شود باید به طور مناسب بسته‌بندی شده باشد و دارای برچسبی باشد که در آن نام تولیدکننده، تاریخ تولید و انقضا، مشخصات و نحوه نگهداری از آن قید شده است. مشخصات درزبند ثانویه (میزان نفوذپذیری رطوبت، درصد مواد فرار و...) باید مطابق با ویژگی‌هایی باشد که تولیدکننده قبلا اظهار کرده است.

زمانی که از درز بندهای دو جزئی استفاده می‌شود ضروری است مستندات لازم مبنی بر هم‌خوانی درزبند پایه[1] و سخت کننده[2] ارائه شود. توصیه می‌شود درزبند پایه و سخت‌کننده همخوانی لازم را با یکدیگر داشته باشند.

میزان مقاومت و چسبندگی درزبند ثانویه به شیشه و یا سطح فاصله‌گذار باید طوری باشد که در آزمون چسبندگی که مطابق استاندارد ملی یا بین‌المللی معتبر (نظیر استانداردهای BS EN 1279-4:2002 وBS EN 1279-6:2002) انجام می‌شود بتواند حداقل مقاومت کششی برابر با ۰٫۳ مگاپاسکال را به مدت ۱۰ دقیقه برآورده کند.

زمانی که آزمون بررسی اختلاط کامل دو جزء درزبند ثانویه مطابق استاندارد ملی یا بین‌المللی معتبر (نظیر استانداردهای BS EN 1279-4:2002 وBS EN 1279-6:2002) انجام می‌شود، نباید هیچ‌گونه آثاری از عدم اختلاط مناسب در آزمونه مشاهده شود. درزبند ثانویه مصرفی باید عاری از هرگونه حباب و یا ناخالصی باشد.

پ-۲-۴-۲- شیشه سپر خورشیدی

این نوع شیشه‌ها با هدف به حداقل رسانیدن میزان انرژی تابشی عبوری از شیشه، در شرایط اقلیمی گرمسیر طراحی و ساخته می‌شوند. برای دستیابی به این ویژگی، معمولاً در این نوع شیشه‌ها، همزمان ضریب انعکاس سطح سمت خارج افزایش و گسیلندگی سطوح رو به داخل تا حد ممکن کاهش داده می‌شود.

پ-۲-۴-۳- شیشه‌های آیینه حرارتی

شیشه آیینه حرارتی[3] دارای سه لایه است. لایه‌های داخلی و خارجی از نوع شیشه‌ای و لایه میانی از یک فیلم پلیمری تشکیل می‌شود. پوشش‌های کم‌گسیلی که روی سطوح مختلف شیشه‌ها و فیلم پلیمری اعمال می‌شود امکان طراحی و ساخت

1. Base
2. Hardener
3. Heat Mirror

شیشه‌های بسیار مناسبی، هم برای مناطق سردسیر و هم برای مناطق گرمسیر را فراهم می‌سازد. لازم به ذکر است که با استفاده از این فناوری، دستیابی به ضرایب انتقال حرارت کمتر از ۰/۵ وات بر مترمربع بر کلوین عملی است.

پ-۲-۵- انواع شیشه‌های خاص

پ-۲-۵-۱- شیشه خود تمیز شونده

کاربرد شیشه خود تمیز شونده[1] در مکان‌هایی است که امکان دسترسی به سطح خارجی شیشه به راحتی میسر نیست (مانند نماهای شیشه‌ای ساختمان‌های بلند مرتبه). استفاده از شیشه‌های خود تمیز شونده از نظر اقتصادی، جلوه معماری و زیبایی و حتی ایمنی جان افراد تمیزکننده بسیار مفید خواهد بود (شکل ۱۲-۸۶).

معمولاً دو نوع آلودگی سطوح خارجی شیشه‌ها را می‌پوشاند که شامل مواد آلی[2] و مواد غیرآلی[3] می‌شود. مواد آلی شامل مولکول‌هایی با اتم کربن هستند که این مولکول‌ها با واکنش‌هایی شیمیایی به راحتی قابل شکستن به مولکول‌های کوچک‌تر هستند. آلودگی‌های غیرآلی شامل گرد و غبار می‌شوند که قابلیت شکسته شدن توسط واکنش‌های شیمیایی را ندارند بنابراین باید کاری کرد که آنها به سطح شیشه نچسبند و یا موادی را که باعث چسبیدنشان به سطح شیشه می‌شود به مولکول‌های کوچک‌تر تجزیه کرد.

اساس کار شیشه‌های خود تمیز شونده بر پایه کنترل اثر آب باران می‌باشد. این عمل می‌تواند توسط دفع آب(آب‌گریزی) و یا جذب آب (آب دوستی) صورت گیرد.

چنانچه سطح شیشه آب‌گریز شود، «زاویه تر شدن[4]» قطرات آب افزایش می‌یابد که با وزش باد شدید، آن قطرات که حاوی آلودگی هستند از روی سطح زدوده می‌شوند. از آنجایی که برای زدودن قطرات از سطح، قبل از خشک شدن، نیاز به جریان باد شدید است بنابراین این نوع شیشه‌ها بیشتر برای استفاده در خودرو مناسب هستند و برای استفاده در ساختمان‌ها کاربرد چندانی ندارند.

شاید تعجب‌آور باشد که ایجاد پوشش‌های جاذب آب روی سطوح شیشه، در خود تمیزشوندگی شیشه بسیار مؤثر است. وقتی قطرات آب روی سطوح عمودی و یا شیب‌دار به یکدیگر می‌پیوندند، در اثر نیروی گرانش به صورت ورقه نازکی از آب به سمت پایین جاری می‌شوند و در همین حین ذرات آلودگی غیرآلی را با خود همراه ساخته و از روی سطح پاک می‌کنند. لایه بالایی این ورقه آب تمامی قطرات آب را به خود جذب می‌کند و پس از آن سطحی نسبتاً تمیز و خشک بدون هیچ‌گونه قطره آب و یا مسیر آب به جا می‌ماند. از آنجایی که خشک شدن قطرات و یا باریکه آب حاوی املاح معدنی روی سطح شیشه‌های معمولی بدون پوشش باعث ایجاد آلودگی غیرارگانیک روی سطوح شیشه می‌شود، با این عمل از تشکیل رسوب روی سطح شیشه جلوگیری می‌شود.

1. Self-Cleaning
2. Organic
۳. Inorganic
4 .Wetting angle

شکل ۱۲-۸۶- تفاوت شیشه‌های خود تمیز شونده و شیشه معمولی

Building General Technical Specification Volume VIII
Doors and Windows
[IR-Code 55-8]

Authors & Contributors Committee:

Behrouz	Kari (Doors and Windows section chair)	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Meisham	Akbari paydar	UCL University	M.Sc. of Civil Eng.
Kamelia	Pourmakhoumi	Paris University	Ph.D. of Civil Eng.
Vahid	Jalalipour	Iranian door and windows manufacturers association	M.Sc. of Architectural Eng.
Elham	Heratiannejad	Building and Housing Research Center	M.Sc. of Architectural Eng
Farhang	Koosha	Building and Housing Research Center	M.Sc. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.

Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- **Volume Eight: Doors and Windows**
- Volume Nine: Landscaping
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the eighth volume) consists of the Twelfth chapter (Doors and Windows).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
General Technical Specification
Volume VIII

Doors and Windows
IR-Code 55-8
Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production	Road, Housing & Urban Development Research Center
Department of Technical and Executive Affairs	Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد هشتم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای ساختمانی
تجدید نظر سوم

جلد نهم
محوطه سازی
ضابطه شماره ۹-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی،زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرایی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"بازنگری سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب عملیات

ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه گردیده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب - نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد نهم) مشتمل بر فصل سیزدهم (محوطه سازی) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر، پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد نهم- محوطه سازی تهیه کنندگان

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران	فصل سیزدهم
کوروش	جایروند	مهندسین مشاور	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل سیزدهم
مهدی	خوش‌کردار	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران	فصل سیزدهم
محمدعلی	فرخی	مهندسین مشاور	کارشناس ارشد مهندسی عمران	فصل سیزدهم
مهدی	چینی	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران	فصل سیزدهم
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندس معماری
حسن	سلطانعلی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندس عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندس عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندس عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران

نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندس عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این ضابطه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی
آقای مهندس علیرضا احسانی
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی
آقای مهندس حسن تابش
آقای مهندس احمد جاودان
آقای مهندس احمد خراسانچیان
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری
آقای مهندس سیدعلی طاهری
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری

آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس قباد میزانی
خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل سیزدهم- محوطه‌سازی ۱
۱۳-۱- کلیات ۳
۱۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳
۱۳-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۳
۱۳-۲- مصالح، اجزا و فرآوردهای ساختمانی ۵
۱۳-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق ۵
۱۳-۲-۱-۱- مصالح مورد استفاده در انواع روسازی‌ها ۵
۱۳-۲-۱-۱-۱- بستر روسازی ۵
۱۳-۲-۱-۱-۲- مخلوط‌های آسفالتی ۶
۱۳-۲-۱-۱-۳- بتن مورد استفاده در روسازی ۷
۱۳-۲-۱-۱-۴- بلوک بتنی ۷
۱۳-۲-۱-۱-۵- بتن نفوذپذیر ۹
۱۳-۲-۱-۲- جداول بتنی ۹
۱۳-۲-۱-۲-۱- جدول پیش‌ساخته بتنی غیرمسلح ۹
۱۳-۲-۱-۲-۲- جداول بتنی درجا ۱۰
۱۳-۲-۱-۳- موزاییک ۱۰
۱۳-۲-۱-۳-۱- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش ۱۰
۱۳-۲-۱-۴- سنگ‌های طبیعی ۱۱
۱۳-۲-۱-۴-۱- ورق‌سنگ ۱۱
۱۳-۲-۱-۴-۱-۱- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش ۱۱
۱۳-۲-۱-۴-۲- سنگ‌فرش ۱۱
۱۳-۲-۱-۵- مشخصات مصالح در پله ۱۲
۱۳-۳- ضوابط اجرایی ۱۲
۱۳-۳-۱- تحویل بستر محوطه سازی، کارهای نقشه‌برداری و نقاط نشانه ۱۲
۱۳-۳-۲- اقدامات لازم برای شروع عملیات محوطه‌سازی ۱۲
۱۳-۳-۲-۱- تفکیک محوطه‌ها بر اساس کاربری‌ها و جانمایی اجزای محوطه ۱۲
۱۳-۳-۲-۲- تأمین راه‌های دسترسی، سرویس، ارتباطی یا انحرافی ۱۳
۱۳-۳-۲-۳- هدایت آب‌های سطحی در حین اجرا ۱۳
۱۳-۳-۲-۴- دپوی مصالح ۱۳
۱۳-۳-۲-۵- تخریب ۱۳
۱۳-۳-۲-۶- حفظ یا جابه‌جایی درختان و دفع گیاهان نباتی ۱۳
۱۳-۳-۲-۷- چاه‌ها، قنوات و آب انبارهای موجود در محوطه‌ها ۱۴
۱۳-۳-۲-۸- تاسیسات موجود (آبرسانی، برق، فاضلاب، گاز و سایر) ۱۴
۱۳-۳-۲-۹- میخ‌کوبی مسیر معابر و محوطه توقفگاه‌ها ۱۴
۱۳-۳-۳- بستر روسازی ۱۴
۱۳-۳-۳-۱- کنترل سطح زیرین لایه های بستر روسازی ۱۴
۱۳-۳-۳-۲- مشخصات لایه‌های بستر روسازی ۱۵
۱۳-۳-۳-۳- اجرای بستر روسازی ۱۵

۱۳-۳-۳-۴- کنترل سطح تمام شده ۱۶
۱۳-۳-۳-۵- حفاظت کارهای انجام شده ۱۶
۱۳-۳-۴- انواع روسازی ۱۶
۱۳-۳-۴-۱- روسازی آسفالتی ۱۶
۱۳-۳-۴-۱-۱- بستر ۱۶
۱۳-۳-۴-۱-۲- زیراساس ۱۶
۱۳-۳-۴-۱-۳- اساس ۱۷
۱۳-۳-۴-۱-۴- اندود نفوذی (پریم‌کت) ۱۷
۱۳-۳-۴-۱-۵- اندود سطحی (تک‌کت) ۱۷
۱۳-۳-۴-۱-۶- لایه آسفالتی ۱۷
۱۳-۳-۴-۲- روسازی بتنی ۲۲
۱۳-۳-۴-۲-۱- بستر ۲۲
۱۳-۳-۴-۲-۲- زیراساس ۲۲
۱۳-۳-۴-۲-۳- لایه جداکننده ۲۲
۱۳-۳-۴-۲-۴- رویه بتنی ۲۳
۱۳-۳-۴-۳- روسازی بلوکی ۲۳
۱۳-۳-۴-۳-۱- اجرای بلوک‌های بتنی ۲۴
۱۳-۳-۴-۳-۲- کنترل سطح ۲۹
۱۳-۳-۴-۴- روسازی با رویه موزاییک (سنگ‌فرش بتنی) ۳۰
۱۳-۳-۴-۴-۱- بستر و لایه اتصال ۳۰
۱۳-۳-۴-۴-۲- اجرای روسازی با رویه موزاییکی ۳۰
۱۳-۳-۴-۵- روسازی با سنگ طبیعی ۳۲
۱۳-۳-۴-۵-۱- رویه با ورق‌سنگ طبیعی ۳۲
۱۳-۳-۴-۵-۲- اجرای ورق‌سنگ‌های طبیعی ۳۳
۱۳-۳-۴-۵-۳- رویه با سنگ‌فرش طبیعی ۳۳
۱۳-۳-۴-۵-۴- اجرای سنگ‌فرش‌های طبیعی ۳۳
۱۳-۳-۵- روسازی نفوذپذیر ۳۳
۱۳-۳-۵-۱- روسازی نفوذپذیر با رویه بلوک بتنی، سنگ‌فرش بتنی و طبیعی ۳۳
۱۳-۳-۵-۱-۱- روسازی با بتن نفوذپذیر ۳۳
۱۳-۳-۵-۱-۲- اجرای روسازی بتن نفوذپذیر ۳۴
۱۳-۳-۶- جدول ۳۵
۱۳-۳-۶-۱- اجرای جدول بتنی پیش ساخته ۳۵
۱۳-۳-۶-۱-۱- حمل جدول ۳۵
۱۳-۳-۶-۱-۲- آماده سازی بستر ۳۵
۱۳-۳-۶-۱-۳- اجرای فونداسیون جدول ۳۵
۱۳-۳-۶-۱-۴- اجرای ماهیچه جدول ۳۵
۱۳-۳-۶-۱-۵- جدول گذاری مسیر ۳۶
۱۳-۳-۶-۲- جدول بتنی درجا ۳۶
۱۳-۳-۶-۲-۱- آماده سازی بستر ۳۶
۱۳-۳-۶-۲-۲- قالب بندی و اجرای جدول ۳۶
۱۳-۳-۶-۳- جدول با سنگ طبیعی ۳۷

۱۳-۳-۶-۴- جدول شیب دار ۳۷
۱۳-۳-۶-۴-۱- اجرای جدول شیب‌دار ۳۸
۱۳-۳-۷- سطح‌های شیب‌دار در محوطه‌های بیرونی ۳۹
۱۳-۳-۷-۱- انواع سطح شیب‌دار ۳۹
۱۳-۳-۷-۲- مشخصات فنی سطح شیب‌دار ۳۹
۱۳-۳-۷-۳- اجرای سطح شیب‌دار ۳۹
۱۳-۳-۸- پله بیرونی ۴۰
۱۳-۳-۸-۱- انواع پله ۴۰
۱۳-۳-۸-۲- اجرای پله ۴۰
۱۳-۳-۸-۲-۱- میله دستگرد (نرده در پله) ۴۰
۱۳-۳-۸-۲-۲- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش ۴۱
۱۳-۳-۹- زهکشی و هدایت آب‌های سطحی ۴۱
۱۳-۳-۹-۱- آماده‌سازی قبل از شروع عملیات اجرایی ۴۱
۱۳-۳-۹-۲- انواع سیستم‌های زهکشی ۴۲
۱۳-۳-۹-۳- آماده‌سازی بستر زهکش‌های سطحی ۴۲
۱۳-۳-۹-۴- زهکش‌های سطحی ۴۳
۱۳-۳-۹-۴-۱- شیب طولی و عرضی سطح روسازی شده ۴۳
۱۳-۳-۹-۴-۲- زهکش‌های روباز ۴۳
۱۳-۳-۹-۴-۳- کانال‌های پوشیده ۴۴
۱۳-۳-۹-۴-۴- ترکیب کانال‌های روباز و روبسته در سیستم زهکشی ۴۶
۱۳-۳-۹-۴-۵- سیستم زهکش ترکیبی (زهکش فرانسوی) ۴۶
۱۳-۳-۹-۴-۶- استفاده از لایه آسفالت متخلخل برای عملیات زهکشی سطحی ۴۸
۱۳-۳-۹-۴-۷- آشغال‌گیرها ۴۸
۱۳-۳-۹-۵- زهکشی زیرسطحی ۴۸
۱۳-۳-۹-۵-۱- زهکش‌های سازه‌ای ۴۸
۱۳-۳-۹-۵-۲- دفع آب‌های سطحی ۴۸
۱۳-۳-۹-۵-۳- روش‌های اجرا ۴۸
۱۳-۳-۱۰- فضای سبز (منظر یا سطح نرم) ۴۹
۱۳-۳-۱۰-۱- آماده کردن محل پوشش گیاهی ۵۰
۱۳-۳-۱۰-۲- انتخاب خاک ۵۰
۱۳-۳-۱۰-۳- انواع انتخاب نوع پوشش ۵۰
۱۳-۳-۱۰-۴- ضوابط انتخاب گیاهان در طراحی فضای سبز ۵۰
۱۳-۳-۱۰-۵- چمن‌کاری ۵۰
۱۳-۳-۱۰-۶- طبقه‌بندی چمن ۵۱
۱۳-۳-۱۰-۶-۱- تقسیم‌بندی چمن براساس کیفیت و نوع استفاده ۵۱
۱۳-۳-۱۰-۶-۲- تقسیم بندی چمن بر اساس چرخه رشد و شرایط اقلیمی ۵۱
۱۳-۳-۱۰-۶-۳- انتخاب روش احداث چمن ۵۲
۱۳-۳-۱۰-۶-۴- احداث یک چمن مناسب ۵۲
۱۳-۳-۱۰-۷- درختان ۵۳
۱۳-۳-۱۰-۷-۱- انواع درختان و کاربرد آنها ۵۳
۱۳-۳-۱۰-۷-۲- ضوابط کاشت درختان و درختچه‌ها ۵۴

۱۳-۳-۱۰-۳-۷- انبارش ۵۵
۱۳-۳-۱۰-۸- فلاورباکس ۵۶
۱۳-۳-۱۰-۹- چمن مصنوعی ۵۶
۱۳-۳-۱۰-۹-۱- مشخصات مصالح ۵۶
۱۳-۳-۱۰-۹-۲- اجرا ۵۶
۱۳-۳-۱۱- کنترل کیفیت کارهای منظر ۵۶
۱۳-۳-۱۲- علائم ۵۶
۱۳-۳-۱۲-۱- انواع علائم ۵۶
۱۳-۳-۱۲-۲- علائم ترافیکی ۵۷
۱۳-۳-۱۲-۲-۱- مشخصات فنی ۵۸
۱۳-۳-۱۲-۲-۲- نصب تابلوها ۵۹
۱۳-۳-۱۲-۲-۳- اجرای خط کشی ۶۱
۱۳-۳-۱۲-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش علائم ۶۲
۱۳-۳-۱۳- سایر المان های محوطه‌سازی ۶۳
۱۳-۳-۱۳-۱- نرده (حصار) جلوی محوطه ۶۳
۱۳-۳-۱۳-۲- آب‌نما ۶۳
۱۳-۳-۱۳-۳- استخر ۶۴
۱۳-۳-۱۳-۴- سازه‌های مورد استفاده در منظر ۶۴
۱۳-۳-۱۳-۵- کانال‌های تأسیساتی ۶۴
۱۳-۴- تعویض، تعمیر، تمیزکاری و نگهداری المان‌های محوطه ۶۴
۱۳-۴-۱- تعمیر و تعویض ۶۴
۱۳-۴-۱-۱- روسازی آسفالتی ۶۴
۱۳-۴-۱-۱-۱- آسفالت داغ ۶۵
۱۳-۴-۱-۱-۲- آسفالت سرد ۶۵
۱۳-۴-۱-۱-۳- آسفالت متخلخل ۶۵
۱۳-۴-۱-۱-۴- آسفالت سطحی ۶۵
۱۳-۴-۱-۲- روسازی بتنی ۶۵
۱۳-۴-۱-۳- بلوک‌های بتنی ۶۵
۱۳-۴-۱-۳-۱- برداشتن بلوک‌ها ۶۵
۱۳-۴-۱-۳-۲- برداشتن لایه اتصال ۶۶
۱۳-۴-۱-۳-۳- ترمیم لایه‌های زیرسازی ۶۶
۱۳-۴-۱-۳-۴- اجرای لایه اتصال جدید ۶۶
۱۳-۴-۱-۳-۵- انتخاب بلوک‌های جایگزین ۶۷
۱۳-۴-۱-۳-۶- نصب بلوک‌ها ۶۷
۱۳-۴-۱-۳-۷- برش بلوک‌ها ۶۸
۱۳-۴-۱-۳-۸- کنترل عرض درزها و ارتفاع بلوک‌ها ۶۸
۱۳-۴-۱-۳-۹- پر کردن درز بلوک‌ها ۶۸
۱۳-۴-۱-۴- موزاییک‌های بتنی ۶۸
۱۳-۴-۱-۴-۱- برداشتن موزاییک‌ها و لایه اتصال ۶۸
۱۳-۴-۱-۴-۲- ترمیم لایه‌های زیرسازی ۶۹
۱۳-۴-۱-۴-۳- اجرای لایه اتصال جدید ۶۹

۱۳-۴-۱-۴-۴- نصب موزاییک‌ها ۶۹
۱۳-۴-۱-۴-۵- برش موزاییک‌ها ۶۹
۱۳-۴-۱-۵- جدول‌ها ۶۹
۱۳-۴-۱-۶- ورق‌های سنگی و سنگ‌فرش‌های طبیعی ۷۰
۱۳-۴-۲- تمیزکاری و نگهداری ۷۰
۱۳-۴-۲-۱- نگهداری جاری روسازی در محوطه ۷۰
۱۳-۴-۲-۱-۱- تمیزکاری، اصول کلی ۷۰
۱۳-۴-۲-۱-۲- تمیز کردن روسازی ۷۰
۱۳-۴-۲-۲- نگهداری پله‌ها ۷۱
۱۳-۴-۲-۳- نگهداری چمن ۷۱
۱۳-۴-۲-۳-۱- زمان و روش کوددهی ۷۱
۱۳-۴-۲-۳-۲- آبیاری چمن ۷۲
۱۳-۴-۲-۴- نگهداری علایم ۷۲
۱۳-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۷۳
۱۳-۵-۱- حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب به روش دستی ۷۳
۱۳-۵-۲- حفر چاه با ماشین آلات حفاری ۷۶
۱۳-۵-۳- عملیات تخلیه فاضلاب ۷۷
۱۳-۵-۴- ماشین آلات اجرای آسفالت ۷۸
۱۳-۵-۵- ماشین‌آلات خاکریزی و متراکم کننده‌های خاک ۸۰
۱۳-۵-۶- سایر ۸۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱۳-۱- برداشت یکنواخت از همه کناره‌های دپو آسفالت ۱۹
شکل ۱۳-۲- پخش یکنواخت آسفالت با لبه تخت شن‌کش ۲۰
شکل ۱۳-۳- نمونه شن‌کش چوبی مناسب پخش دستی آسفالت ۲۰
شکل ۱۳-۴- الگوی غلتک‌زنی و همپوشانی نصف عرض در مسیر غلتک زنی ۲۱
شکل ۱۳-۵- اجزای اصلی روسازی با بلوک بتنی ۲۳
شکل ۱۳-۶- طول، عرض و ضخامت نمونه‌ای از بلوک بتنی ۲۴
شکل ۱۳-۷- تکیه‌گاه در نواحی دارای ترافیک سبک/ در مجاورت یک ساختمان ۲۶
شکل ۱۳-۸- تکیه‌گاه در نواحی دارای ترافیک سبک وسایل نقلیه و عابرین پیاده ۲۶
شکل ۱۳-۹- تکیه‌گاه در معابر و توقفگاه‌ها ۲۷
شکل ۱۳-۱۰- تکیه‌گاه بهصورت بتن پیش‌ساخته (نامناسب برای عبور وسایل نقلیه) ۳۱
شکل ۱۳-۱۱- تکیه‌گاه به‌صورت جدول‌های کوچک (مناسب برای عبور وسایل نقلیه) ۳۱
شکل ۱۳-۱۲- تکیه‌گاه به‌صورت جدول‌های بتنی پیش‌ساخته (مناسب برای عبور وسایل نقلیه) ۳۱
شکل ۱۳-۱۳ انواع مختلف بندکشی ۳۲
شکل ۱۳-۱۴- نمونه‌ای از اجرای صحیح ماهیچه در طرفین جدول ۳۶
شکل ۱۳-۱۵- عبور خطرناک از گوشه جدول شیب‌دار ۳۷
شکل ۱۳-۱۶- نوارهای بساوایی در جدول‌های شیب‌دار در محل‌های منتهی به سواره‌رو ۳۸
شکل ۱۳-۱۷- انواع پله ۴۱
شکل ۱۳-۱۸- اجرای کانیوها به شکل درزدار که موجب نقوذ آب به لایه زیرین می‌شود. ۴۴
شکل ۱۳-۱۹- نمونه‌ای از کانال‌های پوشیده با دریچه‌های ورودی و جدول ۴۵
شکل ۱۳-۲۰- جزئیات دریچه‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی در پیاده‌رو ۴۶
شکل ۱۳-۲۱- نمونه‌هایی از انتقال روان‌آب مازاد بر ظرفیت آبرو به مجرای زیرسطحی با استفاده از آبگیر ۴۶
شکل ۱۳-۲۲- نمونه شماتیک سیستم زهکشی سطحی ترکیبی (فرانسوی) ۴۷
شکل ۱۳-۲۳- ضرورت باقی ماندن بخشی از لایه اتصال موجود جلوی بلوک‌ها ۶۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۱۳-۱- جذب آب ۸
جدول ۱۳-۲- مقاومت در برابر چرخه‌های یخ زدن و آب شدن با وجود نمک‌های یخ‌زدا..... ۸
جدول ۱۳-۳- دسته‌بندی مقاومت در برابر ساییدگی ۸
جدول ۱۳-۴- دانه‌بندی شیت آسفالت و ماسه آسفالت ۱۸
جدول ۱۳-۵- حداقل مقاومت فشاری بتن رویه ۲۳
جدول ۱۳-۶- مشخصات لایه اتصال ۲۴
جدول ۱۳-۷- مشخصات ملات درزها ۲۵
جدول ۱۳-۸- دانه‌بندی مصالح لایه اتصال به روش غیر صلب روسازی بلوک بتنی..... ۲۷
جدول ۱۳-۹- ضخامت و رواداری لایه اتصال به روش غیر صلب ۲۷
جدول ۱۳-۱۰- دانه‌بندی ماسه برای پر کردن درزها ۲۸
جدول ۱۳-۱۱- نوع و ویژگی‌های چیدمان بلوک بتنی..... ۲۸
جدول ۱۳-۱۲- رواداری تراز سطح ۲۹
جدول ۱۳-۱۳- شیب روسازی برای زهکشی..... ۲۹
جدول ۱۳-۱۴- همواری سطح روسازی ۳۰
جدول ۱۳-۱۵- اتواع درختان و کاربرد/خصوصیت آنها..... ۵۴
جدول ۱۳-۱۶- ضخامت و عمر مفید انواع خطکشی‌ها..... ۵۹
جدول ۱۳-۱۷- مزایا و معایب انواع نرده‌ها ۶۳

فصل سیزدهم

محوطه‌سازی

۱۳-۱- کلیات

۱۳-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

محوطه‌سازی، آماده سازی فضای بیرونی، پیرامونی و اختصاصی ساختمان‌های مورد نظر این ضابطه برای خدمت‌دهی به کاربران در راستای عملکرد مطلوب می‌باشد. محوطه به دو سطح (یا منظر) سخت و نرم تقسیم می‌شود. در این فصل، عملیات محوطه سازی شامل اجرای هر دو سطح بوده و عبارتند از: ساخت پیاده‌روها، پیاده‌راه‌ها، معابر، توقف‌گاه‌ها، شیب‌راه‌ها، پله‌ها، سیستم‌های هدایت آب‌های سطحی و پوشش گیاهی. البته کاربری‌های خاص دیگری نیز می‌توانند در محوطه وجود داشته باشد مانند زمین‌های بازی که این فصل آنها را پوشش نمی‌دهد. باید دقت شود که عملیات هر یک از اجزای محوطه، با توجه به نوع کاربری آن و قابلیت اجرایی می‌تواند مستقل باشد.

تامین مشخصات و ویژگی‌های زیر در پروژه‌های محوطه‌سازی هدف ارائه این فصل از ضابطه ۵۵ می‌باشد.

الف- هریک از اجزای محوطه علاوه بر رعایت مشخصات فنی عمومی و خصوصی ذکر شده در این فصل، نباید هیچ گونه مشکلی در عملکرد سایر اجزای محوطه ایجاد کنند. به عبارت دیگر کل اجزا باید عملکرد یکپارچهٔ مطلوب و ایمن را برای محوطه تأمین کنند.

ب- تمامی اجزای محوطه باید قابلیت خدمت دهی ایمن و راحت به کاربران ناتوان مانند ناتوانان حرکتی، ناتوانان با ویلچر و نابینایان را داشته باشند.

پ- با توجه به اهمیت منظر در محوطه‌ها، علاوه بر لزوم رعایت مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در ساخت محوطه، جزییات و مشخصات ظاهری مصالح نیز اهمیت دارد. این موارد باید در نقشه‌ها ذکر شود و پیمانکار ملزم به رعایت آنها است.

ت- هر گونه تغییر در مشخصاتی که با توجه به شرایط اقلیمی در طراحی و ساخت محوطه‌ها انتخاب و الزامی شده‌اند، مجاز نمی‌باشد.

ث- با توجه به تأثیر نوع سطح ظاهری بر میزان جذب حرارت، افزایش گرمای محیط و ایجاد جزیره‌های گرمایی، تغییر در مشخصات محوطه‌ها در راستای کاهش این پدیده با پیشنهاد پیمانکار، تایید مهندس مشاور و ابلاغ کارفرما بلامانع است.

۱۳-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

- **سطوح سخت**[۱]: سطوح یا منظر سخت شامل کلیه سازه‌ها مانند سطوح روسازی شده، دیوارها، آلاچیق‌ها و ... است که در محوطه ساخته می شوند.
- **سطوح نرم**[۲]: سطوح یا منظر نرم شامل اجزای دارای پوشش گیاهی و درختکاری می‌شود.

۱. hard surfaces or hardscape

۲. soft surface or softscape

- **کاربران:** کلیه استفاده‌کنندگان از ساختمان‌های مورد نظر که برای دسترسی به آنها، نیاز به تردد یا توقف در محل های تعیین شده در محوطه دارند. کاربران شامل کلیه افراد از جمله ناتوانان جسمی و وسایل نقلیه می‌باشد.
- **پیاده‌رو:** به مسیر مجاز عبور عابران گفته می‌شود و امکان آمدوشد وسایل نقلیه موتوری در آن وجود ندارد. پیاده‌روهای تعریف شده در این ضابطه دارای روسازی با مشخصات فنی می‌باشند.
- **پیاده‌راه:** مسیری است با عرض بیشتر از پیاده‌رو که علاوه بر عبور عابران، امکان عبور تمامی وسایل نقلیه یا برخی از آنها را در شرایط مشخص می‌دهد.
- **معبر ترافیکی:** در این ضابطه معبر به محل عبور وسایل نقلیه اطلاق می‌شود. معبر تعریف شده شامل سواره‌رو و شانه می باشد.
- **گذرگاه عابران:** محل‌های مجاز در معابر ترافیکی برای عبور عرضی عابران است.
- **توقفگاه:** بخشی از محوطه است که برای توقف وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود.
- **حیاط:** به محوطه‌های با فضای محدود اطلاق می‌شود که امکان تفکیک مسیرهای تردد عابران و وسایل نقلیه در آن وجود ندارد و این فضا علاوه بر تردد، به عنوان توقفگاه نیز استفاده می‌شود.
- **روسازی:** سازه‌ای است که بر روی آخرین لایه متراکم شده پدید آمده از عملیات خاکی که بستر روسازی نامیده می‌شود، قرار می‌گیرد.
- **بستر روسازی:** سطحی که روسازی بر روی آن اجرا می‌شود.
- **جزیره گرمایی:** سطحی از یک منطقه که از مناطق مجاور گرم‌تر است. این نوع جزیره گرمایی توسط افزایش دما در سطوح شهری و فضاهای مصنوعی و ساخته شده نظیر ساختمان‌ها، معابر و راه‌ها ایجاد می‌شود.
- **جدول:** قطعاتی هستند که برای مشخص کردن مرزبندی فیزیکی می‌شود فضاها به کار می‌روند.
- **زهکش:** سازه‌ای که برای هدایت آب ساخته می‌شود.
- **فضای سبز:** پوشش گیاهی و بخش جاندار محوطه را می‌گویند.
- **نهال:** دارای ساقه (تنه) چوبی منفرد که محیط بن آن کمتر از ۱۵ سانتی متر است.
- **درخت:** گیاه (چوبی) خشبی دارای ساقه منفرد اعم از درخت دارای میوه (مثمر) و سایر درختان(غیرمثمر) که محیط بن آنها از پانزده سانتی‌متر کمتر نباشد.
- **درختچه:** نوعی از گیاه است که ارتفاع آن کمتر از ارتفاع درخت- کمتر از ۳ متر– بوده و دارای بیش از یک تنه اصلی است.
- **چمن:** پوششی از گیاهان علفی است که قابلیت کوتاه کردن و در پاره‌ای موارد، پاخوری مناسب داشته باشد.
- **رکود چمن:** منظور از رکود زردی چمن نیست، درحقیقت چمن سبز است، اما رشد نمی‌کند.

- **علایم:** نشانه هستند که با استفاده از رنگ، نوشتار، تصویر، نور، گفتار، صوت و حرکت، پیامی را برای آگاهی به استفاده‌کننده منتقل کنند.

۱۳-۲- مصالح، اجزا و فرآوردهای ساختمانی

۱۳-۲-۱- مشخصات و استانداردهای منطبق

در پیامد مشخصات و استانداردهای ضروری و همچنین برنامه کنترل کیفیت و پذیریش مصالح و فرآورده‌های مورد نیاز در عملیات محوطه سازی شرح داده می‌شود.

۱۳-۲-۱-۱- مصالح مورد استفاده در انواع روسازی‌ها

۱۳-۲-۱-۱-۱- بستر روسازی

قبل از انتقال مصالح به محل مصرف، تعیین نوع خاک معدن باید مطابق با آزمایش AASHTO M145 به ازای هر ۲۵۰ مترمکعب مصالح برای اطمینان از انطباق نوع خاک مصرفی با مشخصات تعیین شود. درصورت تغییر محل تأمین مصالح، یا تغییر نوع خاک، دستگاه نظارت می‌تواند درخواست آزمایش بیشتر نماید.

بر روی قلوه‌سنگ‌های مصرفی قبل از انتقال به پای‌کار، با توجه به شرایط اقلیمی و تشخیص دستگاه نظارت باید حداقل یک‌بار آزمایش‌های مقاومت مصالح سنگی در برابر عوامل جوی مطابق ISIRI 449 و میزان جذب آب و تاب مصالح سنگی در برابر یخبندان مطابق ISIRI 578، انجام شود.

بعد از اتمام لایه بستر، به ازای هر ۲۰۰ مترمربع سطح یا در صورت وجود سطح‌های منفصل از هم برای هر سطح به شرطی که مساحت سطح کمتر از ۵۰ متر مربع نباشد، آزمایش‌های زیر باید انجام شود:

- تعیین ضخامت لایه
- آزمایش تراکم به روش AASHTO T191 یا AASHTO T310
- مقاومت باربری برای بستر روسازی معابر ترافیکی بنابر تشخیص مشاور با استفاده از آزمایش CBR آزمایشگاهی مطابق استاندارد آشتو AASHTO T193 یا ASTM D1883 و یا آزمایش بارگذاری صفحه مطابق ISIRI 18653

در صورتی که امکان انجام آزمایش‌های ذکر شده نباشد و بنابر تشخیص دستگاه نظارت و به شرط تطابق با مشخصات فنی، انجام آزمایش‌های تغییرشکل‌سنج ضربه‌ای سبک (LWD) یا آزمایش پروف رولینگ مجاز است.

۱۳-۲-۱-۱-۲- مخلوط‌های آسفالتی

الف- آزمایش‌های کنترل کیفیت آسفالت داغ

نوع آزمایش‌ها و تناوب نمونه‌گیری‌ها برای مصالح سنگی سرد و مصالح سیلوهای گرم و قیر باید مطابق با مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. البته در صورت حجم کم عملیات آسفالتی و عدم تطابق مقدار حجم آسفالت مورد نیاز با تناوب ذکر شده در ضابطه شماره ۱۰۱، باید به نحوی برنامه ریزی شود که تعداد نمونه‌های برداشته شده به هیچ عنوان کمتر از دو نمونه نباشد.

ب- آزمایش‌های کنترل کیفیت آسفالت سرد

در جریان تهیه و اجرای آسفالت سرد، انجام آزمایش‌های ارزیابی کیفیت آسفالت در مراحل تهیه، تولید، پخش و تراکم باید مطابق بند ۵-۶ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت سرد، ضابطه شماره ۳۶۲ باشد. لازم به‌ذکراست که در هر شرایطی تعداد نمونه‌ها نباید کمتر از دو نمونه باشد.

پ- آزمایش‌های کنترل کیفیت آسفالت سطحی

کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش باید مطابق با مندرجات فصل ۱۷ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. تواتر این آزمایش‌ها باید در مشخصات فنی خصوصی آورده شود.

ت- آزمایش‌های کنترل کیفیت آسفالت متخلخل

کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش آسفالت متخلخل باید مطابق با دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت متخلخل، ضابطه شماره ۱ـ۳۸۴ باشد. تواتر این آزمایش‌ها باید مطابق با مخلوط‌های آسفالتی داغ، ردیف الف این بند باشد.

ث-کنترل سطح آسفالت

قشر آسفالتی از نظر انطباق با رقوم و شیب‌های طولی و عرضی مندرج در مشخصات فنی و نیز یکنواختی سطح تمام شده آن باید کنترل شود. **اختلاف** رقوم اندازه‌گیری شده با مقادیر تعیین شده در محور و طرفین آسفالت در محل نیمرخ‌های عرضی راه با رقوم مندرج در نقشه‌ها، نباید بیشتر از ۱۰ ± میلی‌متر باشد.

کنترل یکنواختی سطح آسفالت تمام شده با شمشه یک متری که بر روی سطح راه در امتداد طولی و عرضی قرار داده می‌شود باید آزمایش گردد. حداکثر انحراف از سطح زیرین شمشه نباید از ۳ میلی‌متر تجاوز کند. در هر ۳۵۰ مترمربع حداقل باید ۲۵ آزمایش طولی و ۲۵ آزمایش عرضی انجام شود تا سطح از نظر یکنواختی کنترل گردد. در سطوح کمتر به تناسب باید این اندازه‌گیری انجام شود.

ج- آسفالت کوبیده شده و ضخامت لایه

قشر آسفالتی در هر آزمایش کنترل باید به تراکمی که کمتر از ۹۶ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال نباشد، کوبیده شود. وزن مخصوص نمونه مارشال به طریق AASHTO T166 و تراکم نسبی قشر آسفالتی به روش AASHTO T230 باید اندازه‌گیری و محاسبه گردد. نمونه‌ها باید حتی‌الامکان از محلی گرفته شود که آسفالت آن محل

قبلاً مورد آزمایش قرار گرفته است تا تعیین تراکم نسبی با دقت بیشتری همراه باشد. برای کنترل ضخامت از هر محدوده آسفالت شده، باید حداقل ۳ نمونه گرفته شود.

۱۳-۲-۱-۱-۳- بتن مورد استفاده در روسازی

الف- آزمایش‌های کنترل کیفیت بتن

نوع آزمایش‌ها و تناوب نمونه‌گیری‌ها برای مصالح سنگی و سیمان باید مطابق با مندرجات فصل ۵ این ضابطه باشد.

به ازای هر عملیات محوطه‌سازی (در صورت انجام عملیات در دوره‌های زمانی مختلف، به ازای هر دوره بتن ریزی) نمونه‌های لازم باید بر اساس آزمایش‌های ذکر شده در فصل بتن این ضابطه تهیه و مورد آزمایش قرار گیرد. در هر حالت تعداد نمونه‌ها نباید کمتر از دو نمونه باشد.

ب- کنترل و یکنواختی سطح بتن

لایه بتنی از نظر انطباق با رقوم و شیب‌های طولی و عرضی مندرج در مشخصات فنی و نیز یکنواختی سطح تمام شده آن باید کنترل شود. اختلاف رقوم اندازه‌گیری شده در محور و طرفین لایه بتنی در محل نیمرخ‌های عرضی راه با رقوم مندرج در نقشه‌ها، نباید بیشتر از ۱۰ ± میلی‌متر باشد.

یکنواختی سطح بتن تمام شده با شمشه یک متری که بر روی سطح راه در امتداد طولی و عرضی قرار داده می‌شود کنترل گردد. حداکثر انحراف از سطح زیرین شمشه نباید از ۳ میلی‌متر تجاوز کند. در هر ۳۵۰ مترمربع حداقل باید ۲۵ آزمایش طولی و ۲۵ آزمایش عرضی انجام شود تا سطح از نظر یکنواختی کنترل شود. در سطوح کمتر باید توسط دستگاه نظارت اندازه‌گیری به تناسب تعداد دفعات مشخص شود.

پ- بتن اجرا شده و ضخامت لایه

از بتن، باید به تعداد آزمایش‌های مورد نیاز، نمونه‌برداری شود. الزامات تعیین مقاومت فشاری بتن و سایر مشخصات فنی آن باید طبق فصل بتن این ضابطه باشد. برای کنترل ضخامت از هر محدوده بتن‌ریزی شده، حداقل باید ۳ نمونه گرفته شود.

۱۳-۲-۱-۱-۴- بلوک بتنی

از هرمحموله بلوک‌های بتنی یا به ازای هر ۵۰ مترمربع باید دو نمونه بلوک به صورت تصادفی انتخاب و جهت انطباق مشخصات فنی ذکر شده در این ضابطه آزمایش‌های لازم بر روی آنها انجام شود.

طول و عرض کلی بلوک‌های روسازی و رواداری‌های مجاز آن باید مطابق ISIRI 20185 باشد. بیش‌ترین تفاوت بین دو مقدار اندازه‌گیری ضخامت یک بلوک بتنی نباید بیش‌تر از ۳ میلی‌متر باشد. برای بلوک‌های غیرمستطیلی، ابعاد باید توسط دستگاه نظارت تایید و پس از آن نسبت به استفاده آنها اقدام شود.

مشخصات مصالح مورد استفاده در بلوک‌های بتنی باید مطابق با پیوست ISIRI 20185 باشد. همچنین بلوک‌های بتنی باید دارای مشخصات فنی زیر باشند:

الف- مقاومت کششی دونیم‌شدگی باید مطابق با ISIRI 20185 اندازه‌گیری شود. میانگین مقاومت کششی دونیم‌شدگی نباید کمتر از ۳/۶ مگاپاسکال باشد. هیچ‌یک از نتایج منفرد نباید کمتر از ۲/۹ مگاپاسکال بوده و بار گسیختگی نباید کمتر از ۲۵۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع در طول شکاف باشد.

ب- میانگین مقاومت فشاری نمونه‌های آزمایش نباید کمتر از ۵۵ مگاپاسکال و مقاومت فشاری هر بلوک به‌طور جداگانه نباید کمتر از ۵۰ مگاپاسکال باشد.

پ- مقاومت در برابر هوازدگی باید مطابق با ISIRI 20185 اندازه‌گیری شود. مشخصات مقاومت در برابر هوازدگی بلوک‌ها باید مطابق با الزامات جدول ۱۳-۱ باشد.

جدول ۱۳-۱- جذب آب

رده*	نشانه*	جذب آب (درصد وزنی)
۱	A	-
۲	B	مقدار میانگین کمتر یا برابر ۶

* رده و نشانه‌ها مطابق ISIRI 20185 می‌باشد.

در شرایط خاص مانند قرارگیری در معرض چرخه‌های یخ زدن و آب شدن با وجود نمک‌های یخزدا، الزامات جدول ۱۳-۲ باید برآورده شود.

جدول ۱۳-۲- مقاومت در برابر چرخه‌های یخ زدن و آب شدن با وجود نمک‌های یخزدا

رده*	نشانه*	افت وزنی بعد از آزمایش چرخه‌های یخ زدن و آب شدن (kg/m^2)
۳	D	مقدار میانگین کم‌تر یا برابر ۱ و هیچ‌یک از نتایج منفرد بیش‌تر از ۱/۵ نباشد.

* رده و نشانه‌ها مطابق ISIRI 20185 می‌باشد.

ت- مقاومت سایشی باید مطابق با ISIRI 20185 ، روش آزمایش چرخ پهن در پیوست چ یا روش آزمایش بوهم در پیوست ح تعیین گردد. الزامات مقاومت سایشی در جدول ۱۳-۳ ارائه شده است. هیچ‌یک از نتایج منفرد نباید بیشتر از مقادیر مشخص شده باشد.

جدول ۱۳-۳- دسته‌بندی مقاومت در برابر ساییدگی

رده*	نشانه*	روش چرخ پهن	روش بوهم
۱	F	-	-
۳	H	≥ ۲۳ میلی‌متر	≥ ۲۰۰۰۰ میلی‌مترمکعب بر ۵۰۰۰ مترمربع
۴	I	≥ ۲۰ میلی‌متر	≥ ۱۸۰۰۰ میلی‌مترمکعب بر ۵۰۰۰ مترمربع

* رده و نشانه‌ها مطابق ISIRI 20185 می‌باشد.

ث- در صورت نیاز به مقاومت در برابر سرخوردگی بلوک‌های بتنی توصیه می‌شود وجه بالایی آنها ساب نخورده و یا پرداخت نشده باشد. آزمایش مقاومت اصطکاکی/ سرخوردگی باید مطابق ISIRI 20185 شماره باشد.

۱۳-۲-۱-۱-۵- بتن نفوذپذیر

مشخصات مصالح سنگدانه‌ای و سیمان مصرفی باید مطابق مشخصات فنی ذکر شده در فصل بتن این ضابطه باشد. توصیه می‌شود میزان فضای خالی در بتن نفوذپذیر در محدوده ۱۵ تا ۳۵ درصد و مقاومت فشاری ۲/۸ تا ۲۸ مگاپاسکال در نظر گرفته شود. نرخ زهکشی روسازی بتن نفوذپذیر با توجه به اندازه سنگدانه‌ها و چگالی مخلوط متفاوت است، اما به‌طور کلی توصیه می‌شود در بازه ۸۱ تا ۷۳۰ لیتر بر دقیقه بر مترمربع یا ۰/۱۴ تا ۱/۲۲ سانتی‌متر بر ثانیه باشد.

۱۳-۲-۱-۲- جداول بتنی

چنانچه ارتفاع کارگذاری جدول‌ها زیاد یا رانش خاک قابل توجه باشد، باید از جدول‌های بتنی مسلح استفاده کرد. با توجه به آنکه عملکرد جدول‌ها مشابه حفاظ‌های ترافیکی نمی‌باشد، در صورت نیاز به حفاظ‌های ترافیکی باید بر اساس آیین‌نامه ایمنی راه‌ها، ضابطه شماره ۴-۲۶۷، نوع حفاظ مناسب انتخاب شود.

نوع جدول، محل نصب و موقعیت آن نسبت به سایر اجزای محوطه به ویژه روسازی و نحوه اجرای آن باید در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی ذکر شود. پیمانکار موظف است پس از رسیدن به رقوم‌های مورد نظر و پس از اطمینان از اتمام عملیات اجرایی مقدماتی در محدوده جدول‌گذاری، نسبت به شروع عملیات جدول‌گذاری اقدام کند.

۱۳-۲-۱-۲-۱- جدول پیش‌ساخته بتنی غیرمسلح

جدول‌های پیش‌ساخته باید به روش تولید ماشینی‌تر یا خشک[۱] تولید شده باشند. استفاده از جدول‌هایی که به روش دستی تولید شده‌اند، مجاز نیست.

شکل، مقاطع، جزییات، مشخصات فنی، بازرسی ظاهری، نوع و تعداد آزمایش‌ها و معیارهای پذیرش جداول باید مطابق با مندرجات ISIRI 12728 باشد. تمامی لبه‌های بیرونی نمایان جداول بتنی برای جلوگیری از لب پر شدن، باید گردگوشه باشند. حداقل شعاع انحنای لبه‌ها (به‌جز مواردی که شعاع آن ها با توجه به ملاحظات ترافیکی و هیدرولیکی تعیین می‌شود) نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر باشد. استفاده از جدول‌های با مشخصات هندسی متفاوت، درصورت تأمین مشخصات فنی و معیارهای پذیرش این استاندارد و تایید دستگاه نظارت، مجاز است.

آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش: برای هر محموله جدول که وارد کارگاه می‌شود، باید حداقل ۳ نمونه از جداول پیش‌ساخته به طور تصادفی انتخاب و بر اساس ضوابط ISIRI 12728 مورد ارزیابی ظاهری و کنترل کیفی قرار گیرد. بعد از اجرا، سطح تراز هر جدول نباید از تراز طراحی ۶± میلی‌متر تجاوز کند و انحراف در راستای طولی وقتی که با

۱. Precast Dry/Wet Pressed

دانلود سوالات آزمون

شمشه سه متری کنترل می‌شود، نباید بیش از ۳ میلی‌متر (۳ میلی‌متر در هر ۳۰ متر طول) باشد. همچنین انحراف قائم جدول باید به حداکثر ۳ میلی‌متر محدود شود. در سمتی که احتمال توقف خودرو وجود دارد، سطح فوقانی جدول نباید از سطح سواره‌رو بیش از ۲۰ میلی‌متر باشد.

۱۳-۲-۱-۲-۲- جداول بتنی درجا

مشخصات سنگدانه، سیمان و بتن باید مطابق فصل بتن این ضابطه باشد. مقاومت خمشی میانگین نمونه ۲۸روزه جدول بتنی بر اساس ISIRI 12728 نباید کمتر از ۵ مگاپاسکال و مقاومت خمشی ۲۸روزه نمونه منفرد باید بیش از ۴ مگاپاسکال باشد. مقاومت فشاری میانگین نمونه ۲۸ روزه مکعبی مغزه حاصل از جداول بتنی بر اساس ISIRI 12728 نباید کمتر از ۳۵ مگاپاسکال و مقاومت فشاری ۲۸روزه نظیر نمونه مکعبی مغزه حاصل از جدول بتنی برای نمونه منفرد باید بیش از ۳۰Mpa باشد. آزماش دوام بتن باید مطابق نتایج جدول بتنی پیش‌ساخته باشد. اختلاط باید مطابق الزامات گفته شده در فصل بتن این ضابطه و به صورت مکانیزه انجام شود. تهیه بتن از تولید کنندگان مجاز، باید به تایید دستگاه نظارت برسد.

آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش: برای جدول با بتن درجا، در هر ۱۰۰ متر طول حداقل دو نمونه باید اخذ و آزمایش مقاومت فشاری و خمشی بر روی آنها انجام شود. معیارهای پذیرش این جدول‌ها مانند جدول‌های بتنی پیش ساخته می‌باشد.

۱۳-۲-۱-۳- موزاییک

مشخصات ظاهری و فنی موزاییک در صورتی که در معابر مختص عابر پیاده استفاده شود، باید مطابق ISIRI 755-2 باشد. درصورتی‌که از موزاییک بتنی برای معبر با تردد وسایل نقلیه استفاده شود، باید مشخصات فنی آنها با جزییات کامل در نقشه‌ها و مستندات پروژه ذکر شود. حداقل ضخامت موزاییک در این حالت باید برابر با ۶۰ میلی‌متر باشد. استفاده از آزبست و سایر مصالح مشابه در تولید موزاییک مجاز نمی‌باشد.

۱۳-۲-۱-۳-۱- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش

به ازای هر ۵۰ مترمربع موزاییک، باید دو نمونه به صورت تصادفی انتخاب و جهت انطباق مشخصات فنی آن مطابق ISIRI 755-2 آزمایش‌های لازم بر روی آنها انجام شود. اختلاف تراز سطح روسازی تمام شده نسبت به تراز طراحی باید حداکثر ۵± میلی‌متر باشد. اختلاف تراز سطح در موزاییک‌های مجاور نیز نباید بیش‌تر از ۲ میلی‌متر باشد. ناهمواری سطح با شمشه نباید بیشتر از ۸ میلی‌متر باشد.

۱۳-۲-۱-۴- سنگ‌های طبیعی

۱۳-۲-۱-۴-۱- ورق‌سنگ

مشخصات ظاهری ورق‌سنگ‌ها و رواداری‌ها باید مطابق ISIRI 17014 باشد.مشخصات ورق‌سنگ‌های طبیعی مورد استفاده در محوطه‌های فضاهای پیاده و زیر وسایل نقلیه باید مطابق ISIRI 17014 باشند.

بر اساس الزامات قراردادی یا تشخیص دستگاه نظارت، در صورتی که زبری سطح ورق‌سنگ اندازه‌گیری شده مطابق با ISIRI 14872 کم‌تر از یک میلی‌متر باشد، مقاومت لغزشی ورق‌سنگ باید تعیین شود. مقاومت لغزشی باید مطابق با فرآیند آزمون در شرایط مرطوب طبق ISIRI 14870 تعیین گردد.

۱۳-۲-۱-۴-۱-۱- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش

به ازای هر ۵۰ مترمربع محموله ورق‌سنگ باید دو نمونه به صورت تصادفی انتخاب و آزمایش‌های لازم برای تعیین مشخصات فنی آن‌ها انجام و با ISIRI 17014 مطابقت داده شود. اختلاف تراز سطح روسازی تمام شده (بر اساس بیشترین ضخامت ورق‌سنگ) نسبت به تراز طراحی باید حداکثر ۶± میلی‌متر باشد. اختلاف تراز سطح در سنگ‌فرش‌های مجاور نیز نباید بیش‌تر از رواداری‌های مجاز ذکر شده در ISIRI 17014 باشد.

۱۳-۲-۱-۴-۲- سنگ‌فرش

به طور کلی رنگ، رگه‌بندی، بافت و دیگر خصوصیات سنگ باید مطابق با مشخصات فنی و الزامات قراردادی بوده و پس از تایید دستگاه نظارت مورد استفاده قرار گیرد. مشخصات ظاهری، رواداری‌ها و سایر مشخصات باید مطابق با ISIRI 10107 باشد.

بر اساس الزامات قراردادی یا تشخیص دستگاه نظارت، در صورتی که زبری سطح سنگ‌فرش اندازه‌گیری شده مطابق با ISIRI 14782 کم‌تر از ۱ میلی‌متر باشد، مقاومت لغزشی سنگ‌فرش باید اظهار شود. مقاومت لغزشی باید مطابق با فرآیند آزمون در شرایط مرطوب مطابق با ISIRI 14870 تعیین گردد.

آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش: از هرمحموله سنگ‌فرش‌ها یا به ازای هر ۵۰ مترمربع باید دو نمونه به صورت تصادفی انتخاب و آزمایش‌های لازم برای تعیین مشخصات فنی آن انجام و با ISIRI 17017 مطابقت داده شود.

اختلاف تراز سطح روسازی تمام شده (بر اساس بیشترین ضخامت سنگ فرش) نسبت به تراز طراحی باید حداکثر ۶± میلی‌متر باشد. اختلاف تراز سطح در سنگ‌فرش‌های مجاور نیز نباید بیش‌تر از رواداری‌های مجاز مطابق ISIRI 17017 باشد.

۱۳-۲-۱-۵- مشخصات مصالح در پله

بستر پله ها باید مقاومت لازم در برابر بار وارده را داشته باشد. خاک بستر پله‌ها باید از نوع A1 و A2 بوده و در هر حالت درصد تراکم بستر نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد. مصالح مورد استفاده در بدنه پله های محوطه باید مقاومت لازم در برابر بارهای وارده و دوام در برابر شرایط اقلیمی را داشته باشند. رویه پله‌ها، دماغه و پاگردها باید مقاوم در برابر سرخوردگی و بدون پیش آمدگی باشد. مشخصات پله‌های پیش ساخته بتنی و اجزای آن باید مطابق ISIRI 14843 باشد. در صورت استفاده از سنگ‌های مصنوعی (کاشی‌های مدولار) به عنوان پوشش پله‌ها در محوطه، مشخصات باید مطابق با ISIRI 18810 باشد.

برای پله‌های بتنی، مشخصات بتن باید مطابق مشخصات بتن درجا باشد. بتن مصرفی باید از رده c۳۵ باشد. برای پله‌های با بدنه بتن مسلح، مشخصات ذکر شده در مشخصات فنی باید با فصل بتن این ضابطه مطابقت داشته باشد.

۱۳-۳- ضوابط اجرایی

۱۳-۳-۱- تحویل بستر محوطه سازی، کارهای نقشه‌برداری و نقاط نشانه

محدوده دقیق محوطه و نقاط اصلی نشانه طرح باید از طریق کارفرما، یا نمایندگان او و دستگاه نظارت طبق صورتجلسه به پیمانکار تحویل داده شود. پیمانکار باید مطابق مندرجات این فصل و نقشه‌های منضم به قرارداد، از مطابقت نقشه‌های اجرایی منضم به پیمان با محدوده و شرایط موجود زمین مطمئن شود. هیچ‌گونه عدم انطباقی بین نقشه‌ها و مشخصات با زمین تحویلی نباید وجود داشته باشد. در صورت عدم انطباق، باید اقدام اصلاحی مطابق دستور دستگاه نظارت انجام شود.

پیمانکار موظف است نسبت به حفظ و حراست این نقاط تا انتهای پروژه، نهایت دقت را به عمل آورد. تغییرات احتمالی نقاط اصلی باید با نظر دستگاه نظارت انجام شود. با توجه به ماهیت پروژه، پیمانکار باید به تعداد لازم و کافی نقاط مرجع فرعی تعبیه کند. نقاط فرعی باید روی پایه‌های بتنی به ابعاد حداقل ۱۰×۱۰ سانتی‌متر و مستقر در عمق حداقل ۷۰ سانتی‌متر علامت گذاری شوند. پایه‌های بتنی باید رنگ‌آمیزی و شماره‌گذاری شده و حداقل ۲۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار گیرند.

۱۳-۳-۲- اقدامات لازم برای شروع عملیات محوطه‌سازی

۱۳-۳-۲-۱- تفکیک محوطه‌ها بر اساس کاربری‌ها و جانمایی اجزای محوطه

پیمانکار باید با هماهنگی دستگاه نظارت، مطابق نقشه‌های اجرایی نسبت به تفکیک محوطه تحویلی بر حسب کاربری‌ها و اجزای تعریف شده اقدام و محدوده هر کاربری را به طور دقیق بر روی زمین جانمایی و مشخص کند. جانمایی کاربری‌های مختلف باید مطابق نقشه‌های مصوب بوده و هیچگونه مغایرتی با آنها نداشته نباشد.

در صورتی‌که پیمانکار تشخیص دهد جانمایی و اجزای تعریف شده، از لحاظ اجرایی امکان پذیر نیست و یا امکان استفاده ایمن تمامی کاربران به ویژه کاربران آسیب پذیر شامل ناتوانان حرکتی و نابینایان و یا کودکان نیست، باید موارد را مکتوب به دستگاه نظارت اعلام کند. دستگاه نظارت باید تغییرات لازم را به نحوی به پیمانکار ابلاغ کند که وقفه‌ای در عملیات اجرایی ایجاد نشود.

۱۳-۳-۲-۲- تأمین راه‌های دسترسی، سرویس، ارتباطی یا انحرافی

به دلیل اینکه محوطه‌سازی ممکن است باعث انسداد دسترسی به ساختمان‌ها شود، باید تمهیدات ایمن لازم برای ایجاد راهی مناسب بر حسب نوع استفاده و متناسب با پیشرفت عملیات محوطه‌سازی در نظر گرفته شود. پیمانکار موظف است موارد پیشنهادی را به دستگاه نظارت اعلام و پس از تایید دستگاه نظارت اقدام کند.

۱۳-۳-۲-۳- هدایت آب‌های سطحی در حین اجرا

با توجه به اینکه در هنگام محوطه‌سازی، ممکن است به دلایلی از جمله شیب نامناسب زمین موجود یا عدم وجود سیستم زهکشی، مشکلاتی برای هدایت آب‌های سطحی به‌ویژه در هنگام بارندگی بروز کند، باید تمهیدات لازم و موقت توسط پیمانکار مطابق نقشه‌های مصوب برای هدایت آب‌های سطحی به نحوی انجام شود که باعث وقفه در عملیات محوطه سازی، تحمیل خسارت به کاربری‌های اطراف محوطه یا قسمت‌های تکمیل شده و یا در دست اجرای پروژه نشود.

۱۳-۳-۲-۴- دپوی مصالح

محل دپو و نگهداری تمامی مصالح مورد استفاده برای کل پروژه باید قبل از شروع محوطه‌سازی مشخص و آماده شود تا نگهداری و حمل مصالح منجر به تأخیر در عملیات محوطه‌سازی نشود.

۱۳-۳-۲-۵- تخریب

چنانچه در محل محوطه‌سازی، مستحدثاتی وجود داشته باشد که باید تخریب شوند، باید قبل از تخریب، اندازه‌گیری و صورت‌مجلس شوند. عملیات تخریب باید با نظر و تایید دستگاه نظارت و مطابق الزامات فصل تخریب، ایمنی، بهداشت و محیط زیست این ضابطه انجام شود.

۱۳-۳-۲-۶- حفظ یا جابه‌جایی درختان و دفع گیاهان نباتی

جابه‌جایی درختان یا دفع گیاهان نباتی باید قبل از شروع عملیات خاکی انجام شود، لیکن در صورت نیاز و قبل از شروع محوطه‌سازی، بر اساس نقشه‌های اجرایی و یا دستور دستگاه نظارت، درختانی که باید حفظ یا جابه‌جا شوند باید مشخص شده و اقدامات لازم در مورد آنها با دستورکار دستگاه نظارت انجام شود. اقدامات باید به نحوی انجام شود که به تأسیسات و ساختمان‌های مجاور حریم پروژه، صدمه ای وارد نشود. همچنین در خصوص حفظ درختان باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

۱۳-۳-۲-۷- چاه‌ها، قنوات و آب انبارهای موجود در محوطه‌ها

چنانچه در محوطه، چاه‌های قدیمی از جمله چاه فاضلاب یا آب انبارها یا قنات‌هایی وجود داشته باشد، باید اطمینان حاصل شود که تأثیر تمامی آنها در طراحی‌ها و نقشه های اجرایی در نظر گرفته شده است. چنانچه طبق نقشه‌ها، پر کردن آنها ضروری باشد، باید روش آن و مصالح مورد استفاده مطابق نقشه‌های اجرایی و زیر نظر دستگاه نظارت انجام شود. پر کردن چاه‌ها با مصالحی نظیر خاک، شفته و سنگ لاشه طبق مشخصات ذکر شده در نقشه‌ها انجام می‌شود. در صورت عدم نیاز به پر کردن چاه با تایید دستگاه نظارت، باید نسبت به طوقه چینی و مسدود کردن آن با رعایت تمهیدات ایمنی اقدام شود. در مورد قنات‌های متروکه، اگر عمق قنات حداکثر تا ۱۰ متر باشد، می‌توان آن را پر و اصلاح کرد. ولی اگر عمق آن بیشتر از ۱۰ متر باشد، با تایید دستگاه نظارت می‌توان با خاک و مخلوط سنگدانه‌ای پر یا در صورت لزوم از شفته آهکی نیز استفاده کرد. در هر حال باید مشخصات مصالح و روش دقیق در نقشه های اجرایی ارایه یا طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود.

۱۳-۳-۲-۸- تاسیسات موجود (آبرسانی، برق، فاضلاب، گاز و سایر)

قبل از شروع عملیات محوطه سازی، باید موقعیت و مشخصات تأسیسات موجود در محوطه، روش‌های ایمن‌سازی آنها و نیز محدودیت‌های اجرایی احتمالی در نقشه‌های اجرایی مشخص شود و پیمانکار مطابق آن‌ها اقدام کند. در صورت وجود هرگونه مغایرتی، پیمانکار باید روش‌های اجرایی ایمن و متناسب با شرایط این تأسیسات را به دستگاه نظارت ارایه و پس از تایید، اجرا نماید. رعایت محدوده ایمن در حین کار بسیار ضروری است.

۱۳-۳-۲-۹- میخ‌کوبی مسیر معابر و محوطه توقفگاه‌ها

قبل از شروع عملیات اجرایی مسیر و توقفگاه در محدوده محوطه - چنانچه میخ‌کوبی انجام نشده یا بستر طبیعی به دلیل عملیات خاکی تغییر کرده باشد- بر اساس نقاط اصلی نشانه مرجع، پیمانکار ابتدا باید نسبت به پیاده کردن مسیر اقدام کند. برای این کار باید محور و نقاط مورد نیاز مطابق نقشه‌های اجرایی و پلان و مقاطع عرضی، میخ کوبی شود. پس از میخ‌کوبی و انجام عملیات ترازیابی، پیمانکار باید این اطلاعات را در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد تا پس از تایید نسبت به شروع عملیات اقدام شود.

۱۳-۳-۳- بستر روسازی[۱]

۱۳-۳-۳-۱- کنترل سطح زیرین لایه های بستر روسازی

پیش از اجرای بستر روسازی، باید سطح نهایی ناشی از عملیات خاکی بررسی و با نقشه ها انطباق داده شوند. رقوم سطح آماده شده در عملیات خاکی، باید از نظر یکنواختی سطح و نیز انطباق با نیمرخ‌های طولی و عرضی کنترل شده و

۱. Subgrade

اختلاف آن با رقوم نظیر در نقشه‌ها از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نکند، ضمن آنکه شیب‌های طولی و عرضی نیز باید با نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد. ناهمواری این سطح با استفاده از ابزار مناسب در جهات عمود بر محور و موازی با محور نباید از ۲۵ ± میلی‌متر تجاوز کند. سطوح خارج از رواداری باید به هزینه پیمانکار اصلاح شود.

۱۳-۳-۳-۲- مشخصات لایه‌های بستر روسازی

برای ایجاد بستر روسازی در خاکریزی‌ها، خاکبرداری‌ها و بستر طبیعی (بعد از برداشتن خاک نباتی)، در مسیرهای با عبور وسایل نقلیه، باید حداقل دو لایه با ضخامت مجموع حداقل ۲۰ سانتی‌متر و در مسیرهای عبور عابران پیاده یا دوچرخه حداقل یک لایه ۱۰ سانتی‌متری با خاک‌های از نوع A-۲ تا A-۱ (بر اساس طبقه‌بندی AASHTO) اجرا شود.

بسترهای سنگی مرغوب و مقاوم - فارغ از نوع روسازی- در صورت تأمین الزامات در نظر گرفته در نقشه‌ها، می‌توانند به عنوان بستر در نظر گرفته شوند. در صورت عدم تأمین الزامات، باید یک لایه خاکریز از خاک‌های A-۲ تا A-۱ به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر بر روی بستر آماده شود. در این حالت کف به‌منظور حفظ الزامات ارتفاعی بستر سنگی باید حداقل به میزان ۱۰ سانتی‌متر اضافه بر رقوم تعیین شده برای بستر روسازی، برداشته شود.

در بستر سنگی نامرغوب، مانند مارن یا گچ، بستر روسازی مسیرهای دارای ترافیک عبوری باید با حداقل دو لایه خاکریز به ضخامت هر لایه ۱۵ سانتی‌متر از مصالح A-۲ تا A-۱ و در مسیرهای عبور عابر پیاده و دوچرخه با یک لایه خاکریز با همین نوع خاک‌ها و به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر آماده شود.

چیدن قلوه‌های درشت به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر و پخش ریزدانه بر روی آن‌ها برای پر کردن خلل و فرج، در مسیرهای عابران و دوچرخه سواران مجاز است. قلوه‌ها باید به اندازه‌ای مقاوم باشند که در هنگام تراکم خرد نشده و نیز مقاومت کافی در برابر عوامل جوی داشته باشند.

در محل‌هایی که خاک مناسب به شرح مشخصات این ضابطه یا مشخصات فنی جهت مصرف در دو قشر نهایی خاکریز، برای آماده کردن بستر روسازی راه در دسترس نبوده یا حمل آن مقرون به صرفه نباشد، باید از تثبیت باید استفاده کرد. برای کسب جزئیات به فصل عملیات خاکی این ضابطه مراجعه شود.

در صورت وجود تأسیسات در زیر لایه‌های بستر و عدم امکان تراکم، باید از یک لایه بتن به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر با رده مقاومتی C20 برای بستر استفاده کرد.

حداکثر اندازه مصالح در خاک‌های مورد استفاده در بستر روسازی باید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد.

۱۳-۳-۳-۳- اجرای بستر روسازی

مصالح در موقع پخش باید داری رطوبت کافی به صورت همگن برای تأمین تراکم مشخصه باشد. درصد رطوبت در حین پخش مصالح نباید بیش از ۱/۵± درصد رطوبت بهینه حاصل از انجام آزمایش AASHTO T180 طریقه D باشد. آبپاشی نباید به میزانی باشد که به قشرهای زیرین صدماتی وارد آورد. در صورت استفاده از خاک‌های A-۱ تا A-۲، حداقل

درصد تراکم در بستر روسازی با آزمایش‌های AASHTO T191 و یا AASHTO T310 (نسبت به حداکثر وزن مخصوص خشک خاک در هنگامی که طبق روش AASHTO T-180 طریقه D در آزمایشگاه متراکم می‌شود) تعیین می‌شود. این مشخصه برای مسیرهای دارای ترافیک عبوری وسایل نقلیه، باید ۹۸ درصد و مسیرهای عابر پیاده و دوچرخه‌سوار، ۹۵ درصد باشد.

در صورت استفاده از قلوه‌سنگ برای آماده‌سازی بستر روسازی، برای پر کردن خلل و فرج آنها، شن و ماسه ریزدانه باید روی قلوه سنگ‌ها، پخش و تا تراکم مورد نظر کوبیده شود. دقت شود که فضای خالی بین قلوه‌ها کاملاً پر شده و یک سانتی‌متر شن و ماسه روی تمامی سطوح را بپوشاند. دستگاه نظارت باید از عدم نشست لایه اجرا شده و نیز عدم نفوذ مصالح ریزدانه بین قلوه سنگ‌ها، اطمینان حاصل کند.

۱۳-۳-۳-۴- کنترل سطح تمام شده

رقوم بستر روسازی باید قبل از اجرای اولین لایه روسازی از نظر یکنواختی سطح و نیز انطباق با نیمرخ‌های طولی و عرضی کنترل شده و اختلاف آن با رقوم نظیر در نقشه‌ها نباشد از ۲۰ میلی‌متر تجاوز کند. شیب‌های طولی و عرضی باید با نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد. ناهمواری سطح تمام شده بستر روسازی با استفاده از ابزار مناسب در جهات عمود بر محور و موازی با محور نباید از ۱۵ ± میلی‌متر تجاوز کند.

۱۳-۳-۳-۵- حفاظت کارهای انجام شده

بستر روسازی تا قبل از اجرای اولین قشر روسازی باید محافظت شود تا تغییری در وضعیت شیب‌های طولی، عرضی، یکنواختی سطح و تراکم مشخصه آن در مقایسه با مشخصات و نقشه‌های اجرایی به‌وجود نیاید.

۱۳-۳-۴- انواع روسازی

۱۳-۳-۴-۱- روسازی آسفالتی

۱۳-۳-۴-۱-۱- بستر

مشخصات فنی بستر روسازی، ویژگی‌های مصالح، روش اجرا، کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش و سایر خصوصیات مربوطه باید مطابق با مندرجات بند ۱۴-۲-۱ این فصل باشد.

۱۳-۳-۴-۱-۲- زیراساس

مشخصات فنی قشر زیراساس، دانه‌بندی و ویژگی‌های مصالح، روش اجرا، کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش آن باید مطابق با مندرجات فصل ۱۲ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

در صورت استفاده از متراکم کننده‌های دستی، ضخامت لایه زیراساس نباید بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد، در این حالت باید در انتخاب دانه‌بندی دقت کافی انجام شود تا حداکثر اندازه مصالح در محدوه قابل قبول قرار گیرد.

در مسیرهای عابر پیاده و دوچرخه در صورت تایید دستگاه نظارت می‌توان از این لایه صرف‌نظر کرد.

۱۳-۳-۴-۱-۳- اساس

مشخصات فنی قشر اساس، ویژگی‌های مصالح، روش اجرا، کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش و سایر خصوصیات مربوطه باید مطابق با مندرجات فصل ۱۳ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

در صورت استفاده از متراکم کننده‌های دستی ضخامت لایه اساس نباید بیشتر از ۱۰ سانتمتر باشد. در این موارد باید دقت کافی در انتخاب دانه‌بندی انجام پذیرد.

۱۳-۳-۴-۱-۴- اندود نفوذی (پریم‌کت)

استفاده از اندود نفوذی[۱] به منظور آب‌بند کردن سطح لایه اساس از طریق نفوذ در خلل و فرج آن، تثبیت سطح شنی و تسهیل چسبندگی لایه آسفالت به آن مجاز می‌باشد. ضرورت استفاده، مشخصات فنی اندود نفوذی از جمله نوع و ویژگی‌های قیر، روش اجرا و معیارهای کنترل کیفیت آن باید مطابق با مندرجات فصل ۱۵ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. مشخصات قیر مصرفی برای اندود نفوذی باید مطابق با مندرجات فصل ۱۴ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

۱۳-۳-۴-۱-۵- اندود سطحی (تک‌کت)

مشخصات فنی اندود سطحی[۲]، انتخاب قیر مناسب، ویژگی‌های قیر، روش اجرا و معیارهای کنترل کیفیت آن باید مطابق با مندرجات فصل ۱۶ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. مشخصات قیر مصرفی برای اندود سطحی باید مطابق با مندرجات فصل ۱۴ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

۱۳-۳-۴-۱-۶- لایه آسفالتی

لایه یا لایه‌های آسفالتی در مقایسه با دیگر لایه‌ها باید از مقاوم‌ترین و مرغوب‌ترین مصالح روسازی باشند. انواع مختلفی از مخلوط‌های آسفالتی قابل استفاده به عنوان رویه در محوطه، وجود دارند.

---

۱. Prime Coat

۲. Tack Coat

الف- آسفالت داغ

در صورت پخش مکانیزه (با فینیشر) ویژگی‌های مصالح سنگی و قیر، دانه‌بندی مصالح سنگی، طرح مخلوط، مشخصات فنی مخلوط، تولید آسفالت داغ، روش اجرا، کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش باید مطابق با مندرجات فصل ۲۰ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

مشخصات قیر مصرفی در آسفالت داغ باید مطابق با مندرجات فصل ۱۴ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. طرح اختلاط مخلوط آسفالتی و مشخصات فنی آن باید توسط دستگاه نظارت تایید شود. روش طرح اختلاط باید مطابق مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه ۱۰۱ فصل آسفالت داغ باشد.

اگر امکان پخش و تراکم آسفالت به صورت مکانیزه به علل مختلف از جمله نبود فضای کافی برای مانور ماشین‌آلات وجود نداشته باشد، پخش و تراکم دستی مجاز است. در این حالت توصیه می‌شود از مخلوط آسفالتی داغ ریزدانه مانند شیت آسفالت[۱] و ماسه آسفالت[۲] به دلیل سهولت در پخش و تراکم استفاده شود. دانه‌بندی شیت آسفالت و ماسه آسفالت باید مطابق با جدول شماره ۱۳-۴ باشد.

جدول ۱۳-۴- دانه‌بندی شیت آسفالت و ماسه آسفالت

اندازه الک (میلی‌متر)	۹/۵	۴/۷۵	۲/۳۶	۱/۱۸	۰/۶	۰/۳	۰/۱۵	۰/۰۷۵
درصد وزنی رد شده از هر الک								
ماسه آسفالت	۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۶۵-۱۰۰	۴۰-۸۰	۲۵-۶۵	۷-۴۰	۳-۲۰	۲-۱۰
شیت آسفالت	-	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۷۰-۹۵	۴۵-۷۵	۲۰-۴۰	۹-۲۰

حمل آسفالت داغ به محل مصرف، باید به نحوی انجام شود تا در محل مصرف دمای لازم (مطابق کندروانی) برای تراکم را داشته باشد. دستگاه نظارت باید پس از کنترل دما اجازه تخلیه در محل مصرف را بدهد. اگر به هر دلیلی عملیات انتقال و پخش آسفالت داغ برای مدت زمان محدودی متوقف شود، باید پوششی مناسب روی آن قرار گیرد تا از افت دمای مخلوط جلوگیری شود.

در صورت پخش و تراکم دستی آسفالت باید قبل از شروع عملیات، موارد زیر توسط دستگاه نظارت کنترل و پس از تایید دستگاه نظارت نسبت به شروع عملیات توسط پیمانکار اقدام شود:

- کیفیت عملیات پخش و تراکم دستی آسفالت بستگی به مهارت و تجربه نیروی انسانی دارد. بنابراین کارگران باید مهارت و تجربه کافی در پخش و تراکم دستی آسفالت داشته باشند.
- کارگران و عوامل عملیات اجرای دستی آسفالت باید از تجهیزات ایمنی شامل لباس کار ایمن، کفش ایمنی، دستکش ایمنی و ... استفاده کنند.

۱. Sheet Asphalt

۲. Sand Asphalt

- ابزار و تجهیزات مورد نیاز اجرای دستی آسفالت از قبیل بیل، فرغون، شن‌کش، غلتک دستی باید قبل از اجرای عملیات پخش و تراکم در کارگاه آماده شده باشند. قبل از شروع عملیات کلیه تجهیزات باید تمیز شده باشند.
- محدوده کار باید قبل اجرای عملیات پخش و تراکم آسفالتی به‌طور دقیق مشخص شده و عاری از هرگونه آلودگی باشد. در صورت استفاده از اندود نفوذی، باید نفوذ کامل انجام شده باشد.
- سطوح جداول، منهول‌ها و تأسیساتی که در تماس با آسفالت هستند باید تمیز شده و با اندود مناسبی از جمله قیر خالص پوشش داده شوند. اندودکاری نباید خسارتی به تأسیسات وارد کند.
- در صورتی که از فرغون برای حمل آسفالت از دپو تا محل پخش استفاده شود، کارگران باید با دقت و پیوستگی نسبت به انتقال آسفالت اقدام کنند به‌طوری یکنواختی مخلوط حفظ شود. برداشت باید به‌طور یکنواخت از همه کناره‌های دپو آسفالت انجام گیرد. آسفالت باید از فرغون‌ها با حجم برابر تخلیه شود تا مخلوط به‌صورت یکنواخت توزیع و پخش شود(شکل ۱۳-۱).

شکل ۱۳-۱- برداشت یکنواخت از همه کناره‌های دپو آسفالت

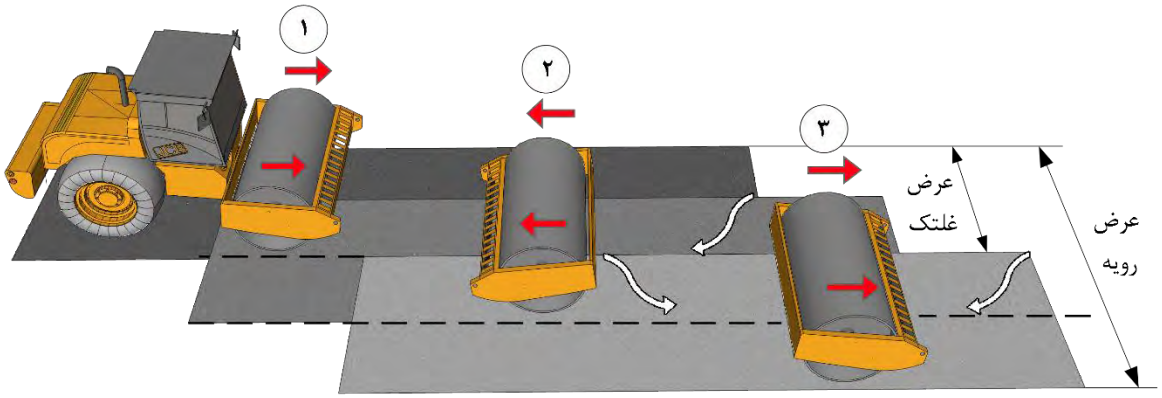
در صورتی که سطح روسازی وسیع باشد، توصیه می‌شود از لودر چرخ لاستیکی برای حمل آسفالت از کامیون یا دپو تا محل پخش استفاده گردد. این کار به توزیع یکنواخت‌تر مخلوط کمک می‌کند.

پخش دستی در عین دقت باید با سرعت انجام شود تا از خنک شدن بیش از حد آسفالت داغ جلوگیری شود. پخش دستی آسفالت باید با ابزار مناسب مانند شن‌کش انجام شود. توصیه می‌شود از شن‌کش لبه تخت در تناسب با نوع دندانه‌دار آن استفاده شود (شکل۱۳-۲). پخش آسفالت باید به‌صورتی باشد که با یک حرکت شن‌کش بتوان به سطحی یکنواخت از آسفالت دست یافت. باید از مقدار زیاد حرکت و یا سرعت بیش از حد جلوگیری نمود. شن‌کش‌های چوبی به دلیل وزن کم آنها سبب پخش یکنواخت و هموار آسفالت می‌شوند (شکل ۱۳-۳).

شکل ۱۳-۲- پخش یکنواخت آسفالت با لبه تخت شن‌کش

شکل ۱۳-۳- نمونه شن‌کش چوبی مناسب پخش دستی آسفالت.

- برای کنترل دقیق و صحیح ضخامت آسفالت استفاده از ابزارهای کنترل دستی ساده مانند میخ، تخته، میلگرد مجاز است. حین عملیات اجرا، همواری سطح باید توسط شمشه کنترل شود و تمام اصلاحات مورد نیاز سطح باید قبل از شروع تراکم انجام شود.
- اگر معبر دارای شیب عرضی باشد، عملیات پخش دستی آسفالت باید از تراز پایین راه شروع و به تراز بالای آن ختم شود تا از حرکت و ریزش مخلوط آسفالتی حین عبور غلتک به سمت تراز پایین راه جلوگیری شود.
- میزان تراکم در روش دستی باید کمی بیشتر از حد معمول تراکم آسفالت پخش شده با فینیشر باشد.
- دمای دپو آسفالت داغ باید به صورت مرتب کنترل گردد. تحت هیچ شرایطی نباید از مخلوط آسفالت داغ با دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد- به دلیل عدم تراکم پذیری- استفاده شود. مخلوط آسفالتی که دمای آن کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد باشد باید از کارگاه خارج شود.
- عملیات تراکم باید بلافاصله پس از پخش آسفالت داغ شروع شود. انتخاب الگوی غلتک‌زنی برای تراکم یکنواخت ضروری است. برای رسیدن به تراکم یکنواخت، غلتک‌زنی باید با نصف عرض غلتک بر روی سطح متراکم شده قبلی و قرارگیری نصف دیگر عرض غلتک بر روی سطح در حال تراکم مطابق با شکل۱۳-۴ انجام شود.



شکل ۱۳-۴- الگوی غلتک‌زنی و هم‌پوشانی نصف عرض در مسیر غلتک زنی

- تعداد عبور غلتک باید توسط مشاور و با توجه به وزن غلتک، دمای محیط و سرعت غلتک انتخاب گردد. غلتک‌زنی باید از تراز پایین سطح شروع، و پس از عبور از نصف عرض به سوی بالاترین تراز پیش برود. تغییرات در امتداد غلتک‌زنی (یعنی جلو و عقب رفتن) باید به طور مساوی انجام پذیرد.
- سطوح غلتک‌ها باید تمیز نگهداشته شود. بدین منظور باید از آب و صابون برای تمیز کردن سطح غلتک استفاده شود. سطوح استوانه‌ای غلتک نباید حفره‌دار یا فرسوده باشد.
- از غلتک لرزشی (تراکم متوسط) تا زمانی که غلتک‌زنی اولیه کامل نشده و سطح به تراکم بهینه نرسیده، نباید استفاده شود.
- در پارکینگ‌ها ابتدا باید غلتک‌زنی طولی برای تراکم اولیه و ایجاد سطح یکنواخت، سپس غلتک‌زنی عرضی به منظور حذف اعوجاجات و نقص‌های سطح انجام گیرد. نباید به غلتک‌ها و هرگونه تجهیزاتی که ممکن است بارگذاری نقطه‌ای اعمال کنند، اجازه داده شود بر روی آسفالتی که هنوز به‌طور کامل سرد نشده، توقف کند. تراکم گوشه‌ها واطراف تاسیسات باید توسط یک فرد باتجربه با استفاده از ابزاری همچون بیل، غلتک دستی و تخماق برای پخش و تراکم انجام پذیرد.

ب- آسفالت سرد

استفاده از آسفالت سرد در معابر، پیاده‌راه‌ها، پیاده‌روها و توقفگاه‌ها مجاز می‌باشد. در آسفالت سرد، سنگدانه‌ها در زمان اختلاط با قیرآبه می‌توانند مرطوب باشند، ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت باید خشک شده باشند. ویژگی‌های مصالح سنگی و قیر، دانه‌بندی مصالح سنگی، طرح مخلوط، مشخصات فنی مخلوط، تولید آسفالت سرد و روش اجرا باید مطابق با مندرجات فصل ۱۸ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ یا فصول ۲، ۳ و ۵ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت سرد، ضابطه شماره ۳۶۲ باشد. مشخصات قیر مصرفی در آسفالت سرد باید مطابق با مندرجات فصل ۱۴ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

پخش و تراکم دستی آسفالت سرد مشابه آسفالت داغ است. با این وجود باید الزامات ذیل رعایت گردند:

- قبل از اجرای آسفالت سرد، در صورت نیاز و تایید دستگاه نظارت، باید مقدار محدودی آب روی سطح پاشیده شود.

- قبل از تراکم باید صبر کرد تا قیر امولسیون در کل ضخامت لایه آسفالتی شکسته شود (تغییر رنگ امولسیون از قهوه‌ای به سیاه).
- عبور ترافیک روی لایه آسفالت سرد بلافاصله بعد از اجرا مجاز نمی‌باشد. زمان عبور ترافیک باید توسط دستگاه نظارت اعلام شود.

پ- آسفالت سطحی

ویژگی‌های مصالح سنگی و قیر، دانه‌بندی مصالح سنگی، طرح مخلوط، مشخصات فنی مخلوط، تولید آسفالت سطحی و روش اجرای آن باید مطابق با مندرجات فصل ۱۷ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. مشخصات قیر مصرفی در آسفالت سطحی باید مطابق با مندرجات فصل ۱۴ مشخصات فنی عمومی راه، ضابطه شماره ۱۰۱ باشد.

ت- آسفالت متخلخل

در صورت تایید دستگاه نظارت از آسفالت متخلخل می‌توان به عنوان رویه روسازی استفاده کرد. ویژگی‌های مواد و مصالح شامل مصالح سنگی، قیر، فیلر و افزودنی‌ها، دانه‌بندی مصالح سنگی، طرح اختلاط و روش اجرای آسفالت متخلخل باید مطابق با مندرجات فصول ۲، ۳ و ۴ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت متخلخل ضابطه شماره ۱ـ۳۸۴ باشد. الزامات پخش و تراکم دستی آسفالت متخلخل مشابه آسفالت داغ است.

۱۳-۳-۴-۲- روسازی بتنی

۱۳-۳-۴-۲-۱- بستر

مشخصات فنی بستر روسازی، ویژگی‌های مصالح، روش اجرا، کنترل کیفیت و معیارهای پذیرش و سایر خصوصیات مربوطه باید مطابق با مندرجات ردیف ۱۳-۲ این فصل باشد.

۱۳-۳-۴-۲-۲- زیراساس

مشخصات لایه زیر اساس برای مسیرهای پیاده، مطابق لایه زیراساس روسازی‌های آسفالتی این ضابطه است. برای مسیرهایی که برای تردد وسایل نقلیه استفاده خواهند شد، مشخصات باید مطابق با مشخصات فصل سوم ضابطه شماره ۷۳۱، دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راه‌ها باشد.

۱۳-۳-۴-۲-۳- لایه جداکننده

در صورت استفاده از اندود قیر نفوذی به‌عنوان لایه جداکننده، اندود قیرنفوذی باید مطابق مشخصات ذکر شده در ضابطه شماره ۱۰۱ باشد. استفاده از پوشش نایلونی بین لایه رویه و لایه زیرین در صورت تایید دستگاه نظارت مجاز است.

۱۳-۳-۴-۲-۴- رویه بتنی

الف- مشخصات فنی بتن

مشخصات مصالح سنگدانه‌ای، سیمان و بتن به ویژه طرح اختلاط و نسبت آب به سیمان و درصد هوا (برای شرایط هوای شدید و متوسط) باید مطابق فصل بتن این ضابطه باشد. بتن رویه در روسازی بتنی درجا باید مقاومت، کارایی و پایایی (دوام) را مطابق مشخصات فنی داشته باشد. حداقل مقاومت فشاری بتن رویه با توجه به شرایط آب وهوایی محیط باید مطابق با جدول ۱۳-۵ باشد. در صورت نیاز به مقاومت بیشتر، موارد باید در مشخصات فنی ذکر شده باشد.

جدول ۱۳-۵- حداقل مقاومت فشاری بتن رویه

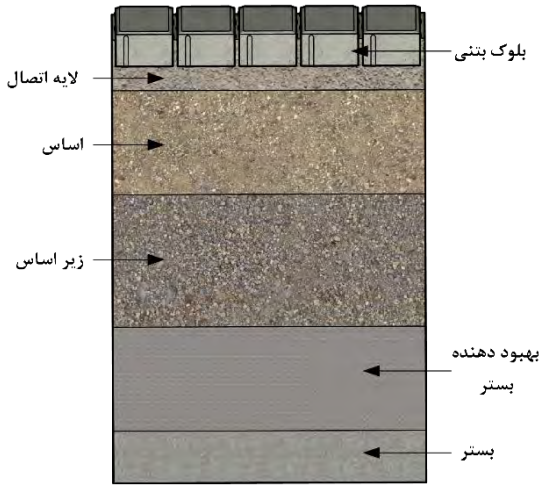
مقدار اسلامپ اسمی (میلی‌متر)	شرایط آب و هوایی محیط		
	شدید	متوسط	ملایم
۱۲۵ ± ۲۵	۲۴ مگاپاسکال	۲۱ مگاپاسکال	۱۷ مگاپاسکال

ب- اجرای روسازی بتن درجا

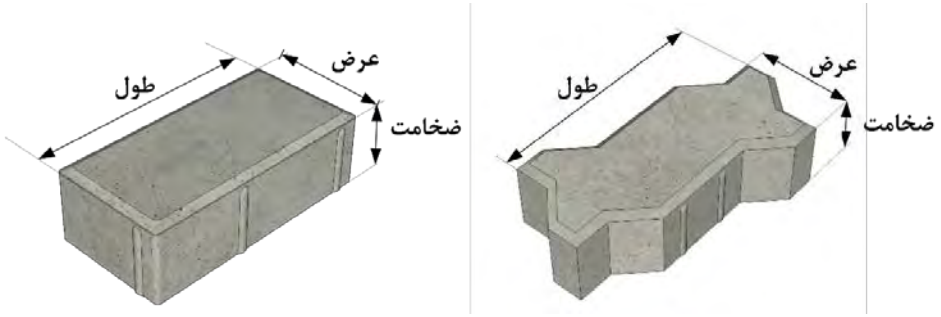
اجرای روسازی باید مطابق ردیف‌های اختلاط، حمل، بتن‌ریزی و تراکم، پرداخت، ایجاد بافت، عمل آوری، بازکردن قالب، اجرای درز و درزگیری فصل سوم ردیف‌های ۳-۳-۸-۲ تا ۳-۳-۸-۹ ضابطه شماره ۷۳۱، دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راه‌ها باشد.

۱۳-۳-۴-۳- روسازی بلوکی

این نوع روسازی باید شامل بستر، لایه‌های اساس، زیراساس، لایه اتصال و رویه باشد که در رویه از بلوک بتنی استفاده می‌شود. نمونه‌ای از مقطع و اجزای این نوع روسازی در شکل ۱۳-۵ نشان داده شده است. در شکل ۱۳-۶ شکل ۱۳-۶- طول، عرض و ضخامت نمونه‌ای از بلوک بتنی نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۵- اجزای اصلی روسازی با بلوک بتنی



شکل ۱۳-۶- طول، عرض و ضخامت نمونه‌ای از بلوک بتنی

مشخصات لایه بستر، زیر اساس و اساس باید به ترتیب مطابق با مشخصات ذکر شده در بندهای پیشین این فصل باشد. در صورت استفاده از مصالح نفوذپذیر در لایه اساس و زیر اساس، باید به بخش "روسازی نفوذپذیر" این فصل و ضابطه شماره ۳۶۶ «راهنمای طراحی و اجرای لایه های روسازی با زهکشی مناسب» مراجعه شود.

۱۳-۳-۴-۳-۱- اجرای بلوک‌های بتنی

اجرای روسازی بلوکی بتنی به صورت صلب و یا غیرصلب مجاز می‌باشد.

الف- روش اجرای صلب

الف۱- لایه اتصال

در روش صلب، باید از ملات سیمانی به عنوان لایه اتصال استفاده شود. ملات سیمانی باید مشخصات فنی مطابق با جدول ۱۳-۶ داشته باشد. انتخاب نوع ملات باید توسط مشاور انجام شود. سنگدانه مصرفی در ملات باید شامل ۷۰ درصد سنگ شکسته با شاخص تورق کمتر از FI_{35} مطابق با استاندارد BS EN 933-3 و ریزدانه‌ها از رده GF85 2/4 (CP) مطابق با استاندارد BS EN 12620 باشد.

جدول ۱۳-۶- مشخصات لایه اتصال

ملات نوع ۱	
حداقل مقاومت فشاری مطابق با استاندارد BS EN 1015-11	۲۵ N/mm^2
مقاومت خمشی	۳/۵ N/mm^2
حداقل مقاومت چسبندگی مطابق با استاندارد BS EN 1015-12	۰/۵ N/mm^2
مدول الاستیسیته مطابق با استاندارد BS EN 13421	۱۵۰۰۰ ± ۳۵۰۰ N/mm^2
حداکثر مقدار جمع‌شدگی مطابق با استاندارد BS EN 445	≤ ٪۰/۱۰
ملات نوع ۲	
حداقل مقاومت فشاری مطابق با استاندارد BS EN 1015-11	۳۵ N/mm^2
مقاومت خمشی	*۴/۵ N/mm^2
حداقل مقاومت چسبندگی مطابق با استاندارد BS EN 1015-12	۲/۰ N/mm^2
مدول الاستیسیته مطابق با استاندارد BS EN 13421	۱۸۰۰۰ ± ۳۵۰۰ N/mm^2
حداکثر مقدار جمع‌شدگی مطابق با استاندارد BS EN 445	≤ ٪۰/۱۰

* شامل استفاده از ملات پرایمر می‌باشد.

۱- مصالح لایه اتصال باید مقاوم در برابر یخبندان بوده و بعد از گیرش (بین ۷ تا ۲۸ روز) بتواند آب را از میان خود عبور دهد.

۲- در تمامی حالات، ملات نوع ۱ را می‌توان با ملات نوع ۲ جایگزین کرد.

لایه اتصال باید به‌صورت یک مخلوط تر یا یک مخلوط خمیری اجرا شود. آب مخلوط باید به میزانی باشد که بلوک‌ها با فشار دست داخل ملات فرو بروند.

مخلوط خمیری باید دارای اسلامپ ۱۵۰ میلی‌متری مطابق با استاندارد BS EN 12350-2 باشد. استفاده از مواد افزودنی شیمیایی برای کاهش سرعت گیرش، کاهش جمع‌شدگی و یا مقدار هوای موجود، پس از تایید دستگاه نظارت مجاز است.

مصالح لایه اتصال باید دارای ضخامت یکنواخت بوده و از آن نباید به عنوان یک لایه تنظیم‌کننده تراز و یا پرکننده استفاده شود. در صورت به وجود آمدن هرگونه اختلال در مصالح لایه اتصال در اثر عبور چرخ یا عابرین پیاده قبل از قرار دادن بلوک‌های بتنی، باید با شمشه‌گیری دوباره یا متراکم‌سازی مصالح به منظور دستیابی به تراکم یکنواخت بعد از قراردادن بلوک‌های بتنی، اقدام نمود.

ضخامت لایه اتصال بعد از متراکم‌سازی باید برابر ۴۰ میلی‌متر برای لایه اتصال با مخلوط تر و برابر ۳۰ میلی‌متر برای مخلوط خمیری باشد.

الف۲- تکیه‌گاه‌ها (قیدها)

در اجرای روسازی بلوکی به روش صلب، استفاده از قیدهای گوشه برای عملکرد روسازی الزامی است. قیدهای گوشه در نقش یک راهنما برای تراز بودن سطوح و فرورفتگی‌ها عمل می‌کنند. قیدهای گوشه باید به اندازه کافی محکم باشند تا در مقابل بار وارد مقاومت کنند. سطح عمودی قیدهای گوشه باید حداقل تا پایین لایه اتصال ادامه پیدا کند. در صورت نیاز به خروج آب از لایه اتصال، قیدهای گوشه باید دارای سوراخ یا شکاف باشند تا اجازه دهند که آب وارد شده به لایه اتصال از آن خارج گردد. در سطح شیب‌دار یا روسازی‌های وسیع، در صورت استفاده از قیدهای میانی فاصله قیدها از یکدیگر باید حداکثر ۱۵ متر باشد.

الف۳- ملات درزها

مشخصات ملات مورد استفاده در درزها باید مطابق جدول ۱۳-۷ باشد. مصالح مازاد باید به سرعت برداشته و سطح بلوک‌های بتنی باید به صورتی پاک گردد که باعث ایجاد لکه در سطح آن‌ها نشود.

جدول ۱۳-۷- مشخصات ملات درزها

الزامات	مقدار مشخصه	
حداقل مقاومت فشاری مطابق با استاندارد BS EN 1015-11	۲۵ N/mm^2	۴۰ N/mm^2
حداقل مقاومت خمشی مطابق با استاندارد BS EN 1015-11	۳/۵ N/mm^2	۶ N/mm^2
حداقل مقاومت چسبندگی مطابق با استاندارد BS EN 1015-12	۱/۰ N/mm^2	۱/۵ N/mm^2
مدول الاستیسیته مطابق با استاندارد BS EN 13421	۱۸۰۰۰ ± ۴۰۰۰ N/mm^2	۲۰۰۰۰ ± ۴۰۰۰ N/mm^2
حداقل چگالی مطابق با استاندارد BS EN 1015-11	۲۰۰۰ kg/m^3	۲۰۰۰ kg/m^3
حداکثر جمع‌شدگی مطابق با استاندارد BS EN 445	≤ ٪۰/۱۰	≤ ٪۰/۱۰

۱- مقاومت واقعی بستگی به بار ترافیکی دارد.

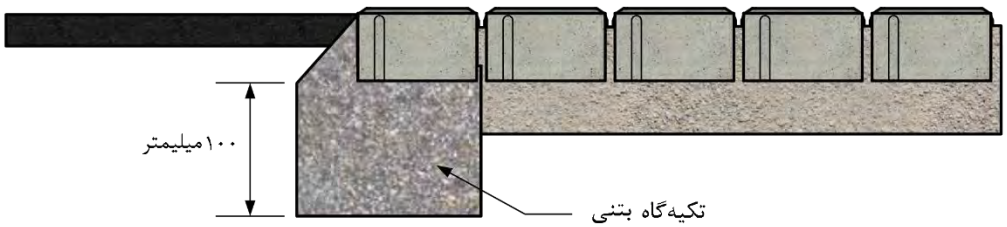
۲- حداکثر اندازه مصالح باید ۳ میلی‌متر باشد.

۳- مصالح ریزدانه خشک و مخلوط‌های سیمانی، به دلیل چسبندگی کم و نداشتن مقاومت در مقابل یخبندان نباید مورد استفاده قرار گیرند.

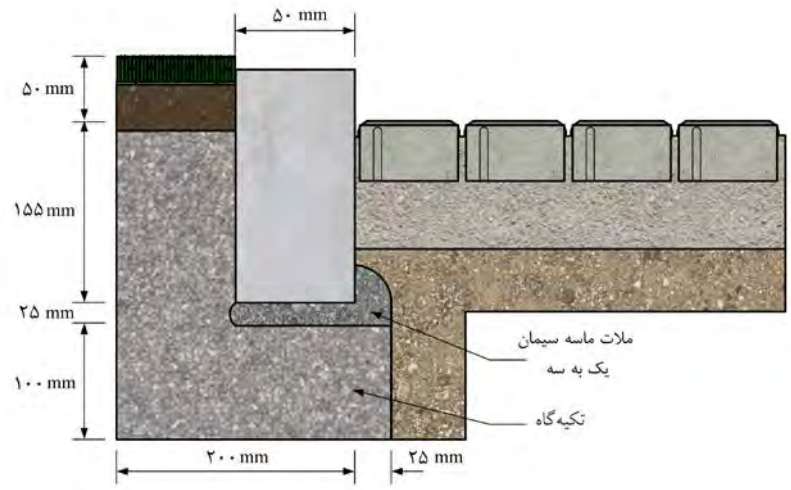
ب- روش اجرای غیرصلب

ب۱- تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای

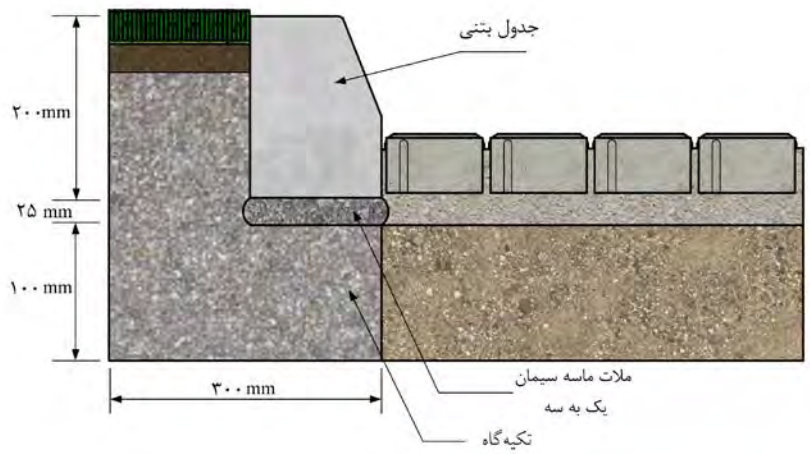
تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای باید در تمام مرزهای محوطه بلوک شده، حتی بخش‌هایی که روسازی بلوکی در مجاورت مصالح انعطاف‌پذیر متفاوت واقع شده (مانند کناره‌هایی که با روسازی آسفالتی برخورد می‌کند)، اجرا شود. تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای در صورت عبور وسایل نقلیه از روی آنها باید در برابر جابه‌جایی مقاوم باشند. در صورت نیاز لایه‌های زیرسازی باید به منظور تقویت تکیه‌گاه حاشیه‌ای و همچنین پی و پشت‌بند امتداد یابد. تراکم لایه‌های روسازی در نزدیکی تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای باید تا زمانی که بتن پی و پشت‌بند به مقاومت کافی برسند، به تعویق بیفتد تا از بروز هرگونه جابه‌جایی تکیه‌گاه جلوگیری شود. در شکل‌های ۱۳-۷ تا ۱۳-۹، انواع متداول تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای برای شرایط مختلف به عنوان راهنما نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۷- تکیه‌گاه در نواحی دارای ترافیک سبک/ در مجاورت یک ساختمان



شکل ۱۳-۸- تکیه‌گاه در نواحی دارای ترافیک سبک وسایل نقلیه و عابرین پیاده



شکل ۱۳-۹- تکیه‌گاه در معابر و توقفگاه‌ها

ب۲- لایه اتصال

مصالح لایه اتصال باید از نوع ماسه طبیعی یا ماسه لایروبی دریا باشد. ماسه شکسته تنها برای پیاده‌روها قابل استفاده است. دانه بندی مصالح لایه اتصال باید مطابق با جدول ۱۳-۸ باشد.

جدول ۱۳-۸- دانه‌بندی مصالح لایه اتصال به روش غیر صلب روسازی بلوک بتنی

اندازه الک (میلی‌متر)	مقدار عبوری از الک (٪)
۸	۱۰۰
۶/۳	۹۵-۱۰۰
۴	۸۵-۹۵
۰/۵	۳۰-۷۰
۰/۰۶۳	۱-۳

درصد رطوبت مصالح لایه اتصال باید به حدی باشد که در صورت فشرده شدن آن، کاملا چسبنده باشند، بدون اینکه رطوبتی روی سطح آن مشاهده شود. چنانچه مصالح لایه اتصال در کارگاه و فضای باز دپو می‌شود، باید روی آنها پوشانده شود تا از اشباع شدن به‌واسطه بارندگی یا کاهش رطوبت به دلیل تبخیر جلوگیری گردد. اگر مصالح لایه اتصال پس از اجرا اشباع شوند، باید جمع‌آوری و با مصالح دارای مقدار رطوبت مناسب جایگزین شوند، یا در محل رها شوند تا به حد کافی خشک و سپس عملیات نصب بلوک‌ها ادامه یابد. ضخامت لایه اتصال به صورت متراکم و رواداری آن باید مطابق جدول ۱۳-۹ باشد.

جدول ۱۳-۹- ضخامت و رواداری لایه اتصال به روش غیر صلب

ضخامت (میلی‌متر)	رواداری (میلی‌متر)
۵۰	+۱۵ -۲۰
۳۰	+۱۰ -۵

آماده‌سازی لایه اتصال باید توسط یکی از روش‌های زیر انجام شود:

- لایه اتصال متراکم: مصالح باید در یک لایه پخش شود و با متراکم نمودن آن با استفاده از دستگاه متراکم‌کننده صفحه‌ای، ضخامت لایه کاهش یافته و سپس سطح با شمشه‌کشی تراز گردد. استفاده از این روش برای نصب بلوک‌ها به صورت ماشینی توصیه می‌شود.
- لایه اتصال متراکم نشده: مصالح باید به‌صورت آزادانه در یک لایه یکنواخت پخش شود و پس از رسیدن به ضخامت مورد نیاز شمشه‌کشی انجام شود.

ب ۳- پر کردن درزها

توصیه می‌شود درزهای بین بلوک‌های بتنی با ماسه سیلیسی خشک دارای دانه‌بندی مطابق جدول ۱۳-۱۰ پر شود. ماسه سیلیسی باید به درون درزهای بین بلوک‌ها جارو شده و درزها را کاملاً پر کند. در ادامه نیز باید دو تا چندبار از دستگاه متراکم‌کننده صفحه‌ای استفاده شود. در صورت نیاز، بعد از متراکم‌سازی و در اوایل بهره‌برداری از روسازی، می توان به درزها ماسه اضافه شود.

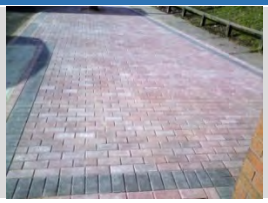
جدول ۱۳-۱۰- دانه‌بندی ماسه برای پر کردن درزها

اندازه الک (میلی‌متر)	مقدار عبوری از الک (٪)
۲	۱۰۰
۱	۸۵-۱۰۰
۰/۰۵	۵۵-۱۰۰
۰/۰۶۳	۰-۲

پ- چیدمان بلوک‌ها

بلوک‌ها باید با فاصله‌ای بین ۲ تا ۵ میلی‌متر (درز بین بلوک‌ها) نصب شوند. برای نصب دستی بلوک‌ها، فرد نصب‌کننده باید بر روی بلوک‌های نصب شده بایستد و احتیاط لازم برای عدم برهم‌زنی بلوک‌ها را رعایت کند. انواع چیدمان بلوک وجود دارد باید در نقشه ها مشخص و مطابق آن، بلوک‌های بتنی نصب شوند. در جدول ۱۳-۱۱ نوع چیدمان و ویژگی‌های آنها به عنوان راهنما ارایه شده است.

جدول ۱۳-۱۱- نوع و ویژگی‌های چیدمان بلوک بتنی

ردیف	نوع چیدمان	کاربرد و ویژگیها	شکل
۱	اتصال متقاطع[۱]	مناسب برای مسیرهای پیاده‌رو و مناطق دارای ترافیک بسیار سبک که در معرض حرکت‌های متداول چرخشی یا ترمز کردن یا افزایش سرعت نیستند. ردیف‌های بلوک‌ها باید در زاویه‌های درست قرار داده شوند.	

۱. Stretcher Bond

۲	اتصال بافت سبدی یا پارکتی[۱]	تنها برای مسیرهای پیاده‌رو مناسب بوده و در مناطق دارای ترافیک نباید اجرا شود	
۳	چیدمان جناغی[۲] (۹۰درجه یا ۴۵ درجه)	برای تمامی کاربردها مناسب است. استفاده از این الگو باعث کاهش خزش شده و بار چرخ‌ها به صورت یکنواخت‌تری در لایه زیرین توزیع می‌گردد.	

ت- تراکم

مصالح لایه اتصال و بلوک‌ها باید با حداقل نیروی موثر ۷۵ kN/m^2 به وسیله دستگاه متراکم‌کننده صفحه‌ای متراکم شود. استفاده از صفحات لرزاننده پلاستیکی یا نئوپرن برای جلوگیری از رسیدن آسیب به سطح بلوک‌ها، مجاز است. ناحیه بلوک شده باید به‌طور کامل هرچه سریع‌تر بعد از نصب بلوک‌ها متراکم شود تا به رواداری مناسب نسبت به تراز طراحی برسد. اختلاف تراز بلوک‌های مجاور نباید بیشتر از ۲ میلی‌متر بوده و درصورت شمشه‌گذاری، میزان ناهمواری (فرورفتگی یا برجستگی) نباید بیشتر از ۱۰ میلی‌متر باشد. در پایان روز کاری، تراکم باید تا محدوده یک متری لبه مقید نشده، انجام شده باشد.

۱۳-۳-۴-۳-۲- کنترل سطح

در کنترل سطح لایه‌های بستر، زیراساس و اساس باید اطمینان حاصل شود که یک بستر مناسب برای اجرا به وجود آمده است. رواداری تراز سطح باید مطابق جدول ۱۳-۱۲ تعیین شود. شیب روسازی تمام شده برای زهکشی سطح باید مطابق جدول ۱۳-۱۳ و همواری سطح روسازی تمام شده مطابق جدول ۱۳-۱۴ باشد. باید تمهیداتی جهت جلوگیری از ورود ماسه لایه اتصال به درون سیستم‌های زهکشی درنظر گرفته شود.

جدول ۱۳-۱۲- رواداری تراز سطح

لایه روسازی	اجرای غیرصلب (mm)	اجرای صلب (mm)
زیراساس	+۲۰ -۱۵	±۱۵
اساس	±۵	±۵
لایه رویه	±۶	±۵

جدول ۱۳-۱۳- شیب روسازی برای زهکشی

نوع زهکشی سطح	محدوده قابل قبول
عرضی	

۱. Basket wave or parquet bond

۲. Herring bond

بلوک‌های ناهموار و هموار	٪۱/۵ تا ٪۷
طولی	
بلوک‌های ناهموار	٪۲/۵ تا ٪۸
بلوک‌های هموار	٪۱/۲۵ تا ٪۸

۱- بعضی از روسازی‌ها را می‌توان با شیب بیشتر نیز اجرا کرد اما برای روسازی‌های مورد استفاده توسط عابرین پیاده مقدار شیب طولی باید حداکثر، ٪۸ باشد.

۲- در مناطقی که سطح روسازی وسیع باشد، شیب نهایی باید ترکیبی از شیب‌های عرضی و طولی باشد.

۳- برای شیب بندی مناطق وسیع را می‌توان به قطعات کوچک‌تر برای زهکشی تقسیم کرد.

جدول ۱۳-۱۴- همواری سطح روسازی

همواری سطح	رواداری
همواری روسازی بعد از نصب	۱۰ میلی‌متر با استفاده از شمشه
اختلاف تراز سطح در بلوک‌های مجاور	۲ میلی‌متر

۱۳-۳-۴-۴- روسازی با رویه موزاییک (سنگ‌فرش بتنی[1])

روسازی موزاییکی، سطحی تقریباً نفوذناپذیر به وجود می‌آورد. زهکشی آب‌های سطحی باید شیب‌دار و در نقشه‌های اجرایی مقادیر شیب آنها مشخص باشد. حداقل شیب عرضی باید ۲/۵ درصد (۱:۴۰) و شیب طولی ۱/۲۵ درصد (۱:۸۰) باشد.

۱۳-۳-۴-۴-۱- بستر و لایه اتصال

بستر این نوع روسازی باید با مصالح مرغوب پر و متراکم شود. سطح اصلی زمین یا خاک بستر باید صاف شده و سپس با رواداری ۲۰± میلی‌متر نسبت به تراز نهایی متراکم شود. در صورت استفاده برای عبور ترافیک سبک، باید یک لایه اساس نیز بر روی بستر اجرا شود. مشخصات بستر و لایه اساس روسازی آسفالتی باید مطابق ردیف‌های ۱۳-۳-۴ باشد.

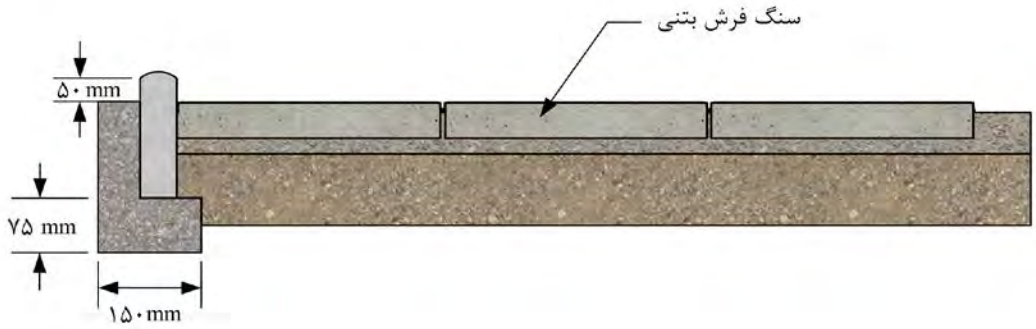
در صورت اجرای موزاییک‌ها بر روی روسازی موجود، لازم است که تراز روسازی موجود اصلاح شود تا سطح موزاییک ها با در نظر گرفتن رواداری، در تراز ذکر شده در نقشه‌ها قرار گیرد. هرگونه مصالح اضافی باید برداشته شود تا امکان اجرای لایه اتصال با ضخامت مورد نظر فراهم شود. در صورت نیاز به افزایش تراز، باید مصالح مناسب در محل ریخته و متراکم شود. باید دقت شود که سیستم زهکشی موجود بعد از اصلاح تراز نیز عملکرد صحیح خود را داشته باشد. **ملات مصرفی باید** با نسبت حجمی ماسه به سیمان ۳ به ۱ یا نسبت حجمی ماسه به آهک ۳ به ۱ ساخته شود. ملات لایه اتصال باید با ضخامتی حدود ۳۰ تا ۳۵ میلی‌متر پخش شود تا بعد از تراکم، ضخامتی معادل ۲۵ میلی‌متر به‌دست آید.

۱۳-۳-۴-۴-۲- اجرای روسازی با رویه موزاییکی

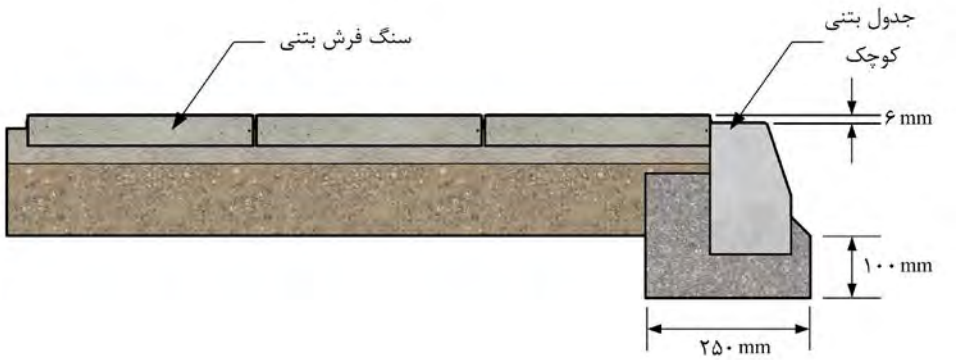
الف- تکیه‌گاه‌ها

موزاییک‌های بتنی، همانند بلوک‌های بتنی باید در کناره‌ها مهار شوند. در شکل‌های ۱۳-۱۰ تا ۱۳-۱۲، انواع متداول تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای به‌عنوان مهارکننده برای شرایط مختلف نشان داده شده است. در زمان اجرای لایه موزاییکی، در

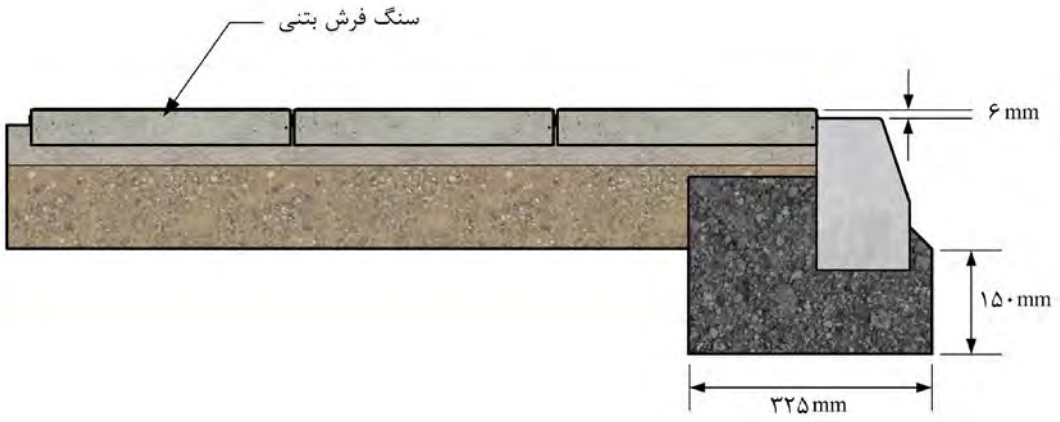
صورت تشخیص مشاور تکیه‌گاه‌های موقت در کناره‌های محوطه موزاییک شده برای جلوگیری از جابه‌جایی، ورود آب به لایه اتصال و یا کمک به محافظت از ملات در برابر یخبندان باید اجرا شوند.



شکل ۱۳-۱۰- تکیه‌گاه به‌صورت بتن پیش‌ساخته (نامناسب برای عبور وسایل نقلیه)



شکل ۱۳-۱۱- تکیه‌گاه به‌صورت جدول‌های کوچک (مناسب برای عبور وسایل نقلیه)



شکل ۱۳-۱۲- تکیه‌گاه به‌صورت جدول‌های بتنی پیش‌ساخته (مناسب برای عبور وسایل نقلیه)

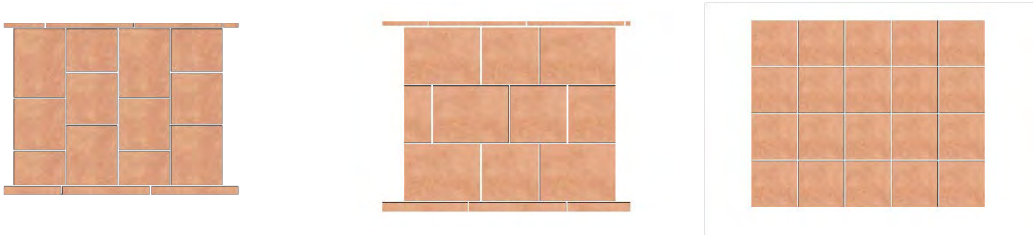
ب- اجرای لایه اتصال و موزاییک

پس از اجرای ملات لایه اتصال، موزاییک‌ها باید به سرعت نصب شوند. ملات‌های سیمانی که آغاز به گیرش کرده و یا از ساخت آن بیش از ۲ ساعت گذشته باشد، باید دور ریخته شوند.

موزاییک‌ها باید به صورت دقیق روی لایه اتصال ملاتی گذاشته شده و به وسیله چکشی چوبی یا پلاستیکی در تراز و راستای مناسب قرار گیرند. عرض درزهای بین موزاییک‌ها باید بین ۵ تا ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. درزها تا عمق ۲ تا ۳ میلی‌متری نسبت به سطح موزاییک باید با ملات ساخته شده با نسبت حجمی ماسه به سیمان ۴ به ۱ پر گردند. سطح موزاییک شده باید تا زمان رسیدن ملات به مقاومت نسبی لازم، در برابر عبور عابرین پیاده محافظت شود.

پ- بندکشی

دو نوع متداول بندکشی موزاییک‌ها، بندکشی شبکه‌ای و بندکشی متقاطع است. بندکشی متقاطع خود به دو دسته بندکشی متقاطع طولی و بندکشی متقاطع عرضی تقسیم می‌شود. انواع مختلف بندکشی موزاییک‌ها در شکل ۱۳-۱۳ نشان داده شده است.



بندکشی شبکه‌ای بندکشی متقاطع طولی بندکشی متقاطع عرضی

شکل ۱۳-۱۳ انواع مختلف بندکشی

۱۳-۳-۴-۵- روسازی با سنگ طبیعی

ساختار و مشخصات لایه‌های روسازی با سنگ‌های طبیعی در صورتی‌که برای معابر ترافیکی استفاده شود، مانند روسازی‌های بلوکی و در صورتی‌که فقط برای عابر پیاده استفاده شود مانند روسازی با رویه موزاییک بتنی است. در انتخاب این نوع روسازی برای محل‌هایی مانند محل‌های عبور نابینایان، ناتوانان با ویلچر و دوچرخه باید دقت شود. چنانچه امکان تأمین همواری لازم امکان‌پذیر نباشد، باید از انتخاب این نوع روسازی اجتناب شود.

۱۳-۳-۴-۵-۱- رویه با ورق‌سنگ طبیعی

ورق‌سنگ از سنگ طبیعی با برش دادن یا جداشدگی به‌دست می‌آید و باید عرض کاری بیش‌تر از دو برابر ضخامت داشته باشد. این نوع روسازی برای انواع فضاهای بیرونی مانند پیاده‌رو، سواره‌رو و همچنین برای پوشش فضاهایی که در شرایط هوای آزاد و در معرض عوامل هوازدگی مانند تغییرات دمایی، باران، یخزدگی، باد و غیره قرار دارند، مجاز است.

اگر در طی تولید، ورق‌سنگ‌های طبیعی در معرض عملیاتی مانند عملیات شیمیایی، لکه‌گیری، بتونه‌کاری یا سایر عملیات مشابه بر روی سوراخ‌ها، شکستگی‌ها و ترک‌های طبیعی سنگ قرار گیرند که ویژگی‌های فیزیکی سنگ تغییر کند، آنگاه باید به‌طور دقیق قابلیت استفاده از آن بررسی و در صورت دارا بودن مشخصات فنی و تایید دستگاه نظارت، از آن استفاده شود.

۱۳-۳-۴-۵-۲- اجرای ورق‌سنگ‌های طبیعی

ورق‌سنگ‌های طبیعی مطابق روش اجرای صلب در بلوک‌های بتنی ردیف ۱۳-۳-۴-۳ این فصل اجرا می‌شوند.

۱۳-۳-۴-۵-۳- رویه با سنگ‌فرش طبیعی

در سنگ‌فرش طبیعی، قطعات سنگ طبیعی حاصل از برش یا جداشدگی نباید دارای عرض کاری بیش‌تر از دو برابر ضخامت (حداقل ضخامت کاری ۴۰ میلی‌متر است) و طولی بیش‌تر از دو برابر عرض خود داشته باشند. استفاده از این روسازی برای انواع فضاهای بیرونی مانند پیاده‌رو و سواره‌رو و نیز برای پوشش فضاهایی که در شرایط هوای آزاد و در معرض عوامل هوازدگی مانند تغییرات دمایی، باران، یخزدگی، باد و غیره قرار دارند، مجاز است.

اگر در طی تولید، سنگ‌فرش‌های طبیعی در معرض عملیاتی مانند عملیات شیمیایی، لکه‌گیری، بتونه‌کاری یا سایر عملیات مشابه بر روی سوراخ‌ها، شکستگی‌ها و ترک‌های طبیعی سنگ قرار گیرند که ویژگی‌های فیزیکی سنگ تغییر کند، آن‌گاه باید به‌طور دقیق قابلیت استفاده از آن بررسی و در صورت دارا بودن مشخصات فنی و تایید دستگاه نظارت، از آن استفاده شود.

۱۳-۳-۴-۵-۴- اجرای سنگ‌فرش‌های طبیعی

روش اجرای سنگ‌فرش‌های طبیعی مطابق روش اجرای صلب در بلوک‌های بتنی ردیف ۱۳-۳-۴-۳ این فصل می‌باشد.

۱۳-۳-۵- روسازی نفوذپذیر

روسازی نفوذپذیر قابلیت عبوردهی آب برای دفع آب‌های سطحی از سطح روسازی را دارد. این نوع روسازی‌ها با رویه‌های بلوکی، بتنی و آسفالتی می‌توانند اجرا شوند.

۱۳-۳-۵-۱- روسازی نفوذپذیر با رویه بلوک بتنی، سنگ‌فرش بتنی و طبیعی

روش اجرای لایه اتصال در این روسازی‌ها باید روش غیرصلب باشد. فاصله درزها باید بر اساس حجم آب سطحی در نقشه‌ها تعیین و مطابق با آن اجرا شوند. مشخصات ظاهری و فنی رویه‌ها باید مطابق الزامات ارائه شده در بخش‌های ۱۳-۳-۴ این فصل باشند. مشخصات لایه‌های زهکش سنگدانه‌ای و مصالح باید مطابق با ضابطه ۳۶۶، راهنمای طراحی روسازی با زهکش مناسب، باشد.

۱۳-۳-۵-۱-۱- روسازی با بتن نفوذپذیر

لایه رویه این نوع روسازی از بتن نفوذپذیر ساخته می‌شود. توصیه می‌شود بتن نفوذپذیر بتنی با اسلامپ نزدیک به صفر و با دانه‌بندی باز متشکل از سیمان پرتلند، مصالح سنگی درشت‌دانه، مقدار کم یا صفر مصالح ریزدانه، مواد افزودنی و آب ساخته شود. ترکیب این مواد باید موجب تشکیل بتنی سخت با منافذ متصل به هم به ابعاد ۲ تا ۸ میلی‌متر شود که آب به راحتی از آن عبور کند.

۱۳-۳-۵-۱-۲- اجرای روسازی بتن نفوذپذیر

با توجه به مشخصات بتن نفوذپذیر، فرآیند اجرای این نوع روسازی با بتن درجای معمولی متفاوت است. برای پخش بتن نفوذپذیر باید از ویبراتورهای صفحه‌ای با فرکانس کم در ترکیب با غلتک‌های سنگین لوله‌ای، کمپکتور صفحه‌ای، قالب‌های لغزان، شمشه لیزری و ماشین‌های مخصوص ریختن بتن‌های نفوذپذیر استفاده کرد.

باید از آب خنک در ساخت بتن نفوذپذیر استفاده شود. استفاده از مواد افزودنی مانند تثبیت‌کننده‌های هیدراسیون، اصلاح‌کننده‌های ویسکوزیته و کاهنده‌های آب برای ایجاد و حفظ روانی مناسب بتن نفوذپذیر به‌ویژه در شرایط هوای گرم توصیه می‌شود.

الف- بتن‌ریزی

تمام عملیات بتن‌ریزی و تجهیزات مرتبط باید به شکلی طراحی و انتخاب شوند که بتن‌ریزی و عمل‌آوری بتن به سرعت انجام شود. در این نوع بتن به علت مقدار کم آب و ساختار متخلل، فاز خمیری در معرض تبخیر بوده و از این‌رو عملیات انتقال و ریختن بتن باید به سرعت انجام شود. چنانچه انتظار می‌رود که دمای محیط در طول بتن‌ریزی و روز بعد از آن به کمتر از ۴ درجه سانتیگراد برسد، عملیات اجرای بتن نفوذپذیر باید متوقف شده یا از پتوهای عمل‌آوری[۱] برای پوشش بتن های ریخته شده استفاده گردد.

ب- تراکم بتن و اجرای درز

تراکم و ایجاد درزهای انقباض در روسازی بتن نفوذپذیر همانند روسازی بتن درجای معمولی است و باید مطابق ردیف ۱۳-۳-۲-۴-۲ این فصل عمل شود.

پ- عمل‌آوری و محافظت

در بتن نفوذپذیر به علت ساختار باز منافذ، سطح بزرگ‌تری در معرض خشک شدن قرار می‌گیرد و از این‌رو، عمل‌آوری این نوع بتن اهمیت بسیاری دارد. در شرایط مطلوب (رطوبت زیاد و سرعت کم باد)، پوشش‌های حفاظتی باید حداکثر ۲۰ دقیقه بعد از تخلیه بتن قرار داده شوند. در شرایط محیطی سخت‌تر، این مدت زمان باید با تشخیص دستگاه نظارت کاهش یابد. پوشش‌های حفاظتی باید ورق پلی‌اتیلن سنگین و مطابق با استاندارد ASTM C171 بوده و دارای ابعاد کافی برای پوشش تمام سطح بتن باشد. استفاده از مواد بافته شده مانند گونی و ژئوتکستایل برای این نوع بتن مجاز نیست. استفاده از مواد عمل‌آوری پاششی توصیه نمی‌گردد. در شرایط آب‌وهوایی نامساعد از جمله دمای زیاد، سرعت زیاد باد یا رطوبت کم، استفاده از مواد کاهنده تبخیر بعد از بتن‌ریزی و قبل از تراکم توصیه می‌شود. برای عمل‌آوری مناسب، پوشش‌های حفاظتی معمولاً باید حداقل ۷ روز برای بتن معمولی و ۱۰ روز برای بتن حاوی مواد سیمانی جایگزین، بر روی سطح بتن باقی بماند. در طول دوره عمل‌آوری باید اقدامات لازم برای جلوگیری از یخ‌زدگی بتن و در عین حال حفظ رطوبت تا زمان دستیابی به مقاومت مورد نیاز انجام شود.

---

۱. Curing blankets

۱۳-۳-۶- جدول

۱۳-۳-۶-۱- اجرای جدول بتنی پیش ساخته

۱۳-۳-۶-۱-۱- حمل جدول

جدول‌ها باید با روش مناسب و ایمن و با استفاده از پالت حمل شوند. از پرتاب جدول‌ها در هنگام جابه‌جایی و تخلیه باید خودداری شود.

۱۳-۳-۶-۱-۲- آماده سازی بستر

پس از انجام عملیات خاکی و اجرای بستر در محوطه، پیمانکار باید ابتدا مسیرهای مجاور راستای جدول را میخکوبی کرده و پس از ارزیابی و برداشت نیمرخ طولی با توجه به خط پروژه و رقوم برداشت شده، رقوم کف تمام شده جدول را مشخص و بر اساس آنها، اقدام به خاکبرداری محل جدول‌ها کند. مسیر دقیق جدول‌گذاری در خطوط مستقیم و قوس‌ها، باید با رنگ پیاده و مشخص شوند. مشخصات لایه‌های زیرین جدول‌ها باید مطابق نقشه‌های مصوب اجرا شوند. در هر صورت تراکم لایه زیرین این نوع جدول‌ها نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد.

کلیه عملیات‌های اجرایی از جمله تأسیسات زیربنایی در زیر محدوده و محل اجرای جدول‌ها قبل از شروع عملیات جدول گذاری باید تکمیل شده باشد.

۱۳-۳-۶-۱-۳- اجرای فونداسیون جدول

جدول گذاری باید روی یک بستر مقاوم و یکنواخت انجام شود. برای فونداسیون جدول باید از بتن با حداقل عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب استفاده شود. سایر مشخصات بتن باید مطابق فصل بتن این ضابطه باشد.

۱۳-۳-۶-۱-۴- اجرای ماهیچه جدول

طرفین جدول‌ها به‌ویژه پشت جدول‌ها برای جلوگیری از تغییرمکان افقی آن باید با ماهیچه‌ای از جنس بتن با عیار حداقل ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب محافظت شود. در مواردی که روسازی مجاور تکیه‌گاه مناسبی برای جدول ایجاد کرده باشد، با تایید دستگاه نظارت نیازی به اجرای ماهیچه نمی‌باشد. ابعاد هندسی این ماهیچه باید در نقشه های اجرایی به‌طور دقیق ارایه شود. با توجه به اهمیت ماهیچه در پایداری جدول، ماهیچه باید با قالب‌بندی مناسب مطابق شکل ۱۳-۱۴ اجرا شود. اجرای ماهیچه به شکل مثلثی مجاز نمی‌باشد. در صورت لزوم می‌توان از میلگردهای ریشه و انتظار در فونداسیون و ماهیچه استفاده شود. اندازه، فاصله و تعداد میلگردها باید در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشند. در محدوده‌هایی که تحت عبور ترافیک سنگین قرار می‌گیرند، نباید از جدول‌های با طول کمتر از ۳۰ سانتی‌متر استفاده شود.

شکل ۱۳-۱۴- نمونه‌ای از اجرای صحیح ماهیچه در طرفین جدول

۱۳-۳-۶-۱-۵- جدول گذاری مسیر

جدول‌های پیش ساخته بتنی باید بدون درز اجرا شوند. در پروژه‌هایی که طول جدول‌های به‌کار رفته کم باشد (حداکثر ۲۰۰ متر طول) با تایید دستگاه نظارت، پیمانکار می‌تواند جدول‌ها را به صورت درزدار اجرا کند. در این صورت جدول‌های پیش ساخته باید پس از تراز و نصب، بندکشی شوند. چنانچه طول جدول گذاری زیاد باشد، باید طبق نقشه‌های اجرایی درزهای انبساط به عرض حداقل ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متر پیش‌بینی شود. فاصله درزهای انبساط نباید از ۶ متر بیشتر باشد. درزهای انبساط باید طبق مشخصات فنی که توسط مشاور ارائه می‌شود پر شوند.

۱۳-۳-۶-۲- جدول بتنی درجا

چناچه مطابق نقشه‌های اجرایی امکان استفاده از جدول‌ها پیش‌ساخته وجود نداشته باشد، با تایید دستگاه نظارت، جدول‌ها به صورت درجا می‌توانند اجرا می‌شوند.

۱۳-۳-۶-۲-۱- آماده سازی بستر

آماده سازی بستر باید مطابق با بند ۱۳-۳-۶-۱-۲ باشد.

۱۳-۳-۶-۲-۲- قالب بندی و اجرای جدول

جدول‌های درجا باید با روش قالب‌بندی دستی و یا دستگاه با قالب لغزان اجرا شوند. قالب دستی می‌تواند از جنس چوب یا فلز باشد. قالب‌ها باید تمیز، صاف و بدون اعوجاج در عمق و در طول قالب بوده و به نحو مناسبی مهار شده باشد. پس از بتن ریزی در قالب‌ها، بتن باید مطابق با الزامات فصل بتن این ضابطه متراکم شود. قالب‌ها بایدطبق برنامه زمان‌بندی مصوب و تا زمانی که سطح بتن رویه پس از قالب‌برداری آسیب نبیند، باز نشوند. بعد از قالب برداری سطوح نمایان باید بلافاصله سابیده شوند تا یک سطح یکنواخت به‌دست آید.

در حالت استفاده از دستگاه قالب لغزان، بتن ریخته شده باید با استفاده از لرزاننده متراکم شود. در هنگام پرداخت نهایی دستی بعد از حرکت دستگاه باید دقت شود که این اقدام باعث ریزش مصالح بتنی جدول و یا ایجاد اعوجاج در

جدول نگردد. باید از جاروهای تمیز برای پرداخت نهایی استفاده شود. فواصل قطع جدول‌ها باید مطابق با مشخصات فنی خصوصی باشد. این فاصله حداکثر ۳ متر پیشنهاد می‌شود. جزییات این قطع در عرض و ارتفاع باید مطابق نقشه اجرایی باشد. باید از مصالح منبسط شونده مطابق مشخصات ذکر شده در نقشه‌ها به ضخامت حداقل ۶ میلی‌متر استفاده شود. پس از پرداخت جدول‌ها باید در اسرع وقت نسبت به محافظت و عمل آوری مطابق با الزامات فصل بتن اقدام گردد.

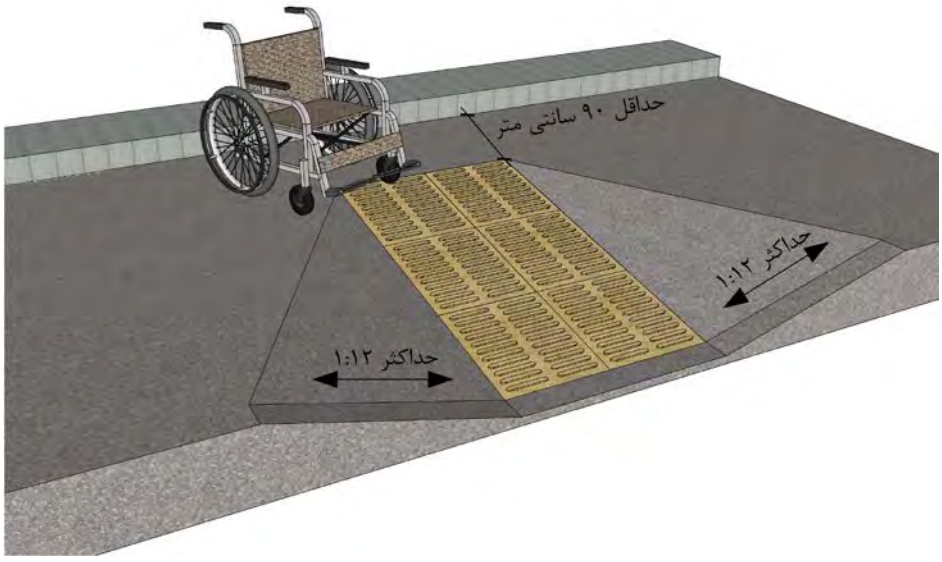
۱۳-۳-۶-۳- جدول با سنگ طبیعی

تمامی ویژگی‌های جدول‌های سنگی از جمله مشخصات ظاهری و فنی باید مطابق با مندرجات ISIRI 17018 بوده و تمامی مراحل بازرسی ظاهری و آزمایش‌های کیفی و معیارهای پذیرش مطابق این استاندارد باشند.

۱۳-۳-۶-۴- جدول شیب دار

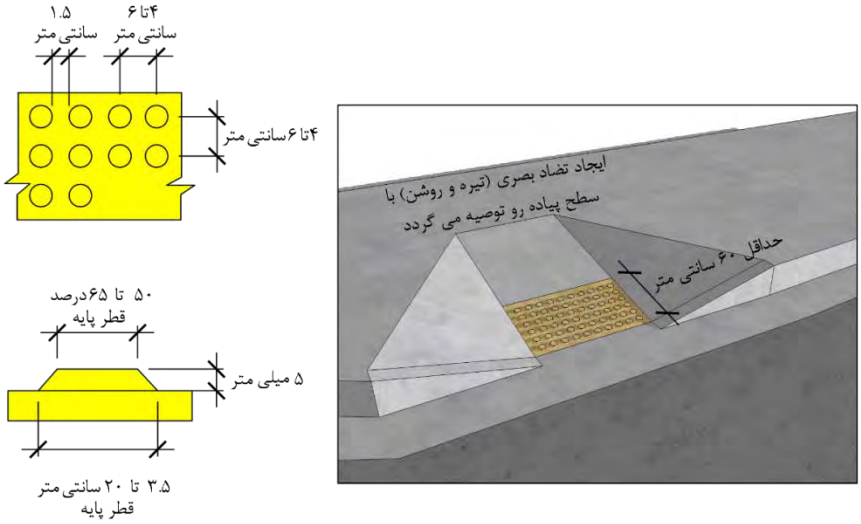
از جدول شیب‌دار برای اتصال دو سطح با تراز مختلف و معمولاً برای سهولت تردد عابران به ویژه ناتوانان جسمی استفاده می‌شود. لبهٔ جدول شیب دار حداکثر می‌تواند ۵ میلی‌متر از سطح سواره رو بالاتر باشد.

کلیه سطوح جدول‌ها شیب‌دار باید زبر بوده و در حالت تر و خشک دارای مقاومت اصطکاکی مناسب در برابر لغزش باشد.در این خصوص باید معیارهای ارزیابی در مشخصات فنی ذکر و پس از اجرا به تایید دستگاه نظارت برسد. استفاده از جدول شیب‌دار ساخته شده با شیب کناری (ماهیچه‌های اطراف) در فضاهایی مجاز است که هیچ گونه مانعی برای تردد وسایل نقلیه ایجاد نکرده و احتمال خطر برای تردد مستقیم را افزایش ندهد. عرض پیاده‌راه منتهی به سطح شیب‌دار و عرض سطح شیب‌دار برای عبور ناتوانان جسمی و ویلچر باید کافی باشد. چنانچه عرض پیاده رو برای دور زدن ویلچر مناسب نباشد، عبور از گوشه سطوح شیب‌دار برای آنها بسیار خطرناک است. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۳-۱۵ مراجعه شود.



شکل ۱۳-۱۵- عبور خطرناک از گوشه جدول شیب‌دار

برای نابینایان باید در سطح جدول‌های شیب‌دار، تمهیدات لازم با تایید دستگاه نظارت، انجام گیرد. در صورتی‌که لبهٔ پایین شیب از جدول منتهی به سطح سواره‌رو شود، باید از سنگ فرش برجسته (نوارهای بساوایی) به طول حداقل ۶۰ سانتی‌متر جهت اخطار و آگاهی مطابق با شکل ۱۳-۱۶ استفاده شود. یک نوار رنگی راهنما با رنگ متمایز باید در سطح مسیرهای منتهی به محل جدول‌های شیب‌دار برای هدایت بصری کلیه عابرین، رنگ‌آمیزی یا نصب شود.



شکل ۱۳-۱۶- نوارهای بساوایی در جدول‌های شیب‌دار در محل‌های منتهی به سواره‌رو

۱۳-۳-۶-۴-۱- اجرای جدول شیب‌دار

الف- آماده سازی بستر

آماده سازی بستر مطابق با بند ۱۳-۳-۶-۱-۲ می‌باشد. با توجه به اینکه سطح جدول شیب‌دار برای تردد عابران به ویژه ناتوانان با ویلچر نیز استفاده می‌شود، تراکم بستر این جدول‌ها باید حداقل ۹۵ درصد باشد.

ب- قالب بندی و اجرای جدول

توصیه می‌شود جداول شیب‌دار به‌صورت درجا اجرا شوند. روش اجرای آن مطابق ردیف ۱۳-۳-۶-۲-۲ جدول‌های بتنی درجا باشد. در اجرای جدول‌های شیب‌دار باید از انطباق دقیق شیب‌ها با نقشه‌های اجرایی و نیز اجرای صحیح محل شکستگی‌ها اطمینان حاصل شود.

پ- کنترل کیفیت و پذیرش جدول‌های شیب‌دار

برای جدول شیب‌دار، از هر سطح، حداقل باید یک نمونه اخذ و مقاومت فشاری و خمشی آن با مشخصات ذکر شده در نقشه‌های اجرایی کنترل شود. البته در صورت تشخیص دستگاه نظارت، نمونه‌های بیشتری نیز می‌توان برداشت.

برای پذیرش، عرض، شیب عرضی و طولی، شیب ماهیچه جدول، عرض بالای جدول (عرض پیاده‌رو) و شیب قبل و بعد از جدول‌های شیب‌دار در عملکرد آن‌ها بسیار مهم هستند. این مقادیر باید به دقت کنترل شده و با نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشند.

۱۳-۳-۷- سطح‌های شیب‌دار در محوطه‌های بیرونی

سطح‌های شیب‌دار در محوطه‌ها به دلیل پستی و بلندی زمین یا با هدف ایجاد مسیر یا منظر ایجاد می‌شوند. برای بدنه جداول شیب‌دار استفاده از خاک، بتن، چوب، آهن و یا سایر مصالح مطابق نقشه های اجرایی مجاز است. رویه این سطح‌ها نیز می‌تواند با انواع مختلفی از روسازی‌های ذکر شده در این فصل و متناسب با جنس بدنه ساخته شود.

۱۳-۳-۷-۱- انواع سطح شیب‌دار

سطح شیب‌دار می‌تواند به شکل هندسی مستقیم و یا غیرمستقیم (دارای چرخش بازاویه‌های مختلف) اجرا شود. در انتخاب جنس سطح شیب‌دار باید به کاربری و شرایط اقلیمی منطقه بسیار دقت کرد. سطح فلزی و چوبی در مناطق با بارش برف و باران به‌دلیل مشکل لغزندگی توصیه نمی‌شود. در صورت استفاده از سطوح شیب‌دار برای عبور ناتوانان و چرخ ویلچر باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

۱۳-۳-۷-۲- مشخصات فنی سطح شیب‌دار

سطح شیب‌دار چه متحرک و چه دایمی باید سخت و زبر باشد و در حالت تر و خشک مقاومت کافی در برابر لغزش داشته باشد. از نصب و جای‌گذاری پوشش‌های موکتی و فرش بر روی سطح شیب‌دار در محوطه باید اجتناب شود. روسازی سطح شیب‌دار می‌تواند از انواع روسازی‌های ذکر شده در این فصل باشد. فقط در صورت خدمت دهی به عابران و کاربران آسیب‌پذیر باید از رویه‌های هموار استفاده شود.

بستر این سطوح باید ازخاک‌های مناسب مانند خاک A1 یا A2 باشد. حداقل تراکم بستر طبیعی سطح شیب‌دار باید ۹۰ درصد باشد. در صورت اجرای سطح شیب‌دار به صورت پیش‌ساخته، حداقل تراکم بستر باید ۹۵ درصد باشد.

۱۳-۳-۷-۳- اجرای سطح شیب‌دار

قبل از شروع نصب یا ساخت انواع سطح شیب‌دار، باید موقعیت آن بر روی بستر پیاده و توسط دستگاه نظارت تایید شود. در هنگام نصب سطوح متحرک، دقت شود که هیچ‌گونه برآمدگی یا فرورفتگی بیشتر از رواداری‌های مجاز در محل اتصال با سطح‌های مجاور در پایین و بالای سطح شیب‌دار ایجاد نشود. باید اطمینان حاصل شود که هیچ‌گونه تغییرشکل یا نشست موضعی در بستر اتفاق نمی‌افتد. در صورتی‌که از لایه‌های خاک برای ایجاد جسم سطح شیب‌دار استفاده شود، لایه‌ها باید در ابعاد تعیین شده به نحوی اجرا شوند که به راحتی متراکم گردند.

در صورت استفاده از بلوک‌های بتنی یا سنگی به عنوان رویه، آنها باید به روش صلب اجرا شوند. در سطح شیب‌دار بتنی، سطح نهایی بتن ماله‌کشی شده، برای اجتناب از ایجاد یک سطح صاف، توسط یک چنگک یا قلم نازک در جهت عمود بر سطح تردد حرکت پایین و بالای شیب، باید شیاردار شود. در اجرا باید دقت شود که در ابتدا و انتهای هر سطح شیب‌دار باید حداقل ۱۵۰ سانتی‌متر سطح صاف و به عرض سطح شیب‌دار به عنوان سطح استراحت باشد. این سطوح باید در هر ۱۰ متر یا هر تغییرجهت و در بالا و پایین سطح شیب‌دار ایجاد شود.

یک نرده محافظ با ارتفاع حداقل ۶۰ سانتمتر متر باید در کل طول سطح شیب دار اجرا شود. نرده محافظ باید حداقل به طول ۳۰ سانتی‌متر در سطح صاف ادامه یابد. زمانی که نرده به عنوان دستگرد و برای گرفتن استفاده می‌شود، باید فاصلهٔ بین دو نرده طرفین بین ۰/۹ تا ۱/۴ متر باشد. برای سطح شیب‌دار با عرض بیشتر از ۳ متر باید نرده میانی نصب شود.

درصورت استفاده از سطح شیب‌دار برای وسایل نقلیه باید تمهیدات ایمنی از جمله نصب حفاظ ترافیکی مطابق آیین نامه ایمنی راه، ضابطه شماره ۲۶۷ در نقشه‌های اجرایی لحاظ شود. تمهیدات مناسب در خصوص تخلیه سریع آب سطحی در پایین دست سطح شیب‌دار باید به نحوی تعبیه شود که با توجه به سرعت آب بر روی سطح، منجر به هیچ‌گونه آب جمع شدگی و فرسایش سطح نشود.

۱۳-۳-۸- پله بیرونی

پله‌ها در محوطه برای ایجاد قابلیت تردد برای عابران طراحی می‌شوند. کلیه اجزا از قبیل پلکان، پله، دماغه، کف پله، خط شیب، پیشانی، پاگرد، میله دستگرد باید مطابق ISIRI 3243 باشد. موقعیت پله، فضای مورد نیاز، شیب و زاویه آن، عرض، طول، ارتفاع، چگونگی قفل و بست و سوار شدن پله‌ها بر روی هم (قائم، زاویه دار) و مصالح مصرفی در پله‌ها باید در نقشه‌های اجرایی توسط مشاور ارایه شود.

۱۳-۳-۸-۱- انواع پله

اجرای پله‌ها در محوطه به دو صورت پیش‌ساخته و یا درجا مجاز است. بدنه پله‌های درجا شامل بستر، بدنه و رویه می‌باشد. بدنه پله‌ها باید با استفاده از بتن مسلح و غیرمسلح، مصالح سنگدانه‌ای یا مصالحی مانند آجر با ملات و یا خاک کوبیده شده اجرا شود. برای قسمت رویه پله‌ها استفاده از مصالح مختلفی مانند بتن (مسلح یا غیرمسلح)، سنگ طبیعی، مصنوعی و یا سایر مصالح بنایی نظیر آجر مجاز است. نمونه‌هایی از الزامات ابعادی پله در شکل ۱۳-۱۷ ارایه شده است.

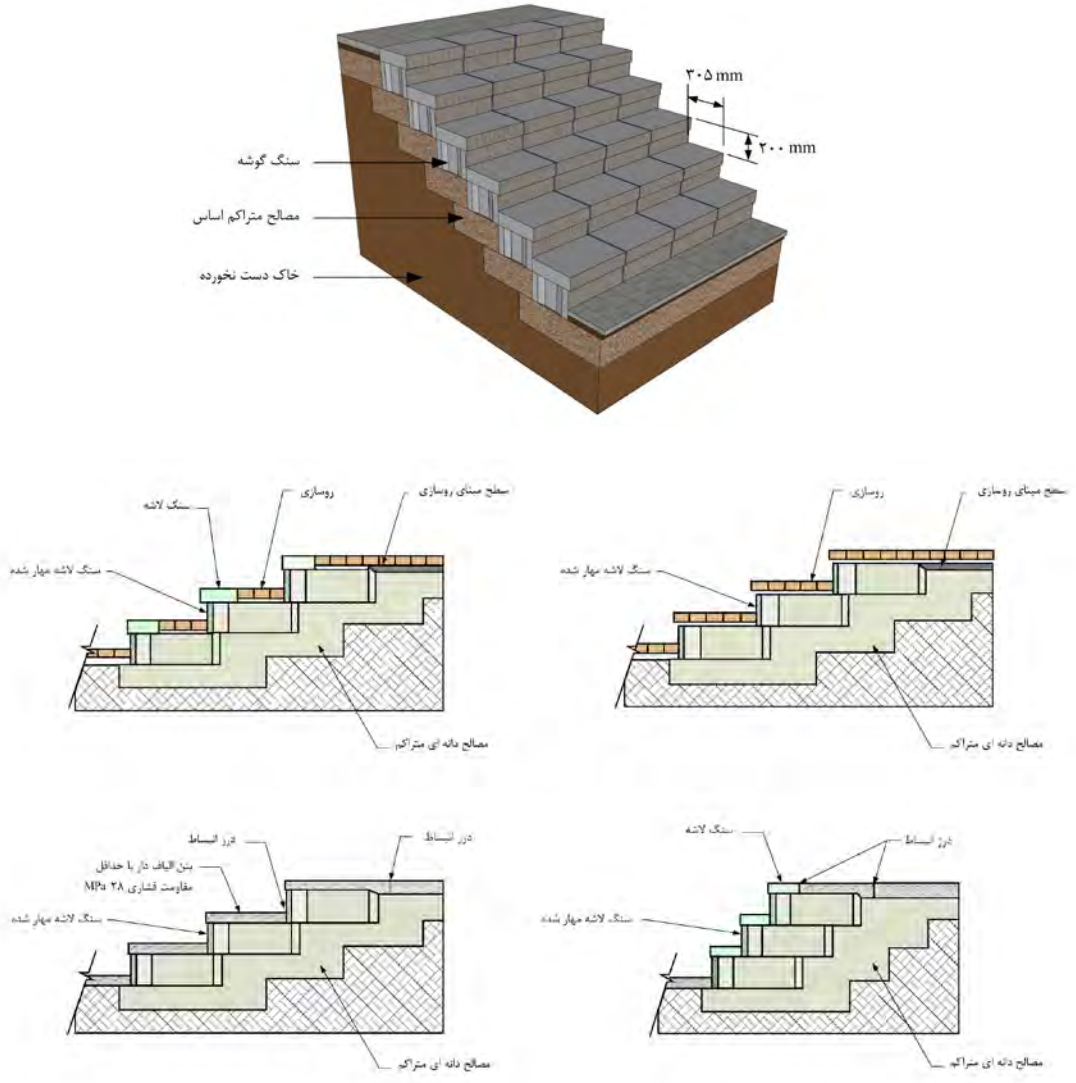
۱۳-۳-۸-۲- اجرای پله

۱۳-۳-۸-۲-۱- میله دستگرد (نرده در پله)

میله دستگرد باید دو طرف پلکان و پاگرد نصب شود. برای پلکان با عرض بیشتر از ۳ متر یک نرده میانی در وسط پلکان باید نصب شود. در صورت استفاده از میله دستگرد به عنوان نگهدارنده، فاصله بین میله دستگردها بلید بین ۰/۹ تا ۱/۴ متر باشد. میله دستگردها باید حداقل به اندزه ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر در طرفین (بالا و پایین) پلکان ادامه یابد. جزییات و مشخصات آن باید در نقشه‌ها آورده شوند.

۱۳-۳-۸-۲-۲- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش

معیارهای پذیرش و آزمایش‌های کنترل کیفیت برای مصالح مورد استفاده باید بر اساس استانداردهای موجود یا بر اساس مشخصات ذکر شده در نقشه‌ها باشد. از هر دستگاه پله حداقل دو نمونه برای هر یک از مصالح مورد استفاده باید تهیه و با مشخصات مطابقت داده شود. رواداری‌های مجاز برای ارتفاع پله ۳± میلی‌متر و کف پله ۶± میلی‌متر می باشد.



شکل ۱۳-۱۷- انواع پله

۱۳-۳-۹- زهکشی و هدایت آب‌های سطحی

۱۳-۳-۹-۱- آماده‌سازی قبل از شروع عملیات اجرایی

مهمترین مواردی که قبل از شروع عملیات اجرای زهکش سطحی باید کنترل شوند، عبارتند از :

- پیوستگی مسیر هدایت آب‌های سطحی در محوطه

- نقشه های اجرایی اتصال به سیستم‌های شهری یا مخازن
- نقشه های اجرایی اتصال سیستم‌های زهکشی به بکدیگر
- نقشه‌های اجرایی اتصال در محل تغییر مقاطع یک سیستم زهکشی
- عدم تداخل مسیرهای هدایت آب با کانال‌های تأسیسات برقی و مکانیکی در محوطه
- عدم کاهش یا حذف کارایی کاربری‌های تعریف شده بدلیل جانمایی سیستم زهکشی

پیمانکار با توجه به نقشه‌های اجرایی مصوب و مطابق مشخصات ذکر شده در قرارداد باید نسبت به تهیه کلیه قطعات پیش ساخته و مصالح و حمل آنها به کارگاه با هماهنگی و تایید دستگاه نظارت اقدام کند.

دستگاه نظارت و پیمانکار برای شروع اجرا یا تغییر سیستم‌های زهکشی در هر مرحله زمانی باید اطمینان حاصل کنند که این عملیات باعث بروز مشکل برای سایر بخش‌های اجرایی پروژه نمی‌شود. به طور کلی زمان شروع عملیات زهکشی باید به نحوی برنامه‌ریزی شود که بستر مورد نظر برای شروع ساخت زهکش‌ها آمده باشد و از دوباره‌کاری یا تخریب مجدد قسمت‌های ساخته شده خودداری شود. دقت شود که سیستم زهکشی نباید منجر به هدایت آب به داخل ساختمان یا کانال‌های تأسیساتی واقع در محوطه شود.

۱۳-۳-۹-۲- انواع سیستم‌های زهکشی

انواع سیستم‌های زهکشی مجاز در محوطه‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

الف- زهکشی سطحی: هدف اصلی زهکشی سطحی تخلیه سریع و مناسب روان‌آب و آب‌های سطحی و در صورت امکان و تایید کیفیت آب، هدایت آن به مخازن تعبیه شده برای آبیاری محوطه یا سایر کاربردها می‌باشد.

ب- زهکشی زیرسطحی: که شامل زهکشی سازه‌ای داخل روسازی (روسازی‌های زهکش) و زهکشی آب‌های زیرزمینی می‌باشد. سیستم زهکشی زیرسطحی با خارج کردن آب نفوذی به روسازی و یا پایین آوردن سطح آب زیرزمینی، ضمن جلوگیری از نشست‌های موضعی محوطه به تقلیل اثرات مخرب آب بر سطح محوطه و افزایش عمر سطوح روسازی کمک می‌کند.

۱۳-۳-۹-۳- آماده‌سازی بستر زهکش‌های سطحی

رقوم نهایی بستر طبیعی، سطح بتن مگر و شیب طولی راستای سیستم‌های زهکشی باید کنترل شود. شیب طولی باید به نحوی اجرا شده باشد که هدایت صحیح آب به راحتی امکان‌پذیر بوده و از طرفی نباید منجر به افزایش سرعت جریان آب و بروز خرابی‌های احتمالی در سطح محوطه شود. بسترهای طبیعی که سیستم‌های زهکشی بر روی آن قرار می‌گیرند، باید به نحوی آماده شوند که هیچ‌گونه نشستی در آنها بعد از اجرای سیستم زهکشی ایجاد نشود. درصد تراکم بستر طبیعی حداقل باید برابر با ۹۰ درصد باشد.

در صورت اجرای یک لایه بتن مگر مطابق با مشخصات فنی به عنوان بستر نهایی، حداقل باید از بتن C12 (بتن با عیار ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) به عنوان لایه زیرین سیستم‌های زهکش استفاده شود.

درصورت نیاز به بستر نرم برای قرار دادن سیستم‌های زهکشی، باید از ماسه مطابق با مشخصات ذکر شده در بخش روسازی‌های بلوک بتنی- لایه اتصال غیر صلب – ردیف ۱۳-۳-۴-۳-۱ جدول ۱۳-۸ استفاده شود.

برای حفظ آب بتن قطعاتی که سطح زیرین آن ها در تماس با خاک قرار دارد، در صورت تشخیص دستگاه نظارت می‌توان از جداساز مناسب مانند نایلون استفاده کرد. مشخصات آن باید مطابق با مشخصات خصوصی در قرارداد بوده و به تایید دستگاه نظارت برسد. برای جلوگیری از جذب آب بتن تازه اجرا شده توسط سطح زیرین، استفاده از نایلون به‌عنوان جداکننده با تایید دستگاه نظارت مجاز است.

۱۳-۳-۹-۴- زهکش‌های سطحی

۱۳-۳-۹-۴-۱- شیب طولی و عرضی سطح روسازی شده

در سطح‌های دارای روسازی، تخلیه آب‌های سطحی توسط شیب طولی و عرضی مناسب روسازی تأمین می‌شود. برای تأمین شیب لازم باید این شیب در بستر روسازی ایجاد و در حین اجرای لایه های روسازی کنترل شود. شیب عرضی و طولی این سطح‌ها باید مطابق نقشه اجرا و توسط دستگاه نظارت کنترل شود.

۱۳-۳-۹-۴-۲- زهکش‌های روباز

برای زهکشی سطحی روباز استفاده از کانیو و کانال‌های رو باز مجاز است.

استفاده از سیستم زهکشی سطحی روباز برای مسیرها و محوطه‌های طولانی فاقد شیب طولی، مجاز نمی‌باشد.

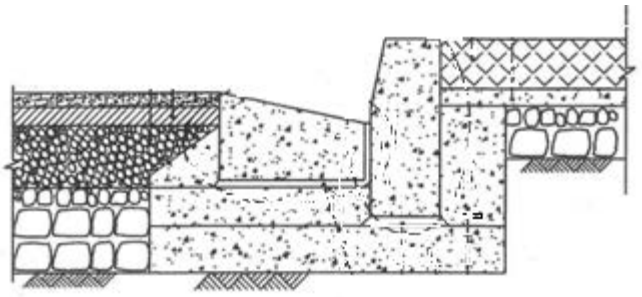
الف- مشخصات مصالح کانال‌های روباز

مشخصات بستر باید مطابق ردیف ۱۳-۳-۹-۳ بستر سیستم‌های زهکشی باشد. برای قطعات پیش‌ساخته بتنی، مشخصات قطعات باید مطابق مشخصات جدول بتنی پیش ساخته ردیف ۱۳-۳-۶-۱ باشد.

باید از بتن رده C۲۵ با حداقل عیار ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن در اجرای کانال‌های روباز استفاده شود. مصالح مصرفی و ضوابط پذیرش باید مطابق با الزامات فصل بتن این ضابطه باشد.

ب- اجرای کانال‌های روباز

در کانال‌های خاکی، دیواره کانال‌ها باید پایدار بوده و ریزشی نباشند. در صورت احتمال خرابی کف کانال، باید دستگاه نظارت تمهیدات مناسبی مانند ایجاد پوشش مگر یا پخش مصالح سنگدانه‌ای در کف کانال را مد نظر قرار دهد. در انتخاب نوع پوشش و دانه بندی مصالح سنگدانه‌ای باید شیب طولی کانال و سرعت آب در نظر گرفته شود. در کانال‌های بتنی به هیچ عنوان نباید درزی در کف آبرو ایجاد شود. لذا استفاده از قطعات پیش ساخته مجزا یا ایجاد درز در بتن درجا برای کف آب‌روها مجاز نیست (شکل ۱۳-۱۸)



شکل ۱۳-۱۸- اجرای کانیوها به شکل درزدار که موجب نقوذ آب به لایه زیرین می‌شود.

در صورت قرار گرفتن در مسیر عبور عابر پیاده یا وسایل نقلیه، کانال‌ها باید به نحوی پوشیده شوند که هیچ‌گونه مشکلی برای تردد ایمن استفاده کنندگان وجود نداشته باشند. در صورت پوشاندن این آبروها با شبکه فلزی، ابعاد و راستای بازشوهای شبکه باید به نحوی باشد که مشکلی برای تردد عابران پیاده و ناتوانان جسمی ایجاد نکند.

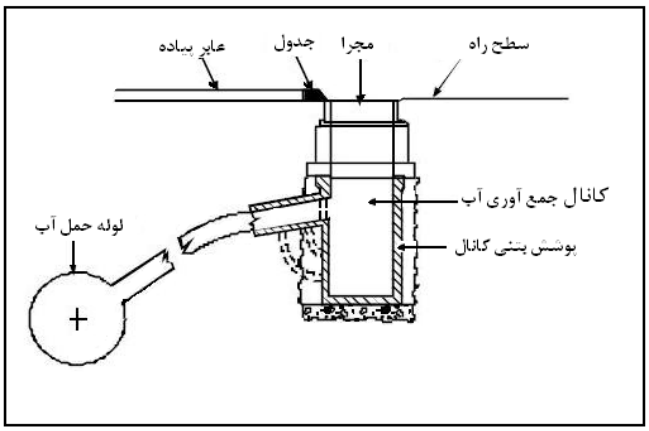
در محل‌هایی که امکان پوشاندن کانال وجود ندارد، عرض کانال روباز نباید بیشتر از ۴۵ سانتی‌متر باشد.

در صورت تعیین محل‌های مشخص برای خروج آب از سطوح روسازی شده، محل و ابعاد ورودی آب به کانال‌ها باید در نقشه‌های اجرایی مشخص شوند. جانمایی و موقعیت محل باید به تایید دستگاه نظارت برسد. ورودی‌ها نباید در مسیر تردد عابران پیاده قرار داشته و کاربری‌های مجاور را دچار مشکل کند.

در کانال‌های با مقطع **مثلثی** (کانیو)، باید عرض واقعی جریان (مقطع عرضی موثر کانال) توسط مشاور تعیین شده باشد. این مقاطع باید متناسب با شرایط اقلیمی منطقه به‌نحوی ساخته شوند که در هنگام بارندگی، عملکرد روسازی مجاور این مقاطع تحت تأثیر قرار نگرفته و ایمنی استفاده‌کنندگان دچار مشکل نشود. در هر حالت عرض آب در کانیوها باید به‌حدی در نظر گرفته شود که عرض مفید سواره‌روها کمتر از ۲/۵ متر نباشد. در معابر پیاده نباید امکان ورود آب از لبه کانیو به داخل معبر پیاده وجود داشته باشد. در کانیوها محل ورودی باید در محل‌هایی قرار داده شوند که حجم آب ورودی منجر به کاهش عرض سواره‌رو یا پیاده‌رو نشده و یا در حدی باشد که عابر بتواند به راحتی از روی آن عبور کند.

۱۳-۳-۹-۴-۳- کانال‌های پوشیده

این نوع زهکش‌ها شامل دریچه‌های واقع در سطح محوطه و کانال‌ها یا لوله‌های طولی است که در زیر سطح قرار دارند. شیب طولی کانال یا لوله می‌تواند مستقل از شیب طولی معابر و محوطه باشد. توصیه می‌شود برای هدایت مناسب آب از جدول استفاده شود. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۳-۱۹ مراجعه شود. استفاده از جداولی که به‌صورت همزمان عملکرد دریچه ورودی و یا لوله را دارند، مجاز است. استفاده از این جداول در مکان‌هایی که امکان انسداد وجود دارد، مجاز نیست. در سیستم کانال‌های پوشیده شده، باید حداقل در هر امتداد یک دریچه بازدید و پاکسازی مطابق نقشه‌ها اجرا شود. در صورتی که راستا بیشتر از ۵۰ متر باشد، برای هر ۵۰ متر نیاز به یک دریچه بازدید می‌باشد.



شکل ۱۳-۱۹- نمونه‌ای از کانال‌های پوشیده با دریچه‌های ورودی و جدول

الف- مشخصات مصالح

تراکم بستر طبیعی کانال‌های پوشیده حداقل باید ۹۰ درصد باشد. در صورت استفاده از ماسه یا بتن مگر مشخصات آنها باید مطابق با بستر زهکش‌ها ردیف ۱۳-۳-۹-۲ باشد. برای قطعات بتنی پیش‌ساخته، مشخصات آن باید مطابق با قطعات جدول پیش‌ساخته باشد. این قطعات قبل از ورود به کارگاه باید به تایید دستگاه نظارت برسند.

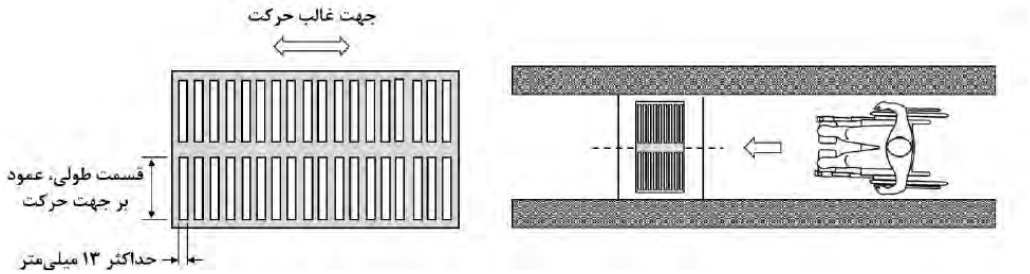
درصورتی که کانال پوشیده شده در معرض بار سنگین از جمله بار ترافیکی قرار گیرد، باید از دال بتن مسلح استفاده شود. در قطعات پیش‌ساخته مسلح، جزییات آرماتورگذاری قطعات باید مطابق مشخصات فنی خصوصی یا نقشه‌های اجرایی باشد. در صورت استفاده از بتن درجا برای ایجاد کانال، مشخصات بتن مورد استفاده باید مطابق ردیف ۱۳-۳-۹-۴-۲ باشد.

درصورت استفاده از لوله، مشخصات آنها باید در نقشه‌های اجرایی به دقت آورده شود. استفاده از لوله‌های پلی اتیلن (PE)، بتن مسلح، یو.پی.وی.سی (UPVC) و جی.آر.پی (GRP) با حداقل مقاومت حلقوی ۱۶ کیلو نیوتن بر مترمربع به شرط تأمین موارد زیر، مجاز می‌باشد:

- لوله های بتنی مسلح باید الزامات ISIRI 8906 را داشته باشند.
- لوله‌های پیل اتیلن باید الزامات ISIRI 14427-1 الی 7-714427 را تأمین کنند.
- لوله‌های جی آر پی باید الزامات ISIRI1073, 11432, 14427-1 را برآورد کنند.
- لوله‌های یو پی وی سی باید الزامات ISIRI 9118, 7669, 2001 را تأمین کنند.

ب- دریچه ها

دریچه جمع‌آوری آب‌های سطحی باید تا حد امکان در خارج از مسیر حرکت عابران پیاده قرار داده شوند. در صورتی که دریچه‌ها در سطح پیاده‌رو قرار گیرند، باید آن‌ها را هم تراز و هم سطح با فضای اطراف تعبیه کرد. فاصله شکاف‌ها در چنین حالتی باید حداکثر ۱۳ میلی‌متر باشد و باید آنها را باید به‌گونه‌ای قرار داد که جهت طولی آن، مطابق با شکل ۱۳-۲۰ عمود بر مسیر غالب باشد.

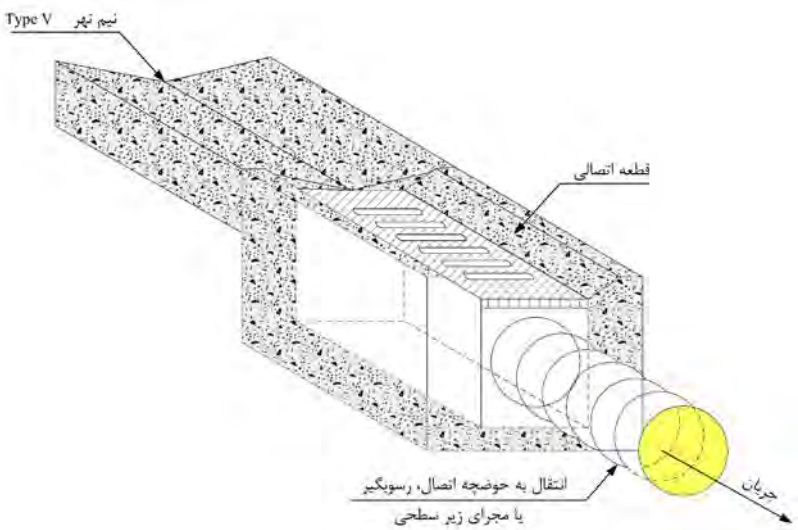


شکل ۱۳-۲۰- جزئیات دریچه‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی در پیاده‌رو

جنس دریچه‌های مشبک می‌تواند از چدن، چدن داکتیل، کامپوزیت، فولاد، فایبرگلاس و پلیمر باشد. در هر صورت لازم است حداقل مقاومت D411 مربوط به استاندارد EN124 را تأمین کنند.

۱۳-۳-۹-۴-۴- ترکیب کانال‌های روباز و روبسته در سیستم زهکشی

در مواردی که ظرفیت آبروهای تعبیه شده جوابگوی حجم روان‌آب پیش‌بینی شده در طراحی نباشد، باید با نصب آبگیر (دریچه ورودی) در فواصل مناسب، مازاد روان‌آب سطحی مطابق با شکل ۱۳-۲۱ به مجرای زیرسطحی منتقل شود. مجرای زیرسطحی باید از نوع لوله یا باکس یا قطعات پیش‌ساخته بتنی باشد. برای جلوگیری از ایجاد رسوب در مقطع لوله باید حداقل شیب طولی یک در هزار در زمان اجرای لوله رعایت شود.

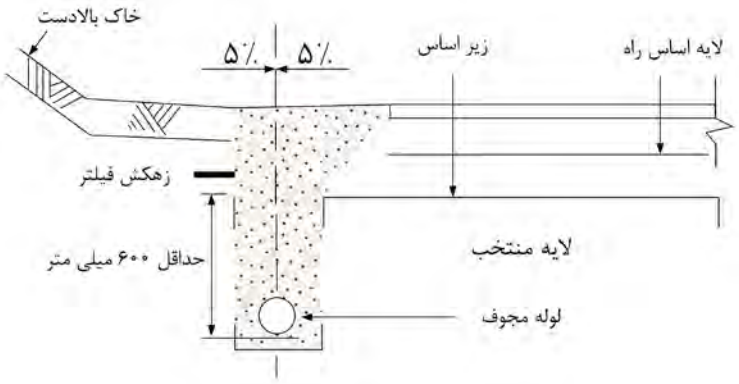


شکل ۱۳-۲۱- نمونه‌هایی از انتقال روان‌آب مازاد بر ظرفیت آبرو به مجرای زیرسطحی با استفاده از آبگیر

۱۳-۳-۹-۴-۵- سیستم زهکش ترکیبی (زهکش فرانسوی)

اجزای یک سیستم زهکش ترکیبی در شکل ۱۳-۲۲ نشان داده شده است.

مشخصات مصالح و مشخصات لوله مشبک (متخلخل) باید مطابق مشخصات فنی عمومی راه ضابطه شماره ۱۰۱ و راهنمای طراحی زهکش مناسب در روسازی‌ها، ضابطه شماره ۳۶۶ باشد. در انتخاب نوع لوله باید شرایط اقلیمی و مشخصات خاک را در نظر گرفت.



شکل ۱۳-۲۲- نمونه شماتیک سیستم زهکشی سطحی ترکیبی (فرانسوی)

نکاتی که باید در نصب لوله‌های زهکشی رعایت شوند عبارتند از:

الف- در صورتی که لوله در کف کانال قرار گیرد، عرض کف کانال حداقل ۱۵ سانتی‌متر بیش از قطر خارجی لوله باشد.

ب- بستری که لوله روی آن قرار می‌گیرد باید تراکم کافی و یکنواخت داشته باشد و لوله نباید روی زمین یخ‌زده، پوشیده از گیاه، لجنی و همچنین روی بستر سنگی قرار بگیرد. به همین منظور باید در کانال، حداقل ۱۰ سانتی‌متر، خاکبرداری اضافی صورت بگیرد و سپس آنرا با ماسه (مطابق مشخصات جدول ۱۳-۸ این فصل) به نحوی پر کرد تا پس از کوبیدن به تراز بستر زیر لوله برسد.

پ- بعد از قرار گرفتن لوله در کف کانال، اطراف و روی آن باید بلافاصله با مصالح زه‌کش مناسب پر شود. روی لوله‌ها باید تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با مصالح زه‌کش پر و توسط تخماق دستی کوبیده شود. بقیه فضای خالی روی لوله باید با لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری پر و با غلتک‌های کوچک مکانیکی کوبیده شود.

ت- برای جلوگیری از نفوذ آب‌های سطحی در کانال‌ها می‌توان قشر نهایی آن را با یک لایه خاک رس غیر قابل نفوذ که ضخامت آن پس از کوبیدن حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد، آب‌بندی نمود.

ث- چنانچه خاک بستر غیر قابل نفوذ باشد، برای جلوگیری از افت تراکم و استحکام آن در برابر نفوذ آب باید دو طرف لوله تا فاصله $\frac{1}{4}$ قطر لوله با خاک رس پر و متراکم شود و یا لوله بر روی بتن مگر در همین فاصله و به ضخامت $\frac{1}{4}$ قطر لوله قرار گیرد. در صورت وجود خاک بستر نفوذپذیر انجام موارد فوق ضرورت ندارد.

ج- در اجرای کلیه مراحل نصب لوله‌ها و خاکریزی روی آنها باید دقت شود که لوله‌ها جابه‌جا نشده و آسیب نبینند.

۱۳-۳-۹-۴-۶- استفاده از لایه آسفالت متخلخل برای عملیات زهکشی سطحی

استفاده از یک لایه آسفالت متخلخل بر روی لایه آسفالتی متداول، برای جذب روان‌آب و هدایت آن با استفاده از شیب عرضی به کناره راه مجاز می‌باشد. مشخصات این نوع مخلوط آسفالتی در بخش روسازی‌های نفوذپذیر این فصل و دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت متخلخل در ضابطه شماره ۱-۳۸۴ سازمان برنامه و بودجه ارائه شده است.

۱۳-۳-۹-۴-۷- آشغالگیرها

آشغالگیرها باید پیش‌ساخته باشند. جنس آشغالگیر می‌تواند از فایبرگلاس، پلی‌اتیلن، فایبرگلاس و پلیمر باشد. توصیه می‌شود سبد آشغالگیر برای سهولت در تخلیه زباله‌ها از جنس پلی‌اتیلن باشد. در هر صورت لازم است جنس، مشخصات هندسی، موقعیت و فاصله آن‌ها از یک‌دیگر در نقشه‌ها مشخص شود. احداث آشغالگیر در محل تردد خودروها مجاز نمی باشد. دریچه آشغالگیرها باید همسطح روسازی باشد و جنس آن به نحوی باشد که حداقل مقاومت D400 مربوط به استاندارد EN124 را تأمین کند.

۱۳-۳-۹-۵- زهکشی زیرسطحی

زهکش‌های زیر سطحی شامل زهکش‌های عمیق برای آب‌های زیرزمینی و زهکش‌های سازه‌ای است که در داخل جسم روسازی قرار میگیرد. این ضابطه فقط زهکش‌های سازه‌ای را شامل می‌شود که در زیر تشریح شده است:

۱۳-۳-۹-۵-۱- زهکش‌های سازه‌ای

انواع روسازی‌های نفوذپذیر در ردیف ۱۳-۳-۵ ارایه شده است که بر حسب شرایط مختلف و عملکرد مورد نیاز نوع لایه‌ها باید توسط مشاور انتخاب شود. برای سایر جزئیات زهکش‌های سازه‌ای ضروری است به ضابطه شماره ۳۶۲ مراجعه شود.

۱۳-۳-۹-۵-۲- دفع آب‌های سطحی

هدایت رواناب‌ها به محل‌های دارای خاک نفوذپذیر مانند حوضچه زیستی، اتصال سیستم زهکشی به شبکه شهری (شبکه دریافت کننده)، استفاده از مخازن ذخیره‌سازی واحداث چاه جذبی از روش‌های دفع آب‌های سطحی است.

۱۳-۳-۹-۵-۳- روش‌های اجرا

الف- حوضچه زیستی (باغچه باران)

برای محوطه‌هایی که امکان جاری شدن روان‌آب بیش از حد در سطوح وجود داشته باشد، برای کاهش مسافت طی شده توسط آب و تخلیه سریع آن استفاده از گودی‌های مرطوب زهکش (حوضچه زیستی) توصیه می‌شود. این سیستم زهکشی برای مناطق با شیب تند توصیه نمی‌شود.

ب- اتصال به شبکه شهری

در اتصال سیستم زهکشی به شبکه شهری علاوه بر اطمینان از کیفیت رواناب، باید ازعدم برگشت جریان (ورود از شبکه شهری به سیتم زهکشی محوطه) اطمینان حاصل شود. سطح تراز سیستم زهکشی محوطه باید بالاتر از سیستم شهری باشد.

پ- مخازن ذخیره سازی

نوع مخزن ذخیره سازی می‌تواند از نوع روزمینی یا زیرزمینی باشد. مشخصات فنی ان باید در مشخصات فنی خصوصی ذکر شود.

ت- چاه‌های جذبی

انتخاب محل چاه باید با توجه به کاربری محوطه، جنس خاک و نوع زمین و سطح آب زیرزمینی منطقه توسط مشاور تعیین شود. در مناطقی که خاک آن به میزان کافی شن و ماسه یا خرده سنگ داشته باشد توصیه می‌شود از چاه جذبی استفاده شود. در صورت استفاده از چاه‌های جذبی باید سطح آب‌های زیرزمینی حداقل ۵ متر از زمین طبیعی، پایین‌تر باشد. در صورتی‌که میله چاه ریزشی باشد، باید با تهیه و نصب کول بتنی، سفالی و یا آجرچینی، ریزش را مهار کرد. اجرای چاه باید با رعایت الزامات ذیل انجام شود:

- **میله زنی:** قطر میله مورد استفاده باید بین ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر انتخاب شود.

توصیه می‌شود عمق میله چاه بین ۱۰ تا ۲۰ متر اختیار شود تا چاه هنگام ایجاد انباره در تحمل نیروهای وارده، مقاوم‌تر بوده و در صورت ریزش احتمالی موضعی، خطر کمتری را ایجاد نماید. میله باید کاملا قائم و شاقولی بوده و انحراف نداشته باشد.

- **انباره کنی:** انباره باید به صورت مخروطی حفر شود، به طوری که قاعده مخروط، پایین و رأس آن، بالا باشد. هرگز نباید انباره با مقطع مربع یا مستطیل حفر شود. کف انباره باید تراز و تخت باشد. انباره را می‌توان در جهات مختلف حفر کرد. طول انباره را می‌توان به هر میزان انتخاب نمود.
- **طوقه چینی و نصب گلدان:** پس از اتمام عملیات حفاری میله و انباره، باید محل و ارتفاع لوله‌های زهکش و محل طوقه در جداره چاه تعیین شود. برای طوقه چینی باید از آجر و ملات ماسه سیمان (به عیار ۳۵۰ کیلوگرم) به صورت گنبدی استفاده شود و در رأس طوقه دهانه آن باید برای نصب گلدان سفالی و یا هر مصالح مقاوم مخروطی شکل دیگری باز باشد.

۱۳-۳-۱۰- فضای سبز (منظر یا سطح نرم)

فضای سبز در محوطه به عنوان بخش جاندار ساختمان و ساختار کالبدی آن محسوب می‌شود. فضای سبز، آرایش دهنده محوطه‌ها، جذب‌کننده پرتوهای مضر خورشید، تعدیل کننده آب‌وهوا، کاهش‌دهنده آلودگی‌های صوتی، جداکننده فضاها و به عنوان محلی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاربرد دارد. برای فضای سبز معمولاً از انواع گیاهان استفاده

می‌کنند. گیاهان مورد بحث در این فصل، انواع چمن‌ها، درختان سایه‌انداز و پوشاننده، درختان سریع الرشد و درختان مقاوم به گردوخاک می باشند.

در مشخصات فنی و نقشه‌های اجرایی باید جزییات فضای سبز شامل نوع و موقعیت فضای سبز توسط مشاور بیان و مطابق آن اجرا شود.

۱۳-۳-۱۰-۱- آماده کردن محل پوشش گیاهی

بر اساس تفکیک انجام شده، باید محل منظر و مرز آن با سایر کاربری‌ها به‌طور دقیق مشخص و پس از تایید دستگاه نظارت نسبت به شروع عملیات منظرآرایی اقدام شود.

۱۳-۳-۱۰-۲- انتخاب خاک

خاک فضای سبز باید مشخصات مناسب برای ایجاد پوشش گیاهی را داشته باشد. درصورت عدم وجود خاک مناسب در محل، باید خاک مناسب پس از تایید دستگاه نظارت به محل حمل و در ضخامت لازم و مطابق رقوم ارتفاعی پیش بینی شده در نقشه‌ها، پخش شود.

۱۳-۳-۱۰-۳- انواع انتخاب نوع پوشش

به‌منظور استفاده حداکثری از شرایط اقلیمی، باید از عوامل تاثیرگذار محل در پوشش گیاهی شناخت داشت. این عوامل عبارتند از توپوگرافی، جهت و اشراف نور، ارتفاع تپه‌ها یا دره‌های واقع در اطراف آن، نوع سطح زمین (طبیعی یا ساخته شده)، جنس، قابلیت نفوذپذیری و دمای خاک. انتخاب گونه‌های مناسب گیاهی برای استفاده در فضاهای منظر باید با توجه به شرایط اکولوژیکی محیط و سازگاری گیاه، فرم، اندازه، نوع، رنگ گیاه، هزینه نگهداری و آبیاری گیاه، محل کاشت و فاصله آنها با تایید مشاور انجام شود.

چنانچه مشاور در نقشه‌های منظر مغایرت‌هایی با شرایط اقلیمی تشخیص دهد، مراتب به همراه پیشنهادات اصلی به کارفرما ارائه می‌شود تا نسبت به تغییر در منظر تصمیم‌گیری و پس از تصویب به پیمانکار ابلاغ گردد.

۱۳-۳-۱۰-۴- ضوابط انتخاب گیاهان در طراحی فضای سبز

انتخاب گیاهان براساس نیاز طراحی، پراکنش جغرافیایی و معیارهای زیبایی‌شناختی باید بر مبنای الزامات ضابطه شماره ۲۰۳، ضوابط طراحی فضای سبز شهری انجام پذیرد.

۱۳-۳-۱۰-۵- چمن‌کاری

در صورت استفاده از چمن باید آنها را در منظرسازی، به‌گونه دائمی در نظر گرفت. انتخاب نوع چمن باید مطابق نقشه‌های مصوب و سازگار با نحوه رشد، اندازه بذر، آب‌وهوا، نوع خاک و مقاومت در مقابل امراض و آفات و روش اجرا باشد.

۱۳-۳-۱۰-۶- طبقه‌بندی چمن

۱۳-۳-۱۰-۶-۱- تقسیم‌بندی چمن براساس کیفیت و نوع استفاده

الف-چمن درجه یک: چمنی که براساس نوع استفاده‌ای که از آن می‌شود در بهترین شرایط قرار دارد؛ یکنواخت، فاقد علف هرز، کچلی، آفت و بیماری است.

ب-چمن لوکس: چمن‌هایی زیبا و یکدست که کاربرد آن به دلیل زیبایی بوده و هدف از کاشت آن، پاخوری نیست. از جمله این نوع چمن‌ها می‌توان به فستوکاو آگروستیس اشاره نمود. معایب چمن لوکس شامل عدم مقاومت زیاد دربرابر پاخوری و ترافیک، آسیب سریع دربرابر کم‌توجهی در نگهداری، طولانی شدن زمان استقرار در زمین، نیاز به زمین صاف و یکدست در زمان کاشت می‌باشد.

پ-چمن کاربردی: این نوع چمن شباهت زیادی به چمن لوکس دارد، پوآ و لولیوم در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند. این نوع چمن سطح یکنواخت و یکدستی ایجاد می‌کند، اما زیبایی چمن لوکس را ندارد. از مزایای این چمن، مقاومت به پاخوری زیاد، هزینه نگهداری کم، تعداد دفعات کوددهی کمتر (کم تیمارتر) می‌باشد معایب آن شامل نیاز به سربرداری زیاد در بهار و تابستان (از جمله لولیوم که رشد کپه‌ای دارد) و احتمال ورود زیاد علف های هرز می‌باشد.

ت-چمن درجه دو: از انواع چمن درجه یک بوده اما به دلایل مختلف نظیر آفات از کیفیت آن کاسته شده است. این نوع چمن علف هرز زیادی داشته و کچل و زردرنگ می‌شود.

ث-چمن تخریب شده: مهم‌ترین ویژگی این نوع چمن آن است که پوشش درست و مطلوبی از چمن وجود ندارد و نقاط کچلی فراوان و انواع علف‌های هرز در آن مشاهده می‌شود.

۱۳-۳-۱۰-۶-۲- تقسیم بندی چمن بر اساس چرخه رشد و شرایط اقلیمی

الف-چمن فصل سرد – چمن سردسیری : این نوع از چمن بهترین رشد خود را در دمای ۱۵تا ۲۴ درجه سانتی گراد دارد و دمای بهینه برای رشد آنها حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. چمن‌های فصل سرد، یخبندان را به خوبی تحمل می‌کنند اما در تابستان که دما ۳۰ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد است، دچار رکود می‌شوند. این چمن‌ها برای مناطق سردسیر و معتدل توصیه می‌شود. از مهمترین چمن‌های سردسیری می‌توان به فستوکاو آگروستیس، پوآ و لولیوم اشاره کرد.

ب-چمن فصل گرم- چمن گرمسیری: بهترین رشد خود را در ۲۶ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد دارند و از مهم‌ترین گونه‌های آن زویسیا و سینودون است. این نوع چمن دارای اندام‌های زیرزمینی مقاوم به سرما هستند.

۱۳-۳-۱۰-۶-۳- انتخاب روش احداث چمن

روش احداث چمن باید با توجه به گونه‌های چمن، نوع منظرسازی محوطه و زمان مورد نیاز برای استقرار چمن توسط مشاور در مشخصات فنی تعیین شود. برای مقایسه چمن‌ها به ضابطه شماره ۲۰۳، ضوابط طراحی فضای سبز شهری مراجعه شود.

الف- بذر کاری: بذرکاری با کمک دست یا به وسیله بذرپاش در یک محوطه کوچک مجاز است. برای این منظور، رعایت الزامات مندرج در استاندارد BS 4428 الزامی است.

ب- پوشش با استفاده از قطعات نواری شکل چمن: در این روش، یک ماشین برش دهنده چمن که چمن را به‌صورت نوار برش می‌دهد، مورد استفاده قرار گیرد. نوارها جمع آوری لوله شده، برای حمل به محل جدید احداث چمن در داخل بسته بندی مناسب قرار داده می‌شوند. چمن نواری باید بلافاصله پس از بریده شدن در محل جدید خود قرار گیرند. قبل از پهن کردن چمن، زمین باید مرطوب شده باشد و سپس نوارهای جداگانه در کنار یکدیگر پهن شوند. برای این نوع روش احداث چمن، رعایت الزامات مندرج در استاندارد BS 4428 الزامی است.

پ- تکه‌کاری: در روش تکه‌کاری، تکه‌های چمن باید به‌صورت چهارگوش‌های کوچک مستطیلی یا دایره‌ای شکل به ضخامت ۵ سانتی‌متر باشند و در کاشت آنها باید مطابق کاشت گیاهان پوششی عمل شود. تکه‌ها در روی زمین آماده شده و باید به‌طور منظم در فواصل ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر در ردیف های متناوب قرار گیرند. سطح فوقانی هر تکه باید با سطح خاک آماده شده همسطح باشد. خاک، هنگام نصب باید مرطوب باشد. برای چمن‌های گرمسیری نیز باید از این روش استفاده شود مگر آنکه مشاور روش دیگری را تعیین کرده باشد. برای سطوح بزرگ، استفاده از روش‌های مکانیزه کاشت نیز مجاز است. برای این نوع روش احداث چمن، رعایت الزامات مندرج در استاندارد BS 4428 الزامی است.

ت- استفاده از اندام رویشی و ساقه‌های رونده : این روش برای چمن‌های گرمسیری، بیش از چمن‌های سرد سیری توصیه می‌شود. اندام رویشی که این قطعات فاقد خاک متصل می‌باشند، باید در فواصل معین در خاک آماده شده، کاشته شوند. این قطعات باید در سطح محل پخش شده و با کمی خاک پوشیده شوند. سپس روی آنها با غلتک یا متراکم کننده‌های دستی متراکم گردد. برای این نوع روش احداث چمن، رعایت ضوابط مندرج در استاندارد BS 4428 الزامی است.

۱۳-۳-۱۰-۶-۴- احداث یک چمن مناسب

الف- زمان کاشت: برای چمن‌های گرمسیری و در مناطق جنوبی توصیه می‌شود چمن‌کاری در بهار انجام شود. برای چمن‌های سردسیری و در مناطق سردتر برای چمن‌کاری توصیه می‌شود در ابتدای فصل پائیز انجام شود.

ب- شیب بندی و زهکشی چمن‌های تازه کاشته شده: در زمین‌های مسطح شیب بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر برای هر یک‌صد مترطول فاصله جهت زهکشی باید اجرا شود. در مکان‌هایی که خاک به‌طور طبیعی شنی است، نیازی به زهکشی نیست.

پ-آماده کردن خاک: آماده کردن صحیح خاک احتیاج به آگاهی در مورد بافت و pH خاک دارد. در این خصوص رعایت تمهیدات مندرج در ضابطه شماره ۲۰۳، ضوابط طراحی فضای سبز شهری الزامی است.

ت- کاشت چمن

ت ۱- بذر: بذر در روی خاک آماده شده باید به‌طور یکنواخت پخش شود. بذر چمن باید با یک ماده همراه مانند ماسه یا خاک سطح‌الارضی مخلوط شود تا به‌طور یکنواخت پخش گردد. بدین منظور بذر یا مخلوط بذر و ماده همراه را باید به دو قسمت مساوی تقسیم کرده، یک قسمت آن در طول زمین و قسمت دیگر را در جهت عمود بر جهت قبلی(با زاویه ۹۰ درجه)پاشید. قراردادن یک مالچ سبک از کاه که عاری از بذر علف هرز باشد بر روی بذر، به نگهداری رطوبت کمک می‌کند. این لایهٔ مالچ همچنین از شسته و جابه‌جا شدن بذر، در اثر بارندگی یا آبیاری جلوگیری می‌کند.

ت ۲- اندام‌های رویشی: اندام‌های رویشی باید در عمق ۵ تا ۸ سانتی‌متر در ردیف‌هایی در روی خطوط با فواصل ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر کاشته شوند. این اندام‌ها باید تا حد امکان به‌صورت یکنواخت در سطح زمین آماده شده، پخش و به‌وسیله یک قطعه چوب به داخل خاک فشار داده شوند. در روش استفاده از ساقه رونده، قطعات به‌طور سطحی پخش شده و باید روی آنها با خاک پوشانده گردد، لذا نیاز به داخل کردن تک تک آنها به درون خاک وجود ندارد. در شروع کاشت، خاک باید مرطوب(نه خیلی خیس) باشد. در صورتی‌که محوطه چمن‌کاری وسیع باشد، باید قسمت های کاشته شده را با پیشرفت کاشت تدریجاً مالچ پاشیده و با غلتک دستی تثبیت کرد.

ث- تأمین رطوبت مورد نیاز: تامین رطوبت یکی از مهم‌ترین مراحل در کاشت چمن است و تا هنگامی که چمن به ارتفاعی حدود ۲۵ سانتی‌متر نرسیده باشد، نباید به سطح خاک اجازه خشک شدن داده شود. آب دادن به چمن، باید چندین بار در روز، هر روز و برای مدت یک ماه انجام شود. باید اندام‌های جدید بدون اشباع شدن خاک، مرطوب باشند. توصیه می‌شود از آبیاری بارانی نسبت به آبپاشی با یک شلنگ باغبانی برای چمن تازه استفاده شود.

ج- اولین چمن‌زنی: اولین چمن‌زنی باید هنگامی انجام شود که چمن به ارتفاع ۶/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر رسیده باشد. چمن را باید تا ارتفاع ۲ تا ۴ سانتی مترکوتاه کرد. پس از این، گونه‌های متفاوت چمن نیاز به ارتفاع متفاوتی برای کوتاه کردن دارند تا ارتفاع آنها در حد معینی حفظ شود. در چمن‌زنی اولیه، توصیه می‌شود چمن‌های بریده شده را جمع و خارج کرد.

۱۳-۳-۱۰-۷- درختان

۱۳-۳-۱۰-۷-۱- انواع درختان و کاربرد آنها

درختان به دو دسته سوزنی‌برگ و پهن‌برگ تقسیم می‌شوند. اکثر درختان سوزنی‌برگ در فصل پاییز برگ‌ریزان ندارند و به آنها درختان همیشه‌سبز می‌گویند. درختان پهن‌برگ اکثرا در فصل پاییز برگ‌ریزان دارند. انتخاب درختان باید طبق

نقشه‌های اجرایی و با تایید مشاور باشد. در جدول ۱۲-۱۵، تعدادی از درختان با خصوصیت و کاربردهای متفاوت برای استفاده در فضای سبز محوطه به عنوان راهنمایی ارائه شده است.

جدول ۱۳-۱۵- انواع درختان و کاربرد/خصوصیت آنها

ردیف	کاربرد / خصوصیت	اسامی درختان
۱	سایه انداز و پوشاننده	عرعر- بیدمجنون- چنار- داغداغان- پائولونیا- شاه بلوط هندی- -درخت لاله-ابریشم- افراسیاه- نارون
۲	با رشد سریع	سرو نقره‌ای- عرعر- دم موشی- زیتون تلخ- چنار- سدروس- افرا سیاه- اقاقیا- پائولونیا- لاله- ابریشم
۳	مقاوم به گرد خاک	عرعر- زالزالک-ژنکیو-چنار-لیلکی امریکایی-ماگنولیا-بیدمجنون-اقاقیا-داغداغان
۴	مناسب خاک اهکی	زیتون معمولی – زربین –سروخمره‌ای – چنار- زبان گنجشک
۵	بادشکن	سرو نقره‌ای – سرو خمره‌ای- اقاقیا – زالزالک- سدروس – گردو
۶	دارای رشد کم	کریپتومریا-زیتون معمولی – ماگنولیا – برگ بو- انجیر – زالزالک- سوفورا
۷	دارای رشد متوسط	ژنکیو- درخت چینی – توری- داغداغان
۸	مناسب خاک اسیدی	عرعر- لیلکی امریکایی – توسکا قشلاقی – اقاقیا
۹	مقاوم به سرما	سرو نقره‌ای- کریپتومریا – چینی – به ژاپنی – ابریشم مصری- ماگنولیا
۱۰	دارای ریشه سطحی	ابریشم –آیلان – سرو نقره‌ای
۱۱	مناسب کاشت در شیب‌ها	ارغوان – سنجد
۱۲	مناسب جلوگیری از فرسایش خاک	توسکا قشلاقی- چنار- بید مجنون – اقاقیا — سرو نقره‌ای
۱۳	با عمر طولانی	زیتون معمولی- شاه بلوط هندی گل سفید- سرو ناز
۱۴	دارای عمر کوتاه	زیتون تلخ – اقاقیا – افرای سیاه
۱۵	مقاوم به بادهای دریایی و آب شور	انواع کاجها –گل ابریشم – زبان گنجشک –توت – صنوبر وسپیدار – اقاقیا – گز – سنجد
۱۶	مناسب برای کاهش صدا	افرا، اقاقیا، چنار و سرو شیراز، کاج ترا و کاج تهران

۱۳-۳-۱۰-۷-۲- ضوابط کاشت درختان و درختچه‌ها

در خصوص ضوابط کاشت درختان و درختچه‌ها علاوه بر رعایت ضوابط ارائه شده در ضابطه شماره ۲۰۳، ضوابط طراحی فضای سبز شهری و استاندارد BS3969-1 رعایت ضوابط زیر نیز الزامی است:

الف- نحوه جانمایی فضای درختکاری (اعم از متمرکز و غیرمتمرکز) باید با رعایت اصول فنی رشد درختان، هماهنگ باشد و توسط مشاور تعیین شود.

ب- تا قبل از کاشت نهال، باید ریشه‌ها را پاشنه‌پوشی کرد. به این منظور ریشه‌ها نباید در معرض نور و هوا باشند و باید اطراف ریشه‌ها با خاک ، ماسه یا کیسه پلاستیکی سیاه پوشانده شود.

پ- شب قبل از کاشت، نهال‌ها باید در آب گذاشته شوند تا ریشه‌ها به اندازه کافی آبگیری کنند، و درصورت ایجاد رقابت اسمزی بین خاک و ریشه، ریشه‌ها آب از دست نداده و خشک نشوند.

ت- گودال کاشت باید حداقل سه برابر عریض‌تر از توده ریشه و با کناره‌های شیب‌دار باشد و عمیق‌تر از توپی ریشه نباشد. درخت باید حدود ۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک اطراف کاشته شود تا امکان فرو رفتن و استقرار یافتن توپی ریشه وجود داشته باشد و از تجمع آب در پای درخت جلوگیری شود.

ث- اگر ریشه لخت باشد، قبل از پر کردن گودال، باید به دقت پهن شود. اگر یک درخت گلدانی کاشته می‌شود، ریشه‌ها باید پهن شده تا از درهم رفتن آنها جلوگیری شود. بعد از قرار دادن درخت در گودال کاشت (در عمق مناسب)، باید به آرامی میخ‌ها یا طناب بسته‌بندی باز شده و پارچه بریده و از اطراف توپی ریشه جدا شود. باید کیسه کف توپی ریشه، باقی بماند زیرا جدا کردن آن ممکن است به ریشه‌ها صدمه بزند.

ج- اگر از سبد سیمی در کاشت نهال استفاده شده است، باید سبد را بدون آسیب رساندن و به هم زدن توپی ریشه، بریده و جدا کرد. طناب یا هر وسیله بسته‌بندی ریشه، برچسب‌ها یا علائم باید از تنه درخت جدا شود تا از حلقه برداری پوست درخت جلوگیری شود. باید به آرامی گودال کاشت را از همان خاکی که قبلاً از حفره بیرون آورده شده پر کرد، بدون آنکه خاک دیگری یا حتی کود به آن اضافه گردد.

چ- درصورت استفاده از مواد اصلاح‌کننده خاک، اختلافات ایجاد شده در اندازه خلل‌وفرج خاک ممکن است باعث بروز مشکلاتی در خصوص حرکت آب، نگهداری آب و رشد ریشه بین توپی ریشه و گودال کاشت و خاک اطراف شود. بدین منظور باید حفره را تا نصف از خاک پر کرد، خاک را محکم فشرد و آبیاری کرد تا خلل‌وفرج هوا پر شود و از تماس بین ریشه‌ها و خاک اطمینان حاصل شود.

ح- باید پس از پر کردن گودال، درخت را باید کاملاً آبیاری کرد. در کاشت نهال، مالچ باید در اطراف درختان تازه کاشته شده قرار داده شود تا به حفظ رطوبت خاک و کاهش رقابت رطوبت کمک کند. عمق مناسب جهت مالچ ۸-۵ سانتی‌متر توصیه می‌گردد و باید مالچ را به اندازه ۱۵ سانتی‌متر دورتر از تنه درخت ریخت تا از مشکلات بیماری و آسیب جوندگان جلوگیری شود.

خ- اگر نیاز به استفاده از کود در هنگام کاشت نهال باشد، باید از کودهایی که به آرامی در خاک آزاد می‌شوند، استفاده نمود و نباید بیش از نیم کیلو نیتروژن در ۹ مترمکعب خاک مصرف شود. از مصرف کودهایی که سریعاً در خاک آزاد می‌شوند باید اجتناب شود تا باعث سوختگی گیاه نشوند.

د- فقط شاخه‌های اصلی بیمار یا شکسته در هنگام کاشت باید هرس شوند.

۱۳-۳-۱۰-۷-۳- انبارش

به منظور انبارش گیاهان و درختان رعایت ضوابط زیر الزامی است:

الف- گیاهان و درختان باید در اسرع وقت پس از تحویل در محل کاشته شوند.

ب- مواد گیاهی قبل از کاشته شدن، باید از قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید محافظت شوند.

پ- گیاهانی که در روز ورود به محل کاشته نشده‌اند باید در مناطق سایه‌دار، از باد محافظت شوند و تا زمان کاشت از آبرسانی بهره‌مند گردند.

ت- هیچ گیاهی نباید بیش از ۳ روز قبل از کاشت در محل نگهداری شود.

۱۳-۳-۱۰-۸- فلاورباکس

موارد زیر باید در جانمایی و اجرای فلاورباکس‌ها در نظر گرفته شود:

الف- مشخصات و ابعاد این المانها باید با نوع پوشش گیاهی مورد استفاده مطابقت داشته باشند.

ب- جانمایی و نصب این المانها باید به شکلی باشد که هیچ گونه خطری برای استفاده کنندگان محوطه ایجاد نکند.

پ- این المانها باید پایداری و دوام لازم را در برابر بارهای وارده وشرایط اقلیمی داشته باشند.

ت- سیستم آبیاری آنها باید هیچ‌گونه خطری برای سایر المانهای محوطه نداشته باشد. همچنین آب مازاد قابل انتقال به سیستم زهکشی محوطه باشد.

ث- نگهداری این المانها به سهولت امکان پذیر باشد.

۱۳-۳-۱۰-۹- چمن مصنوعی

۱۳-۳-۱۰-۹-۱- مشخصات مصالح

چمن‌های مصنوعی مورد استفاده بر اساس این ضابطه باید الزامات استاندارد ISO 4892-2 را تأمین نماید. نخ‌های موجود در این کفپوش‌ها باید در برابر اشعه ماورا بنفش دوام لازم را داشته باشند.

۱۳-۳-۱۰-۹-۲- اجرا

اجرای چمن مصنوعی باید مطابق دستورالعمل تولید کننده و با تایید دستگاه نظارت انجام شود.

۱۳-۳-۱۱- کنترل کیفیت کارهای منظر

کارهای منظر در تمام مدت زمان اجرا، باید توسط پرسنل مجرب انجام گیرد. کلیه مواد مصرفی در کارهای منظر قبل از ورود به کارگاه باید به تایید دستگاه نظارت برسد. در خصوص محصولات تولید شده به صورت بسته بندی، گواهی‌ها و استانداردهای مورد نیاز باید به دستگاه نظارت ارائه شود. دستگاه نظارت باید از هر نوع محصول وارد شده به کارگاه، حداقل دو نمونه اخذ و برای ارزیابی و انجام آزمایش‌های لازم مطابق مشخصات فنی خصوصی اقدام نماید.

۱۳-۳-۱۲- علائم

۱۳-۳-۱۲-۱- انواع علائم

انواع علائم به شرح ذیل است:

- علایم ترافیکی شامل انواع تابلوهای ترافیکی و خط کشی‌ها
- علائم اطلاعاتی شامل تابلوهای اطلاع‌رسانی همگانی (اعلانات)، تزئینی و عمومی
- علائم ایمنی شرایط اضطراری (فرار اضطراری)

- علائم ایمنی اطفای آتش
- علائم ایمنی کمک‌های اولیه
- علائم خطرات ویژه (خطر پرتوهای رادیو، لیزر، یون‌ساز، بیولوژیکی و ...)
- علائم ایمنی در محیط های صنعتی (شامل تابلوهای ممنوعیت، اخطاری، الزام آور)
- علائم ایمنی کارگاهی

در نقشه‌های اجرایی باید جزئیات کلیه علایم شامل متن‌ها، نمادها و ابعاد آنها، جنس و مشخصات مصالح، محل دقیق و نحوه نصب مشخص باشد.

در هنگام جانمایی و نصب علایم باید الزامات زیر رعایت شود:

الف- به راحتی دیده شوند.

ب- به راحتی پیام خود را به کاربران منتقل کنند.

پ- با یکدیگر در تضاد نبوده و باعث ایجاد سردرگمی نشوند.

ت- کارایی یک‌دیگر به‌ویژه کارایی تابلوهای اضطراری یا مربوط به خطرات ویژه را کاهش ندهند.

ث- خطری برای استفاده‌کنندگان از محوطه ایجاد نکنند.

ج- در محل‌های مورد نظر قابلیت نصب داشته باشند.

چ- در شبانه روز و شرایط اقلیمی مختلف قابلیت کاربردی خود را حفظ کنند.

ح- باعث ایجاد منظر نامناسب در محوطه نشوند.

خ- باعث از بین رفتن کارایی ایمن سایر المان‌های نصب شده در محوطه نشوند.

۱۳-۳-۱۲-۲- علائم ترافیکی

علائم ترافیکی در معابر و محوطه‌های مجتمع‌های ساختمانی برای راحتی و ایمنی کابران نصب می‌شوند. انواع کلی علائم ترافیکی به شرح زیر است:

الف- علائم عمودی (تابلوهای ترافیکی): باید در کنار راه یا بالای مسیر عبور نصب شوند. این علائم شامل موارد زیر است:

- تابلوهای اخطاری
- تابلوهای انتظامی
- تابلوهای اخباری (تسهیلات)
- تابلوهای هدایت مسیر
- تابلوهای متمم
- سایر تابلوها

ب- علائم افقی (خط کشی‌ها): این علائم و نوشته‌ها باید روی سطح رویه با استفاده از انواع رنگ‌های ترافیکی (سرد، گرم و دو جزیی)اجرا شوند. انواع خط کشی‌ها به شرح زیر است:

- خط کشی طولی
- خط کشی عرضی
- خط نوشته و پیکان
- خط کشی هاشور و جناغی
- سایر خط کشی‌ها

تعاریف و جزییات موارد فوق باید مطابق ضابطه ایمنی راهها، جلد سوم، ضابطه شماره ۳-۲۶۷ باشد.

۱۳-۳-۱۲-۲-۱- مشخصات فنی

الف- تابلوها

طرح گرافیکی، ابعاد اندازه و نوع بازتابنده (شبرنگ) تابلوهای ترافیکی اخطاری، انتظامی، اخباری، مکمل و سایر تابلوها باید مطابق با ISIRI 14815-2 (ملزومات مهندسی ترافیک علائم عمودی ثابت: ویژگی ها و مشخصات فنی) و مشخصات فنی خصوصی باشد. رئوس تمام تابلوهای راست گوشه، مثلثی و نوک‌دار باید گرد شود. به‌کارگیری تابلو با رئوس غیرگرد، تنها در شرایط زیر مجاز است:

- اگر پهنای صفحه تابلو بیش از ۲/۵ متر و ارتفاع آن بیش از ۰/۷۵ متر باشد.
- زاویه رأس تابلو قائمه یا منفرجه باشند.

ابعاد تابلوهای هدایت مسیر و جزئیات طراحی این تابلوها باید مطابق با ISIRI 16134 به شماره ۱۶۱۳۴ (معابر شهری- تابلوهای هدایت مسیر- آیین کار) باشد.

تابلوها باید به‌گونه‌ای ساخته شوند که در مقابل عوامل مخربی چون بادهای شدید، زمین‌لرزه، رطوبت، حریق و غیر آن، از مقاومت کافی برخوردار باشد.

نوع و جنس مصالح تابلوها، اتصالات و پایه‌های نگهدارنده آنها باید بادوام و مقاوم بوده و پوسیده و خراب نشوند. بدین منظور مشخصات فنی اجزای انواع تابلوها باید مطابق با استانداردهای ۱۹۷۹۴ (معابر شهری- تابلوهای انتظامی) و ۱۶۱۳۴ (معابر شهری- تابلوهای هدایت مسیر- آیین کار) باشد.

شبرنگ مورد استفاده در ساخت صفحه تابلوها باید با استاندارد ASTM-4956 مطابقت داشته باشد. مشخصات و ویژگی‌های هر یک از انواع شبرنگ‌ها از جمله حداقل بازتاب رنگ‌های مختلف و حداقل عمر مفید باید مطابق ISIRI 19794 و ISIRI 16134 باشد.

پایه تابلوها می‌تواند از لوله، قوطی، نبشی یا تیرآهن باشد. در هر صورت برای جلوگیری از پوسیدگی پایه‌ها، باید با استفاده از پوشش گالوانیزه و یا ضد زنگ به همراه رنگ خاکستری یا سفید، آن‌ها را به‌طور کامل پوشش داد. بر روی پایه‌ها،

چارچوب‌ها و متعلقات، نباید از مواد و رنگ‌های بازتابنده استفاده شود. پایه تابلوها در قسمتی که در تماس مستقیم با خاک است، باید قیر اندود شود. پایه‌های توخالی، باید کلاهک داشته باشند. کلاهک پایه‌ها، باید از جنس ورق فلزی، چوب سخت یا مواد پلاستیکی مقاوم در برابر عوامل جوی باشد.

شالوده تابلوها، باید با توجه به شرایط محلی و ظرفیت باربری خاک و سطح بادگیر تابلوها، به دو صورت مسلح و غیر مسلح توسط مشاور انتخاب شود. مشخصات مصالح سنگدانه‌ای، سیمان و بتن باید مطابق مشخصات فصل بتن این ضابطه باشد. جزئیات مربوط به طرح و اجرای شالوده تابلوها باید مطابق با ISIRI 19794 و ISIRI 16134 باشد.

ب- رنگ‌های خط کشی

استاندارد کیفی رنگ سرد باید مطابق با ISIRI 21194 و استاندارد EN1871 باشد.

استاندارد کیفی رنگ گرم باید مطابق با ISIRI 21194 و استانداردهای EN1871 وAASHTO M249 باشد.

استاندارد کیفی رنگ دوجزئی باید مطابق با ISIRI 21194 و استاندارد EN1871 باشد.

دانه‌های شیشه‌ای مطابق با ISIRI 10547,10548,8040 و استاندارد EN BS1423 باشد.

ضخامت و عمر مفید انواع خط‌کشی ها باید در مشخصات فنی خصوصی توسط مشاور آورده شود. در خط کشی‌های ترافیکی عمر مفید متناظر با ۵۰ درصد کیفیت پوشش اولیه رنگ خط کشی است، مشروط به اینکه سایر مشخصات خط‌کشی در حدود قابل قبول باشند. عمر مفید انواع رنگ‌ها باید مطابق با جدول ۱۳-۱۶ در نظر گرفته شود.

جدول ۱۳-۱۶- ضخامت و عمر مفید انواع خط‌کشی‌ها

مواد خط کشی	روش اجرا	ضخامت فیلم خشک (میکرون)		عمر مفید (ماه)
		حداقل	حداکثر	
رنگ سرد	اسپری	۳۸۰	۶۵۰	۹
رنگ گرم	اسپری	۱۵۰۰	۲۵۰۰	۱۸
	اسکرید	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۳۶
	اکستروژن	۳۰۰۰	۶۰۰۰	۳۶
	اکستروژن (ارتعاشی)	۳۰۰۰	۶۰۰۰	۳۶
رنگ دو جزیی	اسپری	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۸
	اسکرید (دستی، رول یا کاردک)	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۲۴
رنگ دو جزیی ضد سر خوردگی	اسکرید (دستی، رول یا کاردک)	۱۵۰۰	۲۵۰۰	۲۴

۱۳-۳-۱۲-۲-۲- نصب تابلوها

در هنگام نصب تابلوها باید الزامات ذیل رعایت شود:

الف- به منظور تأمین هر چه بیشتر ایمنی تردد سواره و پیاده، باید فواصل و ارتفاع‌های تعیین شده در ISIRI 14815-3 برای نصب تابلوها رعایت شود.

ب- به طور کلی ارتفاع نصب تابلو باید به نحوی باشد که امکان برخورد عابرین پیاده با آن نباشد.

پ- در الصاق تابلوها بر بدنه خارجی ساختمان‌ها باید از بست‌های نگهدارنده فولادی و رول‌پلاک فلزی استفاده شود، به‌نحوی که تابلو از استحکام مطلوبی برخوردار باشد. تعداد و کیفیت بست‌ها و نگهدارنده‌های مذکور باید به‌نحوی تنظیم شود که تنها نیمی از آنها نیز برای مقاومت در برابر کلیه شرایط احتمالی کافی باشد.

ت- بست‌ها و قطعات اتصال تابلو به پایه‌ها باید متناسب با ابعاد تابلوها تعیین شود. این قطعات باید مقاومت لازم در برابر بارها و تنش‌های وارده ناشی از وزن تابلو و نیروی باد را داشته باشند. پیچ، مهره و قطعات مربوط، باید از جنس فولاد گالوانیزه و یا فولاد با پوشش رنگ الکترواستاتیک باشند. نوع و تعداد بست‌ها باید توسط مشاور تعیین شود.

ث- هر نوع تابلو، به استثنای تابلوهای موقت، باید به‌طور پایدار نصب گردند. توصیه می‌شود تابلوها در سمت راست جهت حرکت و با زاویه ۹۰ تا ۹۳ درجه با محور مسیر و در قوس‌های راستگرد، به منظور تأمین دید بهتر، تابلو در سمت چپ جهت حرکت نصب شود.

ج- تجمع علایم در یک محل، موجب می‌شود که استفاده‌کنندگان نتوانند پیام تابلوها را به سهولت دریافت کنند. بنابراین، باید حتی‌المقدور از تجمع تابلوها در یک مکان، جلوگیری شود. در صورتی که در یک نقطه یا در یک فاصله کوتاه، نصب تابلوهای متعدد ضرورت داشته باشد، باید کوشید تا ضمن رعایت اصول مذکور در بندهای قبلی، تابلوهای مهم‌تر و مربوط به جریان حرکت، بیشتر جلب توجه نمایند.

چ- باید از پوشانده شدن علائم راهنمایی و رانندگی با شاخه‌های درختان و گیاهان جلوگیری به‌عمل آید. بدین منظور باید گیاهان را کوتاه و درختان را هرس یا جابه‌جا نمود. چنانچه تابلوها در فصول پاییز و زمستان نصب شوند، باید با در نظر داشتن رشد برگ‌ها در بهار، محل مناسبی را برای نصب تابلو انتخاب نمود. در مورد تابلوهای کم ارتفاع، ضروری است که به منظور جلوگیری از موانع دید توسط گیاهان و علف‌ها، اطراف تابلوها را متناسب با شرایط محیط به صورت یک مثلث، عاری از گیاه و علف نموده و با شن و سنگریزه پر کرد.

ح- تابلوهای راهنمایی و رانندگی، به خصوص در حریم تقاطع‌ها، مانع دید مطلوب رانندگان در تقاطع‌ها می‌شوند. لذا هنگام نصب تابلو در هر تقاطع باید دقت نمود که تقاطع و وضعیت تردد در آن، از نظر رانندگان و دوچرخه‌سواران و عابرین پیاده، پوشیده نماند. در مواردی که تأمین دید مطلوب مقدور نباشد باید با بررسی‌های لازم، بهترین موقعیت را در شرایط موجود برای نصب تابلو انتخاب نمود.

خ- نصب تابلوها و سازه علائم باید به‌صورتی باشد که لبه تابلو حداقل ۱/۸۰ متر فاصله افقی و حداقل ۳/۶۰ متر فاصله عمودی از خطوط انتقال برق فشار قوی داشته باشد.

د- نصب تابلوها بر تیرهای برق، پایه‌های علائم دیگر و چراغ‌های راهنمایی و رانندگی، درختان، صخره‌ها و سایر عناصر طبیعی ممنوع است.

ذ- برای علایمی که قرار است بر روی ابنیه‌ها یا تأسیسات نصب شوند، پیمانکار باید تاییدیه‌های لازم را از متولیان مربوط گرفته و پس از اطمینان از ایمنی، نسبت به نصب آنها اقدام کند.

ر- کلیه تابلوها به‌ویژه تابلوهای راهنمایی و رانندگی باید در تاریکی نیز به خوبی قابل رؤیت باشند، لذا باید آنها را به وسیله مواد بازتابنده نور (شبرنگ) و یا منابع نوری از داخل و یا از خارج تابلو، قابل رؤیت در تاریکی کرد.

۱۳-۳-۱۲-۲-۳- اجرای خط کشی

الف- تمیزکردن: قبل از اجرای خط‌کشی باید سطح روسازی پاک‌سازی شده و گرد و خاک از روی سطح به صورت دستی یا مکانیزه جاروب شود. چنانچه گرد و خاک بیش از اندازه باشد، باید به وسیله فشار هوای خشک، و یا دستگاه شست‌وشوی واترجت روز قبل از اجرای خط‌کشی، سطح تمیز شود. سطح روسازی باید عاری از هر گونه مواد خط‌کشی قدیمی با استحکامِ چسبندگی ضعیف، دانه‌های شیشه‌ای آزاد و ترکیبات پخت شده باشد. سطح روسازی باید عاری از رطوبت بوده و خشک باشد.

ب- موقعیت یابی: در معابری دارای رویه جدید، باید قبل از اجرای خط‌کشی، موقعیت خط به دقت تعیین شود.

پ- اجرای آستر: برای اطمینان از کیفیت خط‌کشی باید با توجه به نوع رنگ، آستر در نظر گرفته و اجرا شود.

ت- اجرای خط کشی

در اجرای رنگ سرد ترافیکی موارد زیر باید رعایت شود:

- باید عاری از مواد خارجی باشد. حداکثر مقدار ذرات درشت و خارجی در ترکیب رنگ نباید بیش از یک درصد وزن کل رنگ باشد.
- در فرآیند ساخت، مواد تشکیل دهنده رنگ باید به صورت یکنواخت در رنگ پخش شده و در زمان اجرا نیز به‌صورت همگن باشد.
- رنگ نباید حاوی پوسته، رسوب و رنگ‌دانه و فیلر ته‌نشین شده‌ای باشد که با هم‌زدن عادی برطرف نشود.
- در زمان مصرف، نباید لخته یا منجمد شده باشد.
- پس از خشک شدن، نباید آثار ترک‌خوردگی و پوسته‌شدن در رنگ ظاهر شود.
- پس از اجرا، نباید فام آن تغییر کند.
- پس از اجرا، نباید آثار قیرزدگی یا ترکیب با مصالح رویه به‌ویژه قیر در آن ظاهر شود.
- در اثر تابش نور خورشید، نباید آثاری از تیرگی در رنگ مشاهده شود.
- چسبندگی رنگ باید به حدی باشد که پس از اجرا، در مقابل آب، آثار پوسته شدن در آن مشاهده نشود.
- در اجرای رنگ گرم ترافیکی موارد زیر باید رعایت شود:
- باید به صورت پودر، گرانول و یا بلوکی باشد تا به راحتی قابل انتقال به مخزن پیش‌گرمکن باشد.
- در صورت نگهداری تا شش ماه در انبار، قابلیت جریان‌پذیری مناسب در زمان اجرا را داشته باشد.
- دمای اجرای خط‌کشی و حداکثر دمای مجاز حرارت‌دهی باید روی بسته‌بندی درج شده باشد.

- پیش از اجرای رنگ گرم، به‌منظور چسبندگی بیشتر رنگ به سطح رویهٔ آسفالتی، توصیه می‌شود یک لایه آستر مناسب (مانند آستر اپوکسی) اجرا شود. انتخاب اجرا یا عدم اجرای آستر بستگی به شرایط سطح قبل از اجرای رنگ جدید دارد.

در اجرای رنگ دو جزیی ترافیکی الزامات زیر باید رعایت شود:

- نسبت اختلاط اجزا مشخص باشد.
- رنگ، قابلیت اجرا در دمای پایین (۱۰ درجه سانتیگراد) را داشته باشد.
- زمان گیرش رنگ با توجه به دمای محیط در زمان اجرا، از سوی فروشنده رنگ اعلام شده باشد.
- جزء رزینی رنگ دوجزئی باید ویژگی‌های عمومی رنگ مایع مطابق با رنگ سرد را دارا باشد.
- بر قیر و آسفالت تأثیر منفی نداشته باشد (باعث تجزیه قیر و تخریب آسفالت نگردد).
- دارای خاصیت ضد سُرخوردگی (خط‌کشی طولی حداقل ضریب ضد سُرخوردگی SRT45 و خط‌کشی عرضی حداقلSRT55) از مراکز مورد تأیید کارفرما باشد.

ث- آماده‌سازی و بازگشایی خط برای بهره‌برداری

بازگشایی مسیر قبل از خشک شدن رنگ ممنوع است. رنگ‌های سریع خشک شوندهٔ - دوجزئی یا گرم- نیازی به محافظت در مقابل تَردد ندارند، اما سیستم‌های خط‌کشی با رنگ سرد که آهسته خشک می‌شوند، باید با استفاده از مخروط‌گذاری دستی محافظت شوند.

۱۳-۳-۱۲-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت و پذیرش علائم

آزمایش‌های کنترل کیفیت برای علایم به شرح زیر باید انجام شود.

الف- از هر محموله مصالح شامل تابلوها و رنگ، شیشه‌دانه و اتصالات حداقل دو نمونه انتخاب و با مشخصات فنی خصوصی و ردیف ۱۳-۳-۱۲-۲ این بخش انطباق داده شود.

ب- کلیه تابلوها از نظر صحت و اندازه حروف، متن و نشانه‌ها و ابعاد باید کنترل شوند.

پ- در حین اجرای فونداسیون، باید از هر محموله بتن و آرماتور مورد نیاز برای فونداسیون، حداقل دو نمونه برداشته و با مشخصات فنی خصوصی و ضوابط فصل بتن این ضابطه مطابقت داده شوند.

ت- پس از خط کشی، حداقل در دو محل ابعاد و اندازه خط کشی شامل ضخامت و میزان بازتابندگی آن باید کنترل شود.

۱۳-۳-۱۳- سایر المان های محوطه‌سازی

۱۳-۳-۱۳-۱- نرده (حصار) جلوی محوطه

نرده‌ها عموماً باید با ارتفاعی بین ۹۰ سانتی‌متر تا ۱۰۵ سانتی‌متر تولید و اجرا شوند. در جدول ۱۳-۱۷ مزایا، معایب تعدادی از استانداردها و الزامات لازم برای انواع نرده بیان شده است.

جدول ۱۳-۱۷- مزایا و معایب انواع نرده‌ها

ردیف	نام نرده	مزایا	معایب	استاندارد
۱	چوبی	سازگار با محیط، مناسب برای ایجاد فضایی محصور و خصوصی.	هزینه نگهداری زیاد و احتمال هجوم موریانه ها و حشرات به آنها.	ASTM F537
۲	وینیلی	تنوع زیاد ، بادوام و محکم، عدم تغییرشکل، عدم پوسیدگی، نصب راحت.	هزینه زیاد و شکنندگی در شرایط دمایی شدید.	ASTM F1999-14
۳	فلزی	محکم، دارای عمر زیاد، نیاز کم به نگهداری.	قیمت بالا، انعطاف‌پذیری کم، نامناسب برای ایجاد حصار خصوصی.	ASTM F654-07 ASTM F2814-09
۴	آجری	سازگار با محیط، بادوام و محکم.	قیمت بالا، شوره زدن انواع رسی آن	مطابق نقشه‌های اجرایی و الزامات ارئه شده توسط مشاور
۵	شیشه‌ای	انعطاف پذیری، نصب سریع ، نور آفتاب و رطوبت بالا، هزینه نگهداری بسیار پایین.	قیمت بالا و نیاز به تخصص برای نصب و عدم مناسب بودن برای ایجاد فضای خصوصی که به اطراف دید نداشته باشد.	

رعایت نکات زیر در اجرای تمام نرده‌های جدید الاحداث علاوه بر استانداردهای ذکر شده در جدول پیش‌گفته الزامی است.

الف- دارای انطباق با ساختمان و محل احداث آن باشد.

ب- هم ارتفاع با نرده‌های ساختمان مجاور باشد و در صورت وجود شیب با آن همگام باشد.

پ- با توجه به آب و هوای محل احداث ساختمان، مقاوم و بادوام باشد و از مصالح مناسب در ساخت آن استفاده شود.

۱۳-۳-۱۳-۲- آب‌نما

در مواردی که ممکن است از آب به عنوان یک عنصر بصری استفاده گردد، باید الزامات ذیل رعایت گردد:

الف- باید از احداث آب‌نما در زیر درختان به دلیل جلوگیری از گرفتگی فیلترها، گلوگاه پمپ‌ها و آلودگی آب جلوگیری شود.

ب- تمهیدات لازم باید در میزان مصرف آب به‌ویژه در مناطق بسیار خشک و با تبخیر زیاد، در نظر گرفته شود.

پ- باید در فصل زمستان تمهیدات لازم برای جلوگیری از یخ زدن آب و همچنین یخ زدن پمپ در نظر گرفته شود.

ت- آب‌نماها نباید روی محل‌هایی تعبیه گردد که قبلا مشکلات نشت آب در آن محل وجود داشته است.

ث- از احداث آب‌نما در مسیر بادهای شدید باید تا حد امکان احتراز گردد، زیرا بادهای شدید باعث اختلال در الگوی ریزش آب شده و موجب ریزش آب به بیرون از لبه‌های حوض اصلی آب‌نما می گردد.

ج- سیستم تخلیه و سرریز آب به منظور تخلیه آسان آب و نظافت آب‌نما، باید تعبیه گردد.

چ- پمپ یا پمپ‌های فواره‌ها باید با توجه به حداکثر توان مصرفی مورد نیاز و با در نظر گرفتن موقعیت محل نصب، انتخاب شوند.

۱۳-۳-۱۳-۳- استخر

استخرهای شنا باید برحسب نوع فعالیت (آموزشی، تمرینی، مسابقه‌ای ، تفریحی و یا درمانی) مشخص شده در نقشه‌ها اجرا شوند. استخرها ممکن است یک منظوره (ویژه یک نوع فعالیت) و یا چند منظوره که امکان فعالیت های مختلف را فراهم می‌کند، در نظر گرفته شوند. همچنین استخرهای شنا ممکن است سرپوشیده و یا روباز ساخته شوند. الزامات استاندارد ISIRI 11203 با عنوان استخرهای شنا، باید در طراحی و اجرا، رعایت شود.

۱۳-۳-۱۳-۴- سازه‌های مورد استفاده در منظر

این المان‌ها باید در نقاطی نصب شوند که هیچ‌گونه اختلالی در کارایی و عملکرد ایمن دیگر المان‌های محوطه و تأسیسات مستقر در آن‌ها ایجاد ننمایند. نوع، معماری و مشخصات مصالح باید با شرایط اقلیمی محل نصب سازگار باشد و المان‌ها باید در برابر بارهای وارده از جمله بار باد و برف مقاومت لازم را داشته باشند.

۱۳-۳-۱۳-۵- کانال‌های تأسیساتی

کلیه کانال‌های تاسیساتی باید الزامات ایمنی را رعایت کنند. کانال‌های تاسیساتی نباید باعث کاهش مقاومت روسازی‌ها و سایر اجزای محوطه شوند. الزامات مربوط به هماهنگی بین نقشه های محوطه‌سازی و تاسیسات باید در مشخصات فنی خصوصی آورده شوند. در خصوص سیستم های الکتریکی که قابلیت استفاده در محوطه ساختمان را دارند باید ضوابط و الزامات ذکر شده در ضابطه شماره ۱۱۰ رعایت شود.

۱۳-۴- تعویض، تعمیر، تمیزکاری و نگهداری المان‌های محوطه

۱۳-۴-۱- تعمیر و تعویض

۱۳-۴-۱-۱- روسازی آسفالتی

حفظ کیفیت و سطح خدمت‌دهی روسازی آسفالتی طی دوره بهره‌برداری منوط به انجام اقدامات تعمیر و نگهداری به موقع و به صورت منظم است. در زیر اقدامات نگهداری برای این نوع روسازی آورده شده است.

۱۳-۴-۱-۱-۱- آسفالت داغ

تعمیر و نگهداری آسفالت داغ اجرا شده باید مطابق با مشخصات مندرج در ضابطه فنی عمومی راهداری، ضابطه شماره ۲۸۰ باشد. در صورت نیاز به اجرای روکش آسفالتی به عنوان اقدام بهسازی، لازم است مندرجات فصل ۱۲ آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران، ضابطه شماره ۲۳۴ رعایت گردد.

۱۳-۴-۱-۱-۲- آسفالت سرد

تعمیر و نگهداری آسفالت سرد اجرا شده باید مطابق با مندرجات بند ۵-۹ فصل ۵ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت سرد، ضابطه شماره ۳۶۲ باشد

۱۳-۴-۱-۱-۳- آسفالت متخلخل

تعمیر و نگهداری آسفالت متخلخل اجراشده باید مطابق با مندرجات فصل ۵ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت متخلخل، ضابطه شماره ۱ـ۳۸۴ باشد.

۱۳-۴-۱-۱-۴- آسفالت سطحی

روش تعمیر و نگهداری آسفالت سطحی بر اساس مشخصات لایه باید در مشخصات فنی خصوصی آورده شود.

۱۳-۴-۱-۲- روسازی بتنی

اقدامات مرمت و نگهداری روسازی بتنی باید مطابق با ضابطه شماره ۷۳۱ دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راه‌ها- باشد. تمهیدات به‌کار رفته برای یخزدایی و یا جلوگیری از یخزدگی نگهداری زمستانی نباید هیچ‌گونه خرابی در رویه ایجاد کند. در صورت نیاز به اجرای لایه آسفالتی بر روی رویه بتنی به عنوان اقدام بهسازی، لازم است موارد مربوط به آسفالت ارایه شده در این فصل، رعایت شود.

۱۳-۴-۱-۳- بلوک‌های بتنی

۱۳-۴-۱-۳-۱- برداشتن بلوک‌ها

در خصوص برداشتن بلوک‌های بتنی، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف- محدوده خراب به شکل هندسی مشخص و بلوک‌ها به ترتیب و بدون تخریب بلوک‌های مجاور باید برداشته شوند. به علت چفت و بست بلوک‌ها، معمولاً لازم است چند بلوک اول برای برداشتن راحت‌تر بقیه بلوک‌ها، شکسته شوند.

ب- ماسه درزها و مواد زائد، قبل از دپو کردن یا مصرف مجدد باید از روی بلوک‌ها تمیز شوند.

پ- بلوک‌های سالم و آسیب دیده به‌صورت مجزا، در منطقه‌ای مناسب با حداقل فاصله ۰/۵ متری از لبه محل حفاری دپو شوند. بلوک‌های آسیب دیده می‌توانند به عنوان بلوک‌های بریده شده مجدداً استفاده شوند.

۱۳-۴-۱-۳-۲- برداشتن لایه اتصال

مصالح لایه اتصال باید به‌وسیله بیل و بیلچه دستی، کنده و دور ریخته شود. این مصالح نباید مجدداً مورد استفاده قرار گیرد.

۱۳-۴-۱-۳-۳- ترمیم لایه‌های زیرسازی

پس از اصلاح لایه‌های زیرسازی، باید زیرسازی مجدداً در تراز مناسب متراکم شود تا لایه اتصال با ضخامت مناسب بر روی آن قرار گیرد. توصیه می‌شود که سطح قسمت تعمیر شده محدب باشد تا بلوک‌ها قدری بالاتر از بلوک‌های مجاور قرار گیرند و بدین ترتیب اثر نشست‌های آتی خنثی شود.

۱۳-۴-۱-۳-۴- اجرای لایه اتصال جدید

در خصوص اجرای لایه اتصال جدید، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف- مواد زائد، لایه اتصال قدیمی و ماسه درزها از سطح بلوک‌های اطراف و دیواره‌های جانبی مجاور محل تعمیر با دقت برداشته شوند.

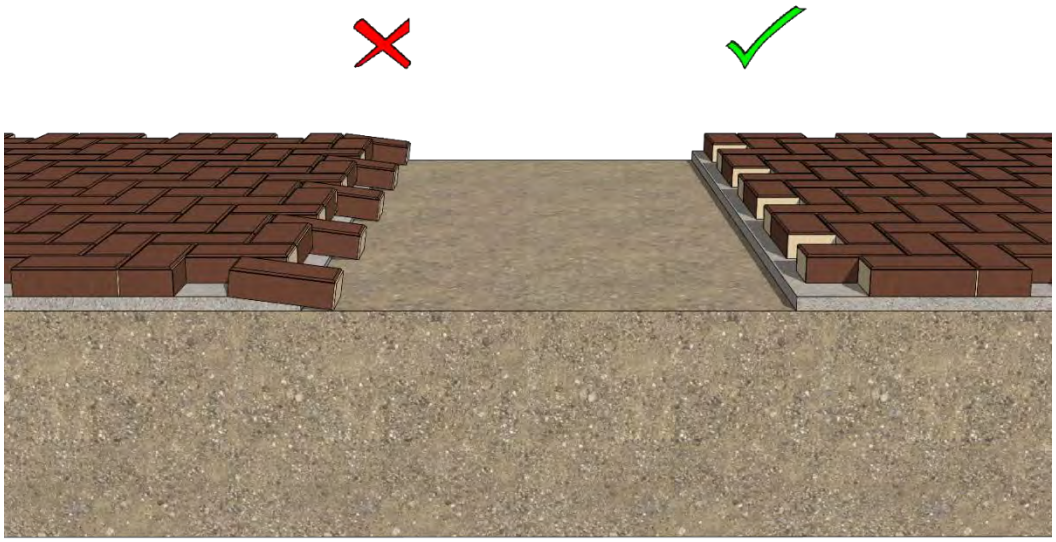
ب- مطابق با شکل ۱۳-۲۳ اطمینان حاصل شود که بلوک‌های باقیمانده کاملاً بر روی لایه اتصال نشسته و مقداری از لایه اتصال موجود جلوی بلوک‌ها باقی بماند.

پ- دانه‌بندی مصالح و ضخامت لایه اتصال بر اساس مشخصات ذکر شده برای لایه اتصال مطابق جدول‌های ۱۳-۷ تا ۱۳-۱۰ انتخاب شود.

ت- مصالح لایه اتصال بر روی لایه زیرسازی ریخته و پخش شود.

ث- مصالح جدید باید به وسیله کوبه دستی متراکم شده و در محل تقاطع آنها با لایه اتصال موجود هیچ حفره‌ای باقی نماند.

ج- شمشه‌کشی لایه اتصال باید به وسیله تخته شمشه تا ۵ میلی‌متر بالاتر از سطح زیرین بلوک‌های مجاور انجام شود. در مناطقی که امکان شمشه‌کشی با تخته وجود ندارد، باید از ماله فلزی مستطیلی استفاده شود.



شکل ۱۳-۲۳- ضرورت باقی ماندن بخشی از لایه اتصال موجود جلوی بلوک‌ها

۱۳-۴-۱-۳-۵- انتخاب بلوک‌های جایگزین

ابعاد بلوک‌های جایگزین با بلوک‌های موجود باید مطابقت داده شوند. در صورت عدم انطباق ابعاد، پیمانکار مجاز است بخش باریکی از بلوک به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر را برداشت نماید تا در محل جای گیرد. در بلوک‌های شکل‌دار، برای کاهش ابعاد می‌توان بلوک‌ها را از وسط (به صورت طولی یا عرضی) برش زد و برای چسبندان آن‌ها از رزین اپوکسی پرمقاومت (مناسب برای بتن) استفاده کرد.

۱۳-۴-۱-۳-۶- نصب بلوک‌ها

در خصوص نصب بلوک‌های بتنی، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

۱- بلوک‌های موجود در پیرامون ناحیه در حال تعمیر نباید جابجا شود تا در صورت لزوم، نسبت به تنظیم یا برداشتن این بلوک‌ها اقدام گردد.

۲- بلوک‌ها باید با فاصله بین ۲ تا ۵ میلی‌متر نسبت به همدیگر (فاصله درزها) در محل خود قرار داده شوند. استفاده از بلوک‌های سالمی که قبلاً از محل برداشته شده‌اند، مجاز می‌باشد.

۳- راستای الگوی قرارگیری بلوک‌ها باید به صورت پیوسته کنترل شود. در مناطق وسیع، باید از خطوط ریسمان برای این کار استفاده شود.

۴- راستای بلوک‌هایی که مجدد استفاده می‌شوند باید کنترل شوند تا از قرارگیری مناسب آن‌ها کنار یکدیگر اطمینان حاصل گردد.

۱۳-۴-۱-۳-۷- برش بلوک‌ها

در صورت لزوم، بلوک‌ها باید به‌گونه‌ای برش داده شوند که پس از نصب، برش‌ها تراز بوده و عرض درزها در محدوده ۲ تا ۵ میلی‌متر باشد. بلوک‌های بریده شده کوچک‌تر از یک چهارم طول اصلی بلوک، نباید مورد استفاده قرار گیرند. به منظور به حداقل رساندن نیاز به برش‌های کوچک‌تر، باید از بلوک‌های مخصوص لبه‌ها یا بلوک‌های نصفه استفاده شده و جهت قرارگیری بلوک‌ها در الگوی مورد نظر تغییر داده شود. استفاده از دوغاب سیمان یا ملات برای پر کردن فضاها مجاز نیست.

۱۳-۴-۱-۳-۸- کنترل عرض درزها و ارتفاع بلوک‌ها

برای کنترل عرض درزها و ارتفاع بلوک‌ها، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف- راستای بلوک و عرض درزها کنترل شود. عرض درزها باید ۲ تا ۵ میلی‌متر باشد.

ب- بلوک‌ها از نظر وجود بلوک‌های شکسته و آسیب دیده کنترل شده و در صورت لزوم، این بلوک‌ها تعویض شوند.

پ- بلوک‌ها از نظر وجود برآمدگی کنترل شده و در صورت لزوم، ارتفاع بلوک‌ها با کاهش تراز لایه اتصال تنظیم گردد. چنانچه لایه اتصال به هم خورده باشد، بعد از جایگزینی بلوک‌ها مجدداً متراکم شود.

۱۳-۴-۱-۳-۹- پر کردن درز بلوک‌ها

در خصوص پر کردن درز بلوک‌ها، الزامات ذیل باید رعایت شود:

الف- پر کردن درز بلوک‌ها تنها در صورتی انجام شود که بلوک‌ها، راستا، عرض درزها و ارتفاع بلوک‌ها کنترل شده و قابل قبول باشند.

ب- مصالح پرکننده درزها روی سطح ریخته شده و به درون درزها جارو شود.

پ- مصالح پرکننده درزها با حرکت دستگاه متراکم‌کننده صفحه‌ای بر روی بلوک‌های نصب شده به تعداد حداقل ۲ بار متراکم شود.

ت- دستگاه متراکم‌کننده صفحه‌ای در پیرامون ناحیه در حال تعمیر به‌گونه‌ای حرکت داده شود که نصف صفحه آن بر روی بلوک‌های موجود و نصف دیگر بر روی بلوک‌های جدید قرار گیرد.

ث- به‌عنوان کنترل نهایی، راستا، عرض درزها و ارتفاع بلوک‌ها بازبینی شده و در صورت لزوم اصلاح گردد. مواد زائد باقیمانده برداشته شده و سطح جارو شود. در پایان روز کاری، درزهای تمام بلوک‌های نصب شده باید پر و متراکم گردد.

۱۳-۴-۱-۴- موزاییک‌های بتنی

۱۳-۴-۱-۴-۱- برداشتن موزاییک‌ها و لایه اتصال

در صورت خرابی موزاییک‌ها، باید آنها برداشته و با موزاییک‌های مناسب جایگزین شوند. ملات لایه اتصال نیز باید برداشته و دور ریخته شود.

۱۳-۴-۱-۴-۲- ترمیم لایه‌های زیرسازی

پس از انجام کارهای لازم بر روی تاسیسات زیرین یا اصلاح لایه‌های زیرسازی، زیرسازی باید مجدداً در تراز مناسب تثبیت شود تا لایه اتصال با ضخامت مناسب بر روی آن قرار گیرد.

۱۳-۴-۱-۴-۳- اجرای لایه اتصال جدید

در خصوص اجرای لایه اتصال جدید، نکات زیر باید مدنظر قرار گیرد:

الف- از آنجا که احتمال خرابی و جابه‌جایی موزاییک‌ها و ماسه زیرین وجود دارد، از هر لبه باید حداقل یک ردیف بیشتر (بسته به نوع بندکشی) برداشته شده و تمیز شود.

ب- اطمینان حاصل شود که موزاییک‌های باقیمانده کاملاً بر روی لایه اتصال نشسته‌اند.

پ- شمشه‌کشی لایه اتصال به وسیله تخته شمشه تا ۵ میلی‌متر بالاتر از سطح زیرین موزاییک‌های مجاور انجام شود. در مناطقی که امکان شمشه‌کشی با تخته وجود ندارد، از ماله فلزی مستطیلی استفاده شود.

۱۳-۴-۱-۴-۴- نصب موزاییک‌ها

در خصوص نصب موزاییک‌های بتنی، موزاییک‌های جدید جایگزین باید در راستا و تراز مناسب قرار گیرند. از یک چکش پلاستیکی باید برای قرار دادن موزاییک‌های انتهایی در محل خود استفاده گردد.

۱۳-۴-۱-۴-۵- برش موزاییک‌ها

در صورت لزوم، موزاییک‌ها باید به وسیله اره یا صفحه برش مناسب بریده شوند. چنانچه کمتر از ۲۵ درصد مساحت سنگ‌فرش بریده شود، باقیمانده آن به عنوان یک موزاییک مجزا نیازی به فارسی‌بر کردن ندارد.

۱۳-۴-۱-۵- جدول‌ها

جدول‌های تخریب شده، باید با رعایت یکنواختی سطح جدول با جدول‌های نو تعویض شوند. به‌دلیل اینکه تعویض هر جدول بدون آسیب به جدول کناری به تنهایی مشکل می‌باشد، باید واحد جدول به همراه ماهیچه پشتی به وسیله دستگاه مکانیکی تخریب شود. هر جدول پس از برداشتن ماهیچه پشتی باید برچیده شود و ملات زیر نیز با قلم و چکش برداشته و با برس سیمی، سطح زیرین آن تمیز گشته و جدول جدید با ملات به ضخامت حداکثر ۴۰ میلی‌متر با بتن اجرا شود.

در صورتی‌که جدول یا طولی از جدول‌ها، سالم بوده و به دلیل ضعیف بودن بستر، فرسایش نواحی مجاور یا تخریب ماهیچه پشت آن، فقط ناپایدار می باشند، باید جدول یا جدول‌ها به شکل صحیح برداشته و بعد از رفع علت ناپایداری، مجدد در محل با رعایت یکنواختی سطح جدول نصب شوند.

۱۳-۴-۱-۶- ورق‌های سنگی و سنگ‌فرش‌های طبیعی

روش‌های تعمیر برای این رویه‌ها مشابه رویه‌های بلوک بتنی یا سنگ‌فرش بتنی (اجرا شده به روش صلب) می‌باشد. البته در سنگهای طبیعی برای آماده سازی سطح برای ترمیم، برش سنگهای طبیعی توصیه نمی‌شود.

۱۳-۴-۲- تمیزکاری و نگهداری

۱۳-۴-۲-۱- نگهداری جاری روسازی در محوطه

۱۳-۴-۲-۱-۱- تمیزکاری، اصول کلی

برخی روش‌های تمیز کردن نیازمند استفاده از مواد شیمیایی بوده و توصیه‌های تامین‌کننده/ تولیدکننده باید به صورت دقیق اجرا شوند. در این راستا، اقدامات پیش‌گیرانه زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- لباس‌های محافظ مناسب شامل دستکش، عینک، محافظ گوش، چکمه و لباس کار پوشیده شود.

ب- هنگام استفاده از مواد شیمیایی در محیط‌های بسته تهویه مناسب صورت گیرد.

پ- در صورت استفاده از مواد قابل اشتعال، از کاربرد سیگار، شعله و سایر منابع ایجاد جرقه پرهیز شود.

ت- هنگام رقیق کردن پاک‌کننده‌های اسیدی، همیشه اسید به آب اضافه شود، نه آب به ماده پاک‌کننده.

ث- چنانچه لباس‌ها توسط مواد شیمیایی آلوده شوند، به صورت ایمن دور انداخته شوند.

ج- دقت شود که مصالح مجاور آسیب ندیده و کثیف نشوند.

چ- کارگران درگیر عملیات تمیزکاری در برابر هرگونه خطرات ناشی از آن محافظت شوند.

لازم است هر روش تمیز کردن ابتدا بر روی ناحیه‌ای کوچک و ترجیحاً دور از دید به صورت آزمایشی اجرا گردد تا تأثیر آن پیش از آغاز کار در فضایی بزرگ‌تر ارزیابی شود.

۱۳-۴-۲-۱-۲- تمیز کردن روسازی

الف- برای تمیز کردن خاک و مواد زائد کلی، توصیه می‌شود جاروکشی به صورت منظم انجام گردد. چنانچه رنگ روسازی کثیف شده باشد، ممکن است به وسیله شست‌وشو با آب گرم و صابون (چه با دست چه با استفاده از ابزاری صنعتی)، رنگ سطح دوباره به حالت اول برگردد. باید اطمینان حاصل شود که صابون به‌طور کامل از روی سطح پاک شده و پساب حاصل به مسیرهای زهکشی منتقل شده باشد. اگر از شلنگ آب‌پاش برای شست‌وشو استفاده می‌شود، باید دقت لازم برای جلوگیری از خالی شدن درزها (ماسه یا ملات) صورت گیرد. پس از اتمام عملیات شست‌وشو، درزها باید بررسی شده و در صورت لزوم مجدداً پر گردند.

ب- در خصوص لکه‌های زنگ‌زدگی، ابتدا باید منبع ایجاد زنگ‌زدگی حذف شود. برای برداشتن لکه زنگ‌زدگی، سطح باید مرطوب شده و به وسیله شوینده اسیدی مناسب(معادل حداکثر ۵ درصد اسید هیدروکلریک) شست‌وشو شود. بعد

از استفاده از شوینده‌های اسیدی در سطوح بتن، سطح باید با مقدار زیادی آب شست‌وشو شود تا از لکه‌دار شدن سطح جلوگیری گردد. پساب ناشی از شست‌وشو باید به صورت بی‌خطر دفع شود. کلیه دستورالعمل‌های تولیدکنندگان باید به دقت رعایت شده و پس از اتمام کار شست‌وشو، هرگونه ماده شیمیایی باقیمانده دفع گردد.

پ- به دلیل نفوذ سریع روغن به درون بتن، روغن ریخته شده باید به سرعت توسط یک ماده جاذب مثل پارچه برداشته شود. ساییدن روغن ریخته شده مجاز نمی‌باشد. در صورت باقی ماندن لکه‌ها، باید از یک شوینده مناسب مطابق دستورالعمل تولیدکننده و سپس آب داغ استفاده کرد.

ت- برای پاک کردن لکه قیر، باید در حالت سرد به وسیله کاردک نقاشی یا ابزارهای مشابه برداشته شود. در صورت مقاوم بودن لکه، توصیه می‌شود از یخ برای شکننده‌تر شدن قیر و سپس تراشیدن آن از روی سطح استفاده شود. بقایای لکه باید به وسیله پودر ساینده برداشته شده و در نهایت، کل ناحیه با آب تمیز شستشو گردد. استفاده از شوینده‌های خاص برای برداشتن لکه‌های قیری با تایید مشاور مجاز است.

۱۳-۴-۲-۲- نگهداری پله‌ها

رنگ و درزهای پله‌ها باید هر چند یک بار بازرسی و نسبت به درزگیری و یا رنگ آمیزی آنها اقدام شود.

در مورد پله‌های فلزی اگر قطعات فلزی آسیب دیده باشند، در هر مورد با تایید ستگاه نظارت می‌توان قطعات آسیب دیده را که در پایداری پله نقشی نداشته باشند، برید و با جایگزین کردن قطعات مشابه و جوشکاری و سنگ زدن، کار تعمیر را انجام داد. بدیهی است در مورد قطعات سازه‌ای باید به نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی مراجعه گردد. پله‌های فلزی نصب شده در فضای باز، باید با رنگ ضد زنگ طبق ISIRI 4817 رنگ آمیزی شوند. پله‌های فلزی را بعد از نصب، باید کاملاً تمیز و سمباده زنی و پس از پوشش با ضد زنگ، با رنگ روغنی رنگ آمیزی کرد. استفاده از پوشش رویه پله فلزی در فضای باز دارای شرایط آب و هوایی بارانی و برفی به دلیل لغزنده شدن سطح توصیه نمی‌گردد.

۱۳-۴-۲-۳- نگهداری چمن

پیمانکار باید الزامات مندرج در استاندارد BS 3969 را به منظور نگهداری چمن پس از تحویل گرفتن آن در محل پروژه رعایت کند.

۱۳-۴-۲-۳-۱- زمان و روش کوددهی

در صورتی که کود در خاک حرکت نکند و نتوان آن را به نحوی در آب حل و به خاک اضافه نمود، باید آن کود را حتماً قبل از کاشت به خاک داد. در شروع ماه‌های گرم تابستان، نباید به چمن‌های سردسیری کود داد. این چمن‌ها باید در اوایل بهار و اوایل پائیز کوددهی شوند. در مورد چمن‌های گرمسیری نیز باید بیشترین کود در اواخر فصل بهار به خاک اضافه گردد، زیرا بیشترین رشد این چمن‌ها در فصل تابستان است.

۱۳-۴-۲-۳-۲- آبیاری چمن

در آبیاری چمن توصیه می‌شود آبیاری عمیق به دفعات کمتر بر آبیاری روزانه سطحی، ترجیح داده شود. مقدار آب داده شده در یک آبیاری بستگی به زمان آن در طی روز و نوع خاک دارد. توصیه می‌شود بین صبح زود و عصر برای زمان آبیاری انتخاب شود. اگر آب در زمان مناسب و به عمق مناسب داده شود، فقط به یک یا دو بار آبیاری در هفته نیاز خواهد بود.

در خصوص آبیاری، رعایت ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار، ضوابط عمومی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (نقشه های تیپ) ، مشخصات فنی عمومی سامانه‌های آبیاری و زهکشی (تجدیدنظر اول)، ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار (مشخصات فنی عمومی)، ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (اندازه‌گیرهای جریان)، به ترتیب نشریات شماره ۲۸۶،۶۱۶،۱۰۷،۱۲۴،۱۰۸و ۱۰۶ سازمان برنامه و بودجه الزامی است.

۱۳-۴-۲-۴- نگهداری علایم

نگهداری علائم باید مطابق ضابطه شماره ۲۸۰ مشخصات فنی عمومی راهداری، دفترچه نگهداری منضم به نقشه‌های طراحی علایم و تابلوها باشد. اقدامات جاری و دوره‌ای برای حفظ عملکرد مطلوب علایم ضروری است. علائم باید بعد از طی دوران عمر خود تعمیر یا احیا شوند. اقدامات نگهداری جاری برای علایم و تابلوها عبارتند از:

الف- بازدید و تمیز کردن دوره‌ای و موردی علایم به ویژه تابلوهای مهم و اضطراری

ب- ترمیم موردی شبرنگ علایم به‌ویژه علایم مهم در شب

پ- بازدید دوره‌ای پایه تابلوها به‌ویژه بعد از حوادث طبیعی مثل زلزله، طوفان و ...

ت- پایدارسازی تابلوها و تعویض اتصالات زنگ‌زده و مستهلک شده

۱۳-۵- سلامت، ایمنی و محیط زیست

کلیه ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ (جلد اول، ایمنی، سلامت و محیط زیست) مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با اجرای پوشش‌ها لازم‌الاجراست. در ادامه به ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مرتبط با محوطه‌سازی پرداخته شده است.

۱۳-۵-۱- حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب به روش دستی[۱]

۱۳-۵-۱-۱- قبل از آغاز عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب به‌ویژه در حفاری دستی چاه‌ها، باید بررسی‌های لازم در خصوص وجود و کیفیت موانعی از قبیل قنوات قدیمی، کانال‌ها و چاه‌های موجود فاضلاب، تاسیسات مربوط به آب، برق، گاز، تلفن و جنس خاک لایه‌های زمین و نظایر آن به‌عمل آید و در صورت لزوم از سازمان‌های ذی‌ربط استعلام شود. محل حفاری نیز باید طوری تعیین شود که به هنگام کار، خطر ریزش یا نشت قنات و چاه مجاور یا برخورد با تأسیسات یاد شده وجود نداشته باشد.

۱۳-۵-۱-۲- در انتخاب محل حفر چاه فاضلاب باید موقعیت چاه‌های فاضلاب قدیمی مورد توجه قرار گرفته و فاصله چاه جدید با چاه قدیم با نظر دستگاه نظارت به اندازه‌ای درنظر گرفته شود که خطر ریزش و مرتبط شدن خودبه‌خود چاه در دست حفاری با چاه‌های موجود وجود نداشته باشد و یا قبل از شروع حفاری، نسبت به تخلیه چاه فاضلاب قدیمی و پر کردن آن با خاک و شفته یا مصالح مناسب دیگر زیر نظر دستگاه نظارت اقدام شود.

۱۳-۵-۱-۳- کلیه افرادی که فعالیت آنها با عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب مرتبط است، باید متناسب با نوع کار به وسایل و تجهیزات حفاظت فردی از جمله کلاه، کفش ایمنی، دستکش و لباس کار و در صورت لزوم عینک حفاظتی ، مطابق با ویژگی‌های بخش ۲-۱۰ مجهز شوند.

۱۳-۵-۱-۴- چاه‌کن و کارگران چرخ‌کش (متصدی بالابر) که در بالای دهانه چاه قرار دارند، باید علاوه بر تجهیزات حفاظت فردی، مجهز به تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ نیز باشند. سر آزاد لنیارد و طناب نجات(لایف‌لاین) باید به یک تکیه‌گاه امن (نقطه ثابتی در بالای چاه) متصل شود و همواره در زمان حضور چاه‌کن در داخل چاه ، حداقل یک نفر همکار وی بر سر چاه حاضر باشد تا در صورت احساس هرگونه خطر، چاه‌کن از چاه فورا خارج شود.

۱۳-۵-۱-۵- وجود علائم قراردادی بین مقنی و فردی که در بالای چاه مستقر است ضروری بوده و باید فرد مستقر در بالای چاه همواره از وضعیت مقنی آگاه باشد. این علائم می‌تواند به صورت تکان دادن طناب و یا استفاده از وسایل صوتی باشد. حتی‌المقدور باید از وسایل رادیویی (بی‌سیم) برای ارتباط بین فرد بالای چاه و چاه‌کن استفاده شود.

---

۱. رعایت آیین نامه و مقررات حفاظتی حفر چاه های دستی، مصوب شورای عالی حفاظت فنی وزارت کار و امور اجتماعی، الزامی است.

۱۳-۵-۱-۶- در شروع عملیات چاه‌کنی وجود حداقل دو نفر و با افزایش عمق چاه کنده شده به بیش از پنج متر، وجود حداقل سه نفر برای ادامه عملیات الزامی است و با شروع حفر انباری یک نفر کمک کلنگ دار نیز اضافه می‌شود.

۱۳-۵-۱-۷- قبل از شروع عملیات مربوط به کندن چاه و تخلیه فاضلاب‌ها، باید وسایل کمک‌های اولیه مناسب تدارک دیده شده و فراهم باشد.

۱۳-۵-۱-۸- قبل از ورود چاه‌کن به داخل چاه، باید از هوادهی و تهویه مناسب چاه و عدم وجود گازهای سمی و مضر اطمینان حاصل شود. به‌منظور ایجاد تهویه کافی در عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب، باید هر نوع گاز، گرد و غبار و مواد آلوده‌کننده دیگر که برای سلامتی افراد مضر است، به طرق مقتضی از محل کار خارج شود و به‌وسیله پمپ هوادهی، نسبت به تهویه هوای چاه اقدام شود. چنانچه شرایط کار به‌نحوی باشد که اقدام فوق کافی و موثر نباشد، باید کارگر مقنی به ماسک تنفسی با هوای فشرده و لوله خرطومی مجهز شود تا همواره هوای سالم به او در داخل چاه برسد.

۱۳-۵-۱-۹- باید کنترل‌ها و تدابیر لازم جهت ممانعت از سرازیر شدن آب و سیلاب به داخل چاه به‌عمل آورده شود.

۱۳-۵-۱-۱۰- کابل‌های برق مورد استفاده برای انتقال نیروی برق به الکترو پمپ و سایر وسایل باید یکپارچه بوده و دارای روپوش عایق ضد آب مقاوم و عاری از هرگونه زدگی و فرسودگی باشد. محل اتصالات باید کاملا عایق، مطمئن و مقاوم بوده و پیش‌بینی‌های احتیاطی لازم از نظر نحوه هدایت کابل به‌عمل آید تا در اثر وجود عواملی در دیواره چاه مانند برجستگی‌های تیز و برنده و همچنین نیروهای ناشی از کشش حاصله از وسایل و همین‌طور نفوذ آب، شرایط نا ایمن فراهم نشود.

۱۳-۵-۱-۱۱- کلیه تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در حفر چاه باید مجهز به اتصال زمین باشد. در محل‌هایی که از الکتروموتور برای هوادهی به داخل چاه استفاده می‌شود این الکتروموتورها باید مجهز به سیم اتصال زمین و کلیدهای جریان اضافی یا سایر وسایل حفاظتی مورد نیاز باشند.

۱۳-۵-۱-۱۲- در تامین وسیله روشنایی داخل چاه‌ها باید از چراغ‌های قوه‌ای شارژی ضد جرقه حداکثر با ولتاژ ۱۲ ولت استفاده شود. در داخل چاه‌هایی که وجود گازهای قابل اشتعال و انفجار محتمل باشد نباید شعله و یا سیستم‌های جرقه‌زا به‌کار برده شود.

۱۳-۵-۱-۱۳- هنگام استفاده از بالابر ساختمانی برای تخلیه خاک حاصل از حفاری چاه، باید ضوابط بند ۲-۸-۷ رعایت شود.

۱۳-۵-۱-۱۴- خاک‌های حاصل از کندن چاه نباید به فاصله کمتر از ۲ متر از کناره‌های چاه ریخته شود و در هر حال احتمال ریزش آن به داخل چاه وجود نداشته باشد. برای جلوگیری از سقوط خاک و سنگ به داخل چاه دور دهانه باید آستانه‌ای به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتیمتر با مصالح مقاوم تعبیه شود در هر حال این آستانه باید طوری باشد که برخورد اتفاقی پا یا وسایل کار سبب تخریب آن نشود و پاگیرشدن به آن خطر افتادن به داخل چاه را برای کارگران ایجاد نکند.

۱۳-۵-۱-۱۵- با پیشرفت کار چاه‌کنی به خصوص در موقع بارندگی، همواره دیواره‌های چاه باید به‌وسیله مقنی مورد بازدید مرتب قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که در هیچ قسمتی از دیواره چاه احتمال ریزش وجود ندارد. اگر به هنگام بازدید در دیواره چاه ، رطوبت بیش از حد معمول مشاهده شود، باید بررسی لازم به‌عمل آید تا چنانچه نسبت به‌وجود فاضلاب و یا هرگونه منبع دیگر آب در مجاورت چاه یقین حاصل شود ادامه عملیات چاه‌کنی بلافاصله متوقف شده و با پیش‌بینی‌های اساسی لازم، نسبت به ادامه کار به‌صورتی که هیچ‌گونه خطری برای مقنی و کارگران دیگر وجود نداشته باشد اقدام شود.

۱۳-۵-۱-۱۶- قلوه سنگ‌های حاصل از حفر چاه باید در زیر یا بین لایه‌های خاک دلو (یا محفظه حمل خاک) قرار گرفته و همچنین مواد داخلی تا آن حد در دلو ریخته شود که احتمال ریزش و سقوط مواد هنگام جابجایی وجود نداشته باشد.

۱۳-۵-۱-۱۷- آب و گل‌ولای حاصل از پیشرفت عملیات حفاری باید در محلی تخلیه شود که امکان نفوذ آن به داخل چاه وجود نداشته باشد و هیچ‌گونه خطری برای ساختمان‌ها و اماکن مجاور نیز ایجاد نکند. از ریختن آب و خیساندن اطراف دهانه چاه نیز باید پرهیز شود.

۱۳-۵-۱-۱۸- بعد از خاتمه‌کار روزانه علاوه بر پیش‌بینی‌های احتیاطی لازم برای جلوگیری از سقوط افراد و حیوانات به داخل چاه ، پس از خاتمه کار روزانه، باید دلو و طناب از داخل چاه جمع آوری شود و دهانه چاه برای رعایت ایمنی به‌نحوی مطمئن به‌وسیله صفحات مشبک مقاوم و مناسب پوشانده شود. چنانچه محل کندن چاه در معابر عمومی یا محل‌هایی باشد که احتمال رفت‌وآمد افراد مختلف وجود دارد، باید به‌وسیله ایجاد حصارهای لازم در فاصله مناسب و نصب علایم هشداردهنده و چراغ‌های احتیاط مطابق بخش ۲-۱۱ از ورود افراد به نزدیکی منطقه عملیات جلوگیری به‌عمل آید.

۱۳-۵-۱-۱۹- تخلیه مصالح خارج شده از داخل چاه در معابر عمومی باید مطابق بند ۲-۲-۵ انجام شود.

۱۳-۵-۱-۲۰- کارگران مقنی حین حفر دستی چاه‌های آب به محض رسیدن به آب باید از چکمه استفاده کنند و دلو مورد استفاده برای خارج ساختن گل حاصل از عملیات حفاری باید مقاوم در مقابل نفوذ آب باشد.

۱۳-۵-۱-۲۱- در زمین‌های با خاک سست یا دستی هرگونه پیشگیری احتیاطی از قبیل مهار کردن دیواره به‌وسایل و طرق مختلف قبل از رسیدن به زمین سخت باید انجام شود. در هر حال در زمین‌های با خاک سست و یا دستی با عمق بیشتر از ۱٫۵ متر عملیات حفر باید زیر نظر افراد مجرب و با سابقه در این امر انجام شود. در مواقعی‌که نوع آوار استخراجی حاصل از عملیات کندن چاه به‌صورتی است که پیش‌بینی‌های حفاظتی چون استفاده از کلاه و سپر محافظتی کفایت نمی‌کند باید در فواصل مناسبی از دیواره میله چاه، پناهگاه مناسبی تعبیه شود که در موارد لزوم مقنی در این پناهگاه مستقر شود یا در صورت امکان، در عمق بیش از ۳ متر وسیله‌ای به‌عنوان سپر در پایین چاه مورد استفاده قرار گیرد که احیاناً در مواقع سقوط اشیا مانع برخورد آن با مقنی باشد.

۱۳-۵-۱-۲۲- به‌محض مشاهده کوچک‌ترین تغییرشکل در اطراف دهانه چاه باید بلافاصله نسبت به بازدید دهانه اقدام و در صورت نیاز اقدامات حفاظتی را به‌عمل آورد.

۱۳-۵-۱-۲۳- در انجام عملیات مربوط به حفر انباری سقف آن باید به‌صورت قوسی باشد و ارتفاع انباری نباید از ۱/۵ متر و عرض انباری از ۱/۲ متر تجاوز کند تا احتمال ریزش دیواره‌ها و طاق وجود نداشته باشد. چنانچه حفر انباری در لایه‌های سست انجام می‌شود ، باید مهاربندی و کول‌گذاری نیز شود. نحوه مهاربندی و کول‌گذاری باید به‌گونه‌ای باشد که سطح جذب دیواره‌های انباری چاه حفظ شود و منافذ خاک بسته نشود. کول‌های مورد استفاده در داخل چاه‌ها برای جلوگیری از ریزش دیواره‌ها باید مسلح و به‌حد کافی مقاوم باشند که فشار جانبی وارده از دیواره چاه و نیز فشارهای قائم را به‌خوبی تحمل نموده و نشکند.

۱۳-۵-۱-۲۴- در انتقال لوله‌های بتنی و کول‌ها به داخل انباری چاه ، مقنی باید موقعیت مناسب را هنگام تخلیه و نصب لوله‌ها و کول‌های بتنی اختیار کند، به‌طوری‌که هیچ قسمت از اعضاء بدن او در زیر آن‌ها قرار نگیرد.

۱۳-۵-۱-۲۵- هنگام حفر میله، مقنی موظف است ضمن حفر چاه، جاپاهایی حداکثر با فواصل ۵۰ سانتی‌متر در طرفین جهت بالا آمدن خود در دیواره چاه تعبیه نماید تا بتواند به سهولت بالا بیاید.

۱۳-۵-۱-۲۶- انباری باید در عمقی حفر شود که تحت تاثیر ارتعاشات ناشی از دستگاه‌ها و وسائل نقلیه و نیروهای وارد از طریق فونداسیون ساختمان قرار نگیرد. همچنین فاصله مطمئنه از پی‌های بنای در دست ساخت و پی بناهای مجاور رعایت شود. حفر انباری در زیر زمین املاک مجاور و معابر عمومی، همچنین ارتباط چاه و انباری به‌چاه‌های فاضلاب و به قنات‌ها حتی قنوات متروکه ممنوع است.

۱۳-۵-۱-۲۷- دهانه چاه باید به عمق حداقل ۱/۵ متر با آجر و ملات سیمان طوقه چینی شده یا کول گذاری شود.

۱۳-۵-۱-۲۸- گلدان باید دارای استحکام کافی بوده و نحوه استقرار آن در دهانه چاه به‌نحوی باشد که بتواند جریان ورودی را به‌طور عمودی و در امتداد محور استوانه چاه هدایت و از ریزش آب به دیواره چاه جلوگیری نموده تا به دیواره چاه صدمه نرساند. ساختمان و مصالح به‌کار رفته در پوشش دهانه چاه باید با درنظر گرفتن موقعیت چاه و شرائط محل طوری باشد که دهانه چاه مقاومت کافی در مقابل فشار و ضربات ناشی از بارهای وارده و عوامل جوی را داشته باشد. چنانچه دهانه چاه دارای درب است، این درب باید مجهز به قفل و بست مناسب و مطمئن باشد. برای هرنوع چاه اعم از آب یا فاضلاب باید لوله هواکش مناسب پیش‌بینی شود. محل چاه باید در نقشه نهایی ساختمان دقیقاً مشخص باشد. همچنین در خاتمه عملیات ساختمانی بر روی محل‌احداث یا پوشش دهانه چاه نیز باید علایم مشخصه نصب شود.

۱۳-۵-۲- حفر چاه با ماشین آلات حفاری

۱۳-۵-۲-۱- در صورت استفاده از ماشین آلات موتوری برای حفر چاه باید اقدامات لازم برای رعایت حریم خطوط و تجهیزات برق‌دار پیش از شروع عملیات به‌عمل آورده شود. برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه به منطقه انجام عملیات، باید نسبت به حصارکشی پیرامون آن طبق ضوابط بیان شده در بند ۲-۲-۲ اقدام شود.

۱۳-۵-۲-۲- کنترل آلودگی‌های ناشی از صد، دود و گرد و غبار و ارتعاش حاصل از عملیات نیز باید طبق ضوابط ۲-۶-۹ به‌عمل آورده شود.

۱۳-۵-۲-۳- هنگام استقرار ماشین حفار باید از استحکام بستر و عدم فرورَوی یا ریزش زمین محل انجام عملیات اطمینان حاصل شود.

۱۳-۵-۲-۴- باید تدابیر لازم برای جلوگیری از رهاشدن رواناب آغشته به گل‌ولای ناشی از عملیات حفاری به داخل معابر ، کانال‌های آب و فضای سبز به‌عمل آورده شود.

۱۳-۵-۲-۵- استفاده از اپراتور و کمک اپراتورها و بازرسی از تجهیزات و تدابیر حفاظتی دیگر مرتبط، باید مطابق ضوابط بخش ۲-۷ انجام شود. همچنین تخلیه مصالح و انباشتن آنها در معابر عمومی باید مطابق ضوابط بیان شده در بند ۲-۲-۵ انجام شود.

۱۳-۵-۳- عملیات تخلیه فاضلاب

علاوه بر رعایت مواد مرتبط در مورد چاه‌های دستی رعایت نکات ذیل برای تخلیه فاضلاب‌ها الزامی است.

۱۳-۵-۳-۱- قبل از شروع عملیات تخلیه چاه باید پیش‌بینی‌های لازم را به عمل آورد که به هنگام تخلیه، ورود جریان فاضلاب از طریق لوله‌های فاضلاب به‌داخل چاه، کاملاً متوقف شود.

۱۳-۵-۳-۲- به هنگام برداشتن دهانه برای بازدید یا تعمیرات و...، باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از سقوط افراد خصوصاً به‌علت ریزش ناگهانی دهانه و اطراف آن به‌عمل آید.

۱۳-۵-۳-۳- در هر مرتبه ورود مقنی به چاه باید آزمایش لازم از نظر وجود گازهای سمی و کمبود اکسیژن با استفاده از ابزارهای گازسنج به‌عمل آورده شود و در صورت وجود گازهای سمی، قبل از هرگونه اقدام برای داخل شدن به چاه فاضلاب، باید اطمینان لازم را از نظر تخلیه گاز مضر و مساعد شدن هوای داخل چاه فاضلاب برای کارکردن کسب نمود. علاوه بر آن، باید پیش‌بینی‌های احتیاطی در مورد فاضلاب‌ها و آب انبارها که به‌محض جابجا شدن فاضلاب یا آب داخل آنها ایجاد گاز می‌شود، به‌عمل آید.

۱۳-۵-۳-۴- هنگام کار در داخل فاضلاب چنانچه ضرورت و شرایط کار ایجاب کند، کارگر مقنی باید مجهز به ماسک استنشاقی خرطومی یا ماسک با هوای فشرده باشد به‌نحوی‌که همواره هوای سالم را مستقیماً به ریه‌های کارگر برساند. ماسک‌های خرطومی مجهز به سیستم هوا دهی برقی باید دارای سیستم دستی نیز باشند تا به‌محض قطع برق بتوان از سیستم دستی استفاده نمود. چنانچه سیستم هوادهی ماسک فوق‌الذکر دستی باشد باید تعلیمات لازم به کارگر متصدی قسمت هوادهی داده شود تا بی‌احتیاطی یا تعلل این فرد موجب وقفه در رساندن هوا به ریه‌های مقنی نشود.

۱۳-۵-۳-۵- قبل از شروع به‌کار در قعر فاضلاب، باید بازرسی‌کلی از دیواره چاه به‌عمل آید تا اطمینان حاصل شود که احتمال ریزش دیواره‌ها وجود ندارد. هدایت مقنی به داخل فاضلاب باید بوسیله تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۲-۶-۲ انجام شود.

۱۳-۵-۳-۶- قبل از فرستادن مقنی به‌داخل چاه باید با به‌کارگیری وسایل مناسب از ارتفاع فاضلابی که کارگر مقنی به ناچار باید در داخل آن قرار گیرد آگاه شد و در هر حال این ارتفاع باید در حدی باشد که مقنی بتواند بدون اینکه خطری او را تهدید کند نسبت به انجام عملیات تخلیه اقدام نماید.

۱۳-۵-۳-۷- استعمال دخانیات یا زدن کبریت یا استفاده از هرگونه شعله باز یا ایجاد جرقه در داخل فاضلاب‌ها اکیداً ممنوع است.

۱۳-۵-۳-۸- فاضلاب تخلیه شده باید با رعایت ضوابط زیست محیطی مرجع دارای صلاحیت از کارگاه حمل و دفع شود.

۱۳-۵-۳-۹- ارتباط دادن چاه احداثی جدید به چاه‌های فاضلاب قدیمی ممنوع است، مگر بعد از تخلیه و تهویه کامل فاضلاب قدیمی و اطمینان از بی‌خطر بودن آن. فاصله چاه جدید از چاه قدیم باید به‌اندازه‌ای باشد که خطر ریزش و مرتبط‌شدن خودبه‌خود دوچاه وجود نداشته باشد.

۱۳-۵-۳-۱۰- مسیر لوله‌های حامل مواد مختلف مانند آب، گاز و مشتقات نفتی و مواد شیمیایی و بخارات مختلف نباید در مجاورت چاه باشد و در صورت اجتناب ناپذیر بودن، باید پیش‌بینی‌های لازم ایمنی به‌عمل آید.

۱۳-۵-۴- ماشین آلات اجرای آسفالت

۱۳-۵-۴-۱- مخزن ماشین‌آلات قیرپاش باید دارای حفاظ‌های مناسب و ایمن باشد.

۱۳-۵-۴-۲- دستگاه قیرپاش باید بدون نقص باشد و علاوه بر وسایل گرم‌کننده مناسب و تجهیزات ایمنی مورد نیاز، باید به‌حرارت‌سنج استاندارد مجهز باشد تا همواره دمای قیر را بتوان قرائت کرد. محل پاشنده قیر باید توسط حفاظ مقاوم در برابر آتش محافظت شود.

۱۳-۵-۴-۳- برای گرم‌کردن قیر باید ازلوله‌های روغن و بخار، دستگاه‌های الکتریکی یا وسایل مشابه استفاده کرد. کاربرد شعله مستقیم که با بدنه مخزن در تماس باشد مجاز نیست. هرگاه برای گرم‌کردن قیر از سیستم مشعل و لوله گرم کن استفاده شود هرگز نباید سطح قیر داخل مخزن به پایین‌تر از لوله گرم‌کن برسد چون در این حالت به‌دلیل افزایش سریع دما و تجمع گازها و بخارات خطرناک هر لحظه احتمال انفجار وجود دارد. برای گرم‌کردن و تخلیه قیر از تانکر به مخازن و حوضچه‌های کارگاهی در هیچ شرایطی نباید از شعله مستقیم استفاده کرد.

۱۳-۵-۴-۴- چکه‌کردن و نشتی لوله‌ها و شیرآلات مربوط به سوخت ، قیر و روغن باید به‌سرعت رفع شود.

۱۳-۵-۴-۵- قیر مازاد موضعی در سطح راه، کاغذهای آغشته به قیر در ابتدا و انتهای عملیات قیرپاشی و سایر ضایعات قابل اشتعال و مخاطره‌آمیز حاصل از اجرای کار باید به‌طور منظم و در اولین فرصت جمع‌آوری شوند و به محل امن انتقال یابند.

۱۳-۵-۴-۶- برای پاک کردن قیر و آسفالت از سطح کامیون حمل و تانکر نباید از نفت و گازوئیل استفاده کرد.

۱۳-۵-۴-۷- در هنگام قیرپاشی در سطح راه باید جهت باد در نظر گرفته شود تا قیر به سمت دستگاه پاشیده نشود و کارگران شاغل در عملیات قیرپاشی نیز در معرض قیر داغ و گازها و بخارات خطرناک قرار نگیرند.

۱۳-۵-۴-۸- هنگام گرم‌کردن قیر باید از نبودن آب در آن مطمئن شد چون اگر آب داشته باشد محتوای قیر درون مخزن با فشار به بیرون تخلیه می‌شود و شرایط خطرناکی را به‌وجود می‌آورد.

۱۳-۵-۴-۹- هنگام کارکردن با قیر و گرم کردن آن باید ضوابط بندهای ۱۰-۶-۱ تا ۵ (جلد ششم، عایق‌کاری) رعایت شود.

۱۳-۵-۴-۱۰- باز و بسته کردن درب مخزن ماشین آلات حمل قیر و آسفالت هنگامی‌که تحت فشار است ممنوع است.

۱۳-۵-۴-۱۱- به‌منظور پیشگیری از آتش سوزی ناشی از کف ایجاد شده در قیر موجود در قیرپاش، باید نسبت به رعایت موارد زیر اقدام شود:

الف- دیگ مجهز به ابزاری برای ممانعت از رسیدن کف به مشعل باشد.

ب- از مواد غیرِکف‌زا استفاده شود.

۱۳-۵-۴-۱۲- استفاده از شعله برای مشاهده و مشخص‌کردن سطح قیر و آسفالت در داخل مخزن ممنوع است و راننده یا متصدی موظف است از وسایل مناسب برای این کار استفاده کند.

۱۳-۵-۴-۱۳- افشانه‌های پاششی در ماشین‌های قیرپاش باید به یک ورق مقاوم در برابر آتش که دارای دریچه‌ای برای مشاهده است، مجهز باشند.

۱۳-۵-۴-۱۴-کارگران نباید پیش از تخلیه کامل فشار درون مخزن تانکر قیرپاش ، نسبت به باز نمودن دریچه‌های بازدید اقدام نمایند.

۱۳-۵-۴-۱۵- ماشین‌آلات حمل مواد قیری، آسفالت و سوختی باید مجهز به یک خاموش کننده محتوی فوم باشند.

۱۳-۵-۴-۱۶- استفاده از شعله گرم برای حرارت‌دادن رقیق‌کننده در عملیات آسفالت‌کاری و قیرپاشی ممنوع است.

۱۳-۵-۴-۱۷- سطوح چوبی ماشین آلات قیرپاش باید توسط ورقه‌ای فلزی پوشیده شده باشند.

۱۳-۵-۴-۱۸-راننده یا متصدی ماشین‌آلات حمل آسفالت و قیر قبل از حرکت موظفند که این موارد را رعایت کنند:

الف- بارگیری بیش از ارتفاع دیواره‌های محفظه دپوی بار ممنوع است.

ب- نحوه بارگیری مصالح در محفظه مربوط باید به‌نحوی باشد که باعث نامتعادل شدن وسیله نقلیه در زمان حرکت نشود.

پ- هنگام تخلیه آسفالت باید حریم خطوط هوایی برق مطابق بند ۲-۱۲-۲ رعایت شود.

ت- پس از تخلیه آسفالت از ماشین حمل و قبل از حرکت آن، راننده باید اطمینان حاصل کند که محفظه بارکاملا تخلیه شده است. حرکت ماشین آلات حمل آسفالت در حالی‌که محفظه حمل بار آن در وضعیت تخلیه قرار دارد ممنوع است.

ث- ماشین حمل آسفالت باید در فاصله مطمئن و ایمن از محل تخلیه دستگاه فینیشر قرار داشته باشد و منتظر اجازه برای تخلیه بار بماند.

ج- هنگام تخلیه و قبل از فعال‌کردن جک تخلیه ماشین حمل آسفالت باید سرعت خود را کاملاً با ماشین فینیشر هماهنگ کرده و با کسب اجازه از مسئول عملیات، اقدام به فعال‌کردن جک تخلیه کند.

۱۳-۵-۴-۱۹-کارگران و عوامل عملیات اجرای آسفالت باید از تجهیزات حفاظت فردی شامل لباس کار ایمن، کفش ایمنی، دستکش ایمنی مطابق بخش ۲-۱۰ استفاده کنند.

۱۳-۵-۴-۲۰- باید هنگام کار با فینشر آسفالت و غلتک‌زنی روی مسیرهای عمومی نسبت به اجرای سیستم کنترل ترافیکی مناسب و استفاده از یک تیم مجهز به پوشش هایی با قابلیت انعکاس نور اقدام شود.

۱۳-۵-۴-۲۱- ظروف محتوی مواد قیری و نفتی باید بعد از سرد شدن روی بالابر بارگذاری و حمل شود.

۱۳-۵-۵- ماشین‌آلات خاکریزی و متراکم کننده‌های خاک

۱۳-۵-۵-۱- هنگام کار با ماشین آلات خاکبرداری خاکریزی باید ضوابط بخش ۲-۷ رعایت شود.

۱۳-۵-۵-۲- هنگام استفاده ازغلتک‌ها باید قبل از غلتک‌زنی سطح راه، بررسی‌ها و اقدامات کنترلی مناسب و لازم برای تامین ایمنی نظیر ظرفیت مجاز، ایمنی عمومی، ایمنی لبه ترانشه‌ها و شیب‌ها به‌عمل آورده شود.

۱۳-۵-۵-۳- هنگامی‌که غلتک کار نمی‌کند:

الف- باید ترمز گرفته شود.

ب- چنانچه غلتک در شیب قرار گرفته، باید در دنده مخالف نیروی ثقل زمین قرارگیرد و گوه‌های مخصوص توقف جلوی چرخ‌های جلو و عقب قرار گیرد.

پ- سوئیچ یا کلید در وضعیت خاموش باشد.

ت- چرخ‌ها باید توسط موانع محکم و مقاوم مسدود شوند.

۱۳-۵-۵-۳- سیستم کنترل حرکت غلتک دستی یا غلتک‌هایی که متصدی آن در حالت پیاده در کنار غلتک قرار می‌گیرد باید به‌گونه‌ای باشد که متصدی بتواند حرکت غلتک را در هر جهت کنترل کند.

۱۳-۵-۵-۴- برای خاموش‌کردن عملکرد ارتعاشی استوانه در غلتک‌های کششی، متصدی باید به‌راحتی قادر به قطع عملکرد از طریق سیستم کنترلی نصب شده در ماشین باشد.

۱۳-۵-۵-۵- قبل از شروع به‌کار، چرخ‌ها و کفشک‌های متراکم کننده‌ها باید در برابر اجسام و موانعِ محکم و مقاوم محافظت شوند.

۱۳-۵-۵-۶- قبل از غلتک‌زنی سطح جاده، باید بررسی‌ها و اقدامات کنترلی مناسب و لازم برای تامین ایمنی نظیر ظرفیت مجاز، ایمنی عمومی، ایمنی لبه ترانشه‌ها و شیب‌ها به‌عمل آورده شود.

۱۳-۵-۵-۷- حرکت غلتک دستی یا غلتک‌هایی که عامل انجام کار در حالت پیاده در کنار غلتک قرار می‌گیرد باید از نوعی باشد که حرکت غلتک را در هر جهت کنترل کند.

۱۳-۵-۵-۸- برای خاموش کردن عملکرد ارتعاشی استوانه در غلتک‌های کششی، اپراتور باید به‌راحتی قادر به انجام قطع عملکرد از طریق ابزار کنترلی نصب شده در ماشین باشد.

۱۳-۵-۵-۹- قبل از روشن کردن و حرکت دادن ماشین، باید بوق را به‌عنوان هشدار به صدا در آورده و برای اطمینان از عملکرد مناسب اهرم تغییر جهت حرکت و فرمان، آن‌ها را بررسی کرده ، ترمز پارکینگ را درگیر نموده و دقت شود که اهرم تغییر جهت حرکت در حالت خلاص باشد.

۱۳-۵-۵-۱۰- هنگام روشن کردن و راه‌اندازی ماشین به‌علت خطر آسیب دیدن موتور و سایر خطرات، نباید از مایع کمک استارت و گرم‌کن موتور به‌صورت هم‌زمان استفاده شود.

۱۳-۵-۵-۱۱- قبل از حرکت کردن ماشین باید دقت شود که کسی اطراف آن نباشد و از درگیرکردن سریع و ناگهانی اهرم راه‌اندازی ماشین (جلو / عقب) خودداری شود.

۱۳-۵-۵-۱۲- هنگام حرکت در سراشیبی نباید اهرم تغییر دنده جعبه دنده در وضعیت خلاص قرار بگیرد.

۱۳-۵-۵-۱۳- برای کاهش سرعت ماشین نباید از ترمز پارکینگ استفاده شود مگر در شرایط اضطراری. زیرا این کار موجب کاهش کارایی ماشین می‌شود. بعد از استفاده راننده از ترمز پارکینگ، باید لنت‌ها تعویض شوند.

۱۳-۵-۵-۱۴- برای استفاده از سیستم ترمز پارکینگ قبل از تنظیم باید ابتدا اطمینان حاصل شود که ماشین در سطح صاف قرار گرفته باشد. پس از استفاده از سیستم ترمز پارکینگ ، باید از صحت تنظیم میکروسوئیچ و روشن شدن چراغ نشانگر درگیرشدن ترمز پارکینگ مطمئن شد.

۱۳-۵-۵-۱۵- قبل از خروج راننده از غلتک باید بررسی شود که کلید در وضعیت خاموش باشد. پس از متوقف کردن غلتک توصیه می‌شود اتصال باتری قطع شود تا از روشن شدن سهوی موتور و حرکت غلتک جلوگیری شود.

۱۳-۵-۵-۱۶- اپراتورها و متصدیان غلتک‌های ماشینی و دستی باید در مقابل ارتعاش مطابق بند ۲-۹-۶-۱۰ حفاظت شوند.

۱۳-۵-۶- سایر

۱۳-۵-۶-۱- در اجرای عملیات بتنی در محوطه‌سازی ، باید الزامات ایمنی بخش ۶-۴ (جلد سوم، بتن و اجرای آن) رعایت شود.

۱۳-۵-۶-۲- تخلیه مصالح از قبیل پالت‌های آجر و سنگ‌فرش‌های بتنی ، جداول بتنی و... باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل و مطابق ضوابط بند ۲-۷-۵ انجام شود.

۱۳-۵-۶-۳- بسته‌های بزرگ آجرها و کفپوش‌های بتنی بسته‌بندی شده نباید بیش از ۳ بسته روی‌هم قرار داده شود. مصالح بسته‌بندی شده (آجرکف ، موزائیک ، سنگ‌فرش بتنی و مانند آن) را باید با پالت بلند کرد یا با استفاده از جک پالت جابه‌جا نمود. در جابه‌جا نمودن آجرها نباید از چرخ دستی استفاده شود، مگر در محل‌هایی که فضا محدود باشد.

۱۳-۵-۶-۴- انبارکردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال پلیمری، حلال‌ها و رنگ‌های ترافیکی و مانند آن باید با رعایت ضوابط بند ۲-۴-۳-۲ و ۲-۲-۵-۷ صورت گیرد.

۱۳-۵-۶-۵- هنگام استفاده از رنگ، حلال‌ها و مواد شیمیایی لازم است تا تدابیر ضدحریق مطابق بندهای ۲-۴-۲ و۳ به‌عمل آورده شود و در زمان به‌کارگیری یا رقیق کردن رنگ یا پوشش ضروری است که کاربر از ماسک و دستکش استفاده کند.

۱۳-۵-۶-۶- باطله‌ها ، ضایعات و پسماندهای پلاستیکی و پلیمری، باید بلافاصله بعد از اتمام عملیات اجرایی جمع آوری شده و در مکانی خلوت و به‌دور از مسیر تردد کارگران و به‌دور از آتش و مواد قابل اشتعال نگهداری شوند. محل نگهداری باید مجهز به تجهیزات اطفای حریق مطابق بند ۲-۴-۶ باشد.

۱۳-۵-۶-۷- برای جلوگیری از پراکندگی ذرات غبار (ذرات سیلیس) در زمان برشکاری سنگ، آجرها و کف‌پوش‌ها در محیط کارگاه، باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۹-۶-۵ به‌عمل آید. برای جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی، باید الزامات بند ۲-۹-۶-۱۱-ث رعایت شود.

۱۳-۵-۶-۸- کارگران شاغل در این عملیات باید به ماسک تنفسی مخصوص، عینک و نقاب حفاظتی، لباس‌کار با پوشش کامل سطح بدن، دستکش، کلاه (سربند) وکفش حفاظتی مطابق بخش ۲-۱۰ مجهز باشند.

۱۳-۵-۶-۹- استفاده از موزاییک‌هایی که از آزبست و سایر مصالح مشابه در تولید آنها استفاده شده، مجاز نیست.

Building Genral Technical Specification Volume IX
Landscaping
[IR-Code 55-9]

Authors & Contributors Committee:

Alireza	Khavandi (Landscaping section chair)	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Koroush	Jayervand	Consulting Engineers Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mahdi	Khoshkerdar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Mohammadali	Farrokhi	Consulting Engineers Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mahdi	Chini	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.

Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract

The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- **Volume Nine: Landscaping**
- Volume Ten: Seismic Rehabilitation of Existing Buildings

This volume (the Ninth volume) consists of the thirteenth chapter (Landscaping).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
Genral Technical Specification
Volume IX

Landscaping
IR-Code 55-9
Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production	Road, Housing & Urban Development Research Center
Department of Technical and Executive Affairs	Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد نهم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به محوطه‌سازی در هنگام ساخت ساختمان می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی

کارهای ساختمانی

تجدید نظر سوم

جلد دهم

بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ضابطهٔ شماره ۱۰-۵۵

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی

Nezamfanni.ir

۱۴۰۳

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۳/۵۶۹۴۵۰
	تاریخ :	۱۴۰۳/۱۱/۰۳

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم) در ۱۰ جلد:** **جلد اول:کلیات، سلامت، ایمنی و محیط زیست و مستندسازی** **جلد دوم: تخریب– ژئوتکنیک** **جلد سوم: بتن و اجرای آن** **جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی** **جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب و نمای ساختمانی** **جلد ششم: عایق‌کاری** **جلد هفتم: پوشش‌ها** **جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی** **جلد نهم: محوطه‌سازی** **جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود**
شماره ضابطه:	**۵۵**
نوع ابلاغ:	لازم الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی» مستقر در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

این بخشنامه از تاریخ اجرا، جایگزین بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۴۱ مورخ ۱۳۸۳/۰۴/۱۷ می‌شود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی،زیر بنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خوانندگان گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت و دانش اسناد ملی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

- تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه-مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
- تهران، بزرگراه شیخ فضل‌ا..نوری، جنب شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت

Email: nezamfanni@chmail.ir Web: nezamfanni.ir

Email: Code55@bhrc.ac.ir Web: www.bhrc.ac.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

اولین نسخه ضابطه ۵۵ در سال ۱۳۵۳ با هدف یکنواخت کردن مشخصات فنی عمومی ساختمان‌ها در سطح کشور، راهنمایی دستگاه‌های اجرائی برای رعایت نکات فنی لازم الاجرا در عملیات ساختمانی و انتخاب مصالح مرغوب تدوین شد. در تهیه آن نسخه علاوه‌بر منابع فنی و تجربیات افراد متخصص، از دفترچه‌های مشخصات فنی عمومی که توسط موسسات خصوصی و دستگاه‌های دولتی تهیه گردیده بود و همچنین از استانداردهای موسسه استاندارد استفاده شد. نسخه اول با همکاری مهندسان مشاور تکنولوگ تهیه گردید و پیش‌نویس آن برای اظهار نظر در اختیار دستگاه‌های اجرائی و مهندسان مشاور قرار گرفت و به موازات آن کمیته کارشناسی با شرکت آقایان علیرضا احسانی از وزارت مسکن و شهرسازی، مرحوم مهندس مصطفی کتیرایی از سازمان مسکن، مهندس احمد خراسانچیان از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مرحوم مهندس یزدان‌شناس از سازمان برنامه و بودجه در دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تشکیل و نسخه پیشنهادی توسط این افراد نهایی و منتشر شد.

بازنگری اول این ضابطه که در سال ۱۳۷۳ انجام شد و در بازنگری دوم ضابطه ۵۵ که در سال ۱۳۸۳ منتشر شد، سازگاری با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور و توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفت. بازنگری و تکمیل مطالب، بالاخص فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی بود که رعایت شد. همچنین به‌منظور کاربردی نمودن ضابطه و استفاده سریع و آسان از مطالب مندرج در آن، نسخه الکترونیکی آن نیز در قالب لوح فشرده تهیه شد که قابلیت‌های ویژه‌ای از جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب و امکان ارسال آن به چاپگر را به خواننده می‌داد.

ویرایش حاضر که تدوین آن به مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی سپرده شد، با توجه به سوابق فوق،"تجدیدنظر سوم" ضابطه ۵۵ به شمار می رود که با توجه به تحولات مهمی که در چند سال اخیر در صنعت ساخت و ساز ایجاد شده، نسبت به ویرایش قبلی، تجدید نظر اساسی در آن انجام پذیرفته است. موضوعات عمده‌ای که در تدوین این ویرایش مورد توجه قرار گرفته است عبارتند از: توجه به اصول توسعه پایدار، حفظ محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاربردی نمودن فناوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساختمان، توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی در انتخاب مصالح و ارائه روش‌های اجرا، استفاده از مصالح و روش‌های اجرایی با قابلیت کنترل و نظارت درنظرگیری اولویت مصرف برای مصالح بومی و ساخت داخل کشور و همچنین توجه خاص به شرایط لرزه‌خیزی کشور.

همچنین در متن حاضر، روان‌نویسی و پرهیز از پیچیدگی، با رویکرد تسهیل برای استفاده‌کنندگان، یکپارچه بودن تمام فصول و عدم تعارض میان فصل‌های مختلف و ارائه جزئیات اجرایی برای استفاده آسان ضابطه مورد توجه بوده است. ساختار کلی بازنگری سوم ضابطه ۵۵ در مقایسه با بازنگری دوم متفاوت است. رویکرد کلی در ساختار فعلی ترتیب

عملیات ساختمانی می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به نیاز جامعه مهندسی به ضوابط و مشخصات فنی در حوزه بهسازی لرزه‌ای و سلامت ایمنی و محیط زیست دو فصل با عناوین ذکر شده به ضابطه حاضر اضافه شده است.

با توجه به مطالب فوق، این ضابطه پس از تهیه و کسب نظر از عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی کشور به سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال شد که پس از بررسی، بر اساس نظام فنی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ابلاغ گردید و برای قراردادهای جدید در طرح‌هایی که از محل وجوه عمومی استفاده می‌کنند و یه به صورت مشارکت عمومی و خصوصی اجرا می‌شوند، لازم‌الاجرا می‌باشد.

لازم به توضیح است به جهت حجم بالای مطالب، این ضابطه در ده جلد مجزا به شرح زیر تهیه و تدوین گردیده است.

جلد اول: کلیات- سلامت، ایمنی و محیط زیست- مستند سازی

جلد دوم: تخریب- ژئوتکنیک

جلد سوم: بتن و اجرای آن

جلد چهارم: فولاد و اجرای سازه‌های فولادی

جلد پنجم: عملیات بنایی، جداکننده‌ها و کف‌ها و سقف‌های کاذب- نمای ساختمان

جلد ششم: عایق کاری

جلد هفتم: پوشش‌ها

جلد هشتم: اصول و روش‌های نصب در و پنجره ساختمانی

جلد نهم: محوطه سازی

جلد دهم: بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

این جلد (جلد دهم) مشتمل بر فصل چهاردهم (بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود) است.

در خاتمه از کاربران محترم درخواست داریم برای تکمیل ضابطه حاضر پیشنهادها و اصلاحات مورد نظر خود را به دبیرخانه ضابطه ۵۵ (Code55@bhrc.ac.ir) ارسال فرمایند. کارشناسان پیشنهادهای ارسال شده را بررسی و در صورت لزوم نسبت به تهیه متن اصلاحی اقدام خواهند نمود.

شایان ذکر است که در تدوین این ویرایش حدود ۱۰۰ نفر از استادان، کارشناسان و صاحب نظران مشارکتی فعال وجدی داشته اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر به عمل می‌آید.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

اسامی همکاران در تهیه و ابلاغ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی- ضابطه شماره ۵۵

جلد دهم- بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود تهیه کنندگان

تهیه کنندگان

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی	همکاری در تهیه
سید عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران	فصل چهاردهم
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
داوود	مستوفی‌نژاد	دانشگاه صنعتی اصفهان	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
اسماعیل	پورشاهید	مهندسین مشاور شالوده سازان شبکه	کارشناسی ارشد مهندسی عمران	فصل چهاردهم
سیامک	ایپکچی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
محمد	یکرنگ‌نیا	دانشگاه شهید رجایی	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
محمدسجاد	زارعیان	دانشگاه شهاب دانش	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
حامد	سیری	سازمان نوسازی مدارس	کارشناسی ارشد مهندسی عمران	فصل چهاردهم
مهدی	خوش‌کردار	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی عمران	فصل چهاردهم
سهیل	جعفری‌نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر
امیر	ملک محمدی	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران	ترسیم تصاویر

اعضای گروه هماهنگی و تلفیق ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
اصغر	ساعد سمیعی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس معماری
حسن	آقا تابش	وزارت راه و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
علیرضا	توتونچی	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمد جعفر	علیزاده	وزارت راه و مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
محمدرضا	طبیب زاده	انجمن شرکت‌های مهندسی و پیمانکاری نفت، گاز و پتروشیمی (اپک)	کارشناس ارشد مهندسی عمران
بهناز	پورسید	رییس اسبق امور نظام فنی و اجرایی در سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناسی مهندسی عمران
محمدرضا	سیادت	سازمان برنامه و بودجه کشور	کارشناس ارشد مهندس معماری
حسن	سلطان علی	شرکت سرای ایمنی و کیفیت آوید	کارشناس مهندس عمران
محسن	بهرام غفاری	شرکت توسعه ابنیه حافظ	کارشناس ارشد مهندسی عمران
فرزین	کلانتری	دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	دکترای مهندس عمران
هرمز	فامیلی	دانشگاه علاادوله سمنانی، مهندسین مشاور کوبان کاور	دکترای مهندس عمران
محسن	تدین	انجمن بتن ایران، مهندسین مشاور سیناب غرب	دکترای مهندس عمران
اباذر	اصغری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
رسول	میرقادری	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
فرهنگ	فرحبد	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
نادر	خواجه احمد عطاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
سهراب	ویسه	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکتری مهندسی معدن
مژده	زرگران	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس شیمی
بهروز	کاری	مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی	دکترای مهندس عمران
علیرضا	خاوندی	دانشگاه زنجان	دکترای مهندس عمران
عبدالله	(شادروان) حسینی	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
سید علی	رضوی طباطبائی	دانشگاه علم و فرهنگ	دکترای مهندس عمران
بهنام	مهرپرور	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	دکترای مهندسی عمران

اعضای دبیرخانه ضابطه ۵۵

نام	نام خانوادگی	محل اشتغال	مدرک تحصیلی
محمد	شکرچی زاده	دانشگاه تهران	دکترای مهندس عمران
محمد حسین	افتخار	بنیاد مسکن انقلاب اسلامی	کارشناس ارشد مهندسی عمران
جواد	فرید	شرکت بهراد فردیس	کارشناس ارشد مهندسی عمران
سهیل	جعفری نژاد	انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران	کارشناس ارشد مهندسی عمران
نرگس	خیرطال	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس ارشد مهندسی مدیریت
شیوا	بهرامی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات

اعضای کمیته راهبری (با دبیری مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی)

محمد شکرچی‌زاده	رئیس سابق مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی
محمد حسین افتخار	مدیرعامل موسسه فناوری و نوآوری بنیاد تک
محمد جعفر علیزاده	معاونت سابق وزیر راه و شهرسازی
علیرضا توتونچی	معاون امورز نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور)

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
محمدرضا سیادت	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی
سجاد حیدری حسنکلو	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

با سپاس از زحمات خانم‌ها مریم چلیکی و زهرا کاشانی، همکاران محترم سازمان بابت کنترل ویراستاری

پیشگفتار بازنگری دوم (۱۳۸۳)

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی با رویکرد کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام فنی اجرایی کشور، مورد تأکید جدی قرارگرفته است.

ضابطه حاضر با عنوان "مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی" به‌منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرای متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، تهیه و تدوین گردیده است.

به هنگام و روزآمد نمودن ضوابط و استانداردهای فنی، با توجه به فناوری‌های جدید و نوآوری‌های صنعتی، در مقاطع زمانی مختلف، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز در این راستا وظایف و مسئولیت‌های قانونی و به‌منظور هماهنگی و همگامی با فناوری‌های جدید و تکمیل این مجموعه، اقدام به بازنگری و تجدیدنظر در این شریه نموده است.

بازنگری و تکمیل مطالب بالأخص در فصول دوم "مصالح ساختمانی"، پنجم "بتن و بتن آرمه" و درج استانداردهای مرتبط جدید در تمام متن و ویرایش فنی کل مجموعه از اهم مواردی است که در نسخه حاضر انجام‌شده است.

به‌منظور کاربردی‌تر نمودن نشریات حاضر و استفاده سریع و آسانم از مطالب مندرج در آن، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، نسخه الکترونیکی این مجموعه را نیز در قالب لوح فشرده تهیه نموده است. این نسخه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در جستجوی واژه، نمایش مناسب مطالب، امکان ارسال آن به چاپگر و ... می‌باشد.

کارشناسان و متخصصان مشروح زیر، در تهیه و تدوین نسخه پیشین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نقش بسزایی داشته‌اند.

آقای مهندس علی ابریشمی	آقای مهندس اسماعیل عبدالهی علی بیگ
آقای مهندس علیرضا احسانی	آقای دکتر مهدی قالیبافیان
آقای مهندس اکبر اسدالله خان والی	آقای مهندس مصطفی کتیرایی
آقای مهندس حسن تابش	آقای مهندس منوچهر کریم‌خان زند
آقای مهندس احمد جاودان	آقای مهندس جواد مجلسی
آقای مهندس احمد خراسانچیان	آقای مهندس قباد میزانی
آقای مهندس عزت الله خواجه‌نوری	خانم مهندس منیر وزیرنیا
آقای مهندس سیدعلی طاهری	آقای مهندس سید اکبر هاشمی
آقای مهندس رضا طبیب زاده نوری	آقای مهندس مصطفی یزدان‌شناس

معاونت امور فنی از آقای مهندس میر محمود ظفری، کارشناس مسئول گروه عمران دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، به خاطر زحمات و کوشش‌های فراوان ایشان در بازنگری، ویرایش و آماده سازی نسخه الکترونیکی، قدردانی و تشکر می‌نماید. از مدیرکل محترم دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و معاون محترم، آقای مهندس تبار که در هدایت پروژه در راستای اهداف دفتر تلاش نموده‌اند، نیز سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از تلاش و جدیت آقای دکتر حسین عرب علی بیک و آقای سعید جلالی که طراحی و اجرای نسخه الکترونیکی و آماده‌سازی نسخه کاغذی را برای چاپ به عهده داشته‌اند، تشکر می‌نماید.

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

فهرست مطالب

فصل چهاردهم- بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود ۱
۱۴-۱- کلیات ۳
۱۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد ۳
۱۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات ۶
۱۴-۲- موارد عمومی اجرای بهسازی ۱۱
۱۴-۲-۱- نقشه‌های اجرایی طرح بهسازی ۱۱
۱۴-۲-۲- شرایط بارهای بهره‌برداری و انتقال بار در حین عملیات بهسازی ۱۱
۱۴-۳- ساختمان‌های بتن آرمه ۱۲
۱۴-۳-۱- شناسایی تکمیلی ۱۲
۱۴-۳-۱-۱- آزمایش‌های غیرمخرب ۱۲
۱۴-۳-۱-۱-۱- آزمایش چکش اشمیت یا ارتجاعی براساس استاندارد ASTM C805 ..... ۱۲
۱۴-۳-۱-۱-۲- آزمایش فراصوت یا اولتراسونیک ۱۳
۱۴-۳-۱-۱-۳- آزمایش شناسایی آرماتور در بتن ۱۳
۱۴-۳-۱-۱-۴- آزمایش پژواک ضربه ۱۳
۱۴-۳-۱-۲- آزمایش‌های مخرب ۱۴
۱۴-۳-۱-۲-۱- آزمایش مغزه‌گیری ۱۴
۱۴-۳-۱-۲-۲- آزمایش بیرون‌کشیدگی ۱۴
۱۴-۳-۱-۲-۳- آزمایش کشش سطحی ۱۵
۱۴-۳-۲- موارد عمومی در عملیات بهسازی سازه‌های بتنی ۱۶
۱۴-۳-۲-۱- تمیزکاری و تسطیح سطح بتن ۱۶
۱۴-۳-۲-۲- تخریب سطحی و عمیق عضو بتنی ۱۶
۱۴-۳-۲-۳- مضرس نمودن سطح بتن ۱۷
۱۴-۳-۲-۴- سوراخکاری بتن ۱۷
۱۴-۳-۲-۵- کاشت آرماتور یا میل مهار داخل بتن ۱۷
۱۴-۳-۲-۶- درزبندی ترک‌های سازه‌ای ۱۸
۱۴-۳-۲-۶-۱- تزریق رزین اپوکسی ۱۸
۱۴-۳-۲-۶-۲- بخیه زدن ۲۰
۱۴-۳-۲-۶-۳- تنیدن ۲۱
۱۴-۳-۲-۷- ترمیم ناحیهٔ آسیب دیده بتنی ۲۲
۱۴-۳-۳- تعمیر و تقویت ستون‌های بتنی ۲۳
۱۴-۳-۳-۱- افزودن ستون‌های جدید ۲۳
۱۴-۳-۳-۲- افزایش سطح مقطع ستون با استفاده از ژاکت بتنی ۲۴
۱۴-۳-۳-۳- تقویت ستون با استفاده از ورق‌ها و پروفیل‌های فولادی ۲۸
۱۴-۳-۳-۴- تقویت ستون با استفاده از تسلیحات قرار داده شده در نزدیک سطح ۳۰
۱۴-۳-۴- تعمیر و تقویت تیرهای بتنی ۳۱
۱۴-۳-۴-۱- افزودن تیرهای اصلی و فرعی جدید ۳۱
۱۴-۳-۴-۲- افزایش سطح مقطع تیر با استفاده از بتن ۳۲
۱۴-۳-۴-۳- تقویت تیر با استفاده از ورق‌ها و پروفیل‌های فولادی ۳۵
۱۴-۳-۴-۴- اتصال دستک در زیر تیر نزدیک تکیه‌گاه ۳۸

۱۴-۳-۵- تعمیر و تقویت دیوارهای برشی بتنی ۳۹
۱۴-۳-۵-۱- افزودن دیوارهای برشی بتنی جدید ۳۹
۱۴-۳-۵-۲- افزودن سطح مقطع دیوار و المان مرزی ۴۵
۱۴-۳-۵-۳- تقویت با استفاده از دوختن ورق‌ها و تسمه‌های فولادی در طرفین دیوار برشی بتنی ۴۷
۱۴-۳-۶- دال‌ها و دیافراگم‌های بتن‌آرمه ۴۸
۱۴-۳-۶-۱- افزودن دال جدید ۴۸
۱۴-۳-۶-۲- افزودن تیرهای فرعی به تیرهای اصلی و یا ستون ۴۹
۱۴-۳-۶-۳- افزایش سطح مقطع دال بتنی با استفاده از بتن ۵۰
۱۴-۳-۶-۴- تقویت با استفاده از ورق‌ها و یا پروفیل‌های فولادی ۵۲
۱۴-۳-۶-۵- تقویت با استفاده از تسلیحات قرار داده شده در نزدیک سطح ۵۲
۱۴-۳-۶-۶- تقویت اجزای دیافراگم در انتقال بار داخل صفحه ۵۲
۱۴-۳-۷- تقویت و بهسازی توسط کامپوزیت FRP ۵۳
۱۴-۳-۷-۱- انتخاب کامپوزیت FRP مناسب جهت بهسازی ۵۳
۱۴-۳-۷-۲- روش‌های نصب ۵۳
۱۴-۳-۷-۲-۱- روش نصب سطحی ۵۳
۱۴-۳-۷-۲-۲- روش نصب در نزدیک سطح ۵۵
۱۴-۳-۷-۲-۳- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق روی شیار ۵۶
۱۴-۳-۷-۲-۴- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق داخل شیار ۵۷
۱۴-۳-۷-۳- نکات عمومی اجرایی و ایمنی در حین اجرا ۵۸
۱۴-۳-۷-۴- نکات مربوط به شرایط محیطی در حین اجرا ۵۹
۱۴-۳-۷-۵- نکات مربوط به اجرای سیستم تقویتی ۶۰
۱۴-۳-۷-۶- نکات مربوط به ایمنی سیستم در برابر گرما و آتش سوزی ۶۱
۱۴-۳-۷-۷- تقویت اعضای بتن آرمه با کامپوزیت FRP ۶۱
۱۴-۳-۷-۷-۱- تقویت خمشی ۶۱
۱۴-۳-۷-۷-۲- تقویت برشی ۶۲
۱۴-۳-۷-۷-۳- تقویت ستون ۶۲
۱۴-۳-۷-۷-۴- تقویت خمشی و برشی دال ۶۳
۱۴-۳-۷-۷-۵- تقویت دیوارهای برشی ۶۴
۱۴-۳-۷-۷-۶- کنترل کیفیت رزین ۶۵
۱۴-۳-۷-۷-۶-۱- خصوصیات فیزیکی ۶۵
۱۴-۳-۷-۷-۷- خصوصیات مکانیکی کوتاه مدت رزین عمل آوری شده ۶۶
۱۴-۳-۷-۷-۸- دوام و خصوصیات کوتاه مدت رزین عمل‌آوری شده ۶۶
۱۴-۳-۷-۸- کنترل کیفیت سیستم تقویتی FRP ۶۶
۱۴-۳-۷-۸-۱- خصوصیات فیزیکی سیستم تقویتی FRP ۶۶
۱۴-۳-۷-۸-۲- اتصال میان کامپوزیت FRP، رزین و بتن ۶۶
۱۴-۳-۷-۹- حداقل بازرسی و نمونه گیری لازم در فرآیند بهسازی ۶۷
۱۴-۳-۷-۹-۱- بازرسی ۶۷
۱۴-۳-۷-۹-۲- نمونه گیری برای کنترل کیفیت ۶۷
۱۴-۳-۷-۱۰- معیارهای پذیرش ۶۸
۱۴-۳-۷-۱۰-۱- مصالح ۶۸
۱۴-۳-۷-۱۰-۲- جهت قرارگیری الیاف ۶۸

۱۴-۴- پیشتنیدگی در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود ۷۰
۱۴-۴-۱- بهسازی با پیشتنیدگی خارجی ۷۰
۱۴-۴-۲- بهسازی اتصال فولادی تیر به ستون با پیشتنیدگی ۷۲
۱۴-۴-۳- تقویت اتصال بتنی تیر به ستون با پیشتنیدگی ۷۳
۱۴-۴-۴- اجرای پیشتنیدگی به‌وسیله نوارهای FRP ۷۴
۱۴-۵- ساختمان‌های فولادی ۷۷
۱۴-۵-۱- الزامات عمومی ۷۷
۱۴-۵-۱-۱- شناسایی مصالح و جزئیات اجزا و اعضا ۷۷
۱۴-۵-۱-۲- برش حرارتی اعضای موجود ۷۸
۱۴-۵-۱-۳- ایجاد تغییر شکل در اجزا ۷۸
۱۴-۵-۱-۴- تنظیم خیز در ساختمان موجود ۷۹
۱۴-۵-۱-۵- سوراخکاری اعضای موجود ۷۹
۱۴-۵-۱-۶- مخاطرات حریق ۷۹
۱۴-۵-۱-۷- رواداری‌های اجرایی ۷۹
۱۴-۵-۲- الزامات مربوط به بهسازی لرزه‌ای تیرها ۷۹
۱۴-۵-۲-۱- الزامات کلی ۷۹
۱۴-۵-۲-۲- افزودن تیرهای جدید ۸۰
۱۴-۵-۲-۳- تقویت تیر با افزودن ورق ۸۰
۱۴-۵-۲-۴- تقویت تیر با افزودن ورق تقویت در صفحه جان ۸۳
۱۴-۵-۲-۵- تقویت تیر با تعبیه ماهیچه در انتهای آن ۸۴
۱۴-۵-۲-۶- ایجاد تیر مرکب فولادی ـ بتنی ۸۴
۱۴-۵-۲-۷- تقویت تیر فولادی با الیاف پلیمر کامپوزیت (FRP) ۸۵
۱۴-۵-۲-۸- تقویت تیر با افزودن پروفیل ۸۵
۱۴-۵-۲-۹- تقویت تیر با نصب برشگیرهای پس نصب ۸۵
۱۴-۵-۳- ستون ۸۶
۱۴-۵-۳-۱- افزودن ستون‌های فولادی جدید ۸۶
۱۴-۵-۳-۲- تقویت ستون فولادی با ورق، تسمه و یا پروفیل فولادی ۸۶
۱۴-۵-۳-۳- تقویت ستون فولادی با بتن (و آرماتور) ۸۷
۱۴-۵-۳-۴- پر نمودن ستون فولادی با بتن ۸۸
۱۴-۵-۳-۵- تقویت ستون فولادی با الیاف پلیمر کامپوزیت (FRP) ۸۸
۱۴-۵-۴- دیوار برشی ۸۸
۱۴-۵-۴-۱- دیوار برشی بتن‌آرمه ۸۸
۱۴-۵-۴-۲- دیوار برشی مرکب ۸۹
۱۴-۵-۴-۳- دیوار برشی فولادی ۹۰
۱۴-۵-۵- اتصالات ۹۰
۱۴-۵-۵-۱- صفحه پای ستون ۹۰
۱۴-۵-۵-۲- اتصالات ساده تیر به ستون ۹۲
۱۴-۵-۵-۳- اتصالات صلب ۹۳
۱۴-۵-۵-۴- صفحه اتصال مهاربند (ورق گاست) ۹۴
۱۴-۵-۵-۵- وصله ستون ۹۶
۱۴-۵-۵-۶- اتصالات خورجینی ۹۷

۱۴-۵-۶- مهاربند ۹۷
۱۴-۵-۶-۱- افزودن مهاربند جدید یا جایگزین نمودن مهاربند موجود ۹۸
۱۴-۵-۶-۱-۱- مهاربند همگرای فولادی ۹۸
۱۴-۵-۶-۱-۲- مهاربندهای واگرای فولادی ۱۰۰
۱۴-۵-۶-۱-۳- مهاربند کمانش‌تاب (BRB) ۱۰۱
۱۴-۵-۶-۱-۴- مهاربندهای خارجی ۱۰۲
۱۴-۵-۶-۲- تقویت مهاربند با ورق یا تسمه ۱۰۲
۱۴-۵-۶-۳- تقویت مهاربند با افزودن FRP ۱۰۲
۱۴-۵-۶-۴- تقویت مهاربند با افزودن پروفیل ۱۰۴
۱۴-۵-۶-۵- تقویت اتصالات مهاربند ۱۰۴
۱۴-۵-۷- دیافراگم ۱۰۴
۱۴-۵-۷-۱- دال تخت و تیر فرعی فولادی (سقف کامپوزیت) ۱۰۴
۱۴-۵-۷-۲- سقف تیرچه بلوک ۱۰۵
۱۴-۵-۸- سایر ملاحظات اجرایی ۱۰۵
۱۴-۵-۸-۱- ضوابط جوشکاری بر روی اعضای موجود ۱۰۵
۱۴-۵-۸-۲- بررسی جوش‌پذیری ۱۰۵
۱۴-۵-۸-۳- انتخاب و اجرای جوش ۱۰۶
۱۴-۵-۸-۴- موقعیت جوش ۱۰۶
۱۴-۵-۸-۵- شرایط سطح ۱۰۶
۱۴-۶- ساختمان‌های مصالح بنایی ۱۰۷
۱۴-۶-۱- تعیین خواص مصالح و جزئیات سازه‌ای موجود ۱۰۷
۱۴-۶-۱-۱- تخریب و سونداژ ۱۰۷
۱۴-۶-۱-۲- شناسایی ۱۰۷
۱۴-۶-۱-۳- آماده سازی ۱۰۷
۱۴-۶-۱-۴- نمونه گیری و انجام آزمایش ۱۰۹
۱۴-۶-۱-۴-۱- آزمایش جک مسطح ۱۰۹
۱۴-۶-۱-۴-۲- آزمایش برش ملات در محل ۱۱۰
۱۴-۶-۱-۴-۳- آزمایش تعیین مقاومت کششی ملات ۱۱۱
۱۴-۶-۱-۵- ترمیم ۱۱۲
۱۴-۶-۲- دیوار ۱۱۲
۱۴-۶-۲-۱- تقویت سطحی دیوار با بتن پاششی ۱۱۲
۱۴-۶-۲-۱-۱- تخریب لایه رویه دیوارها ۱۱۲
۱۴-۶-۲-۱-۲- سوراخ کاری ۱۱۲
۱۴-۶-۲-۱-۳- مش بندی ۱۱۲
۱۴-۶-۲-۱-۴- بتن‌پاششی و عمل‌آوری ۱۱۳
۱۴-۶-۲-۲- افزودن شناژ به زیر دیوار موجود ۱۱۵
۱۴-۶-۲-۳- کاهش یا افزایش ابعاد بازشوها در دیوار ۱۱۶
۱۴-۶-۲-۴- کلاف‌بندی جدید در دیوار ۱۱۷
۱۴-۶-۲-۴-۱- ایجاد محل کلاف‌ها در دیوار ۱۱۷
۱۴-۶-۲-۴-۲- قراردادن شبکه میلگردها در کلاف‌ها ۱۱۷
۱۴-۶-۲-۴-۳- قالب‌بندی، بتن‌ریزی و عمل‌آوری ۱۱۸

۱۴-۶-۲-۵- روش‌های ترمیم دیوارهای آسیب دیده ۱۱۸
۱۴-۶-۲-۵-۱- تزریق ترک‌ها ۱۱۸
۱۴-۶-۲-۵-۲- دوخت و دوز ترک‌ها ۱۱۸
۱۴-۶-۲-۵-۳- تعویض ناحیه‌ای مصالح ۱۱۸
۱۴-۶-۳- دال و دیافراگم ۱۱۹
۱۴-۶-۳-۱- ایجاد انسجام در دیافراگم با استفاده از تسمه و نبشی از زیر سقف ۱۲۰
۱۴-۶-۳-۲- مرکب کردن دیافراگم با افزودن لایه بتن مسلح ۱۲۱
۱۴-۶-۳-۳- بتن ریزی و عمل آوری ۱۲۱
۱۴-۷- بهسازی پی و شالوده ۱۲۲
۱۴-۷-۱- زهکشی در بهسازی پی‌ها ۱۲۲
۱۴-۷-۱-۱- روش‌های شناسایی و مطالعات ۱۲۲
۱۴-۷-۱-۲- رویکردهای اجرایی سیستم های زهکشی در بهسازی سازه‌ها ۱۲۲
۱۴-۷-۲- بهسازی سازه پی ۱۲۳
۱۴-۷-۲-۱- افزایش ابعاد پی موجود ۱۲۳
۱۴-۷-۲-۲- افزودن پی سطحی جدید در مجاورت پی سطحی موجود ۱۲۵
۱۴-۷-۲-۲-۱- ملاحظات اجرایی و تهیه جزئیات ۱۲۵
۱۴-۷-۲-۳- افزودن شمع در مجاورت پی سطحی موجود ۱۲۶
۱۴-۷-۲-۴- افزودن ریزشمع در مجاورت پی سطحی موجود با سطح پی گسترش‌یافته ۱۲۸
۱۴-۷-۲-۵- افزودن آرماتورهای فوقانی در سرشمع موجود ۱۲۸
۱۴-۷-۲-۵-۱- ملاحظات اجرایی و تهیه جزئیات ۱۲۸
۱۴-۷-۳- بهسازی پی ۱۲۹
۱۴-۷-۳-۱- گروت‌ریزی تراکمی ۱۲۹
۱۴-۷-۳-۲- گروت‌ریزی تزریقی در زیر پی‌های عمیق ۱۳۲
۱۴-۷-۴- بهسازی در فصل مشترک خاک-سازه ۱۳۲
۱۴-۸- تجهیزات و ادوات استهلاک انرژی ۱۳۳
۱۴-۸-۱-کلیات ۱۳۳
۱۴-۸-۱-۱- الزامات کلی میراگرها ۱۳۳
۱۴-۸-۲- میراگرهای اصطکاکی ۱۳۴
۱۴-۸-۲-۱- الزامات کلی میراگرهای اصطکاکی ۱۳۵
۱۴-۸-۳- میراگرهای تسلیمی فلزی ۱۳۶
۱۴-۸-۳-۱- الزامات کلی میراگرهای تسلیمی فلزی ۱۳۸
۱۴-۸-۴- میراگرهای ویسکوز ۱۳۹
۱۴-۸-۴-۱- الزامات کلی میراگرهای ویسکوز ۱۳۹
۱۴-۸-۵- میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۴۰
۱۴-۸-۵-۱- الزامات کلی میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۴۰
۱۴-۸-۶- تأییدیه فنی و آزمایش‌های لازم ۱۴۰
۱۴-۸-۶-۱- آزمایش‌های نمونه‌های اولیه ۱۴۱
۱۴-۸-۶-۲- آزمایش‌های کنترل محصول ۱۴۲
۱۴-۸-۷- نصب در ساختمان‌های موجود ۱۴۳
۱۴-۸-۷-۱- الزامات کلی نصب ۱۴۳
۱۴-۸-۷-۲- نصب میراگرهای اصطکاکی ۱۴۶

۱۴-۸-۷-۳- نصب میراگرهای تسلیمی فلزی ۱۴۷
۱۴-۸-۷-۴- نصب مهاربندهای کمانش‌تاب ۱۴۸
۱۴-۸-۷-۵- نصب میراگرهای ویسکوز ۱۵۰
۱۴-۸-۷-۶- نصب میراگرهای ویسکوالاستیک ۱۵۱
۱۴-۸-۸- بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری ۱۵۱
۱۴-۸-۸-۱- ضوابط کلی بازرسی دوره‌ای ۱۵۱
۱۴-۸-۸-۲- انواع بازرسی‌های دوره‌ای ۱۵۲
۱۴-۸-۹- تعویض ۱۵۵
۱۴-۹- جداسازی لرزه‌ای ۱۵۷
۱۴-۹-۱- کلیات ۱۵۷
۱۴-۹-۱-۱- الزامات کلی جداسازها ۱۵۷
۱۴-۹-۱-۲- جداساز لاستیکی (الاستومری) ۱۵۸
۱۴-۹-۱-۳- جداساز اصطکاکی (لغزشی) ۱۶۰
۱۴-۹-۱-۴- سیستم ترکیبی جداسازهای لاستیکی و اصطکاکی ۱۶۲
۱۴-۹-۱-۵- سیستم‌های فنری ۱۶۳
۱۴-۹-۲- مدارک فنی طرح ۱۶۴
۱۴-۹-۳- تأییدیه فنی و آزمایش‌های لازم ۱۶۵
۱۴-۹-۳-۱- ثبت نتایج ۱۶۵
۱۴-۹-۳-۲- آزمایش‌های نمونه اولیه ۱۶۶
۱۴-۹-۳-۳- آزمایش‌های کنترل محصول ۱۶۶
۱۴-۹-۴- نصب جداساز لرزه‌ای در ساختمان‌های موجود ۱۶۶
۱۴-۹-۴-۱- الزامات کلی ۱۶۶
۱۴-۹-۴-۲- نصب در ساختمان‌های دارای قاب فولادی یا بتن‌آرمه ۱۶۷
۱۴-۹-۵- جزئیات اجرایی ۱۷۵
۱۴-۹-۵-۱- فاصله آزاد افقی و قائم ۱۷۵
۱۴-۹-۵-۲- ناحیه خندق و ورق‌های پوشاننده افقی ۱۷۶
۱۴-۹-۵-۳- جزئیات اجرایی معماری ۱۷۹
۱۴-۹-۵-۴- جزئیات اجرایی تاسیسات برقی و مکانیکی ۱۸۲
۱۴-۹-۶- دوام سیستم جداساز ۱۸۳
۱۴-۹-۶-۱- دوام در برابر شرایط محیطی ۱۸۳
۱۴-۹-۶-۲- مقاومت در برابر آتش ۱۸۳
۱۴-۹-۷- بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری ۱۸۴
۱۴-۹-۷-۱- ضوابط کلی بازرسی دوره‌ای ۱۸۴
۱۴-۹-۷-۲- انواع بازرسی‌های دوره‌ای ۱۸۵
۱۴-۹-۸- تعویض ۱۸۹
۱۴-۱۰- اجزای غیر سازه‌ای ۱۹۰
۱۴-۱۰-۱- آماده سازی عناصر و مصالح موجود ۱۹۰
۱۴-۱۰-۲- اجزای معماری ۱۹۰
۱۴-۱۰-۲-۱- نماهای خارجی ۱۹۰
۱۴-۱۰-۲-۲- نماهای شیشه‌ای ۱۹۱
۱۴-۱۰-۲-۳- جان‌پناه‌ها و پیش‌آمدگی‌ها ۱۹۲

۱۴-۱۰-۲-۴- سایه‌بان‌ها ۱۹۲
۱۴-۱۰-۲-۵- دیوارهای غیرباربر و جداکننده‌های سنگین ۱۹۳
۱۴-۱۰-۲-۶- بهسازی لرزه‌ای دیوار با شبکه الیاف ۱۹۴
۱۴-۱۰-۲-۷- بهسازی لرزه‌ای راه پله ۱۹۶
۱۴-۱۰-۲-۷-۱- اتصالات پلکان ۱۹۶
۱۴-۱۰-۲-۸- بهسازی سقف‌های کاذب ۱۹۸
۱۴-۱۰-۳- اجزای تأسیساتی (مکانیکی، برقی،رایانه‌ای و غیره) ۱۹۹
۱۴-۱۰-۳-۱- انشعابات ۱۹۹
۱۴-۱۰-۳-۲- تجهیزات و تأسیسات مکانیکی، الکتریکی و ارتباطی ۲۰۰
۱۴-۱۰-۳-۲-۱- اجزای مکانیکی ۲۰۰
۱۴-۱۰-۳-۲-۲- اجزاء الکتریکی و ارتباطی ۲۰۰
۱۴-۱۰-۳-۲-۳- انواع اتصال اجزای مکانیکی، الکتریکی و ارتباطی به سازه ۲۰۱
۱۴-۱۰-۳-۲-۴- کانال‌ها، لوله ها و سینی‌های انتقال کابل‌های برقی و رایانه‌ای ۲۰۱
۱۴-۱۰-۴- ضوابط کنترل اتصالات و ادوات مؤثر در پایداری ثقلی و جانبی اجزای غیرسازه‌ای ۲۰۷
۱۴-۱۰-۵- نحوه اتصال اجزای غیرسازه‌ای به سازه ۲۰۹
۱۴-۱۱- سلامت، ایمنی و محیط زیست ۲۱۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۱۴-۱- آزمایش بیرون‌کشیدگی (PULL OUT) – روش اول ۱۴
شکل ۱۴-۲- آزمایش بیرون‌کشیدگی (PULL OUT) – روش دوم ۱۵
شکل ۱۴-۳- آزمایش کشش سطحی(PULL OFF) ۱۵
شکل ۱۴-۴- نحوه سوراخکاری، تمیزکاری و اجرای چسب به داخل سوراخ ۱۸
شکل ۱۴-۵- مراحل ترمیم ترکها با روش تزریق اپوکسی ۱۹
شکل ۱۴-۶- نصب نیپل و بتونه‌کاری برای ترمیم ترک در بتن ۲۰
شکل ۱۴-۷- نصب نیپل روی نمونه بتنی ترک خورده ۲۰
شکل ۱۴-۸- آماده سازی ترک برای تزریق رزین ۲۰
شکل ۱۴-۹- عملیات بخیه زنی در بتن ۲۱
شکل ۱۴-۱۰- ترمیم ترک با بخیه زدن ۲۱
شکل ۱۴-۱۱- تنیده نمودن ترکها ۲۱
شکل ۱۴-۱۲- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی ۲۵
شکل ۱۴-۱۳- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی ۲۶
شکل ۱۴-۱۴- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی ۲۷
شکل ۱۴-۱۵- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی ۲۹
شکل ۱۴-۱۶- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی ۲۹
شکل ۱۴-۱۷- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی ۳۰
شکل ۱۴-۱۸- تقویت ستون با استفاده از روش NSM ۳۱
شکل ۱۴-۱۹- الزامات هندسی در تقویت به روش NSM ۳۱
شکل ۱۴-۲۰- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از یک وجه ۳۳
شکل ۱۴-۲۱- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از چهار وجه ۳۴
شکل ۱۴-۲۲- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از سه وجه ۳۴
شکل ۱۴-۲۳- تقویت تیر بتنی با صفحات فولادی ۳۵
شکل ۱۴-۲۴- تقویت تیر بتنی با تسمه های فولادی ۳۵
شکل ۱۴-۲۵- تقویت دیوار بتنی در محل اتصال به دال ۳۶
شکل ۱۴-۲۶- تقویت تیر همبند با افزایش سطح مقطع تیر همبند ۳۷
شکل ۱۴-۲۷- تقویت تیر همبند با آرماتورهای قطری با افزایش سطح مقطع تیر همبند ۳۸
شکل ۱۴-۲۸- استفاده از دستک‌های فلزی در تقویت اتصالات تیر به ستون بتن مسلح ۳۹
شکل ۱۴-۲۹- اجرای دیوار برشی جدید در محل دال بتنی معمولی یا دال وافل ۴۱
شکل ۱۴-۳۰- مقاوم سازی با اضافه نمودن دیوار برشی جدید ۴۱
شکل ۱۴-۳۱- اتصال دیوار برشی به ستون بتنی موجود ۴۲
شکل ۱۴-۳۲- اضافه نمودن تیر جمع کننده در زیر دال بتنی معمولی ۴۳
شکل ۱۴-۳۳- اضافه نمودن تیر جمعکننده در زیر دال بتنی وافل ۴۳
شکل ۱۴-۳۴- تقویت تیر جمع کننده موجود با افزایش سطح مقطع تیر ۴۴
شکل ۱۴-۳۵- تقویت تیر جمع کننده موجود با استفاده از ورق فولادی ۴۵
شکل ۱۴-۳۶- تقویت دیوارهای برشی موجود ۴۶
شکل ۱۴-۳۷- مراحل انجام تقویت دیوار برشی ۴۷
شکل ۱۴-۳۸- تقویت دیوار برشی با دوختن ورقها و تسمههای فولادی در طرفین دیوار برشی ۴۸
شکل ۱۴-۳۹- جزئیات افزودن تیرهای فرعی به تیر اصلی ۴۹
شکل ۱۴-۴۰- اجرای تیرک فولادی برای تقویت دال بتنی ۵۰

شکل ۱۴-۴۱- مراحل اجرای تقویت بالای دال بتنی ۵۱
شکل ۱۴-۴۲- مراحل اجرای تقویت ناحیه تحتانی دال بتنی ۵۱
شکل ۱۴-۴۳- تقویت سقف دال با سیستم مهاربندی..... ۵۲
شکل ۱۴-۴۴- الف) آغشته کردن عضو بتنی با لایه‌ی نازک از رزین زیر لمینیت و یا بافته‌ی FRP ؛ ب) کشیدن غلتک (کاردک) مناسب روی سطح نوار یا ورق FRP جهت از بین بردن حباب هوا ۵۵
شکل ۱۴-۴۵- روش نصب در نزدیک سطح (NSM)؛ الف)نحوۀ تقویت ستون به صورت شماتیک؛ ب) ایجاد شیار در راستای مورد نظر روی عضو بتنی؛ پ) قرار دادن تسمه (نوار) داخل شیار و تزریق رزین به صورت هم‌زمان ۵۶
شکل ۱۴-۴۶- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق روی شیار (EBROG)؛ الف) تقویت عضو بتنی به صورت شماتیک؛ ب) مقطع عضو بتنی تقویت شده؛ پ) شیارهای ایجاد شده و پر کردن شیارها با رزین مناسب ۵۷
شکل ۱۴-۴۷- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق داخل شیار (EBRIG) ۵۸
شکل ۱۴-۴۸- ایجاد گرمایش جهت عمل آوری سریع با استفاده از ظرفیت رسانایی کامپوزیت‌های CFRP ۶۰
شکل ۱۴-۴۹- نمایش انواع مختلف تقویت برشی تیر بتن آرمه با کامپوزیت‌های FRP به صورت شماتیک؛ الف) تقویت دو طرفه؛ ب) تقویت سه طرفه؛ ج) تقویت کامل (دورپیچ)؛ چ) تقویت به صورت پیوسته؛ ه) تقویت به صورت مایل..... ۶۲
شکل ۱۴-۵۰- کامپوزیت‌های FRP مورد استفاده در تقویت برش منگنه‌ای؛ الف) میله FRP؛ ب) شبکه‌ی FRP؛ پ) FRP بادبزنی ۶۳
شکل ۱۴-۵۱- تقویت برش منگنه‌ای دال به صورت شماتیک الف) میله FRP؛ ب) شبکه‌ی FRP؛ پ) FRP بادبزنی ۶۳
شکل ۱۴-۵۲- استفاده از پوشش بتنی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی..... ۶۴
شکل ۱۴-۵۳- استفاده از نبشی فولادی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی ۶۴
شکل ۱۴-۵۴- استفاده از FRP بادبزنی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی ۶۵
شکل ۱۴-۵۵- مهار گیره در سازه..... ۷۰
شکل ۱۴-۵۶- انحرافدهنده مسیر..... ۷۰
شکل ۱۴-۵۷- انحرافدهنده مسیر..... ۷۱
شکل ۱۴-۵۸- جزئیات پیشتنیدگی خارجی اعمالی ۷۱
شکل ۱۴-۵۹- جزئیات بلوک انتهایی و منحرفکننده تاندونها در روش پیشتنیدگی خارجی ۷۲
شکل ۱۴-۶۰- تقویت اتصال فولادی با پیشتنیدگی خارجی به‌وسیله تاندون کششی ۷۲
شکل ۱۴-۶۱- نمونه اجرایی تقویت اتصال بتنی با پیشتنیدگی خارجی ۷۳
شکل ۱۴-۶۲- نصب جک جهت اعمال پیشتنیدگی..... ۷۴
شکل ۱۴-۶۳- پیشتنیدگی بوسیله نوارهای FRP..... ۷۴
شکل ۱۴-۶۴- مراحل اصلی برای پیشتنیدگی نوارهای CFRP ۷۵
شکل ۱۴-۶۵- افزودن تیرهای جدید به سازه موجود ۸۰
شکل ۱۴-۶۶- افزودن ورق تقویت بال تحتانی تیر با جوش گوشه به تیر موجود..... ۸۱
شکل ۱۴-۶۷- افزودن ورق تقویت بال تحتانی تیر و برقرار نمودن عملکرد مرکب ۸۱
شکل ۱۴-۶۸- افزودن ورق تقویت بال فوقانی تیر با استقرار ورق تقویت به صورت ایستاده ۸۱
شکل ۱۴-۶۹- افزودن ورق تقویت بال فوقانی تیر با استقرار ورق تقویت به صورت ایستاده ۸۲
شکل ۱۴-۷۰- تقویت ورق اتصال تحتانی تیر ۸۲
شکل ۱۴-۷۱- آزاد نمودن امکان دوران تیر در نزدیکی محل اتصال به ستون..... ۸۲
شکل ۱۴-۷۲- آزاد نمودن امکان دوران تیر در نزدیکی محل اتصال به ستون..... ۸۳
شکل ۱۴-۷۳- ورق تقویتی به موازات جان تیر ۸۳
شکل ۱۴-۷۴- ورق سخت‌کننده عمود بر صفحه جان تیر ۸۳
شکل ۱۴-۷۵- افزودن ماهیچه به انتهای تیر ۸۴
شکل ۱۴-۷۶- ایجاد ژاکت بتنی روی تیر فولادی ۸۴
شکل ۱۴-۷۷- افزودن تیرورق به تیر موجود ۸۵

شکل ۱۴-۷۸- برشگیر پسنصب ۸۵
شکل ۱۴-۷۹- ایجاد مقطع قوطی با ورق تقویتی ۸۶
شکل ۱۴-۸۰- تعبیه ورق تقویتی در سراسر ارتفاع ستون ۸۷
شکل ۱۴-۸۱- ایجاد پیوستگی بین ستون‌های منقطع در طبقات ۸۷
شکل ۱۴-۸۲- دیوار برشی با سیستم SPRC ۸۹
شکل ۱۴-۸۳- دیوار برشی با سیستم CFSP ۹۰
شکل ۱۴-۸۴- دیوار برشی فولادی ۹۰
شکل ۱۴-۸۵- تقویت صفحه پای ستون با افزودن سختکننده اتصال ورق جدید به ورق قدیم با جوش شیاری ۹۱
شکل ۱۴-۸۶- تعبیه پدستال بتنی جهت تقویت صفحه پای ستون ۹۲
شکل ۱۴-۸۷- استفاده از پیچهای پرمقاومت ۹۲
شکل ۱۴-۸۸- اتصال ساده تقویتشده ۹۳
شکل ۱۴-۸۹- تیر با مقطع کاهش یافته (RBS) ۹۳
شکل ۱۴-۹۰- تقویت اتصال موجود با استفاده از لچکی ۹۴
شکل ۱۴-۹۱- اتصال مهاربند به وجه قوی ستون H با رعایت قاعده دو برابر ضخامت ورق اتصال (شکل پذیری بالا) ۹۵
شکل ۱۴-۹۲- اتصال مهاربند به وجه قوی ستون H بدون رعایت قاعده دو برابر ضخامت ورق اتصال و نیاز به تعبیه سختکننده در لبه ورق اتصال (شکل پذیری محدود) ۹۵
شکل ۱۴-۹۳- اتصال مهاربند به وجه ضعیف ستون H با رعایت قاعده دوبرابر ضخامت ورق اتصال (شکل‌پذیری بالا) ۹۶
شکل ۱۴-۹۴- جزئیات نمونه جهت تقویت اتصال خورجینی برای تحمل بارهای جانبی ۹۷
شکل ۱۴-۹۵- افزودن مهاربند به سازه با اتصال جوشی ۹۹
شکل ۱۴-۹۶- الگوهای مختلف مهاربند همگرا ۹۹
شکل ۱۴-۹۷- نمونه‌ای از افزودن مهاربند به اسکلت بتنی با اتصال پیچی ۱۰۰
شکل ۱۴-۹۸- مهاربند واگرای فولادی ۱۰۰
شکل ۱۴-۹۹- استفاده از مهاربند کمانش‌تاب در اسکلت بتن آرمه ۱۰۱
شکل ۱۴-۱۰۰- استفاده از مهاربند کمانش‌تاب در بهسازی اسکلت بتن‌آرمه ۱۰۱
شکل ۱۴-۱۰۱- جزئیات اتصال مهاربند خارجی به ساختمان موجود ۱۰۳
شکل ۱۴-۱۰۲- تقویت مهاربند با FRP ۱۰۳
شکل ۱۴-۱۰۳- تقویت اتصال مهاربند به ورق اتصال ۱۰۴
شکل ۱۴-۱۰۴- انواع شکل‌های صفحات جک‌های مسطح ۱۱۰
شکل ۱۴-۱۰۵- نمایی از روش انجام آزمایش جک مسطح دوبل ۱۱۰
شکل ۱۴-۱۰۶- نماهایی از آزمایش کشش ملات در محل و در آزمایشگاه با روش آچار ۱۱۱
شکل ۱۴-۱۰۷- انجام آزمایش خمشی بر روی واحد آجرکاری به منظور تعیین مقاومت کششی ملات ۱۱۱
شکل ۱۴-۱۰۸- جزئیات وصله میلگردهای بتن پاششی ۱۱۴
شکل ۱۴-۱۰۹- جزییات اجرای شناژ جدید و اتصال آن به پی موجود ۱۱۵
شکل ۱۴-۱۱۰- جزییات اجرای شناژ جدید بدون اتصال به پی موجود ۱۱۶
شکل ۱۴-۱۱۱- گام‌های لازم برای دوخت و دوز ترک‌ها ۱۱۹
شکل ۱۴-۱۱۲- جزئیات تسمه کشی زیر سقف‌ها ۱۲۰
شکل ۱۴-۱۱۳- بزرگ کردن پی منفرد موجود ۱۲۴
شکل ۱۴-۱۱۴- افزایش پی سطحی در حالت هم‌سطح و جزئیات محل برخورد نوارهای تقویتی پی و شناژ موجود ۱۲۴
شکل ۱۴-۱۱۵- اجرای پی نواری بتنی جدید در کنار پی نواری موجود ۱۲۵
شکل ۱۴-۱۱۶- اجرای پی سطحی جدید در عمقی پایین‌تر از پی سطحی موجود ۱۲۶
شکل ۱۴-۱۱۷- اجرای پی سطحی جدید در عمق کمتر از پی سطحی موجود ۱۲۶

شکل ۱۴-۱۱۸- اجرای شمع درجای جدید در کنار پی نواری موجود ۱۲۷
شکل ۱۴-۱۱۹- جزئیات اتصال ریزشمع به پی نواری موجود با سطح پی گسترش یافته (ریزشمع مسلح به آرماتور) ۱۲۸
شکل ۱۴-۱۲۰- افزودن میلگردهای فوقانی به سرشمع موجود ۱۲۹
شکل ۱۴-۱۲۱- گروت‌ریزی تراکمی در زیر پی سطحی موجود-برنامه آزمایش شناسایی ۱۳۰
شکل ۱۴-۱۲۲- گروت‌ریزی تزریقی در ماسه غیرمتراکم زیر پی سطحی موجود ۱۳۱
شکل ۱۴-۱۲۳- گروت‌ریزی تزریقی در لایه روانگرای زیر پی سطحی موجود ۱۳۱
شکل ۱۴-۱۲۴- گروت‌ریزی تزریقی در لایه روانگرا در پیرامون پی عمیق موجود ۱۳۲
شکل ۱۴-۱۲۵- جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی انتقالی ۱۳۴
شکل ۱۴-۱۲۶- جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی دورانی ۱۳۵
شکل ۱۴-۱۲۷- جزئیات یک نمونه میراگر تسلیمی پره مثلثی ۱۳۷
شکل ۱۴-۱۲۸- جزئیات یک نمونه میراگر تسلیمی پانل برشی ۱۳۷
شکل ۱۴-۱۲۹- جزئیات یک نمونه مهاربند کمانش تاب ۱۳۸
شکل ۱۴-۱۳۰- جزئیات یک نمونه میراگر ویسکوز ۱۳۹
شکل ۱۴-۱۳۱- جزئیات یک نمونه میراگر ویسکوالاستیک ۱۴۰
شکل ۱۴-۱۳۲- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرها در قاب ۱۴۴
شکل ۱۴-۱۳۳- جزئیات استفاده از میراگرها به منظور بهسازی لرزه‌ای یک قاب خمشی فولادی موجود ۱۴۵
شکل ۱۴-۱۳۴- جزئیات استفاده از میراگرها به منظور بهسازی لرزه‌ای یک قاب خمشی بتن آرمه موجود ۱۴۵
شکل ۱۴-۱۳۵- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای اصطکاکی انتقالی در سازه ۱۴۶
شکل ۱۴-۱۳۶- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای اصطکاکی دورانی در سازه ۱۴۶
شکل ۱۴-۱۳۷- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای تسلیمی پره فولادی و پانل برشی در سازه ۱۴۷
شکل ۱۴-۱۳۸- جزئیات نصب میراگر تسلیمی پره X-شکل در یک قاب فولادی ۱۴۷
شکل ۱۴-۱۳۹- جزئیات نصب میراگر تسلیمی پره مثلثی در یک قاب فولادی و بتن آرمه ۱۴۸
شکل ۱۴-۱۴۰- جزئیات نصب مهاربند کمانش تاب در قاب به صورت قطری و شورن ۱۴۹
شکل ۱۴-۱۴۱- حالت‌های مختلف قرارگیری مهاربندهای کمانش تاب در یک قاب چند طبقه ۱۴۹
شکل ۱۴-۱۴۲- روش‌های مختلف اتصال مهاربندهای کمانش‌تاب در سازه ۱۴۹
شکل ۱۴-۱۴۳- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوز در سازه ۱۵۰
شکل ۱۴-۱۴۴- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوالاستیک در سازه ۱۵۱
شکل ۱۴-۱۴۵- جزئیات یک نمونه جداساز لاستیکی ۱۵۸
شکل ۱۴-۱۴۶- جزئیات یک نمونه جداساز لاستیکی با هسته سربی ۱۵۹
شکل ۱۴-۱۴۷- استفاده از میراگرهای مکمل در ترکیب با جداساز لاستیکی ۱۶۰
شکل ۱۴-۱۴۸- جزئیات یک نمونه جداساز اصطکاکی مسطح ۱۶۰
شکل ۱۴-۱۴۹- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی تک پاندولی ۱۶۱
شکل ۱۴-۱۵۰- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی دو پاندولی ۱۶۱
شکل ۱۴-۱۵۱- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی سه پاندولی ۱۶۲
شکل ۱۴-۱۵۲- نمونه‌هایی از جداساز فنری ۱۶۴
شکل ۱۴-۱۵۳- جزئیات نصب ایمن انواع مختلف جداسازها در بالای ستون با پایه‌های اطمینان یا رینگ محافظ پیرامونی ۱۶۸
شکل ۱۴-۱۵۴- جزئیات اجرایی نصب سیستم جداساز در یک ستون بتن آرمه ۱۷۱
شکل ۱۴-۱۵۵- جزئیات اجرایی برای نصب جداسازها در یک دیوار بنایی ۱۷۱
شکل ۱۴-۱۵۶- مزیت وجود زیرزمین در جداسازی لرزه‌ای یک ساختمان موجود با دیوار باربر ۱۷۲
شکل ۱۴-۱۵۷- جزئیات مراحل اجرای جداساز لرزه‌ای در یک دیوار باربر با مصالح بنایی ۱۷۴
شکل ۱۴-۱۵۸- جزئیات اجرایی معمول برای نصب جداساز در زیر یک ستون بنایی موجود ۱۷۴

شکل ۱۴-۱۵۹- جزئیات تیپ نصب جداساز در زیر دیوار باربر بنایی موجود ۱۷۵
شکل ۱۴-۱۶۰- لزوم رعایت فاصله آزاد افقی و قائم بین اعضای متحرک سامانه جداساز و اعضای ثابت پیرامونی ۱۷۶
شکل ۱۴-۱۶۱- روش‌های مختلف پوشاندن درز حرکتی ۱۷۶
شکل ۱۴-۱۶۲- سه نوع از ورق‌های پوشاننده با قابلیت حرکت در همه جهات افقی ۱۷۷
شکل ۱۴-۱۶۳- اجرای یک سطح مشترک شیب‌دار لغزنده بین پوشاننده خندق و روسازی پیرامونی ۱۷۷
شکل ۱۴-۱۶۴- یک ورق پوشاننده کف با هزینه اجرایی کمتر ولی نیازمند تعمیر پس از زلزله..... ۱۷۸
شکل ۱۴-۱۶۵- ورق پوشاننده درز حرکتی ۱۷۸
شکل ۱۴-۱۶۶- یک درز حرکتی مختلط برای دیوار با قابلیت جابه‌جایی در راستای ورق ۱۷۹
شکل ۱۴-۱۶۷- جزئیات اجرای درزها در محل راه پله ۱۸۰
شکل ۱۴-۱۶۸- مقطعی از یک شفت آسانسور آویزان شده از روسازه ۱۸۱
شکل ۱۴-۱۶۹- نیاز به تأمین امکان جابه‌جایی در تراز جداسازی بین دیوارها و طبقه فوقانی ۱۸۱
شکل ۱۴-۱۷۰- جزئیات اجرای لوله‌کشی‌ها در ساختمان جداسازی شده ۱۸۲
شکل ۱۴-۱۷۱- حالت‌های مختلف قرارگیری لوله‌های دارای اتصالات انعطاف‌پذیر در تراز جداسازی ۱۸۳
شکل ۱۴-۱۷۲- لزوم سازگاری صفحات محافظ آتش با تغییرشکل جداساز لرزه‌ای ۱۸۴
شکل ۱۴-۱۷۳- نصب شاقول یا قلم خط انداز برای کنترل تغییرمکان افقی جداساز لرزه‌ای ۱۸۹
شکل ۱۴-۱۷۴- جزئیات مهار سطحی به‌وسیله اتصال مکانیکی در روی سنگ ۱۹۰
شکل ۱۴-۱۷۵- جزئیات مهار سطحی به‌وسیله اتصال مکانیکی در محل درز ۱۹۰
شکل ۱۴-۱۷۶- جزئیات بهسازی نمای شیشه‌ای..... ۱۹۱
شکل ۱۴-۱۷۷- جزئیات بهسازی نمای شیشه‌ای..... ۱۹۲
شکل ۱۴-۱۷۸- جزئیات اجرایی بهسازی سایه‌بان‌ها و تابلوها..... ۱۹۲
شکل ۱۴-۱۷۹- جزئیات اجرایی بهسازی لرزه‌ای دیوارهای میان قاب غیرسازهای..... ۱۹۳
شکل ۱۴-۱۸۰- جزئیات مربوط به اتصال جداکننده‌ها با سقف و ستون‌های اطراف ۱۹۴
شکل ۱۴-۱۸۱- بهسازی لرزه‌ای دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف ۱۹۵
شکل ۱۴-۱۸۲- جزئیات بهسازی لرزه ای دیوارها با شبکه الیاف..... ۱۹۵
شکل ۱۴-۱۸۳- جزئیات بهسازی راه پله ۱۹۶
شکل ۱۴-۱۸۴- ایجاد فشار یا فروریزش پله به دلیل عدم تأمین سطح لغزش مناسب در پله‌های پیشساخته ۱۹۷
شکل ۱۴-۱۸۵- اتصال لغزشی برای تیر افقی پله فولادی ۱۹۸
شکل ۱۴-۱۸۶- جزئیات اضافه نمودن المان‌های جدید برای سقف کاذب ۱۹۹
شکل ۱۴-۱۸۷- جزئیات اضافه نمودن المان‌های جدید برای تجهیزات در سقف های کاذب (لازم به ذکر است که سیم های نگهدارنده تجهیزات نیز باید به‌صورت مورب در جهات مختلف اجرا گردند) ۱۹۹
شکل ۱۴-۱۸۸- جزئیات مهار باتریها..... ۲۰۱
شکل ۱۴-۱۸۹- جزئیات مهار نگهدارنده لولههای تأسیساتی..... ۲۰۲
شکل ۱۴-۱۹۰- جزئیات مهار کابلی..... ۲۰۳
شکل ۱۴-۱۹۱- جزئیات مهار لولههای تأسیساتی ۲۰۳
شکل ۱۴-۱۹۲- جزئیات مهار لولههای تأسیساتی ۲۰۴
شکل ۱۴-۱۹۳- جزئیات مهار تک لوله..... ۲۰۵
شکل ۱۴-۱۹۴- جزئیات اتصال صلب لوله..... ۲۰۶
شکل ۱۴-۱۹۵- جزئیات نگهدارنده لوله قائم در بام..... ۲۰۷
شکل ۱۴-۱۹۶- مراحل نصب مهارهای غیر چسبنده..... ۲۰۷
شکل ۱۴-۱۹۷- مراحل نصب مهارهای چسبنده ۲۰۸
شکل ۱۴-۱۹۸- اتصال مهار با قطر بیشتر از MM ۱۰ به تجهیزات ۲۰۹

فهرست جدول‌ها

جدول ۱۴-۱- مقایسه برخی از آزمایشهای غیرمخرب در تخمین مقاومت فشاری بتن در محل ۱۲
جدول ۱۴-۲- مقایسه برخی از آزمایشهای مخرب در تخمین مقاومت فشاری بتن در محل ۱۲
جدول ۱۴-۳- حداقل شعاع انحرافدهنده مسیر ۷۱
جدول ۱۴-۴- لیست موارد مهم در شناسایی اعضا و اجزای مختلف ساختمان بنایی ۱۰۸
جدول ۱۴-۵- موارد و روش‌های مربوط به فصل مشترک خاک- سازه ۱۳۲
جدول ۱۴-۶- انواع میراگرهای مورد استفاده در صنعت ساختمان و مشخصات آن‌ها..... ۱۳۳
جدول ۱۴-۷- جزئیات بازدیدهای شش‌گانه میراگرها ۱۵۳
جدول ۱۴-۸- جزئیات انجام بازرسی در میراگرهای مختلف ۱۵۴
جدول ۱۴-۹- جداسازهای مورد استفاده در صنعت ساختمان و مشخصات آن ۱۵۷
جدول ۱۴-۱۰- جزئیات بازدیدهای شش گانه جداسازها ۱۸۷
جدول ۱۴-۱۱- جزئیات انجام بازرسی در سیستم جداسازی..... ۱۸۷
جدول ۱۴-۱۲- روش‌های مختلف اتصال اجزای غیرسازه‌ای..... ۲۰۹

فصل چهاردهم

بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

۱۴-۱- کلیات

۱۴-۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از این فصل ارائه روش‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی مبتنی بر ضوابط، معیارها و استانداردهای فنی برای بهسازی لرزه‌ای در حوزه ساختمان‌های بتن‌آرمه، فولادی، مصالح بنایی، پی‌ها، ادوات و تجهیزات استهلاک انرژی، جداسازی لرزه ای، اجزای غیرسازه‌ای و مسائل ایمنی مربوط به آن‌ها می‌باشد.

ساختمان‌های موجود ممکن است به دلیل نواقص در طراحی یا اجرا، تغییر در آیین‌نامه‌های طراحی، تغییر در کاربری، افزایش بارگذاری یا زیربنا، تغییر و تصرف در اسکلت، خوردگی و فرسودگی مصالح در دوران بهره‌برداری، الزامات مربوط به برآورد سطح عملکرد مناسب ساختمان در سطح خطر لرزه‌ای موردنظر را برآورد ننمایند و به بیان دیگر در مقابل زلزله " آسیب‌پذیر" تشخیص داده شوند. به منظور ارتقای سطح عملکرد ساختمان در سطح خطر لرزه‌ای مشخص، مجموعه‌ای از راهکارهای اجرایی بهسازی لرزه‌ای در ساختمان اتخاذ می‌گردد تا بتوان با اجرای آن‌ها به سازه‌ای ایمن و با عملکرد مناسب در مقابل زلزله دست یافت.

ضوابط این فصل تمامی ساختمان‌های موجود آسیب‌پذیر در برابر زلزله که تماماً یا بخش‌هایی از آن مورد عملیات بهسازی قرار می‌گیرند، را در بر می‌گیرد. جزئیات ترمیم و تقویت سازه‌هایی که در اثر زلزله‌های گذشته آسیب دیده‌اند مشروط بر تشخیص مشاور می‌تواند موضوع این فصل قرار گیرد. برای ضوابط طراحی توصیه می‌شود به ضابطه شماره ۳۶۰ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود.

در ادامه فلوچارت مراحل بهسازی لرزه‌ای ساختمان آورده شده است.

دانلود سوالات آزمون

مراحل مقاوم سازی لرزه ای ساختمان
کارفرما (مشاور فنی/دفتر فنی / مدیر طرح)
ارزیابی سریع براساس نشریه ۳۶۴
کارفرما (مشاور فنی/دفتر فنی / مدیر طرح)
تعیین شاخص آسیب پذیری لرزه ای و سطح مقاوم سازی
کارفرما از طریق مشاور فنی یا مدیرطرح
تشخیص نیاز و یا عدم نیاز به مقاوم سازی ساختمان
نیاز به مقاوم‌سازی ندارد
نیاز به مقاوم‌سازی دارد
عدم احراز نیاز به مقاوم سازی
کارفرما
برگزاری مناقصه و انتخاب مشاور ذیصلاح مقاوم سازی و عقد قرارداد
مشاور ذیصلاح مقاوم سازی
آغاز مطالعات مقاوم سازی ساختمان
مشاور ذیصلاح مقاوم سازی
انجام مطالعات کیفی آسیب پذیری لزره ای*
مشاور ذیصلاح مقاوم سازی
ارائه دستورکار خدمات جنبی مشتمل بر سونداژها، آزمایش های مقاومت مصالح و مطالعات ژئوتکنیک *

* انجام مرحله بعد نیاز به تأیید کارفرما دارد.

**مراحل بازرسی دوره ای از ادوات سازه ای بعد از اتمام عملیات اجرایی مقاوم سازی لرزه ای به تشخیص کارفرما / مشاور در صورت نیاز انجام می شود.

۱۴-۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

اتصال پیش‌تنیده: اتصالی که در آن انتقال نیروی برشی از طریق اتکای بدنه پیچ به جداره سوراخ صورت می‌گیرد و از مقاومت اتصال در برابر لغزش صرف‌نظر می‌شود. با این‌وجود در اجرا و هنگام نصب، پیچ‌های این نوع اتصالات باید پیش‌تنیده شوند.

آجرهای هوازده: آجرهای هوازده یا آجرهای سوراخ‌دار نوعی آجر ماشینی هستند که دارای سوراخ‌های موازی در طول و عرض خود می‌باشند. این سوراخ‌ها باعث کاهش وزن، افزایش عایق بودن، کاهش مصرف ملات و افزایش سرعت اجرا می‌شوند.

آرماتورهای دوخت: نوعی آرماتور هستند که برای انتقال نیرو بین اجزای مختلف سازه‌های بتنی استفاده می‌شوند. آرماتورهای دوخت معمولاً از میلگردهای آجدار تشکیل شده‌اند و از دو طرف خم شده‌اند.

آزمایش‌های غیرمخرب: عبارت است از آزمایش‌هایی که در آنها نیازی به تخریب عضو و یا اجزا نبوده و یا تخریب کاملاً محدود است و به عمر و استفاده آتی عضو یا قطعه آسیبی نمی‌رساند.

آزمایش‌های مخرب: عبارت است از آزمایش‌هایی که با تخریب عضو و یا اجزا همراه باشد.

آماده‌سازی: عبارت است از مجموعه اقدام‌هایی که در محل سایت، قبل و در حین انجام سونداژ و آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، باید صورت گیرد.

بتن‌پاشی (شاتکریت): عبارت است از پرداخت و اجرای ملات یا بتن روی یک بستر که توسط شلنگ با فشار هوا بر روی سطح موردنظر پاشیده می‌شود. نیروی ایجاد شده ناشی از فشار هوا سبب متراکم شدن مصالح پاشیده شده می‌شود. عموماً روانی مصالح شاتکریت به صورتی انتخاب می‌شود که حتی در سطوح قائم یا زیر سقف‌ها تحت وزن خود به جریان نیفتاده یا دَلمه نزند. شاتکریت برای مصارف مختلفی از جمله ساخت‌وساز، بهسازی و ترمیم کاربرد دارد. با این‌حال کیفیت بتن‌پاشی تا حد زیادی به شرایط اجرای آن وابسته است که از آن جمله می‌توان به کیفیت مصالح، طرح اختلاط، مشخصات تجهیزات به کار گرفته شده، و نیز مهارت افراد اجراکننده آن اشاره نمود.

بتن خودتراکم: بتن خودتراکم یا SCC[1] یک نوع بتن خاص است که تحت وزن خود در قالب جاری می‌شود و نیاز به لرزاندن ندارد. این بتن دارای روانی بالا و جمع‌شدگی کم است و می‌تواند تمام فضاهای خالی را پر کند.

بند (درز): به فصل‌های مشترک بین آجرها یا بلوک‌ها در دیوار اطلاق می‌شود. بندها به دو دسته بندهای افقی و بندهای قائم تقسیم‌بندی می‌شوند. در دیوارهای موجود در هنگام آجرچینی، بندهای افقی با ملات پر می‌شود. بندهای قائم در این دیوارها نیز با ملات پر شده یا در برخی موارد، فاقد ملات می‌باشند.

پاندول: یک شیء آویزان از یک تکیه‌گاه ثابت است که تحت تأثیر گرانش، به‌صورت آزاد به عقب و جلو نوسان می‌کند.

پدستال بتنی: پدستال یک جزء سازه‌ای است که به دلایل مختلف میان ستون و پی اجرا می‌شود. لازم به ذکر است پدستال معمولاً قابلیت تحمل فشار زیادی داشته و از نظر ظاهری و نسبت سطح به ارتفاع مشابه یک سکوی بتنی است.

1- Self-Compacting Concrete

پدیده خستگی: پدیده خستگی به وقوع شکست یا ترک در المان‌های سازه‌ای تحت‌تأثیر بارهای متناوب و تکراری گفته می‌شود. این پدیده می‌تواند در اعضا یا سازه‌های فولادی، مختلط (کامپوزیت) یا چوبی رخ دهد. خستگی باعث کاهش ظرفیت باربری و عمر مفید سازه می‌شود و ممکن است منجر به حوادث جدی شود.

تاندون: تاندون به رشته‌ها یا میلگردهای فولادی گفته می‌شود که با ایجاد کشش در آنها در اعضای بتن پیش‌تنیده، باعث افزایش ظرفیت باربری و کاهش ترک‌خوردگی بتن می‌شوند. تاندون‌ها می‌توانند به دو صورت پیش‌تنیده و پس‌تنیده باشند.

تخریب و سونداژ: عبارت است از برداشتن پوشش‌های معماری تا رسیدن به محل اعضا یا اجزای موردنظر به منظور رسیدن به اهداف زیر:

- دسترسی به اعضا یا اجزای مختلف سازه به منظور انجام شناسایی‌های مورد نیاز
- آماده نمودن شرایط لازم به منظور انجام نمونه‌گیری و آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب موردنیاز

تراز جداسازی: جداسازها معمولاً در یک تراز افقی قرار می‌گیرند که به این تراز، تراز جداسازی گفته می‌شود. تراز جداسازی، تراز بین بخش جداسازی شده فوقانی سازه با بخش تحتانی آن ـ که به‌صورت صلب با زمین حرکت می‌کند ـ می‌باشد. این تراز معمولاً در نزدیکی پی ساختمان و در برخی مواقع در طبقات میانی قرار داده می‌شود.

تسلیح: دیوارهای بنایی از نقطه‌نظر مسلح بودن به دیوارهای غیرمسلح و مسلح تقسیم‌بندی می‌شوند. تسلیح دیوارهای بنایی غیرمسلح می‌تواند توسط میلگردهای افقی و یا قائم فولادی، FRP، یا مصالح بومی موجود مانند لیف خرما یا بامبو باشد. این شبکه تسلیح می‌تواند در داخل دیوار اجرا شده که در این صورت درگیری مناسب با دیوار داشته باشد یا در وجوه آن اجرا شود به شرطی که به نحوی مناسب به دیوار متصل شود.

تیر جمع‌کننده: یک نوع تیر سازه‌ای است که برای انتقال بارهای جانبی در یک تراز افقی به اعضای باربر جانبی نقش ایفا می‌کند. این تیر معمولاً در ساختمان‌های دارای بازشو و پل‌ها کاربرد دارد. تیر جمع‌کننده می‌تواند از مصالح فولاد، بتن یا ترکیبی از آن‌ها باشد.

تیر خورجینی: یک نوع اتصال سنتی تیر به ستون در سازه‌های فولادی است که در آن تیر از طرفین ستون عبور می‌کند و در آن تیر با استفاده از نبشی‌های نشیمن یا ورق‌های فولادی بر روی ستون اتکا پیدا می‌کند.

تیر همبند: یک نوع تیر کوتاه است که برای اتصال دو یا چند دیوار برشی به یکدیگر استفاده می‌شود. تیر همبند باعث می‌شود که دیوارهای برشی به عنوان یک واحد سازه‌ای عمل کنند و نیروهای جانبی را به صورت مشترک تحمل کنند. تیر همبند معمولاً دارای نسبت طول به ارتفاع کمتر از چهار است.

تیرهای ساندویچی: تیرهای ساندویچی نوعی تیرهای کامپوزیتی هستند که از دو پوسته نازک و یک هسته ضخیم تشکیل شده‌اند. این تیرها دارای خواص مکانیکی بالا، وزن کم و صلبیت خمشی زیاد هستند.

جداساز: المان سازه‌ای که در راستای افقی منعطف بوده و در راستای قائم سخت است و ضمن تحمل نیروهای قائم،

امکان تغییرشکل‌های افقی بزرگ تحت نیروهای لرزه‌ای را فراهم می‌نماید. انواع جداسازهای لرزه‌ای شامل لاستیکی (الاستومری) و اصطکاکی (لغزنده) می‌باشد.

جداساز اصطکاکی (لغزشی): جداساز اصطکاکی متشکل از دو یا چند سطح با قابلیت لغزش نسبت به یکدیگر می‌باشد. رفتار این جداساز به عواملی همچون هندسه سطوح لغزش، تعداد سطوح لغزش، ضریب اصطکاک مابین سطوح لغزش و مقدار نیروی محوری وارد بر جداساز وابسته می‌باشد.

جداساز لاستیکی (الاستومری): این جداساز شامل لایه‌های متناوب لاستیک و فولاد می‌باشد که طی فرآیندی عمدتاً با استفاده از اعمال فشار و تحت حرارت به یکدیگر متصل می‌شوند. ورق‌های فولادی از انبساط جانبی لاستیک جلوگیری کرده و سختی قائم را به مقدار زیادی افزایش می‌دهند تا جداساز قادر به تحمل وزن ساختمان باشد. لاستیک وظیفه تأمین انعطاف‌پذیری جانبی جداساز و تأمین قابلیت مرکزگرایی برای بازگشت سازه به موقعیت اولیه پس از پایان ارتعاش را به‌عهده دارد.

جداسازی لرزه‌ای: عبارت است از جدا کردن کل یا بخشی از سازه از زمین یا قسمت‌های دیگر سازه به‌منظور افزایش دوره تناوب و کاهش پاسخ لرزه‌ای آن بخش در زمان رویداد زلزله. در جداسازی لرزه‌ای با کنترل همزمان تغییرمکان نسبی طبقات و شتاب وارد بر طبقات، میزان آسیب‌های وارده به اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای به‌شدت کاهش می‌یابد و اختلال در عملکرد ساختمان در اثر وقوع زلزله به حداقل می‌رسد.

بیشینه زلزله مورد انتظار: زلزله‌ای با احتمال رخداد ۲٪ در ۵۰ سال و دوره بازگشت ۲۴۷۵ ساله.

خوردگی گالوانیک: یک نوع خوردگی است که زمانی رخ می‌دهد که دو فلز با پتانسیل الکترودی متفاوت در یک محیط هادی الکتریسیته (الکترولیت) در تماس باشند.

رزین اپوکسی: یک نوع ماده پلیمری است که از ترکیب دو جزء رزین و هاردنر (سخت‌کننده) به دست می‌آید. این ماده دارای خواص فیزیکی و شیمیایی بالایی است و کاربردهای متنوعی در صنایع مختلف دارد.

روسازه: بخش جداسازی شده فوقانی سازه که توسط جداسازها از بخش تحتانی آن جدا شده است.

زهکشی: یک روش است که با استفاده از لوله‌ها، کانال‌ها و شیارها آب اضافی را از سطح یا زیرزمین خارج می‌کند. زهکشی می‌تواند برای اهداف مختلفی مانند افزایش استحکام خاک، جلوگیری از نفوذ آب به داخل ساختمان، کاهش رطوبت و خوردگی ساختمان‌ها و بهبود مشخصات مکانیکی خاک به کار رود.

ژئوالکتریک: یک شاخه از ژئوفیزیک است که با استفاده از خواص الکتریکی زمین به شناسایی ساختار و خصوصیات زیرسطحی زمین می‌پردازد.

ژئوگریدها: ژئوگریدها به ساختار شبکه‌ای از نخ‌ها، فیبرها یا صفحات بافته‌ای اطلاق می‌شوند که مقاومت مکانیکی بالا و خاصیت کشسانی مناسبی دارند.

ساچمه‌پاشی: ساچمه‌پاشی یک روش پاک‌سازی مکانیکی است که در آن از اجسام کروی به عنوان ماده ساینده برای زدودن اکسیدها و سایر آلودگی‌ها از سطوح سازه‌ای استفاده می‌شود. این روش برای بهبود ظاهر و مضرس نمودن سطوح کاربرد دارد.

سندبلاست: یک عملیات اجرایی بر روی سطوح است که در آن مواد ساینده با فشار هوا یا نیروی گریز از مرکز به سطح مورد نظر پرتاب می‌شوند. این روش برای تمیزکاری، زنگ‌زدایی، رسوب‌زدایی و رنگ‌برداری بر روی مواد مختلف نظیر فلز و بتن به کار می‌رود.

سیستم جداسازی: مجموعه‌ای از اجزای سازه‌ای شامل تمامی جداسازها و تمامی المان‌های سازه‌ای نظیر اتصالات که نیروی جانبی را بین اجزای سیستم جداساز منتقل می‌کنند.

شاتکریت تر: روش اجرای شاتکریت است که در آن تمامی اجزای طرح اختلاط بتن یا ملات قبل از وارد شدن به شلنگ با یکدیگر ترکیب شده‌اند.

شاتکریت خشک: روش اجرای شاتکریت است که در آن آبِ اختلاط بتن یا ملات در نازل به مخلوط اضافه می‌شود.

شناسایی: عبارت است از تعیین مشخصات ظاهری جزئیات و مشخصات هندسی اعضا و اجزای مختلف ساختمان.

فاصله آزاد/خندق: فضای اطراف یک سازه جداسازی شده لرزه‌ای که اجازه حرکت سازه را در حین زلزله می‌دهد. این فاصله از برخورد بین روسازه و دیوارهای حائل یا سایر سازه‌ها و تجهیزات جلوگیری می‌نماید. دو نوع فاصله آزاد وجود دارد: فاصله آزاد افقی و عمودی که امکان تغییرمکان افقی و عمودی روسازه را در حین زلزله فراهم می‌کند.

کابل‌های پس‌کشیده: نوعی کابل فولادی هستند که برای ایجاد نیروی فشاری در بتن پیش‌تنیده استفاده می‌شوند. این کابل‌ها پس از ریختن بتن و رسیدن آن به مقاومت لازم، با استفاده از دستگاه‌های کششی، به مقدار مورد نظر کشیده می‌شوند. سپس، برای جلوگیری از خوردگی و زنگ‌زدگی، گروت یا دوغاب سیمانی یا مواد پلیمری به درون غلاف‌های فلزی کابل‌ها تزریق می‌شود.

کامپوزیت FRP[1]: یک ماده مرکب است که از ترکیب فیبرهای پلیمری با رزین تشکیل شده است. فیبرهای FRP نقش باربر را در کامپوزیت دارند و مقاومت و سختی بالایی ارائه می‌دهند. رزین‌ها نقش چسباننده و انتقال دهنده بار به فیبرها را برعهده دارند.

کوپلر مکانیکی: یک نوع اتصال‌دهنده میلگرد است که برای اتصال دو قطعه میلگرد با قطر یکسان یا متفاوت به کار می‌رود. کوپلر مکانیکی به روش‌های مختلفی مانند رزوه‌کاری، جوش‌کاری، پرس‌کاری و پیچ و مهره ساخته و نصب می‌شود.

گراویمتری: یک روش اندازه‌گیری است که برای تعیین چگالی مصالح مختلف نظیر خاک استفاده می‌شود.

گروت اپوکسی منبسط‌شونده: این گروت با تماس با هوا یا با تغییرات حرارتی، به‌صورت خودکار منبسط می‌شود و فاصله‌های خالی را به‌طور مطلوب پر می‌کند.

1- Fiber Reinforced Polymere

لاتکس: یک نوع ماده مرکب است که از ترکیب ذرات پلیمری با مایع آبی تشکیل شده است. لاتکس می‌تواند در طبیعت یافت شود، یا به صورت مصنوعی با پلیمریزاسیون مونومرهای مختلف ساخته شود.

لوله‌های انعطاف‌پذیر: قابلیت انعطاف باعث می‌شود که این لوله‌ها به‌راحتی در محل‌های دارای درز انقطاع استفاده شود و در صورت جابجایی دو طرف درز انقطاع نسبت به هم لوله صدمه نمی بیند و مواد داخل ان بیرون نریزد.

مضرس کردن: یک روش از روش‌های تراشیدن سطح بتن است که باعث می‌شود سطح بتن دندانه‌دار و ناصاف شود. این کار به منظور افزایش مقاومت سایشی بتن، آماده‌سازی بتن برای بتن‌ریزی مجدد، یا ایجاد زیبایی و نگاره روی بتن انجام می‌شود.

منحنی هیسترزیس: نمودار نیرو-تغییرمکان به دست آمده از آزمایش میراگر/جداساز تحت بارگذاری چرخه‌ای، منحنی هیسترزیس نامیده می‌شود.

مهاربند جناقی: مهاربند جناقی از دو یا چند میله فولادی تشکیل شده است که به صورت زاویه‌دار در دو جهت مخالف به قاب‌های سازه متصل می‌شوند.

میراگر: میراگر یک المان سازه‌ای می‌باشد که در اثر ایجاد تغییرمکان نسبی یا سرعت نسبی بین دو انتهای آن، استهلاک انرژی رخ می‌دهد. میراگرها با افزایش میرایی و یا افزایش توأمان میزان سختی و میرایی سازه، سبب کاهش خسارت‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای و ارتقای عملکرد لرزه‌ای سازه می‌شوند.

میراگر اصطکاکی: نوعی مستهلک‌کننده انرژی غیرفعال با رفتاری وابسته به تغییرمکان است که مکانیزم استهلاک انرژی در آن بر پایه اصطکاک ناشی از لغزش انتقالی یا دورانی دو جسم جامد نسبت به یکدیگر می‌باشد.

میراگر تسلیمی فلزی: نوعی مستهلک‌کننده انرژی غیرفعال با رفتاری وابسته به جابه‌جایی می‌باشد که مکانیزم استهلاک انرژی در آن بر اساس تسلیم و تغییرشکل غیرالاستیک در قطعات فلزی به‌کار رفته در میراگر فراهم می‌گردد.

میراگر ویسکوالاستیک: نوعی مستهلک‌کننده انرژی غیرفعال با رفتاری وابسته به سرعت و تغییرمکان است که مکانیزم استهلاک انرژی در آن از طریق ایجاد کرنش برشی در لایه‌های ویسکوالاستیک میراگر فراهم می‌شود.

میراگر ویسکوز: نوعی مستهلک‌کننده انرژی غیرفعال با رفتاری وابسته به سرعت است که مکانیزم استهلاک انرژی در آن بر اساس عبور یک سیال ویسکوز از روزنه‌هایی که در اطراف و مرکز پیستون تعبیه شده است، می‌باشد.

نئوپرن، بوتیل و نیتریل: سه نوع لاستیک مصنوعی هستند که در صنایع مختلف کاربرد دارند. این لاستیک‌ها از پلیمریزاسیون مونومرهای مختلف به دست می‌آیند و خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند.

ولکانیزه: ولکانیزه یا ولکانیزاسیون یک فرآیند شیمیایی است که در آن لاستیک طبیعی یا نظائر آن، با افزودن گوگرد یا عامل دیگر، به مواد پایدار و الاستیک تبدیل می‌شوند. این فرآیند باعث می‌شود که لاستیک خواص مکانیکی، حرارتی و شیمیایی بهتری داشته باشد و در برابر سایش، تغییر شکل و حلال‌ها مقاوم‌تر شود.

۱۴-۲- موارد عمومی اجرای بهسازی

۱۴-۲-۱- نقشه‌های اجرایی طرح بهسازی

نقشه‌های اجرایی تأیید شده جهت ساخت باید دارای جزئیات کافی و انطباق کامل با وضعیت موجود ساختمان باشد. نقشه‌ها باید قبل از شروع به کار پیمانکار، مورد بررسی قرارگرفته و با نقشه‌های معماری و تأسیساتی مطابقت داده شود. در صورت مشاهده مغایرت نقشه‌ها با وضع موجود در ابتدا یا حین اجرای طرح بهسازی، باید مراتب به اطلاع دستگاه نظارت و مشاور طرح رسانده شود.

نقشه‌های اجرایی موردنیاز برای اجرای طرح بهسازی سازه، علاوه بر کلیه اطلاعات موردنیاز در ارتباط با نقشه‌های یک سازه جدید، باید با لحاظ نمودن مناسب‌ترین روش اجرا، شرایط ساختمان و محدودیت‌های اجرایی و نصب، توالی اجرای بهسازی و امکانات موجود بوده و حداقل شامل موارد زیر باشد:

- مراحل اجرایی شامل تخریب یا برداشتن اعضای موجود، ترتیب انجام تقویت‌های موضعی یا کلی و نحوه و ترتیب برچیدن ادوات و پایه‌های موقت
- شناسایی مصالح و جزئیات اجزا و اعضا و پیکربندی ساختمان موجود حین اجرا
- مکانیزم پایدارسازی موقتی سازه در هنگام برچیدن اعضای باربر اصلی سازه
- تعیین مواضع تقویت و مشخص نمودن اعضای جدید یا اعضای تحت تقویت با درنظرگرفتن کلیه جزئیات عناصر و اتصالات و ترتیب و توالی پیش نصب و نصب
- درج رواداری‌های هندسی مجاز
- تعیین نواحی و مناطق مجاز برای آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب
- تعیین روش تقویت عناصر تضعیف‌شده در اثر انجام آزمایش‌های مخرب
- تعیین مشخصات حفاظت در برابر حریق

۱۴-۲-۲- شرایط بارهای بهره‌برداری و انتقال بار در حین عملیات بهسازی

بارهای زمان بهره‌برداری باید در روند طراحی و اجرای بهسازی موردتوجه قرار گیرد. در این زمینه موارد ذیل موردتوجه قرار گیرد:

- میزان بار قابل‌تحمل، توسط عضو تحت عملیات بهسازی باید مشخص باشد.
- ناپایداری‌های موضعی و کلی یک عضو ناشی از عملیات ترمیم در سطح مقطع باید بررسی شود.

۱۴-۳- ساختمان‌های بتن آرمه

۱۴-۳-۱- شناسایی تکمیلی

در صورت نمونه‌برداری از مصالح برای بعضی مشخصات مکانیکی یا فیزیکی، نمونه‌برداری باید از محل‌های دارای کم‌ترین تنش در اعضای اصلی سیستم‌های باربر ثقلی و جانبی انجام شود. در صورت مغزه‌گیری مقطع باقیمانده تضعیف شده، باید همچنان پاسخگوی بارهای وارده باشد. در حین نمونه‌برداری باید کمترین آسیب به آرماتورهای موجود در داخل بتن وارد شود. محل‌های مغزه‌گیری شده باید بلافاصله پس از نمونه‌گیری، با روش‌های مناسب که توسط مشاور مشخص می‌گردد، ترمیم و بازسازی شوند.

استفاده از روش‌های آزمایش غیرمخرب با شرایط ذکر شده در فصل پنجم ضابطه شماره ۳۹۰ و در استاندارد ACI 228.2R-98 و همچنین مشخصات ذکر شده در این فصل از ضابطه مجاز است. از جدول ۱۴-۱ و جدول ۱۴-۲ می‌توان به عنوان راهنما برای انتخاب آزمایش‌ها استفاده نمود.

جدول ۱۴-۱- مقایسه برخی از آزمایش‌های غیرمخرب در تخمین مقاومت فشاری بتن در محل

نام روش	هزینه	سرعت انجام آزمایش	میزان آسیب به بتن	قابلیت تفسیر نتایج	قابلیت اطمینان
فراصوت	کم	سریع	بدون آسیب	خوب	ضعیف
چکش اشمیت	خیلی کم	سریع	بدون آسیب	تنها در سطح بتن	ضعیف

جدول ۱۴-۲- مقایسه برخی از آزمایش‌های مخرب در تخمین مقاومت فشاری بتن در محل

نام روش	هزینه	سرعت انجام آزمایش	میزان آسیب به بتن	قابلیت تفسیر نتایج	قابلیت اطمینان
مغزه‌گیری	بالا	آهسته	متوسط	خوب	خوب
کشش از سطح	متوسط	سریع	کم	در بخش‌های سطحی بتن	متوسط
بیرون کشیدگی	متوسط	متوسط	کم	در بخش‌های سطحی بتن	متوسط

۱۴-۳-۱-۱- آزمایش‌های غیرمخرب

۱۴-۳-۱-۱-۱- آزمایش چکش اشمیت یا ارتجاعی[1] براساس استاندارد ASTM C805

الف- استفاده از آزمایش چکش اشمیت برای بررسی یکنواختی بتن درجا و همچنین برای تشخیص مناطقی از سازه که بتن ضعیف یا خراب دارند مجاز است.

ب- با توجه به تقریبی بودن این آزمایش، نتیجه آن نمی‌تواند به‌عنوان یک معیار قطعی در رد یا قبول بتن درنظرگرفته شود.

1- Rebound Hammer

پ- برای انجام آزمایش چکش اشمیت، سطح بتن باید کاملاً صاف، تمیز و خشک باشد و هیچ‌گونه اثری از رطوبت در آن دیده نشود. در صورت وجود ناهمواری بر روی سطح بتن، باید قبل از شروع آزمایش رفع شود. نقطه‌ای که چکش اشمیت بر روی آن قرار می‌گیرد، باید حداقل ۲۰ میلی‌متر تا لبه بتن فاصله داشته باشد. در این آزمایش باید روی هر سطح آماده شده بتن ۱۰ مرتبه ضربه وارد شود و فاصله هر کدام از یکدیگر از ۲/۵ سانتی‌متر بیشتر نباشد. چنانچه سطح بتن در حین آزمایش خرد و شکسته شود آزمایش باید دوباره انجام شود. اعدادی که بیشتر از ۶ واحد با میانگین فاصله دارند باید حذف گردند. درصورتی که بیش از ۲ نمونه حذف شود، کل آزمایش مردود است. انجام آزمایش باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C805 باشد.

۱۴-۳-۱-۱-۲- آزمایش فراصوت یا اولتراسونیک[1]

الف- استفاده از آزمایش فراصوت در تخمین مقاومت فشاری بتن به‌صورت تقریبی، تخمین عمق ترک و کنترل یکنواختی بتن مجاز است. انجام آزمایش باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM C597 باشد. نتایج باید به تأیید دستگاه نظارت رسانده شود.

ب- استفاده از دستگاه آزمایش فراصوت در اجزای بتنی کوچک و با عرض کم و در محلی که سطح نمونه صاف نبوده و دارای زبری و ناهمواری باشد مجاز نیست.

۱۴-۳-۱-۱-۳- آزمایش شناسایی آرماتور در بتن

الف- در اعضای بتنی با چند لایه میلگرد و همچنین میلگردهای عرضی و طولی، اکثر دستگاه‌های اسکن بتن دقت کافی نداشته و باید از یک روش جایگزین نسبت به صحت نتایج به‌دست آمده از این روش اطمینان حاصل نمود.

ب- چنانچه در طرح اختلاط بتن از سنگدانه‌های با خواص مغناطیسی استفاده شده باشد یا میزان آهن موجود در سیمان از حد استاندارد بالاتر باشد، تعیین پوشش بتن با استفاده از این آزمایش قابل استناد نمی‌باشد.

پ- تخمین‌های حاصل از دستگاه شناسایی آرماتور در جایی که آرماتورها با سیم به هم بسته شده باشند، به‌صورت موضعی مخدوش شده و اندازه‌گیری باید در چند مقطع طولی انجام و از مقادیر اندازه‌گیری شده میانگین‌گیری شود.

ت- در شناسایی آرماتورهای مدفون در بتن با قطر کمتر از ۱۰ میلیمتر یا بیشتر از ۳۲ میلیمتر، آزمایش باید چندین بار تکرار شود و از میانگین نتایج استفاده شود.

۱۴-۳-۱-۱-۴- آزمایش پژواک ضربه[2]

استفاده از آزمایش پژواک ضربه برای تعیین محل پوسته‌شدگی، فضاهای خالی، کرمو بودن و اندازه‌گیری ضخامت بتن مجاز است و باید مطابق با الزامات استاندارد INSO-17315 باشد. استفاده از نتایج این آزمایش در محل‌هایی با تراکم بالای آرماتورها که احتمال وجود فضاهای خالی در بتن و عدم پوشش کافی در اطراف آرماتورها زیاد می‌باشد، الزامی می‌باشد.

1- Ultrasonic
2- Impact Echo

۱۴-۳-۱-۲- آزمایش‌های مخرب

۱۴-۳-۱-۲-۱- آزمایش مغزه‌گیری

الف- قطر مغزه اخذ شده نباید از سه برابر قطر بزرگ‌ترین سنگدانه بتن کمتر باشد. مغزه‌گیری از طریق چرخش بسیار سریع سرمته بر روی نمونه بتنی انجام می‌گیرد.

ب- برای خنک کردن دستگاه حین عملیات مغزه‌گیری باید از آب استفاده شود.

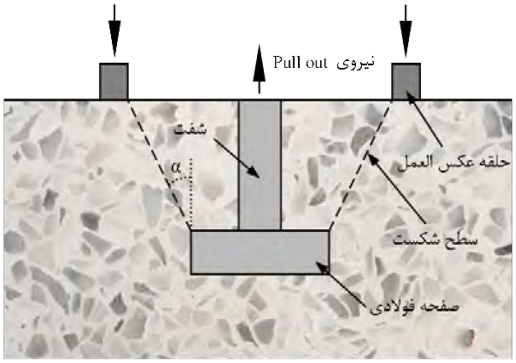
پ- نمونه‌های به‌دست‌آمده از مغزه‌گیری باید با استفاده از ساب‌زنی در دو انتها به میزان کافی تسطیح شده و کلاهک‌گذاری شوند. ضخامت کلاهک مغزه‌ها باید تا حد ممکن کم بوده و از ۱۰ میلیمتر تجاوز ننماید. جنس ماده کلاهک (ملات پایه سیمانی یا مخلوطی از گوگرد و ماسه سیلیسی) باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که مقاومت فشاری آن از مقاومت نمونه مغزه بیشتر باشد. نمونه‌های مغزه‌گیری شده و کلاهک‌گذاری شده حداقل باید به‌مدت ۴۸ ساعت در آب با دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و سپس آزمایش مقاومت فشاری انجام شود. قبل از انجام آزمایش مقاومت فشاری، نمونه‌ها باید در حالت خشک باشند. برای سایر الزامات به فصل ۶ مراجعه شود.

ت- تعداد مغزه‌ها باید با توجه به کیفیت بتن توسط مشاور تعیین گردد. انجام مغزه‌گیری از بتن سخت‌شده باید براساس استاندارد INSO-12306 انجام شود.

۱۴-۳-۱-۲-۲- آزمایش بیرون‌کشیدگی[1]

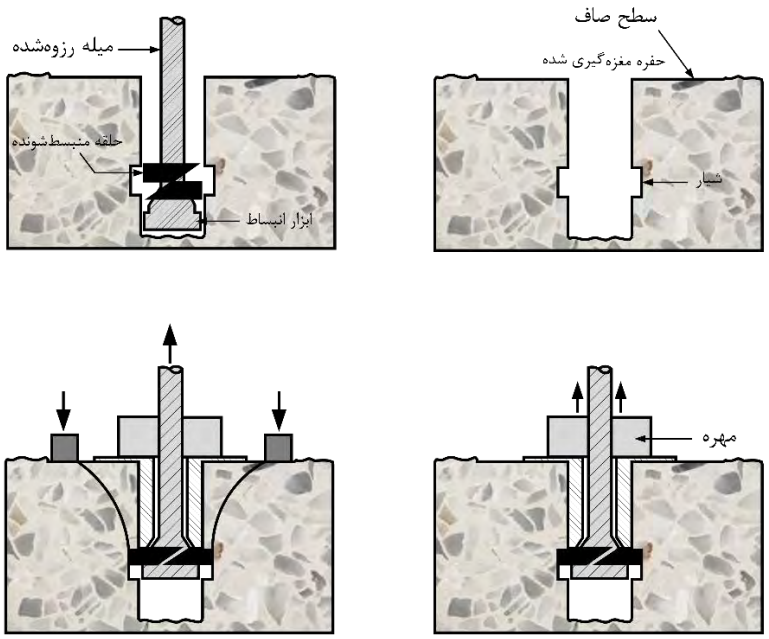
الف- تعیین میزان مقاومت چسبندگی بتن با استفاده از آزمایش کشش از سطح مطابق با هر دو روش ذکر شده در استاندارد ASTM C900–19 مجاز است.

ب- میله فلزی انجام آزمایش می‌تواند پیش از بتن‌ریزی در داخل بتن قرار گیرد (روش اول) و یا با استفاده از سوراخ‌کاری پس از سخت شدن بتن اجرا شود (روش دوم). برای جزئیات به شکل ۱۴-۱ و شکل ۱۴-۲ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱- آزمایش بیرون‌کشیدگی (Pull Out) – روش اول

1- Pull Out

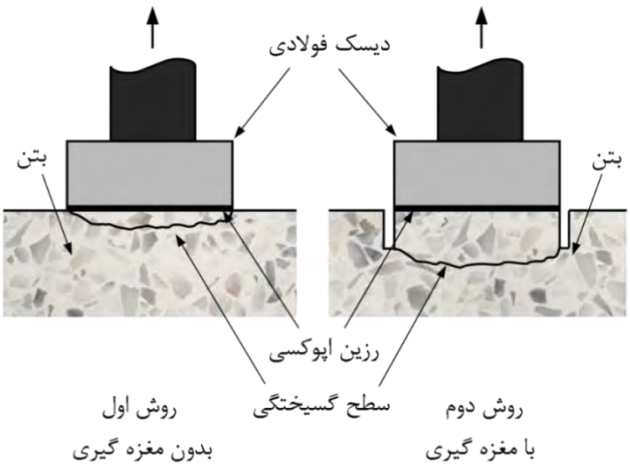


شکل ۱۴-۲- آزمایش بیرون‌کشیدگی (Pull Out) – روش دوم

۱۴-۳-۱-۲-۳- آزمایش کشش سطحی[1]

الف- استفاده از آزمایش کشش سطحی مطابق با استانداردهای ASTM C1583 / C1583M – 20 و BS 1881-207 برای تعیین مقاومت فشاری بتن مجاز است.

ب- برای تخمین مقاومت فشاری بتن حداقل ۳ نمونه آزمایش باید انجام شود. جایی که ضخامت پوشش بتن کمتر از ۲۰ میلیمتر است نباید دیسک کشش در آن محل قرار گیرد. فاصله مرکز به مرکز دیسک کششی حداقل دو برابر قطر دیسک و فاصله دیسک از لبه آزاد نمونه حداقل باید به اندازه قطر دیسک کششی باشد (شکل ۱۴-۳).



شکل ۱۴-۳- آزمایش کشش سطحی(Pull Off)

1- Pull Off

۱۴-۳-۲- موارد عمومی در عملیات بهسازی سازه‌های بتنی

۱۴-۳-۲-۱- تمیزکاری و تسطیح سطح بتن

الف- قبل از انجام عملیات تمیزکاری، باید کلیه برآمدگی‌های کوچک، نوک‌تیز، خطی و باریک ناشی از قالب‌بندی، ترشحات بتنی ناشی از جابجایی قطعات بتنی از روی سطح بتن توسط کاردک و برس، بدون آسیب به پوشش بتن زدوده شده و خلل و فرج‌ها و عیوب سطحی توسط مواد ترمیمی اصلاح گردند.

ب- تمیزکاری سطح بتن باید مطابق با الزامات استاندارد ASTM D4258 - 05 (2012) انجام پذیرد. تمیزکاری سطح بتن باید با استفاده از یکی از روش‌های وکیوم، بلاست یا تمیزکاری با فشار آب انجام شود. در مواردی که سطح بتن مملو از مواد روغنی باشد، شستشو باید با آب حاوی حلال‌ها و مواد شیمیایی اسیدی و قلیایی یا بخار آب انجام شود. برای زدودن آلودگی‌هایی نظیر نمک و مواد صابونی از شوینده‌های قلیایی و برای از بین بردن زنگ‌ها و مواد روغنی و گریسی و همچنین برای زدودن پوسته سطحی شیره سیمان از اسیدشویی و برای از بین بردن چربی‌ها از بخار آب استفاده گردد.

پ- چنانچه نواحی روغنی و دیگر آلودگی‌ها روی سطح بتن سخت شده باشند، قبل از استفاده از حلال‌ها، باید این نواحی با استفاده از برس سیمی یا کاردک از روی سطح جدا شوند.

۱۴-۳-۲-۲- تخریب سطحی و عمیق عضو بتنی

الف- قبل از شروع عملیات تخریب، باید بر اساس ارزیابی دقیق مشاور، طرح بهسازی مشخص گردد. اگر میزان تخریب به‌حدی است که افت مقاومت عضو بتنی قابل توجه بوده و منجر به خرابی موضعی یا کلی آن می‌شود، باید با استفاده از شمع‌بندی و جک‌زنی، بار از روی عضو برداشته شود. در غیر این‌صورت در مواردی که تخریب در ناحیه کوچکی از عضو بتنی صورت گرفته و تاثیر چندانی در افت مقاومت و سختی عضو ندارد، نیازی به شمع‌بندی و باربرداری نمی‌باشد.

ب- قبل از تخریب بتن باید تا فاصله حداقل ۵ سانتیمتر اطراف محدوده موردنظر برای تخریب علامت‌گذاری شود. ناحیه علامت‌گذاری شده باید دارای شکل هندسی منظم (مربع یا مستطیل) باشد. در تخریب سطحی بتن، بتن باید تا عمق حداقل ۳۰ میلیمتر تا پشت آرماتورها برداشته شود. در تخریب سطحی عضو بتنی باید از سایش بتن، چکش و قلم، واترجت‌های صنعتی یا اره‌های الماسه استفاده گردد و از ابزارهای ضربه‌ای استفاده نگردد. در برداشت لایه نازک از بتن، استفاده از سایش بتن با استفاده از ساچمه‌پاشی مختص سطوح افقی یا ماسه‌پاشی برای هریک از سطوح افقی یا قائم مجاز است.

پ- در تخریب عمیق عضو بتنی به‌واسطه آنکه آرماتور داخل بتن و بتن اطراف ناحیه تخریب دچار آسیب می‌گردد، باید پس از تخریب عمیق ناحیه موردنظر، بتن اطراف که دچار آسیب شده است با استفاده از روش‌های تخریب

سطحی زدوده شود. استفاده از انواع روش‌ها از جمله برشکاری با لنز حرارتی یا واترجت، تراشیدن، ضربه و خوردکردن، انفجار و مغزه‌گیری برای تخریب عمیق بتن مجاز است.

۱۴-۳-۲-۳- مضرس نمودن سطح بتن

الف- مضرس کردن بتن با هدف حذف لایه‌های سست و آلوده بتن و آماده‌سازی بتن برای بتن‌ریزی جدید باید انجام شود. در صورت استفاده از واترجت‌های صنعتی برای مضرس کردن بتن باید فشار آب و دبی آن بر اساس راهنمای سازنده به‌گونه‌ای تنظیم شود که فشار جت آب منجر به تخریب سطحی بتن نشود. میزان مضرس کردن بتن به تراکم سنگدانه‌ها و نوع آن‌ها وابسته می‌باشد.

ب- استفاده از سندبلاست یا ابزارهای تراش برای مضرس کردن سطح بتن در صورت وجود اپراتور ماهر بلامانع است.

۱۴-۳-۲-۴- سوراخ‌کاری بتن

الف- برای سوراخ‌کاری بتن برمبنای قطر و عمق سوراخ‌کاری و همچنین میزان مقاومت بتن، از یکی از روش‌های دریل‌کاری یا مغزه‌گیری باید استفاده شود. استفاده از روش‌های دریل‌کاری برای ایجاد سوراخ‌های مورداستفاده در کاشت میل‌مهار در داخل بتن الزامی می‌باشد. در این روش چنانچه عمق سوراخ بیشتر از ۳۰ سانتیمتر باشد، نباید یکباره اقدام به سوراخ‌کاری نمود و عملیات مته‌زنی باید در مراحل مختلف انجام شود.

ب- در عملیات دریل‌کاری نمونه بتنی، قبل از شروع عملیات سوراخ‌کاری، ابتدا باید موقعیت دریل با استفاده از پایه‌های مخصوص متصل به دریل روی نمونه بتنی تثبیت شده و از راستای عمودی مته بر روی سطح عضو بتنی با استفاده از تراز، اطمینان حاصل گردد. دریل مورداستفاده باید مجهز به چکش با سرعت‌های متغیر و همچنین گیره مناسب باشد. پس از ایجاد سوراخ در عمق موردنظر، قبل از خاموش کردن، دریل باید از داخل سوراخ به طور کامل خارج شده باشد.

پ- قبل از عملیات سوراخ‌کاری برای کاشت میل‌مهار با استفاده از دریل‌کاری، باید با استفاده از روش‌های اسکن آرماتور نسبت به موقعیت آرماتورهای موجود در بتن آگاه شد و موقعیت سوراخ‌ها را طوری تنظیم کرد که آرماتورهای داخل بتن هیچ‌گونه آسیبی نبینند. چنانچه موقعیت سوراخ در جایی باشد که در مسیر آن آرماتور موجود بوده و امکان تغییر مسیر سوراخ‌کاری نباشد، باید از روش مغزه‌گیری با ایجاد سوراخ‌های با قطر بالا استفاده شود.

۱۴-۳-۲-۵- کاشت آرماتور یا میل مهار داخل بتن

الف- استفاده از مواد پایه سیمانی، چسب‌های شیمیایی اپوکسی و یا مهارمکانیکی برای کاشت میلگرد مجاز است. نوع کاشت میلگرد باید در نقشه‌های اجرایی ذکر شده باشد.

ب- قطر سوراخ چسب‌های پایه سیمانی حداقل باید ۵ میلیمتر از قطر میل مهار یا میلگرد، بزرگ‌تر درنظر گرفته شود. قطر حداقل سوراخ برای چسب‌های پایه اپوکسی یا برای مهارهای مکانیکی حداقل باید ۲ میلیمتر بزرگتر از قطر میل مهار یا میلگرد بزرگ‌تر درنظر گرفته شود.

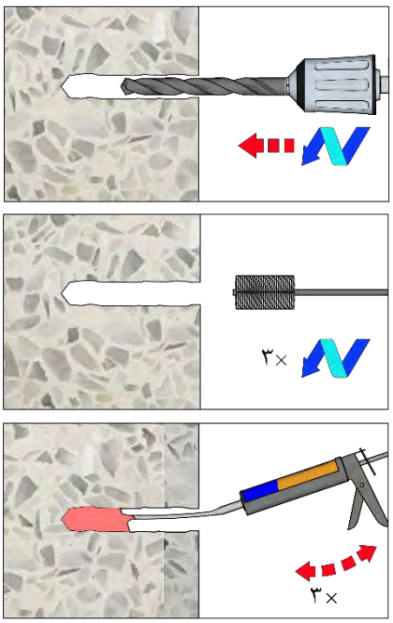
پ- در مرحله تمیزکاری باید بر اساس توصیه‌های کارخانه سازنده چسب، با یک شیلنگ انتقال هوا به انتهای سوراخ طوری دمیده شود که تمام گردوغبار از بالای سوراخ خارج شده و سپس با استفاده از برس‌های مخصوص با چندین بار رفت و برگشت همراه با چرخش به سمت داخل سوراخ، هرگونه گردوغبار و یا مواد روغنی و آلوده احتمالی که در جداره سوراخ باقی‌مانده باشد، زدوده شود. برای مهارهای مکانیکی، تنها کافی است گردوغبار ایجاد شده در سوراخ با استفاده از دمیدن هوای فشرده به داخل سوراخ و یا مکش از داخل سوراخ، خارج شده و نیازی به انجام تمهیدات دیگری نباشد.

ت- قبل از کاشت میلگردها، در صورت لزوم باید در محدوده عمق کاشت چربی‌زدایی و زنگ‌زدایی شوند.

ث- تزریق چسب شیمیایی کاشت باید با استفاده از تفنگ‌های مخصوص که امکان ترکیب مواد چسب را به هنگام تزریق به داخل سوراخ ممکن می‌سازد، انجام شود. میزان چسب مورد استفاده برای هر سوراخ، باید با استفاده از کم کردن حجم آرماتور از حجم سوراخ و درنظر گرفتن درصدی پرت محاسبه شود.

ج- پس از پر نمودن سوراخ با چسب کاشت، باید آرماتور یا میل مهار با استفاده از جک هیدرولیک با فشار و چرخش به داخل سوراخ رانده شود. در شکل ۱۴-۴ نحوه صحیح سوراخ‌کاری، تمیزکاری و تزریق چسب نشان داده شده است.

چ- مشخصات چسب مورد استفاده باید منطبق بر آیین‌نامه آبا باشد.



شکل ۱۴-۴- نحوه سوراخ‌کاری، تمیزکاری و اجرای چسب به داخل سوراخ

۱۴-۳-۲-۶- درزبندی ترک‌های سازه‌ای

درزبندی ترک‌ها باید با استفاده از یکی از روش‌های ذیل انجام شود:

۱۴-۳-۲-۶-۱- تزریق رزین اپوکسی

الف- برای ترمیم ترک‌های مویی و باریک (از ۰/۱ تا ۶/۵ میلیمتر) استفاده از روش تزریق با اپوکسی مجاز است. در

این روش ابتدا باید با استفاده از روش‌های آزمایش غیرمخرب ناحیه دارای خرابی و ضعف مشخص شود. باید خطوط افقی و قائم متعامد با فواصل بین ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر شبکه‌بندی شود.

ب- سوراخ‌کاری به‌منظور تزریق اپوکسی باید به‌صورت اریب و با عمق ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر (بسته به شدت ترک‌ها و ضخامت قطعه بتنی) اجرا شود.

پ- محل سوراخ‌ها باید با پمپ هوا تمیز و قبل از تزریق اپوکسی، باید موقعیت نیپل‌ها و پکرها در محل سوراخ‌ها با استفاده از بتونه تثبیت گردد.

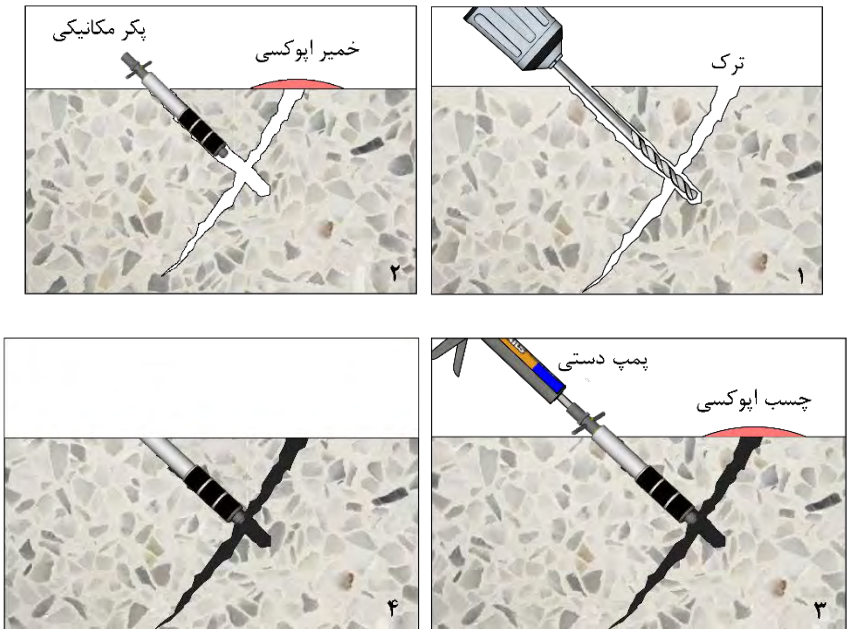
ت- در سطوح قائم، پس از خشک شدن بتونه باید در اطراف سوراخ لایه FRP (یا هر لایه پوشاننده مقاوم) نصب شده و در نهایت عملیات تزریق از پایین‌ترین سوراخ آغاز شود.

ث- عملیات تزریق باید به‌صورت پیوسته تا زمانی ادامه پیدا کند که اپوکسی از سوراخ‌های بالایی به بیرون تراوش کند.

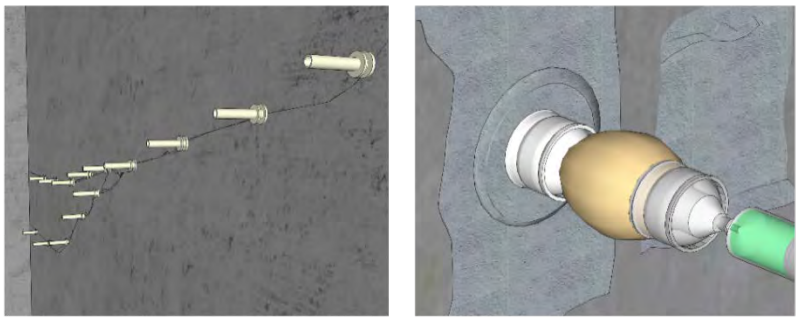
ج- در سطوح افقی، عملیات تزریق اپوکسی باید با استفاده از پمپ به‌صورت پیوسته و بدون قطعی تا زمانی صورت بگیرد که اطمینان حاصل شود کل مسیر ترک از ماده تزریق مملو شده است.

چ- ترمیم ترک‌های بتن با استفاده از تزریق اپوکسی باید مطابق با ACI 503.7-07 باشد. رزین‌های اپوکسی مورد استفاده در این روش باید منطبق با الزامات استاندارد ASTM C-881 باشند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۵ تا شکل ۱۴-۸ مراجعه شود.

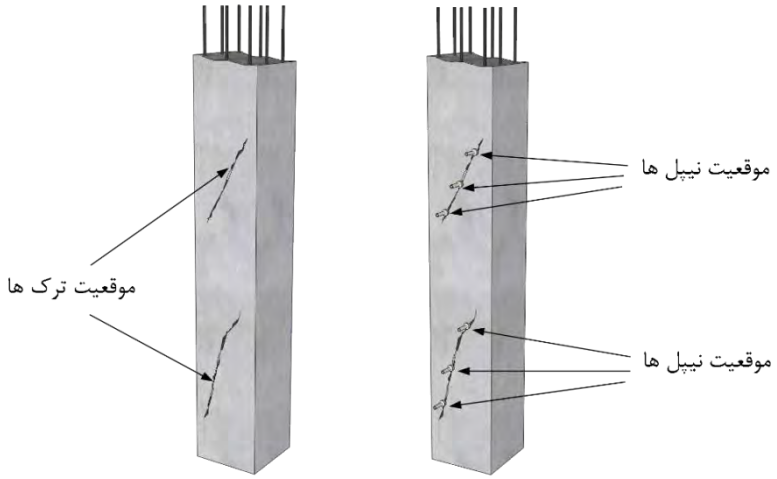
ح- در ترمیم ترک‌های با عرض بیشتر، باید از دوغاب سیمان(گروت) با دانه‌بندی متناسب با حداقل عرض ترک استفاده شود. مشخصات این دوغاب‌ها باید بر اساس استاندارد ASTM C1107 باشند.



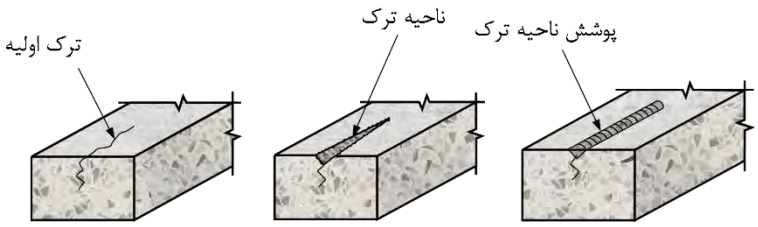
شکل ۱۴-۵- مراحل ترمیم ترک‌ها با روش تزریق اپوکسی



شکل ۱۴-۶- نصب نیپل و بتونه‌کاری برای ترمیم ترک در بتن



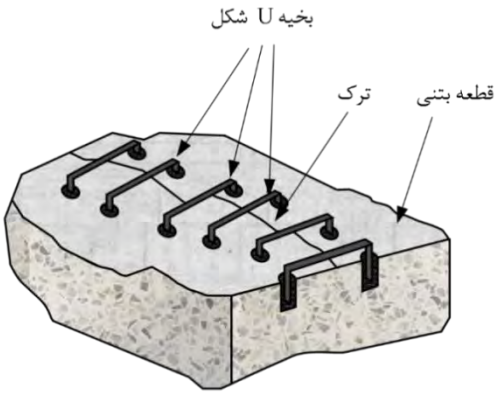
شکل ۱۴-۷- نصب نیپل روی نمونه بتنی ترک خورده



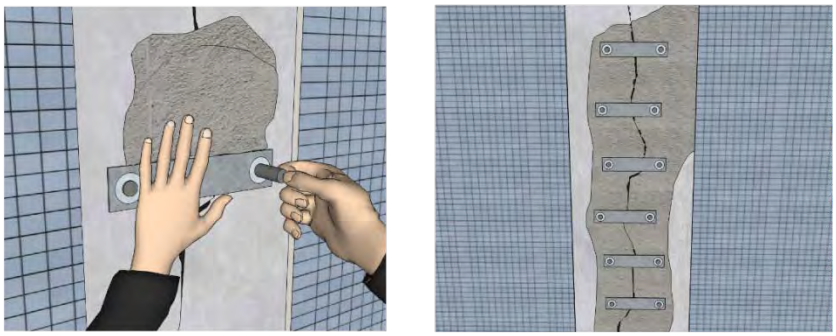
شکل ۱۴-۸- آماده سازی ترک برای تزریق رزین

۱۴-۳-۲-۶-۲- بخیه زدن

چنانچه تعداد و گستردگی ترک‌های بتن به‌حدی باشد که امکان ترمیم با استفاده از تزریق رزین اپوکسی میسر نباشد، باید از روش بخیه‌زنی استفاده شود. در طول ترک در فواصل مشخصی محل استقرار دو پایه المان‌های U شکل باید سوراخ گردد و سپس این المان‌ها در نواحی درنظرگرفته شده جایگذاری شوند. سوراخ‌های تعبیه شده برای قرارگیری المان‌های U شکل پس از استقرار این المان‌ها باید با استفاده از دوغابی که خاصیت جمع شوندگی ندارد، پر شوند. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۹ و شکل ۱۴-۱۰ مراجعه گردد. مشخصات المان‌های U شکل باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی بیان شود.



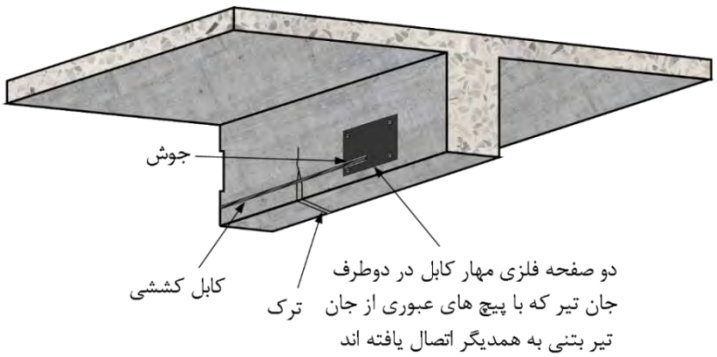
شکل ۱۴-۹- عملیات بخیه زنی در بتن



شکل ۱۴-۱۰- ترمیم ترک با بخیه زدن

۱۴-۳-۲-۶-۳- تنیدن

در این روش میلگردها یا کابل‌های پس‌کشیده در منطقه ترک‌خورده باید به‌گونه‌ای کارگذاری شوند که راستای طولی میلگردها یا کابل‌ها عمود بر امتداد ترک باشد. انتهای میلگردها یا کابل‌های نصب شده از طریق استقرار پایه‌های مناسب متصل به عضو بتنی باید به‌نحو مناسبی مهار شوند تا امکان انتقال نیروی پس‌کشیدگی به آنها میسر شود و در عین حال وجود پایه‌های مهار میلگردها خود عامل ایجاد ترک جدید نشوند. پس از اتمام عملیات پس‌کشیدگی میلگردها یا کابل‌ها، باید کل ناحیه ترک‌خورده و کابل‌کشی شده با استفاده از ملات ماسه سیمان پوشانده شوند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۱۱ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۱- تنیده نمودن ترک‌ها

۱۴-۳-۲-۷- ترمیم ناحیهٔ آسیب دیده بتنی

الف- مصالح مصرفی برای ترمیم باید دارای بیشترین سازگاری با بتن موجود بوده و سطح ترمیم‌یافته باید کاملاً پیوسته با بتن اطراف اجرا گردد. در عین حال ناحیه ترمیم یافته باید دارای مقاومت کافی در برابر شرایط محیطی بوده و عاری از هرگونه ترک باشد.

ب- در محیط‌های با احتمال خوردگی بالا، باید در ماده ترمیم‌کننده از سیمان‌های تیپ ۲ یا ۵ استفاده شود. در مواقعی که نیاز به تسریع در گیرش می‌باشد، باید از سیمان تیپ ۳ یا زودگیرکننده ملات در ماده ترمیم استفاده شود. در استفاده از سیمان‌های زودگیر در ترمیم اعضای بتنی، باید مشخصات این نوع سیمان‌ها منطبق بر استاندارد مصالح سیمانی خشک و مصالح سیمانی با گیرندگی سریع برای تعمیر بتن، ASTM C928 باشد.

پ- برای مواد چسباننده بتن ترمیمی به بتن موجود، استفاده از مواد چسباننده با پایه‌های اپوکسی، لاتکس و سیمانی مجاز است. مواد چسباننده به‌کاررفته درناحیه ترمیم با پایه اپوکسی باید مطابق با الزامات استاندارد چسب‌های پایه رزینی برای بتن، ASTM-C881 باشند. استفاده از مواد چسباننده با پایه‌های اپوکسی در جایی که عضو بتنی در معرض تغییرات دمایی زیاد قرار دارد یا عضو بتنی در معرض درجه حرارت خیلی بالا یا پایین قرارداد، مجاز نیست. مواد چسباننده به‌کاررفته درناحیه ترمیم با پایه لاتکس باید مطابق با ASTM C1059 باشند.

ت- در ترمیم ناحیه آسیب‌دیده چنانچه جنس مصالح ترمیم پایه سیمانی باشد، ناحیه آسیب‌دیده حداقل باید به مدت ۴۸ ساعت مرطوب نگاه داشته شود.

ث- در صورت بتن‌ریزی با قالب، قالب‌ها باید به‌صورت مخروطی‌شکل کارگذاری شوند تا امکان بتن‌ریزی به داخل ناحیه آسیب‌دیده فراهم شود. لبه بالایی قالب باید از لبه بالایی ناحیه آسیب‌دیده بالاتر باشد یا با توجه به حجم بتن‌ریزی، بتن‌ریزی به روش تزریق انجام شود. بدین منظور باید با استفاده از تعبیه دریچه تزریق در قسمت تحتانی قالب و دریچه بازدید در منتهی‌الیه ناحیه فوقانی قالب، بتن‌ریزی انجام شود. بتن‌ریزی باید از پایین به بالا انجام پذیرد. در بتن‌ریزی با قالب، باید یک روز پس از بتن‌ریزی، قالب باز شده و بتن اضافی از روی سطح ناحیه ترمیم‌یافته تراشیده شود.

ج- بتن‌پاشی به هر دو روش تر و خشک مجاز است. در نواحی تخریب شده عمیق، بتن‌پاشی در چند لایه باید انجام شود. زمان پاشش لایه‌ها باید طوری تنظیم شود که بتن ریخته شده دارای رطوبت کافی باشد و بتواند با لایه جدید بتن مخلوط گردد. در هردو روش بتن‌پاشی و بتن‌ریزی با قالب، چنانچه عمق ناحیه آسیب داده از ۵۰ میلیمتر بیشتر باشد، باید یک شبکه مش آرماتور حرارتی دو جهته در داخل ناحیه آسیب‌دیده اجرا شود. در ترمیم نواحی آسیب‌دیده با سطح و عمق کوچک‌تر روش‌های تزریق ملات‌های پایه سیمانی یا پایه شیمیایی مجاز است. برای جزئیات اجرایی این نوع از ترمیم به توضیحات مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۷ مراجعه شود.

چ- در ترمیم ناحیه آسیب‌دیده اعضای بتنی نیز چنانچه گسترهٔ ناحیه آسیب‌دیده قابل توجه باشد، برای شروع عملیات در ابتدا باید بر اساس یکی از روش‌های تخریب عمیق مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۲، ناحیه آسیب‌دیده به‌طور

کامل شامل دال بتنی و آرماتورهای این ناحیه تخریب شوند. تمیزکاری سطح باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱، انجام پذیرد.

۱۴-۳-۳- تعمیر و تقویت ستون‌های بتنی

۱۴-۳-۳-۱- افزودن ستون‌های جدید

الف- چنانچه بتن موجود در محل کارگذاری ستون جدید کرمو و دارای خلل و فرج نباشد، ناهمواری‌های موجود در سطح سازه موجود بتنی باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ هموار و مسطح شود. قبل از شروع عملیات اجرای ستون بتنی جدید، باید در اطراف محل استقرار ستون جدید، تیر یا دال بتنی موجود از طریق استقرار پایه‌های موقت و جک‌گذاری باربرداری شوند.

ب- در مواردی‌که ستون بتنی به سازه موجود اضافه می‌شود، در محل تماس ستون بتنی جدید با دال یا تیر بتنی، باید ابتدا سطوح موردنظر بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس گردد. سپس سطح دال یا تیر بتنی در محل کارگذاری ستون بتنی جدید، در موقعیت آرماتورهای ریشه ستون مطابق با مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌کاری شود. قبل از عملیات سوراخ‌کاری، باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد (بخش ۱۴-۳-۱-۱-۳)، موقعیت آرماتورهای موجود در دال یا تیر بتنی شناسایی شده و سوراخ‌ها در محل‌هایی ایجاد شوند که آرماتورهای موجود قطع نشده و آسیب نبینند. پس از اتمام عملیات سوراخ‌کاری، بایستی سطح دال یا تیر بتنی که در تماس با ستون جدید خواهد بود با استفاده از ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری شده و کلیه سوراخ‌ها با استفاده از فشار باد عاری از گردوغبار گردند. بتن تمیزکاری شده موجود باید مطابق با توضیحات ارائه شده در بخش ۱۴-۳-۲-۷ آغشته به چسب بتن گردد و همچنین سوراخ‌ها با چسب مخصوص کاشت یا گروت پر شوند. در ادامه آرماتورهای ریشه ستون از داخل آنها عبورداده شوند، به نحوی که طول وصله پوششی موردنظر در دو طرف تیر یا دال بتنی فراهم گردد. پس از عبور دادن آرماتورهای ریشه، باید آرماتورهای عرضی متناسب با طرح بهسازی در محل اجرا شود.

پ- در محل تماس ستون بتنی جدید با فونداسیون، ابتدا سطح فونداسیون باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس شده و سپس سطوح موردنظر با استفاده از ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری شوند. عملیات سوراخ‌کاری فونداسیون موجود بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ و کاشت آرماتورهای انتظار بر اساس الزامات مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. پس از اتمام عملیات کارگذاری آرماتورهای ریشه ستون در داخل دال‌ها یا تیرهای بتنی فونداسیون سازه بتنی موجود، باید آرماتورهای طولی و عرضی ستون بتنی جدید در محل اجرا و سپس قالب‌بندی و بتن‌ریزی انجام شود.

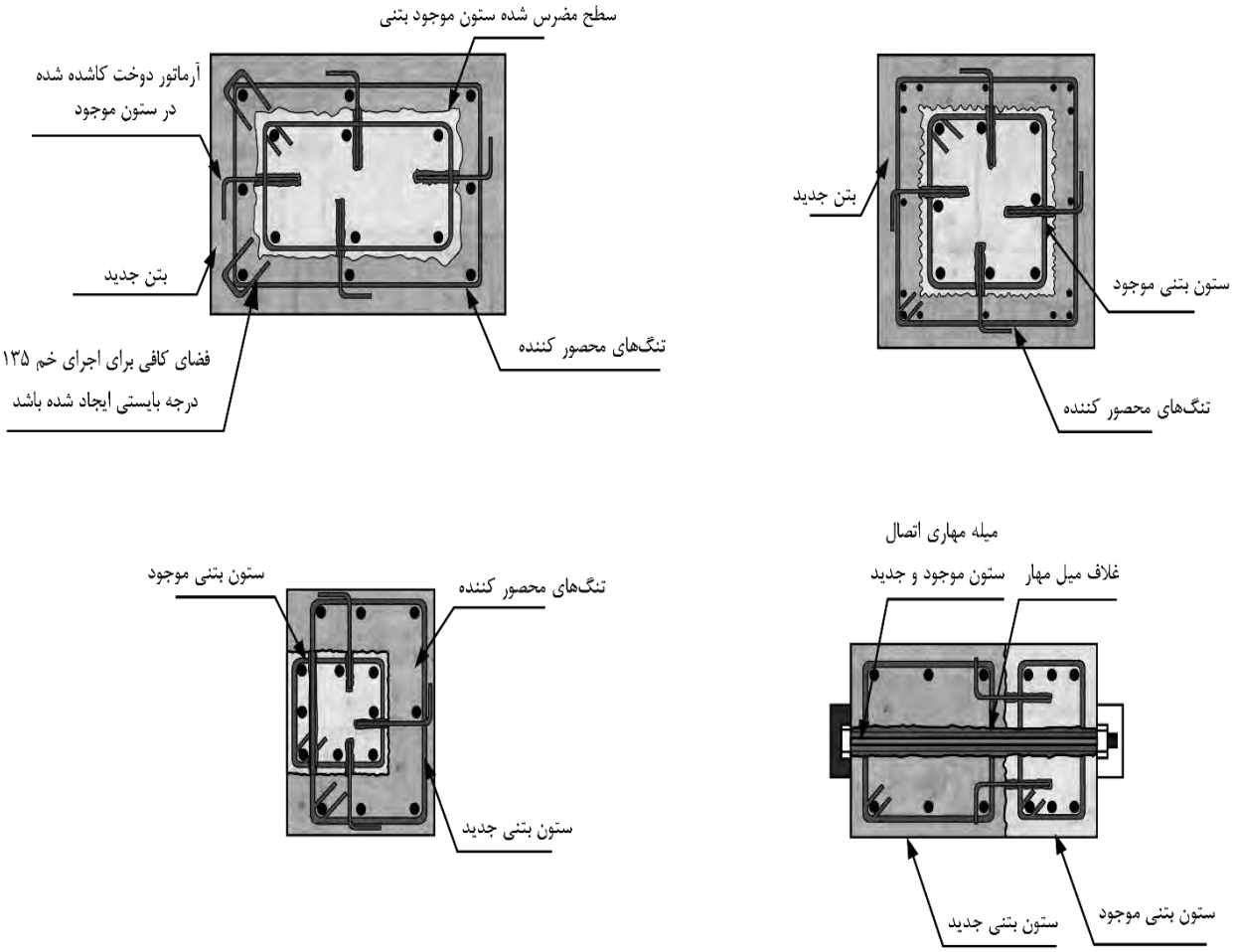
ت- در مواردی‌که ستون فلزی به سازه بتنی موجود اضافه می‌شود، باید تیر یا دال بتنی و همچنین پی در سطحی برابر با سطح ورق فولادی انتهایی ستون و به عمق ضخامت آن ورق بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۲ تخریب شود. در

تخریب این ناحیه باید دقت شود که آرماتورهای داخل سازه بتنی موجود آسیب نبینند. پس از تخریب باید سطح داخلی ایجاد شده بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری و مسطح شود. بر اساس تعداد آرماتورهای کاشت درنظرگرفته شده عملیات سوراخ‌کاری در تیر یا دال بتنی و فونداسیون سازه بتنی موجود مطابق با ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ انجام شود. قبل از عملیات سوراخ‌کاری، باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد (بخش ۱۴-۳-۱-۱)، موقعیت آرماتورهای موجود در دال یا تیر بتنی شناسایی شده و سوراخ‌ها در محل‌هایی ایجاد شوند که آرماتورهای موجود قطع نشده و آسیب نبینند. آرایش سوراخ‌های رزوه شده باید توسط شابلون به ورق‌های فولادی که در اعضای بتنی کارگذاری و همچنین ورق‌های فولادی که به دو انتهای ستون جوش داده می‌شوند، انتقال داده شود. پس از کارگذاری ورق‌ها بر روی فونداسیون، موقعیت آن‌ها باید توسط دوغاب سیمانی تثبیت گردد. در این مرحله باید توسط درپوش‌های پلاستیکی، از ورود دوغاب به سوراخ‌های تعبیه شده در عضو بتنی جلوگیری شود. چنانچه ستون جدید فلزی اضافه شده به‌عنوان یکی از اعضای سیستم باربرجانبی سازه محسوب می‌گردد، به‌دلیل عملکرد لرزه‌ای این ستون در بارهای رفت و برگشتی و دینامیکی، استفاده از میل‌مهارهای مکانیکی برای اتصال پای ستون فلزی به فونداسیون مجاز نمی‌باشد.

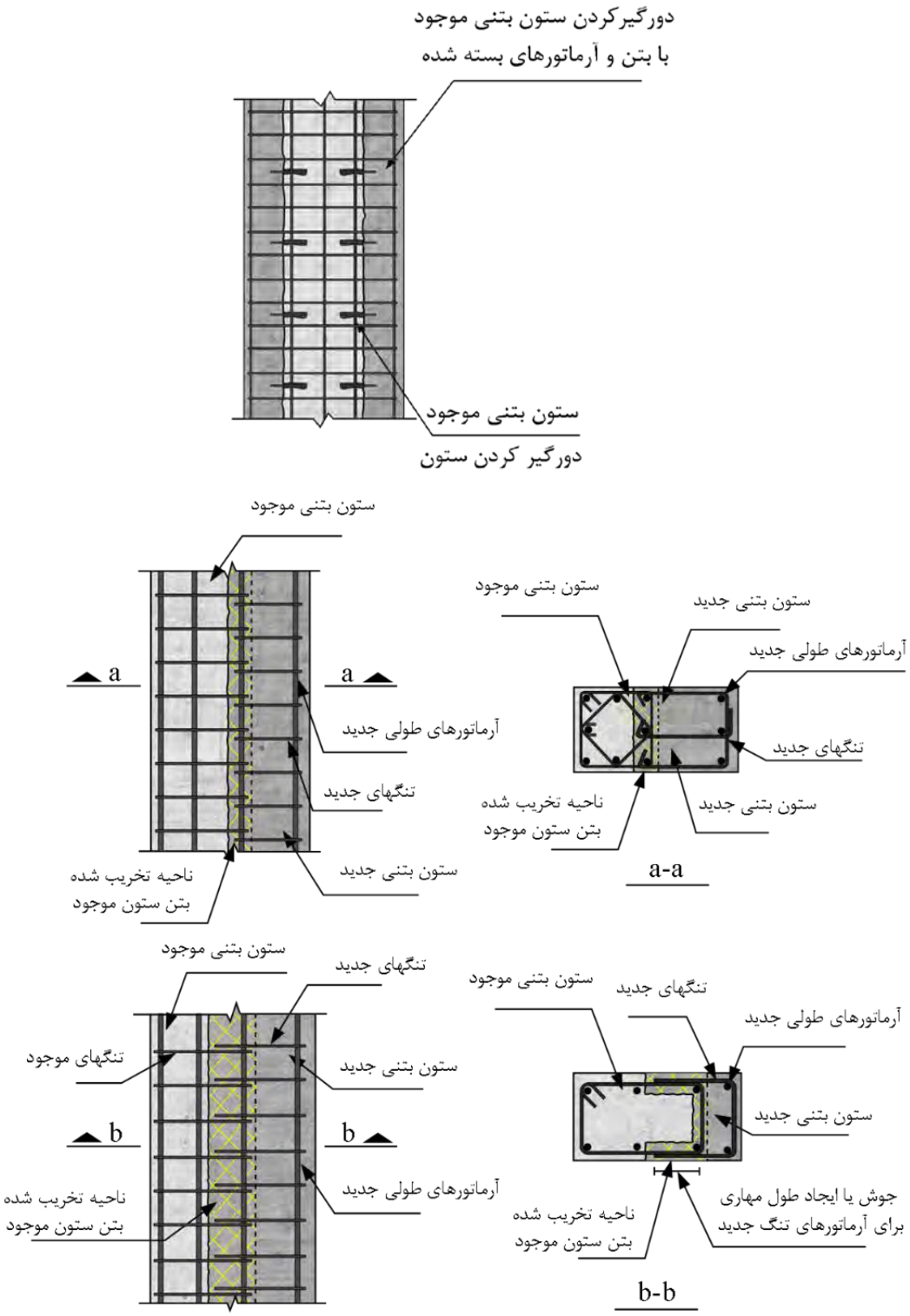
۱۴-۳-۳-۲- افزایش سطح مقطع ستون با استفاده از ژاکت بتنی

در روش افزایش سطح مقطع ستون چنانچه ستون بدون آسیب جدی باشد، تنها سطح پیرامونی ستون بتنی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ باید مضرس شود. در مواردی‌که ستون دچار آسیب جدی شده باشد، ناحیه آسیب‌دیده باید به‌طور کامل مطابق با موارد مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۲ تخریب شده و علاوه بر آن سطح پیرامونی ستون در سایر نواحی بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۲ مضرس شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۱۲ مراجعه شود.

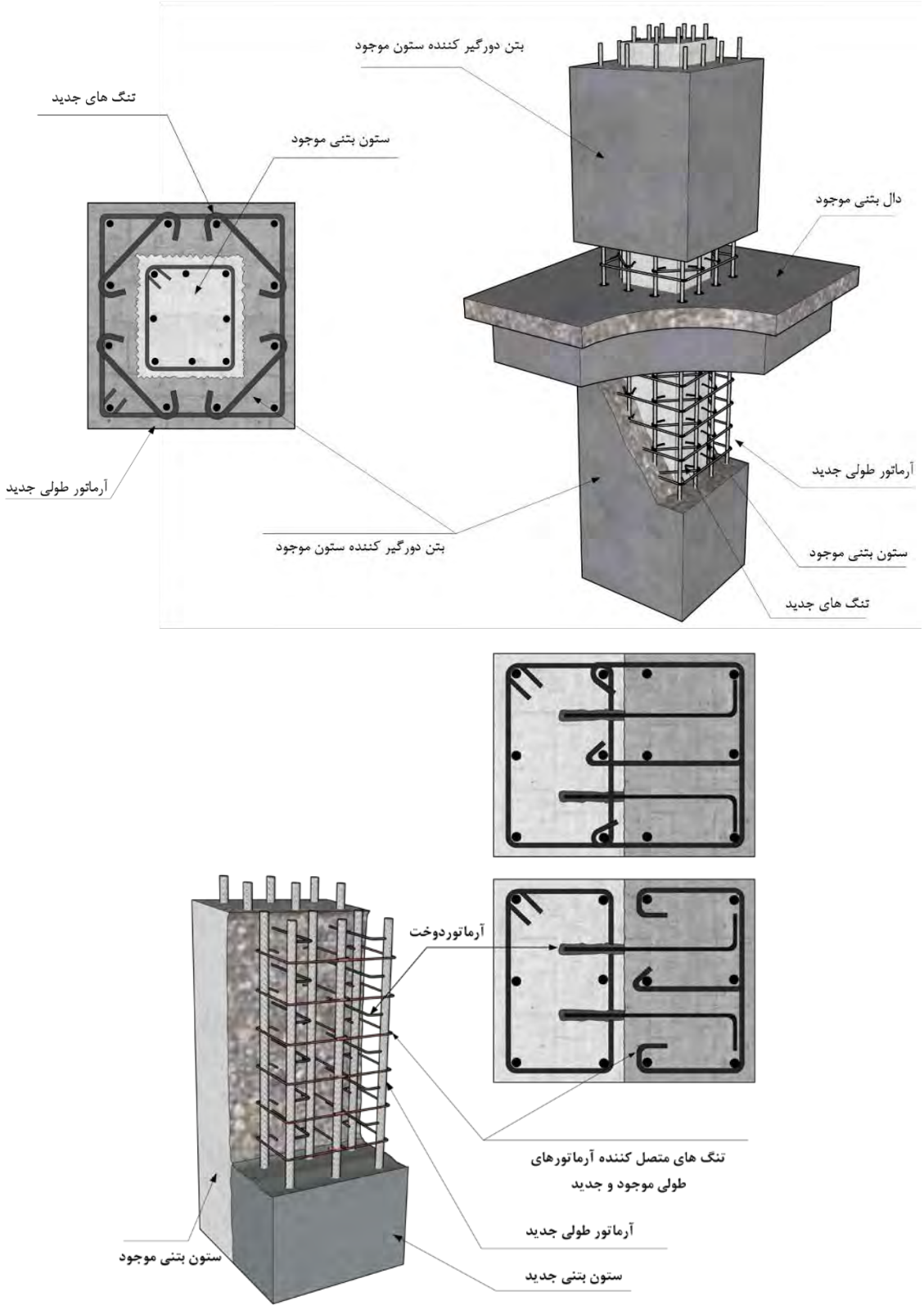
محل آرماتورهای دوخت با هدف دورگیری باید مطابق با بند ۱۴-۳-۲-۴ اجرا شوند. عمق این سوراخ‌ها و فواصل آن‌ها از یکدیگر باید در نقشه‌ها ذکر شده باشد. تمیزکاری باید مطابق با الزامات بند ۱۴-۳-۲-۱ و عملیات کاشت آرماتورهای دوخت باید مطابق با ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. مقاومت فشاری بتن جدید باید برابر یا کمی بیشتر از مقاومت فشاری بتن موجود باشد. حداقل ضخامت روکش بتنی در این روش ۱۰۰ میلیمتر باید باشد. چنانچه افزایش ضخامت از این مقدار کمتر باشد، به‌جای استفاده از روش قالب‌بندی و بتن‌ریزی، باید از بتن‌پاشی اطراف ستون استفاده شود. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۱۲ تا شکل ۱۴-۱۴ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۲- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی



شکل ۱۴-۱۳- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی



شکل ۱۴-۱۴- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت بتنی

۱۴-۳-۳-۳- تقویت ستون با استفاده از ورق‌ها و پروفیل‌های فولادی

الف- ورق‌های فولادی باید با استفاده از میل مهارهایی که از سوراخ‌های تعبیه شده برروی ورق‌ها عبور کرده و در داخل ستون بتنی بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ کاشته می‌گردد، به ستون بتنی متصل شوند. قبل از سوراخ کاری ورق‌های تقویتی، سوراخ‌کاری ستون بتنی موجود باید بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ انجام شود. موقعیت سوراخ‌ها در ستون بتنی باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد به‌گونه‌ای تنظیم شود که هیچ‌یک از آرماتورهای طولی و عرضی ستون، قطع نشده و دچار آسیب نشود. چنانچه به دلیل فشردگی آرماتورهای طولی و عرضی ستون قطع یا آسیب تعدادی از آرماتورهای ستون بتنی در حین عملیات سوراخ‌کاری اجتناب‌ناپذیر باشد، تعداد حداکثر آرماتورهای قطع شده یا آسیب‌دیده باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

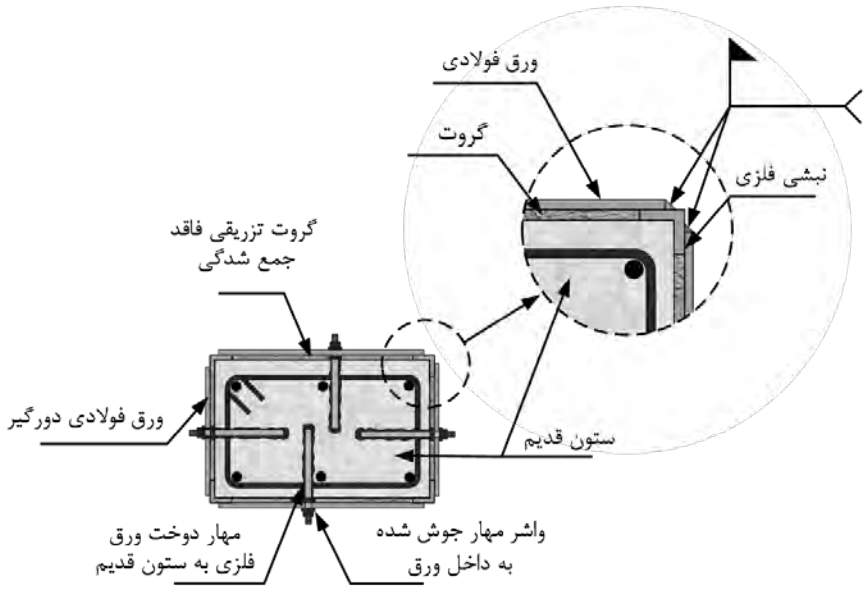
ب- برای تنظیم محل سوراخ‌ها بر روی ستون بتنی و ورق‌های فولادی باید از شابلون استفاده شود. عملیات کاشت میل مهارهای رزوه شده باید بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام پذیرد. برای تنظیم فاصله بین ورق فولادی و سطح ستون بتنی موجود باید از لقمه‌های مخصوص در سرتاسر سطح ستون استفاده شود.

پ- به‌منظور اتصال مناسب ورق‌های فولادی در گوشه‌های ستون، باید ۴ عدد نبشی فولادی در گوشه‌های ستون تعبیه شود تا بدین ترتیب ورق‌های فولادی اطراف ستون پس از کارگذاری بتوانند روی بال‌های نبشی‌های از قبل کارگذاشته شده، جوش شوند. پس از کارگذاری کامل ورق‌های فولادی، فاصله بین ستون بتنی و ورق‌های فولادی باید با استفاده از گروت‌های بدون جمع‌شوندگی پر شود. برای این منظور باید سوراخ‌هایی جهت تزریق گروت از قبل در ورق فولادی با فاصله حداکثر ۵۰ سانتیمتر تعبیه شده و گروت‌ریزی بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۶-۱ (تزریق رزین اپوکسی) انجام پذیرد.

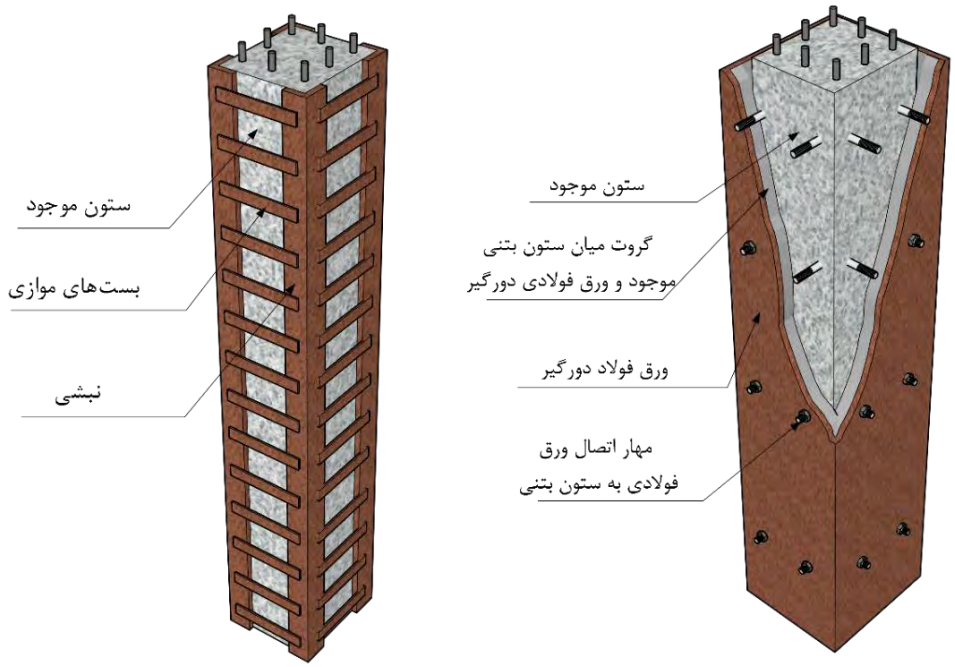
ت- در صورت استفاده از تسمه برای دورگیری ستون بتنی موجود، نیاز به عملیات سوراخ‌کاری و دوخت نمی‌باشد. اگر برای دورگیر نمودن ستون بتنی موجود از خم نمودن یک ورق فولادی استفاده می‌گردد، اتصال دو لبه ورق خم شده باید با جوش سرتاسری انجام شود. الزامات جوشکاری باید مطابق با فصل فولاد و سازه‌های فولادی باشد.

ث- در صورت نیاز به اتصال ورق فولادی به دال بتنی، ورق فولادی باید در بالا و پایین ستون به یک یقه فولادی متصل شود. یقه فولادی باید شامل سوراخ‌هایی باشد تا بتواند از طریق کاشت میل‌مهار در داخل دال بتنی به آن دال اتصال داده شود. چنانچه از ورق دورگیر کننده در ستون فوقانی و تحتانی دال کف استفاده شده باشد، باید یقه‌های فولادی انتهای ستون‌ها از طریق عبور میل‌مهار در سرتاسر ضخامت دال بتنی مستقیماً به یکدیگر اتصال یابند. چنانچه هدف از دورگیرنمودن ستون بتنی افزایش شکل‌پذیری ستون از طریق محصورشدگی بتن باشد، نیازی به استفاده از یقه فولادی نبوده و ورق فولادی دورگیرکننده را می‌توان در لبه دال بتنی خاتمه داد.

ج- در کلیه روش‌های فوق به‌منظور محافظت ورق‌های فولادی یا تسمه‌های دورگیرکننده ستون بتنی از خوردگی و آتش‌سوزی، باید سطح تمام شده ستون تقویت شده با استفاده از پوشش‌های ضدحریق پوشیده شود. برای جزئیات این بخش به شکل ۱۴-۱۵ تا شکل ۱۴-۱۷ مراجعه شود.

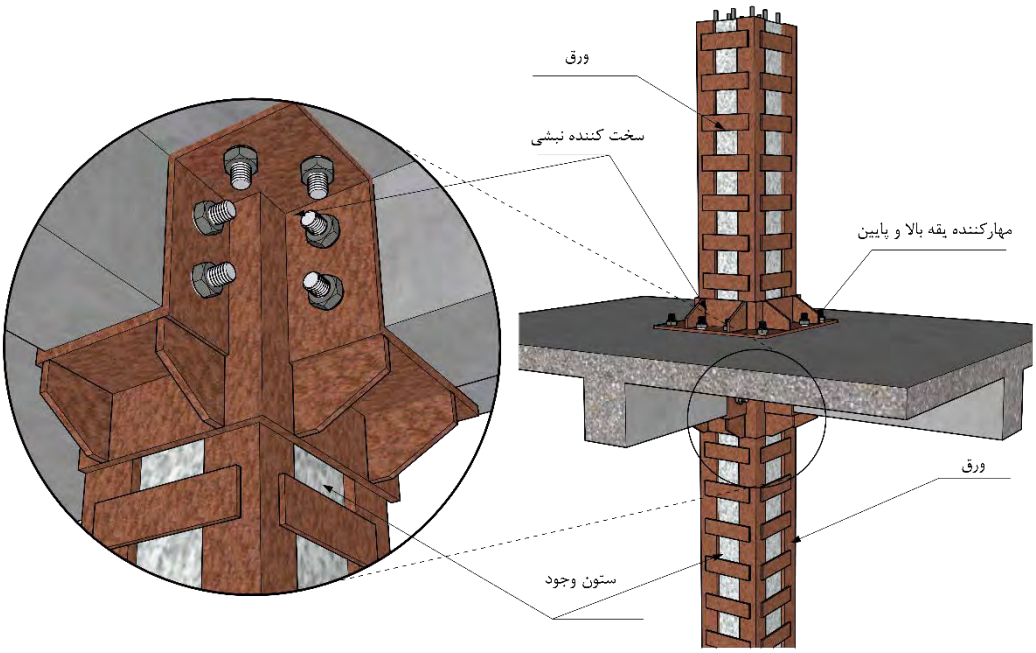


شکل ۱۴-۱۵- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی



روی ورق فولادی با پوشش ضدحریق پوشانده شود

شکل ۱۴-۱۶- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی



شکل ۱۴-۱۷- تقویت ستون بتنی با استفاده از ژاکت فولادی

۱۴-۳-۳-۴- تقویت ستون با استفاده از تسلیحات قرار داده شده در نزدیک سطح[1]

الف- در روش تقویت با استفاده از تسلیحات نزدیک به سطح، چنانچه سطح بتن آسیب‌دیده باشد، باید با استفاده از یکی از روش‌های ترمیم سطح مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۷، ابتدا سطح ستون بتنی اصلاح شده و پس از گیرش ملات‌های مورداستفاده در ترمیم نسبت به استفاده از این روش اقدام شود.

ب- عمق خراش در سطح بتن نباید کمتر از ۱/۵ برابر قطر آرماتور یا عرض تسمه باشد. همچنین عرض خراش نباید از ۱/۵ برابر قطر آرماتور یا ۳ برابر ضخامت تسمه کمتر درنظر گرفته شود.

پ- برای ایجاد خراش، باید با استفاده از فرزهای مخصوص برش بتن و ریل هدایت‌کننده فرز در مسیر مستقیم که روی سطح ستون نصب شده باشد، ابتدا در دو لبه خراش موردنظر ایجاد شود و ترجیحاً در یک یا دو خط دیگر بین دو لبه خراش، شکاف ایجاد شده و در نهایت با استفاده از قلم و چکش، قطعات بتن بین شکاف‌ها برداشته شوند.

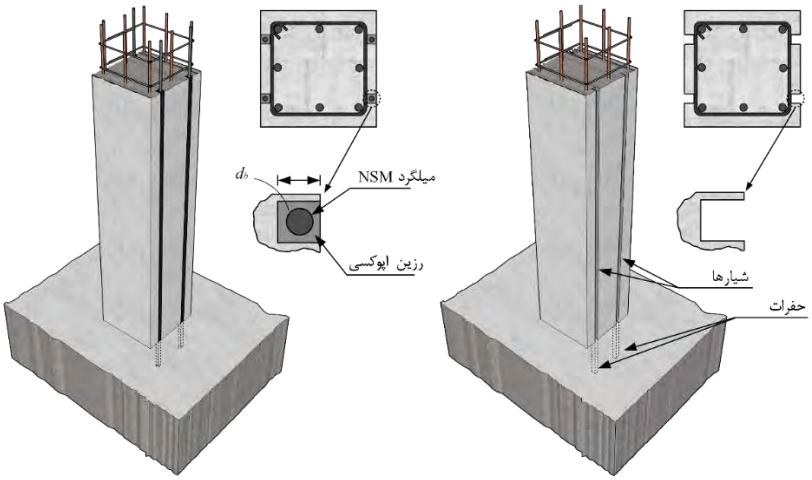
ت- در هنگام ایجاد خراش روی سطح بتن باید دقت شود که آرماتورهای موجود در داخل ستون بتنی آسیب نبینند. برای اتصال آرماتور یا تسمه در خراش ایجاد شده روی سطح بتن، باید از چسب‌هایی که پایه اپوکسی می‌باشند، استفاده شود. قبل از تزریق چسب باید سطح داخلی شکاف‌های ایجاد شده روی سطح بتن بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ عاری از هرگونه گرد و غبار شده و رطوبت سطح براساس مشخصات چسب و توصیه‌های کارخانه سازنده چسب تنظیم گردد.

1- Near Surface Mounted-NSM

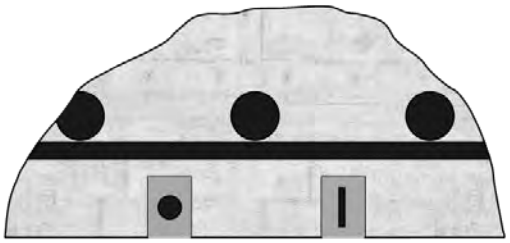
ث- در صورتی که شکاف‌های روی سطح بتن عمیق نباشند، برای زدودن غبار از سطح داخل شکاف استفاده از پمپ هوا کافی بوده و نیازی به استفاده از برس نمی‌باشد.

ج- برای محافظتِ بتن اطراف شکاف و جلوگیری از آغشته شدن آن با چسب اپوکسی، باید قبل از تزریق چسب، روی شکاف با یک نوار لاستیکی پوشانده شده و سپس در میانه عرض نوار لاستیکی یک خط برش سرتاسری جهت تزریق چسب ایجاد شود.

چ- الزامات بندهای ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵ برای کاشت میلگرد باید رعایت شوند. مشخصات چسب و میلگردها یا تسمه‌های مسلح‌کننده و روش اجرای کار باید بر اساس ضوابط مندرج در ACI 440.2R-17 باشند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۱۸ و شکل ۱۴-۱۹ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۸- تقویت ستون با استفاده از روش NSM



شکل ۱۴-۱۹- الزامات هندسی در تقویت به روش NSM

۱۴-۳-۴- تعمیر و تقویت تیرهای بتنی

۱۴-۳-۴-۱- افزودن تیرهای اصلی و فرعی جدید

الف- قبل از اتصال تیرهای فولادی و بتنی جدید، باید کیفیت بتن موجود در سازه قدیمی شامل تیر یا ستون بتنی از طریق یکی از آزمایش‌های غیرمخرب شناسایی شود. چنانچه کیفیت بتن مطلوب نباشد و شامل نواحی تخریب شده

یا کرمو باشد، ابتدا باید بخش آسیب دیده توسط یکی از روش‌های مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۷ ترمیم شود. همچنین ناهمواری‌های موجود در سطح سازه بتنی باید براساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ هموار و مسطح گردد.

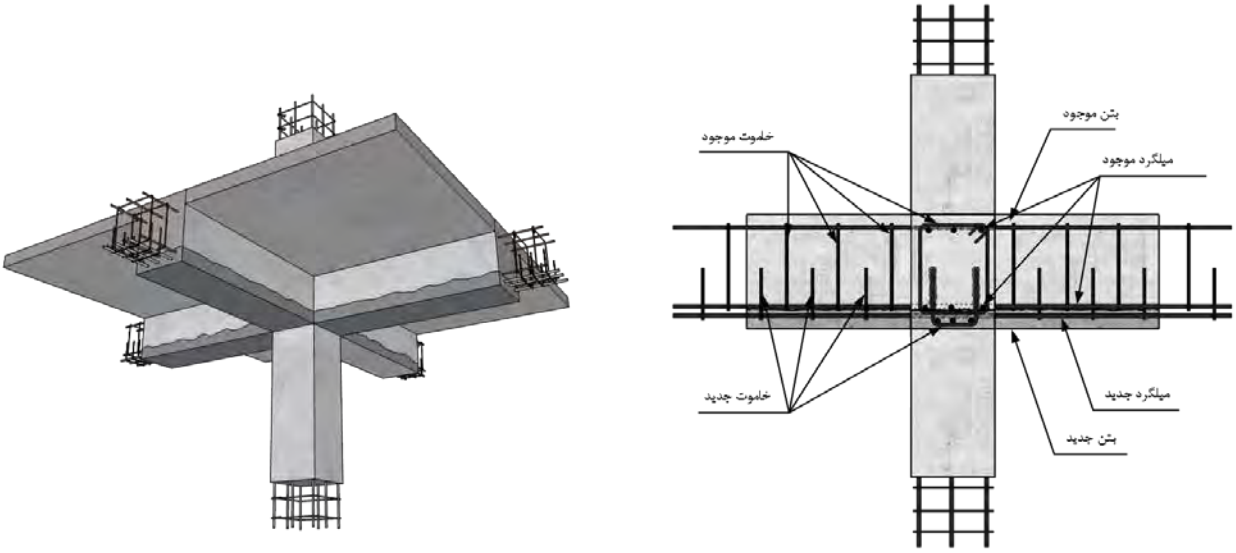
ب- در مواردی‌که اضافه نمودن تیر فلزی به سازه بتنی موجود مدنظر باشد، باید تیر یا ستون بتنی سازه موجود در سطحی برابر با سطح ورق فولادی انتهایی تیر و به عمق ضخامت آن ورق بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۲ تخریب شود. در تخریب این ناحیه باید دقت شود که آرماتورهای داخل سازه بتنی موجود آسیب نبینند. پس از تخریب باید سطح داخلی ایجاد شده بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری و مسطح شود. بر اساس تعداد آرماتورهای کاشت درنظر گرفته شده، و بر مبنای ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴، باید عملیات سوراخ‌کاری در تیر یا ستون بتنی موجود انجام پذیرد. در سوراخ‌کاری باید دقت شود آرماتورهای طولی و عرضی عضو بتنی موجود آسیب نبینند. آرایش سوراخ‌های رزوه شده باید توسط شابلون به ورق‌های فولادی که در اعضای بتنی کار گذاشته شده‌اند، انتقال داده شود. برای استقرار تیر فلزی جدید در داخل تیر یا ستون بتنی کارگذاری شده و موقعیت آن‌ها توسط دوغاب سیمانی که به‌منظور پرکردن درزهای اطراف ورق ریخته شده، تثبیت می‌گردد. برای جلوگیری از نفوذ دوغاب در محل سوراخ‌های از قبل تعبیه شده، باید این سوراخ‌ها توسط درپوش‌های پلاستیکی پوشانده شوند. تیرهای فلزی در اتصال با دو ورق انتهایی باید به محل انتقال داده شده و پس از تثبیت موقعیت بر روی نبشی‌های کارگذاشته شده در محل، عملیات کاشت میل مهارهای رزوه شده بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. پیش از اجرای نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌ها، باید از گیرش چسب کاشت، اطمینان حاصل شود.

پ- برای اتصال تیرهای اصلی و فرعی بتنی جدید به سازه بتنی موجود، باید پس از سوراخ‌کاری بر اساس ضوابط مندرج در بند ۱۴-۳-۲-۴، ریشه‌های انتظار متناسب با آرماتورهای طولی طراحی شده در داخل تیر یا ستون بتنی موجود کاشته شوند. پس از کارگذاری آرماتورهای طولی و عرضی تیر جدید بتنی، باید آرماتورهای کاشته شده در داخل عضو بتنی موجود با استفاده از وصله پوششی یا مکانیکی به آرماتورهای طولی عضو جدید متصل شوند.

۱۴-۳-۴-۲- افزایش سطح مقطع تیر با استفاده از بتن

الف- در صورتی که برای افزایش سطح از وجه پایینی استفاده می‌شود، پوشش بتنی وجه تحتانی باید به‌طور کامل مطابق با موارد مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۲ تا روی سطح آرماتورهای طولی برداشت شود. در محل تقاطع آرماتورهای طولی جدید و وجه ستون، باید سطح خارجی ستون بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌کاری شود تا آرماتورهای طولی جدید بتوانند از طریق کاشته شدن در سوراخ‌های ستون مهار شوند. قبل از عملیات سوراخ‌کاری، باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد (بخش ۱۴-۳-۱-۱)، موقعیت آرماتورهای موجود در ستون بتنی شناسایی شده و سوراخ‌ها در نقاطی ایجاد شوند که آرماتورهای موجود قطع نشده و آسیب نبینند. عملیات کاشت آرماتورهای طولی جدید در داخل سوراخ‌های ستون و در وجه پایینی تیر باید مطابق با ضوابط مندرج در بند ۱۴-۳-۲-۵ و سوراخ‌کاری دو طرف جان تیر بتنی از زیر دال بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ باید انجام شود تا محل کاشت آرماتورهای عرضی جدید

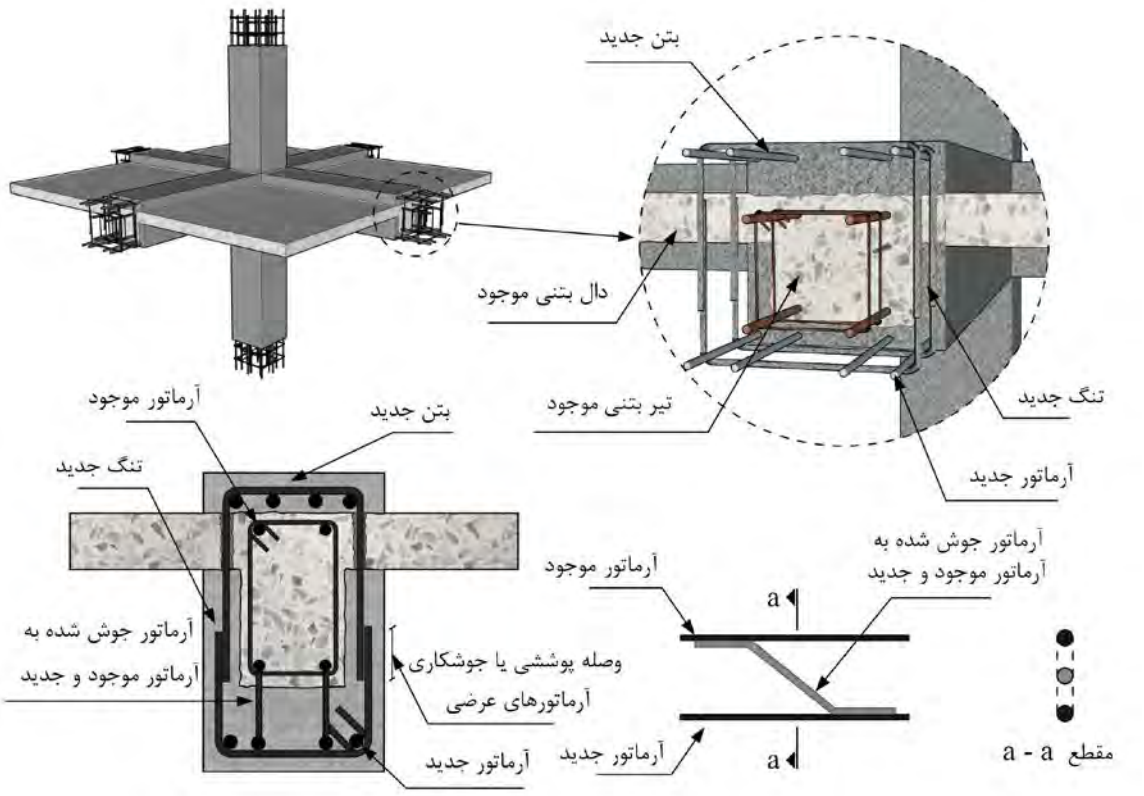
تعبیه گردد. پس از اتمام عملیات سوراخ‌کاری، عملیات کاشت آرماتورهای عرضی در محل‌های موردنظر بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ باید انجام پذیرد (شکل ۱۴-۲۰).



شکل ۱۴-۲۰- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از یک وجه

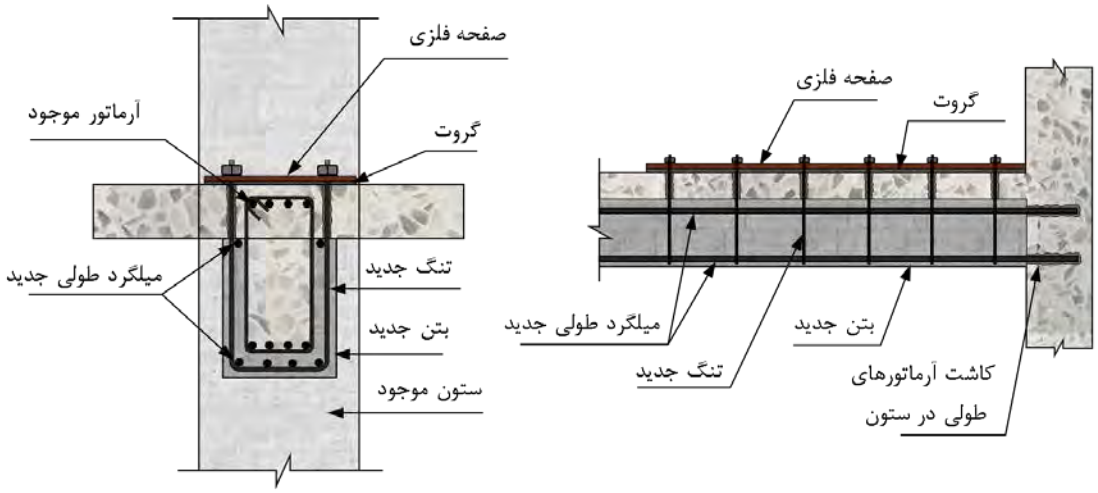
ب- برای افزایش سطح مقطع بتن در چهار وجه، باید سطح تیر بتنی موجود و بخشی از دال که با بتن جدید در تماس است، بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس شده و عملیات سوراخ‌کاری بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ و با رعایت عدم آسیب به آرماتورهای موجود در تیر بتنی و همچنین کاشت آرماتورهای دوخت در اطراف سطح بیرونی تیر موجود بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. برای عبوردادن آرماتورهای عرضی جدید دورگیر تیر بتنی موجود از سقف بتنی، باید بر اساس فواصل طولی آرماتورهای عرضی سوراخ‌هایی در دال بتنی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ و همچنین جهت مهار نمودن آرماتورهای طولی جدید باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌هایی در وجه ستون اجرا بشوند. قبل از عملیات سوراخ‌کاری، باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد (بخش ۱۴-۳-۱-۱)، موقعیت آرماتورهای موجود در ستون بتنی شناسایی شده و سوراخ‌ها در محل‌هایی ایجاد شوند که آرماتورهای موجود قطع نشده و آسیب نبینند. عملیات کاشت باید بر اساس ضوابط مندرج در بند ۱۴-۳-۲-۵، انجام گردد. آرماتورها باید از طریق یکی از وصله‌های پوششی، مکانیکی یا جوشی (بر اساس نظر مشاور) به آرماتورهای جدید تیر وصله شده و همچنین از طریق آرماتورهای خم داده شده به آرماتورهای طولی تیر بتنی موجود متصل شوند. برای این منظور باید به‌صورت موضعی و در محل اتصال آرماتور خم شده، تیر بتنی موجود از وجه تحتانی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۲ تخریب شود تا حدی که سطح آرماتور طولی موجود نمایان گشته و بتواند برای اتصال مورداستفاده قرار بگیرد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۱ مراجعه شود.

پ- مقاومت فشاری بتن موجود باید برابر یا کمی بیشتر از مقاومت فشاری بتن تیر موجود باشد.



شکل ۱۴-۲۱- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از چهار وجه

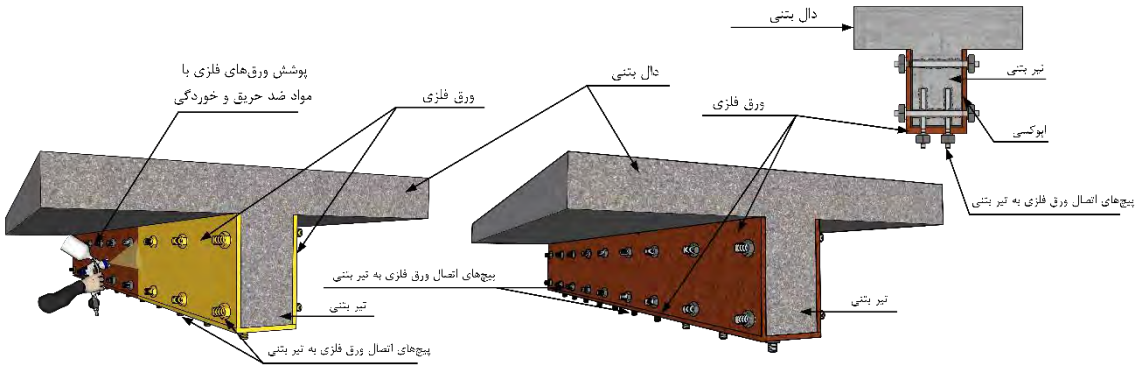
ت- برای افزایش سطح مقطع تیر بتنی در ۳ وجه، الزامات مشابه یک وجه باید رعایت گردد، با این تفاوت که آرماتورهای عرضی به‌جای اینکه در پوشش بتن کارگذاری شوند، تا زیر دال بتنی امتداد یافته و بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ در دال کاشته و یا از دال عبور نموده و روی وجه فوقانی دال مهار می‌شوند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۲ مراجعه گردد.



شکل ۱۴-۲۲- افزایش سطح مقطع تیر بتنی از سه وجه

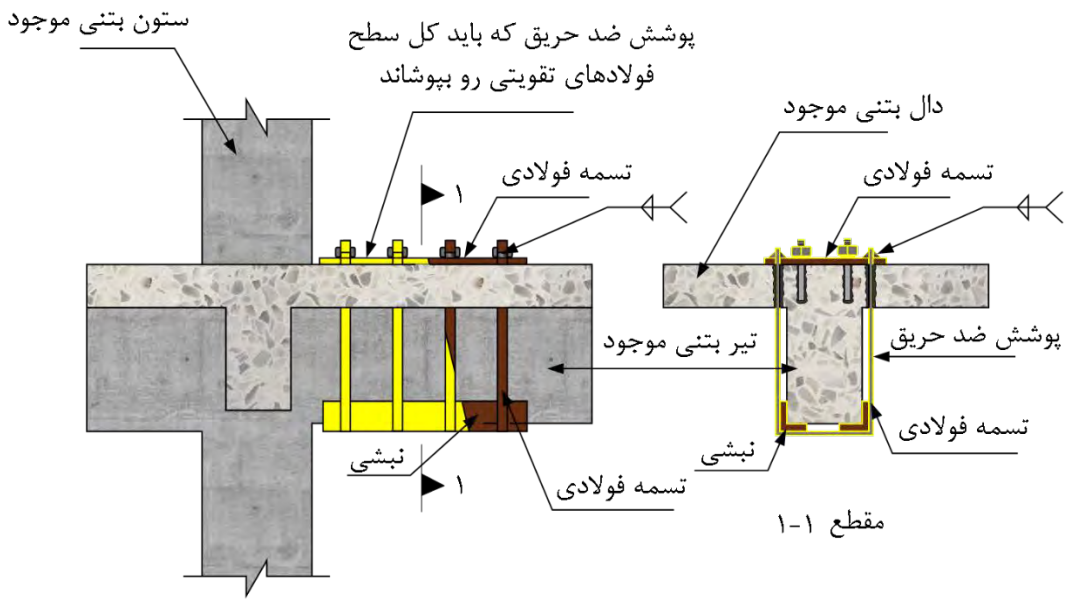
۱۴-۳-۴-۳- تقویت تیر با استفاده از ورق‌ها و پروفیل‌های فولادی

الف- کلیه الزامات این روش، مشابه روش اجرای تقویت ستون‌های بتنی موجود با استفاده از ورق‌های فولادی مندرج در بخش ۱۴-۳-۳-۳ می‌باشد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۳ مراجعه گردد.



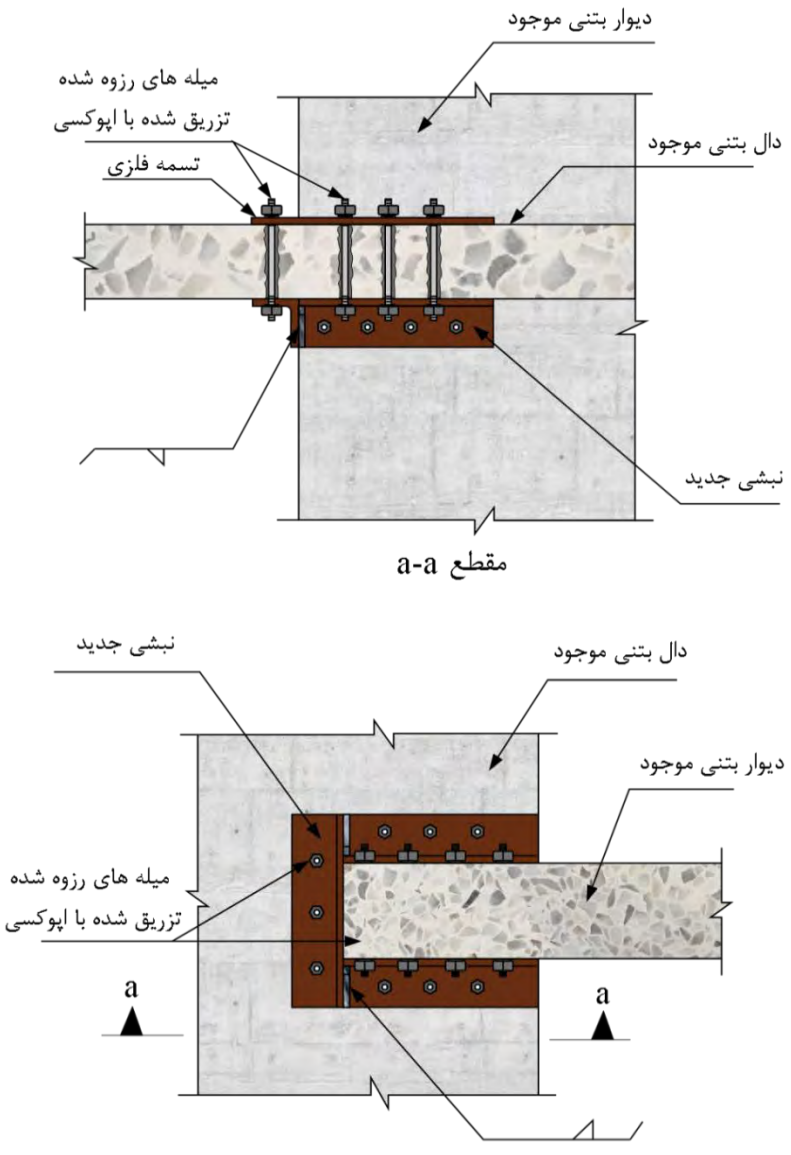
شکل ۱۴-۲۳- تقویت تیر بتنی با صفحات فولادی

ب- علاوه بر استفاده از ورق‌های فولادی، جهت تقویت تیرهای بتنی، استفاده از تسمه‌های فولادی و نبشی در این روش بلامانع است. این روش نیازی به ترمیم تیر بتنی و مضرس نمودن سطح آن ندارد. پس از نصب کامل تسمه‌های فولادی، لازم است این تسمه‌ها با استفاده از ملات ماسه سیمان یا هرگونه ماده ضدحریق و ضدخوردگی در برابر خوردگی، زنگ‌زدگی و آتش محافظت شوند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۴ مراجعه شود.



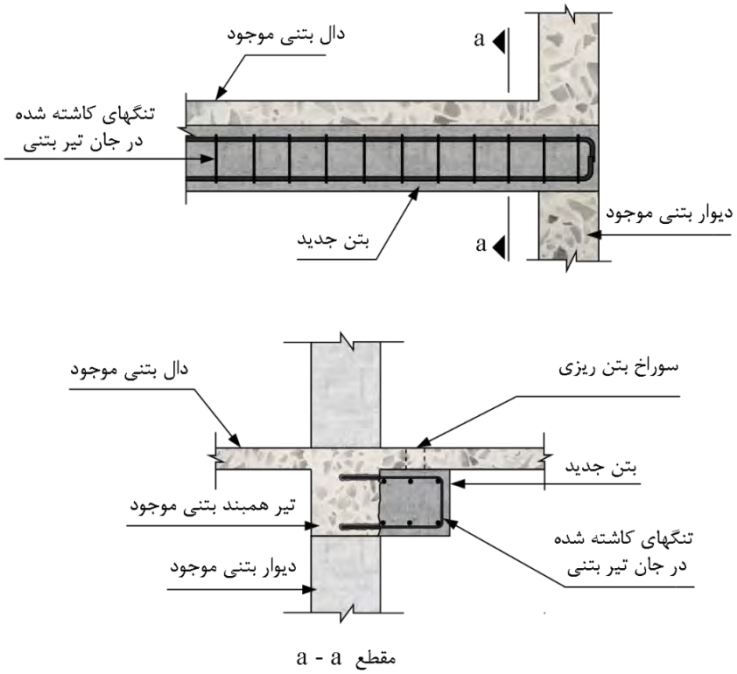
شکل ۱۴-۲۴- تقویت تیر بتنی با تسمه های فولادی

پ- در صورت نیاز به قراردادن پروفیل‌های نبشی در زیر دال بتنی و دوختن آنها به دیوار، سطحی از دیوار در زیر دال بتنی که در محل تماس با نبشی قراردارد، باید مطابق ضوابط مندرج در بند ۱۴-۳-۲-۱ مسطح و بر اساس ضوابط بخش‌های ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵ عملیات سوراخ‌کاری و کاشت میل‌مهارهای رزوه شده در دیوار برشی به‌منظور اتصال نبشی انجام شود. سوراخ‌کاری در دیوار برشی در کل ضخامت دیوار باید انجام گیرد و میل‌مهارهای دوخت از کل دیوار عبور کرده و دو نبشی طرفین دیوار را به‌صورت مستقیم به یکدیگر متصل کنند. قبل از عملیات سوراخ‌کاری در دیوار برشی، باید با استفاده از روش شناسایی میلگرد (بخش ۱۴-۳-۱-۱)، موقعیت آرماتورهای موجود در ناحیه المان مرزی یا جان دیوار شناسایی شده و سوراخ‌ها در محل‌هایی ایجاد شوند که آرماتورهای موجود قطع نشده و آسیب نبینند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۵ مراجعه گردد.



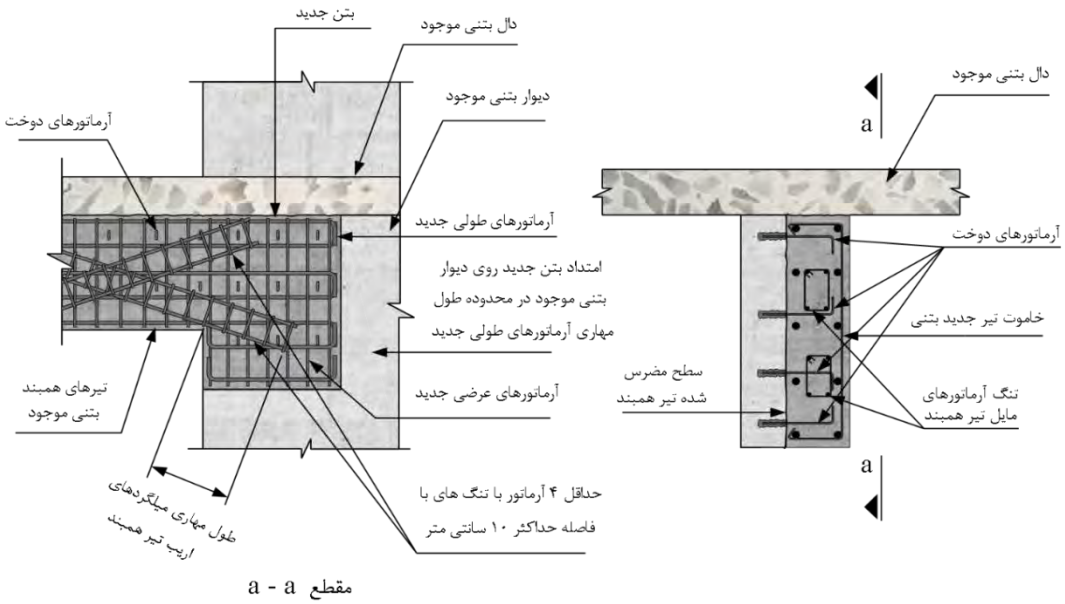
شکل ۱۴-۲۵- تقویت دیوار بتنی در محل اتصال به دال

برای افزایش سطح مقطع تیر همبند، باید سطح مقطع تیر همبند بتنی موجود که قرار است با بتن تازه مجاورت داشته باشد، بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۱ تسطیح و تمیزکاری شود. سطح تمیزکاری شده تیرهمبند باید بر اساس طرح بهسازی درنظرگرفته شده برای تعداد آرماتورهای دوخت، فواصل آن‌ها و عمق کاشت بر اساس ضوابط بند ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌کاری گردد. علاوه بر سوراخ‌های تعبیه شده در تیر همبند بتنی، باید سوراخ‌های بتن‌ریزی در کل ضخامت دال بتنی در محل افزایش سطح تیر همبند اجرا شوند. پس از اتمام عملیات سوراخ‌کاری و کارگذاری میلگردها، باید آرماتورهای دوخت به‌عنوان آرماتورهای عرضی دورگیرکننده و آرماتورهای طولی بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ در سوراخ‌های موجود کاشته شوند. بتن‌ریزی باید از سوراخ تعبیه شده در دال بتنی انجام پذیرد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۶ مراجعه گردد.



شکل ۱۴-۲۶- تقویت تیر همبند با افزایش سطح مقطع تیر همبند

ث- در مواردی‌که تیر همبند بتنی موجود عمیق باشد، علاوه بر استفاده از آرماتورهای طولی و عرضی باید از آرماتورهای قطری نیز مطابق شکل ۱۴-۲۷ استفاده شود. مراحل اجرایی این روش باید مشابه مراحل ذکر شده برای تقویت تیرهای همبند با عمق کم باشد، با این تفاوت که در این روش علاوه بر آرماتورهای طولی و دوخت، آرماتورهای عرضی جداگانه و همچنین آرماتورهای قطری در ناحیه افزایش سطح مقطع تیر همبند کارگذاری شود.

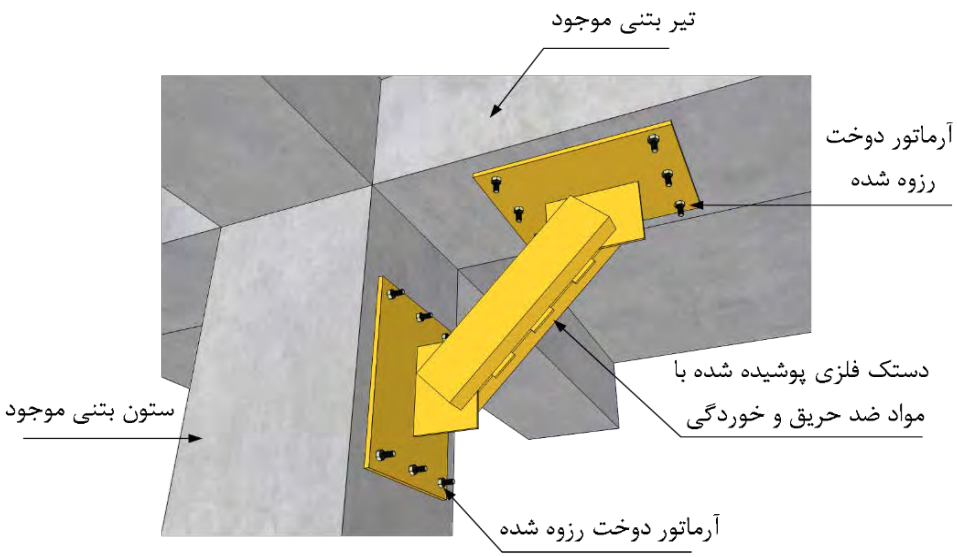


شکل ۱۴-۲۷- تقویت تیر همبند با آرماتورهای قطری با افزایش سطح مقطع تیر همبند

۱۴-۳-۴-۴- اتصال دستک در زیر تیر نزدیک تکیه‌گاه

الف- سطوحی از تیر و ستون بتنی که محل اتصال ورق انتهایی دستک می‌باشند، باید بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲- ۱ تسطیح شده و هرگونه ناهمواری از روی آن‌ها زدوده شود. برای کاشت میل مهارهای رزوه شده، عملیات سوراخ کاری باید براساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ انجام شود. ورق‌های فولادی باید با چسب اپوکسی مورد تأیید دستگاه نظارت به بتن نصب گردد. در این مرحله باید دقت شود که محل سوراخ‌های تعبیه شده روی ورق‌های فولادی منطبق با سوراخ‌های موجود در تیر و ستون بتنی باشند. به‌منظور گیرش مناسب‌تر و سریع‌تر ورق‌های فولادی روی سطح تیر بتنی می‌بایست ورق فولادی در محل اتصال تحت فشار باشد.

ب- پس از نصب ورق‌های فولادی و گیرش کامل چسب یا رزین، عملیات کاشت میل‌مهارهای رزوه شده باید مطابق با ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام گردد. چنانچه استقرار دستک با دو ورق انتهایی در محل امکان‌پذیر نباشد، باید برای تقویت اتصال، از دستک فلزی که تنها به یک ورق انتهایی متصل است استفاده گردد. در این شرایط اتصال ورق انتهایی دوم به دستک باید از طریق جوش‌کاری مطابق با الزامات فصل ۷ این ضابطه در محل انجام شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۲۸ مراجعه گردد.



شکل ۱۴-۲۸- استفاده از دستک‌های فلزی در تقویت اتصالات تیر به ستون بتن مسلح

۱۴-۳-۵- تعمیر و تقویت دیوارهای برشی بتنی

۱۴-۳-۵-۱- افزودن دیوارهای برشی بتنی جدید

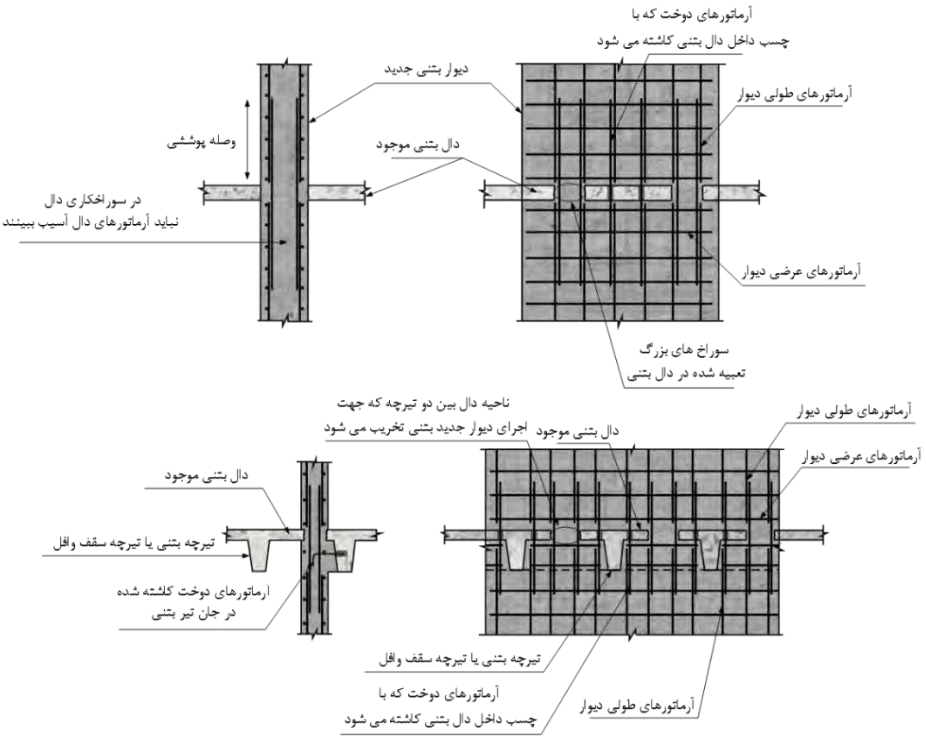
الف- در اجرای دیوارهای برشی بتنی جدید، آرماتورهای طولی دیواربرشی جدید، باید بدون ناپیوستگی از دیوار بالایی به دیوار پایینی امتداد یابند. برای عبور آرماتورهای طولی دیوار باید دال بتنی در محل عبور آرماتورها بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌کاری شود. قطر سوراخ‌ها باید به‌نحوی باشد که علاوه بر عبور آرماتورهای طولی دیوار برشی از داخل دال بتنی، بتن تازه نیز بتواند از اطراف میلگردهای عبوری از سوراخ‌های تعبیه شده در دال بتنی ریخته شود. سوراخ‌کاری دال بتنی نباید موجب آسیب‌رسانی به آرماتورهای موجود در دال بتنی گردد. علاوه بر تعبیه سوراخ برای عبور آرماتورهای طولی دیوار، باید سوراخ‌های بزرگی در طولی برابر با فاصله دو آرماتور طولی دیوارهای جدید و عرضی برابر با ضخامت دیوار بتنی در فواصل حداکثر ۵۰۰ میلیمتر از یکدیگر در راستای دیوار جدید در دال بتنی تعبیه گردد. سوراخ‌های بزرگ باید از طریق تخریب دال بتنی با یکی از روش‌های توصیه شده در بخش ۱۴-۳-۲-۲ ایجاد شده و از برش‌کاری دال بتنی باید اجتناب شود.

ب- قبل از عملیات سوراخ‌کاری در دال و تخریب آن، باید از طریق نصب پایه‌های موقت در دو طرف محل استقرار دیواربرشی جدید، بار از روی دال برداشته شده و دال مهار گردد. پس از عملیات سوراخ‌کاری دال بتنی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴، سطح دال بتنی در محل اتصال به دیوار برشی جدید باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس شود، تا در سطح تماس با بتن اجرا شده، چسبندگی لازم فراهم شود. پس از اتمام عملیات سوراخ‌کاری و مضرس نمودن دال بتنی، باید سطوح مضرس شده دال بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری و غبارروبی شوند. آرماتورهای طولی و عرضی دیوار در محل‌های موردنظر اجرا و آرماتورهای طولی دیوار باید

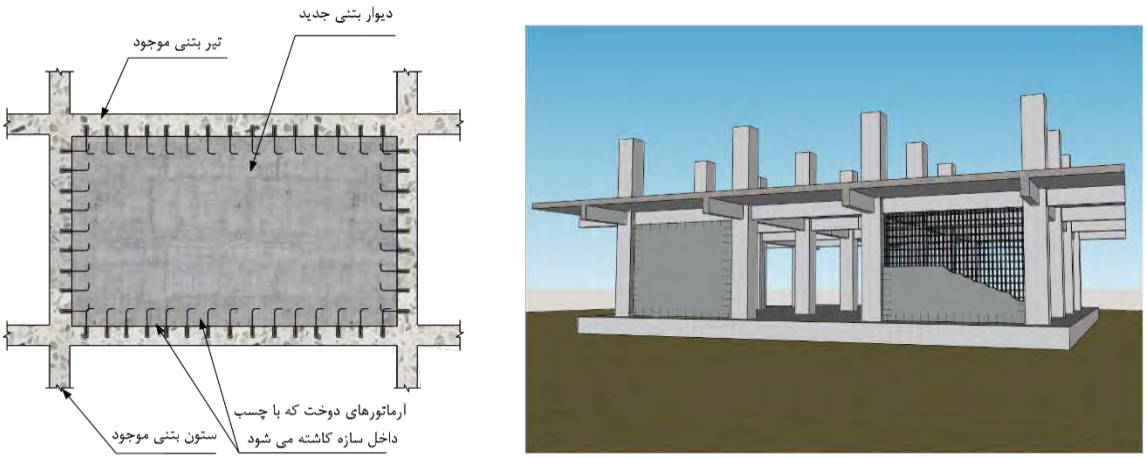
با استفاده از وصله‌های مکانیکی یا پوششی مطابق شکل‌های نشان داده شده (شکل ۱۴-۲۹ و شکل ۱۴-۳۰) به یکدیگر اتصال یابند. پس از استقرار آرماتورهای طولی و عرضی دیوار برشی، باید در دو طرف دیوار قالب‌بندی انجام شده و بتن تازه از بالای دال از طریق سوراخ‌های ایجاد شده در دال به داخل قالب ریخته شود. برای جلوگیری از محبوس ماندن هوا در قسمت‌های تحتانی دیوار، بتن‌ریزی دیوار برشی هر طبقه باید از روی کف هرطبقه و به‌صورت مرحله به مرحله انجام شود. به‌منظور اطمینان از پرشدن بتن داخل قالب تا تراز تعیین شده، باید در محل تراز موردنظر دریچه‌های کوچکی در قالب ایجاد تا به‌محض خروج بتن از دریچه، نسبت به پرشدن بتن اطمینان حاصل گردد.

پ- در صورتی که برای اجرای دیوار برشی جدید، از روش بتن‌پاشی استفاده می‌گردد، باید پاشش بتن در زیر دال بتنی با دقت انجام پذیرد و تا حدامکان عرض باریکی (حداقل به اندازه ضخامت دیوار برشی جدید) از زیر دال در یک مرحله بتن‌پاشی تکمیل شود. به منظور جلوگیری از شکل‌گیری ترک در زیر دال بتنی در محل اتصال دیواربرشی جدید به دال باید با یکی از روش‌های درزبندی سازه بتنی مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۶، ترک‌های موجود ترمیم یابند. همچنین به منظور اطمینان از اتصال کامل دیوار برشی و دال بتنی باید با تعبیه سوراخ در دال در فواصل معین در محل اجرای دیوار برشی با تزریق گروت در داخل سوراخ از بالای دال بتنی، کنترل شود.

ت- در حالت اجرای دیوار برشی به‌صورت میانقاب که در آن دیوار برشی جدید باید به تیر و ستون‌های اطراف دیوار اتصال یابد، بر اساس تعداد آرماتورهای دوخت موردنیاز، عملیات سوراخ‌کاری باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ انجام شود. عملیات سوراخ‌کاری نباید آرماتورهای موجود در تیر و ستون‌های بتنی را قطع نموده و آسیبی به آنها وارد سازد. در انتهای عملیات سوراخ‌کاری باید سطوحی از تیر و ستون بتنی موجود که در تماس با دیواربرشی جدید می‌باشند بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس شده و سپس بر اساس ضوابط مندرج بخش ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری شوند. پس از اتمام عملیات تمیزکاری، باید عملیات کاشت آرماتورهای دوخت بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام گیرد. در عملیات تزریق سوراخ‌های تعبیه شده در وجه تحتانی تیرهای بتنی که چسب تمایل به سرازیر شدن دارد، باید بر اساس توصیه کارخانه سازنده چسب، از چسب‌های مخصوصی استفاده شود که دچار ریزش از سوراخ نشود. پس از اتمام عملیات کاشت آرماتورهای دوخت، عملیات آرماتورگذاری، قالب‌بندی و بتن‌ریزی دیواربرشی جدید باید انجام شوند. نوع چسب مصرفی باید پیش از مصرف به تأیید دستگاه نظارت رسانده شود. برای درک بیشتر به شکل ۱۴-۳۰ مراجعه شود.

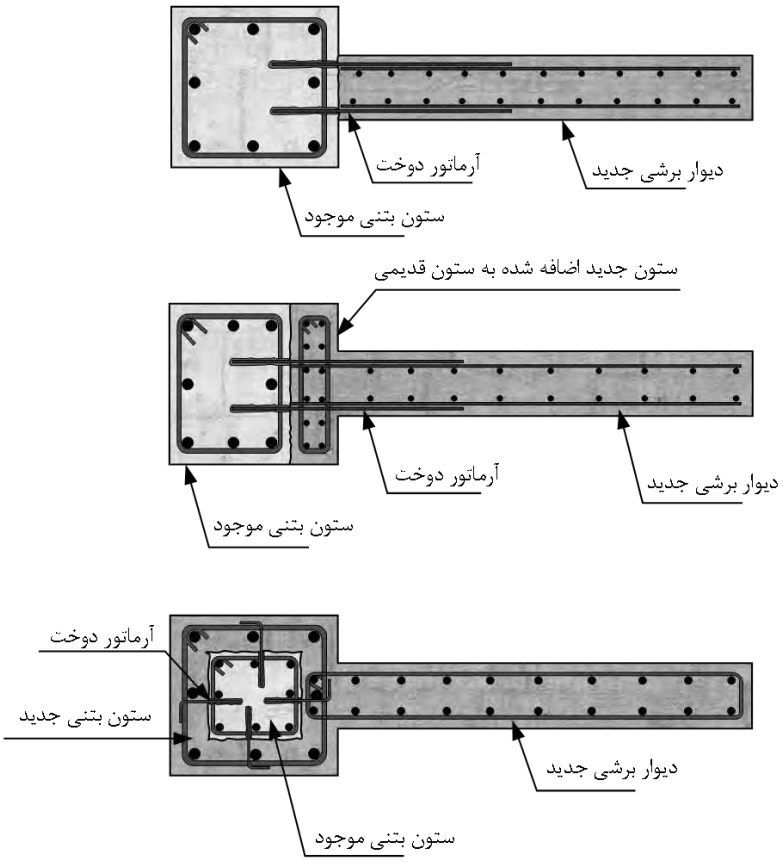


شکل ۱۴-۲۹- اجرای دیوار برشی جدید در محل دال بتنی معمولی یا دال وافل



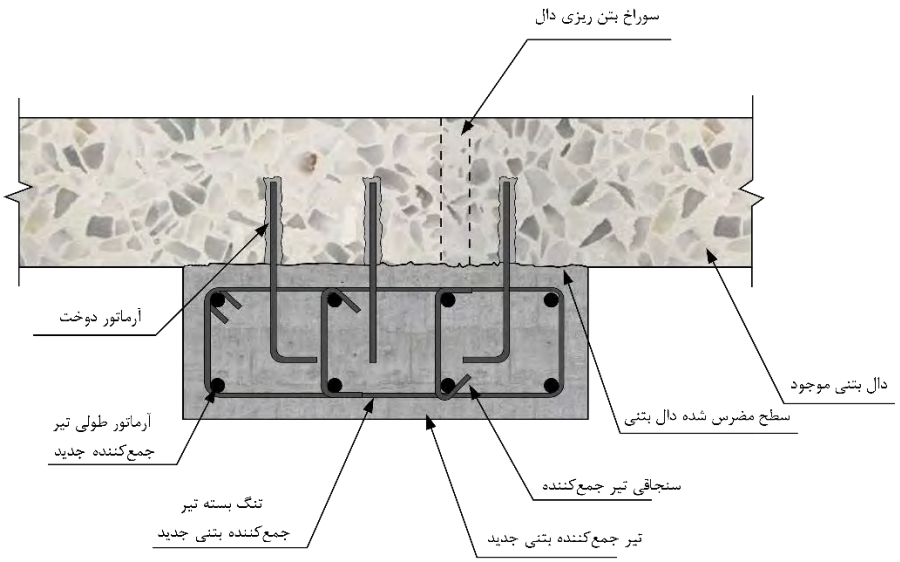
شکل ۱۴-۳۰- مقاوم سازی با اضافه نمودن دیوار برشی جدید

ث- در صورت اجرای ژاکت بتنی طبق نظر مشاور باید ضوابط بند ۱۴-۳-۳-۳ رعایت شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۳۱ مراجعه شود.



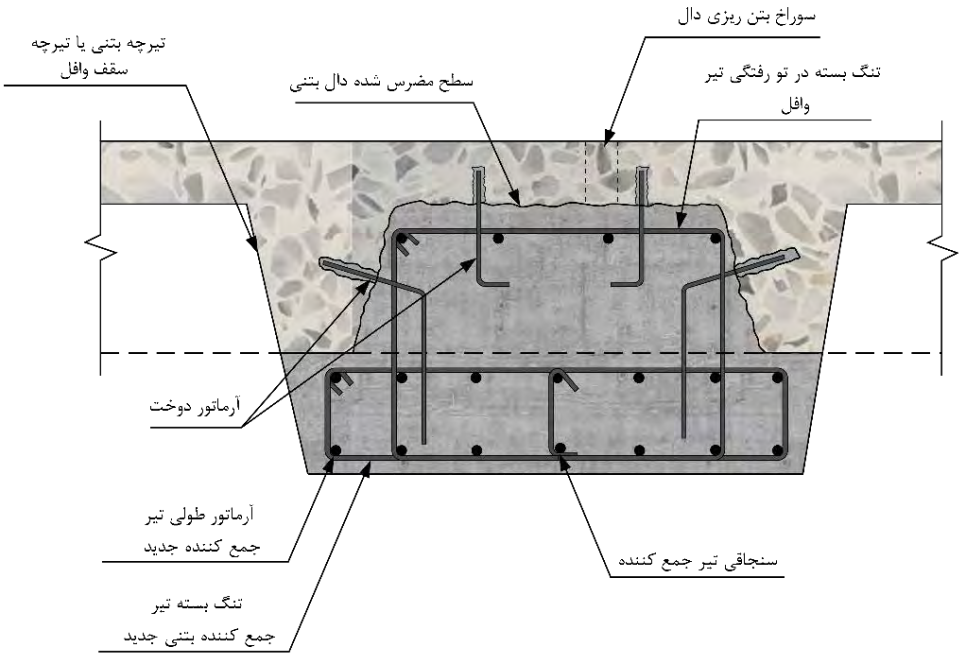
شکل ۱۴-۳۱- اتصال دیوار برشی به ستون بتنی موجود

ج- در مواردی که قرار است تیر جمع‌کننده در زیر دال بتنی موجود اجرا شود، سطح زیرین دال در تماس با تیر جمع کننده، باید ابتدا بر اساس ضوابط مندرج در بخش‌های ۱۴-۳-۲-۱ و ۱۴-۳-۲-۳ تسطیح و مضرس شود. همچنین با استفاده از الزامات بخش ۱۴-۳-۲-۴ یک سوراخ به قطر حداقل ۱۰۰ میلیمتر در دال جهت بتن‌ریزی ایجاد گردد. در وجه تحتانی دال در صورت وجود سوراخ‌هایی جهت کاشت آرماتورهای دوخت در نقشه‌های اجرایی باید ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ رعایت شود. پس از اتمام عملیات سوراخ‌کاری، سطح بتن باید طبق بند ۱۴-۳-۲-۱ تمیز و عملیات اجرای چسب بر روی دال بتنی باید مطابق با الزامات بند ۱۴-۳-۲-۷ و عملیات کاشت آرماتورهای دوخت بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. برای اجرای تیر باید از بتن خودتراکم مطابق با الزمات فصل ششم این ضابطه استفاده گردد. برای درک بیشتر به شکل ۱۴-۳۲ مراجعه شود.



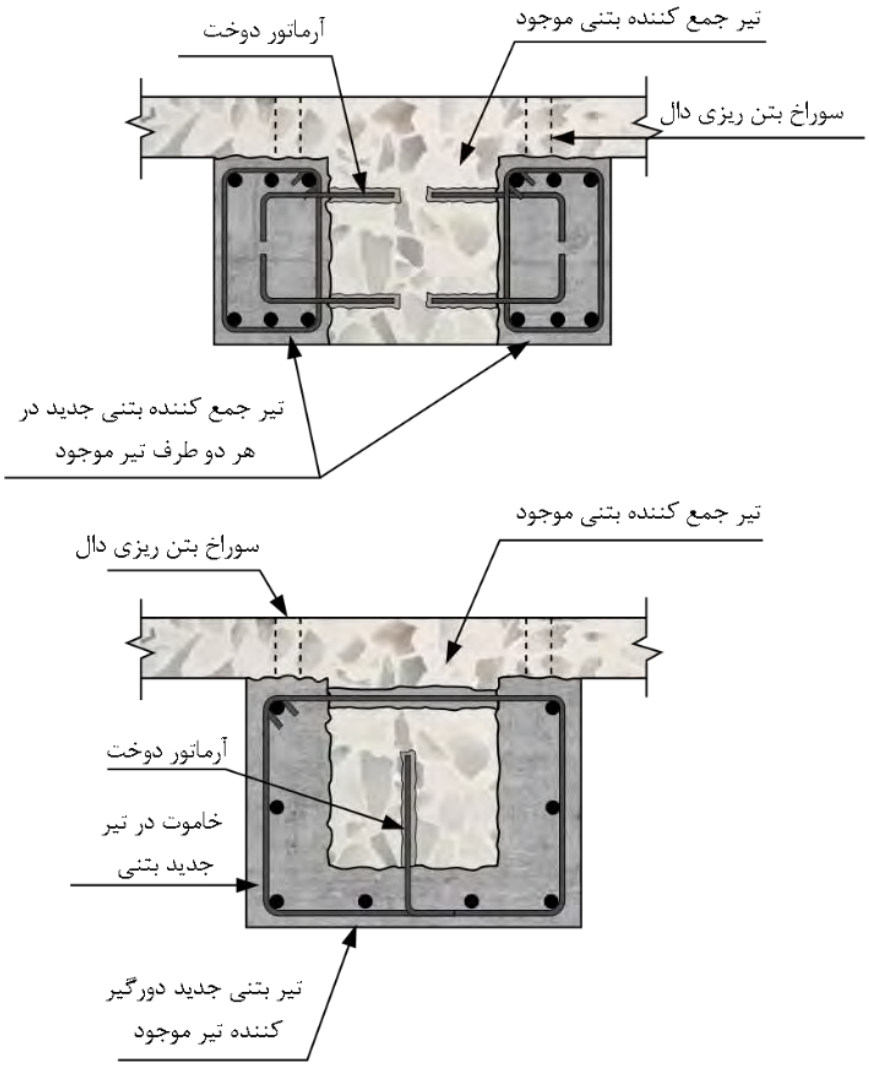
شکل ۱۴-۳۲- اضافه نمودن تیر جمع کننده در زیر دال بتنی معمولی

چ- چنانچه تیر جمع‌کننده در دال وافل اجرا می‌گردد، به‌منظور کاهش عملیات تخریب دال بتنی، تیر جدید باید در ناحیه بین دو تیرچه اجرا شود. در این حالت مضرس نمودن بتن باید به سطح زیرین دال در ناحیه بین تیرچه و سطوح جانبی تیرچه محدود شود. در دال‌های وافل‌دار با توجه به کم بودن ضخامت دال بتنی، عملیات کاشت آرماتورهای دوخت به‌جای دال بتنی باید در سطوح جانبی تیرچه‌ها انجام شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۳۳ مراجعه گردد.



شکل ۱۴-۳۳- اضافه نمودن تیر جمع‌کننده در زیر دال بتنی وافل

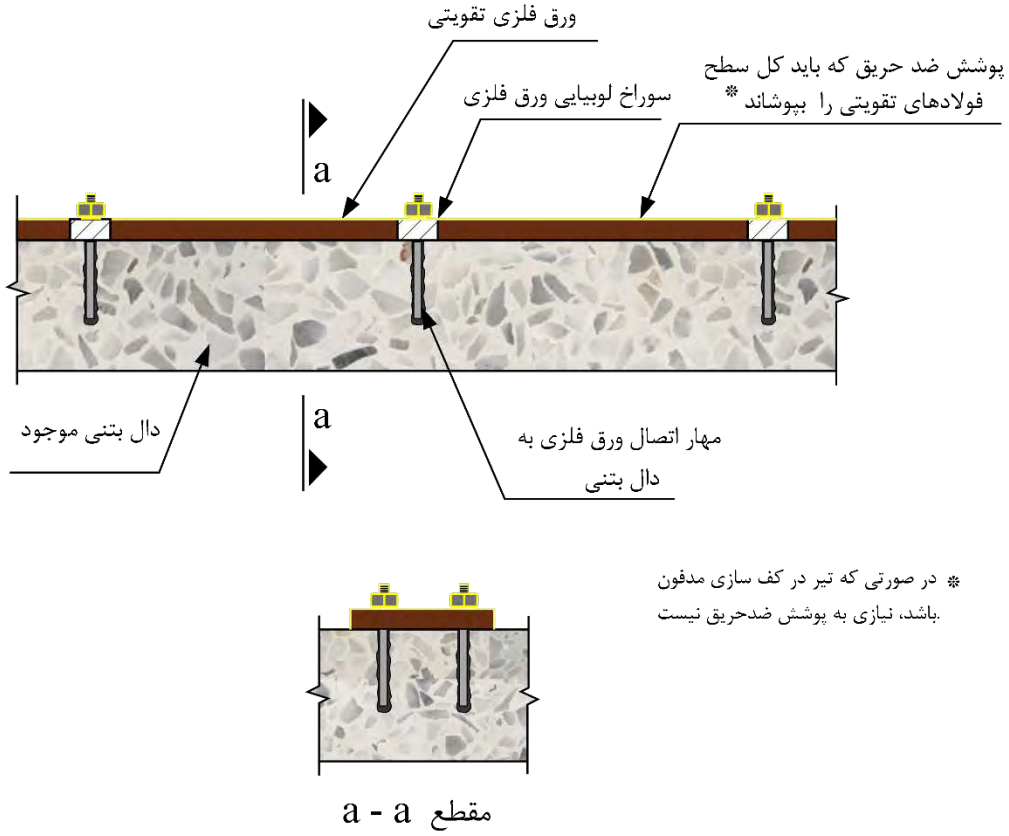
ح- چنانچه در راستای دیوار برشی، تیرهای بتنی موجود باشد و مقاومت تیرهای بتنی موجود، پاسخگوی نیازهایی که به‌واسطه ایجاد دیوار برشی اضافه شده به سیستم تولید شده نباشد، باید تیرهای بتنی موجود از طریق افزایش سطح توسط ژاکت بتنی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۴-۲ و یا ورق‌های فولادی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۴-۳ تقویت گردند. برای جزئیات اجرایی به شکل ۱۴-۳۴ رجوع شود.



شکل ۱۴-۳۴- تقویت تیر جمع کننده موجود با افزایش سطح مقطع تیر

خ- در مواردی که سطح مقطع تیرهای جمع‌کننده باید افزایش پیدا کند و حجم آرماتورهای جدید قابل‌توجه باشد، کل یا بخشی از مقاومت موردنیاز می‌بایست از طریق کارگذاری یک تسمه فولادی با مقاومت بالا و محصور در داخل ناحیه بتنی جدید، تأمین گردد. در این شرایط به‌منظور عملکرد مختلط کامل بین ورق فولادی و بتن اطراف آن، باید برشگیرهای کافی برروی ورق فولادی تعبیه شود.

د- در مواردی که ورق‌های فولادی باید با استفاده از آرماتورهای دوخت به دال بتنی متصل شود، ابتدا باید سطح عضو بتنی در تماس با ورق فولادی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۳ مضرس و عملیات سوراخ‌کاری و کاشت آرماتورهای دوخت بر اساس ضوابط بخش‌های ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵ انجام گیرد. محل سوراخ‌های تعبیه شده در دال بتنی عیناً باید توسط شابلون، روی ورق‌های فولادی موردنظر تعبیه شوند. برای اتصال ورق فولادی به دال بتنی و ایجاد نیروی اصطکاک موردنظر، باید مهره‌ها تا حد نیروی پیش‌تنیدگی مجاز آرماتورهای رزوه شده سفت بشوند. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۳۵ مراجعه گردد.



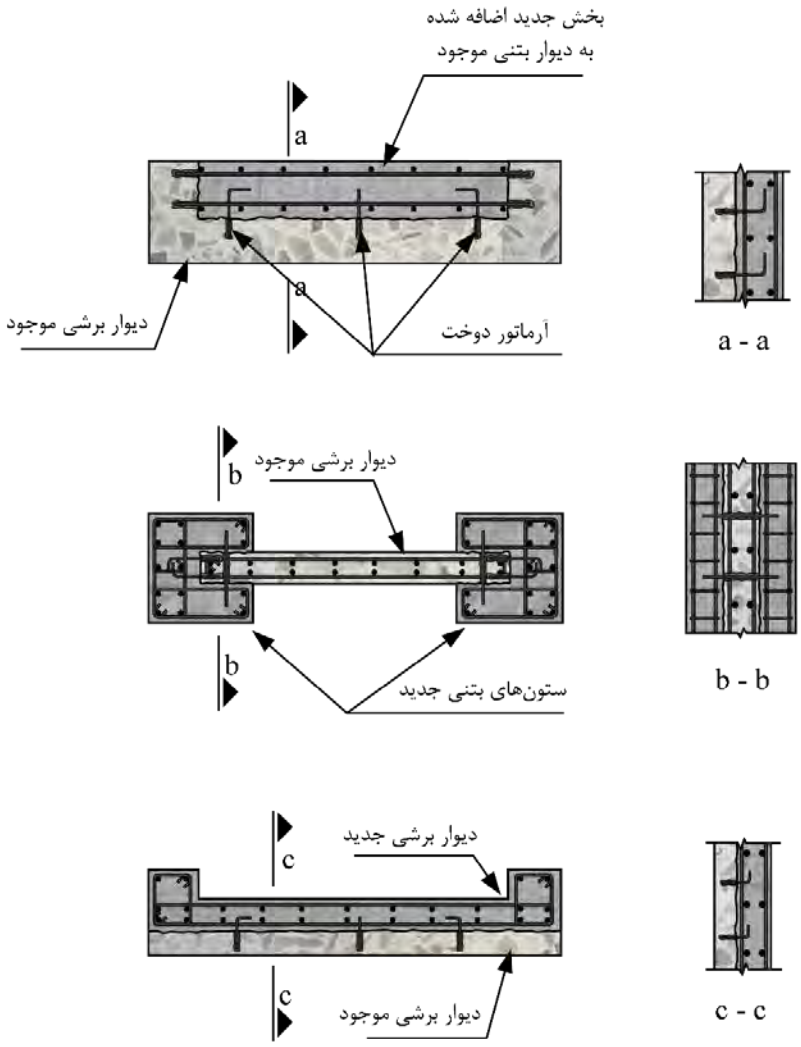
شکل ۱۴-۳۵- تقویت تیر جمع کننده موجود با استفاده از ورق فولادی

۱۴-۳-۵-۲- افزودن سطح مقطع دیوار و المان مرزی

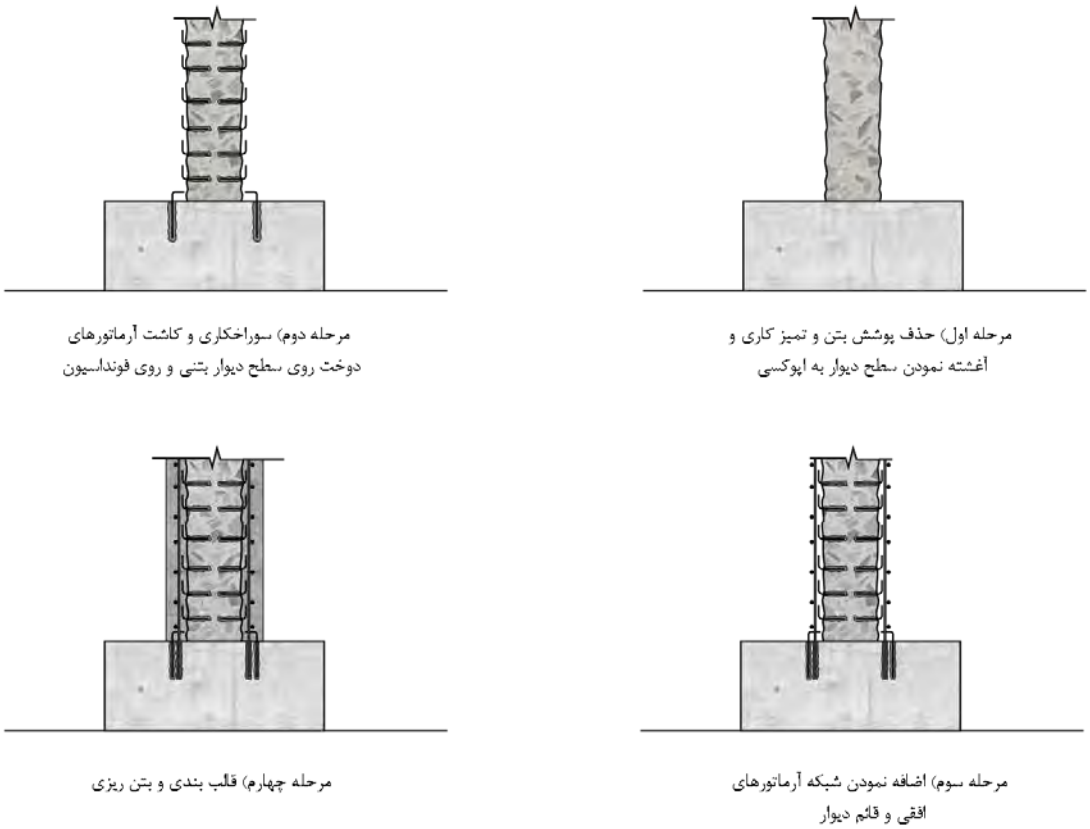
الف- در مواردی که ضخامت دیوار بتنی موجود باید افزایش یابد، سطحی از دیوار که قرار است با بتن تازه در تماس باشد، باید با استفاده از ضوابط بخش‌های ۱۴-۳-۲-۳ ، ۱۴-۳-۲-۱ و ۱۴-۳-۲-۴ مضرس، تمیزکاری و سوراخ‌کاری شود. علاوه بر سوراخ‌کاری دیوار بتنی موجود، برای حفظ یکپارچگی ضخامت جدید دیوار در سرتاسر ارتفاع دیوار بتنی، باید آرماتورهای طولی کارگذاشته در ضخامت افزوده شده، به‌صورت سرتاسری از دال‌های بتنی در مسیر دیوار عبور داده شوند. به منظور عبور آرماتورهای طولی و بتن‌ریزی از داخل دال بتنی، سوراخ‌کاری مطابق با بند ۱۴-۳-۲-

۴ انجام شود. در صورت عدم تناسب عرض پی فعلی و نیاز به اجرای پی جدید باید تمامی مراحل اجرای بتن پی مطابق با بند ۱۴-۳-۵-۱ باشد.

ب- چنانچه در دو انتهای دیوار بتنی موجود اجزای مرزی قرار دارند، به‌طوری‌که ضخامت آنها از ضخامت دیوار موجود به علاوه ضخامت جدید بیشتر می‌باشد، به‌منظور مهار نمودن آرماتورهای افقی ضخامت جدید دیوار در داخل اجزای مرزی واقع در دو انتهای دیوار باید در محل آرماتورهای افقی سوراخ‌هایی داخل این اجزا اجرا شود. عملیات سوراخکاری و دوخت آرماتورها باید الزامات بندهای ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵ را رعایت نمایند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۳۶ و شکل ۱۴-۳۷ مراجعه گردد.



شکل ۱۴-۳۶- تقویت دیوارهای برشی موجود



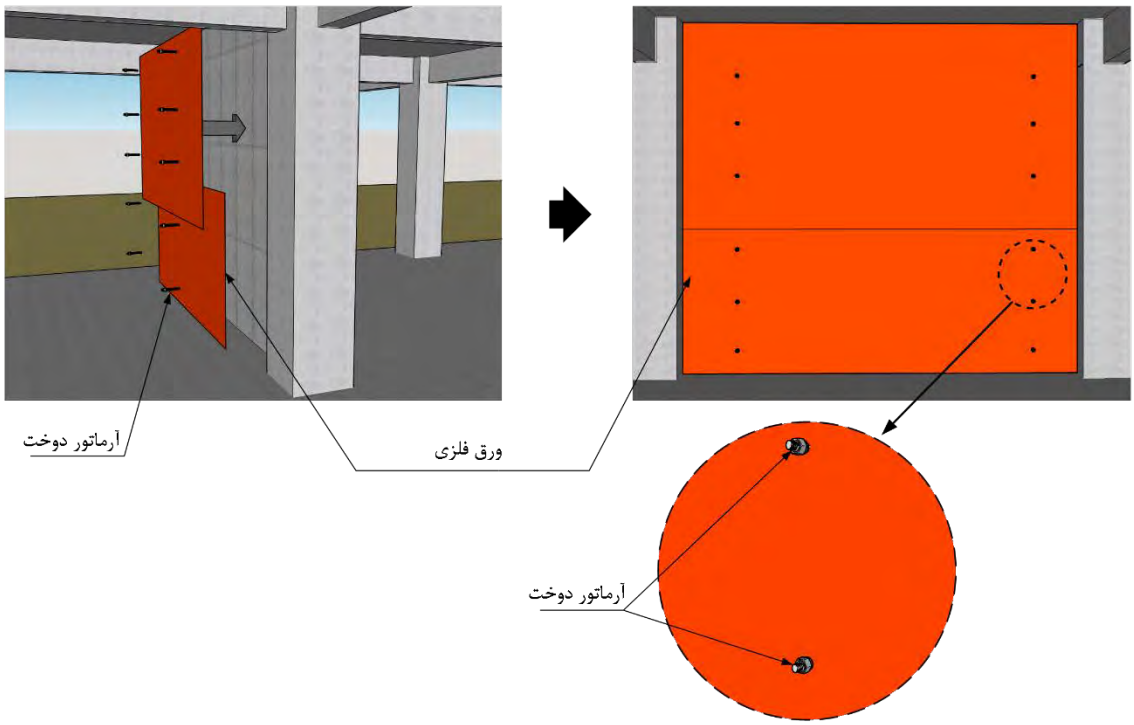
شکل ۱۴-۳۷- مراحل انجام تقویت دیوار برشی

۱۴-۳-۵-۳- تقویت با استفاده از دوختن ورق‌ها و تسمه‌های فولادی در طرفین دیوار برشی بتنی

در روش تقویتِ دیوارهای برشی بتن مسلح، با ورق فولادی ابتدا باید سطح دیوار بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۱ تسطیح شده و ناهمواری‌های آن زدوده و برای کاشت میلگرد بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ سوراخ‌کاری شود. چیدمان سوراخ‌ها بر روی دیوار و ورق اتصال باید با استفاده از شابلون تنظیم گردد. به‌منظور اتصال ورق فولادی به فونداسیون و دال فوقانی و همچنین ستون‌های طرفین دیوار، باید سوراخ‌هایی در محل اتصال ورق فولادی با استفاده از نبشی به اجزای مرزی بتنی اطراف بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۴ در آن‌ها پیش‌بینی شود. مشخصات فنی نبشی مورد استفاده باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

میل‌مهارهای رزوه شده دوخت باید بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ در سوراخ‌های تعبیه شده در دیوار بتنی کاشته شوند. پس از گیرش میل‌مهارهای دوخت در محل‌های پیش‌بینی شده، برای ایجاد فاصله بین ورق و سطح دیوار باید گروت‌ریزی انجام پذیرد. حداقل فاصله خالی باید برابر با یک واشر و مهره در محل هر میل‌مهار باشد. چنانچه یک یا تعدادی از مهره‌ها در صفحه نباشند یا دیوار دارای انحنای کلی به‌نحوی باشد که با عملیات تسطیح قابل‌ترمیم نباشد، باید با استفاده از کاستن یا افزودن مهره‌ها و واشرها، محل قرارگیری انتهای همه مهره‌ها در یک صفحه تنظیم

شود. پس از نصب ورق فولادی، لبه سایر ورق‌ها باید با استفاده از جوش نفوذی با رعایت ضوابط فنی جوشکاری[1] (WPS) به یکدیگر متصل شوند. برای اتصال ورق فولادی به اجزای مرزی بتنی اطراف، باید با جوشکاری پروفیل‌های نبشی که از قبل بر اساس سوراخ‌های ایجاد شده در اجزای بتنی پیرامون سوراخ شده‌اند، به لبه‌های ورق فولادی جوش داده شده و سپس میل‌مهارهای دوخت در سوراخ نبشی‌ها و اجزای بتنی پیرامونی اطراف دیوار بتنی بر اساس ضوابط مندرج در بخش ۱۴-۳-۲-۵ کاشته شوند. فضای خالی بین ورق‌های فولادی و دیوار بتنی که توسط مهره‌های پشت ورق فولادی ایجاد شده، باید توسط دوغاب سیمانی مخصوص بدون جمع‌شوندگی پر شود. سطح بیرونی ورق فولادی نصب شده باید توسط پوشش‌های مخصوص ضدآتش و ضدخوردگی مورد تأیید دستگاه نظارت محافظت شود (شکل ۱۴-۳۸).



شکل ۱۴-۳۸- تقویت دیوار برشی با دوختن ورق‌ها و تسمه‌های فولادی در طرفین دیوار برشی

۱۴-۳-۶- دال‌ها و دیافراگم‌های بتن‌آرمه

۱۴-۳-۶-۱- افزودن دال جدید

چنانچه نیاز باشد برای بهبود مقاومت و سختی سازه در یک یا چند بازشو کف‌های سازه، دال بتنی جدید اضافه شود، سطوحی از سازه بتنی موجود که با دال بتنی جدید در تماس خواهند بود باید بر اساس ضوابط بخش‌های ۱۴-۳-۲-۲ و ۱۴-۳-۲-۱ مضرس و تمیزکاری شوند. سوراخ‌کاری و کاشت آرماتورهای دوخت، باید با رعایت اصول مندرج در بخش‌های ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵ انجام گردد. پس از کاشت آرماتورهای دوخت باید شبکه آرماتورهای دال

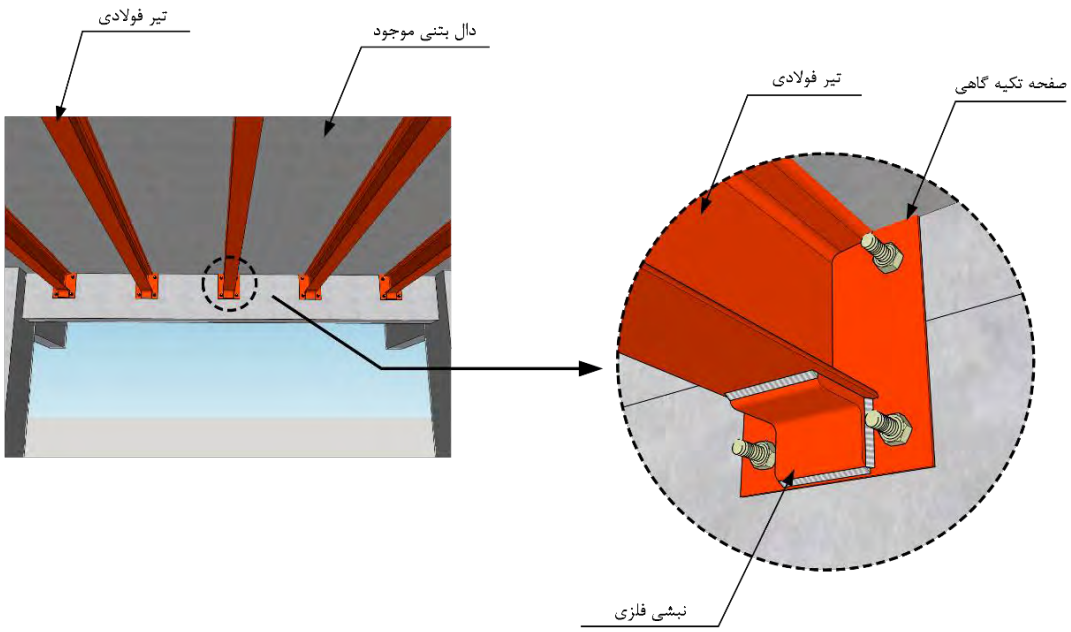
1- Welding Procedure Specification

جدید در محل دال اضافه شده و درنهایت قالب‌بندی و بتن‌ریزی انجام پذیرد. سطح دال جدید باید با دال‌های بتنی موجود مجاور در یک تراز باشد.

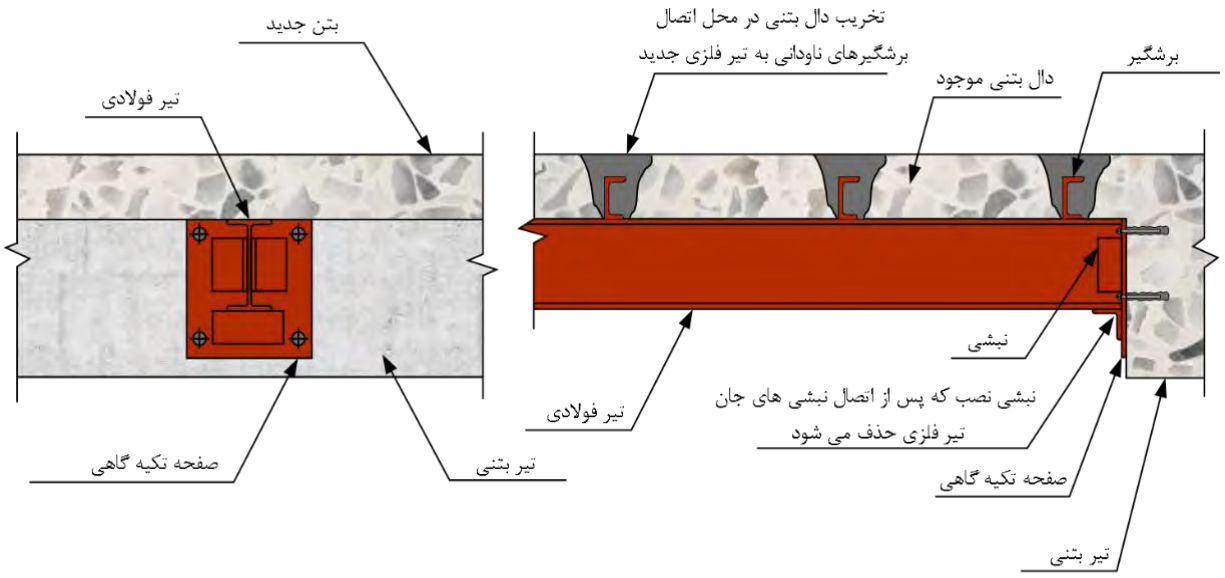
۱۴-۳-۶-۲- افزودن تیرهای فرعی به تیرهای اصلی و یا ستون

الف- برای اجرای تیرچه‌های بتنی، تیرچه دال باید دارای ارتفاع کافی برای نصب صفحات فولادی اتصال باشد. چنانچه ارتفاع تیر لبه‌ای دال بتنی به‌حدی نباشد که اجازه نصب ورق فلزی را بدهد، باید از یک نبشی ساخته شده از ورق مطابق با مشخصات فنی استفاده گردد. نحوه اتصال ورق فولادی به سطح تیر دال بتنی باید مشابه با بند ۱۴-۳-۶-۱ باشد. در هر صورت با استفاده از روش اسکن میلگرد باید محل آرماتورهای موجود در داخل تیر بتنی شناسایی شوند تا موقعیت سوراخ‌های جدید به‌گونه‌ای تنظیم شود که هیچ‌یک از آرماتورهای داخل تیر بتنی آسیب نبینند یا قطع نشوند. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۳۹ و ۱۴-۴۰ مراجعه شود.

ب- به‌منظور اتصال تیرچه فلزی به دال بتنی، در تعدادی ناحیه در راستای طول تیر، باید دال بتنی در محل تماس با تیرچه فلزی تخریب شود تا پس از کارگذاری تیرچه فلزی، برشگیرهای اتصال تیرچه به دال بتنی از بالای دال کارگذاری شوند. تخریب دال بتنی با رعایت ضوابط بند ۱۴-۳-۲-۲ باید به‌گونه‌ای انجام پذیرد که آرماتورهای دال بتنی آسیب نبینند.



شکل ۱۴-۳۹- جزئیات افزودن تیرهای فرعی به تیر اصلی

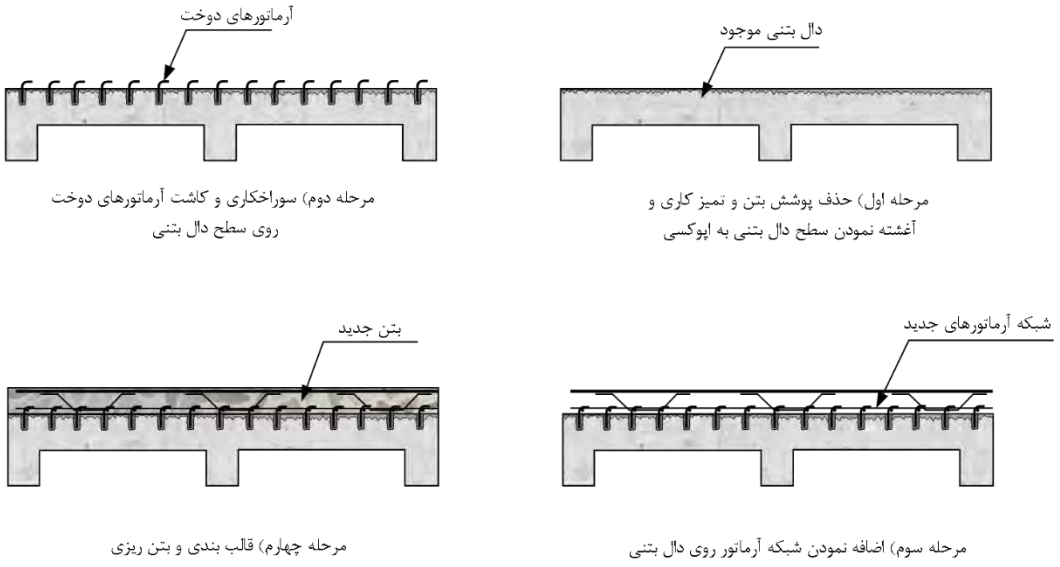


شکل ۱۴-۴۰- اجرای تیرک فولادی برای تقویت دال بتنی

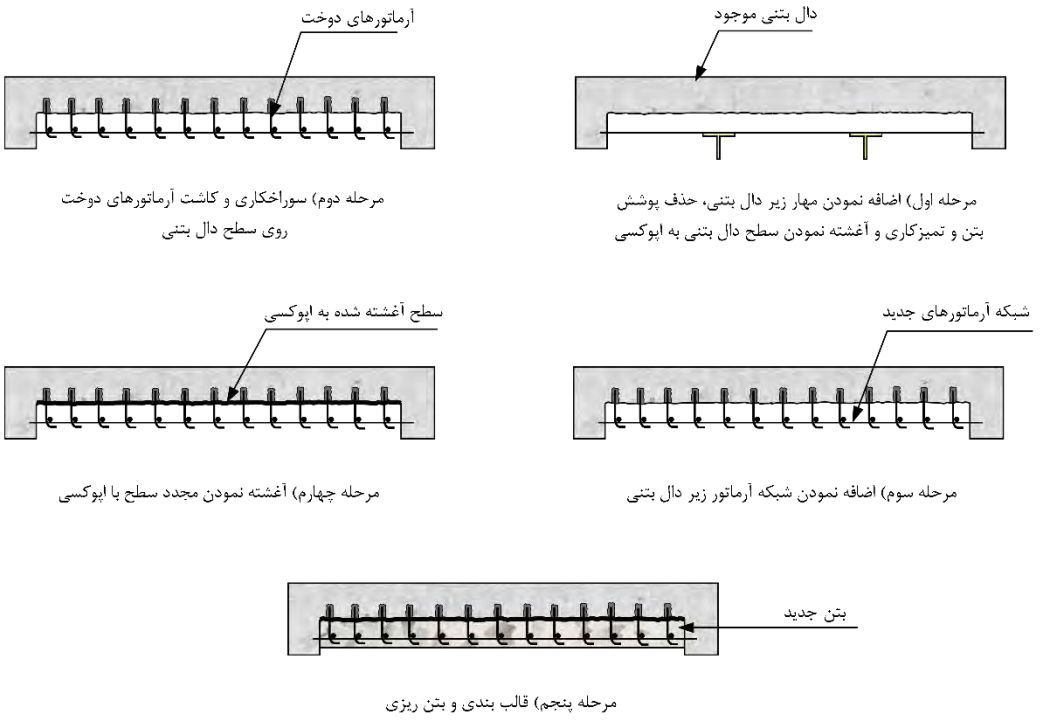
۱۴-۳-۶-۳- افزایش سطح مقطع دال بتنی با استفاده از بتن

الف- در صورت نیاز به افزایش سطح مقطع دال بتنی، تخریب باید از وجهی که قرار است دال بتنی افزایش ضخامت داده شود، بر اساس ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۲ تا روی آرماتورهای واقع در دال بتنی انجام پذیرد. باید در این مرحله نهایت دقت در عملیات تخریب صورت بگیرد تا آرماتورهای موجود در دال بتنی آسیب نبینند. عملیات سوراخ‌کاری باید مطابق با ضوابط بند ۱۴-۳-۲-۴ و مضرس نمودن سطح و آغشته کردن سطح با چسب و کاشت آرماتور مطابق با بند ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود. سوراخ‌ها باید مطابق ضوابط بند ۱۴-۳-۲-۱ تمیزکاری شده و آغشته به چسب اپوکسی گردد.

ب- باید دقت شود انتهای آرماتورهای کارگذاشته در ناحیه جدید دال بتنی در وجه فوقانی از طریق کاشت داخل دال بتنی و در وجه تحتانی دال از طریق کاشت در داخل جان تیرهای لبه‌ای مهار گردند. برای افزایش ضخامت دال بتنی از وجه تحتانی علاوه بر بتن‌ریزی از روی دال و سوراخ‌های تعبیه شده در آن، باید از بتن‌پاشی از زیر دال نیز استفاده شود. مراحل این روش‌ها در شکل ۱۴-۴۱ و شکل ۱۴-۴۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۴۱- مراحل اجرای تقویت بالای دال بتنی



شکل ۱۴-۴۲- مراحل اجرای تقویت ناحیه تحتانی دال بتنی

۱۴-۳-۶-۴- تقویت با استفاده از ورق‌ها و یا پروفیل‌های فولادی

برای تقویت دال بتنی با استفاده از ورق‌ها یا پروفیل‌های فولادی، ابتدا باید سطح موردنظر برای تقویت توسط ضوابط بخش ۱۴-۳-۲-۱ تسطیح و عاری از هرگونه ناهمواری گردد. پس از انجام عملیات تسطیح در محل کارگذاری ورقه فلزی باید گروت‌ریزی انجام شود. کاشت میل‌مهارهای دوخت، باید با رعایت ضوابط بخش‌های ۱۴-۳-۲-۴ و ۱۴-۳-۲-۵، اجرا شود.

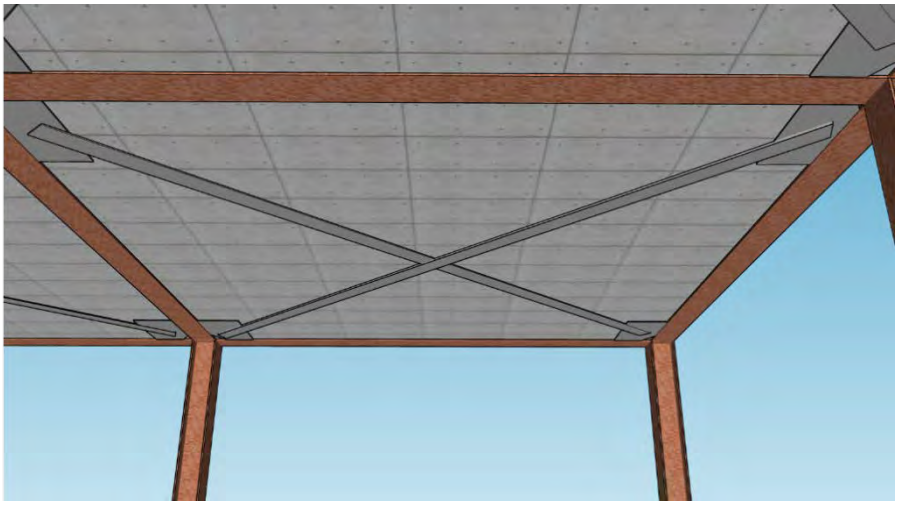
۱۴-۳-۶-۵- تقویت با استفاده از تسلیحات قرار داده شده در نزدیک سطح[1]

مراحل اجرای تقویت دال بتنی با استفاده از تسلیحات قرارداده شده در نزدیک سطح کاملاً مشابه با مراحل عنوان شده برای تقویت تیرهای بتنی می‌باشد.

۱۴-۳-۶-۶- تقویت اجزای دیافراگم در انتقال بار داخل صفحه

لبه‌های دال در محل اتصال به دیوار برشی باید از آسیب محافظت شوند. در صورت وجود ضعف باید با استفاده از میلگردهای ریشه، اتصال مورد نیاز تأمین گردد. جزئیات مربوطه باید در نقشه‌های اجرایی بیان شود.

استفاده از کش‌ها برای تقویت دال‌ها مجاز است. مشخصات کش‌ها شامل قطر و مشخصات مکانیکی باید در نقشه‌های اجرایی ذکر گردد. فرآیند سوراخ‌کاری باید طبق بند ۱۴-۳-۲-۴ و دوخت آرماتورهای دوخت طبق بند ۱۴-۳-۲-۵ انجام شود (شکل ۱۴-۴۳).



شکل ۱۴-۴۳- تقویت سقف دال با سیستم مهاربندی

1- Near Surface Mounted -NSM

۱۴-۳-۷- تقویت و بهسازی توسط کامپوزیت FRP

۱۴-۳-۷-۱- انتخاب کامپوزیت FRP مناسب جهت بهسازی

الف- خواص کششی ارائه شده توسط تولیدکنندگان کامپوزیت FRP بر مبنای آزمایش‌های انجام‌گرفته در محیط آزمایشگاه و بدون در نظرگرفتن اثرات محیطی می‌باشد. ولی در فاز طراحی و اجرا باید عوامل محیطی و ضرایب کاهش تأثیرات محیطی (C_E) در نظر گرفته شود و شرایط محیطی در حین اجرا و شرایط ذکر شده در مشخصات فنی با یکدیگر تطابق داشته باشند.

ب- دستگاه مشاور باید از نظر دوام، سیستم تقویتی را انتخاب نماید که تحت آزمایش‌های مربوط به دوام قرار گرفته باشد؛ این آزمایش‌ها باید با موارد ذکر شده فوق ناشی از عوامل محیطی مؤثر در انتخاب سیستم، هم راستا و سازگار باشند. آزمایش‌های چرخه‌های تر و خشک‌شدگی (بر مبنای استاندارد ASTM D3045)، چرخه‌های یخ‌بندان و ذوب (بر مبنای استاندارد ASTM C666)، تابش فرابنفش (بر مبنای استاندارد ASTM G23) و آب نمک (بر مبنای استاندارد ASTM D1141) با توجه به شرایط محیطی باید انجام شوند.

پ- با توجه به آنکه سیستم‌های تقویتی FRP، یک لایه غیرقابل‌نفوذ در برابر رطوبت روی سطح بتن ایجاد می‌نمایند؛ در مکان‌هایی که انتقال بخار رطوبت موردنیاز است، باید ابزار کافی جهت خارج شدن رطوبت از سازه بتنی با تأیید مشاور و دستگاه نظارت تعبیه گردد.

ت- انواع کامپوزیت FRP به صورت لمینت، بافته الیاف، میلگرد و تسمه مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع الیاف مورد استفاده در مصالح کامپوزیتیFRP ، الیاف پلیمری کربن، الیاف پلیمری شیشه، الیاف پلیمری آرامید و الیاف پلیمری بازالت می‌باشند.

۱۴-۳-۷-۲- روش‌های نصب

روش نصب کامپوزیت‌های FRP بر اساس آنچه که در نقشه‌های اجرایی آمده، باید مطابق با یکی از روش‌های ذیل انتخاب گردد.

۱۴-۳-۷-۲-۱- روش نصب سطحی [1]

الف- تعمیر سطحی بتن در محل اتصال در صورت لزوم

الف ۱- پیش از شروع عملیات، در صورت وجود خرابی در سطح بتن، باید نسبت به رفع و تعمیر آن اقدام شود.

الف ۲- با تولیدکننده سیستم تقویتی FRP باید در مورد سازگاری مصالح تقویتی با مواد استفاده شده در تعمیر سطح، مشورت صورت گیرد.

1- Externally Bonded Reinforcement

الف ۳- سیستم‌های تقویتی FRP با نصب خارجی نباید روی سطوح مشکوک به وجود فعالیت‌های مربوط به خوردگی آرماتورها نصب گردند. دلایل خوردگی باید تعیین گردیده و هرگونه خرابی ناشی از خوردگی آرماتور نیز باید قبل از نصب خارجی هرگونه سیستم FRP، بر اساس دستورالعمل‌های ارائه شده توسط مشاور برطرف گردد.

الف ۴- در صورت وجود ترک‌های با عرض بیشتر از ۰/۳ میلی‌متر، ترک‌ها باید قبل از نصب سیستم تقویتی FRP، با تزریق پرفشار توسط اپوکسی با مشخصات و روش ارائه شده توسط مشاور پر شوند. هم‌چنین خرابی‌های سطحی بتن، باید توسط ملات تعمیری اصلاح شوند. شایان ذکر است در صورت وجود ناصافی‌های سطحی، باید آن‌ها را توسط بتونه‌های مستحکم (از جنس رزین) اصلاح نمود. رزین اپوکسی مورد استفاده باید به تأیید دستگاه نظارت برسد. می‌توان از آیین‌نامه‌ی ACI 503-93(08) و استاندارد (ASTM C881) بدین منظور استفاده نمود.

ب- آماده سازی سطحی

ب-۱- استفاده از یکی از روش‌های ماسه‌پاشی، فشار آب و یا ساییدن برای آماده‌سازی سطح مجاز است. در پایان این عملیات، باید سنگ‌دانه‌ها نمایان شده باشد. جهت زدودن گرد و غبار و آلودگی‌های موجود روی سطح بتن باید از فشار آب یا هوا استفاده گردد.

ب-۲- انتخاب روش مورد استفاده برای انجام آماده سازی سطحی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

پ- سیستم‌های آماده‌ی ورق FRP (لمینیت)

پ-۱- باید یک لایه رزین بر روی بتن به صورت قوسی شکل اجرا شود. ضخامت رزین باید در وسط قوس بیش‌تر باشد. برای عرض ورق ۱۰۰ میلی متر، قوسی به ارتفاع حداکثر ۵ میلی متر لازم است. جزئیات در شکل ۱۴-۴۴ مشخص شده است.

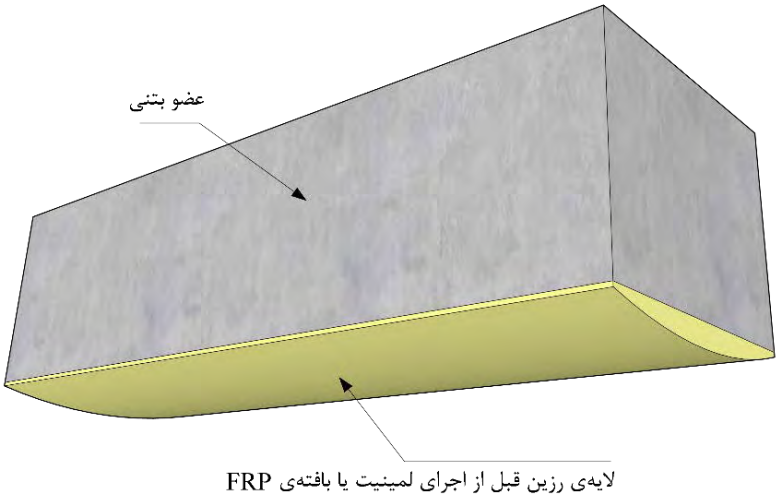
پ-۲- جهت اطمینان از اتصال مناسب با سطح بتن و هم‌چنین جلوگیری از تشکیل حباب هوا در زیر ورق، لازم است یک غلتک دستی به آرامی روی آن کشیده شود.

پ-۳- در صورتی که ورق‌های پیش‌ساخته در یک لایه استفاده شود؛ تعداد لایه‌های بیش‌تر، در صورت تأیید دستگاه نظارت امکان پذیر می‌باشد.

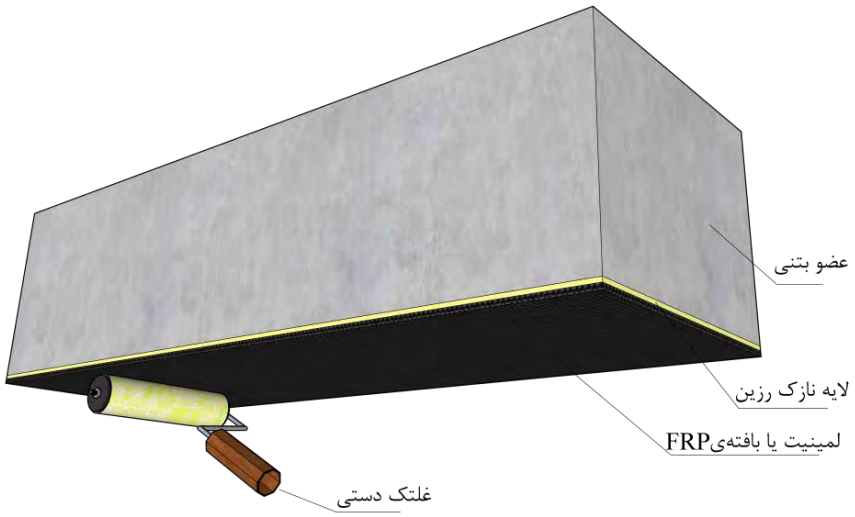
ت- سیستم‌های FRP با به کارگیری بافته‌ی الیافی با کاربرد تَر

ت-۱- در هنگام اجرای ورق‌های FRP (به صورت بافته)، با استفاده از غلتک دستی و یا ماله و کاردک دندانه‌دار، روی سطح باید با لایه بسیار نازکی از رزین آغشته گردد. سپس ورق FRP مورد نظر روی سطح قرار گرفته و با غلتک و یا کاردک روی آن به آرامی کشیده شود، به صورتی که هیچ گونه حباب هوایی در زیر آن مشاهده نگردد.

ت-۲- در هنگام تقویت با چندین لایه، نصب لایه بعدی باید قبل از عمل‌آوری و سفت شدن لایه قبلی صورت گیرد.



(الف)



(ب)

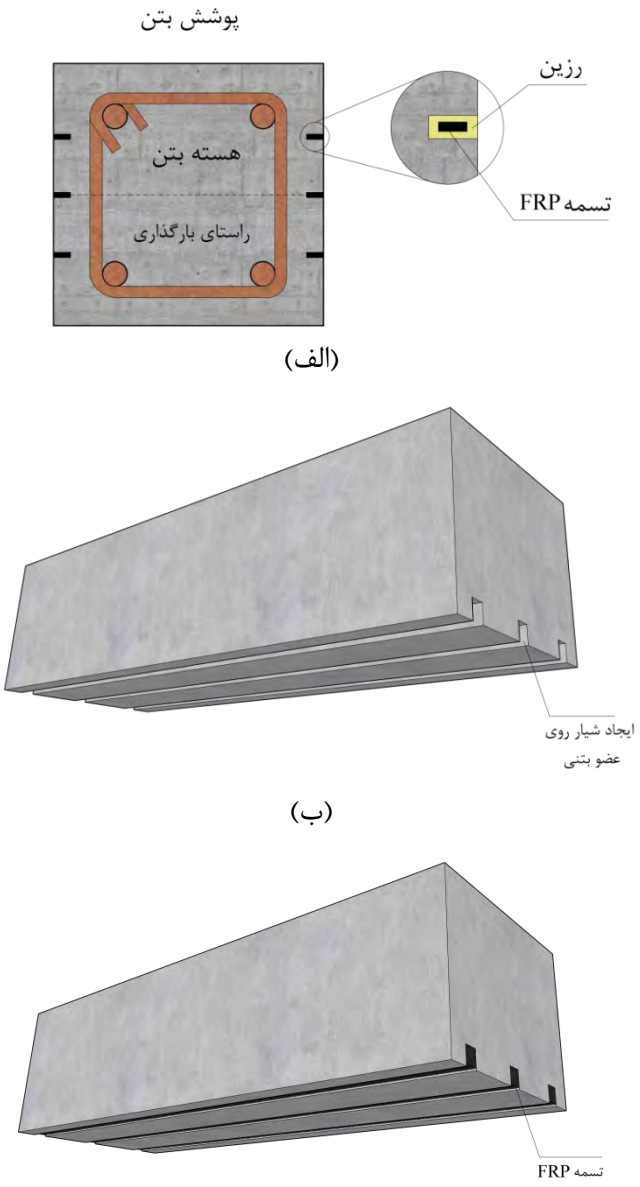
شکل ۱۴-۴۴- الف) آغشته کردن عضو بتنی با لایه‌ی نازک از رزین زیر لمینیت و یا بافته‌ی FRP ؛ ب) کشیدن غلتک (کاردک) مناسب روی سطح نوار یا ورق FRP جهت از بین بردن حباب هوا

۱۴-۳-۷-۲-۲- روش نصب در نزدیک سطح[1]

الف- در شکل ۱۴-۴۵ نحوه نصب میلگرد یا تسمه‌های FRP در روش نصب در نزدیک سطح نشان داده شده است.

ب- حداقل ابعاد شیارها در این روش، باید ۱/۵ برابر قطر میلگرد (یا ضخامت تسمه) FRP در نظر گرفته شود. در هنگام استفاده از تسمه‌های مستطیل شکل به ابعاد a_b و b_b (که a_b بعد کوچک‌تر تسمه می‌باشد)، حداقل ابعاد شیار مورد استفاده باید برابر با $3a_b$ و $1.5b_b$ باشد (شکل ۱۴-۴۵).

1- Near Surface Mounted-NSM



شکل ۱۴-۴۵- روش نصب در نزدیک سطح (NSM)؛ الف)نحوهٔ تقویت ستون به صورت شماتیک؛ ب) ایجاد شیار در راستای مورد نظر روی عضو بتنی؛ پ) قرار دادن تسمه (نوار) داخل شیار و تزریق رزین به صورت هم‌زمان

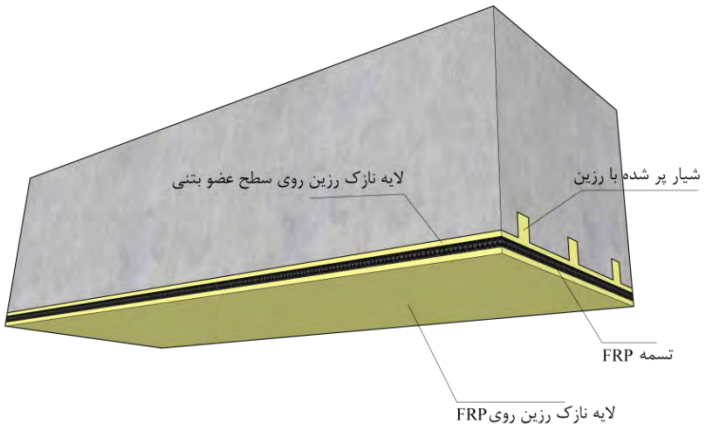
۱۴-۳-۷-۲-۳- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق روی شیار[1]

الف- الزامات مربوط به روش تقویت با تکنیک نصب خارجی ورق روی شیار، مشابه با نصب کامپوزیت FRP با روش نصب سطحی (EBR) می‌باشد؛ با این تفاوت که نیازی به آماده‌سازی سطح که در روش EBR ارائه گردید، نمی‌باشد.

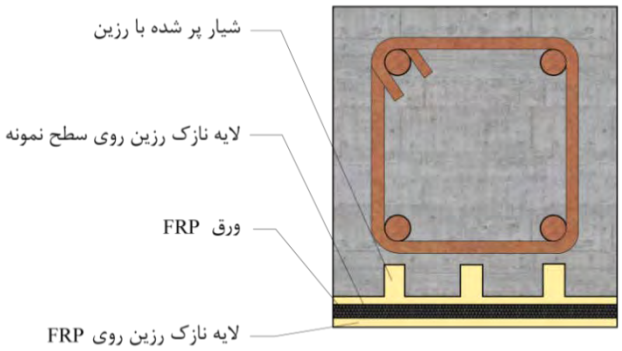
ب- گروه‌های شیار باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده باشد.

1- Externally Bonded Reinforcement on Groove- EBROG

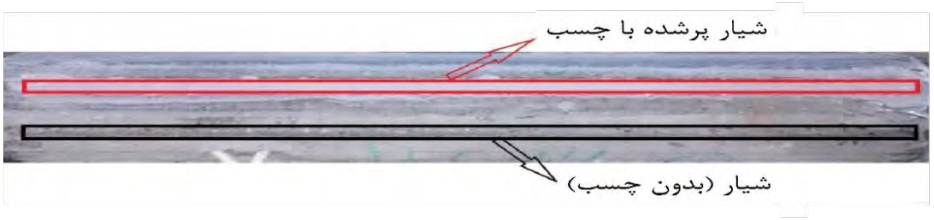
پ- در این روش، در ابتدا باید درون شیار با رزین مورد تأیید دستگاه نظارت پر شود؛ سایر مراحل تقویت مشابه با روش EBR می‌باشد. جزئیات در شکل ۱۴-۴۶ ارائه شده است.



(الف)



(ب)



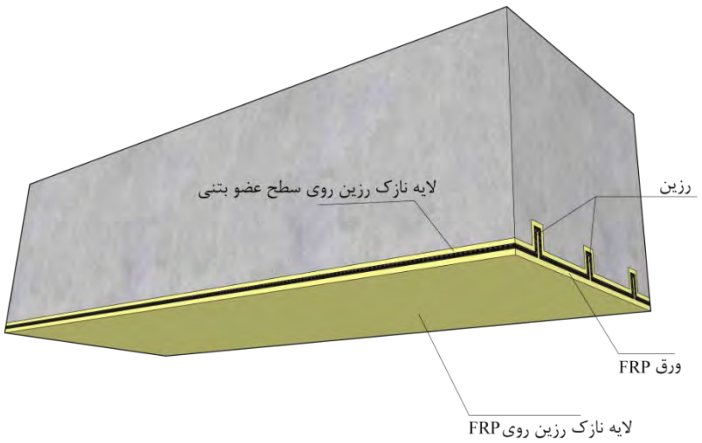
(پ)

شکل ۱۴-۴۶- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق روی شیار (EBROG)؛ الف) تقویت عضو بتنی به صورت شماتیک؛ ب) مقطع عضو بتنی تقویت شده؛ پ) شیارهای ایجاد شده و پر کردن شیارها با رزین مناسب

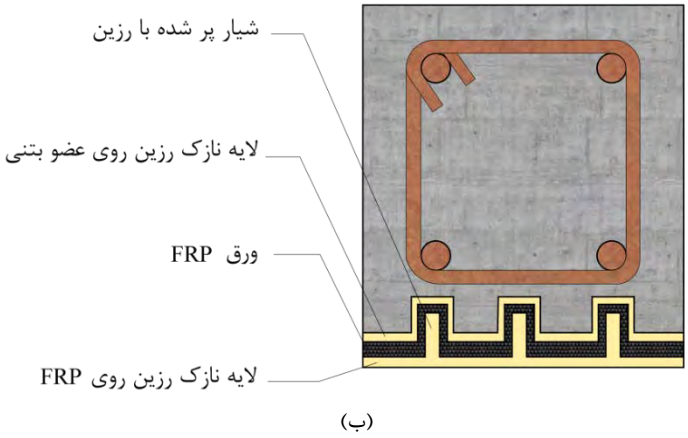
۱۴-۳-۷-۲-۴- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق داخل شیار[1]

الزامات این روش مشابه روش بیان شده در بخش پیش‌گفته می‌باشد؛ با این تفاوت که در این روش پس از تعبیه شیارهای مورد نظر، ابتدا باید داخل آن‌ها رزین ریخته شده و سپس ورق FRP در محل شیارها به وجه شیار چسبانده شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۴۷ مراجعه شود.

1- Externally bonded reinforcement in grooves-EBRIG



(الف)



(ب)

شکل ۱۴-۴۷- روش شیار زنی با تکنیک نصب خارجی ورق داخل شیار (EBRIG)

۱۴-۳-۷-۳- نکات عمومی اجرایی و ایمنی در حین اجرا

الف- کامپوزیت‌های FRP باید توسط دست‌کش‌های تمیز و تحت شرایط خشک جابه‌جا گردند؛ همچنین پوشش‌های محافظ ورق‌های FRP باید تنها قبل از شروع تقویت برداشته شوند.

ب- در هنگام نصب سیستم‌های چندلایه، لازم است روش عمل‌آوری لایه قبلی، پیش از چسباندن لایه جدید پایش شود. در صورت مشاهده هرگونه ناهنجاری در نحوه عمل‌آوری لایه قبلی، عملیات نصب لایه‌های بعدی باید متوقف شود.

پ- قبل از شروع تقویت،کامپوزیت‌های FRP باید در اندازه‌های موردنیاز برش داده شده و آماده گردند؛ در صورت وجود شرایط ویژه حمل این موارد باید طبق دستورالعمل‌های سازنده اجرا گردد.

ت- الیاف و ورقه‌های FRP باید به‌گونه‌ای حمل گردند که تغییری در جهت و راستای آن‌ها ایجاد نگردد. هرگونه پیچ‌خوردگی، تاخوردگی یا تغییر دیگری در الیاف FRP باید به دستگاه نظارت گزارش شود.

ث- در صورت وقوع هرگونه خرابی و واردآمدن خسارت به سیستم تقویت شده با کامپوزیت‌های FRP، موارد باید به دستگاه نظارت اطلاع داده شده و با تولیدکننده سیستم FRP مشورت صورت گیرد.

ج- تقویت با کامپوزیت‌های FRP، باید توسط تکنسین‌های آموزش‌دیده و دارای صلاحیت و بر اساس دستورالعمل‌های نصب ارائه شده توسط مشاور و تولیدکننده انجام پذیرد. هیچ‌گونه تغییر نسبت به دستورالعمل مذکور (مگر با مشورت و تأیید مشاور و تولیدکننده) نباید در اجرا صورت گیرد.

چ- تمامی تجهیزات موردنیاز جهت تقویت باید به تعداد کافی و مناسب در محل پروژه وجود داشته باشد تا هیچ‌گونه وقفه‌ای در پیوستگی عملیات بهسازی اتفاق نیفتاد.

ح- در هنگام تقویت، جهت جلوگیری از آلودگی و نشت رزین روی سطوح مجاور، باید سطوح مذکور پوشانده شود.

۱۴-۳-۷-۴- نکات مربوط به شرایط محیطی در حین اجرا

الف- دما، رطوبت نسبی و رطوبت سطح در زمان نصب، روی عملکرد سیستم تقویتی با کامپوزیت FRP اثر می‌گذارند؛ لذا شرایط محیطی از جمله دمای سطح موردنظر برای تقویت، شرایط رطوبت سطح بتن، رطوبت نسبی و نقطه شبنم متناظر با آن قبل و در هنگام نصب باید کنترل گردد.

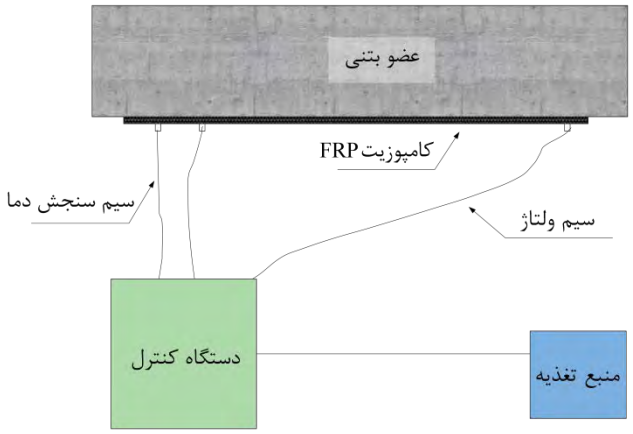
ب- حداکثر دمای مجاز برای اجرا باید توسط مشاور در مشخصات فنی ذکر گردد.

پ- میزان رطوبت نسبی مجاز سطح باید توسط تولیدکننده مصالح تعیین شده باشد. سطح بتن تحت هیچ شرایطی نباید مرطوب باشد. دمای سطح بتن باید حداقل ۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر از دمای نقطه شبنم (که به رطوبت هوا وابسته است) باشد.

ت- از آغازگرها، رزین‌های اشباع و چسب‌ها نباید در شرایط دمایی سرد یا یخ‌بندان (فصل زمستان) استفاده کرد.

ث- دمای سطح بتن از مقدار حداقل تعیین شده توسط تولیدکننده نباید کم‌تر باشد.

ج- در صورت تأیید دستگاه نظارت، استفاده از یک منبع حرارتی کمکی جهت بالابردن دمای سطح در حین نصب سیستم تقویتی و همچنین ایجاد دمای مناسب جهت عمل‌آوری مجاز می‌باشد. منبع گرمایی مذکور باید تمیز بوده و سطح و یا سیستم FRP عمل‌آوری نشده را آلوده نکند. استفاده از سیستم‌های گرمایش کمکی مختلف از جمله وسایل گرمازای الکتریکی، سیستم‌های گرمایشی مادون‌قرمز، پتو و استفاده از ظرفیت رسانایی الکتریکی کامپوزیت‌های CFRP جهت ایجاد گرمایش در کامپوزیت‌ها مجاز است. شکل ۱۴-۴۸ گرمایش به روش مذکور را نشان می‌دهد. جزئیات این روش باید در مشخصات فنی بیان شود.



شکل ۱۴-۴۸- ایجاد گرمایش جهت عمل آوری سریع با استفاده از ظرفیت رسانایی کامپوزیت‌های CFRP

چ- رزین‌ها نباید در سطوح مرطوب مورداستفاده قرار گیرند، مگر در مواردی که برای استفاده در شرایط مذکور تولید شده باشند. برای این موارد اخذ مجوز دستگاه نظارت الزامی است.

ح- استفاده از سیستم‌های تقویتی FRP روی سطوح بتنی که در معرض انتقال بخار رطوبت می‌باشند، مجاز نمی‌باشد.

سازه یا عضو تقویت شده با FRP باید به‌طور کامل عمل‌آوری شود؛ در غیر این صورت نباید تحت بار سرویس قرار گیرد. تولیدکننده باید مدت‌زمان تقریبی لازم جهت عمل‌آوری رزین‌های مختلف در دماهای موردنظر را اعلام نماید.

خ- هنگام نصب سیستم تقویتی یا عمل آوری رزین، در صورت وجود شرایطی همانند دمای نامطلوب، تماس مستقیم با باران، گرد و خاک یا آلودگی، تابش بیش از حد خورشید، باید با استفاده از چادر یا صفحات پلاستیکی، محافظت دمایی و محیطی صورت گیرد.

۱۴-۳-۷-۵- نکات مربوط به اجرای سیستم تقویتی

الف- در صورت استفاده از روش مکانیکی، برای نصب کامپوزیت‌های FRP صلاحیت دستگاه مورداستفاده باید توسط دستگاه نظارت تأیید گردد.

ب- در مواردی که باید کامپوزیت FRP به‌صورت پیش‌تنیده اجرا گردد، پیمانکار باید تجهیزات لازم برای عملیات پیش‌تنیدگی را پیش از اجرا، به تأیید دستگاه نظارت برساند.

پ- در هنگام تقویت با کامپوزیت‌های FRP، در محل‌هایی که عضو دارای لبه‌های تیز باشد، بایستی لبه‌های مذکور را به اندازه‌ی حداقل شعاعی که در نقشه‌های اجرایی بیان شده، گرد نمود.

ت- در صورت استفاده از چندین لایه کامپوزیت FRP، استفاده بیش‌تر از ۳ لایه برای ورق‌های FRP، و استفاده بیش‌تر از ۵ لایه برای نوارهای معمولی توصیه نمی‌گردد.

ث- در حالت استفاده از سیستم تقویتی چندلایه، لازم است از موارد زیر اطمینان حاصل شود:

ث-۱- تمامی لایه‌ها به رزین آغشته شده باشند.

ث-۲- مقاومت برشی رزین جهت انتقال نیروهای برشی بین لایه‌ها، کافی باشد.

ث-۳- مقاومت اتصال بین بتن و ورق FRP کافی و مناسب باشد.

ج- استفاده از ورق‌های FRP بر روی هم، در تمامی سیستم‌های تقویتی مجاز نمی‌باشد.

چ- هنگام تقویت با سیستم‌های FRP، جهت و ترتیب چسباندن ورق‌های FRP باید از قبل مشخص باشد؛ تغییر در جهت ورق‌های FRP تنها با مجوز مشاور، مجاز می‌باشد.

ح- برای دهانه‌های بزرگ، طول‌های مختلف مصالح (ورق FRP) جهت انتقال پیوسته بارها، با درنظرگرفتن وصله پوششی مناسب بین ورق‌ها، می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. جزئیات وصله پوششی از جمله طول موردنیاز، باید بر مبنای آزمایش‌های از پیش تعیین شده توسط مشاور و طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده باشد.

۱۴-۳-۷-۶- نکات مربوط به ایمنی سیستم در برابر گرما و آتش سوزی

پیش از تقویت سازه‌ها با کامپوزیت‌هایFRP، میزان خطرپذیری سازه مورد تقویت در برابر آتش‌سوزی باید توسط مشاور ارزیابی شود. در صورت صلاحدید، باید سازه‌ی تقویت شده با کامپوزیت FRP با روش‌هایی در برابر آتش محافظت گردد. در این خصوص باید یکی از روش‌های ذیل استفاده گردد:

الف- استفاده از پوشش سطحی

پوشش‌های سطحی محافظ می‌تواند به‌صورت رنگ یا پانل‌های پیش‌ساخته باشد. پوشش‌های سطحی باید براساس طرح دستگاه مشاور و مطابق با دستورالعمل‌های تولیدکننده و تحت نظر دستگاه نظارت نصب گردند. تولیدکننده پوشش سطحی باید درجه محافظت در برابر آتش را به‌عنوان تابعی از ضخامت پانل یا روکش محافظ بیان نماید. با استفاده از سیستم عایق‌بندی مناسب با ضخامت موردنیاز، باید تاب‌آوری سازه در برابر آتش را تا ۵ ساعت افزایش داد (CNR 200/2004). سازگاری بین سیستم تقویتی نصب خارجی و لایه‌ی نهایی باید توسط مشاور تأیید گردد.

ب- افزودنی‌های ضد حریق

استفاده از افزودنی‌های ضدحریق در ماتریس رزین، مجاز می‌باشد. نوع و مقدار استفاده از افزودنی‌های ضدحریق باید توسط دستگاه مشاور و با استعلام از تولیدکننده تعیین گردد.

۱۴-۳-۷-۷- تقویت اعضای بتن آرمه با کامپوزیت FRP

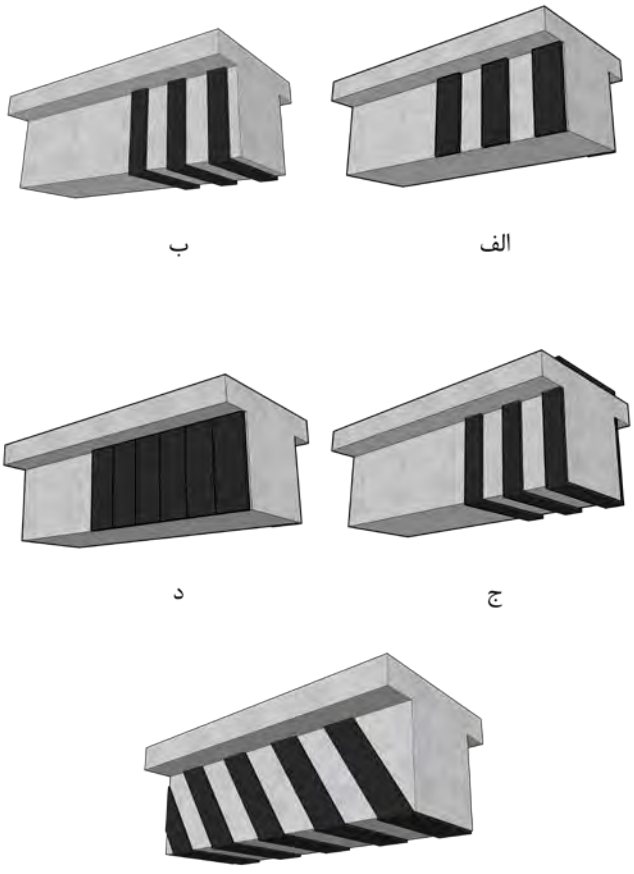
۱۴-۳-۷-۷-۱- تقویت خمشی

در اتصال کامپوزیت‌های FRP به وجه کششی اعضای خمشی، جهت الیاف باید در راستای طول عضو قرار گیرد.

۱۴-۳-۷-۷-۲- تقویت برشی

الف- تقویت برشی با کامپوزیت‌های FRP، باید به‌صورت‌های تقویت ۲ طرفه، تقویت ۳ طرفه و تقویت کامل (دورپیچ) باشد. جزئیات باید مطابق با شکل ۱۴-۴۹ الف تا پ باشد.

ب- در تقویت برشی استفاده از ورق‌های FRP به‌صورت پیوسته مجاز است. در این حالت، ممکن است رطوبت احتمالی موجود در داخل بتن، به دلیل عدم امکان خروج، به مرور زمان به کامپوزیت‌های FRP فشار آورده و سیستم تقویتی را دچار ضعف نماید (شکل ۱۴-۴۹-ت).



شکل ۱۴-۴۹- نمایش انواع مختلف تقویت برشی تیر بتن آرمه با کامپوزیت‌های FRP به صورت شماتیک؛ الف) تقویت دو طرفه؛ ب) تقویت سه طرفه؛ ج) تقویت کامل (دورپیچ)؛ چ) تقویت به صورت پیوسته؛ ه) تقویت به صورت مایل

۱۴-۳-۷-۷-۳- تقویت ستون

الف- استفاده از کامپوزیت‌های FRP در تقویت ستون‌ها تنها به‌صورت دورپیچی (ایجاد محصورشدگی) مجاز می‌باشد.

ب- استفاده از ورق طولی با استفاده از روش شیارزنی در تقویت ستون‌ها، تنها با تأیید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد.

پ- جهت جلوگیری از پاره شدن کامپوزیت FRP به علت تمرکز تنش در مقاطع گوشه‌دار و غیر دایروی، باید تیزی گوشه‌ها با ایجاد انحنایی با حداقل شعاعی برابر با ۱۳ میلی‌متر اصلاح گردد.

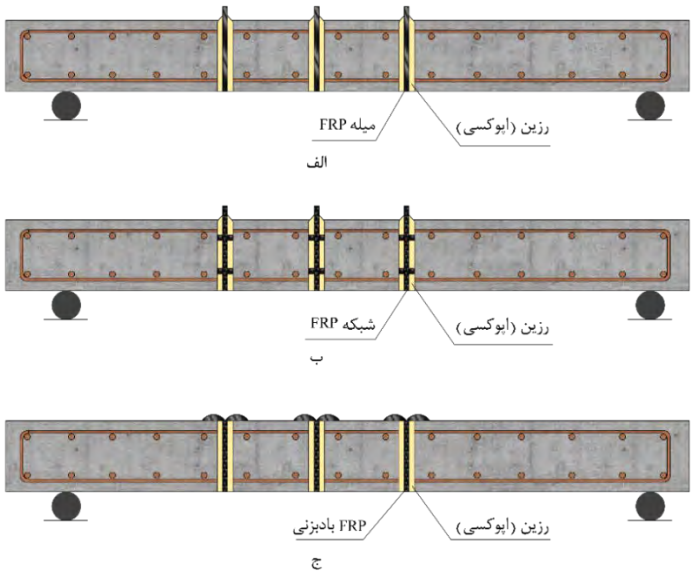
۱۴-۳-۷-۷-۴- تقویت خمشی و برشی دال

الف- جهت تقویت خمشی دال‌ها، استفاده از کامپوزیت‌های FRP به‌صورت طولی مجاز است. عرض و فاصله‌ی نوارها و همچنین سایر جزئیات باید در نقشه‌های اجرایی ارائه گردد.

ب- تقویت برشی منگنه‌ای دال با استفاده از میله‌های قائم FRP[1]، شبکه FRP[2] و یا FRP بادبزنی[3] به صورت قائم در اطراف ستون مجاز است. برای جزئیات به شکل ۱۴-۵۰ و شکل ۱۴-۵۱ مراجعه شود؛ سایر جزئیات اجرایی باید توسط مشاور ارائه گردد.

(الف) (ب) (پ)

شکل ۱۴-۵۰- کامپوزیت‌های FRP مورد استفاده در تقویت برش منگنه‌ای؛ الف) میله FRP؛ ب) شبکه‌ی FRP؛ پ) FRP بادبزنی



شکل ۱۴-۵۱- تقویت برش منگنه‌ای دال به صورت شماتیک الف) میله FRP؛ ب) شبکه‌ی FRP؛ پ) FRP بادبزنی

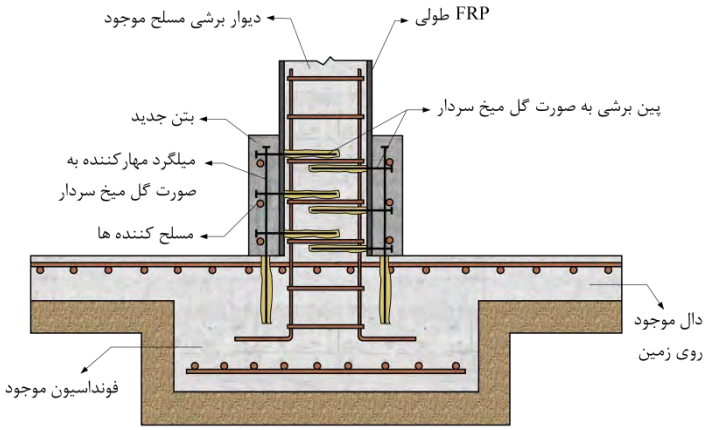
1- FRP rod
2- FRP grid
3- FRP fan

۱۴-۳-۷-۷-۵- تقویت دیوارهای برشی

برای مهار طولی FRP در تقویت دیوار برشی، الیاف باید تا تراز کف‌ها ادامه یابد. در پی‌ها، مهار کامپوزیت FRP باید با یکی از روش‌های زیر انجام گیرد:

الف- مهار توسط محفظه‌ی بتنی

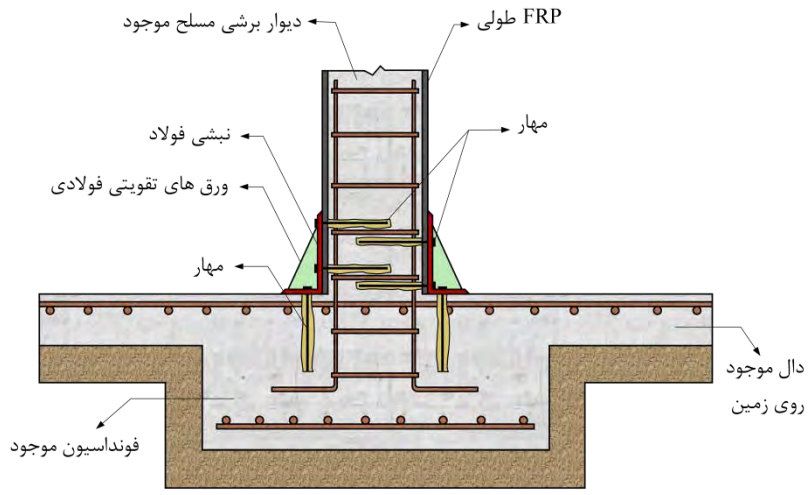
در این حالت، پوشش بتنی توسط میله‌هایی با قطر مناسب به پی و همچنین دیوار برشی باید دوخته شود. پوشش بتنی مورداستفاده باید مسلح به آرماتور فولادی لازم باشد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۵۲ مراجعه شود. سایر الزامات باید در مشخصات فنی بیان شده باشد.



شکل ۱۴-۵۲- استفاده از پوشش بتنی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی

ب- مهار توسط نبشی فولادی

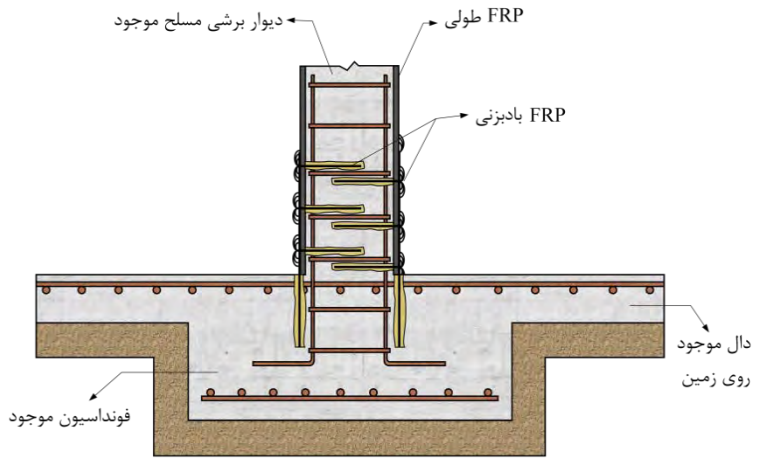
در این روش، باید نبشی‌های فولادی با پیچ‌هایی به داخل دیوار برشی و همچنین پی مهار گردند. پیچ‌های مذکور باید تمام نیروی کششی وارده را به‌صورت اصطکاکی تحمل نمایند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۵۳ مراجعه کنید. سایر الزامات باید در مشخصات فنی بیان شده باشد.



شکل ۱۴-۵۳- استفاده از نبشی فولادی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی

پ- استفاده از مهار بادبزنی

در این حالت، کامپوزیت FRP به‌صورت مهار بادبزنی در داخل پی مهار می‌گردد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۵۴ مراجعه شود. سایر مشخصات باید در مشخصات فنی بیان شده باشد.



شکل ۱۴-۵۴- استفاده از FRP بادبزنی جهت مهار کامپوزیت‌های FRP در پی، در تقویت خمشی دیوار برشی

۱۴-۳-۷-۷-۶- کنترل کیفیت رزین

۱۴-۳-۷-۷-۶-۱- خصوصیات فیزیکی

الف- ویسکوزیته رزین

ویسکوزیته رزین در سطوح قائم، افقی و سقف‌ها باید بر اساس EN 1299 (CEN 1998 a) کنترل گردد.

ب- شرایط عمل آوری و انقباض

ب-۱- رزین باید براساس مقاومت مورد نیاز تحت شدیدترین شرایط خارجی و محیطی (شامل دما و رطوبت)، قادر به عمل آوری باشد. این شرایط باید توسط تولیدکننده تعیین شده باشد.

ب-۲- حداکثر دما باید بر اساس دوره کارایی و ویسکوزیته تعیین گردد. حداقل دمای مجاز که در آن عمل‌آوری قابل انجام است ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

ب-۳- حداکثر رطوبت نسبی، باید ۸۰ درصد باشد.

ب-۴- میزان انقباض رزین باید به کم‌تر از ۰/۱ درصد طبق استانداردهای EN 12612-3 و CEN2001b محدود شود.

پ- مدت زمان کارایی

پ-۱- رزین مورد استفاده، قبل از اعمال روی سطح، حداکثر تا ۴۰ دقیقه (در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و یا دمای معمولی در هنگام تقویت) قابل استفاده خواهد بود.

پ-۲- حداکثر مدت زمانی که پس از اعمال رزین روی سطح، می‌توان اتصال کامپوزیت FRP را نصب نمود، مطابق با استاندارد EN 12189 (CEN 1999 a)، باید به ۲۰ دقیقه (در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) محدود شود.

پ-۳- برای تمامی اجزای رزین، حداکثر مدت زمان انبارش در محفظه‌های استاندارد و در دمای ۵ تا ۲۵ درجه سانتی گراد، نباید از ۶ ماه تجاوز نماید.

ت- مقاومت در برابر رطوبت

انتقال رطوبت از طریق رزین باید حداقل باشد. حداکثر جذب آب مطابق با استاندارد EN 13580 پس از غوطه‌وری در آب نباید از ۳٪ وزن رزین بیش‌تر شود.

۱۴-۳-۷-۷-۷- خصوصیات مکانیکی کوتاه مدت رزین عمل آوری شده

الف- مدول الاستیسیته در خمش باید بر اساس ISO 128 (ISO 1993 b) تعیین شده و بین ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ مگاپاسکال باشد.

ب- مقاومت برشی مطابق با استاندارد EN 12188 باید حداقل برابر با ۱۲ مگا پاسکال در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

پ- مقاومت چسبندگی عامل اتصال، مطابق با استاندارد EN 12188 باید بزرگ‌تر از ۱۵ مگاپاسکال در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد.

۱۴-۳-۷-۷-۸- دوام و خصوصیات کوتاه مدت رزین عمل‌آوری شده

خصوصیات مربوط به دوام باید براساس داده‌های پروژه‌های مربوط به ۱۵ سال گذشته که دارای شرایط مشابه با شرایط پروژه موردنظر هستند و بر اساس استانداردهای زیر تعیین گردد:

prEN 13584-1 (CEN 2001 f) ،prEN 13733 (CEN 2001 g)

prEN 13894-1 (CEN 2001 h) prEN 13894-2 (CEN 2001 i)

۱۴-۳-۷-۸- کنترل کیفیت سیستم تقویتی FRP

۱۴-۳-۷-۸-۱- خصوصیات فیزیکی سیستم تقویتی FRP

الف- وزن و حجم شکستگی الیاف باید بر اساس استاندارد ASTM D3121 و ASTM D2584 و یا وزن واحد سطح برای هر یک از راستاهای الیاف تعیین گردد.

ب- حداقل میزان رزین موردنیاز جهت آغشته‌سازی، بر حسب گرم رزین برای یک مترمربع الیاف کامپوزیت FRP باید از سوی تولیدکننده تعیین گردد.

۱۴-۳-۷-۸-۲- اتصال میان کامپوزیت FRP، رزین و بتن

الف- عملکرد اتصال باید بر اساس آزمایش کشش مستقیم مطابق با استاندارد(EN 1542 (CEN 1999 c و در مدت زمان ۷ و ۱۴ روز و تحت شرایط عمل‌آوری مورد نظر، انجام پذیرد.

ب- دوام بر اساس عملکرد اتصال در کشش مستقیم باید مطابق با استاندارد EN 13733 تعیین شود.

۱۴-۳-۷-۹- حداقل بازرسی و نمونه گیری لازم در فرآیند بهسازی

۱۴-۳-۷-۹-۱- بازرسی

الف- مصالح کامپوزیت نیاز به بازرسی ویژه‌ای جهت نگهداری ندارد. اگر لایه رزین مورداستفاده به دلایلی همچون سایش یا تنزل یا سایر شرایط محیطی از بین رفته باشد، باید آن را با رزین سازگار جایگزین نمود.

ب- سیستم‌های تقویتی با کامپوزیت‌های FRP به دلیل قرارگیری در محیط‌های مختلف و مواجهه با خطرات احتمالی، باید به‌صورت دوره‌ای پایش و بازرسی گردند.

پ- در هنگام تقویت با سیستم کامپوزیت FRP، باید بازرسی روزانه صورت گیرد. در این بازرسی باید موارد زیر کنترل گردند:

پ-۱- تاریخ و ساعت اجرای عملیات بهسازی

پ-۲- دمای اولیه، رطوبت نسبی و شرایط کلی آب و هوایی

پ-۳- دمای سطح بتن

پ-۴- روش‌های آماده سازی سطح مورد استفاده در پروژه

پ-۵- شرح کیفی وضعیت تمیزی سطح

پ-۶- نوع منبع گرمازای کمکی (در صورت استفاده)

پ-۷- ضخامت ترک‌هایی که با اپوکسی مناسب پر نشده‌اند

پ-۸- تعداد دسته‌های ورق یا لمینیت استفاده شده در پروژه و محل استفاده از آن‌ها

پ-۹- نسبت، زمان و شرح کیفی اختلاط تمامی رزین‌های مورد استفاده (ازجمله چسب، بتونه، ملات تعمیری و ...)

پ-۱۰- مشاهدات مربوط به روند عمل‌آوری رزین

پ-۱۱- مکان و اندازه‌ی برآمدگی‌های سطح تقویتی و یا حباب‌های هوا

ت- نتایج گزارش مربوط به بازرسی و نتایج حاصل از آزمایش پانل‌های شاهد باید به مدت ۱۰ سال یا مدت زمانی که توسط مشاور تعیین می‌گردد، نگه‌داری شوند.

ث- پیمانکار باید نمونه‌های گرفته شده در حین پروژه را نگه‌داری نموده و نتایج آن را در صورت نیاز ارائه نماید.

۱۴-۳-۷-۹-۲- نمونه گیری برای کنترل کیفیت

الف- در صورتی که سیستم به‌صورت پیش‌ساخته باشد، آزمایش‌های کنترل کیفیت سیستم تقویتی با کامپوزیت FRP باید توسط تولیدکننده از قبل انجام‌گرفته و نتایج آن در دسترس باشد.

ب- در صورتی که از سیستم‌های تقویتی با کاربرد تَر استفاده شود، باید کنترل کیفیت توسط آزمایشگاه انجام گیرد.

پ- در صورت نیاز به نمونه‌گیری شبه مخرب، باید مساحتی به صورت اضافه در محل پروژه (تحت همان شرایط محیطی واقعی) تقویت گردد و نمونه‌گیری در مساحت اضافی انجام شود. مساحت اضافی مذکور «مساحت شاهد» نامیده می‌شود. مساحت کلی سطح اضافی نباید از ۰/۵ درصد مساحت اصلی مورد تقویت کم‌تر باشد. همچنین این مساحت تحت هیچ شرایطی نباید از ۰/۱ مترمربع کم‌تر باشد. مساحت شاهد باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که آزمایش‌های شبه‌مخرب انجام شده، روی سیستم تقویتی اصلی اثری نگذارد.

ت- بعد از عمل‌آوری در محل پروژه، پانل‌های شاهد باید به‌منظور ارزیابی مواردی چون مقاومت کششی و مدول الاستیسیته مطابق با استانداردهای ASTM D3039/D3039M، D7205/D7205M و D7565/D7565M و دمای انتقال شیشه مطابق با استاندارد ASTM E1640 در سیستم‌های با کاربردتر مورد آزمایش قرار گیرند. دوره‌ی تناوب آزمایش‌ها باید توسط مشاور تعیین گردد.

ث- با توجه به آنکه در سیستم‌های پیش عمل‌آوری شده، استخراج پانل‌های شاهد مسطح و کوچک امکان‌پذیر نمی‌باشد. معیارها باید بر اساس مشخصات ارائه شده توسط دستگاه نظارت تعیین گردد.

ج- آزمایش چسبندگی ورق به بتن (کشش سطحی[1]) مطابق با استاندارد ASTM D7522/D7522M باید به ازای حداقل ۲ مترمربع و حداکثر ۵ مترمربع تقویت با کامپوزیت FRP، یک نوبت از آزمایش‌های مذکور انجام گیرد.

چ-آزمایش کشش مستقیم باید مطابق با استاندارد EN 1542 (CEN 1999c) (ارزیابی سازگاری رزین مورداستفاده و سطح بتن) با استفاده از پانل دایروی به ضخامت ۲۰ میلیمتر با قطری حداقل برابر با ۴۰ میلیمتر انجام شود.

۱۴-۳-۷-۱۰- معیارهای پذیرش

۱۴-۳-۷-۱۰-۱- مصالح

الف- قبل از آغاز پروژه، خصوصیات مصالح مصرفی باید توسط تولیدکننده ارائه شده باشد. در صورت نیاز به آزمایش‌های تکمیلی این کار باید توسط دستگاه نظارت انجام شود.

ب- آزمایش تعیین زمان کارایی رزین و سخت‌شدگی در هنگام عمل‌آوری، به‌صورت درجا در محل پروژه به‌صورت چشمی مجاز است.

۱۴-۳-۷-۱۰-۲- جهت قرارگیری الیاف

جهت و نحوه قرارگیری الیاف، ورق‌ها و لمینیت‌های مورداستفاده باید توسط دستگاه نظارت و با بازرسی چشمی تعیین گردد. الیاف نباید بیشتر از ۵ درصد انحراف داشته باشد.

1- Pull off

پ- لایه لایه شدگی سیستم تقویتی

الف- لایه لایه شدگی‌های کم‌تر از ۱۳۰۰ میلیمترمربع، تا زمانی که لایه‌لایه شدگی از ۵ درصد مساحت کل تقویت کم‌تر باشد، قابل صرف‌نظرکردن است.

ب- لایه‌لایه‌شدگی‌های بزرگ‌تر از ۱۶,۰۰۰ میلیمترمربع، روی عملکرد اتصال اثر گذاشته و باید تعمیر گردند.

پ- در مواردی که لایه‌لایه‌شدگی‌های کوچک‌تر از ۱۶,۰۰۰ میلیمترمربع باشد، ناحیه مذکور باید با کمک تزریق اپوکسی و جایگزین نمودن لایه جدید، تعمیر گردد.

ت- ارزیابی و تعمیر لایه‌لایه‌شدگی برای سیستم‌های پیش‌عمل‌آوری شده، باید از طریق طرح ارائه شده از سوی مشاور صورت گیرد.

ت- عمل‌آوری رزین

الف- کیفیت عمل‌آوری نسبی باید بر اساس نمونه‌های گرفته شده از رزین و یا پانل‌های شاهد و مطابق با استاندارد ASTM D3418 ارزیابی شوند. ارزیابی عمل‌آوری به‌صورت چشمی و بر اساس میزان سخت‌شدگی رزین باقی‌مانده مجاز می‌باشد.

ب- در سیستم‌های پیش‌ساخته، میزان سخت‌شدگی رزین، باید بر اساس دستورالعمل‌های تولیدکننده ارزیابی گردد.

ث- مقاومت رزین

الف- برای اتصالات پیوستگی – بحرانی، باید از آزمایش کشش رزین روی نمونه‌های مغزه‌گیری شده مطابق با ASTM D7522/D7522M استفاده گردد. این آزمایش در هنگام استفاده از روش NSM، کاربرد ندارد. مقاومت کششی رزین باید حداقل ۱/۴ مگاپاسکال باشد و سبب گسیختگی سطح بتن گردد. مقادیر کم‌تر و همچنین وقوع گسیختگی بین سیستم تقویتی و بتن باید جهت‌پذیرش و یا عدم‌پذیرش، به دستگاه نظارت اطلاع داده شود.

ب- برای سیستم‌های تقویت شده با روش NSM، کیفیت رزین باید با مغزه‌گیری و بازرسی چشمی در پیرامون تسمه‌ها انجام شود. مغزه‌گیری باید به‌گونه‌ای باشد که پیوستگی تسمه FRP را از بین نبرد. نمونه‌گیری باید در انتهای تسمه‌ها انجام گیرد.

۱۴-۴- پیش‌تنیدگی در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

۱۴-۴-۱- بهسازی با پیش‌تنیدگی خارجی

الف- اگر تاندون مستقیم نباشد، مهارها و انحراف‌دهنده‌های مسیر تاندون باید بر روی سازه موجود نصب گردد.

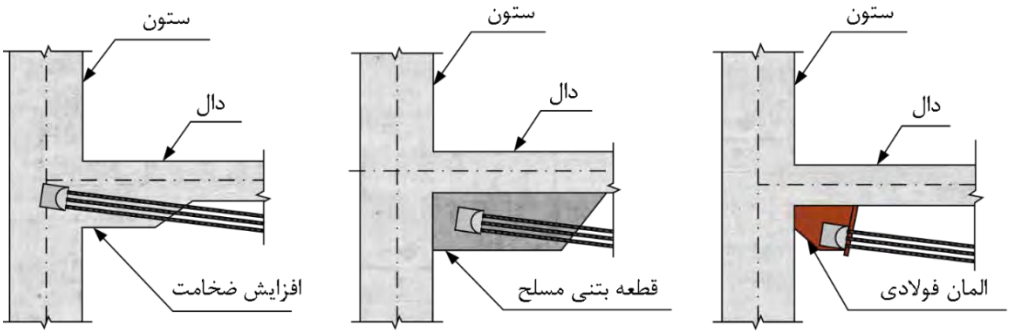
ب- هرگاه به علت محدودیت‌هایی نظیر عدم وجود فضای کافی برای قراردادن مهارها و یا به علت اعمال خروج از مرکزیت نتوان گیره‌ها را در سازه موجود مهار کرد، باید از یکی از روش‌های ذیل استفاده شود:

ب-۱- استفاده از عناصر فولادی مطابق با شکل ۱۴-۵۵-الف،

ب-۲- استفاده از بلوک‌های بتن‌مسلح مطابق با شکل ۱۴-۵۵-ب،

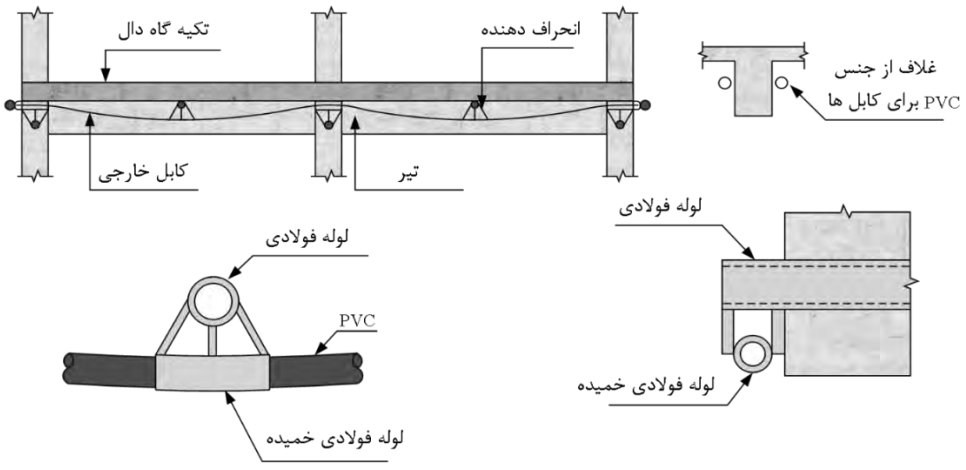
ب-۳- افزایش ضخامت عضو مطابق با شکل ۱۴-۵۵-پ.

پ- استفاده از شکل‌های دیگر برای انحراف‌دهنده مسیر مجاز است. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۵۶ و شکل ۱۴-۵۷ مراجعه شود. حداقل شعاع انحراف این انحراف‌دهنده‌ها براساس تعداد و قطر مفتول‌های درون تاندون‌ها در جدول ۱۴-۳ آورده شده است.

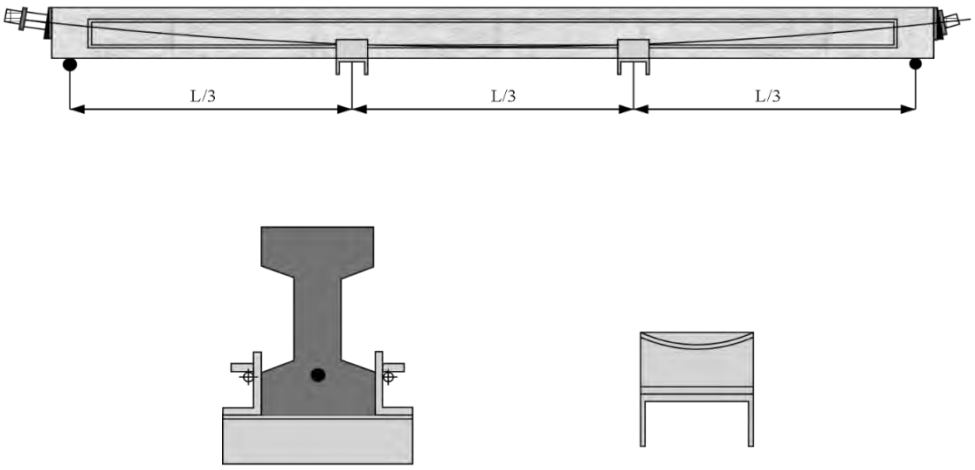


الف) تعبیه قطعه فولادی **ب) تعبیه قطعه بتن‌مسلح** **پ) افزایش ضخامت دال**

شکل ۱۴-۵۵- مهار گیره در سازه



شکل ۱۴-۵۶- انحراف‌دهنده مسیر



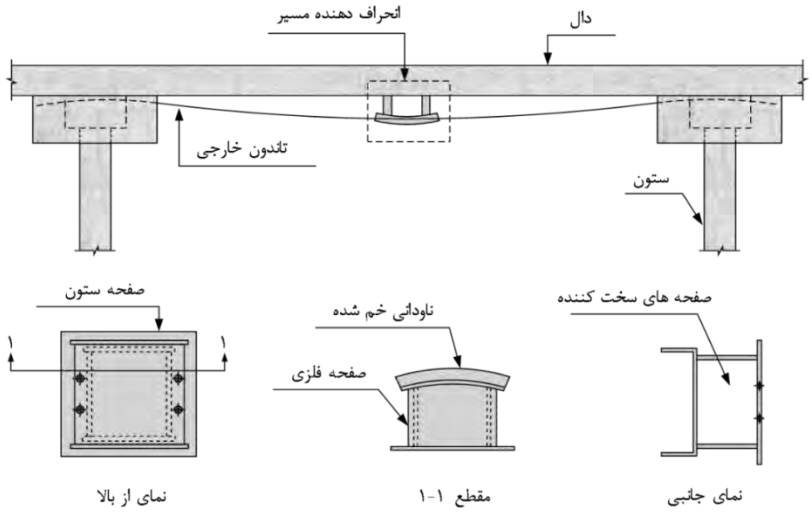
شکل ۱۴-۵۷- انحراف‌دهنده مسیر

جدول ۱۴-۳- حداقل شعاع انحراف‌دهنده مسیر

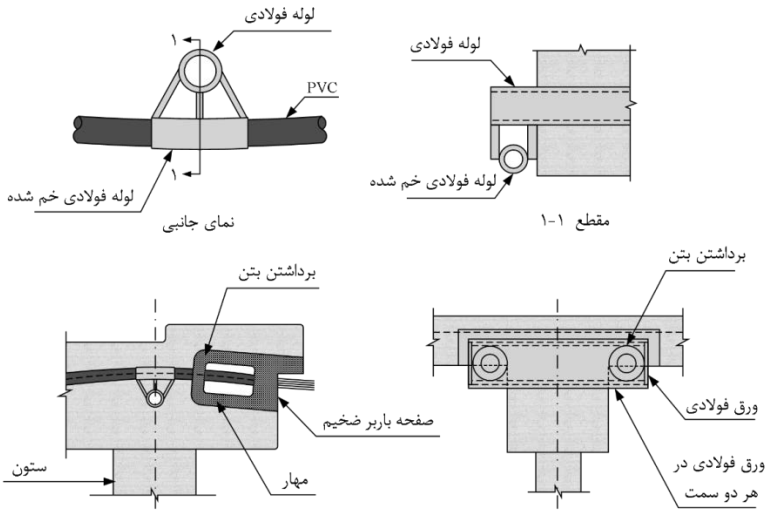
ردیف	سایز تاندون (x-y)	حداقل شعاع قوس (متر)
۱	تا سایزهای 5-19 یا 6-12	۲/۵
۲	تا سایزهای 5-31 یا 6-19	۳/۰
۳	تا سایزهای 5-55 یا 6-37	۴/۰

عدد x تقسیم بر ۱۰ در واحد اینچ قطر هر تاندون می‌باشد.
عدد y تعداد تاندون‌های مهارشده در هر گیره می‌باشد.

ت- برای آگاهی از نصب تاندون‌های خارجی در زیر دال در طول محور ستون‌ها و اجرای پروفیل آن‌ها به شکل ۱۴-۵۸ مراجعه شود. مشخصات مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی ذکر شده باشد. جزئیات بلوک‌های انتهایی اعمال نیرو و منحرف‌کننده مسیر تاندون‌ها در پیش‌تنیدگی خارجی در شکل ۱۴-۵۹ نشان داده شده است.



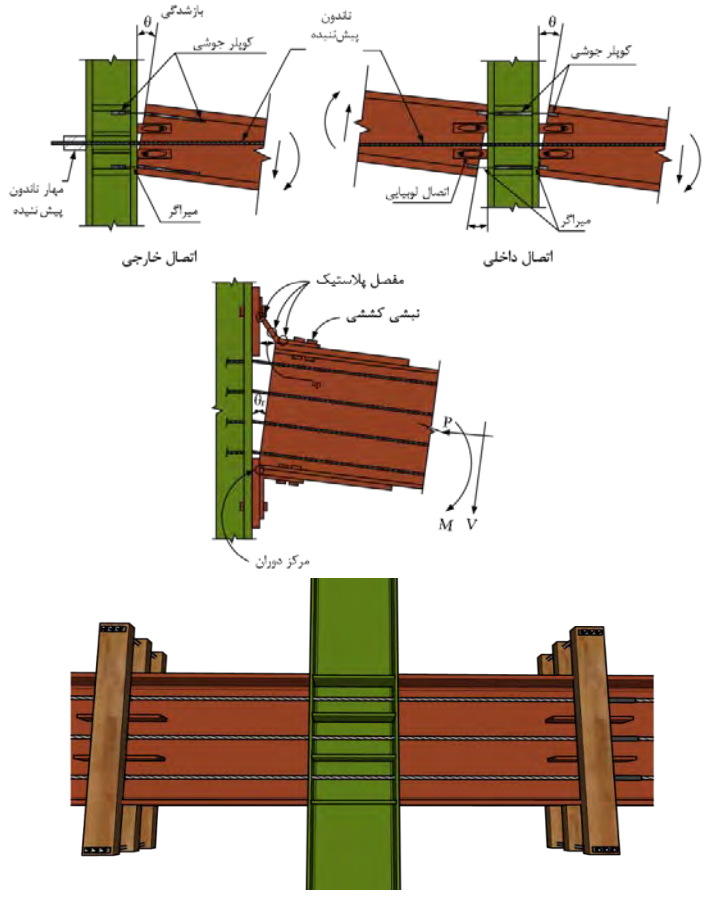
شکل ۱۴-۵۸- جزئیات پیش‌تنیدگی خارجی اعمالی



شکل ۱۴-۵۹- جزئیات بلوک انتهایی و منحرف‌کننده تاندون‌ها در روش پیش‌تنیدگی خارجی

۱۴-۴-۲- بهسازی اتصال فولادی تیر به ستون با پیش‌تنیدگی

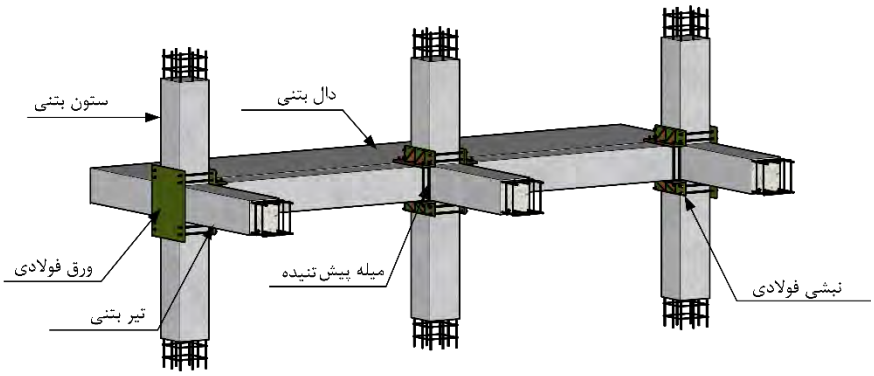
جزئیات بهسازی اتصال فولادی تیر به ستون با پیش‌تنیدگی در شکل ۱۴-۶۰ ارائه شده است. سایر جزئیات نظیر مشخصات فنی مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.



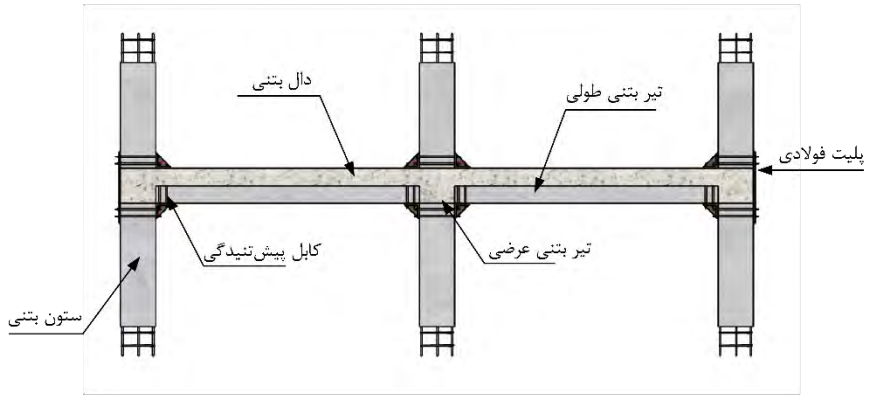
شکل ۱۴-۶۰- تقویت اتصال فولادی با پیش‌تنیدگی خارجی به‌وسیله تاندون کششی

۱۴-۴-۳- تقویت اتصال بتنی تیر به ستون با پیش‌تنیدگی

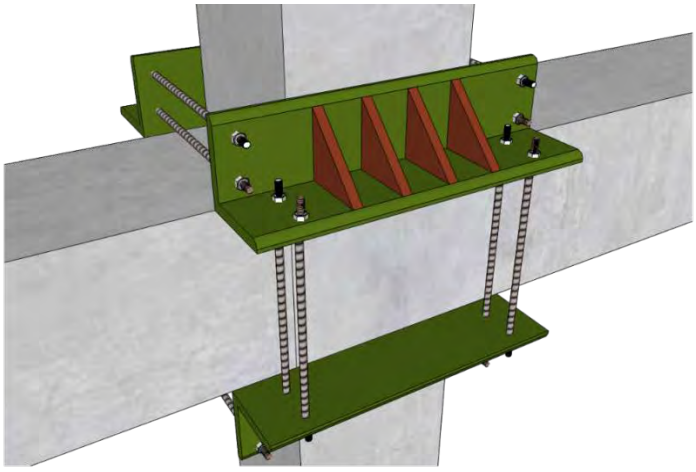
جزئیات مربوط به اتصال بتنی تیر به ستون با پیش‌تنیدگی در شکل ۱۴-۶۱ ارائه شده است. سایر جزئیات از جمله مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده باشد.



نمای سه بعدی



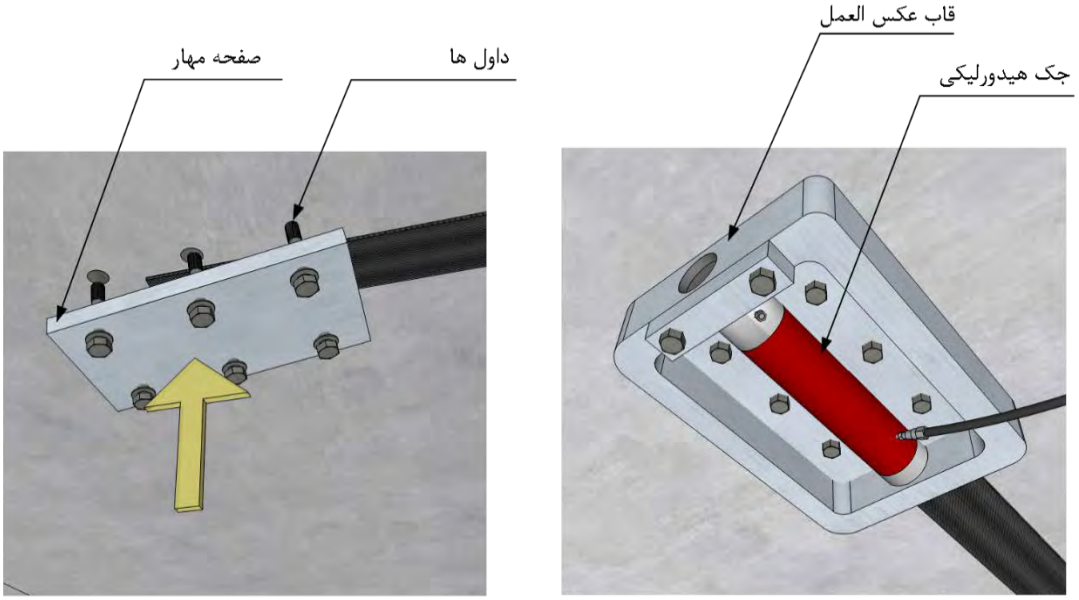
نمای روبرو



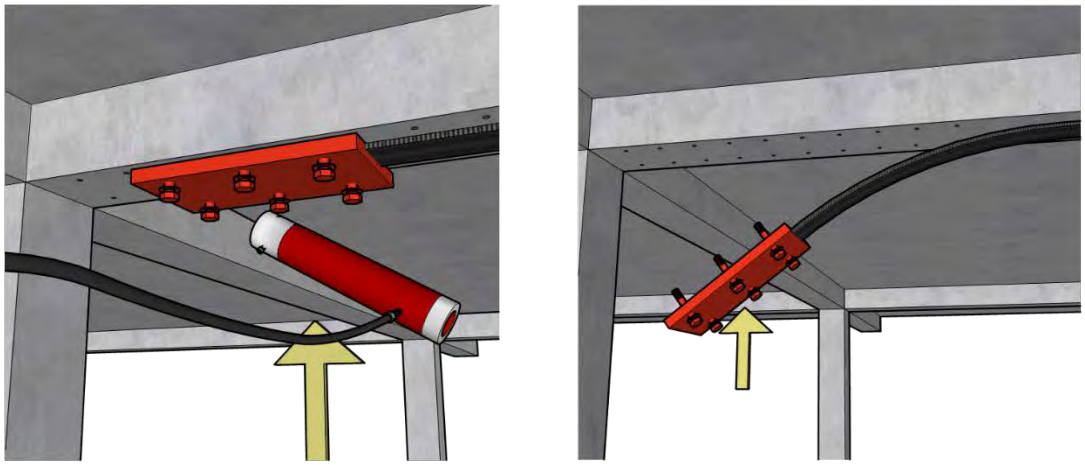
شکل ۱۴-۶۱- نمونه اجرایی تقویت اتصال بتنی با پیش‌تنیدگی خارجی

۱۴-۴-۴- اجرای پیش‌تنیدگی به‌وسیله نوارهای FRP

الف- در پیش‌تنیدگی با نوارهای FRP[1]، استفاده از CFRP[2] و GFRP[3] مجاز نمی‌باشد. در این روش اتصال نوار باید با یک مهار مکانیکی انجام شود. با استفاده از جک هیدرولیکی نیروی پیش‌تنیدگی باید اعمال گردد. جزئیات این روش در شکل ۱۴-۶۲ و شکل ۱۴-۶۳ ارائه شده است. سایر جزئیات از جمله مشخصات مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد. نیروی اعمالی در انتهای نوار، باید یک روز پس از نصب آزاد شود.

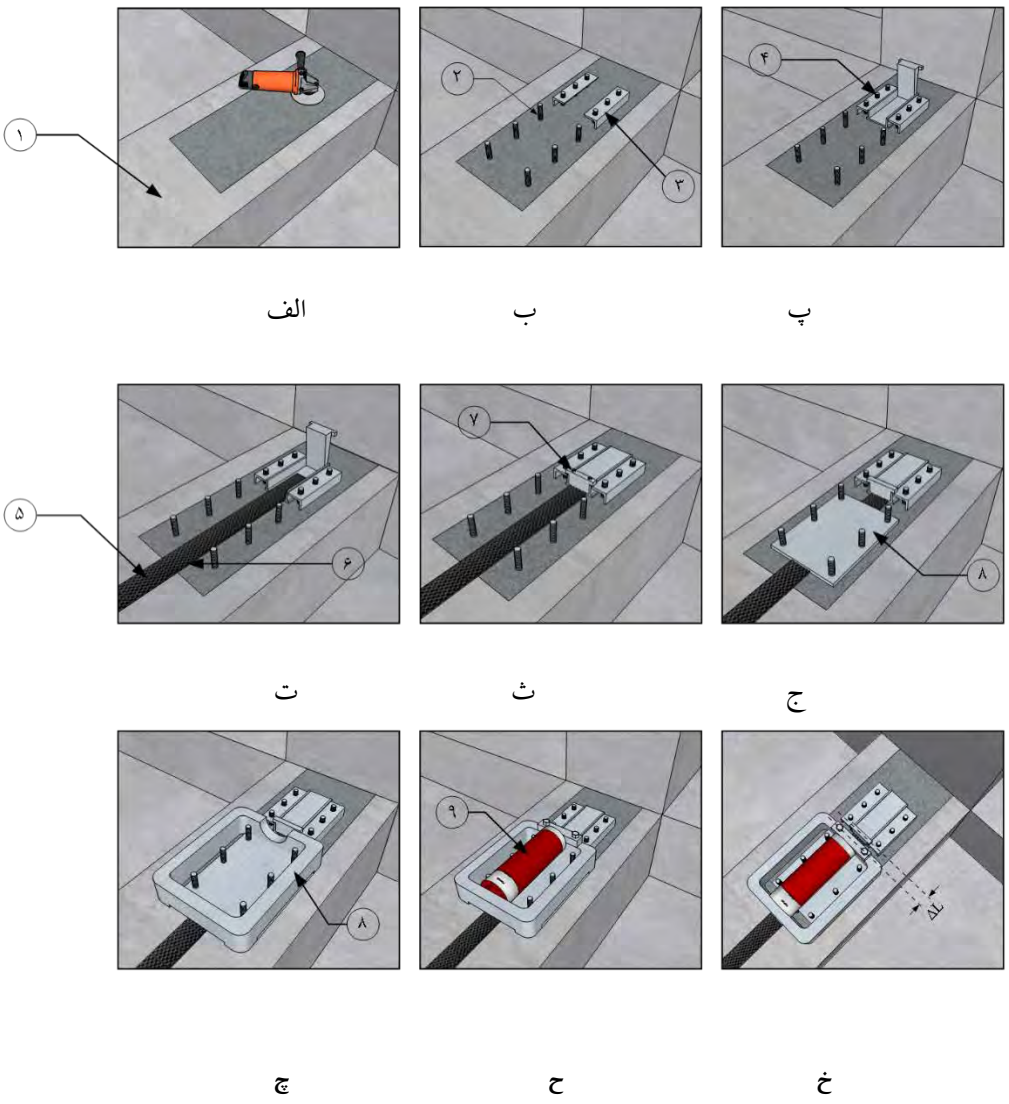


شکل ۱۴-۶۲- نصب جک جهت اعمال پیش‌تنیدگی



شکل ۱۴-۶۳- پیش‌تنیدگی بوسیله نوارهای FRP

1- Fiber Reinforced Polymer
2- Carbon Fiber Reinforced Polymer
3- Glass Fiber Reinforced Polymer



شکل ۱۴-۶۴- مراحل اصلی برای پیش‌تنیدگی نوارهای CFRP

ب- مراحل نصب نوارهای CFRP برای پیش‌تنیدگی باید مطابق با شکل ۱۴-۶۴ باشد. این روش باید شامل موارد زیر باشد:

ب-۱- آماده‌سازی و زبر کردن سطح به صورتی که فضای خالی به حداقل برسد (شکل ۱۴-۶۴ -الف).

ب-۲- ایجاد سوراخ‌های مربوط به پیچ‌های اتصال ورق و گیره بر روی عضو. مکان این سوراخ‌ها باید قبلاً بر روی عضو مطابق با شکل ۱۴-۶۴ -ب مشخص شده باشد.

ب-۳- نصب گیره در محل خود.

پ- برای اتصال نوارهای FRP به بتن پس از پیش‌تنیدگی، چسب اپوکسی باید آماده شده و نوار به چسب اپوکسی آغشته شود. برای جزئیات به شکل ۱۴-۶۴ -پ، ت و ث مراجعه شود.

ت- مهارهای فولادی، قاب آلومینیومی و جک هیدرولیکی در هر دو انتهای عضو باید قرار گیرد. برای جزئیات به شکل ۱۴-۶۴ -ج ، چ و ح مراجعه شود.

ث- عملیات کشش تا نیروی پیش‌تنیدگی (شکل ۱۴-۶۴ -خ).

ج- در صورتی که چسب قادر به تحمل نیروی پیش‌تنیدگی نباشد، بعد از عمل‌آوری چسب، سوراخ‌هایی باید از میان نوارهای FRP به درون تیر ایجاد شود و سپس بولت‌ها همراه با تزریق اپوکسی به داخل این سوراخ‌ها، فرو برده شوند. پس از عمل‌آوری چسب در اطراف این بولت‌ها، باید گیره فولادی دو انتهای نوار پیش‌تنیده برداشته و طول اضافی این نوار (خارج از صفحات ضخیم انتهایی) بریده شود.

۱۴-۵- ساختمان‌های فولادی

۱۴-۵-۱- الزامات عمومی

علاوه بر مطالب مندرج در این بخش، مشخصات فنی عمومی مندرج در فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) در مورد عملیات بهسازی نافذ بوده و باید ملاک عمل قرار گیرد، مگر مواردی که مشخصات فنی خاصی در این بخش معین شده باشد.

نقشه‌های اجرایی موردنیاز برای اجرای طرح بهسازی سازه‌های فولادی باید علاوه بر مشخصات کلی مندرج در ابتدای فصل شامل موارد زیر باشد:

الف- میزان آماده‌سازی سطوح برای دستیابی به وضعیت سطحی کلاس A یا B برای اتصالات پیچی پیش‌تنیده یا لغزش بحرانی و همچنین روش آماده‌سازی سطح قبل از اجرای جوشکاری

ب- تعیین رده الکترود مصرفی و جدول تطابق رده الکترود با مصالح موجود در سازه و توالی اجرای جوشکاری

پ- تعیین مشخصات پوشش موردنیاز برای حفاظت سطوح عناصر تقویت‌شده یا بدون پوشش در برابر عوامل محیطی

ت- تعیین مشخصات پوشش ضدحریق برای عناصر مختلف سازه‌ای در حیطه عملیات بهسازی و همچنین پوشش‌های ضدحریق آسیب‌دیده در اثر عملیات بهسازی

۱۴-۵-۱-۱- شناسایی مصالح و جزئیات اجزا و اعضا

الف- به‌منظور شناسایی مصالح فولادی در ساختمان مورد تقویت، اطلاعات حاصل از آزمایش‌های تعریف‌شده در فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) ضروری است. درهرصورت نوع آزمایش‌ها در صورت نیاز باید توسط مشاور در مشخصات فنی تعیین گردد.

ب- محل و نوع بازرسی‌های غیرمخرب با درنظرگرفتن نوع جوش و حساسیت قطعه اتصالی باید توسط مشاور از پیش تعیین شود. جوش‌های اجرا شده باید با انجام بازرسی‌های چشمی (VT[۱])، نفوذ رنگ (PT[۲]) و ذرات مغناطیسی (MT[۳]) برای جوش‌های گوشه و همچنین آزمایش فراصوت (UT[۴]) یا پرتونگاری (RT[۵]) برای جوش‌های نفوذی، بر اساس مندرجات فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) مورد ارزیابی قرار گیرند.

پ- در صورت لزوم استفاده از اتصال پیش‌تنیده یا اصطکاکی (لغزش بحرانی)، باید مشخصات پیچ و مهره مورداستفاده در ساختمان از نظر ابعادی و مکانیکی با ضوابط مندرج در فصل هفتم ضابطه انطباق داشته باشد.

1- Visual Test
2- Paint Test
3- Magnetic Test
4- Ultrasonic Test
5- Radiography Test

به‌منظور اطمینان از مشخصات مکانیکی، انجام آزمایش‌های مخرب مربوط به استحکام کششی و سختی‌سنجی الزامی است.

ت- جهت انجام آزمایش مخرب بر روی عناصر سازه‌ای باید تمهیداتی برای جلوگیری از ناپایداری و تخریب سازه در نظر گرفته شود. پس از انجام نمونه‌برداری یا برش‌کاری، لازم است قطعه آسیب‌دیده به نحو مناسبی ترمیم شود.

ث- در صورت بروز خوردگی در عناصر سازه، میزان زوال و کاهش ضخامت باید بر اساس اندازه‌گیری دقیق تعیین شود. اندازه‌گیری دقیق باید پس از برداشت بخش‌های زنگ‌زده و خورده‌شده و تمیز کردن سطح با فرچه سیمی، در مقطع آسیب‌دیده از سطح فلز انجام شده و با ابعاد اولیه آن قبل از رخداد خوردگی مقایسه شود تا میزان خوردگی به طور دقیق مشخص گردد.

ج- به منظور شناسایی عناصر بتنی و آرماتورهای به کاررفته در ساختمان فولادی نظیر دال و پی به فصل ششم (بتن و اجرای سازه‌های بتنی) مراجعه شود.

۱۴-۵-۱-۲- برش حرارتی اعضای موجود

الف- در مواردی لازم است در طرح بهسازی، برخی از اعضا مورد برش‌کاری حرارتی قرار گرفته یا برخی از اعضا حذف شوند. در برش‌کاری رعایت الزامات بند M2.2 از AISC 360-16 و AWS D1.1/D1.1M و فصل هفتم این ضابطه (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) الزامی است. قبل از برش حرارتی برای زبانه نمودن تیرها و سوراخ دسترسی جوش در مقاطع گرم نورد شده با بال به ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر و مقاطع تیرورق یا ستون ساخته شده از ورق با ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر پیش‌گرمایش با دمای حداقل ۶۵ درجه سانتی‌گراد باید انجام شود.

ب- در صورتی که در اثر برش‌کاری حرارتی سطح مقطع عضوی کاهش پیدا کند، اثرات آن روی استحکام سازه باید توسط مشاور به دقت بازبینی شود. اگر برش حرارتی بر روی عضوی که تحت بار است صورت گیرد، باید مقاومت مقطع کاهش‌یافته قبل از برش ارزیابی شود.

۱۴-۵-۱-۳- ایجاد تغییر شکل در اجزا

الف- به کار بردن روش‌های گرم کردن موضعی و یا اعمال تغییرشکل مکانیکی برای ایجاد انحنا و یا از بین بردن آن (صاف کردن) در صورتی مجاز است که دمای مواضع گرم‌شده از ۵۶۵ درجه سلسیوس برای فولادهای پرمقاومت و ۶۵۰ درجه سلسیوس برای فولادهای نرمه معمولی، تجاوز ننماید. به هر حال هرگاه آهن‌آلات اسکلت فولادی ساختمان‌ها نیاز به صاف کردن و ترمیم داشته باشند، انجام این عملیات هنگامی مجاز خواهد بود که انحرافات مقدار آن‌ها از رواداری‌های مجاز مندرج در فصل هفتم این ضابطه تجاوز ننماید.

ب- اگر افزایش درجه حرارت منجر به کاهش قابل‌ملاحظه مقاومت تسلیم، مقاومت نهایی و مدول الاستیسیته فولاد شود و احتمال عدم کفایت اعضا تحت بارهای سرویس وجود داشته باشد، جزئیات اجرایی این روش حتماً باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده باشد.

۱۴-۵-۱-۴- تنظیم خیز در ساختمان موجود

باربرداری یا کاهش خیز و یا ایجاد خیز منفی باید به نحوی باشد که خیز ایجادشده، تنش‌های پیش‌بینی‌نشده تولید نکند و آسیبی به اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای وارد ننماید. روش و میزان ایجاد پیش‌خیز باید توسط مشاور تعیین‌شده و قبل از اجرا به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۱۴-۵-۱-۵- سوراخ‌کاری اعضای موجود

اگر در عملیات بهسازی، نیاز به ایجاد اتصال پیچی باشد باید اثری که سوراخ‌ها بر کاهش مقاومت عضو در تحمل بارهای حین اجرا خواهد گذاشت، لحاظ شود.

۱۴-۵-۱-۶- مخاطرات حریق

باید تدابیر لازم در صورت رخداد حریق در هنگام عملیات در نظر گرفته شده باشد.

۱۴-۵-۱-۷- رواداری‌های اجرایی

الف- رعایت رواداری‌های مندرج در فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) الزامی است، مگر آنکه رواداری‌های متفاوتی توسط مشاور اعلام شده باشد.

ب- در صورتی که رواداری‌ها غیرقابل‌پذیرش شناخته شوند، ارائه طرح اصلاحی به‌منظور رفع معایب موجود و یا ایجادشده در اثر عملیات اجرایی شامل پیچیدگی، اعوجاج، تابیدگی، انحنا، کج‌شدگی، افتادگی، ناشاقولی و ... تا رسیدن به رواداری مجاز مندرج در فصل هفتم این ضابطه یا مقادیر تعیین‌شده توسط مشاور الزامی می‌باشد.

۱۴-۵-۲- الزامات مربوط به بهسازی لرزه‌ای تیرها

۱۴-۵-۲-۱- الزامات کلی

الف- شناسایی ترکیب عناصر فولاد پایه به‌منظور تدوین روش جوش‌کاری مناسب باید پیش از آغاز عملیات اجرایی انجام پذیرد.

ب- عملیات باربرداری موقت باید با تعبیه شمع و پایه اطمینان در زیر تیر یا دال عمود بر تیر مورد تقویت صورت گیرد. اجرای این شمع‌ها باید در تعداد کافی و در موقعیت‌های مناسب پیش‌بینی گردد.

پ- در صورت نیاز تیرهای تحمل‌کننده بارهای شمع‌بندی در طبقات پایین باید به دلیل تغییر مسیر و افزایش سهم بارگیری بررسی و مورد تقویت احتمالی قرار گیرند.

ت- سطح فلز پایه با درنظرگرفتن کلاس آماده‌سازی سطوح، مندرج در فصل هفتم این ضابطه (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) باید برای انجام عملیات تقویت و جوشکاری پیش‌بینی شود.

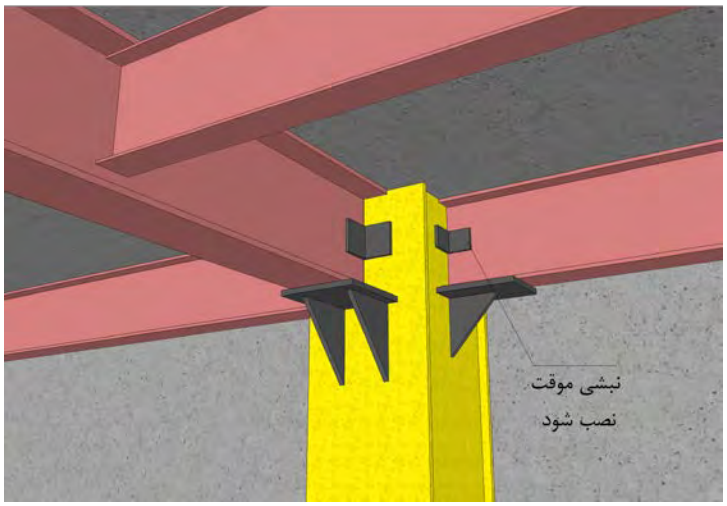
ث- انجام عملیات تقویت باید با رعایت دستورکار روند مشخص و مدوّن جوش‌کاری (WPS) مورد تأیید دستگاه نظارت انجام شود.

ج- جوش‌کاری ورق‌های جدید به تیر باید با رعایت توالی مناسب و دستورکار روند مشخص جوش‌کاری (WPS) انجام پذیرد تا از ایجاد تغییرشکل‌های ناخواسته در تیر جلوگیری به عمل آید.

۱۴-۵-۲-۲- افزودن تیرهای جدید

در صورتی که تیرهای اصلی جدید به‌منظور افزودن یا ایجاد بخشی از سیستم باربر جانبی یا ثقلی جدید به سازه در دهانه‌های مشخصی از ساختمان موجود به کار رود، این تیرها باید اتصال مناسب به کل سیستم باربر ستون‌های اطراف خود داشته باشند و همچنین باید به نحو مناسبی با دیافراگم کف درگیر شوند تا از باربری آن‌ها اطمینان حاصل شود.

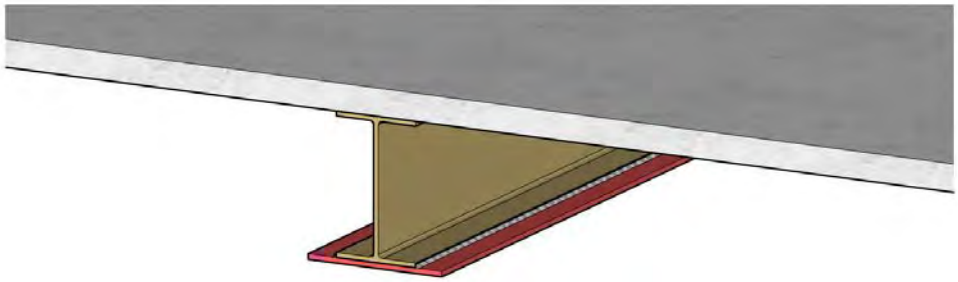
در صورتی‌که تیرهای فرعی جدید برای تغییر مسیر بار، کاهش بار و یا باربرداری از تیرهای موجود یا تیرهای اصلی جدید به سازه اضافه شود، باید با تدابیر لازم از به بار افتادن آن‌ها تحت بارهای بهره‌برداری مطمئن شد. در شکل ۱۴-۶۵ تصاویری از افزودن تیر به سازه موجود نشان داده شده است.



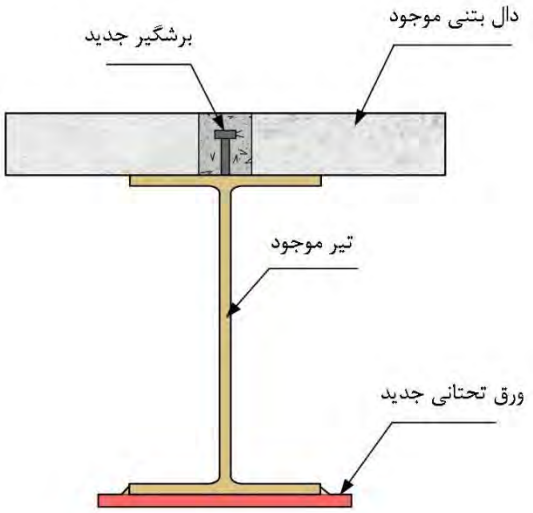
شکل ۱۴-۶۵- افزودن تیرهای جدید به سازه موجود

۱۴-۵-۲-۳- تقویت تیر با افزودن ورق

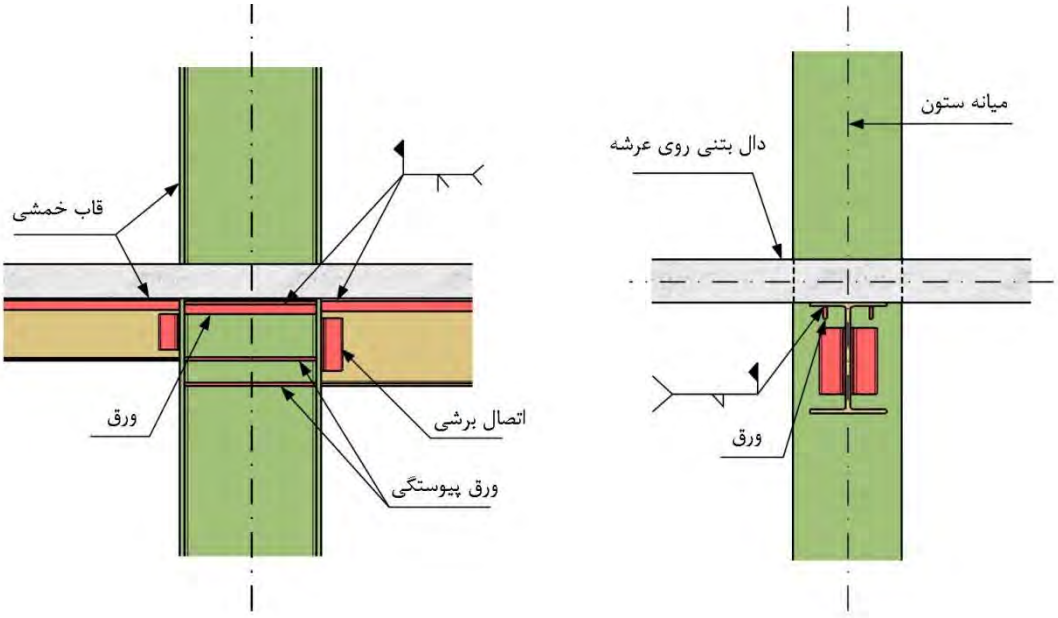
جزئیات تقویت تیر با افزودن ورق در شکل ۱۴-۶۶ تا شکل ۱۴-۷۲ ارائه شده است. سایر جزئیات از جمله مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.



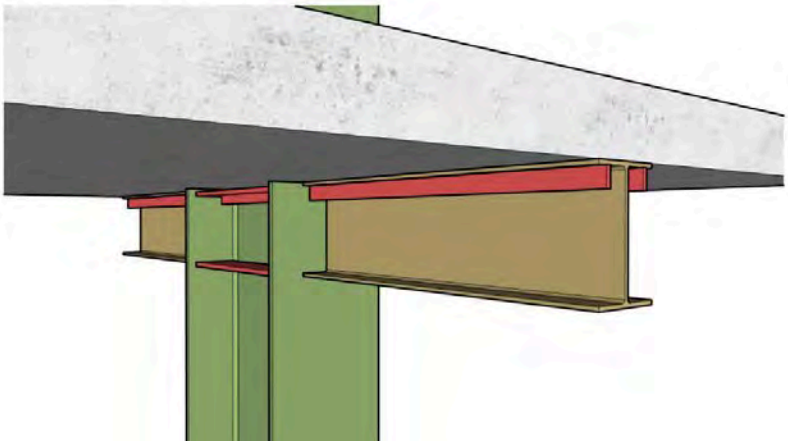
شکل ۱۴-۶۶- افزودن ورق تقویت بال تحتانی تیر با جوش گوشه به تیر موجود



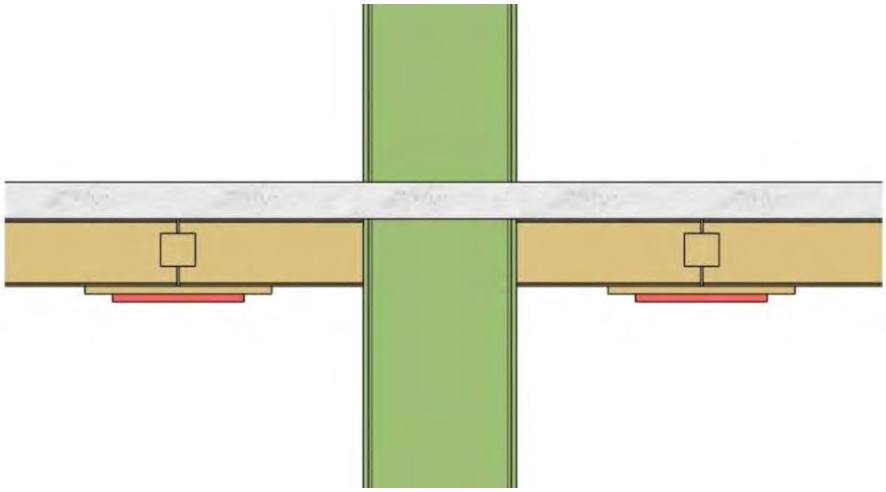
شکل ۱۴-۶۷- افزودن ورق تقویت بال تحتانی تیر و برقرار نمودن عملکرد مرکب



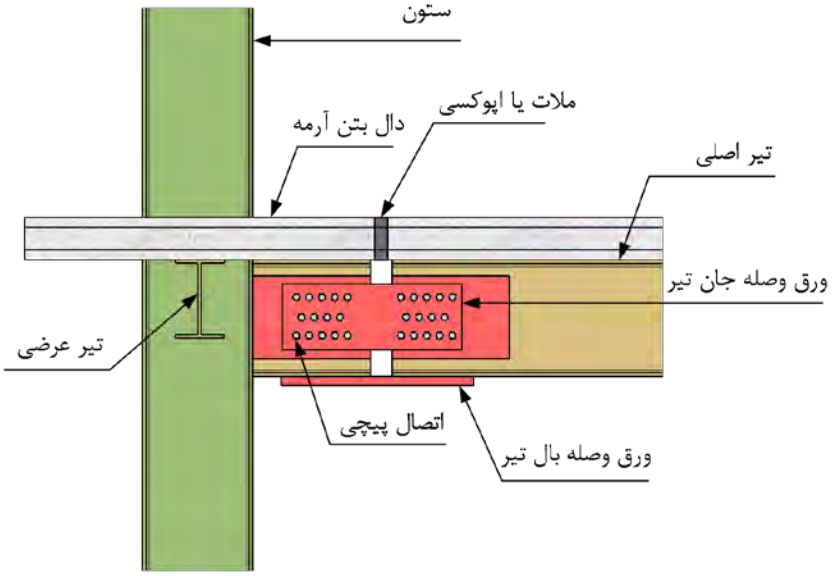
شکل ۱۴-۶۸- افزودن ورق تقویت بال فوقانی تیر با استقرار ورق تقویت به صورت ایستاده



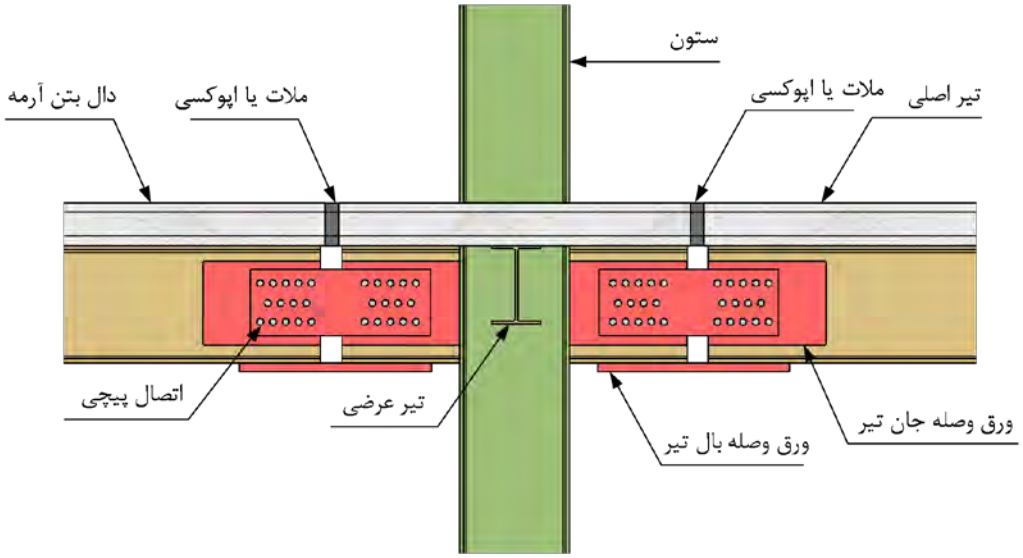
شکل ۱۴-۶۹- افزودن ورق تقویت بال فوقانی تیر با استقرار ورق تقویت به صورت ایستاده



شکل ۱۴-۷۰- تقویت ورق اتصال تحتانی تیر



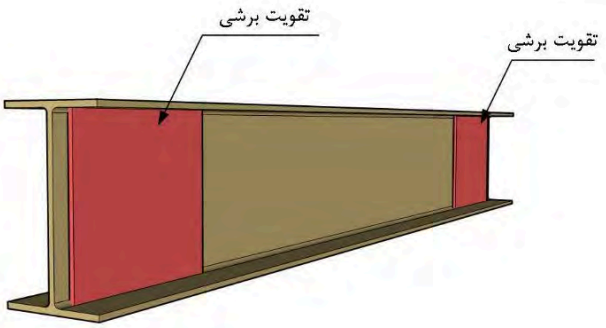
شکل ۱۴-۷۱- آزاد نمودن امکان دوران تیر در نزدیکی محل اتصال به ستون



شکل ۱۴-۷۲- آزاد نمودن امکان دوران تیر در نزدیکی محل اتصال به ستون

۱۴-۵-۲-۴- تقویت تیر با افزودن ورق تقویت در صفحه جان

ورق‌های تقویت برشی جان تیر باید به صورت موازی با جان تیر یا به صورت سخت‌کننده‌های قائم در فواصل مشخصی از یکدیگر در ارتفاع جان قرار گیرد. جوش‌کاری ورق‌های اتصالی تقویتی به ورق جان مقطع فولادی باید با جوش گوشه در محل پروژه و دور تا دور قطعه اتصالی تقویتی اجرا شود. جزئیات در شکل ۱۴-۷۳ و شکل ۱۴-۷۴ ارائه شده است. سایر جزئیات از جمله مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

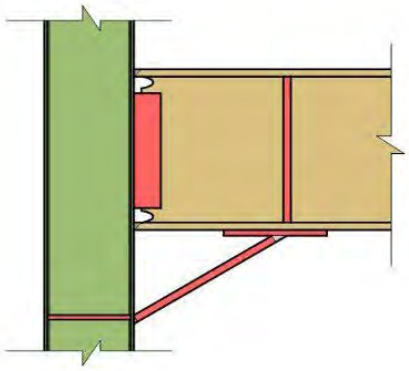


شکل ۱۴-۷۳- ورق تقویتی به موازات جان تیر

شکل ۱۴-۷۴- ورق سخت‌کننده عمود بر صفحه جان تیر

۱۴-۵-۲-۵- تقویت تیر با تعبیه ماهیچه در انتهای آن

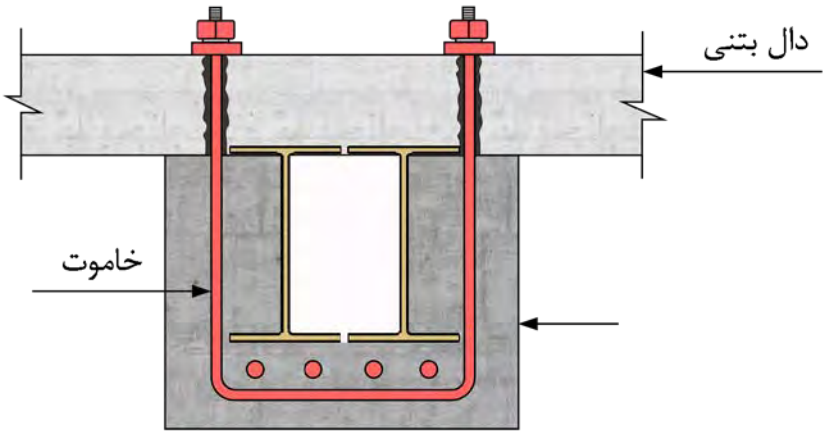
ساخت ماهیچه با شکل‌بُری از مقاطع I و یا با استفاده از تیرورق مجاز است. الزامی است بال ماهیچه با جوش نفوذی به بال تیر و ستون جوش شود؛ ولی جان ماهیچه با جوش گوشه به بال اتصال یابد. در محل تقاطع تیر و بال ماهیچه، سخت‌کننده‌های جان باید در دو طرف جان تیر پیش‌بینی شده باشد. داخل ستون باید از ورق‌های پیوستگی در امتداد بال ماهیچه مطابق با شکل ۱۴-۷۵ استفاده شود. در ستون‌های قوطی‌شکل که امکان تعبیه ورق پیوستگی داخل ستون وجود ندارد، استفاده از ورق‌های پیوستگی خارجی در پیرامون مقطع ستون یا ورق کنارگذر[1] مجاز می‌باشد.



شکل ۱۴-۷۵- افزودن ماهیچه به انتهای تیر

۱۴-۵-۲-۶- ایجاد تیر مرکب فولادی ـ بتنی

در این روش، اتصال ژاکت بتنی به ستون و دال باید به نحو مطلوبی برقرار شود و همچنین طول مهاری آرماتورها تأمین شود (شکل ۱۴-۷۶). در صورت نیاز و یا درج در نقشه‌های اجرایی، تعبیه برشگیر در جداره تیرهای فولادی الزامی است. مشخصات مصالح مصرفی باید توسط مشاور بیان شود.



شکل ۱۴-۷۶- ایجاد ژاکت بتنی روی تیر فولادی

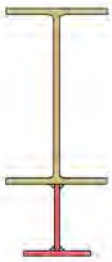
1- Side Plate

۱۴-۵-۲-۷- تقویت تیر فولادی با الیاف پلیمر کامپوزیت (FRP)

برای جلوگیری از خوردگی گالوانیک الیاف کربن لازم است از الیاف شیشه GFRP بین لایه CFRP و سطح فولادی استفاده شود تا به‌عنوان عایق عمل نماید. در اعضای فولادی تقویت‌شده با الیاف پلیمر کامپوزیت FRP، اتصال مناسب بین FRP و فولاد نیازمند آماده‌سازی سطح فولادی است و سطح فولاد باید عاری از هر گونه پوشش مشتمل بر ضدزنگ، رنگ، زنگ‌زدگی و چربی باشد.

۱۴-۵-۲-۸- تقویت تیر با افزودن پروفیل

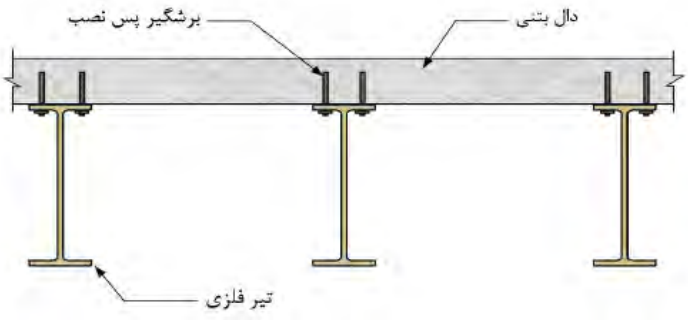
افزودن پروفیل یا مقاطع ساخته شده از ورق به تیر موجود در مواردی که محدودیت ارتفاعی در طبقات وجود ندارد، استفاده بیشتری دارد و نسبت به تقویت با تسمه یا ورق مؤثرتر است. برای اتصال پروفیل جدید به تیر موجود، طول موردنیاز پروفیل جدید باید از قبل آماده‌سازی شده باشد تا در هنگام نصب از جوشکاری نفوذی یا تعبیه وصله در ارتفاع جلوگیری شود (شکل ۱۴-۷۷).



شکل ۱۴-۷۷- افزودن تیرورق به تیر موجود

۱۴-۵-۲-۹- تقویت تیر با نصب برشگیرهای پس نصب

از روش‌های ایجاد یا بهبود عملکرد مرکب بین تیر فولادی و دال بتنی، استفاده از برشگیرهای پس‌نصب[1] می‌باشد. استفاده از برشگیرهای پس‌نصب به دلیل نصب از زیر دال و عدم تخریب بتن، از نظر اجرایی و اقتصادی گزینه مناسبی است. برشگیرهای پس‌نصب باید قبل از استفاده مورد آزمایش قرار گرفته باشد(شکل ۱۴-۷۸).



شکل ۱۴-۷۸- برشگیر پس‌نصب

1- Post-Installed Shear Stud

۱۴-۵-۳- ستون

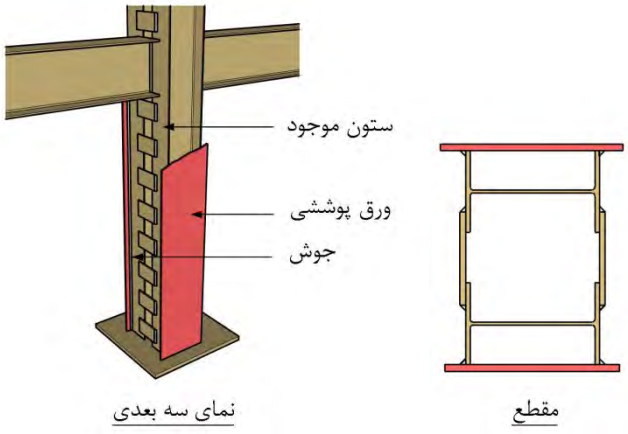
۱۴-۵-۳-۱- افزودن ستون‌های فولادی جدید

ستون‌های جدید به‌طور عمده با هدف کاهش سهم بارهای ثقلی از روی سایر ستون‌ها یا ایجاد بخشی از سیستم باربر جانبی به سازه با هر اسکلتی (سازه فولادی، بتنی، بنایی و...) اضافه می‌شوند. برای این کار به کمک پایه‌هایی که در محل ستون ضعیف نصب می‌شود، باربرداری انجام شده و پس از نصب ستون‌های جدید، جک‌ها به ترتیب حذف می‌شوند. معیارهای باربرداری می‌بایست توسط مشاور پروژه به اطلاع مجری طرح برسد.

۱۴-۵-۳-۲- تقویت ستون فولادی با ورق، تسمه و یا پروفیل فولادی

الف- ورق یا تسمه‌هایی که برای تقویت ستون موجود مورداستفاده قرار می‌گیرند، باید از طریق جوش نفوذی کامل و یا جوش نفوذی (شیاری)، جوش نیمه‌نفوذی، جوش گوشه یا پیچ به بال‌های ستون اتصال یابند. جزئیات در شکل ۱۴-۷۹ ارائه شده است.

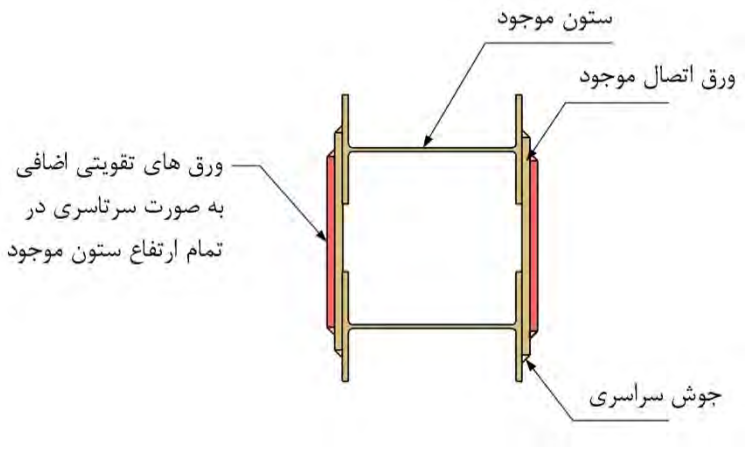
ب- باید از جوشکاری بیش از حد در ناحیه اتصال تیر به ستون درصورتی‌که سبب ایجاد تنش‌های پسماند نامطلوب در موضع اتصال شود، جلوگیری به‌عمل آید.



شکل ۱۴-۷۹- ایجاد مقطع قوطی با ورق تقویتی

پ- اتصال تسمه یا ورق تقویتی به صورت ورق پوششی به بال ستون مجاز است.

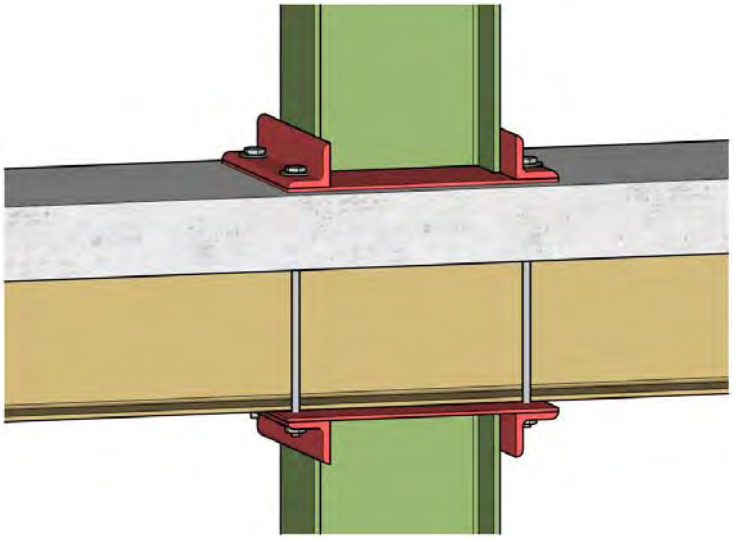
ت- در ستون‌های مرکب اتصال ورق تقویتی در سراسر ارتفاع ستون به ورق‌های تقویتی موجود مجاز است. در این حالت عرض ورق تقویتی باید از هر طرف حداقل ۲ سانتی‌متر از عرض ورق موجود کمتر باشد تا جوشکاری انجام شود. جزئیات در شکل ۱۴-۸۰ ارائه شده است.



شکل ۱۴-۸۰- تعبیه ورق تقویتی در سراسر ارتفاع ستون

ث- در ستون‌های دوبل که با بست به یکدیگر متصل شده‌اند، در صورت استفاده از ورق تقویتی، لبه ورق تقویت باید به لبه ورق بست موجود جوش شود.

ج- در برخی مواقع که پیوستگی ستون در تراز طبقات برقرار نباشد و امکان برقراری ارتباط ستون طبقه بالا و پایین با ورق‌های سخت‌کننده و تقویتی دشوار باشد و یا امکان‌پذیر نباشد، استفاده از اتصال پیوستگی خارجی ستون مجاز است. در این روش باید با تعبیه نبشی و پیچ‌های بلند، دو بخش ستون به یکدیگر ارتباط داده شوند. جزئیات کلی در شکل ۱۴-۸۱ ارائه شده است.



شکل ۱۴-۸۱- ایجاد پیوستگی بین ستون‌های منقطع در طبقات

۱۴-۵-۳-۳- تقویت ستون فولادی با بتن (و آرماتور)

الف- در تقویت ستون فولادی با بتن باید قبل از اجرا، سطح فولاد کاملاً تمیز و زنگ‌زدایی شده و آماده‌سازی گردد و در صورت درج در نقشه‌های طرح، ادوات اتصال برشی از قبل روی آن تعبیه شود.

ب- در صورت نیاز به ژاکت بتنی ما بین طبقات باید تمهیدات لازم در خصوص امتداد میلگرد و بتن جدید لحاظ شود.

پ- در صورتی که ستون فولادی دچار خوردگی شدید شده باشد، باید از ژاکت بتنی استفاده گردد.

۱۴-۵-۳-۴- پر نمودن ستون فولادی با بتن

بتن مصرفی باید دارای روانی بالا باشد و می‌بایست از بتن خودتراکم استفاده گردد. بتن‌ریزی باید از طریق تزریق بتن از مقطع تحتانی ستون به داخل ستون انجام شود. همچنین با تعبیه سوراخ‌های هواگیری با قطر کوچک‌تر از قطر کوچک‌ترین سنگدانه شن به‌کاررفته در بتن، باید از پر شدن تمامی فضای ستون با بتن اطمینان حاصل شود. در ستون‌های قوطی ساخته‌شده از ورق، باید جوش اتصال ورق‌ها، سرتاسری و دارای مقاومت کافی باشد تا در اثر فشار بتن، ستون دچار خرابی نشود. در ستون‌های دوبل پا باز تعبیه درپوش در محل بازشوها الزامی است.

۱۴-۵-۳-۵- تقویت ستون فولادی با الیاف پلیمر کامپوزیت (FRP)

قبل از اجرای FRP بر روی عنصر فولادی باید سطح فولاد آماده‌سازی شود، قسمت‌های تیز، برنده و پستی و بلندی‌های احتمالی ناشی از جوشکاری کاملاً به حالت مسطح درآید و کنج‌های تیز با شعاع انحنای مطلوب به‌صورت گرد تبدیل گردد.

۱۴-۵-۴- دیوار برشی

۱۴-۵-۴-۱- دیوار برشی بتن‌آرمه

الف- در اجرای دیوارهای برشی موارد مندرج در فصل ششم این ضابطه (بتن و اجرای سازه‌های بتنی) باید ملاک قرار گیرد و علاوه بر آن موارد مندرج در این بند نیز ملاک عمل می‌باشد. به‌منظور اجرای دیوار برشی بتن‌آرمه در اسکلت فولادی، اتصال آن به ستون‌ها، تیرهای اطراف و دیافراگم کف حائز اهمیت می‌باشد. همچنین در صورتی که دیوار در مجاورت ساختمان موجود اجرا می‌شود، تأمین قالب بتن در مجاورت ساختمان کناری و رعایت درز انقطاع و عدم آسیب به دیوار بنایی ساختمان‌های مجاور باید موردتوجه قرار گیرد. آماده‌سازی سطوح فولادی، رنگ‌زدایی و همچنین اضافه‌کردن برشگیرها به مقاطع فولادی می‌بایست قبل از شروع عملیات آرماتوربندی صورت پذیرد.

ب- اجرای دیوارهای برشی بتنی به‌صورت پیوسته و یا به‌صورت منقطع و مابین قاب‌ها مجاز است. در حالت پیوسته دیوار برشی باید تیر و ستون را در برگیرد، و در حالت منقطع دیوار برشی مابین تیر و ستون قرار می‌گیرد. جزئیات کامل باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شود.

پ- استفاده از نبشی و یا ناودانی به‌عنوان اتصال برشی بین ستون فلزی و دیوار بتنی مجاز است. به‌منظور اجرای دیوار، دو گزینه شاتکریت و بتن‌ریزی مجاز است.

ت- در انتهای دیوار به دلیل وجود ستون‌های فولادی و حجم قابل‌توجه میلگرد باید به‌جای استفاده از وصله‌های پوششی از کوپلرهای مکانیکی یا وصله جوشی در دیوارها و اعضای مرزی استفاده گردد. جزئیات آن‌ها باید در نقشه‌های مشخصات فنی ارائه شود.

ث- در ساختمان موجود، صفحات لبه‌ای اتصال باید در لبه دیوار به تیرها و ستون‌ها جوش شوند. سپس پانل‌های فولادی بزرگ به این صفحات لبه‌ای اتصال جوشی و یا پیچی گردند. اتصال وصله‌های پانل در محل، به‌صورت پیچ یا جوش مجاز است.

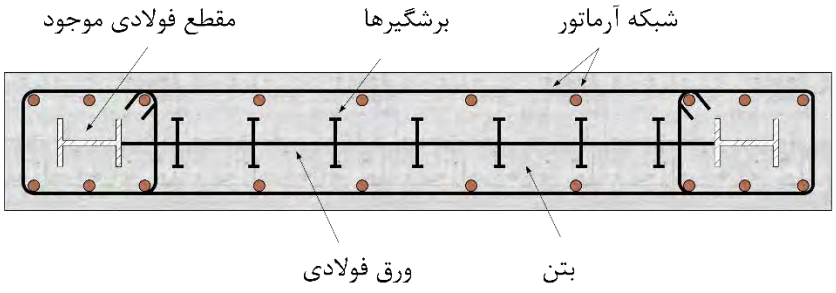
۱۴-۵-۴-۲- دیوار برشی مرکب

الف- اجرای دیوارهای برشی مرکب در سه نوع دیوار برشی بتن مسلح با المان مرزی فولادی، دیوار برشی بتن مسلح با هسته فولادی (SPRC[1]) دیوار برشی فولادی پر شده با بتن (CFSP[2]) مجاز است.

ب- در دیوارهای برشی با المان مرزی فولادی، ستون‌های فولادی باید یا داخل دیوار برشی مسلح مدفون و یا از یک یا دو وجه با دیوار برشی بتن‌آرمه درگیر شوند. مقطع فولادی ابتدا باید آماده‌سازی و بر روی آن‌ها برشگیرها نصب شوند و سپس قالب‌بندی شده و نهایتاً بتن‌ریزی انجام پذیرد.

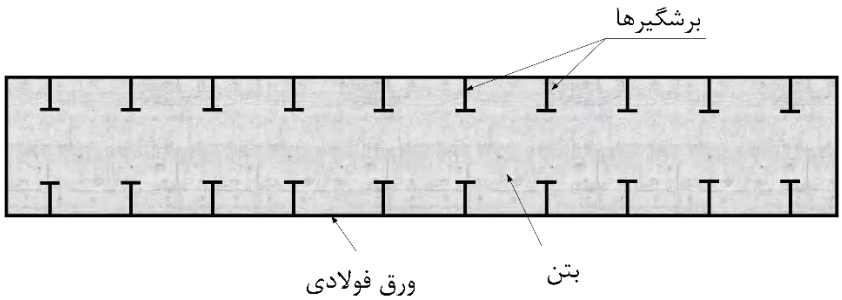
پ- در دیوارهای برشی بتن مسلح با هسته فولادی پس از آماده‌سازی مقطع ستون‌ها و اضافه‌کردن برشگیرها بر روی مقطع ستون‌ها، باید بین دو مقطع ستون‌های فولادی موجود، ورق‌های فولادی مجهز به برشگیرها اضافه شود و پس از آرماتوربندی و قالب‌بندی، عملیات بتن‌ریزی صورت پذیرد. جزئیات کلی در شکل ۱۴-۸۲ نمایش داده شده است. سایر جزئیات شامل مشخصات مصالح مصرفی و اندازه‌ها باید در نقشه‌های اجرایی آورده شود.

ت- در دیوارهای برشی فولادی پرشده با بتن، پوسته خارجی دیوار باید فولادی باشد و بتن میانی لزوماً نباید مسلح باشد و مابین دو دیوار فولادی باید با بتن پرشود. جزئیات کلی در شکل ۱۴-۸۳ نمایش داده شده است. سایر جزئیات شامل مشخصات مصالح مصرفی و اندازه‌ها باید در نقشه‌های اجرایی آورده شود.



شکل ۱۴-۸۲- دیوار برشی با سیستم SPRC

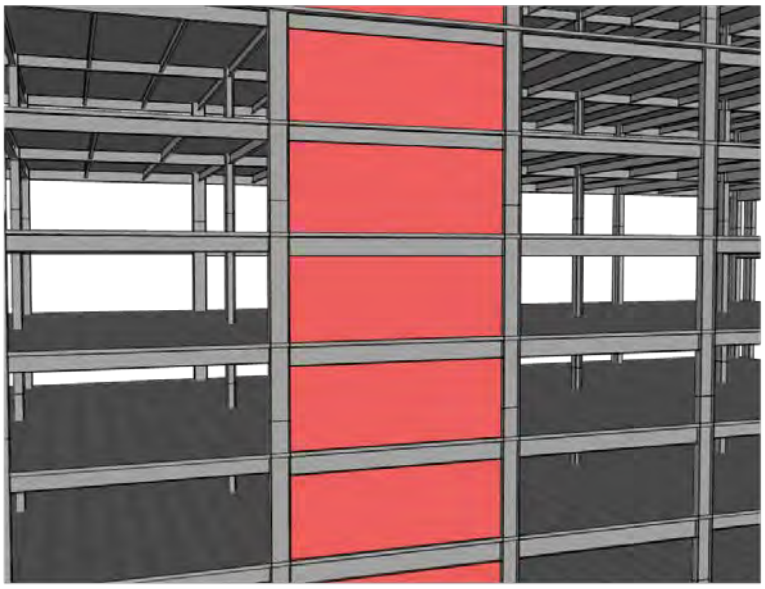
1- Steel Plate Reinforced Concrete
2- Concrete-Filled Steel Plate



شکل ۱۴-۸۳- دیوار برشی با سیستم CFSP

۱۴-۵-۴-۳- دیوار برشی فولادی

دیوارهای برشی فولادی در مقایسه با سایر دیوارهای برشی، علاوه بر سبک‌تر بودن دیوار، فضای کمتری را نیز اشغال می‌کنند. دیوار برشی فولادی به ویژه در ساختمان‌های بلند که هزینه انتقال تجهیزات قالب‌بندی و پمپ‌کردن بتن به محل قابل‌توجه است، می‌تواند جایگزین دیوار برشی بتنی گردد (شکل ۱۴-۸۴).



شکل ۱۴-۸۴- دیوار برشی فولادی

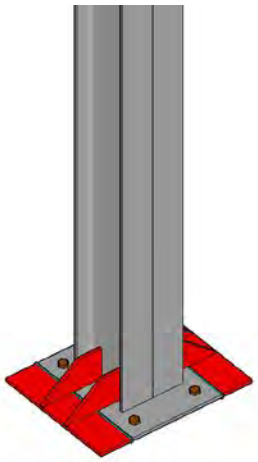
۱۴-۵-۵- اتصالات

۱۴-۵-۵-۱- صفحه پای ستون

الف- صفحه پای ستون باید با افزودن میل‌مهار و یا کلید برشی و یا افزایش ابعاد صفحه و تعداد سخت‌کننده‌های روی آن تقویت شود. افزایش ابعاد صفحه پای ستون باید با استفاده از جوش نفوذی کامل و لبه‌سازی مناسب و هماهنگی ضخامت صفحه پای ستون موجود و ورق جدید باشد. در این صورت استفاده از روش افزایش ابعاد صفحه پای ستون

با افزایش تعداد سخت‌کننده‌ها، تعداد بولت‌ها و تقویت صفحه پای ستون با تعبیه میلگردهای متعدد در اطراف ستون و ایجاد یک ژاکت بتنی در قالب یک پدستال بتنی مجاز است.

ب- در مواردی که ضخامت ورق صفحه پای ستون کافی نباشد، اجرای صفحه پای ستون جدید باید به‌صورت دو صفحه U شکل و اتصال آن‌ها به یکدیگر با جوش نفوذی و تأمین اتصالات لازم انجام گیرد. در صورتی که ابعاد پی نیز باید اصلاح شود، سخت‌کننده‌های ذوزنقه‌ای یا مثلثی باید به ستون و صفحه ستون جوش شوند. جزئیات اجرا باید مطابق با شکل ۱۴-۸۵ باشد.

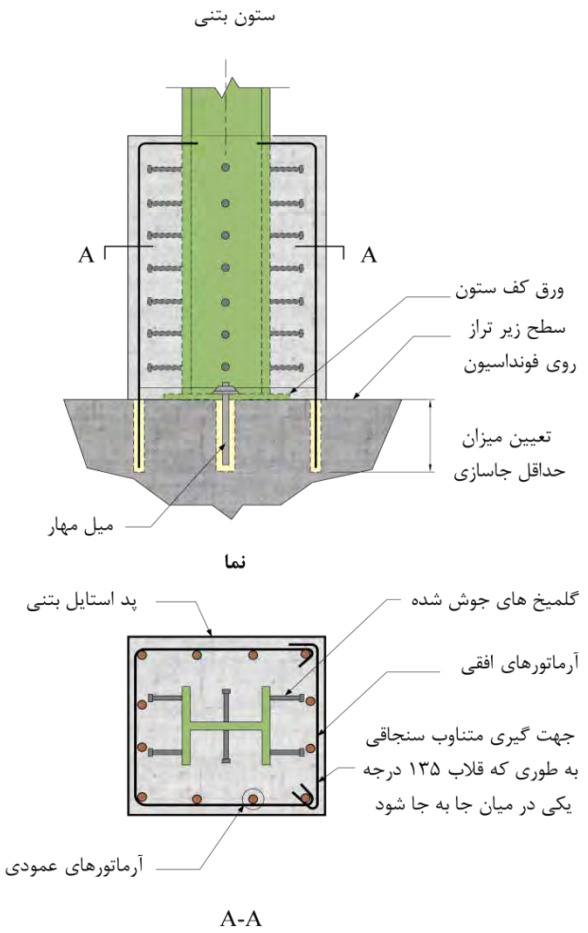


شکل ۱۴-۸۵- تقویت صفحه پای ستون با افزودن سخت‌کننده اتصال ورق جدید به ورق قدیم با جوش شیاری

پ- در صورتی که افزودن صفحات جدید به صفحه ستون اجرایی نباشد، می‌توان صفحه‌ستون را در یک پدستال واقع بر روی پی مدفون کرد. جزئیات پدستال بتنی، باید مانند ستون بتن مسلح که کلیه شرایط و ضوابط فصل ششم این ضابطه (بتن و اجرای سازه‌های بتنی) و آیین‌نامه آبا را ارضا می‌کند، طرح و اجرا شود. جزئیاتی از آن در شکل ۱۴-۸۶ ارائه شده است.

ت- به منظور دسترسی به صفحه پای ستون، کف‌سازی باید با رعایت مراقبت‌های لازم برای آسیب نرساندن به اجزای سازه‌ای برداشته شود. اگر ضروری است صفحه پای ستون موجود به‌طور کلی جایگزین شود، تمهیدات لازم برای ایجاد یک مسیر بار جدید و موقتی برای ستون باید در نظر گرفته شود. در این موارد میل‌مهارهای موجود در تراز روی پی باید قطع و میل‌مهارهای جدید مجدداً جایگزین شوند.

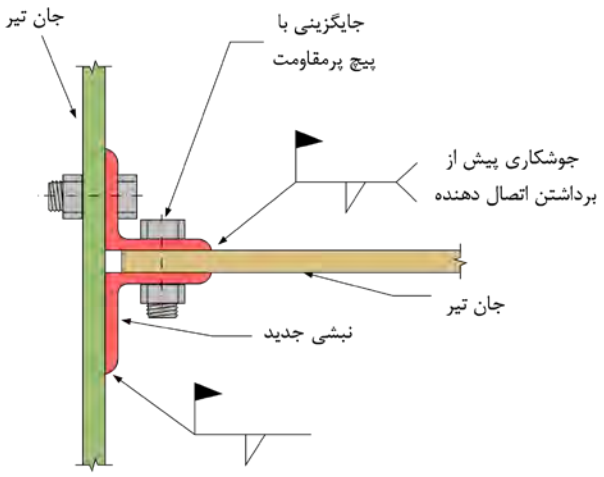
ث- در صورتی که در زمان تقویت صفحه پای ستون، میزان خوردگی پای‌ستون قابل‌توجه باشد و در روند محاسبات به آن توجه نشده باشد، طرح باید مورد بازنگری قرار گیرد.



شکل ۱۴-۸۶- تعبیه پدستال بتنی جهت تقویت صفحه پای ستون

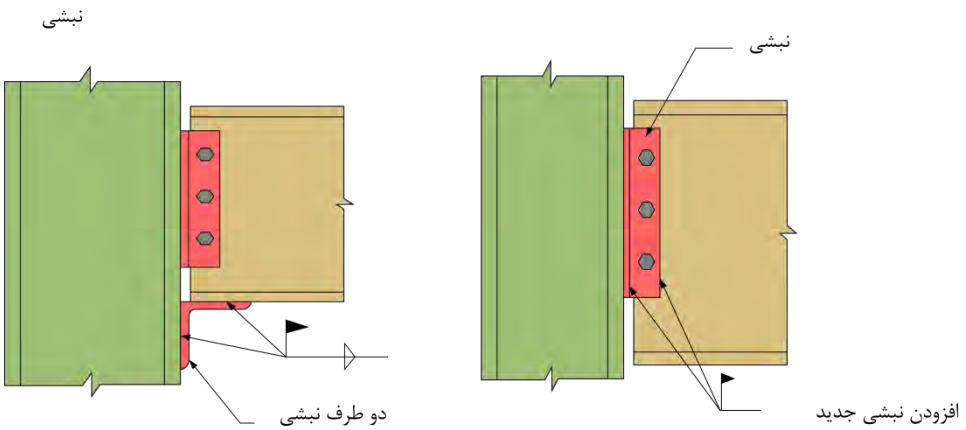
۱۴-۵-۵-۲- اتصالات ساده تیر به ستون

الف- اگر نبشی با پیچ به جان تیر متصل شده باشد، قبل از برداشتن پیچ باید نبشی را با جوش به جان تیر اتصال داده و سپس پیچ‌ها را با پیچ‌های مناسب (مقاومت بالاتر یا ابعاد بزرگ‌تر) جایگزین نمود. جزئیات در شکل ۱۴-۸۷ ارائه شده است.



شکل ۱۴-۸۷- استفاده از پیچ‌های پرمقاومت

ب- در اتصالات ساده با پیچ و پرچ می‌توان از جوش گوشه در دورتادور نبشی و یا از اضافه نمودن نبشی نشیمن به‌منظور تقویت اتصال تیر مفصلی به ستون استفاده کرد. جزئیات در شکل ۱۴-۸۸ ارائه شده است.

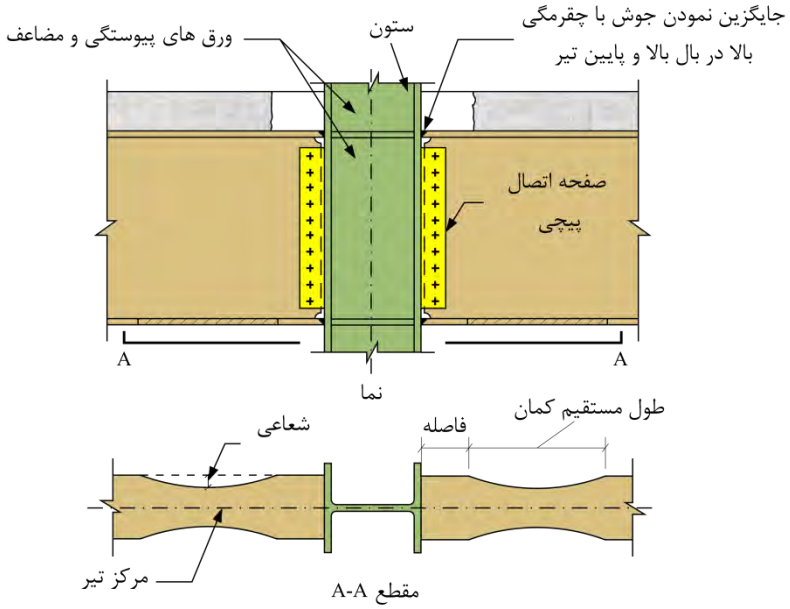


شکل ۱۴-۸۸- اتصال ساده تقویت‌شده

پ- در صورتی که اتصال با نبشی نشیمن برقرار شده باشد، تقویت ورق‌های جان اتصال و تقویت بیشتر با استفاده از سخت‌کننده داخل نبشی به‌منظور افزایش ظرفیت انتقال بار مجاز است. تعبیه سخت‌کننده در نبشی تحتانی باید باتوجه‌به ملاحظات معماری و ارتفاع مفید کف تا سقف باشد. جوش نبشی نشیمن باید کنترل و در صورت لزوم و نقص در جوش اصلاح شود.

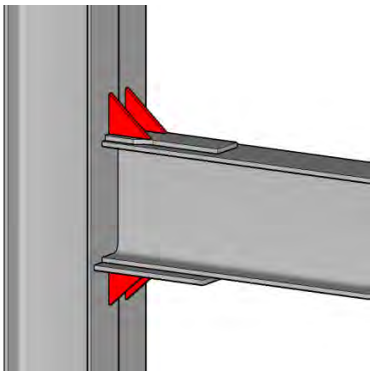
۱۴-۵-۵-۳- اتصالات صلب

الف- جزئیات روش بهسازی اتصالات صلب در شکل ۱۴-۸۹ آورده شده است.



شکل ۱۴-۸۹- تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)

ب- از تعبیه صفحات تقویتی بر روی بال‌های تیر در بر اتصال تیر به ستون و افزودن ماهیچه و همچنین افـزودن ورق های کنارگذر[1] می‌توان برای تقویت اتصال استفاده کرد. جزئیات در شکل ۱۴-۹۰ ارائه شده است.



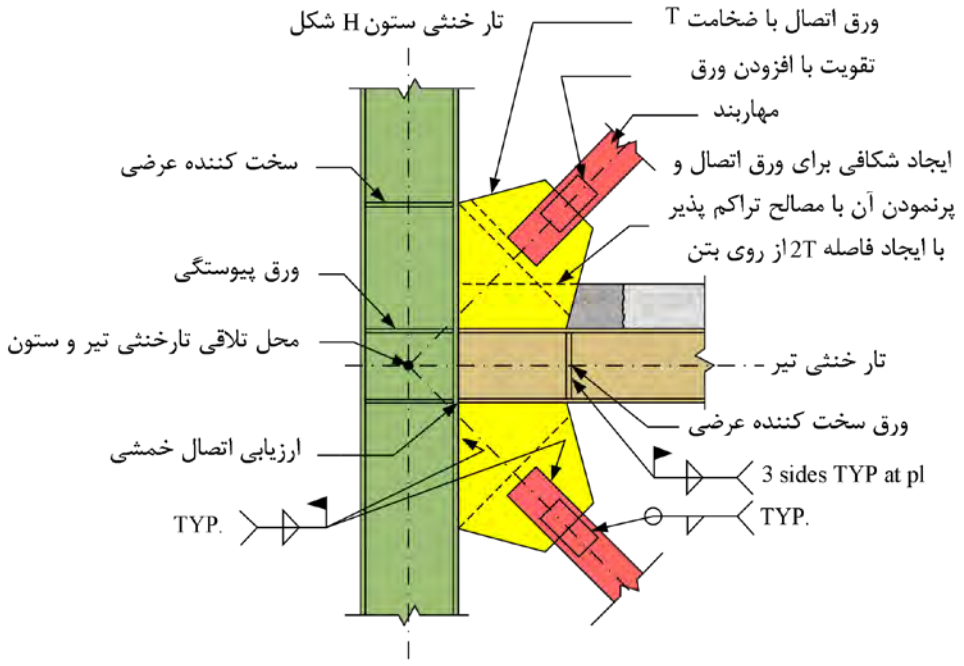
شکل ۱۴-۹۰- تقویت اتصال موجود با استفاده از لچکی

پ- در اجرای طرح تقویت تطابق فلز جوش با فلز مبنا و همچنین رعایت طاقت جوش شیاری و رعایت دستورکارهای مدوّن روند مشخص جوشکاری (WPS) برای یک جوش نفوذی کامل در محل (تعبیه سوراخ دسترسی جان، ورق پشت‌بند و برداشتن آن‌ها) باید موردتوجه قرار گیرد. در کل رعایت ضوابط اتصالات گیردار فولادی مطابق با فصل هفتم (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) الزامی می‌باشد.

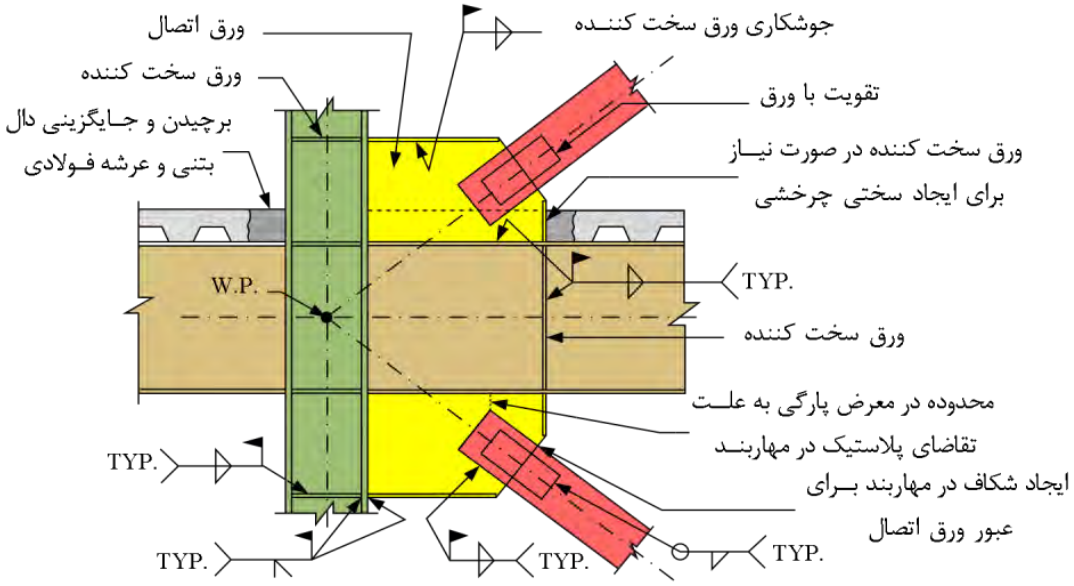
۱۴-۵-۵-۴- صفحه اتصال مهاربند (ورق گاست)

الف- باید با تعبیه یک صفحه اتصال جدید یا تقویت صفحه اتصال موجود، بهسازی صفحات اتصال مهاربند انجام شود. تقویت صفحه اتصال باید با توجه به میزان شکل‌پذیری مورد انتظار از سیستم مهاربندی صورت گیرد. در مهاربندی‌هایی که رفتار پایدار پس‌کمانشی خارج از صفحه از آن‌ها انتظار می‌رود، تعبیه فاصله‌ای برابر دو برابر ضخامت ورق اتصال، برای محور آزاد خمش الزامی می‌باشد. جزئیات در شکل ۱۴-۹۱ تا شکل ۱۴-۹۳ آورده شده است.

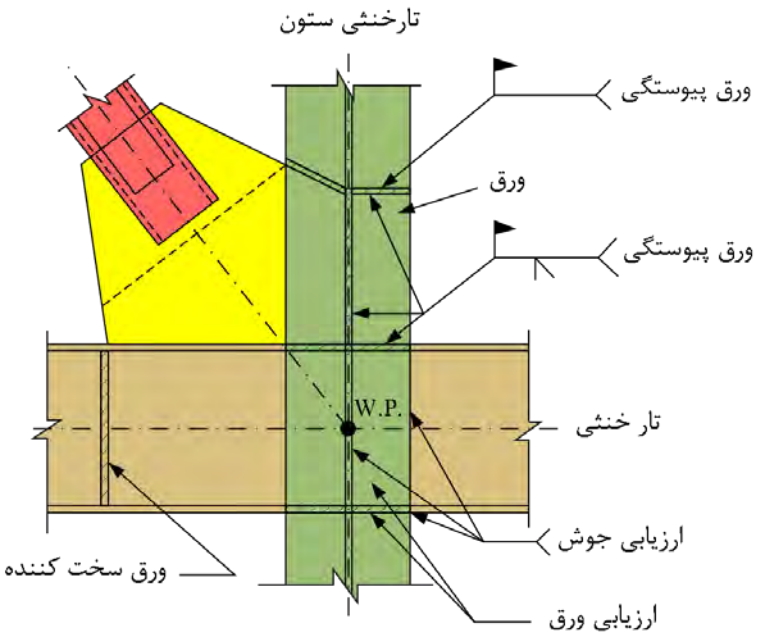
1- Side plates



شکل ۱۴-۹۱- اتصال مهاربند به وجه قوی ستون H با رعایت قاعده دو برابر ضخامت ورق اتصال (شکل پذیری بالا)



شکل ۱۴-۹۲- اتصال مهاربند به وجه قوی ستون H بدون رعایت قاعده دو برابر ضخامت ورق اتصال و نیاز به تعبیه سخت‌کننده در لبه ورق اتصال (شکل پذیری محدود)



شکل ۱۴-۹۳- اتصال مهاربند به وجه ضعیف ستون H با رعایت قاعده دوبرابر ضخامت ورق اتصال (شکل‌پذیری بالا)

ب- تعبیه ورق اتصال به تیر و ستون باید به نحوی انجام گردد که نبشی فوقانی و یا تحتانی تیر، مانع اتصال ورق اتصال به تیر و ستون نشود.

۱۴-۵-۵-۵- وصله ستون

الف- وصله ستون‌های موجود باید به صورت لب‌به‌لب با جوش نفوذی کامل (در کارخانه) یا به‌صورت پوششی با پیچ یا جوش گوشه (در کارخانه و محل پروژه) انجام گیرد.

ب- در هنگام استفاده از ورق وصله، الزامی است که ابعاد ستون در ارتفاع طبقه کاملاً یکسان باشد.

پ- در مواردی که ورق‌های وصله به‌صورت ضعیف، طراحی یا اجرا شده، یا طول جوش کافی تأمین نشده باشد، باید ورق تقویت و افزایش جوش یا جایگزین‌کردن ورق اتصال یا تبدیل اتصال به اتصال پیچی (به‌خصوص در ستون‌های با مقطع H) انجام شود. تعبیه سوراخ در بال یا جان مقطع باید با ادوات مناسب و رعایت رواداری‌های ابعادی و فواصل مجاز سوراخ‌ها از یکدیگر و از لبه صورت پذیرد. درهرصورت در تقویت اتصال توجه به این موضوع الزامی است که به طور هم‌زمان روی باربری جوش و پیچ حساب نگردد.

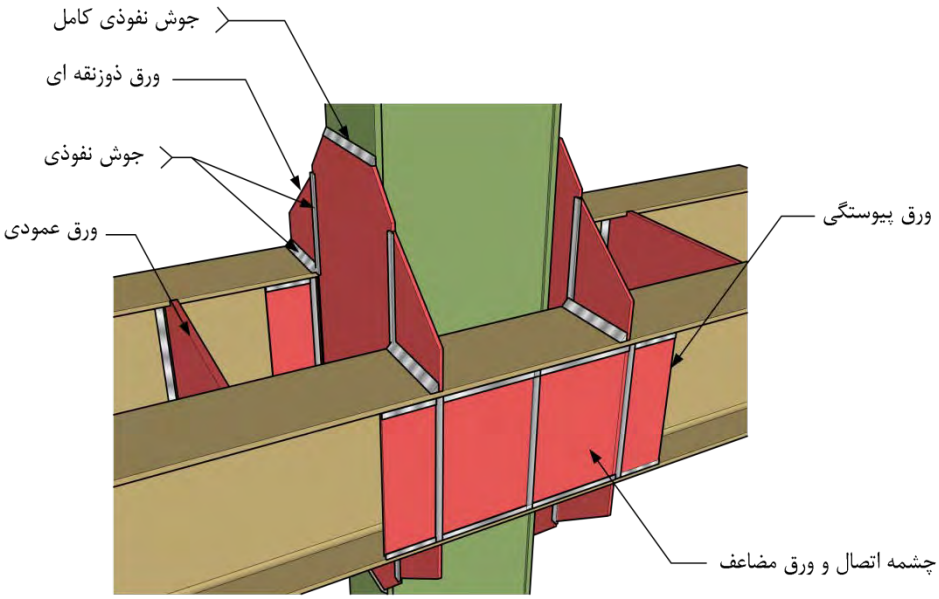
ت- در وصله‌های پوششی پیچی، در صورتی که ظرفیت ورق پاسخگو باشد، می‌توان با افزایش قطر پیچ و با لحاظ نمودن ظرفیت ورق‌های اتصال، ظرفیت وصله را به حد مطلوب رساند.

ث- در عملیات جوش‌کاری باید از تغییرشکل‌های احتمالی و اعوجاج و انحراف ستون به یک سمت مشخص با در نظر گرفتن تمهیدات لازم جلوگیری به‌عمل آید.

ج- در مواردی‌که برای تقویت اتصال، از تعبیه صفحات انتهایی در دو سمت وصله و اتصال پیچی دو صفحه به یکدیگر استفاده و قسمتی از ستون بریده می‌گردد، باید به اندازه ضخامت صفحات انتهایی از ارتفاع ستون کم گردد. لبه‌سازی جهت انجام جوش نفوذی کامل بین ورق ستون و ورق انتهایی باید انجام پذیرد.

۱۴-۵-۵-۶- اتصالات خورجینی

در شکل ۱۴-۹۴ جزئیات تقویت اتصال خورجینی به‌منظور تحمل بارهای جانبی ارائه شده است. الزامات مربوط به ابعاد و جنس مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد. در صورتی‌که تیرهای خورجینی از نوع لانه زنبوری باشد، چشمه‌ها باید پر شود.



شکل ۱۴-۹۴- جزئیات نمونه جهت تقویت اتصال خورجینی برای تحمل بارهای جانبی

۱۴-۵-۶- مهاربند

مهاربندها و ملحقات آن‌ها در اثر ضعف‌ها و نقایصی به‌شرح زیر مورد عملیات بهسازی قرار می‌گیرند:

- نقایص مرتبط با عضو مهاربندی نظیر لاغری کلی زیاد، لاغری تک پروفیل‌ها، لقمه‌های ناکافی، افتادگی و ناصافی[1]، سطح مقطع ناکافی، وصله نامناسب در طول عضو
- نقایص مرتبط با ورق‌های اتصال نظیر ضعف ورق اتصال[2]، آسیب به ناحیه حفاظت‌شده[3] در حین عملیات اجرایی، عدم تعبیه محور آزاد خمش، عدم تعبیه سخت‌کننده روی ورق اتصال و عدم اتصال پیوسته ورق اتصال به تیر در محل ورق‌های زیرسری اتصال تیر به ستون

1- Out of Straightness
2- Gusset
3- Protected Zone

- نقایص مرتبط با ادوات و جزئیات اتصال از جمله طول جوش یا تعداد پیچ ناکافی، عدم جوشکاری در وجوه کناری ساختمان و صعوبت اجرا به دلیل وجود ساختمان کناری، اتصالات ناکافی به صفحات میانی و انتهایی و عدم تعبیه مهارهای جانبی در محل اتصال مهاربند به میانه تیر
- سایر نقایص نظیر زنگ‌زدگی و خوردگی، آتش‌سوزی، مغایرت مشخصات مکانیکی یا هندسی با نقشه‌های طراحی

روند عمومی تقویت مهاربندها شامل مراحل زیر می‌باشد:

- تعیین جوش‌پذیری فلز پایه
- انجام عملیات باربرداری موقت با تعبیه شمع و پایه اطمینان برای دهانه مهاربندی ۸ یا ۷ شکل در صورت نیاز
- آماده‌سازی سطح فلز پایه برای انجام عملیات تقویت و جوشکاری
- انجام عملیات تقویت یا جایگزین نمودن مهاربند با رعایت دستورکار مدوّن و مورد تأیید دستگاه نظارت در مورد روند مشخص جوشکاری (WPS)
- تقویت اتصال مهاربند به تیر و ستون
- بازرسی و کنترل کیفیت و کنترل رواداری‌ها
- تمیزکاری و رنگ‌کاری سطوح
- برچیدن شمع‌ها
- پرداخت پوشش ضدحریق

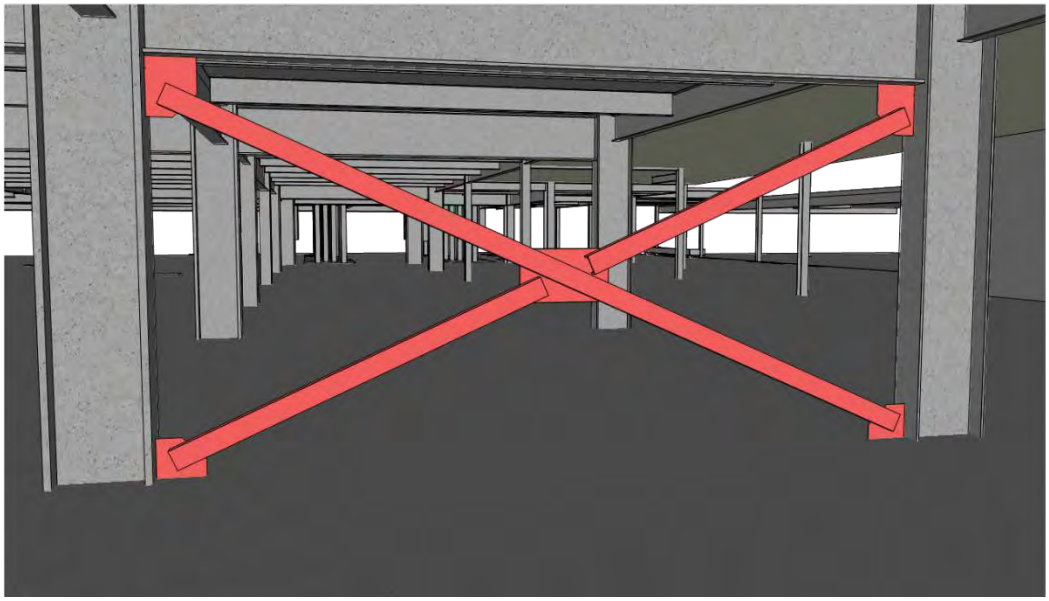
در ادامه به مشخصات اجرای طرح بهسازی مهاربندها پرداخته می‌شود.

۱۴-۵-۶-۱- افزودن مهاربند جدید یا جایگزین نمودن مهاربند موجود

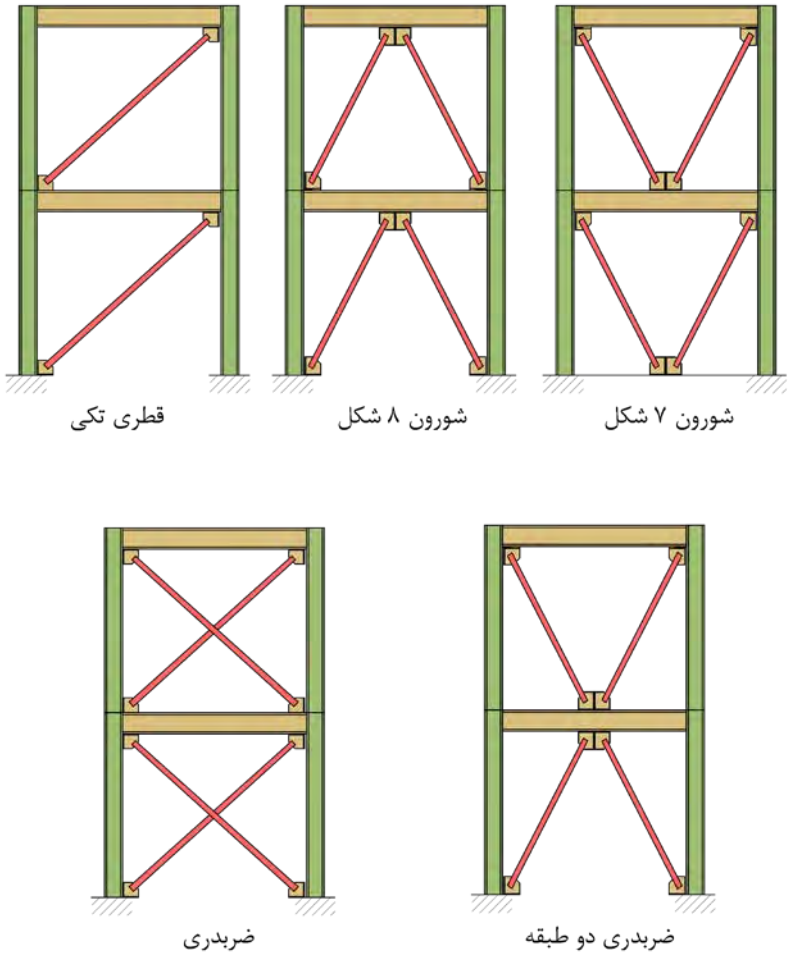
مهاربندهای جدید در انواع مختلفی نظیر مهاربند همگرا، واگرا و کمانش‌تاب قابل تعبیه هستند.

۱۴-۵-۶-۱-۱- مهاربند همگرای فولادی

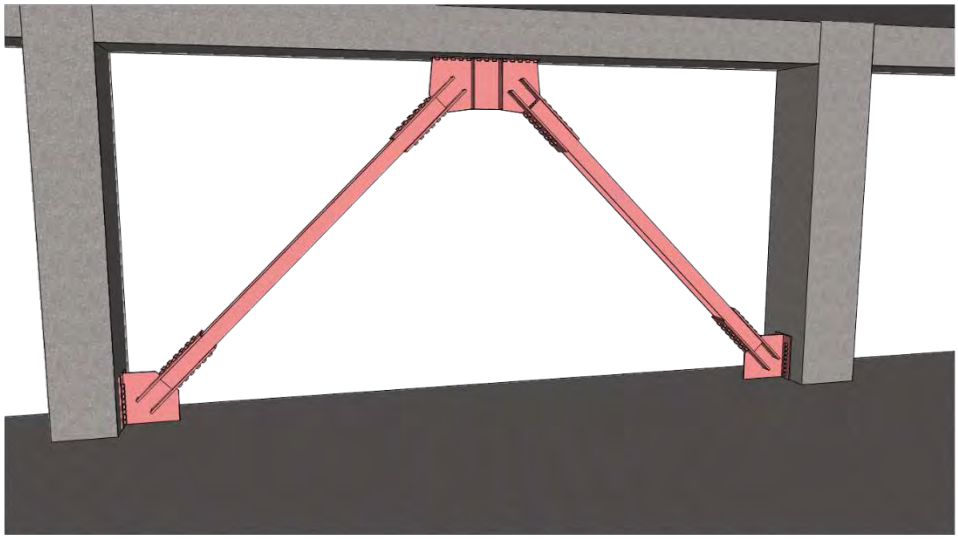
استفاده از مهاربند همگرای فولادی (CBF) از متداول‌ترین روش‌های بهسازی در سازه‌های فولادی می‌باشد. این نوع مهاربند در الگوهای متنوعی نظیر ضربدری (X)، قطری (مورب تک)، ۷ یا ۸ شکل (شورون) قابل اجرا هستند. استفاده از این مهاربندها در سازه‌های بتن‌آرمه نیز کاربرد دارد. استفاده از الگوی ۷ یا ۸ شکل مستلزم تقویت یا جایگزینی تیر دهانه مهاربندی یا اضافه شدن تیر جدید می‌باشد (شکل ۱۴-۹۵ تا شکل ۱۴-۹۷).



شکل ۱۴-۹۵- افزودن مهاربند به سازه با اتصال جوشی



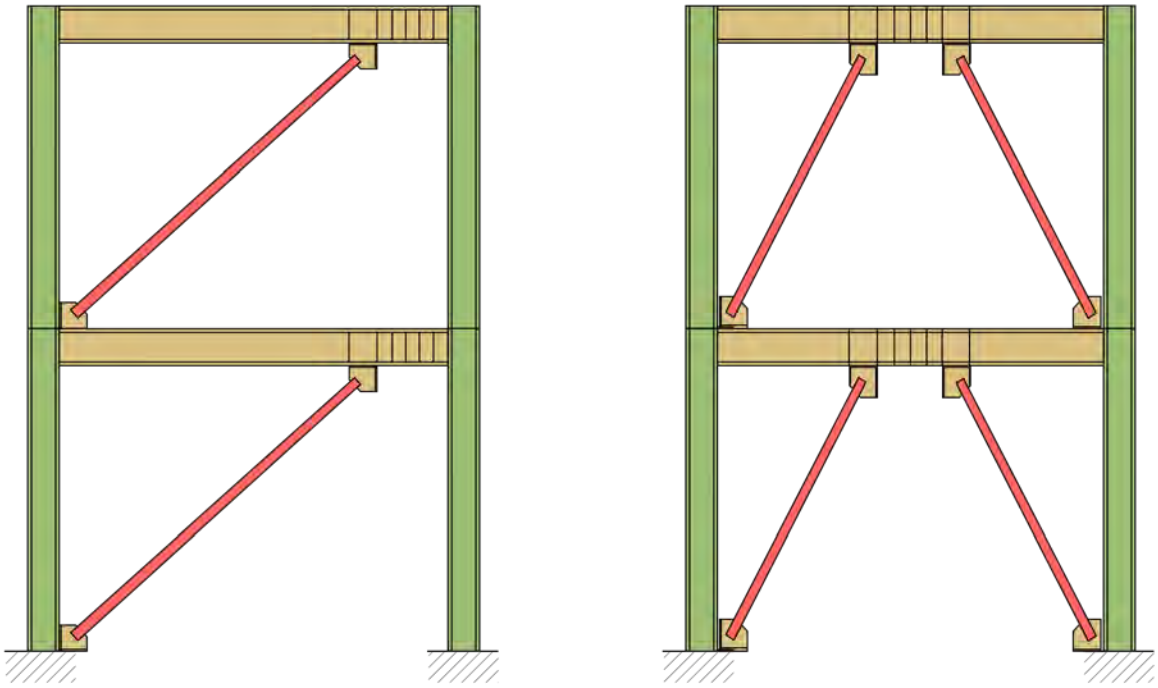
شکل ۱۴-۹۶- الگوهای مختلف مهاربند همگرا



شکل ۱۴-۹۷- نمونه‌ای از افزودن مهاربند به اسکلت بتنی با اتصال پیچی

۱۴-۵-۶-۱-۲- مهاربندهای واگرای فولادی

مهاربندهای واگرای فولادی نسبت به مهاربندهای همگرا امکان اجرای جزئیات متنوع‌تری را به لحاظ معماری فراهم می‌کنند و در دو الگوی تیر پیوند میانی و تیر پیوند کناری قابل‌اجرا هستند. در صورت استفاده از مهاربند واگرا، تیر دهانه مهاربندی باید مورد تقویت یا جایگزینی قرار گیرد یا تیر جدیدی به زیر تیر موجود اضافه شود و اجرای سخت‌کننده‌های جان تیر دهانه مهاربندی طبق نقشه‌های طرح الزامی است (شکل ۱۴-۹۸).

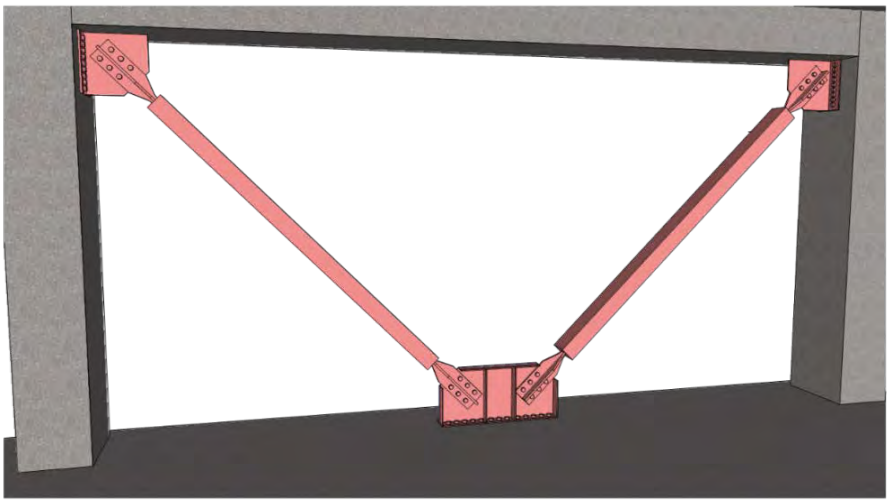


شکل ۱۴-۹۸- مهاربند واگرای فولادی

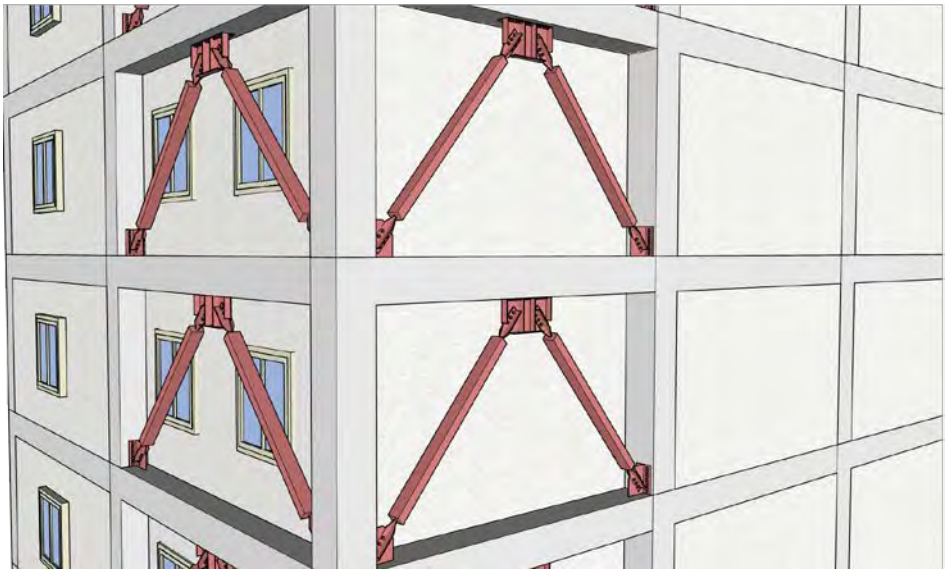
دانلود سوالات آزمون

۱۴-۵-۶-۱-۳- مهاربند کمانش‌تاب (BRB)

مهاربند کمانش‌تاب (BRB[1]) نوعی از مهاربندها با قابلیت اتلاف انرژی بالا می‌باشد که معایب سیستم‌های مهاربندی همگرای متداول را ندارد. استفاده از این نوع مهاربندها در تقویت سازه‌های فولادی و بتنی کاربرد وسیعی پیدا کرده است. در این نوع مهاربند، بخشی از مهاربند موسوم به هسته، داخل غلافی قرار می‌گیرد کـه از کمانش هسته جلوگیری می‌نماید. با تعبیه غلاف پیرامونی رفتار مهاربند در فشار همانند رفتار آن در کشش می‌باشد. الگوی مهاربند کمانش‌تاب متداول به صورت قطری (تک مورب) و ۷ یا ۸ شکل می‌باشد. با توجه به جزئیات غلاف مهاربند، آرایش ضربدری از نظر اجرایی غیر ممکن می‌باشد(شکل ۱۴-۹۹ و شکل ۱۴-۱۰۰).



شکل ۱۴-۹۹- استفاده از مهاربند کمانش‌تاب در اسکلت بتن آرمه



شکل ۱۴-۱۰۰- استفاده از مهاربند کمانش‌تاب در بهسازی اسکلت بتن‌آرمه

1- Buckling-Restrained Brace

مهاربندهای کمانش‌تاب قبل از استفاده باید آزمون‌های تأیید صلاحیت را مطابق آیین‌نامه‌های معتبر داخلی یا خارجی احراز کرده باشند و گواهی‌نامه فنی طرح و تولید را از مراجع ذیصلاح داشته باشند و ضوابط مراجع مذکور را از نظر مشخصات فنی و انطباق ظرفیت باربری احراز نمایند.

۱۴-۵-۶-۱-۴- مهاربندهای خارجی

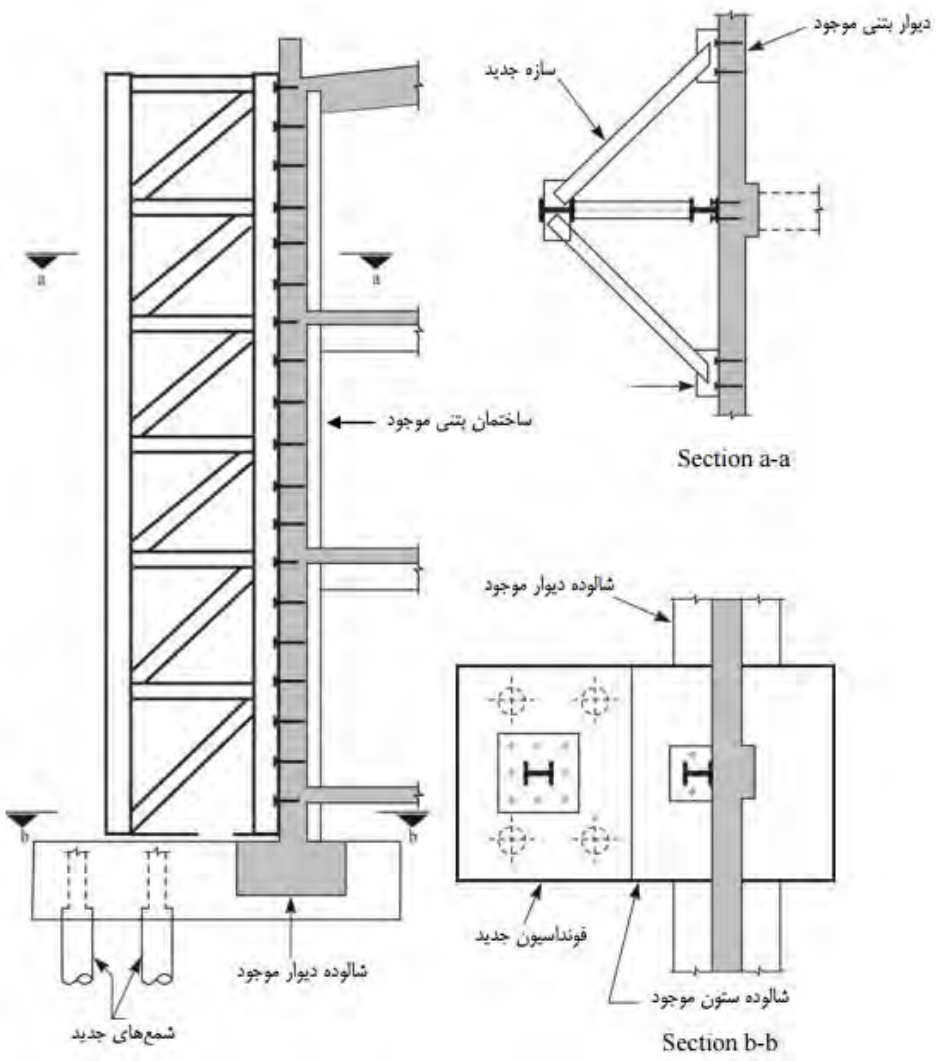
در مواردی نیاز است که بنا به ملاحظات معماری یا دسترسی و ... مهاربند در خارج ساختمان اضافه شود. در این گونه موارد، اتصال مهاربند جدید به سازه موجود و همچنین امکان تعبیه پی مستقل برای سیستم مهاربندی حایز اهمیت است (شکل ۱۴-۱۰۱).

۱۴-۵-۶-۲- تقویت مهاربند با ورق یا تسمه

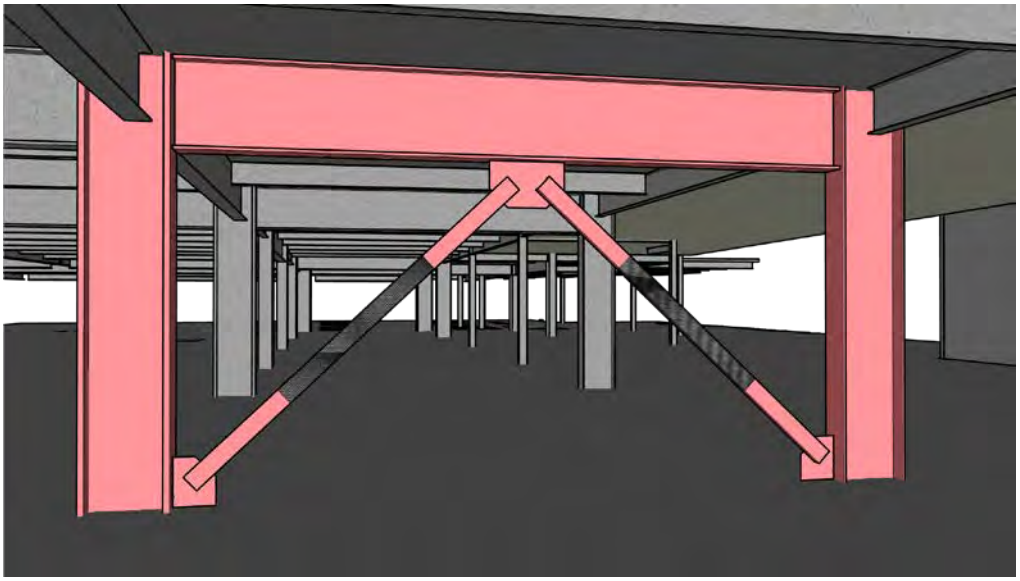
مهاربند را می‌توان با افزودن ورق و یا تسمه تقویت نمود. در این حالت ضروری است اجزای تقویتی در کل طول مهاربند اجرا گردد و همچنین در ناحیه ورق اتصال به میزان کافی امتداد یابد. همچنین قطعه تقویتی باید به صورت تمام طول باشد و از به‌کارگیری وصله در میانه طول مهاربند خودداری شود. در اجرای این نوع تقویت باید به امکان دسترسی و جوشکاری یا اجرای پیچ در حدفاصل درز انقطاع با ساختمان مجاور توجه لازم مبذول گردد.

۱۴-۵-۶-۳- تقویت مهاربند با افزودن FRP

یکی از راهکارهای تقویت مهاربند، استفاده از الیاف پلیمر کامپوزیت (FRP) است. استفاده از FRP در مهاربندها در جهت عرضی، باعث تقویت مقطع در مقابل کمانش‌های موضعی می‌شود. همچنین استفاده از FRP در جهت طولی ظرفیت محوری مقطع را افزایش می‌دهد. استفاده از CFRP برای تقویت مقطع فولادی مخاطره خوردگی گالوانیک را در پی دارد که باید تدابیر لازم اتخاذ گردد (شکل ۱۴-۱۰۲).



شکل ۱۴-۱۰۱- جزئیات اتصال مهاربند خارجی به ساختمان موجود



شکل ۱۴-۱۰۲- تقویت مهاربند با FRP

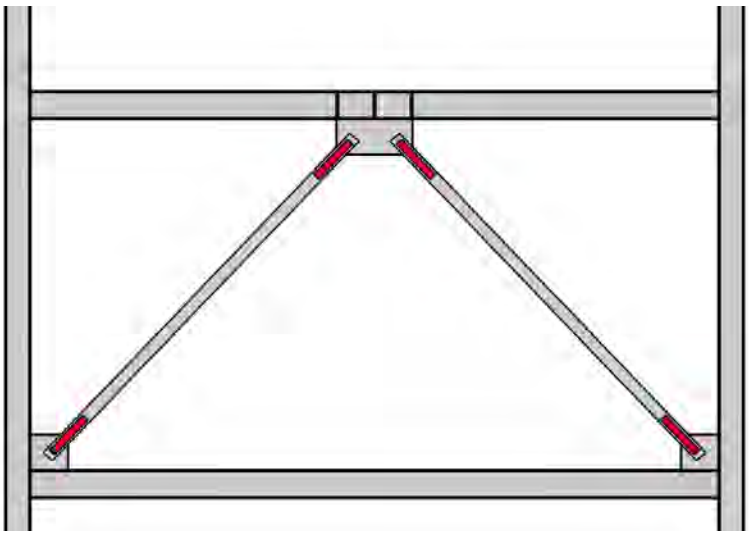
۱۴-۵-۶-۴- تقویت مهاربند با افزودن پروفیل

به منظور افزایش ظرفیت مهاربند، می‌توان پروفیل‌هایی به مقطع مهاربند متصل کرد. به‌عنوان مثال مقاطع نبشی و ناودانی تک را می‌توان به دوبل تبدیل نمود. همچنین مقاطع دوبل ناودانی یا دوبل نبشی را می‌توان با اضافه نمودن نبشی یا ناودانی تقویت نمود.

۱۴-۵-۶-۵- تقویت اتصالات مهاربند

معمولاً تقویت قاب مهاربندی با تقویت اتصالات مهاربند همراه می‌باشد. اتصالات مهاربند شامل ورق اتصال[1] و اتصال مهاربند به آن و همچنین اتصال ورق اتصال به تیر و ستون می‌باشد.

تقویت ورق اتصال می‌تواند با اضافه‌کردن ورق‌هایی به لبه خارجی آن و یا با اضافه‌کردن سخت‌کننده بر روی آن همراه باشد (شکل ۱۴-۱۰۳).



شکل ۱۴-۱۰۳- تقویت اتصال مهاربند به ورق اتصال

۱۴-۵-۷- دیافراگم

ضعف دیافراگم یکی از عوامل رایج آسیب سازه‌های فولادی در زلزله‌های اخیر بوده است. در اسکلت‌های فولادی سقف‌های طاق ضربی، دال یک طرفه با تیر فرعی کامپوزیت، تیرچه بلوک و عرشه فولادی و... کاربرد دارد.

۱۴-۵-۷-۱- دال تخت و تیر فرعی فولادی (سقف کامپوزیت)

سقف‌های کامپوزیت به دلایل متعددی نظیر ضخامت کم، ضعف مقاومت خمشی یا برشی، مقاومت ناکافی بتن و میلگردگذاری نامناسب ممکن است مورد تقویت قرار گیرند. در بهسازی سقف‌های کامپوزیت به‌عنوان یک روش مناسب

1- Gusset Plate

می‌توان از افزودن ضخامت بتن، تسمه فولادی یا ورق فولادی یا شیت‌های FRP برای بهسازی استفاده کرد. در مواردی که کنش‌های داخلی دیافراگم دارای ضعف می‌باشد، لازم است به صورت موضعی دال مورد تقویت قرار گیرد.

۱۴-۵-۷-۲- سقف تیرچه بلوک

سقف‌های تیرچه بلوک معمولاً دارای ضخامت دال کمی هستند و افزودن بتن‌مسلح بر روی آن‌ها می‌تواند به ارتقای عملکرد آن‌ها در زلزله بیانجامد. در سقف‌های تیرچه بلوک سفالی، حفاظت از سفال‌ها در مقابل شکستن و سقوط بسیار حایز اهمیت است. فروریزش آجرها در سقف‌های تیرچه بلوک یکی از عوامل تلفات انسانی در زلزله‌های اخیر بوده است.

بدین منظور معمولاً زیر تیرچه‌ها تسمه‌کشی و میلگردگذاری شده و تیرچه‌ها به یکدیگر بسته می‌شوند و یا کل سفال‌ها برداشته شده و مجدداً از زیر عملیات نازک‌کاری انجام می‌شود. برچیدن سفال منجر به کاهش چشمگیر بار مرده ساختمان خواهد شد.

در کلیه راهکارهای تقویت سقف، بازشوهای سقف و تقویت موضعی آن‌ها، لحاظ نمودن اثر اضافه سربارها و اعمال بار جدید بر اجزای غیرسازه‌ای و جزئیات معماری و تأسیساتی باید مورد توجه قرار گیرد.

۱۴-۵-۸- سایر ملاحظات اجرایی

۱۴-۵-۸-۱- ضوابط جوشکاری بر روی اعضای موجود

رعایت تمامی الزامات جوشکاری در فصل هفتم این ضابطه (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) الزامی می‌باشد. به طور خاص موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- جوشکاری بر روی قطعات موجود باید بر اساس دستورکار روند مشخص جوشکاری (WPS) صورت گیرد.

ب- سطح اعضای فولادی باید قبل از جوشکاری آماده‌سازی شده و ازجوشکاری بر روی سطوح زنگ‌زده و دارای رنگ و پوشش گالوانیزه خودداری شود.

پ- پیش‌گرمایش قطعات و الکترود مطابق دستورکار روند مشخص جوشکاری (WPS) ارائه‌شده، الزامی می‌باشد.

دستور کار باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

۱۴-۵-۸-۲- بررسی جوش‌پذیری

در مواردی که جوش‌کاری بر روی اعضای فولادی موجود ضروری باشد، باید انطباق کامل بین رده الکترود مصرفی و رده فولادی برقرار باشد. در مواردی که نمی‌توان نوع رده فولاد را با نوشته‌هایی که روی اعضا وجود دارد و یا مستندات پروژه تشخیص داد، باید با استفاده از آزمایش‌های در محل یا اخذ نمونه‌هایی از اعضا، رده مقاومتی فولاد تعیین گردد. برای تعیین دستورکار روند مشخص جوشکاری (WPS) باید به AWS D1.1/D1.1M، (AWS, 2015) مراجعه شود.

۱۴-۵-۸-۳- انتخاب و اجرای جوش

الف- جوش گوشه نسبت به جوش نفوذی از نظر امکان اجرا ارجح است.

ب- در صورت امکان، جوش‌ها به صورت صاف و یا افقی انجام شوند.

پ- در صورت امکان از جوش‌کاری بر مسیر تنش اصلی اجتناب شود.

ت- از ایجاد شرایط تنش دو محوره یا سه محوره در جوش پرهیز شود.

ث- از جوش‌کاری با حجم زیاد به دلیل احتمال بروز انقباض و اعوجاج جلوگیری شود.

ج- از ناپیوستگی‌های ناگهانی هندسی در جوش پرهیز شود.

چ- برای جوش‌های گوشه، عموماً طراحی اتصال با کمترین حجم جوش ارجح است.

ح- در صورت امکان از جوش نیمه نفوذی (PJP) یا گوشه به‌جای جوش نفوذی کامل (CJP) استفاده شود.

خ- جای جوش‌ها طوری انتخاب شود که کرنش‌های انقباضی در راستای طولی فلز پایه ایجاد تا از گسیختگی قالبی جلوگیری شود.

د- انتخاب فلز پرکننده برای جوش‌های نفوذی کامل (CJP) که در راستای عمود بر جوش درکشش است باید مطابق AWS D1.1/D1.1M باشد.

ذ- از ضربات قوس در نواحی تحت تنش بالا یا دارای پاشش‌های جوش پرهیز شود.

۱۴-۵-۸-۴- موقعیت جوش

در صورت امکان، تمهیداتی باید در نظر گرفته شود تا بتوان جوش را در موقعیت تخت و یا افقی اجرا کرد. در مواردی‌که اجرای جوش به‌صورت تخت یا افقی امکان نداشته باشد، باید از اضافه نمودن ورق‌های پوششی به بال‌های بالایی و پائینی استفاده گردد.

۱۴-۵-۸-۵- شرایط سطح

آلاینده‌های سطحی نظیر روغن، رنگ و زنگ‌زدگی از سطح فلز مادر در منطقه جوشکاری به پهنای ۲/۵ سانتی‌متر از هر طرف لبه جوش باید قبل از عملیات، پاک‌سازی شوند. فولاد زنگ‌زده باید با سنگ‌زنی تمیز شود و با کلاس آماده سازی سطوح در فصل هفتم این ضابطه (فولاد و اجرای سازه‌های فولادی) تطبیق یابد.

۱۴-۶- ساختمان‌های مصالح بنایی

۱۴-۶-۱- تعیین خواص مصالح و جزئیات سازه‌ای موجود

ساختمان‌های مصالح بنایی موجود، باید اطلاعات کافی از خصوصیات مکانیکی مصالح تشکیل‌دهنده ساختمان‌ها نظیر مقاومت فشاری آجر، مشخصات ملات از جمله مقاومت برشی و کششی ملات و همچنین مشخصات مجموعه آجرکاری (مجموعه آجر و ملات) به منظور شناسایی ظرفیت ساختمان مورد بررسی و سیاست‌گذاری روش متناسب بهسازی لرزه‌ای، به‌دست دهند. لازم است شناسایی اعضا و اجزای مختلف ساختمان‌های بنایی در تطابق با مفاد ضابطه شماره ۲۵۱ و در قالب جدول ۱۴-۴ صورت پذیرد. در پایان این مرحله باید موارد ذیل قابل استخراج باشد.

الف- تهیه نقشه‌های وضعیت موجود و یا انطباق و تصحیح نقشه‌های موجود در صورت وجود نقشه‌های ساخت؛

ب- تعیین مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح به کار رفته در سازه؛

پ- تعیین مقدار و نوع آسیب‌های محیطی وارده شده به مصالح به کار رفته در ساختمان.

۱۴-۶-۱-۱- تخریب و سونداژ

بدین منظور لازم است پوشش‌های معماری تا رسیدن به محل اعضا یا اجزای مورد نظر جهت دسترسی کافی به اجزای مختلف سازه و انجام شناسایی‌های مورد نیاز و یا آماده نمودن شرایط لازم برای نمونه‌گیری و آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، برداشته شود.

۱۴-۶-۱-۲- شناسایی

در این مرحله لازم است مشخصات ظاهری جزئیات و ویژگی‌های هندسی اعضا و اجزای مختلف سازه به منظور تهیه نقشه‌های ارزیابی جامع وضع موجود (چون ساخت) و یا کنترل و تدقیق نقشه‌های موجود از سازه، وضعیت ظاهری و کیفی اعضا و اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای و همچنین تعیین تعداد و محل انجام آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، شناسایی و تدقیق گردد.

۱۴-۶-۱-۳- آماده سازی

آماده سازی محل اجرای کار باید در محل سایت، قبل و در حین انجام سونداژ و آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، به منظوردستیابی به اهداف زیر صورت گیرد:

الف- به‌منظور استقرار دستگاه‌ها باید اقداماتی نظیر تأمین داربست، بالابر، جابه‌جایی یا تخریب برخی از اعضا و اجزای غیرسازه‌ای، به‌منظور تسهیل در حمل تجهیزات به داخل انجام پذیرد.

جدول ۱۴-۴- لیست موارد مهم در شناسایی اعضا و اجزای مختلف ساختمان بنایی

عضو	شرح شناسایی
کلاف افقی و قائم	الف- تعیین ابعاد کلاف ب- تعیین وضعیت ظاهری کلاف و مشخص نمودن آسیب‌های محیطی و شیمیایی و از بین‌رفتگی بتن و آرماتورهای به کار رفته پ- تعیین نوع، فواصل و مشخصات آرماتورهای به کار رفته ت- تعیین وضعیت و جزئیات اتصال کلاف‌های افقی به کلاف‌های قائم ث- تعیین وضعیت و جزئیات اتصال کلاف به دیوار ج- تعیین وضعیت و جزئیات اتصال کلاف به دیافراگم چ- سایر موارد
پی	الف- تعیین نوع پی (منفرد، نواری، گسترده و غیره) ب- تعیین نوع مصالح پی پ- تعیین ابعاد پی ت- شناسایی شناژ و تعیین ابعاد و نوع مصالح به کار رفته ث- تعیین وضعیت ظاهری پی و شناژ و تعیین آسیب‌های محیطی، شیمیایی و از بین‌رفتگی بتن و آرماتورهای به کار رفته در پی و شناژ ج- تعیین نوع، مشخصات و آرماتورهای به کار رفته در پی و شناژ چ- سایر موارد
دیوار بنایی	الف- تعیین ابعاد دیوار (ارتفاع، طول و ضخامت) ب- تعیین نوع ملات مصرفی در دیوار پ- تعیین نحوه آجرچینی، وضعیت درزها، قفل و بست‌ها، هشته‌گیرها و غیره ت- تعیین محل و ابعاد بازشو در دیوار ث- تعیین جزئیات و مشخصات اتصال دیوار به دیافراگم ج- تعیین جزئیات و مشخصات نعل‌درگاه چ- سایر موارد
بام	الف- تعیین مشخصات ظاهری و هندسی بام، شامل پلان، شیب‌بندی، نوع ایزولاسیون و غیره ب- تعیین مشخصات و ابعاد خرپشته پ- تعیین مشخصات و ابعاد جان‌پناه ت- تعیین مشخصات تأسیسات و تجهیزات احتمالی مستقر در بام ث- سایر موارد
سقف و سقف کاذب	الف- تعیین نوع سقف (انعطاف‌پذیر، نیمه صلب و صلب) ب- تعیین ابعاد و مشخصات اجزای تشکیل‌دهنده سقف شامل تعیین ابعاد، نحوه اتصال و دیگر موارد مربوط شامل تیرچه‌های سقف، بلوک‌های بتنی و غیره پ- نحوه اجرای سقف (طاق ضربی، تیرچه بلوک و غیره) ت- تعیین مشخصات مهاربندهای محتمل در سقف‌ها به‌منظور ایجاد انسجام ث- شناسایی انواع سقف کاذب و نحوه اتصال آن به سقف اصلی ج- تعیین تأسیسات و تجهیزات موجود در سقف کاذب چ- نحوه مهار و قرارگیری تاسیسات و تجهیزات در سقف کاذب ح- سایر موارد
درز انقطاع	الف- شناسایی و تعیین ابعاد درز انقطاع ب- تعیین مشخصات مواد و مصالح پرکننده درز انقطاع

ب- باید شرایط محیطی لازم به‌منظور انجام آزمایش‌های مخرب و غیرمخرب، همچنین صاف، تمیز و صیقلی نمودن سطوح، زنگ‌زدایی و تمیز نمودن و برداشتن هرگونه پوشش و یا مانع از روی اجزای مورد بررسی، تأمین آب و برق موردنیاز دستگاه‌ها، تهویه و غیره تأمین گردد.

پ- فرآیند انجام آزمایش‌ها و برداشت اطلاعات از محل، باید با پیش‌بینی‌هایی به منظور جلوگیری از بروز خسارت به تجهیزات موجود، حفظ ایمنی کارکنان، بهره‌برداران و ساکنین انجام پذیرد. همچنین الزامات کلی فصل ۸ این ضابطه باید رعایت شود.

۱۴-۶-۱-۴- نمونه گیری و انجام آزمایش

۱۴-۶-۱-۴-۱- آزمایش جک مسطح

آزمایش جک مسطح باید با هدف تعیین مدول الاستیسیته مجموعه آجرکاری و تعیین مقاومت فشاری بر اساس نظر مشاور به دو صورت جک مسطح تکی یا دوبل مطابق با استانداردهای ASTM 1196-91 و ASTM 1197-91 انجام شود. نکاتی که باید در مورد آزمایش جک مسطح مدنظر قرار گیرد عبارت‌اند از:

الف- فشاری که سبب بازگرداندن جک به وضعیت اولیه می‌گردد باید پیش از انجام آزمایش تعیین شده باشد.

ب- فشار باید به‌صورت یکنواخت در جک اعمال شود.

پ- در صورتی که نمونه مورد نظر تحت سربارهای کم (بین ۰/۱ تا ۰/۱۵ مگاپاسکال) قرار داشته باشد به منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی، لازم است از آزمایش جک مسطح تک به جای دوبل استفاده شود تا نمونه در محدوده الاستیک تحریک گردد.

ت- در صورتی که مصالح غیرهمگن بوده و وجود درزهای ملات غیرمنظم منجر به تمرکز تنش شود، نتایج این آزمایش قابل قبول نخواهد بود.

ث- در صورت ضخیم بودن درزهای ملات (بیش از ۲ سانتی‌متر)، شیار ایجاد شده باید از محل آجرها عبور کند.

ج- در حین انجام آزمایش جک مسطح تکی به‌منظور برآورد میزان تنش در رج مشخصی از دیوار، شیارها باید توسط دریل و یا سنگ فرز ایجاد شده و با دمنده[1] یا برس به‌خوبی تخلیه و پاک شوند (شکل ۱۴-۱۰۴).

چ- به‌منظور پرهیز از انبساط ناحیه‌ای جک مسطح باید از ورق‌های پرکننده مخصوص[2] با ابعاد و اندازه‌های مناسب استفاده گردد.

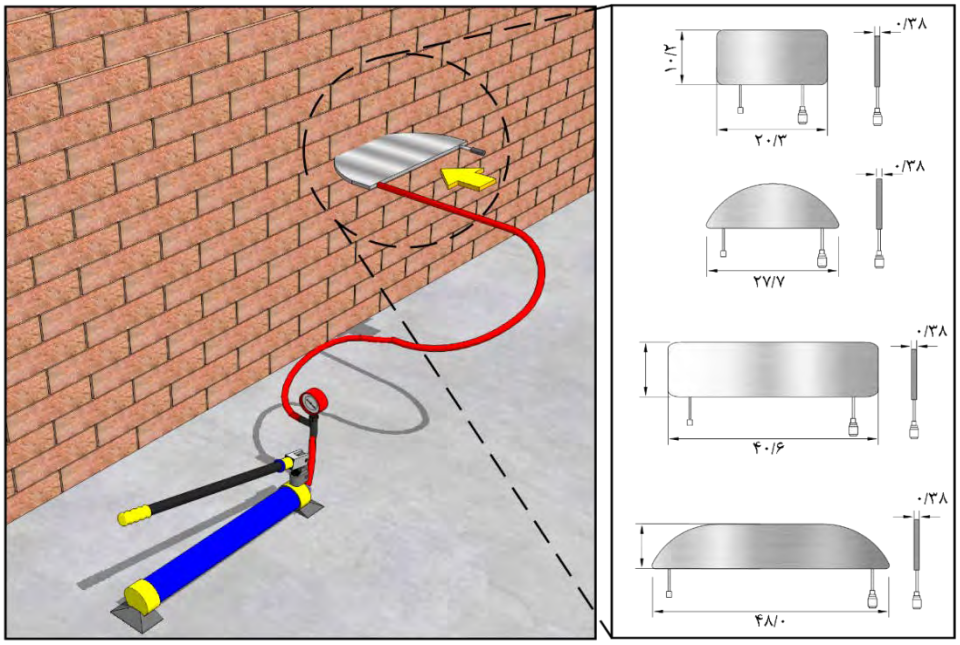
در انجام آزمایش جک مسطح دوبل مطابق شکل ۱۴-۱۰۵ به منظور تعیین منحنی تنش- کرنش آجرکاری الزامات ذیل باید رعایت شود:

الف- تمامی موارد ذکر شده در انجام آزمایش جک مسطح تکی در این آزمایش رعایت گردد.

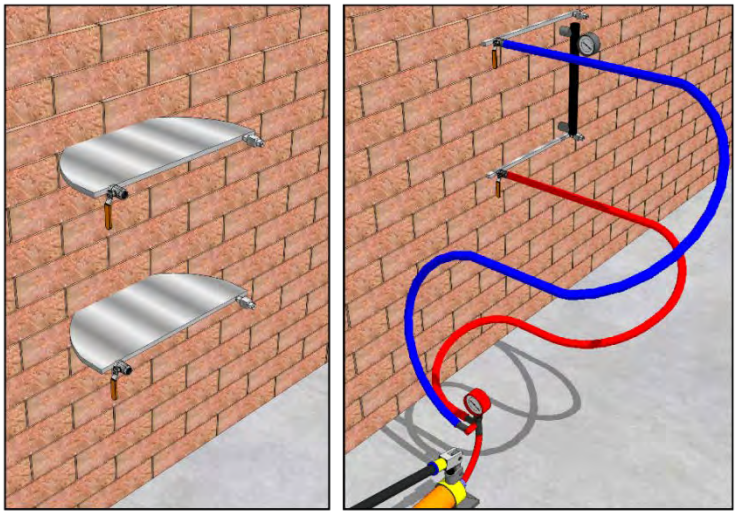
1- Blower
2- Shim

ب- فاصله چهار کرنش‌سنج باید بین ۷۵٪ تا ۹۰٪ فاصله دو جک مسطح از یکدیگر باشد.

پ- نمونه حداقل باید دربردارنده ۵ رج آجر برای آجرهای با ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر، حداقل ۳ رج و ارتفاع نمونه باید بین ۱/۰ تا ۱/۵ برابر طول صفحه مسطح جک و نیز بیشتر از ۲/۵ برابر عمق این صفحه باشد.



شکل ۱۴-۱۰۴- انواع شکل‌های صفحات جک‌های مسطح



شکل ۱۴-۱۰۵- نمایی از روش انجام آزمایش جک مسطح دوبل

۱۴-۶-۱-۴-۲- آزمایش برش ملات در محل

در آزمایش تعیین مقاومت برش ملات، باید الزامات ذیل رعایت گردد.

الف- رج خارجی دیوار باید تحت آزمایش برش قرار گیرد.

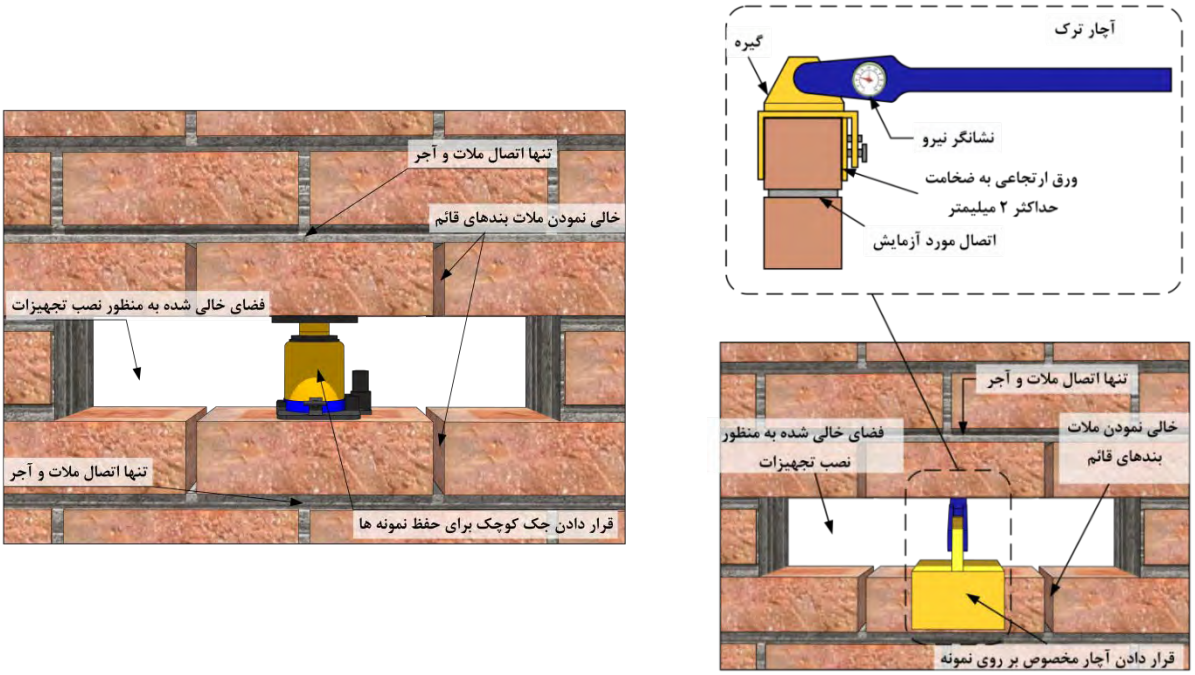
ب- آجرهای بالا و پایین آجر تحت آزمایش، باید سالم و نشکسته باقی بمانند.

پ- آجر تحت آزمایش باید سالم و بدون ترک باقی بماند.

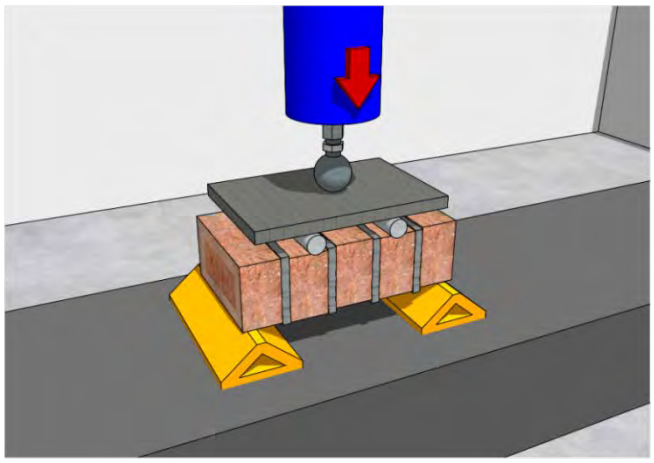
ت- آجرهای دو طرف آجر تحت آزمایش باید برداشته و دو سطح در درزهای قائم، باید قبل از آزمایش، به‌خوبی تمیز شوند.

۱۴-۶-۱-۴-۳- آزمایش تعیین مقاومت کششی ملات

آزمایش‌های تعیین مقاومت کششی ملات باید مطابق استاندارد BS EN 1052-5:2005 انجام شود که جزئیات آن در شکل ۱۴-۱۰۶ و شکل ۱۴-۱۰۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۰۶- نماهایی از آزمایش کشش ملات در محل و در آزمایشگاه با روش آچار



شکل ۱۴-۱۰۷- انجام آزمایش خمشی بر روی واحد آجرکاری به منظور تعیین مقاومت کششی ملات

۱۴-۶-۱-۵- ترمیم

در این مرحله لازم است شروع عملیات کلی ترمیم اعضای ساختمان به اتمام عملیات نمونه‌گیری در تمامی محل‌های مورد نظر موکول نشده و انجام عملیات ترمیم هر محل بلافاصله بعد از انجام عملیات سونداژ و نمونه‌گیری در آن محل (اتمام فرآیند آزمایش)، صورت پذیرد.

۱۴-۶-۲- دیوار

۱۴-۶-۲-۱- تقویت سطحی دیوار با بتن پاششی

۱۴-۶-۲-۱-۱- تخریب لایه رویه دیوارها

الف- به‌منظور اجرای لایه بتن پاششی، تمام پوشش‌های موجود بر روی دیوار تا سطح اصلی دیوار باید برداشته شود.

ب- در صورت ضرورت باقی‌ماندن اندود سیمانی سخت شده، سطح مذکور باید قبل از اجرای بتن پاششی مضرس شود.

۱۴-۶-۲-۱-۲- سوراخ کاری

الف- تجهیزات استفاده شده در سوراخ‌کاری نباید باعث ایجاد خرابی‌های ناشی از لرزش در دیوار گردد. در مرحله بعد می‌بایستی داخل سوراخ‌ها با استفاده از پمپ باد و یا شستشو با واترجت تمیز گردد. همچنین لازم است راستای سوراخ‌کاری مورب، با زاویه ۳۰ درجه نسبت به عمود بر سطح سوراخ‌کاری، انجام شود.

ب- شبکه مش فولادی باید در محل تقاطع میلگردهای افقی و قائم نصب گردد. در روش کاشت با گروت، قطر سوراخ‌کاری باید حداقل ۳ برابر قطر میلگرد و در صورت استفاده از روش کاشت با چسب اپوکسی این مقدار باید حداقل ۴ میلی‌متر بیشتر از قطر میلگرد مورد استفاده باشد.

پ- برای حصول اطمینان از پرشدن سوراخ، باید ابتدای سوراخ‌ها با فتیله ملات و فشردن آن به درون سوراخ، پر شود.

ت- به منظور حصول اطمینان از ممزوج شدن میلگرد داخل سوراخ با دوغاب اطراف، باید حداقل یک دور میلگرد درون سوراخ چرخانده شود.

۱۴-۶-۲-۱-۳- مش بندی

الف- لازم است از شبکه میلگرد (مش‌بندی) به‌صورت پیش‌ساخته کارخانه‌ای و مطابق با جزئیات طرح مشاور استفاده گردد. در غیر این صورت به‌منظور ساخت شبکه میلگرد در محل، استفاده از میلگردهای به صورت کلاف حلقوی ممنوع است.

ب- در زمان قراردادن شبکه میلگرد بر روی سطح مورد نظر، می‌بایستی شبکه میلگرد بافته شده با استفاده از بست فلزی مناسب در محل همپوشانی و یا تقاطع با آرماتورهای انتظار به آن‌ها وصل شود.

پ-جایگذاری شبکه میلگرد باید به نحوی باشد که حدود ۲ الی ۳ سانتیمتر از دیوار فاصله داشته باشد و پس از اجرای عملیات پاششی بتن، در وسط ضخامت بتن اجرا شده (روکش تقویتی) قرار گیرد.

ت- برای درگیرکردن روکش تقویتی با دیافراگم ساختمان در روش بتن پاششی از داخل ساختمان، می‌بایستی پوشش معماری (اندودکاری) زیر دیافراگم موجود در امتداد روکش و به عرض مناسب برداشته شود.

۱۴-۶-۲-۱-۴- بتن‌پاششی و عمل‌آوری

الف- پیش از تقویت دیوار با بتن پاششی، در صورت تشخیص دستگاه نظارت باید آزمایش شبیه‌سازی عملیات اجرایی جهت حصول اطمینان از صلاحیت و توانایی اجرایی عوامل پیمانکار انجام شود. به‌این‌ترتیب که در محلی از دیوار که بیشترین انباشتگی بتن پاششی وجود دارد، پانلی که از نظر ضخامت، آجرچینی و خصوصیات مصالح به دیوار اصلی شبیه باشد باید ساخته و بتن پاششی با جزئیات مشابه بتن پاششی اصلی بر روی آن اجرا شود. در اجرای بتن پاششی بر روی پانل باید کلیه تجهیزات و نیروی انسانی که برای اجرای بتن پاششی بر روی دیوارهای اصلی به کار گرفته خواهد شد، درنظر گرفته شود. در کارهای کوچک و موقت و در صورت سابقه پیمانکار در اجرای بتن پاششی با تجهیزات و نیروی انسانی مشابه، در صورت تشخیص دستگاه نظارت، نیازی به انجام این آزمایش نمی‌باشد.

ب- مقدار حجمی هوا در بتن پاششی اجرا شده به روش تر باید برابر ۶٪ تا ۷٪ باشد.

پ- نمونه‌گیری باید حداقل از هر سری مصالح ریخته شده در اجرای بتن پاششی و حداقل از هر ۳۸/۲ مترمکعب بتن انجام شود.

ت- آزمونه استاندارد بتنی برای انجام آزمایش‌های تعیین مقاومت فشاری ملات یا بتن پاششی در صورتی که حداکثر ابعاد سنگ‌دانه‌ها بزرگ تر از ۹/۵ میلی‌متر باشد باید دارای حداقل قطر ۷۶ میلی‌متر برای مغزه‌ها و ۷۶ میلی‌متر برای نمونه‌های مکعبی باشد. این اندازه‌ها در صورتی که حداکثر ابعاد سنگ دانه‌ها کوچک‌تر از ۹/۵ میلی‌متر باشد به ۵۱ میلیمتر می‌تواند کاهش یابد. آزمونه‌ها حداقل باید ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش در آب، مرطوب شوند.

ث- محل مغزه‌گیری باید با روش مناسب ترمیم شود. نحوه ترمیم باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

ج- قبل از اجرای پاشش بتن بر روی سطوح، می‌بایستی سطوح موردنظر با روش‌هایی از قبیل خراش دادن و یا مضرس کردن به کمک ابزار مناسب، بدون تخریب لایه‌های زیرین و یا سندبلاست با دانه‌بندی و فشار هوای متناسب، ناهموار شوند تا به‌این‌ترتیب پس از اجرای بتن‌پاشی، اتصال کافی بین لایه‌های جدید و لایه‌های موجود ایجاد شود.

چ- قبل از اجرای بتن پاششی، می‌بایستی تراز بودن سطح و یکنواختی ضخامت مورد انتظار لایه‌ها با نصب ریسمان (یا سیم‌های مفتولی صاف و مستقیم) به صورت افقی و قائم کنترل شود.

ح- میزان رواداری در ضخامت لایه اجرا شده حداکثر به میزان ۸+ میلیمتر و حداقل به میزان ۳- میلیمتر می‌باشد.

خ- اگر در مواردی سطح دچار وارفتگی، دلمه‌زدگی، جدایش ذرات، تخلخل و حباب‌های زیر سطحی باشد، لایه مذکور باید به صورت کامل برداشته شده و لایه جدید بتن پاششی جایگزین آن شود.

د- با کمک چکش (دارای وزن ۰/۵ تا ۲ کیلوگرم) باید سطح از نظر پوکی و وجود حفره بررسی شود و در صورت پوک بودن، باید مساحت بتن پاششی دارای پوکی، به طور کامل برداشته و با بتن پاششی جدید جایگزین شود.

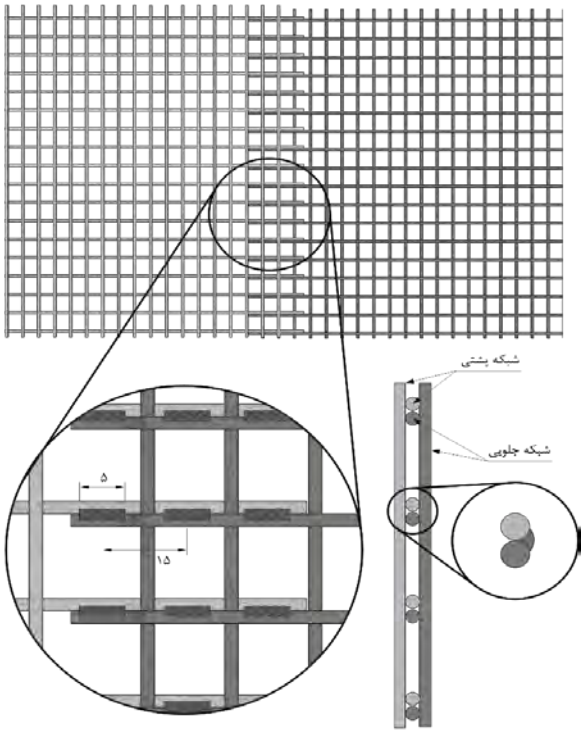
ذ- عبور لوله‌ها و اجزای تأسیسات از ضخامت بتن پاششی یا قطع شبکه میلگردها مجاز نمی‌باشد.

ر- حداقل پوشش بتن پاششی مابین شبکه میلگرد و دیوار در صورت عدم تعیین در نقشه‌ها و مشخصات فنی باید مقدار ۳ سانتیمتر درنظر گرفته شود.

ز- لازم است قبل از اجرای بتن‌پاششی، سطح پی‌ها و دیوارهای زیرکار با استفاده از پاشش آب با فشار (پمپ آب) از هرگونه گرد و غبار و مصالح سست تمیز گردد.

ژ- میزان مقاومت فشاری بتن پاششی باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی ذکر گردد.

س- اتصال و قرارگیری شبکه‌های میلگرد (شبکه مش) به دیوار باید به نحوی انجام شود که نسبت به تکان‌نخوردن و عدم جابه‌جایی‌های شبکه در حین بتن‌پاشی اطمینان حاصل شود. نحوه وصله میلگردهای شبکه بتن‌پاششی باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی ذکر شود. استفاده از جوشکاری برای وصله شبکه میلگرد مجاز است و به‌منظور جلوگیری از صدمه دیدن میلگردها باید از جوش منقطع با شدت آمپر کم استفاده شود. در شکل ۱۴-۱۰۸ وصله میلگردهای شبکه بتن پاششی نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۰۸- جزئیات وصله میلگردهای بتن پاششی

ش- در صورت وجود لوله دودکش، ناودانی، آب باران، دریچه و... در دیوارهای دارای طرح بتن پاششی، این قبیل موارد باید برچیده شده و جای خالی آنها با آجر و ملات ماسه‌سیمان تا سطح دیوار پر گردد، سپس عملیات مش‌گذاری و بتن‌پاشی انجام شود.

ص- یکنواختی ضخامت بتن پاششی در تمام طول و ارتفاع دیوار ضروری است. بدین منظور لازم است با شمشه‌گیری نسبت به یکنواختی و هموارشدن سطح نهایی لایه بتن پاشیده شده اقدام شود.

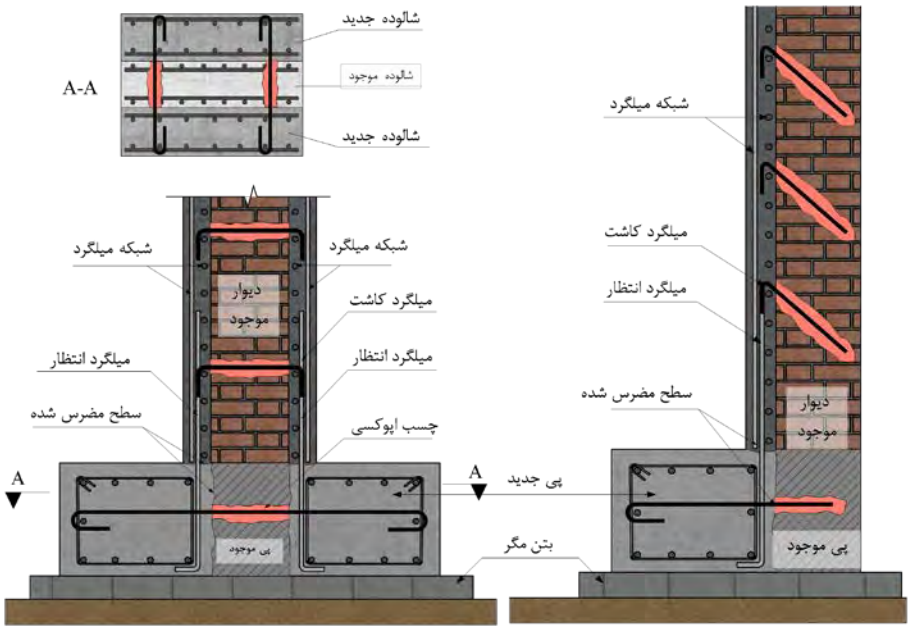
۱۴-۶-۲-۲- افزودن شناژ به زیر دیوار موجود

الف- جزئیات مربوط به اتصال و افزودن شناژ به پی موجود در شکل ۱۴-۱۰۹ و شکل ۱۴-۱۱۰ نشان داده شده است. فواصل و مصالح مصرفی باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی بیان شده باشد.

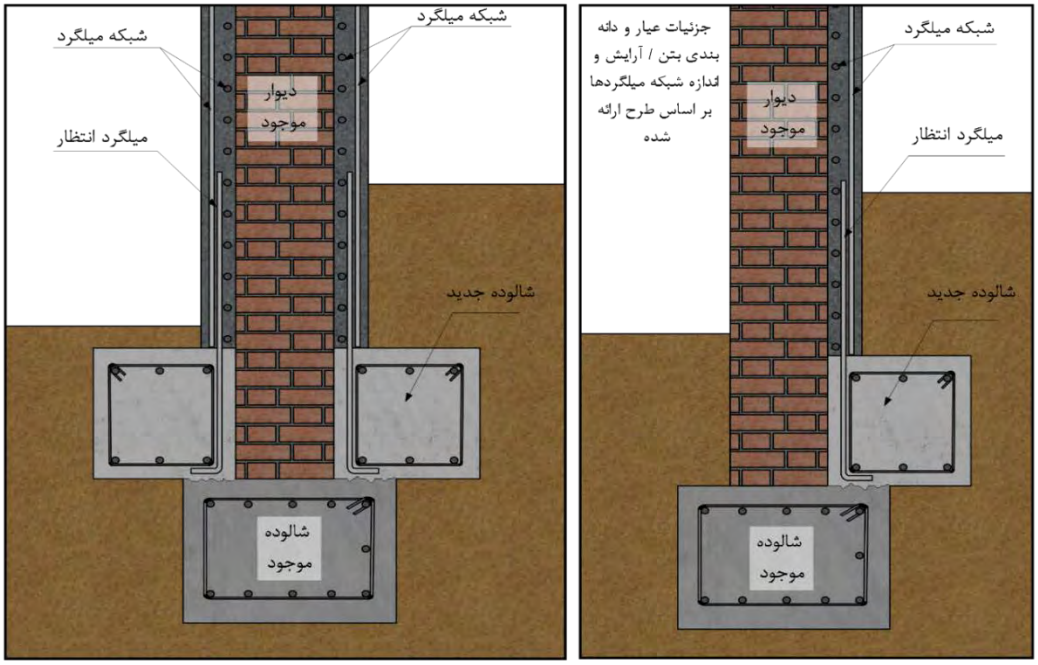
ب- در صورتی‌که عمق خاکبرداری زیاد است، می‌بایستی پی‌کنی به‌صورت شیبدار و با لحاظ تمهیدات لازم در تأمین پایداری گودها انجام گیرد تا از ریزش خاک و دیوارها جلوگیری گردد.

پ- در محل‌هایی که عملیات اجرای پی‌کنی و شاتکریت به صورت همزمان بایستی اجرا گردد، لازم است تراشیدن اندود دیوارها قبل از اجرای پی‌کنی محل‌های موردنیاز انجام شود تا از ریختن نخاله حاصل از تراشیدن اندود دیوارها به داخل محل‌های پی‌کنی شده جلوگیری گردد.

ت- کف پی‌ها باید تراز باشد و ابعاد پی‌کنی و مصالح پی‌سازی می‌بایستی توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی از قبل مشخص شده باشد. درهرصورت عرض پی‌کنی باید به مقداری باشد که عوامل اجرایی امکان فعالیت داشته باشند.



شکل ۱۴-۱۰۹- جزییات اجرای شناژ جدید و اتصال آن به پی موجود



شکل ۱۴-۱۱۰- جزییات اجرای شناژ جدید بدون اتصال به پی موجود

ث- در صورت وجود پی‌سازی با سنگ و سیمان در نقشه‌ها، سنگ‌های مصرفی باید از نوع لاشه‌ای، مقاوم و شکسته‌شده بوده و اندازه آن‌ها نباید بیش از حد کوچک و یا بزرگ باشد. همچنین اطراف سنگ‌ها باید با ملات ماسه‌سیمان به عیار ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب کاملاً پوشش داده شود.

ج- قبل از اجرای بتن‌ریزی محل شناژ جدید، می‌بایستی سطح بدنه و کف محل کنده شده جهت اجرای پی به منظور جلوگیری از جذب آب بتن توسط خاک اطراف با پلاستیک ضخیم و یا مواد عایق‌کننده پوشانده شود.

چ- در صورت لزوم اتصال شناژ جدید و پی موجود، مشخصات مته‌های مورد استفاده برای سوراخ‌کاری در پی موجود باید به نحوی باشد که باعث ایجاد صدمه به عضو در حین سوراخ‌کاری نشود. بدین منظور لازم است از ادوات سوراخ‌کاری (دریل‌های) با قدرت کافی و سرعت دور بالا استفاده گردد.

۱۴-۶-۲-۳- کاهش یا افزایش ابعاد بازشوها در دیوار

الف- بلوک و یا آجرها در محل بازشو جدید باید بادقت کافی برداشته شود تا به بلوک‌ها یا آجرهای مجاور آسیب وارد نشود. همچنین می‌بایستی نسبت به پایداری دیوار بالای بازشو و نیز سقف متکی به دیوار در محل تعریض بازشو اطمینان حاصل گردد. در این حالت لازم است با استفاده از جک‌های موقت، نسبت به اجرای تیرهای نعل‌درگاه جدید متصل به تیرهای نعل‌درگاه موجود در بازشوی قدیمی اقدام شود.

ب- به‌منظور کوچک‌کردن ابعاد بازشو باید از مصالحی استفاده گردد که حتی‌المقدور از نظر مشخصات ظاهری و مکانیکی شباهت زیادی به مصالح موجود داشته باشند. بدین منظور لازم است اطراف بازشوهای موجود با استفاده از قلم و چکش به‌صورت هشت‌گیر درآمده تا پیوستگی کافی بین دیوارچینی جدید و دیوار قدیم ایجاد شود. ضمناً

می‌بایستی آجرهای هوازده و آسیب‌دیده در اطراف بازشوی موجود برداشته شده و با مصالح جدید جایگزین شوند. همچنین لازم است در اطراف بازشو موجود، میلگردهای نمره ۸ به طول ۴۰ سانتیمتر با فواصل ۳۰ سانتی‌متری به صورت کاشت اجرا شده و سمت بیرون‌زده این میلگردها (۲۰ سانتیمتر) درون رج‌های بخش الحاقی مدفون شود.

۱۴-۶-۲-۴- کلاف‌بندی جدید در دیوار

۱۴-۶-۲-۴-۱- ایجاد محل کلاف‌ها در دیوار

الف- محل کلاف‌ها در دیوار باید با استفاده از ادوات سوراخ‌کاری (دریل‌های) چکشی یا با استفاده از قلم و تیشه ایجاد شود. همچنین ضخامت کلاف‌های افقی و قائم اضافه شده باید برابر ضخامت دیوار موجود باشد. درصورتی‌که اضافه نمودن کلاف‌های افقی در بخش فوقانی دیوارها مدنظر باشد، نباید تغییری در وضعیت تیرها داده شود. در حالتی که تیرریزی سقف موازی با جهت دیوار است، باید لبه‌های دیافراگم روی دیوار با استفاده از قلم و چکش و تیشه به‌طور کامل در سرتاسر طول دیوار برداشته و لبه فوقانی دیوار رویت شود.

ب- در صورت وجود دیافراگم طاق ضربی و قرارگیری تیرهای دیافراگم به‌صورت عمود بر دیوار موردنظر، برداشتن محل کلاف باید تا لبه تیرها انجام شود و نباید تغییری در وضعیت این تیرها داده شود.

پ- در صورتی که اضافه‌کردن کلاف‌های افقی در بخش تحتانی دیوارها (به‌عنوان مثال بر روی پی) مدنظر باشد، باید تمهیدات لازم برای تأمین پایداری دیوارها در حین برداشتن دیوارها در محل تعبیه کلاف و نیز تا زمان گیرش کامل بتن در کلاف فراهم گردد. درهرحال، ضخامت در نظر گرفته شده برای کلاف‌های افقی تحتانی نباید از ۴۰٪ ضخامت دیوار تجاوز کند؛ لذا لازم است عملیات تخریب و برداشتن دیوار در این حالت، به‌صورت مقطعی و با طول‌های کمتر از یک‌سوم طول دیوار موردنظر انجام شود و پس از بتن‌ریزی و گیرش کامل بتن، مقاطع بعدی دیوار برداشته شود.

همچنین می‌بایستی به‌منظور گیرش مناسب وجوه بتن کلاف در تماس با دیوار، پس از اتمام عملیات تخریب و قبل از اجرای بتن کلاف، سطوح موردنظر با استفاده از جریان سریع و پرفشار هوا که از دهانه نازل خارج می‌شود، تمیز و عاری از هرگونه مصالح سست گردد.

۱۴-۶-۲-۴-۲- قراردادن شبکه میلگردها در کلاف‌ها

الف- لازم است دقت کافی در جایگذاری میلگرد طولی و عرضی کلاف‌های قائم و افقی و همچنین شبکه میلگرد پی متصل به کلاف‌ها به لحاظ تأمین پوشش مناسب بتن روی میلگردها صورت پذیرد. بدین منظور لازم است با استفاده از فاصله‌دهنده‌ها و مفتول‌های فلزی ضمن تأمین ضخامت پوششی لازم، شبکه اجرا شده به صورت محکم و بدون امکان جابجایی در محل جاگذاری گردد. به علاوه نباید از قطعات سنگ و کاشی به منظور تأمین فواصل میلگردها و پوشش آن‌ها استفاده گردد.

ب- برای افزایش یکپارچگی بتن کلاف و دیوار، لازم است میلگردهایی به‌صورت خم‌های ۹۰ درجه در هر ۵۰ سانتیمتر طول دیوار به‌صورت کاشت در ضخامت دیوار اجرا شده و انتهای آن در محل تعبیه کلاف قرار گیرد.

۱۴-۶-۲-۴-۳- قالب‌بندی، بتن‌ریزی و عمل‌آوری

الف- قالب‌بندی و اجرای بتن باید با رعایت الزامات فصل چهارم این ضابطه انجام شود.

ب- بتن محل کلاف‌های افقی و قائم و پی کلاف‌ها باید دارای اسلامپ حداقل ۷۵ میلیمتر باشد.

۱۴-۶-۲-۵- روش‌های ترمیم دیوارهای آسیب دیده

محدوده کاربرد این بخش، ترمیم دیوارهای مصالح بنایی است که تحت بار ثقلی دچار خسارت‌هایی شده‌اند و به‌منظور بهره‌گیری از ظرفیت و مشارکت آن‌ها در باربری لرزه‌ای، می‌بایست به وضعیت اولیه خود باز گردند.

۱۴-۶-۲-۵-۱- تزریق ترک‌ها

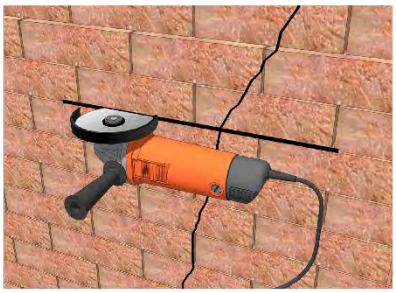
پس از تعیین محدوده ترک‌ها، درون درز ترک‌ها باید از ذرات و سنگدانه‌های سست با هواگیری، واترجت صنعتی، چکش برقی یا برس سیمی تمیز شود. همچنین در اطراف مرز ترک به‌منظور کنترل پرشدن کامل نواحی ترک از مصالح تزریق شونده، باید سوراخ تعبیه شود. در این خصوص لازم است از رزین‌های اپوکسی و پلی‌اورتان برای پر کردن ترک‌ها استفاده شود و در صورت عدم دسترسی به این مواد و تأیید دستگاه نظارت، به کمک دوغاب پرسیمان با عیار مشخص عملیات تزریق در محل ترک انجام شود. در صورت استفاده از دوغاب سیمان، دوغاب باید با فشار حداقل ۰/۲ مگاپاسکال به داخل ترک‌ها تزریق شوند.

۱۴-۶-۲-۵-۲- دوخت و دوز ترک‌ها

برای دوختن ترک‌ها با میلگرد، باید شیارهایی عمود بر راستای ترک در محل‌های مختلف خصوصاً در بند ملات ایجاد شده و بر روی آن مقدار مناسب چسب اجرا گردد. گام‌های لازم برای دوخت و دوز ترک‌ها باید مطابق شکل ۱۴-۱۱۳ انجام شود.

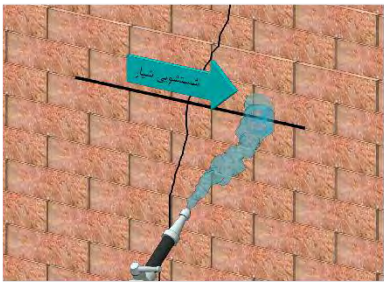
۱۴-۶-۲-۵-۳- تعویض ناحیه‌ای مصالح

در حالاتی که امکان تعمیرات اجرای مصالح بنایی با روش‌های متداول وجود نداشته باشد، باید بخش آسیب‌دیده برداشته شده و دیوار جداکننده جدید در آن ناحیه انجام شود.

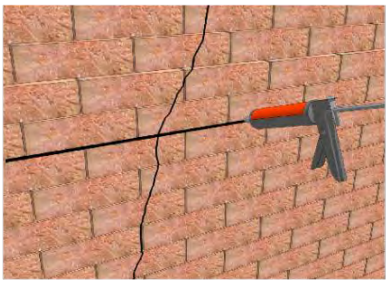


الف) ایجاد شیار در درز دیوار به کمک فرز

ب) اطمینان از وجود شیار به میزان ۵۰ سانتی‌متر در هر سمت ترک

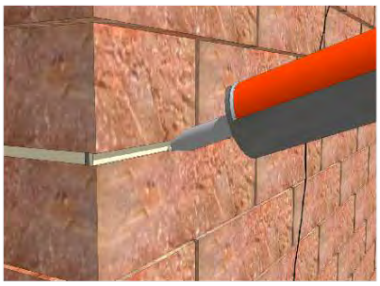


پ) شستشوی شیار



ت) اجرای اولین لایه چسب

ث) نصب میله درون شیار



ج) اجرای دومین لایه چسب روی میله

چ) اجرای ملات

شکل ۱۴-۱۱۱- گام‌های لازم برای دوخت و دوز ترک‌ها

۱۴-۶-۳- دال و دیافراگم

برای تقویت دیافراگم سازه‌های بنایی به‌خصوص سقف طاق ضربی، با توجه به عدم صلبیت این نوع سقف‌ها دو راهکار مدنظر است. اولین راهکار برچیدن کل آجرهای سقف و احداث دال جدید راهکار دوم، ایجاد انسجام و یکپارچگی و افزایش صلبیت آن‌ها است. برای افزایش صلبیت سقف‌های طاق‌ضربی از روش‌هایی مانند مختلط (کامپوزیت) نمودن تیرهای سقف با تعبیه برشگیرهای کم‌ارتفاع و آرماتورگذاری و بتن‌ریزی جدید روی تیرها، جوش تسمه‌های فولادی یا میلگرد در الگوهای مختلف در زیر تیرچه‌های سقف، اجرای تیرهای عرضی عمود بر تیرهای موجود به خصوص در محل تکیه‌گاه ها استفاده می‌شود.

علاوه بر ایجاد صلبیت در سقف طاق‌ضربی، ایجاد تکیه‌گاه کافی برای سقف و اتصال کافی بین سقف و اعضای باربرجانبی سازه ضروری است. بدین منظور از متصل کردن انتهای تیرها با میلگرد یا تیر فولادی جدید به یکدیگر و متصل نمودن آن‌ها به المان‌های باربر جانبی، نبشی‌کشی در زیر تکیه‌گاه‌های اتصال و افزودن طول تکیه‌گاه استفاده می‌شود. ایجاد صلبیت در طاق‌ضربی باید هم در تراز فوقانی و هم تراز تحتانی سقف انجام شود.

۱۴-۶-۳-۱- ایجاد انسجام در دیافراگم با استفاده از تسمه و نبشی از زیر سقف

در اجرای تسمه‌ها باید نکات ذیل رعایت شود:

الف- تسمه‌ها باید کاملاً صاف، بدون انحنا و شکم‌دادگی باشند. در صورت لزوم با پیش‌گرمایش می‌توان آن‌ها را به شرایط ذکر شده رساند.

ب- تسمه‌های مورداستفاده باید یکپارچه بوده و تا حد ممکن باید از وصله نمودن آن‌ها خودداری شود.

پ- در هنگام اجرای تسمه‌ها، از اتصال مناسب آنها با تمامی تیرآهن‌های موجود در مسیر هر تسمه و همچنین کلاف‌های افقی و قائم باید اطمینان حاصل گردد.

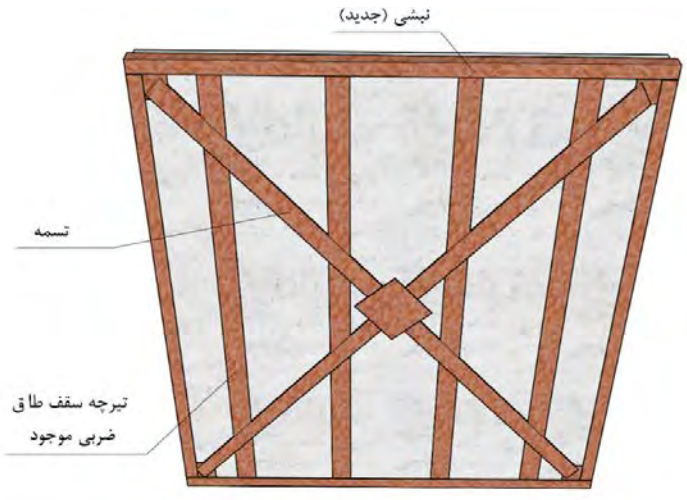
ت- حداقل سطح مقطع میلگرد و یا تسمه که برای مهاربندی ضربدری تیرآهن‌های سقف و یا استوار کردن آخرین دهانه به‌کار می‌رود، باید میلگرد ۱۴ و یا تسمه معادل آن باشد.

ث- تیرآهن‌های موجود در سقف باید به‌وسیله میلگرد از روی سقف و یا تسمه فولادی از زیر سقف به‌صورت ضربدری به یکدیگر باید بسته شوند به‌طوری که اولاً طول مستطیل ضربدری شده بیش از ۱/۵ برابر عرض آن نباشد و ثانیاً مساحت تحت پوشش هر ضربدری از ۲۵ مترمربع تجاوز ننماید (شکل ۱۴-۱۱۲).

ج- تکیه گاه مناسبی برای پاطاق آخرین دهانه طاق‌ضربی تعبیه گردد و با توجه به سربالا بودن جوشکاری تسمه‌ها، باید از الکترود مناسب و جوشکار ماهر استفاده گردد.

چ- پس از عملیات نصب، بر روی تسمه‌ها باید ضدزنگ اجرا شود.

ح- جهت پوشش و نازک‌کاری روی محل تسمه‌ها، می‌بایستی سطح تسمه‌ها با توری سیمی پوشانده و سپس عملیات نازک‌کاری و اجرای پوشش بر روی آن انجام شود. درصورتی‌که ضخامت تسمه‌ها از ضخامت سفیدکاری سقف بیشتر باشد پیمانکار می‌باید روی تسمه‌ها را به صورت آویز سفیدکاری نماید.



شکل ۱۴-۱۱۲- جزئیات تسمه کشی زیر سقف‌ها

۱۴-۶-۳-۲- مرکب کردن دیافراگم با افزودن لایه بتن مسلح

در اجرای مرکب کردن دیافراگم با افزودن لایه بتن مسلح، موارد ذیل باید رعایت شود:

الف- ایجاد شیار در عایق‌کاری سقف باید با دستگاه کاتر انجام شود.

ب- لایه عایق‌کاری، جان‌پناه و مصالح شیب‌بندی سقف باید تخریب و برچیده شود.

پ- قبل از اجرای بتن‌ریزی روی سقف، سطح اجزای اصلی نمایان شده آن باید به طور کامل از گردوخاک و سایر نخاله‌ها و مصالح سست تمیز شود.

ت- در هنگام اجرای شبکه میلگرد، استفاده از میلگردهای به صورت کلاف حلقوی (میلگردهای ساده) مجاز نمی‌باشد.

ث- پیش‌بینی لازم در خصوص مسیر داکت‌ها، کانال کولر، لوله‌های تأسیساتی اعم از آب، فاضلاب، برق، تلفن، آتش‌نشانی و غیره باید پیش از آغاز عملیات انجام شده باشد.

ج- میزان ضخامت بتن‌ریزی سقف باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی ذکر شده باشد. درهرصورت می‌بایستی بال بالایی تیرآهن‌های موجود در سقف و برشگیرهای روی آن‌ها به‌صورت کامل با رعایت حداقل پوشش داخل بتن قرار گیرد.

چ- در عملیات تخریب و جمع‌آوری لایه‌های دیافراگم، استفاده از ادوات تخریب چکشی جهت تخریب و جمع‌آوری لایه‌های رویی از قبیل عایق‌کاری بلامانع بوده ولی در ادامه لازم است با استفاده از ابزارآلات تخریب مکانیکی با قدرت تخریب محدودتر از قبیل قلم و چکش، لایه‌های منتهی به طاق‌های آجری را با ظرافت بیشتر و اطمینان از عدم آسیب به اجزای اصلی سقف، جمع‌آوری و تمیز کرد.

۱۴-۶-۳-۳- بتن ریزی و عمل آوری

الف- مقاومت فشاری مورد انتظار بتن (نمونه استوانه‌ای ۲۸ روزه)، بایستی توسط مشاور در نقشه‌ها و مشخصات فنی تعیین شود؛ در غیر این صورت حداقل مقاومت فشاری ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع و با عیار سیمان ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب در نظر گرفته شود.

ب- محل دقیق بتن‌ریزی باید طبق نظر دستگاه نظارت مشخص گردد. تمام سطوح اجزای قدیمی ساختمان که با بتن جدید در تماس هستند می‌بایستی مضرس شده و همچنین ضمن تمیزکاری و مرطوب کردن، با دوغاب سیمان آغشته گردند.

۱۴-۷- بهسازی پی و شالوده

۱۴-۷-۱- زهکشی در بهسازی پی‌ها

۱۴-۷-۱-۱- روش‌های شناسایی و مطالعات

پیش از آغاز عملیات بهسازی باید شناسایی وضعیت تراوش آب در خاک بستر پی و یا مشخص نمودن علل نشست آن، با انجام آزمایش‌های مکانیک خاک و مطالعات ژئوتکنیک تعیین شود. با انتخاب محلی مناسب در بستر ساختمان، با رعایت فاصله ایمن از بدنه پی، باید اقدام به حفر گمانه شناسایی به روش حفاری دستی تا عمق حداقل ۲۰ متر شود. محل و عمق گمانه باید توسط مشاور تعیین شود. جهت جلوگیری از ریزش خاک در گمانه مطالعاتی و گسترش ریزش خاک تا زیر پی لازم است تمهیداتی از جمله استفاده از ملات گچ و سیمان در تثبیت دیواره گمانه و یا حفر گمانه به صورت پیش کول‌گذاری شده رعایت گردد. در محل گمانه باید اقدامات ذیل انجام شود:

الف- نمونه‌برداری از خاک جهت انجام آزمایش‌های دانه‌بندی و حدود اتربرگ

ب- شناسایی لایه‌های دارای پتانسیل نشست و تورم

پ- شناسایی چشمی لایه‌های دارای خاصیت زهکشی

ت- آزمایش ژئوفیزیک مانند تعیین سرعت موج برشی در خاک به روش امواج سطحی چندکاناله (MASW[1])، گراوی‌متری و ژئوالکتریک،جهت شناسایی ناهنجاری و حفرات موجود در بستر پی

ث- تعیین تراز ایستایی آب با استفاده از لوله‌های پیزومتر

ج- انجام تحقیقات محلی جهت شناسایی مسیر قنوات موجود در محدوده پروژه

چ- انجام آزمایش پمپاژ صحرایی جهت تعیین دبی آب ورودی به گمانه مطالعاتی

۱۴-۷-۱-۲- رویکردهای اجرایی سیستم های زهکشی در بهسازی سازه‌ها

الف- بدنه تمامی چاه‌های زهکشی و گالری‌ها و انباره‌های زهکشی باید با استفاده از کوَل مسلّح، محافظت گردد.

ب- از ایجاد حفرات و فضای خالی در حدفاصل ترانشه حفاری شده تا مسیرهای کوَل‌گذاری شده خودداری شود و این فضاها با استفاده از مصالح زهکشی با مقاومت فشاری مناسب پر گردد. یکی از روش‌های مناسب کارگذاری گونی های پر شده از شن تمیز می‌باشد.

پ- از مسدود نمودن مسیر قنوات باید خودداری شود و در صورت نیاز به انحراف مسیر قنوات از محدوده پروژه، پس از انجام هماهنگی و اخذ مجوزهای لازم از سازمان‌های ذی‌ربط، این عملیات باید توسط افراد مجرب و با رعایت اصولی فنی انجام گیرد تا از پس‌زدگی و انباشت آب در بستر و یا پشت دیوارهای حائل جلوگیری شود.

ت- از ایجاد حفرات با ابعاد بیش از ۱/۵۰ متر جهت حفر گالری‌های زهکشی خودداری گردد.

1- Multichannel Analysis of Surface Waves

ث- حداقل فاصله لازم از تاج گالری‌های زهکشی تا تراز تحتانی پی رعایت گردد، این فاصله با توجه به سطح تنش های بستر پی باید توسط مشاور تعیین گردد.

ج- در صورتی که پی نواری باشد و در محیط ساختمان بر روی آن دیوار حائل احداث شود، از اجرای گالری‌های زهکشی در زیر نوارهای پی خودداری گردد. در این حالت گالری‌های زهکشی از قسمت‌هایی از بستر زمین که دارای سطح تنش کمتری هستند، باید عبور داده شوند.

چ-در صورتی که در زمان انجام عملیات زهکشی لازم باشد تراز آب پایین آورده شود و یا به تراز اولیه برگردد، از آبکشی سریع و یا توقف پمپاژ به‌صورت یک‌باره خودداری گردد تا تغییرات کوتاه‌مدت در فشار آب حفره‌ای باعث تغییر در تنش مؤثر خاک و یا فشار آب نگردد.

۱۴-۷-۲- بهسازی سازه پی

۱۴-۷-۲-۱- افزایش ابعاد پی موجود

الف- جزئیات افزایش ابعاد پی در شکل ۱۴-۱۱۳ آورده شده است. چنانچه پی منفرد موجود تنها شامل میلگردهای تحتانی باشد، می‌توان میلگردهای اتصال را در بالای پی تعبیه کرد و فولادهای سطح فوقانی آن را افزایش داد.

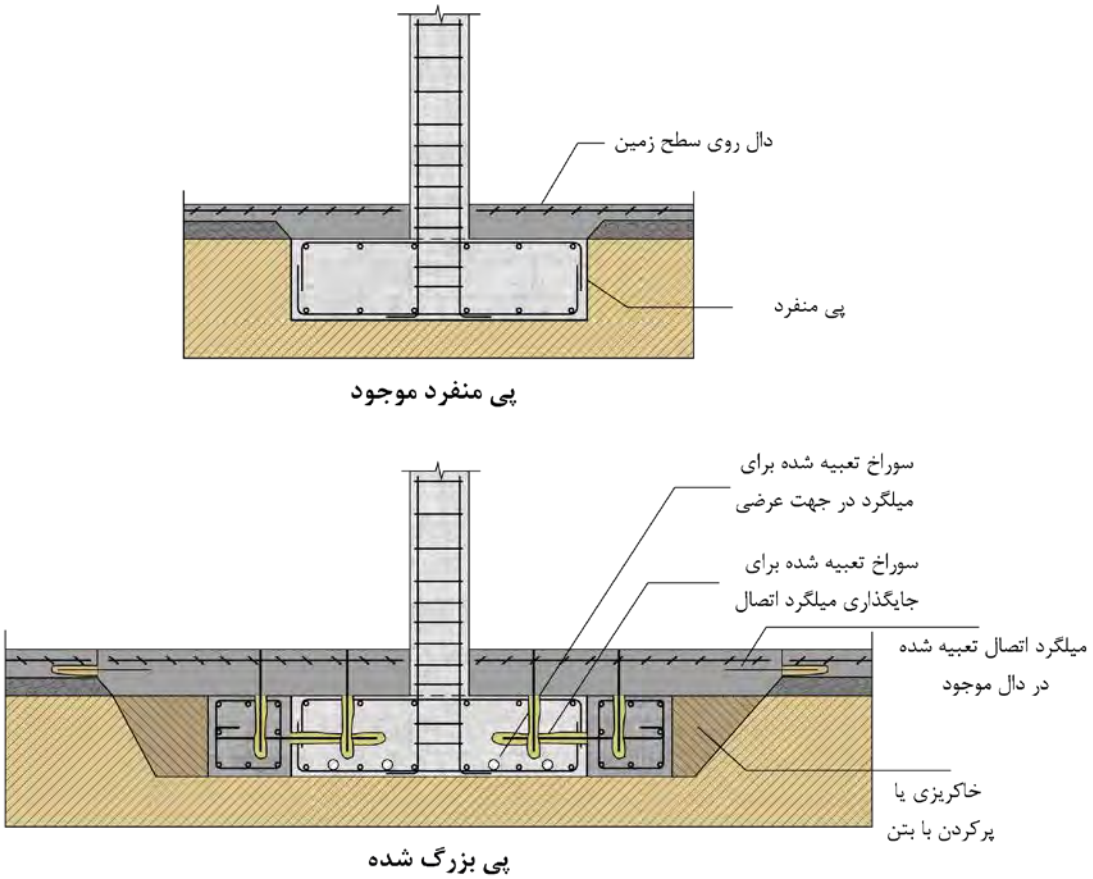
ب- در افزودن میلگردها، محل سوراخ‌کاری به جهت جلوگیری از آسیب به میلگردهای موجود باید در تراز بالای میلگرد موجود انجام شود.

پ- به‌منظور انتقال برش در پی‌های موجود و جدید، استفاده از روش‌هایی همچون مضرس نمودن سطح پی موجود، پخ زدن پی موجود به صورتی که در بالا پهن‌تر از پایین باشد، عمیق‌تر اجرا کردن پی جدید نسبت به پی موجود مجاز است.

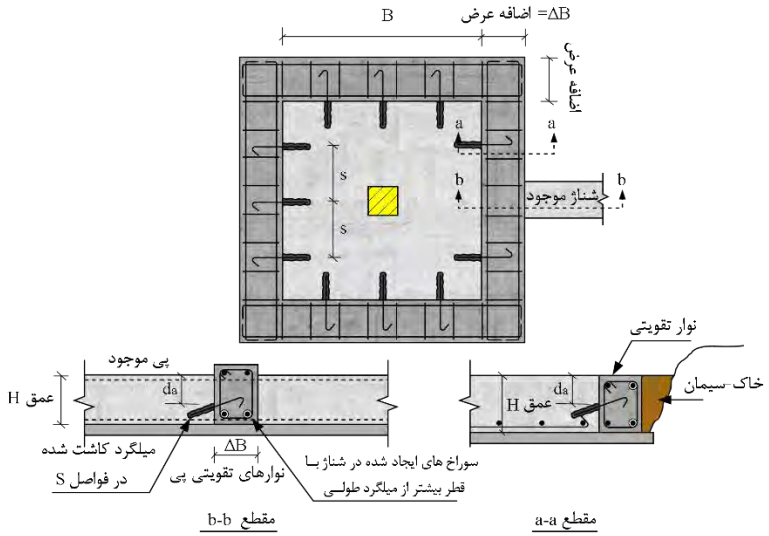
ت- در صورت نیاز به جایگزین‌نمودن پی موجود، نیاز است که شمع‌بندی موقتی صورت پذیرد. تحکیم مناسب بستر پی و احداث بتن جدید به صورت کامل در زیر ستون برای به حداقل رساندن یا حذف هرگونه نشست احتمالی پس از برداشتن شمع‌ها ضروری است.

ث- عمق مضرس نمودن باید به میزان ۶ میلیمتر باشد.

ج- برای جلوگیری از اضافه عرض بیشتر پی‌کنی (ΔB)، استفاده از قالب معکوس و شفته سیمانی برای پایداری جداره گود و پر کردن پشت قالب مجاز است. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۱۱۴ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۱۳- بزرگ کردن پی منفرد موجود



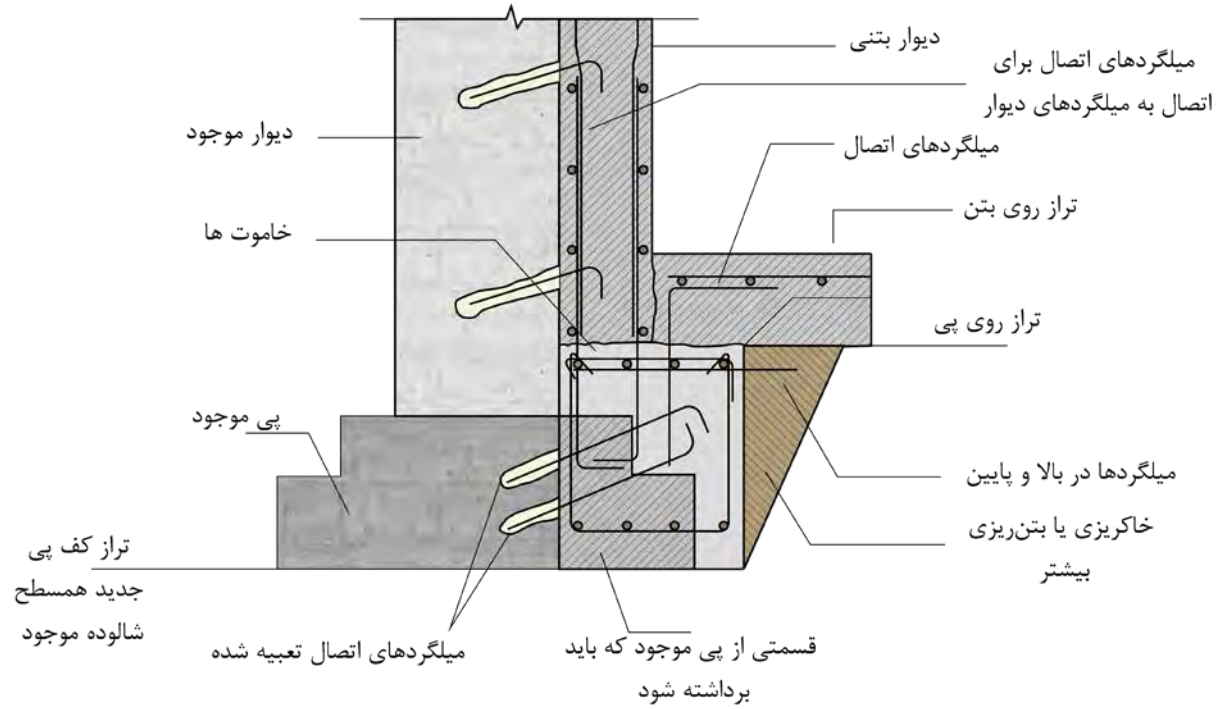
شکل ۱۴-۱۱۴- افزایش پی سطحی در حالت هم‌سطح و جزئیات محل برخورد نوارهای تقویتی پی و شناژ موجود

چ- چنانچه شناژهای رابط هم‌ارتفاع با پی موجود باشند باید با افزایش ضخامت نوارهای تقویتی به میزان ۱۰ سانتیمتر از بالا و عبور میلگردهای فوقانی نوار تقویتی از بالای شناژ و سوراخ‌کاری شناژ در قسمت پایین بدون

برخورد به میلگردهای آن و عبور میلگردهای پایین از محل سوراخ‌ها، پیوستگی نوارهای تقویتی تأمین گردد. جزئیات مطابق با مقطع b-b شکل ۱۴-۱۱۴ می باشد.

۱۴-۷-۲-۲- افزودن پی سطحی جدید در مجاورت پی سطحی موجود

الف- در صورت اجرای دیوار بتنی جدید بر روی دیوار بنایی یا بتنی موجود و نیاز به پی جدید، لازم است از پی نواری با یک شناژ استفاده شود و میلگردهای اتصال به پی قدیم اضافه شود. برای جزئیات بیشتر به شکل ۱۴-۱۱۵ مراجعه شود.



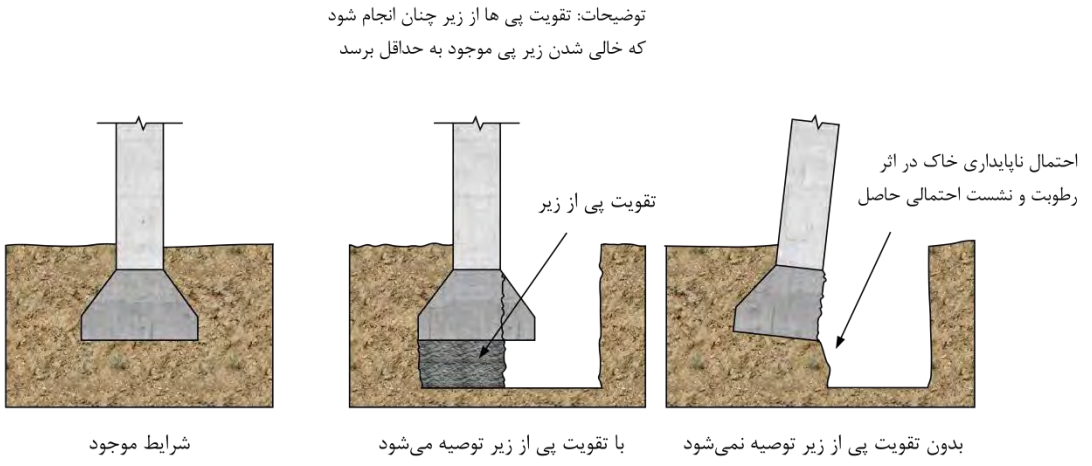
شکل ۱۴-۱۱۵- اجرای پی نواری بتنی جدید در کنار پی نواری موجود

۱۴-۷-۲-۲-۱- ملاحظات اجرایی و تهیه جزئیات

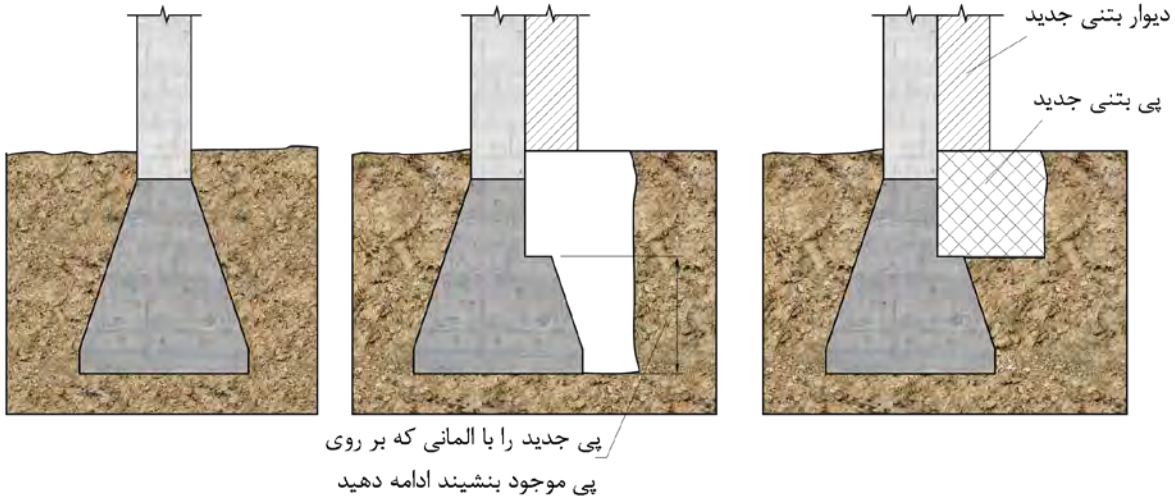
الف- درصورتی‌که پی جدید عمیق‌تر از پی موجود باشد، با توجه به آنکه به‌ویژه در خاک‌های با چسبندگی کم، ممکن است خاک از زیر پی موجود به داخل ناحیه جدید حفرشده ریزش کند و به حرکت آن منجر گردد، باید از زیربندی برای اصلاح این حالت استفاده گردد. برای زیربندی باید گودال‌هایی با طول کوتاه در فواصل کم از هم حفر گردد، سپس زیر پی موجود در مجاورت گودال‌ها نیز حفر شود و آنجا زیر پی تقویت شود (شکل ۱۴-۱۱۶).

ب- استفاده از شمع برای زیربندی مجاز است.

پ- در مواردی که پی موجود عمیق‌تر از پی جدید باشد باید از جزئیات مطابق با شکل ۱۴-۱۱۷ استفاده گردد. سایر جزئیات شامل مصالح مصرفی و اندازه‌ها باید در نقشه‌های اجرایی بیان شود.



شکل ۱۴-۱۱۶- اجرای پی سطحی جدید در عمقی پایین‌تر از پی سطحی موجود



شکل ۱۴-۱۱۷- اجرای پی سطحی جدید در عمق کمتر از پی سطحی موجود

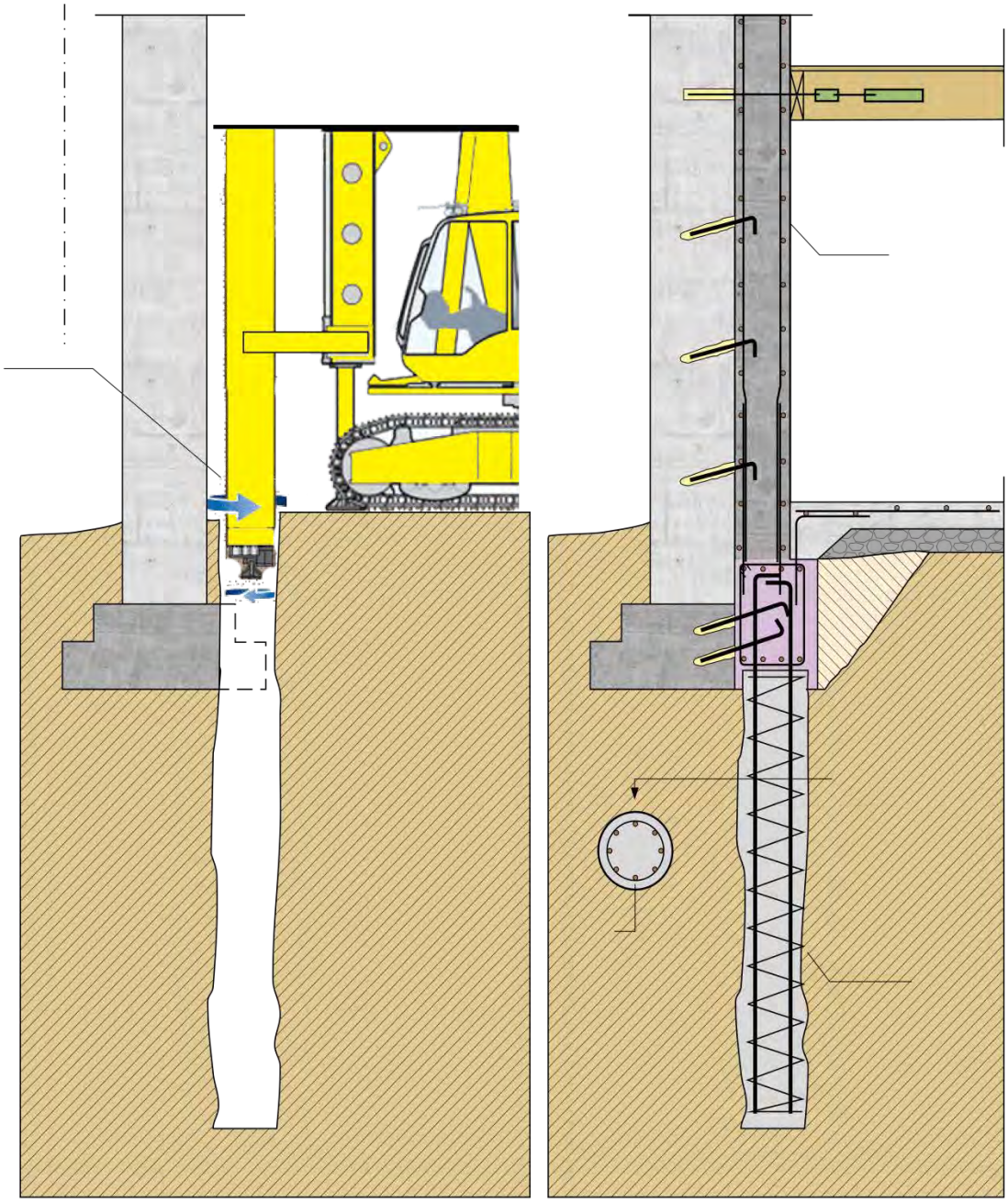
۱۴-۷-۲-۳- افزودن شمع در مجاورت پی سطحی موجود

لازم است فواصل شمع‌های درجا به‌گونه‌ای انتخاب شود که سوراخ حفاری‌شده از پی موجود عبور کند و یا در کنار آن قرار گیرد. همچنین الزامات زیر رعایت شود:

الف- حداقل پوشش بتنی جداره شمع باید به میزان ۱۰ سانتیمتر باشد.

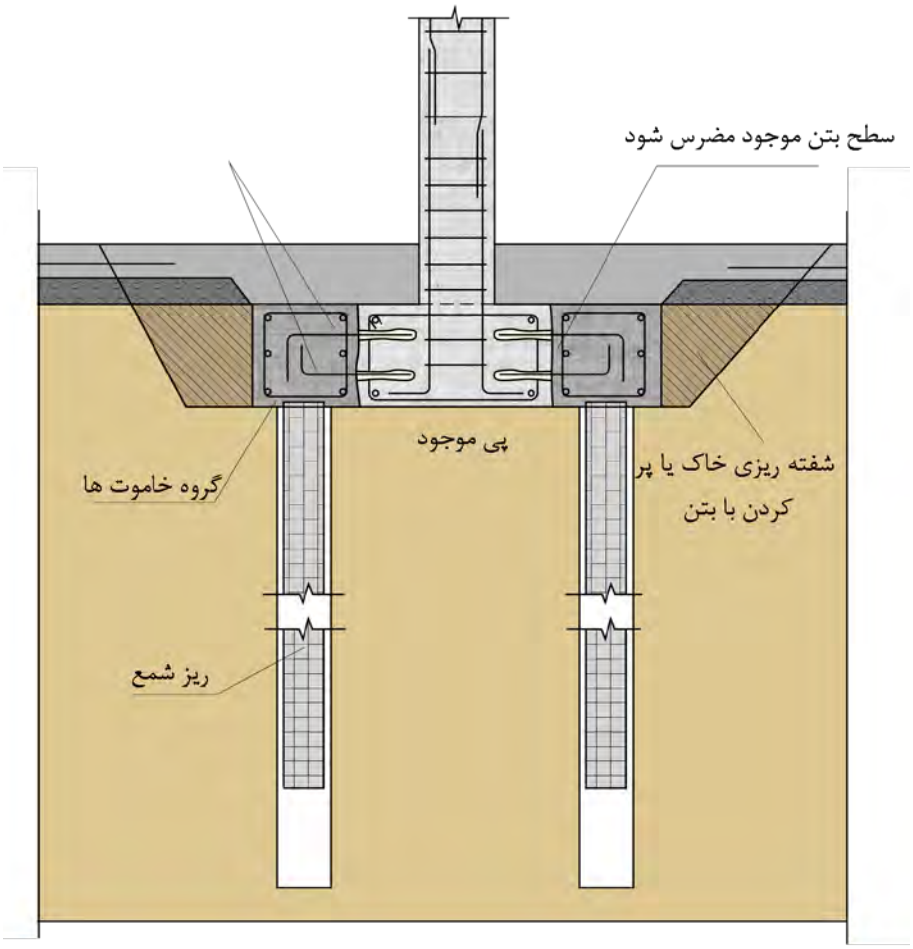
ب- حداکثر عمق مضرس نمودن جداره پی موجود باید ۶ میلیمتر باشد.

پ- قسمت‌های حفاری‌شده باید با خاک دانه‌ای و یا شفته آهکی پر شوند. سایر جزئیات در شکل ۱۴-۱۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۱۸- اجرای شمع درجای جدید در کنار پی نواری موجود

۱۴-۷-۲-۴- افزودن ریزشمع در مجاورت پی سطحی موجود با سطح پی گسترش‌یافته



شکل ۱۴-۱۱۹- جزئیات اتصال ریزشمع به پی نواری موجود با سطح پی گسترش یافته (ریزشمع مسلح به آرماتور)

در زمان تزریق دوغاب سیمان در بستر پی‌ها خصوصاً در بهسازی بستر ساختمان‌های قدیمی باید دقت شود که تزریق حجم زیاد سیال با کنترل مناسب فشار تزریق و در چند مرحله انجام شود تا باعث بالازدگی خاک کف و یا ایجاد تنش‌های اضافی در بستر پی نگردد. در شکل ۱۴-۱۱۹ نحوه اتصال شمع به پی جدید نمایش داده شده است.

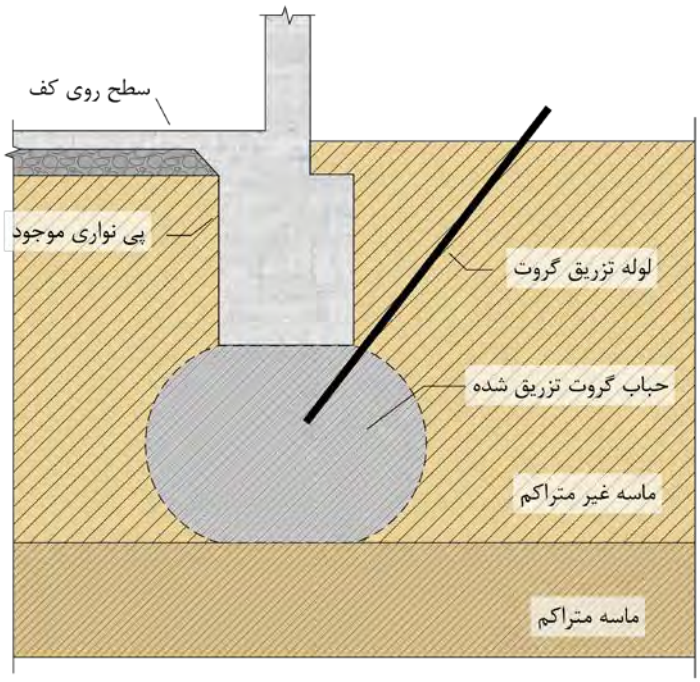
۱۴-۷-۲-۵- افزودن آرماتورهای فوقانی در سرشمع موجود

در صورتی‌که نیاز به تقویت میلگردهای فوقانی باشد باید مطابق با شکل ۱۴-۱۲۰ میلگردهای فوقانی تقویت گردد.

۱۴-۷-۲-۵-۱- ملاحظات اجرایی و تهیه جزئیات

الف- باید با استفاده از دستگاه شناسایی آرماتور از آسیب میلگردهای موجود در هنگام سوراخ‌کاری به‌منظور جایگذاری میلگردهای جدید جلوگیری به‌عمل آید.

ب- شبکه میلگرد جدید باید با استفاده از مفتول به شبکه قبلی متصل شود.



شکل ۱۴-۱۲۰- افزودن میلگردهای فوقانی به سرشمع موجود

۱۴-۷-۳- بهسازی پی

۱۴-۷-۳-۱- گروت‌ریزی تراکمی

الف- استفاده از روش گروت‌ریزی تراکمی برای خاک‌های رسی و ماسه‌ای مجاز است. در خاک‌های با خاصیت خمیری بالا، این روش توصیه نمی‌گردد.

ب- گروت مصرفی باید روانی کمی داشته باشد و از طریق گمانه‌های حفرشده طبق الگوی شبکه‌ای با فواصل بین ۱٫۲ تا ۳٫۶ متری، تزریق شود. فشار تزریق با درجه مکش بهینه بین ۲۸ تا ۵۶ لیتر در دقیقه از طریق غلافی با قطر داخلی ۵۰ تا ۱۰۰ میلیمتر باید انجام شود.

پ- گروت تا رسیدن به پس‌زنی که به یک از روش‌های ذیل انجام می‌پذیرد، باید تزریق شود:

پ-۱- حرکت کوچکی در سطح زمین یا لایه بهسازی‌شده فوقانی رخ دهد.

پ-۲- گروت به میزان حجم تعیین‌شده تزریق شود.

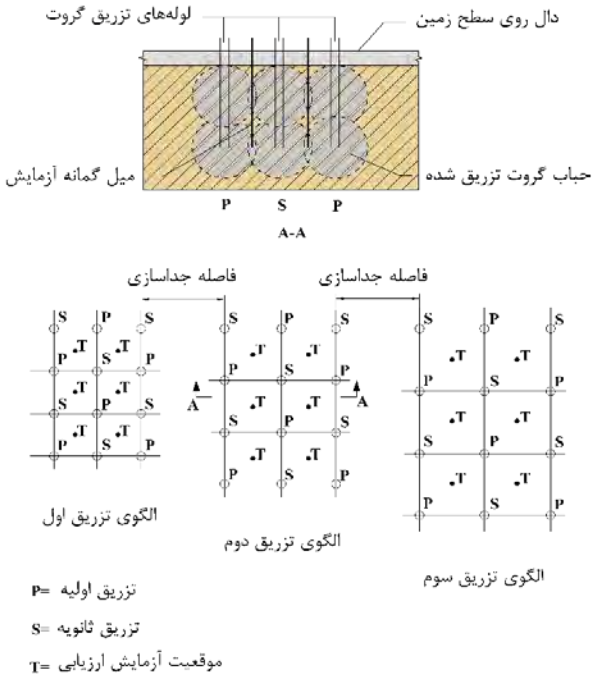
پ-۳- فشار به حداکثر تعیین‌شده در میزان دبی مشخص‌شده پمپ رسیده شود.

ت- سطح چگالش به‌دست‌آمده با انجام آزمایش نفوذ مخروط یا آزمایش نفوذ استاندارد (مطابق ضابطه شماره ۲۲۴ سازمان برنامه و بودجه) کنترل شود.

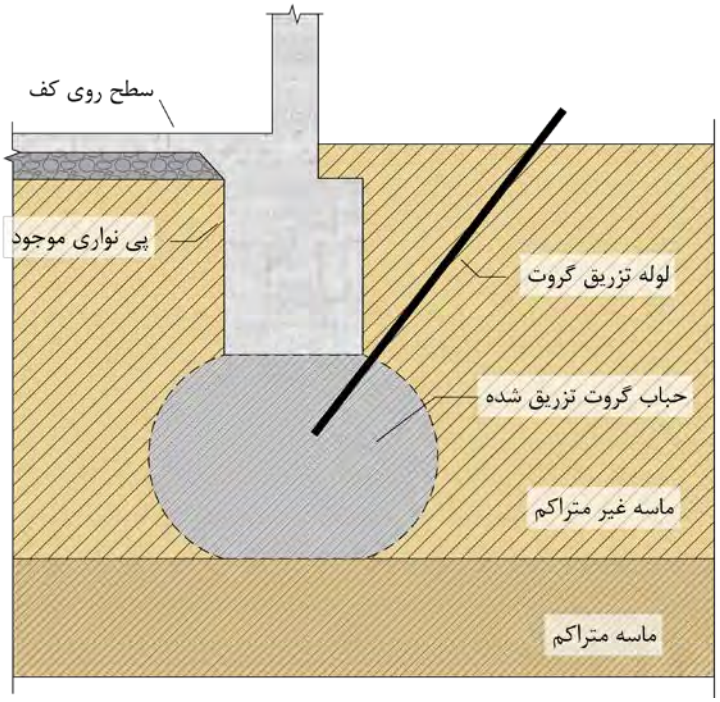
ث- الزامی است گروت‌ریزی تراکمی در زیر پی‌های سطحی به‌صورت قائم انجام شود. لازم است ناحیه گروت‌ریزی از تراز زیر پی سطحی موجود تا عمق لایه‌های با سختی مناسب و یا تا عمق موردنظر در رابطه با کاهش حباب تنش در زیر پی ادامه یابد.

ج- کنترل تراکمی سطح چگالش به‌دست آمده در خاک پی سطحی موجود با استفاده از آزمایش نفوذپذیری مخروطی یا آزمایش نفوذپذیری استاندارد مجاز نمی‌باشد. سطح چگالش حاصل باید با بررسی حجم گروت تزریق‌شده اندازه‌گیری شود.

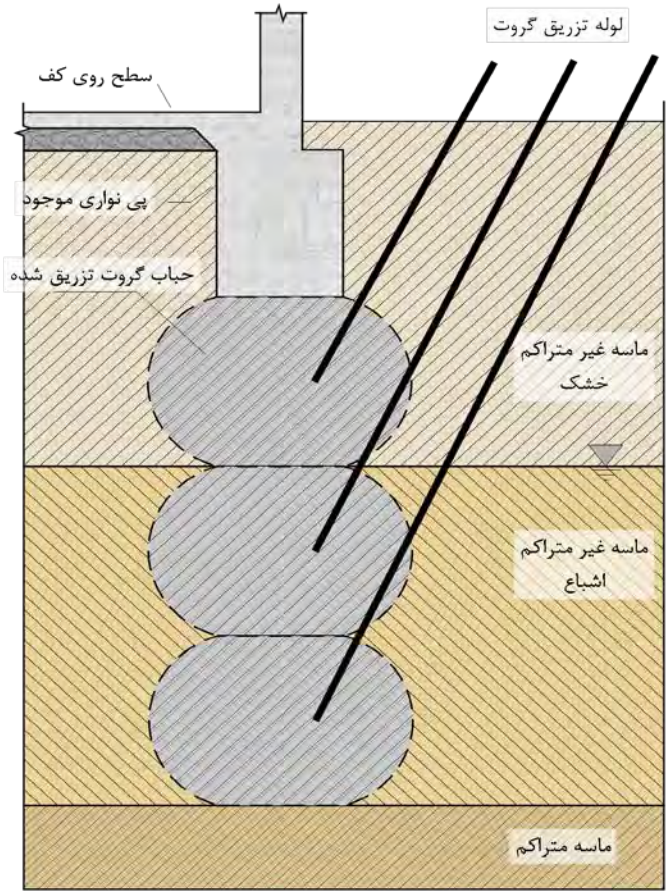
چ- برای تعیین ارتباط بین حجم گروت و سطح چگالش باید کار آزمایشی در ناحیه‌ای باز و در مجاورت ساختمان موجود انجام شود. محل آزمایش به‌منظور شناسایی باید به بخش‌هایی مطابقِ شکل ۱۴-۱۲۱ تقسیم گردد. در هر گمانه، گروت در محدوده مشخص‌شده، تزریق و حجم گروت تزریقی در هر گمانه باید اندازه‌گیری و گزارش شود. پس از تزریق گروت، سطح چگالش به‌دست‌آمده در هر بخش از ناحیه مورد شناسایی، با انجام آزمایش‌های نفوذپذیری مخروطی و یا نفوذپذیری استاندارد در موقعیت‌های آزمایش مطابق با شکل ۱۴-۱۲۱ باید تعیین گردد. فاصله‌گذاری و حجم گروت تزریق‌شده در هر گمانه که سطح قابل پذیرش تراکمی موردنظر را برآورده کند، برای تزریق گروت زیر پی‌های سطحی باید انتخاب شود. الگوی محوربندی نقاط تزریق مشابه با الگوی ارائه‌شده در شکل ۱۴-۱۲۱ باید باشد که در آن موقعیت نقاط آزمایش در مرکز محور مرکزی پی ممتد قرار گیرد. فاصله جداکننده‌ای معادل ۳ برابر حداقل فاصله ۱٫۲ متر در بین این بخش‌ها برای به حداقل رساندن تأثیر طرفین بر هم باید رعایت شود. در صورتی که شرایط خاک بستر و نوع پی سطحی برای استقرار لوله قائم تزریق مناسب نباشد (شکل ۱۴-۱۲۲ و شکل ۱۴-۱۲۳) و یا پی از نوع عمیق باشد (شکل ۱۴-۱۲۴)، در این حالات می‌توان تزریق را با لوله‌های مورب با همان الگوی پیش‌گفته انجام داد.



شکل ۱۴-۱۲۱- گروت‌ریزی تراکمی در زیر پی سطحی موجود-برنامه آزمایش شناسایی



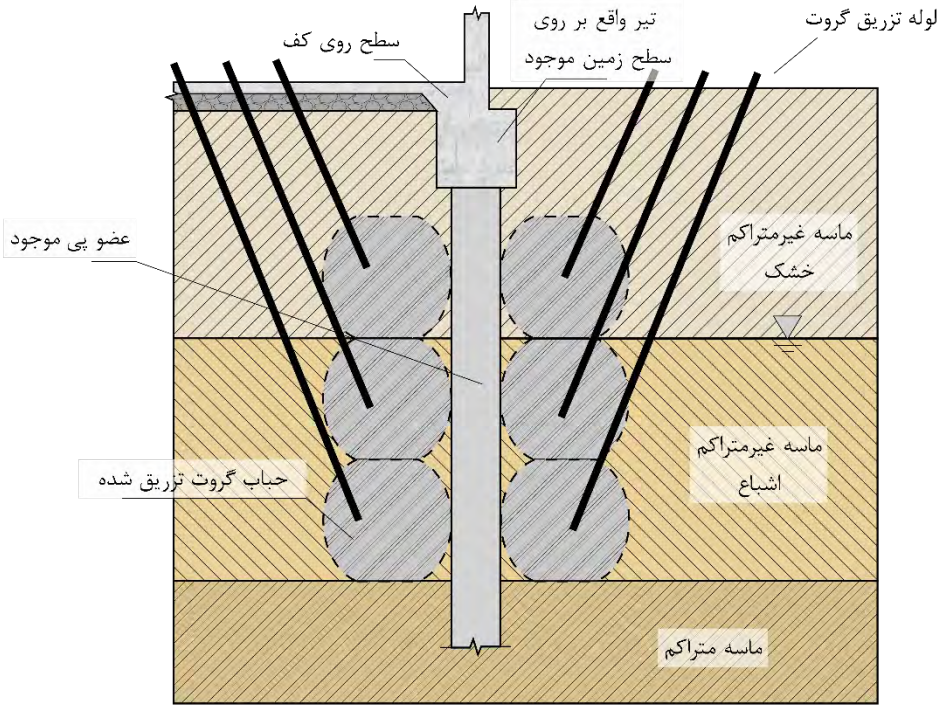
شکل ۱۴-۱۲۲- گروت‌ریزی تزریقی در ماسه غیرمتراکم زیر پی سطحی موجود



شکل ۱۴-۱۲۳- گروت‌ریزی تزریقی در لایه روانگرای زیر پی سطحی موجود

۱۴-۷-۳-۲- گروت‌ریزی تزریقی در زیر پی‌های عمیق

در بهسازی پی‌های عمیق باید یک ناحیه تحکیم‌یافته از ماسه در پیرامون ایجاد گردد. نقاط تزریق باید در فاصله ۰٫۹ متری اعضای پی تعبیه شود. ناحیه گروت‌ریزی باید زیر شناژ یا کلاهک روی پی عمیق تا بالای لایه ماسه‌ای سخت مطابق شکل ۱۴-۱۲۶ امتداد یابد.



شکل ۱۴-۱۲۴- گروت‌ریزی تزریقی در لایه روانگرا در پیرامون پی عمیق موجود

۱۴-۷-۴- بهسازی در فصل مشترک خاک-سازه

برای مسائل و موارد مربوط بهسازی فصل مشترک خاک و سازه به جدول ۱۴-۵ مراجعه شود.

جدول ۱۴-۵- موارد و روش‌های مربوط به فصل مشترک خاک- سازه

مسئله	روش
افزایش نیروی فشاری ناشی از بار مرده	افزایش سطح پی موجود و یا اجرای لایه‌های شفته سیمانی
کنترل واژگونی	استفاده از شمع ناپیوسته
حل ضعف‌های لغزشی	افزایش سطح پی موجود و یا اجرای لایه‌های شفته سیمانی بر روی پی موجود، در صورت کفایت ضخامت بلوکاژ و یا اجرای کلید برشی
ایجاد انسجام بین خاک و سازه	کاربرد شمع‌های کششی، میکروپایل

۱۴-۸- تجهیزات و ادوات استهلاک انرژی

۱۴-۸-۱-کلیات

میراگرها باید ضوابط این بخش را برآورده نمایند و بر اساس الزامات بیان شده در این بخش و همچنین ضوابط "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود- ضابطه شماره ۳۶۰" و "دستورالعمل استفاده از میراگرها در طراحی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها- ضابطه شماره ۷۶۶"، برای بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود به کار گرفته شوند. به‌طورکلی، میراگرها برای سازه‌هایی مناسب می‌باشند که نیازمند عملکرد لرزه‌ای بالایی بوده و امکان پرداخت هزینه‌های ویژه طراحی، نصب و اجرای آن‌ها وجود دارد. این هزینه‌ها اغلب با کاهش نیاز به سختی و مقاومت موردنیاز که برای اهداف بهسازی لازم است، تعدیل می‌شود. در جدول ۱۴-۶ انواع میراگرهای مدنظر این دستورالعمل به همراه مشخصات آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۱۴-۶- انواع میراگرهای مورد استفاده در صنعت ساختمان و مشخصات آن‌ها

نوع میراگر	مدل رفتاری وابسته به	میزان حساسیت به		تعداد چرخه قابل تحمل	فعال شدن تحت زلزله سرویس	تغییرشکل ماندگار پس از زلزله طرح	نیاز به تعویض پس از زلزله طرح
		خستگی کم چرخه	دمای محیط				
تسلیمی فلزی	تغییرمکان	زیاد	ناچیز	اندک	خیر	بله	بله
اصطکاکی	تغییرمکان	ناچیز	ناچیز	متوسط	خیر	بله	معمولاً خیر
ویسکوز	سرعت	ناچیز	ناچیز	زیاد	بله	خیر	معمولاً خیر
ویسکوالاستیک	سرعت و تغییرمکان	ناچیز	زیاد	زیاد	بله	خیر	معمولاً خیر

۱۴-۸-۱-۱- الزامات کلی میراگرها

طراحی، ساخت، تضمین کیفیت و رفتار صحیح میراگر بر عهده شرکت سازنده میراگر می‌باشد. نکات ذیل باید در طراحی، ساخت و نصب میراگر بر اساس پاسخ بیشینه زلزله مورد انتظار[1] رعایت گردد:

الف- زوال ناشی از جابه‌جایی‌های بزرگ با چرخه کم[2] ناشی از نیروهای لرزه‌ای باید در نظر گرفته شود. میراگرهایی که در اثر خستگی ناشی از جابه‌جایی‌های بزرگ با چرخه کم دچار شکست می‌شوند، باید در برابر نیروهای باد بدون لغزش، حرکت یا چرخه غیرالاستیک مقاومت کنند.

ب- زوال ناشی از جابه‌جایی‌های کوچک با چرخه زیاد[3] ناشی از نیروهای باد، حرارتی و یا سایر بارگذاری‌های چرخه‌ای باید لحاظ شود. میراگرهایی که در اثر بار باد فعال می‌گردند، باید تحت اثرات خستگی، زوال مقاومت و

1- Maximum Considered Earthquake (MCE)
2- Low-cycle
3- High-cycle

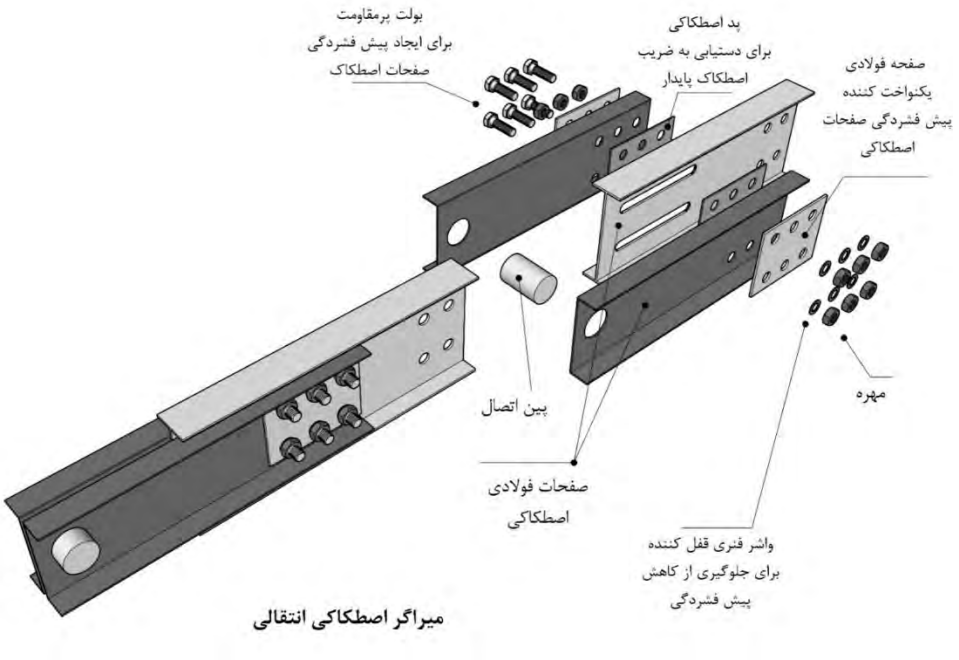
کارایی مورد بررسی قرار گیرند و پس از وقوع تندبادهای اعمالی بر سازه، تحت بازرسی دوره‌ای و تعمیر و نگهداری قرار گیرند.

پ- چسبندگی احتمالی اجزای میراگر در اثر خوردگی یا سایش، تجزیه بیولوژیکی، رطوبت یا قرارگرفتن در معرض مواد شیمیایی باید موردتوجه قرار گیرد.

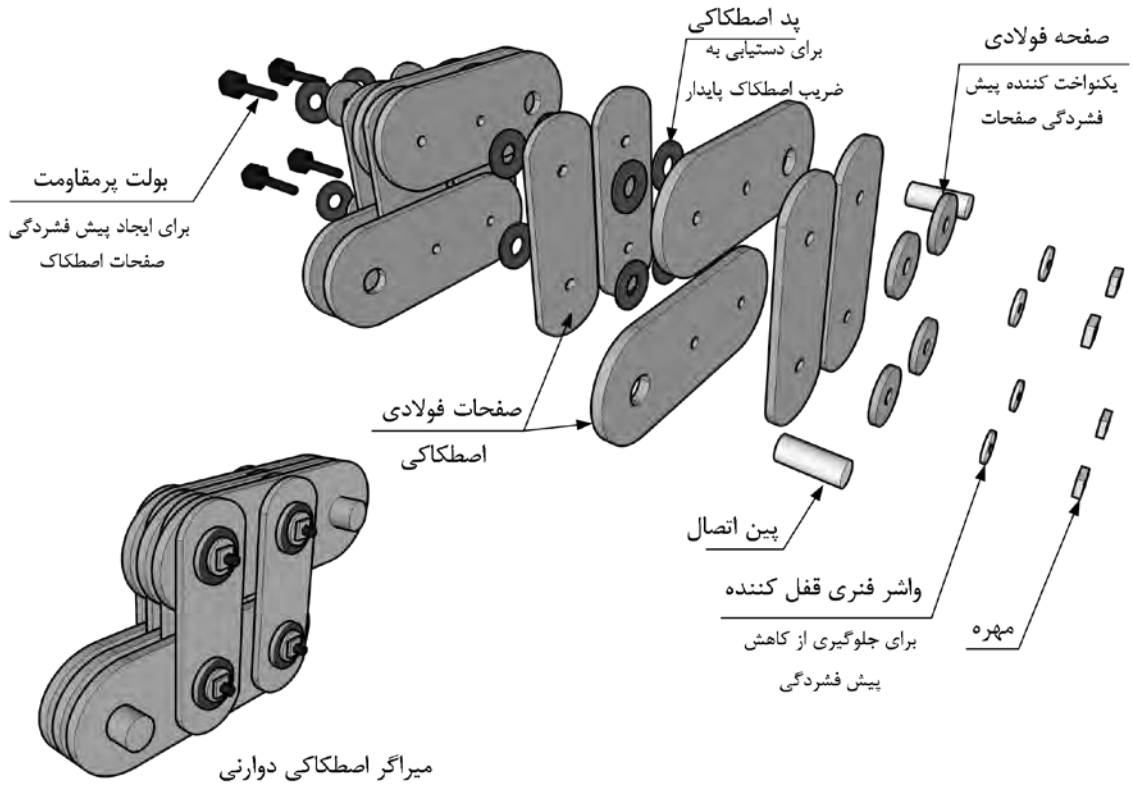
ت- اثرات ناشی از قرار گرفتن در معرض شرایط محیطی شامل دما، رطوبت، تابش (به عنوان مثال اشعه فرابنفش)، مواد خورنده (مثل آب‌نمک) و غیره باید مدنظر قرار گیرد.

۱۴-۸-۲- میراگرهای اصطکاکی

میراگرهای اصطکاکی در رده میراگرهای وابسته به تغییرمکان می‌باشند که بر پایه اصطکاک ناشی از لغزش انتقالی یا دورانی دو جسم جامد نسبت به یکدیگر عمل می‌کنند. مقدار انرژی مستهلک شده در این نوع میراگرها باید متناسب با مقاومت اصطکاکی و حرکت نسبی بین صفحات میراگر باشد. استفاده از میراگرهای اصطکاکی شامل میراگرهای اصطکاکی-انتقالی، اصطکاکی-دورانی و اصطکاکی-انتقالی-دورانی با رعایت الزامات مربوطه مجاز می‌باشد. در شکل ۱۴-۱۲۵ جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی انتقالی و در شکل ۱۴-۱۲۶ جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی دورانی نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۲۵- جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی انتقالی



شکل ۱۴-۱۲۶- جزئیات یک نمونه میراگر اصطکاکی دورانی

۱۴-۸-۲-۱- الزامات کلی میراگرهای اصطکاکی

الف- در میراگرهای اصطکاکی عدم بروز پدیده‌هایی از قبیل پدیده چسبندگی-لغزش[1] و جوش سرد[2] در سطوح لغزش، وادادگی[3] در ادوات پیش‌تنیدگی و یا در سطوح لغزشی تحت فشار، زوال سطوح تحت اثر سایش، و تغییر ضریب اصطکاک و خواص فیزیکی سطوح لغزش در اثر عوامل محیطی از جمله مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

ب- مصالح پایه مورد استفاده در ساخت میراگر و سطوح لغزش میراگر باید در برابر خوردگی در طول عمر بهره-برداری محافظت گردند. برای بررسی مقاومت درازمدت سطوح فلزی در برابر خوردگی باید از روش‌های آزمایش مناسب همچون آزمایش پاشش مه نمک[4] مطابق استاندارد ASTM B117 استفاده شود. در صورتی که شرایط ویژه‌ای از منظر آلاینده‌های محیطی بر پروژه حاکم باشد، روش عمل‌آوری باید بر اساس آن شرایط خاص تنظیم گردد. جهت بررسی استحکام پوشش‌های سطحی به کار رفته، باید آزمایش کشش سطحی[5] بر اساس استاندارد ASTM D4541 انجام پذیرد.

1- Stick-Slip
2- Cold welding
3- Relaxation
4- Operating Salt Spray (Fog)
5- Pull-off

پ- استفاده از سطوح اصطکاک فلز روی فلز، به دلیل امکان ایجاد جوش سرد در سطوح لغزش و احتمال تغییر قابل توجه نیروی اصطکاک در گذر زمان، ممنوع می‌باشد.

ت- سطوح لغزش در میراگرهای اصطکاکی باید شامل یک سطح فلزی دارای پرداخت عالی (به طور معمول فولاد ضدزنگ) در تماس با یک مصالح غیرفلزی نرم‌تر باشد. مصالح پد اصطکاکی باید مقاومت مناسبی در برابر سایش داشته باشد.

ث- کاهش میزان نیروی پیش‌تنیدگی میراگر باید با به‌کارگیری پیچ‌های پرمقاومت، استفاده از مصالح پرمقاومت/کم سایش در سطح لغزش و به‌کارگیری تعداد کافی واشر فنری بشقابی در زیر کله و مهره پیچ، به کمترین مقدار برسد.

ج- عملکرد پدهای اصطکاکی طی آزمایش نمونه‌های اولیه میراگر و آزمایش میراگرهای تولیدی باید مورد تأیید قرار گیرد. پارگی، تغییرشکل، کنده‌شدگی، آسیب فیزیکی بر روی آن پس از آزمایش غیرقابل قبول است و باید پس از هر آزمایش مورد بازرسی چشمی قرار گیرد.

چ- گزارش‌های آزمایشگاهی و گواهینامه آزمایش مصالح فولادی و سایر مواد اولیه مصرفی در ساخت میراگر و پد اصطکاکی باید به صورت تأیید شده از مرجع مورد تأیید مشاور، تهیه و صادر گردد.

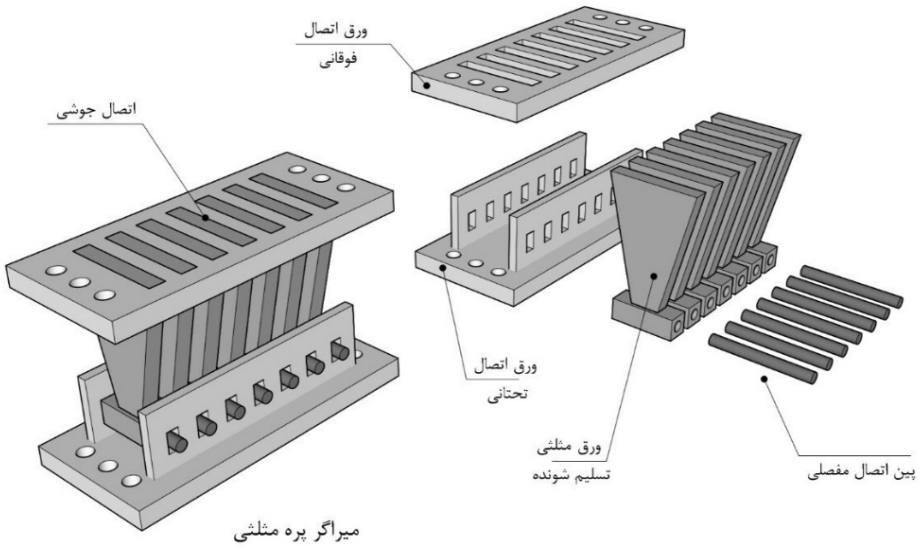
ح- آماده‌سازی سطح و پوشش‌های محافظ برای محافظت در برابر خوردگی باید بر اساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی خوردگی[1] انجام پذیرد.

خ- محصولات فولادی ضدزنگ باید الزامات استانداردهای ASTM A240 و یا BS EN 10088 را رعایت نمایند.

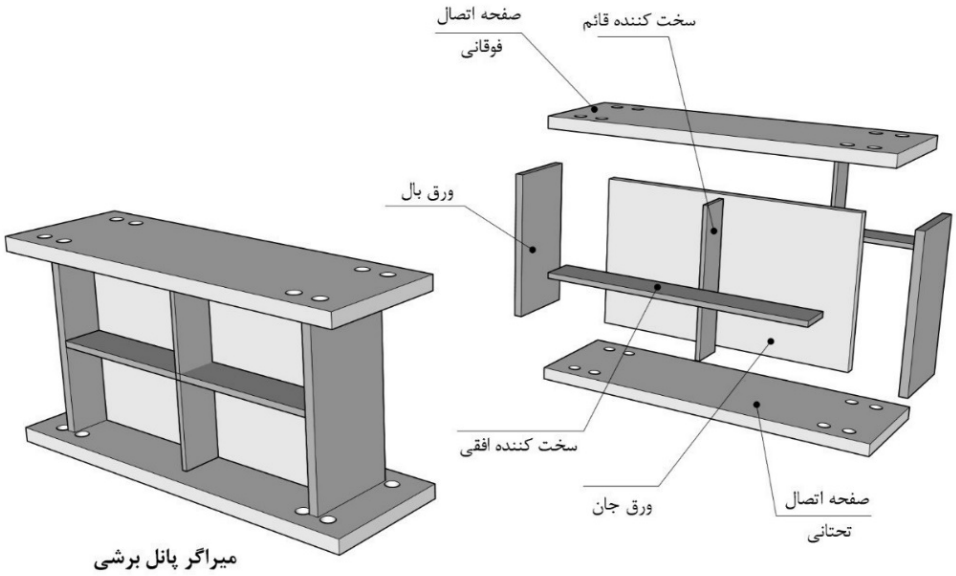
۱۴-۸-۳- میراگرهای تسلیمی فلزی

میراگرهای تسلیمی فلزی از نوع مستهلک‌کننده انرژی غیرفعال با رفتاری وابسته به جابه‌جایی می‌باشند. در این نوع میراگرها، انرژی منتقل شده به سازه در هنگام زلزله باید موجب تسلیم و تغییرشکل غیرالاستیک در قطعات فلزی به‌کار رفته در میراگر شود. میراگرهای پره مثلثی[2] و پره X-شکل[3]، میراگرهای شکاف‌دار[4]، خمشی لانه زنبوری[5]، پانل برشی[6] و مهاربندهای کمانش‌تاب[7] در رده میراگرهای تسلیمی فلزی قرار می‌گیرند و استفاده از آن‌ها با رعایت الزامات مربوطه مجاز می‌باشد. در شکل ۱۴-۱۲۷ تا شکل ۱۴-۱۲۹ جزئیات یک نمونه میراگر پره مثلثی، میراگر پانل برشی و مهاربند کمانش‌تاب نشان داده شده است.

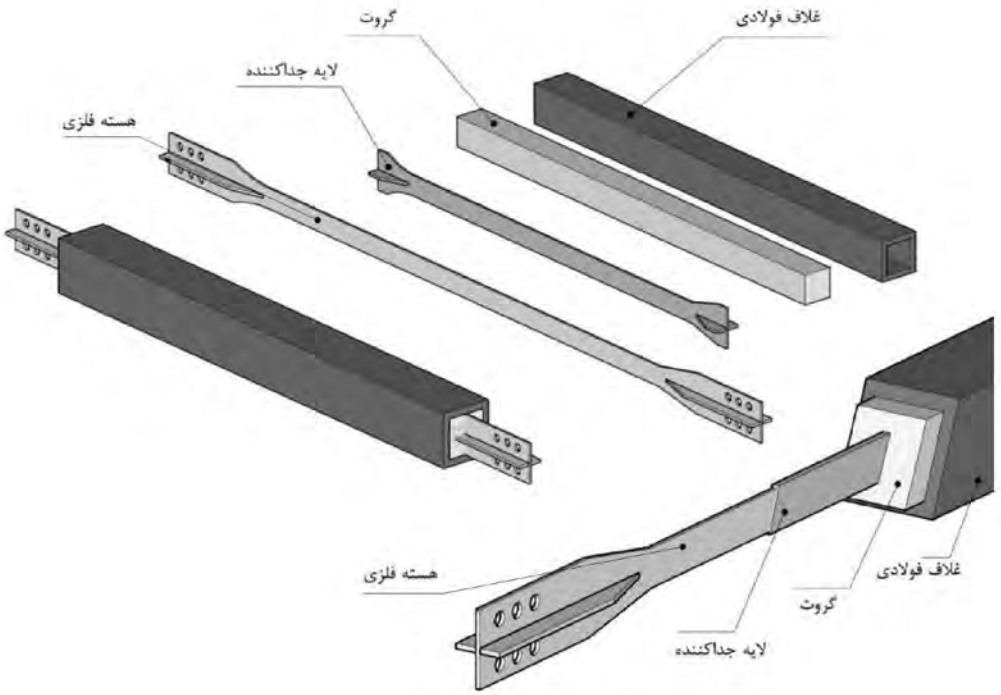
1- National Association of Corrosion Engineers (NACE International)
2- Triangular-Plate Added Damping And Stiffness (TADAS)
3- X-Shaped Plate Added Damping And Stiffness (XADAS)
4- Slit Dampers
5- Bending Type of Honeycomb
6- Shear Panel Type
7- Buckling Restrained Brace (BRB)



شکل ۱۴-۱۲۷- جزئیات یک نمونه میراگر تسلیمی پره مثلثی



شکل ۱۴-۱۲۸- جزئیات یک نمونه میراگر تسلیمی پانل برشی



شکل ۱۴-۱۲۹- جزئیات یک نمونه مهاربند کمانش تاب

۱۴-۸-۳-۱- الزامات کلی میراگرهای تسلیمی فلزی

الف- در ساخت میراگرهای تسلیمی باید از فلزات شکل‌پذیری مثل فولاد نرمه و یا آلیاژهای خاصی استفاده شود که به راحتی تسلیم شده و عملکرد قابل‌قبولی را جهت استهلاک انرژی در هنگام اعمال بارهای شدید لرزه‌ای ارائه نماید. فلزی که برای ساخت این میراگرها به کار می‌رود، باید دارای رفتار مناسب هیسترزیس، دامنه خستگی بالا، استحکام نسبی بالا و عدم حساسیت زیاد نسبت به تغییرات درجه حرارت باشد.

ب- مشخصات تسلیم فولاد مورد استفاده در ساخت میراگرهای تسلیمی، باید با دقت بالایی در اختیار باشد. بازه مقادیر مقاومت تسلیم با انجام آزمایش‌های ساده مصالح به‌دست می‌آید. همچنین برای تأیید اطلاعات حاصل از آزمایش نمونه‌های کششی، تعدادی از میراگرها باید طبق ضوابط بند ۱۴-۸-۶ تحت آزمایش قرار گیرند.

پ- تمام جوش‌های متصل‌کننده همچون جوش‌های ورق‌های اتصال، براکت‌ها و سخت‌کننده‌ها و همچنین پیچ‌ها و پین‌های متصل‌کننده میراگر و اتصالات آن به یکدیگر و به سازه باید بر اساس مشخصات ارائه شده در نقشه‌ها انجام شود.

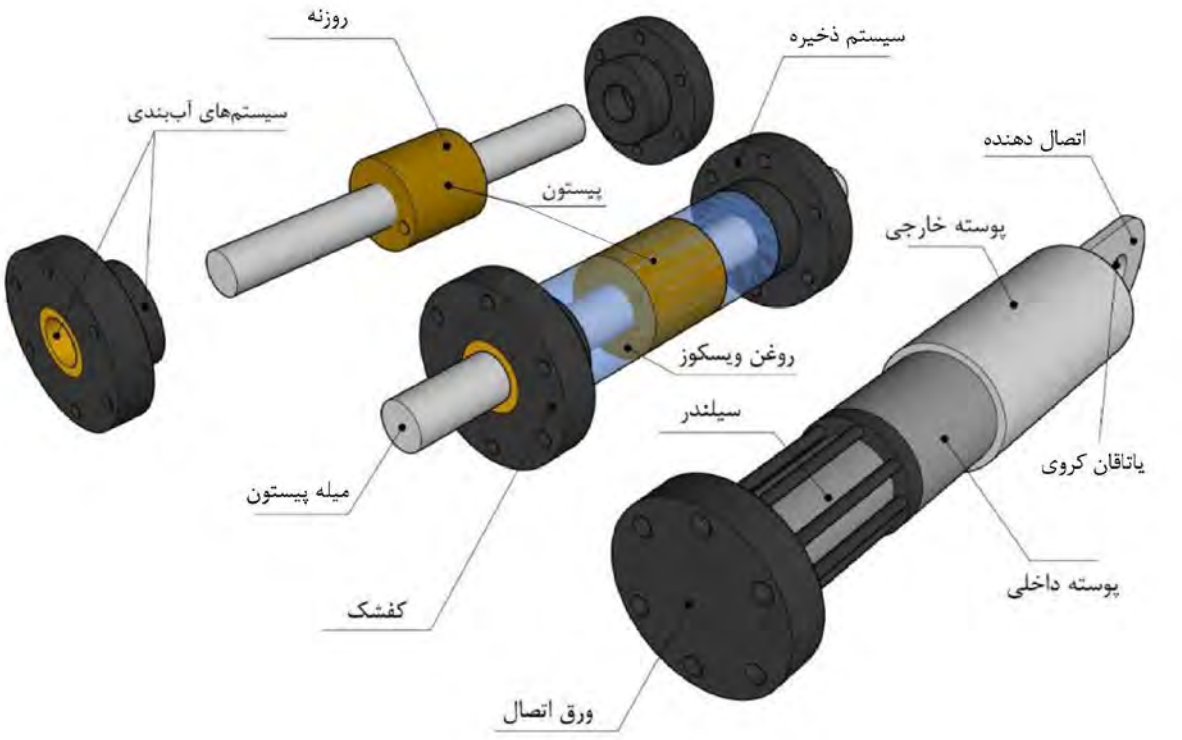
ت- کیفیت تمام جوش‌های مورد استفاده در ساخت میراگرهای تسلیمی باید توسط بازرس جوش مورد بررسی و تأیید قرار گیرد.

ث- در میراگر پره مثلثی، به‌منظور اتصال مناسب پایه ورق‌های مثلثی به ورق اتصال فوقانی میراگر و ایجاد یک حالت گیرداری، باید شیارهایی در ورق اتصال ایجاد و پایه هر ورق مثلثی در داخل شیار وارد شده و از دو طرف به طور کامل جوش شود. همچنین جهت اطمینان از حرکت نسبتاً آزاد ورق‌های مثلثی در راستای قائم، باید یک اتصال مفصلی شیاردار در رأس ورق‌ها ایجاد گردد.

ج- در اطراف هسته تسلیم شونده مهاربندهای کمانش تاب، باید از یک لایه جداکننده (عمدتاً ماده پلیمری) استفاده گردد.

۱۴-۸-۴- میراگرهای ویسکوز

میراگرهای ویسکوز در رده میراگرهای وابسته به‌سرعت هستند که مکانیزم استهلاک انرژی آن‌ها بر اساس عبور یک سیال ویسکوز از روزنه‌هایی که در اطراف و مرکز پیستون تعبیه شده است، می‌باشد. یک میراگر ویسکوز شامل سیلندر، پیستون، میله پیستون، سیال ویسکوز، پوشش محافظ داخلی، آب‌بندها و سایر بخش‌های اصلی است که نمونه‌ای از جزئیات آن در شکل ۱۴-۱۳۰ نشان داده شده است. حداکثر مقدار طول و قطر میراگر باید توسط مشاور تعیین شود.



شکل ۱۴-۱۳۰- جزئیات یک نمونه میراگر ویسکوز

۱۴-۸-۴-۱- الزامات کلی میراگرهای ویسکوز

الف- شیرهای مصرفی در دستگاه‌های دارای محفظه ذخیره باید بر اساس مدت زمان توصیه شده توسط سازنده مورداستفاده قرار بگیرند.

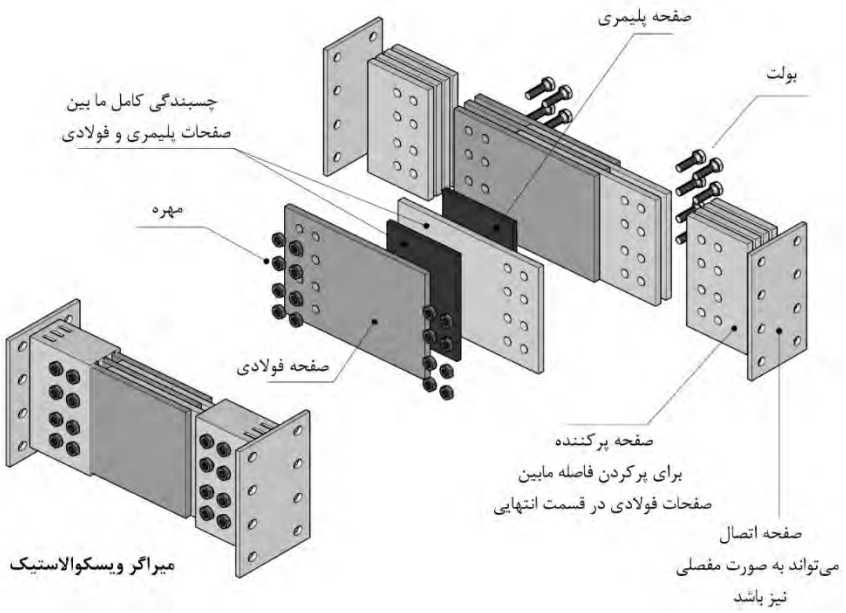
ب- استفاده از لاستیک برای آب‌بندی مجاز نمی‌باشد.

پ- اتصال اجزا باید به‌جای جوش‌کاری به‌وسیله رزوه کردن یا پس‌کشیدگی به یکدیگر انجام شود.

ت- با توجه به فعال‌شدن میراگرهای ویسکوز تحت اثر نیروی باد، عمر خستگی میراگر و اجزای آن شامل آب‌بندها باید بررسی شده و در صورت لزوم نسبت به تعمیر یا تعویض میراگر اقدام شود.

۱۴-۸-۵- میراگرهای ویسکوالاستیک

میراگرهای ویسکوالاستیک در رده میراگرهای وابسته به سرعت و تغییرمکان هستند که مکانیزم استهلاک انرژی در آن‌ها از طریق ایجاد کرنش برشی در لایه‌های ویسکوالاستیک میراگر فراهم می‌شود. یک میراگر ویسکوالاستیک از تعدادی صفحه فولادی و پلیمری (لاستیکی) که به طور کامل به یکدیگر چسبانده شده‌اند، تشکیل شده است. در شکل ۱۴-۱۳۱ جزئیات یک نمونه میراگر ویسکوالاستیک نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۳۱- جزئیات یک نمونه میراگر ویسکوالاستیک

۱۴-۸-۵-۱- الزامات کلی میراگرهای ویسکوالاستیک

الف- صفحات پلیمری باید تحت‌فشار و حرارت و استفاده از پرایمر و مواد چسباننده اپوکسی به صفحات فولادی چسبانده شوند.

ب- به‌منظور جلوگیری از لغزش مابین صفحات فولادی و پلیمری، پیش از انجام اتصال لازم است سطح صفحات فولادی آماده‌سازی شود و کاملاً خشک و عاری از هر نوع ماده روغنی یا آلودگی باشد.

۱۴-۸-۶- تأییدیه فنی و آزمایش‌های لازم

الف- میراگرها قبل از استفاده باید آزمایش‌های تأیید صلاحیت را مطابق آیین نامه‌های معتبر داخلی یا بین‌المللی احراز کرده باشند و گواهینامه فنی طرح و تولید را از مراجع ذیصلاح داشته باشند و ضوابط مراجع مذکور را از نظر

مشخصات فنی و انطباق ظرفیت باربری احراز نمایند و مورد تأیید مشاور باشند. این آزمایش‌ها شامل آزمایش نمونه‌های اولیه[1] و آزمایش کنترل محصول[2] می‌باشد.

ب- کنترل کیفیت برای نمونه‌های اولیه میراگر و میراگرهای تولید شده برای پروژه باید یکسان باشد. این روش‌ها باید توسط مشاور، پیش از ساخت نمونه‌های اولیه ارائه گردد.

پ- حتی‌المقدور باید از آزمایش میراگر در داخل قاب اجتناب شود. در غیر این‌صورت لازم است با اتخاذ تدابیری رفتار چرخه‌ای میراگر به تنهایی و بدون مشارکت قاب تعیین گردد.

ت- لازم است محل انجام آزمایش، چیدمان آزمایش و نحوه انجام آن توسط مشاور تعیین گردد و یا به تأیید مشاور برسد. در این زمینه لازم است از تجربیات شرکت‌های سازنده و متخصصین آزمایشگاه مربوطه استفاده شود. همچنین معیارهای پذیرش مربوط به نتایج آزمایش‌ها و گزارش مشخصات فنی محصول باید توسط مشاور کنترل و تأیید گردد.

ث- لازم است تمام یا بخشی از آزمایش‌های نمونه‌های اولیه و آزمایش‌های کنترل محصول در حضور نماینده مشاور انجام شود. در صورتی که آزمایش‌های نمونه اولیه مشابه قبلاً توسط شرکت سازنده میراگر انجام شده باشد، لازم است نتایج آزمایش‌ها، تصاویر و سایر مستندات مربوطه توسط شرکت سازنده به مشاور ارائه شود.

ج- لازم است گزارش آزمایش‌های نمونه‌های اولیه و آزمایش‌های کنترل محصول به صورت مکتوب توسط مشاور یا شرکت سازنده تهیه گردد. علاوه بر نتایج، لازم است از مراحل آزمایش فیلم‌برداری یا عکس‌برداری شده و ضمیمه گزارش آزمایش‌ها گردد.

چ- مشاور باید گواهی‌نامه‌های مصالح مصرفی، گزارشات آزمایشگاهی متالوژی، خوردگی و دوام، کارخانه فولاد و سایر مصالح مصرفی (شامل شرح جزئیات برای هر سری ساخت با توجه به سریال روی میراگر) را از تولیدکننده درخواست نموده و ضمیمه مشخصات فنی نماید. در غیاب استانداردهای داخلی، استفاده از استانداردهای معتبر بین‌المللی برای آزمایش و کنترل کیفیت مصالح مصرفی در ساخت میراگرها مجاز می‌باشد.

۱۴-۸-۶-۱- آزمایش‌های نمونه‌های اولیه

الف- آزمایش‌های نمونه‌های اولیه باید به طور جداگانه بر روی دو میراگر در ابعاد واقعی از هر نوع و اندازه‌ای که در طرح به‌کاررفته انجام پذیرد. زمان انجام آزمایش‌ها باید قبل از تولید میراگرهای موردنیاز پروژه باشد. در طی این آزمایش‌ها باید منحنی نیرو- تغییرمکان فرض شده برای میراگرها توسط مشاور و توانایی هر یک از وسایل در تحمل ارتعاشات شدید ناشی از زلزله مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. آزمایش نمونه‌های اولیه نباید جایگزین برنامه کنترل کیفیت ساخت میراگرها شود.

1- Prototype tests
2- Production tests

ب- در صورتی که به دلیل محدودیت تجهیزات آزمایشگاهی، امکان انجام آزمایش بر روی نمونه با مقیاس کامل وجود نداشته باشد، می‌توان آزمایش‌های نمونه اولیه را بر روی نمونه‌های با مقیاس کوچک انجام داد، به شرطی که شرایط زیر فراهم گردد:

۱- آزمایش اندازه‌های معادل برای نمونه اولیه، توسط مشاور مورد تأیید قرار گیرد.

۲- جزئیات، نوع مصالح، روند ساخت و کنترل کیفیت نمونه مقیاس شده مشابه نمونه مقیاس کامل بوده و قوانین مقیاس در تعیین دامنه و سرعت بارگذاری رعایت شود.

۳- ضریب مقیاس از ۱:۴ کوچکتر نباشد.

پ- استفاده از نمونه‌های اولیه آزمایش شده در ساختمان مجاز نمی‌باشد، مگر آنکه توسط مشاور و دستگاه نظارت تأیید شود و الزامات آزمایش نمونه‌های اولیه و نمونه‌های تولیدی را برآورده نماید. بدین منظور مشاور باید معیارهای پذیرش مشخصی را برای مشخصات اسمی به‌دست‌آمده از آزمایش نمونه‌های اولیه تهیه نماید و مقادیر حدی عملکرد را که در صورت تجاوز از آن، میراگر مردود اعلام می‌شوند، مشخص نماید.

ت- رفتار نیرو-تغییرمکان میراگر مورد آزمایش باید در هر چرخه از هر آزمایش به گونه‌ای ثبت شود که رفتار هیسترزیس میراگر قابل ترسیم و تحلیل باشد.

ث- میراگرهایی که اولاً دارای اندازه و مصالح مشابه، و ساختار داخلی، فشارهای داخلی استاتیکی و دینامیکی (در صورت وجود) یکسان بوده و ثانیاً تحت روند تولید و روش کنترل کیفیت یکسانی ساخته شده و قبلاً توسط شرکت سازنده آزمایش شده باشند، در صورت وجود شرایط زیر نیازی به آزمایش نمونه اولیه ندارند:

۱- کلیه اطلاعات آزمایش‌های مربوطه در دسترس مشاور قرار داده شده و توسط وی تأیید شوند.

۲- سازنده بتواند مشابهت میراگر آزمایش شده قبلی را با میراگر مورد نظر فعلی برای مشاور اثبات نماید.

۳- استفاده از اطلاعات مربوط به آزمایش‌های قبلی به صورت کتبی توسط مشاور تأیید شود."

۱۴-۸-۶-۲- آزمایش‌های کنترل محصول

الف- به‌منظور کنترل کیفیت ساخت میراگرهای تولید شده برای پروژه، میراگرها قبل از نصب در ساختمان باید مورد آزمایش قرار گیرند و طبق معیارهای پذیرش باید کنترل گردند تا از کیفیت ساخت آن‌ها اطمینان کافی حاصل شود. برنامه آزمایش برای میراگرهای تولیدی و معیارهای پذیرش آنها باید توسط مشاور تعیین شود.

ب- در صورتی که به گونه دیگری نشان داده شود که مشخصات میراگرهای تولید شده الزامات فنی پروژه را تأمین می‌نماید، با تأیید مشاور پروژه می‌توان از انجام این برنامه آزمایش صرف‌نظر کرد. در این موارد، مشاور باید یک برنامه جایگزین تعیین نماید تا از کیفیت میراگرهای تولید شده اطمینان حاصل شود.

پ- میراگرهایی که مصالح سازنده آن در حین آزمایش متحمل تغییر شکل‌های غیرارتجاعی می‌شوند و یا آسیب می‌بینند، نباید پس از آزمایش در پروژه استفاده شوند.

۱۴-۸-۷- نصب در ساختمان‌های موجود

۱۴-۸-۷-۱- الزامات کلی نصب

الف- نوع میراگر و شرکت سازنده آن باید در نقشه‌های اجرایی تعیین گردد. موقعیت و چیدمان نصب میراگر، نحوه و زاویه نصب میراگر و همچنین اعضای متصل‌شونده به میراگر، تمام جوش‌های متصل‌کننده همچون جوش‌های ورق‌های اتصال، براکت‌ها و سخت‌کننده‌ها و همچنین پیچ‌ها و پین‌های متصل‌کننده میراگر و اتصالات آن به یکدیگر و به سازه باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور باشد و به توصیه‌های تولیدکننده تجهیزات نیز باید توجه شود.

ب- نصب میراگرها با استفاده از المان‌های مهاربندی در قاب‌های فولادی و با پیش‌بینی اتصالات مناسب، در قاب‌های بتن‌آرمه مجاز است. در صورت نیاز، با نظر مشاور باید نسبت به تقویت موضعی یا کلی المان‌های تیر و ستون در دهانه مهاربندی (مطابق جزئیات اجرایی ارائه شده در بخش ۱۴-۳ برای ساختمان‌های بتن‌آرمه و بخش ۱۴-۵ برای ساختمان‌های فولادی) اقدام نمود.

پ- محل قرارگیری میراگر نباید خللی در شرایط معماری و سرویس‌دهی سازه ایجاد نماید. در دهانه‌های داخلی، میراگرها و مهاربندهای مربوطه باید به‌گونه‌ای قرار گیرند تا مانع مسدودشدن راهروهای موجود، درهای ورودی و سایر سیستم‌های ساختمان شوند. در دهانه‌هایی که میراگر و مهاربندهای مربوطه قرار داده می‌شوند، باید جزئیات عناصر معماری و دیوارهای میانقابی به‌گونه‌ای باشد که تداخلی در عملکرد سیستم میراگر در حین تغییرمکان‌های جانبی در زلزله ایجاد نگردد. همچنین باید امکان دسترسی برای بازدید دوره‌ای، تعمیر و نگهداری میراگرها فراهم شود. در مواردی که سیستم میراگر مابین جداکننده قرار می‌گیرد، استفاده از دیوارهای خشک[1] مناسب می‌باشد.

ت- نصب میراگرها در سازه با انواع مختلف چیدمان‌ها شامل چیدمان قطری، چیدمان شورن مستقیم، چیدمان شورن غیرمستقیم، چیدمان دروازه‌ای، چیدمان جکی، چیدمان پانلی و یا سایر چیدمان‌های مورد تأیید مشاور مجاز می‌باشد که جزئیات نصب باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی ارائه گردد. ملاحظات معماری و محدودیت‌های اجرایی، نوع میراگر و حداکثر ظرفیت تغییرشکلی آن، شرایط سازه و مسائل مرتبط با زیبایی شناختی سازه (در صورت اجرای میراگرها به صورت نمایان) باید در انتخاب چیدمان نصب، مدنظر قرار گیرد. در شکل ۱۴-۱۳۲ به صورت شماتیک چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرها در یک قاب نشان داده شده است.

ث- در چیدمان قطری و شورن مستقیم که میراگر در امتداد محور مهاربند نصب می‌شود، به‌منظور حفظ پایداری لازم است اتصال میراگر به مهاربند به صورت گیردار باشد. اتصال میراگر به گره اتصال تیر-ستون در داخل صفحه قاب بسته به نوع میراگر می‌تواند به شکل مفصلی یا گیردار بوده اما در دوران از خارج صفحه قاب لازم است به شکل مفصلی باشد.

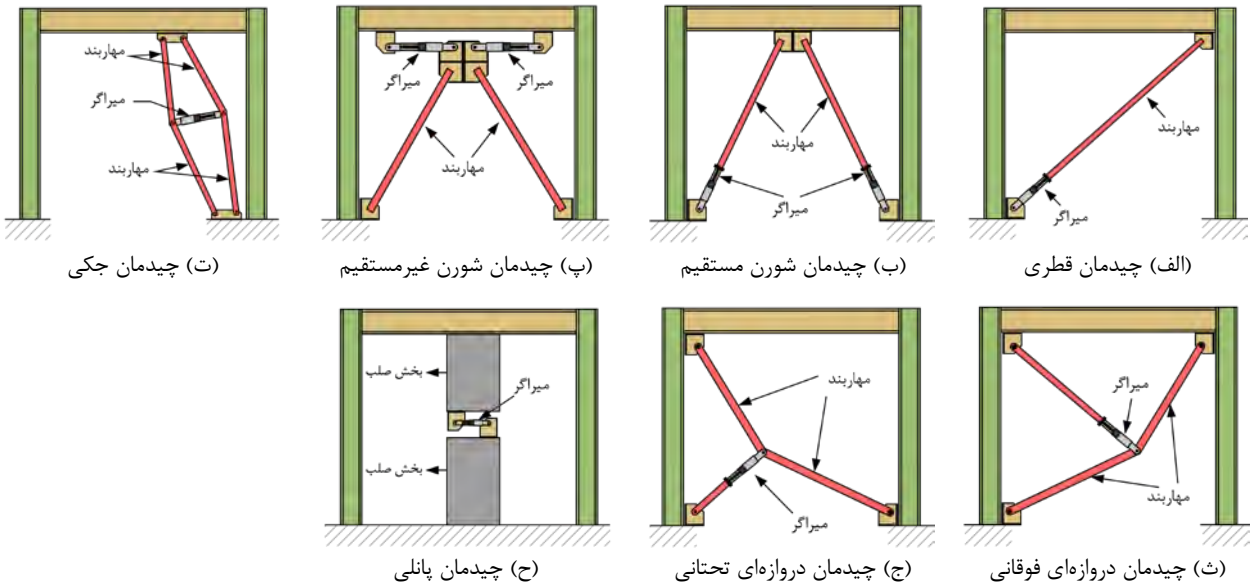
1- Dry-wall

ج- نصب میراگرها به صورت افقی با استفاده از چیدمان شورن (هفتی یا هشتی)، با توجه به نیاز طرح باید شامل یک و یا دو میراگر در هر دهانه باشد. در چیدمان شورون غیرمستقیم به‌منظور حفظ پایداری چیدمان در امتداد خارج از صفحه قاب، لازم است محل اتصال دو مهاربند در امتداد خارج از صفحه قاب با استفاده از اتصالات کشویی مقید شود. در این نوع چیدمان، میراگرهایی که برای جذب انرژی نیاز به تغییرشکل محوری دارند (همانند میراگرهای اصطکاکی و ویسکوز) باید به صورت دو سر مفصل در رأس این چیدمان قرار گیرند. در حالی‌که میراگرهایی که برای جذب انرژی نیاز به تغییرشکل برشی دارند (همانند میراگرهای تسلیمی پره فولادی، پانل برشی و ویسکوالاستیک) لازم است به صورت گیردار در رأس این چیدمان قرار داده شوند.

چ- جزئیات اجرایی اتصال مهاربندها به سازه و به پی (در صورت لزوم)، باید مطابق روش اجرای قاب‌های مهاربندی در ساختمان‌های فولادی و بتنی باشد. سایر جزئیات باید توسط مشاور بیان گردد.

ح- نقاط اتصال میراگرها باید با در نظرگرفتن تمهیدات کافی برای اثرات ناشی از تغییرمکان‌های همزمان طولی، جانبی و قائم سیستم میرایی ساخته شوند.

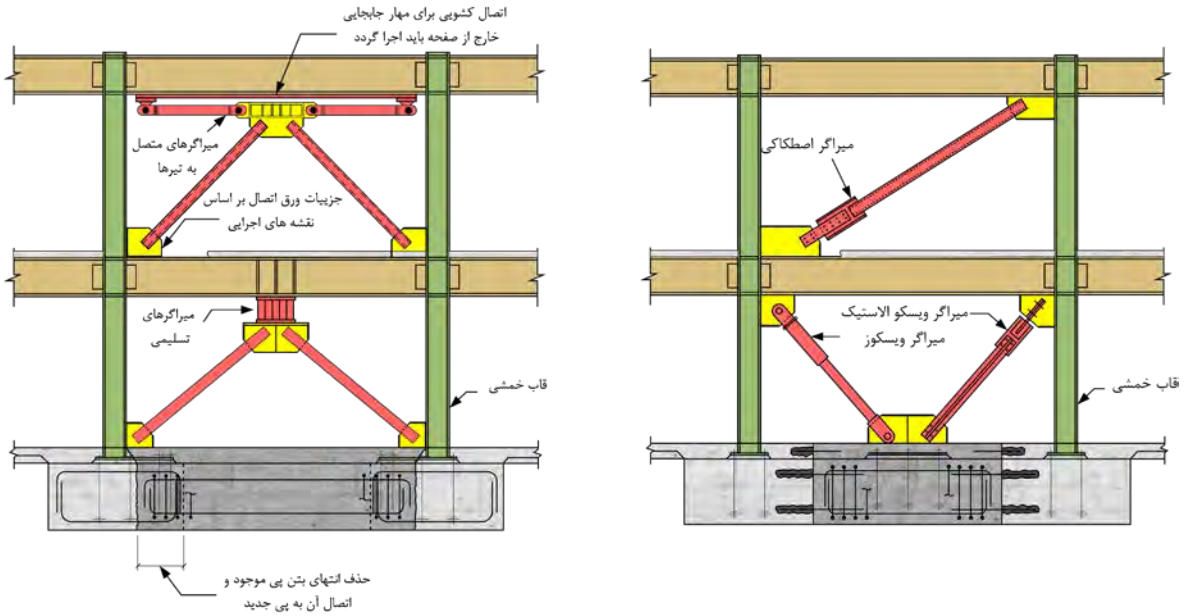
خ- در شکل ۱۴-۱۳۳ و شکل ۱۴-۱۳۴ نمونه‌ای از جزئیات نصب میراگرها در یک قاب خمشی موجود فولادی و بتنی به منظور بهسازی لرزه‌ای قاب ارائه شده است.



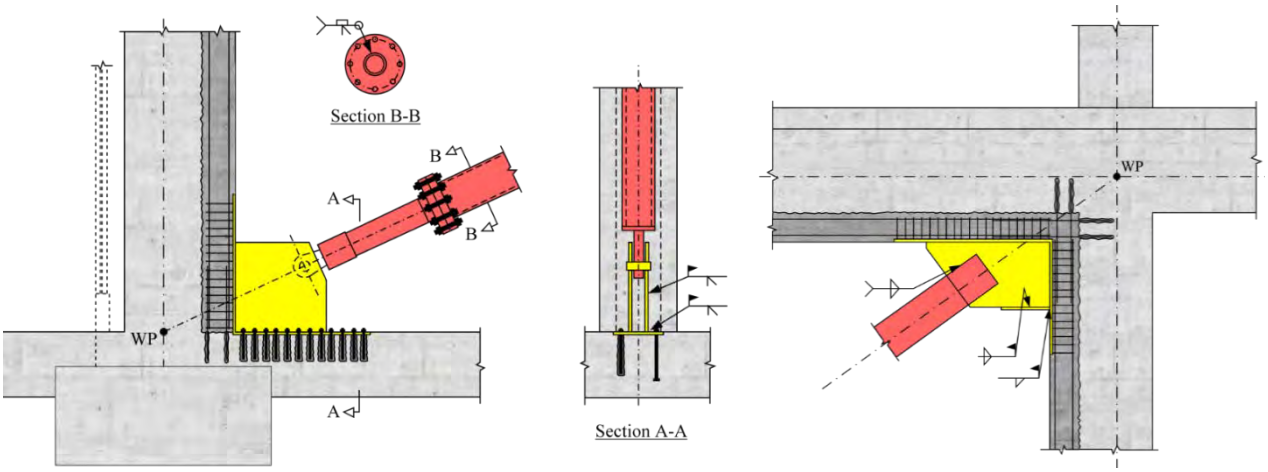
(الف) چیدمان قطری (ب) چیدمان شورن مستقیم (پ) چیدمان شورن غیرمستقیم (ت) چیدمان جکی

(ث) چیدمان دروازه‌ای فوقانی (ج) چیدمان دروازه‌ای تحتانی (ح) چیدمان پانلی

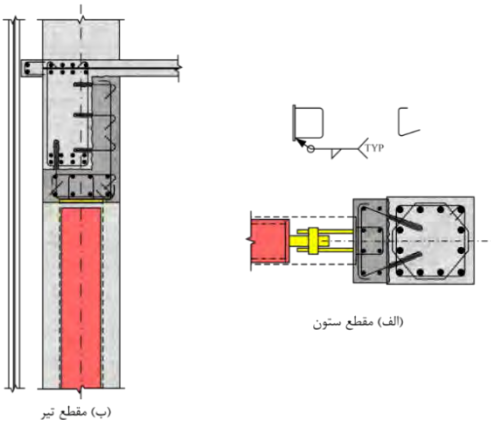
شکل ۱۴-۱۳۲- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرها در قاب



شکل ۱۴-۱۳۳- جزئیات استفاده از میراگرها به منظور بهسازی لرزه‌ای یک قاب خمشی فولادی موجود



(ب) جزئیات اتصال ورق اتصال و میراگر به پی (الف) جزئیات اتصال ورق اتصال و مهاربندها به ناحیه اتصال

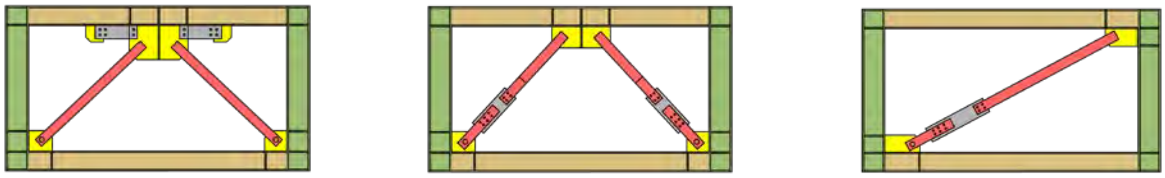


(پ) جزئیات تقویت المان‌های تیر و ستون به‌منظور نصب میراگر و مهاربندهای مربوطه (در صورت لزوم)

شکل ۱۴-۱۳۴- جزئیات استفاده از میراگرها به منظور بهسازی لرزه‌ای یک قاب خمشی بتن آرمه موجود

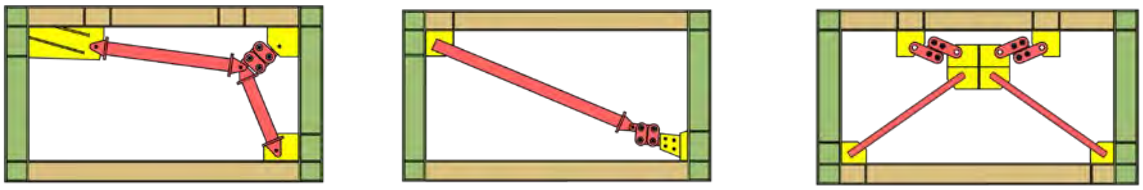
۱۴-۸-۷-۲- نصب میراگرهای اصطکاکی

الف- نصب میراگرهای اصطکاکی در سازه با انواع مختلف چیدمان‌ها شامل چیدمان قطری، چیدمان شورن مستقیم، چیدمان شورن غیرمستقیم، چیدمان دروازه‌ای و چیدمان پانلی مجاز است. موقعیت و چیدمان نصب میراگر باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور باشد و به توصیه‌های تولید کننده تجهیزات نیز باید توجه شود. در شکل ۱۴-۱۳۵ و شکل ۱۴-۱۳۶ چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای اصطکاکی انتقالی و اصطکاکی دورانی نشان داده شده است.

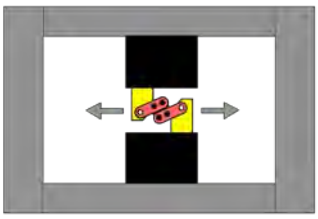


(الف) چیدمان قطری (ب) چیدمان شورن مستقیم (پ) چیدمان شورن غیرمستقیم

شکل ۱۴-۱۳۵- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای اصطکاکی انتقالی در سازه



(الف) چیدمان شورن (ب) چیدمان قطری (پ) چیدمان دروازه‌ای



(ت) چیدمان پانلی

شکل ۱۴-۱۳۶- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای اصطکاکی دورانی در سازه

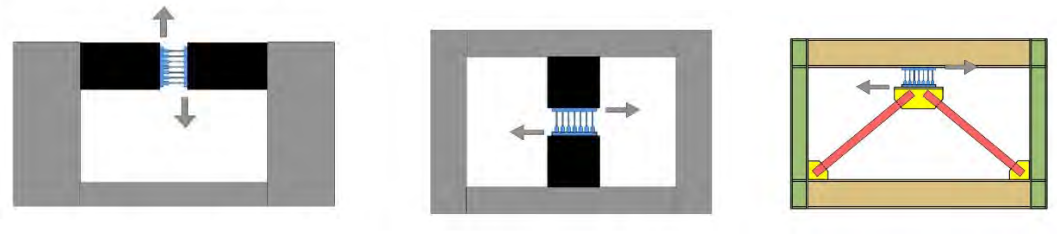
ب- اتصال مهاربند به ورق اتصال به صورت اتصال پینی، پیچی و یا جوشی مجاز می‌باشد.

پ- گره اتصال میراگرهای اصطکاکی به مهاربندها باتوجه‌به شرایط نصب می‌تواند به‌صورت اتصال مفصلی و یا گیردار اجرا گردد. در چیدمان‌های قطری و شورن مستقیم که میراگر در امتداد محور مهاربند نصب می‌شود، به منظور حفظ پایداری لازم است اتصال میراگر به مهاربند یا ورق اتصال به صورت اتصال پیچی (گیردار) انجام شود. در سایر چیدمان‌ها که میراگر در امتداد محور مهاربند قرار نمی‌گیرد، لازم است اتصال میراگر به مهاربند به صورت اتصال پین

شده (مفصلی) اجرا گردد. اتصال میراگرهای اصطکاکی به ورق اتصال، با توجه به شرایط نصب به صورت اتصال پینی و یا پیچی مجاز است.

۱۴-۸-۷-۳- نصب میراگرهای تسلیمی فلزی

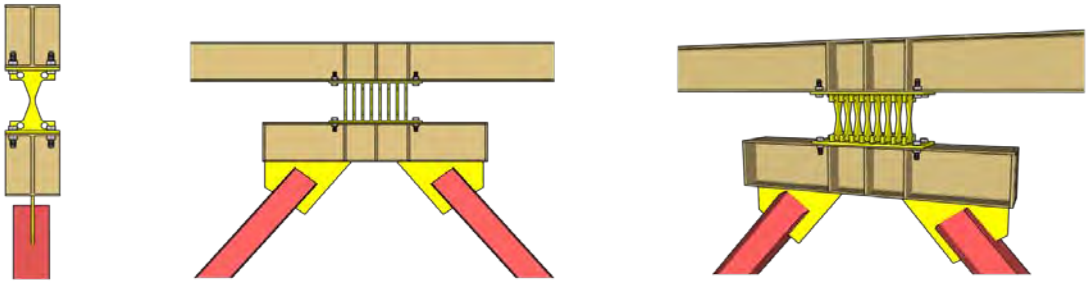
الف- نصب میراگرهای تسلیمی پره فولادی و پانل برشی در سازه با چیدمان شورن، چیدمان پانلی و یا سایر چیدمان‌های مورد تأیید مشاور مجاز می‌باشد. موقعیت و چیدمان نصب میراگر باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور باشد و به توصیه‌های تولیدکننده تجهیزات نیز باید توجه شود. در شکل ۱۴-۱۳۹ چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای تسلیمی پره فولادی و پانل برشی نشان داده شده است.



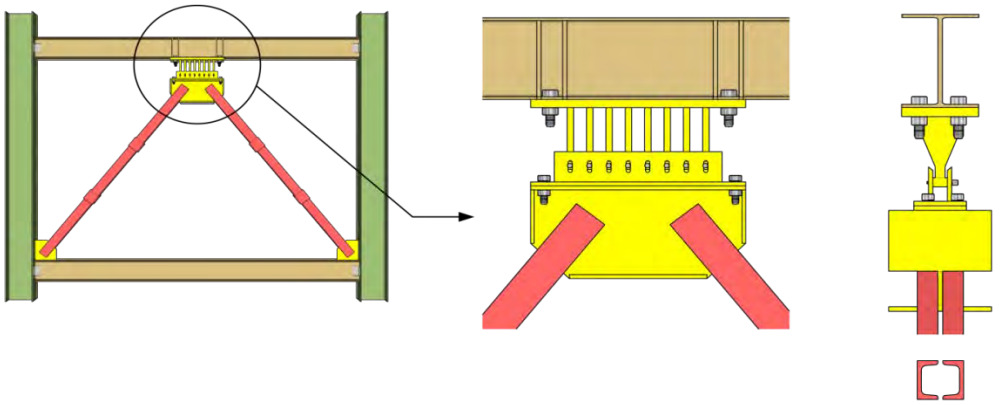
(الف) چیدمان شورن (ب) چیدمان پانلی افقی پ) چیدمان پانلی عمودی

شکل ۱۴-۱۳۷- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای تسلیمی پره فولادی و پانل برشی در سازه

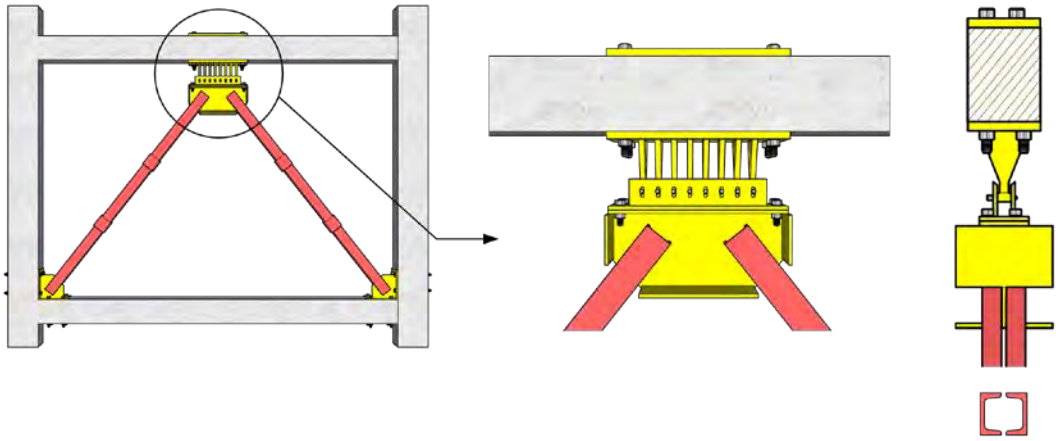
ب- در چیدمان شورن، میراگرهای تسلیمی پره مثلثی و پره X-شکل باید بین راس مهاربندهای هشتی و تیر طبقه نصب شوند. به منظور فراهم نمودن امکان تعویض میراگر پس از زلزله، باید اتصال میراگر به تیر بالاسری و مهاربندهای هشتی با پیچ انجام شود. با پیش‌بینی اتصالات مناسب، نصب این میراگرها در قاب‌های بتنی نیز مجاز است. در شکل ۱۴-۱۳۸ جزئیات نصب میراگر پره X-شکل در یک قاب فولادی و در شکل ۱۴-۱۳۹ جزئیات نصب میراگر پره مثلثی در یک قاب فولادی و بتن آرمه نشان داده شده است. سایر الزامات اجرایی نصب باید مطابق با الزامات کلی بند ۱۴-۸-۷-۱ باشد.



شکل ۱۴-۱۳۸- جزئیات نصب میراگر تسلیمی پره X-شکل در یک قاب فولادی



(الف) جزئیات نصب میراگر پره مثلثی در یک قاب فولادی



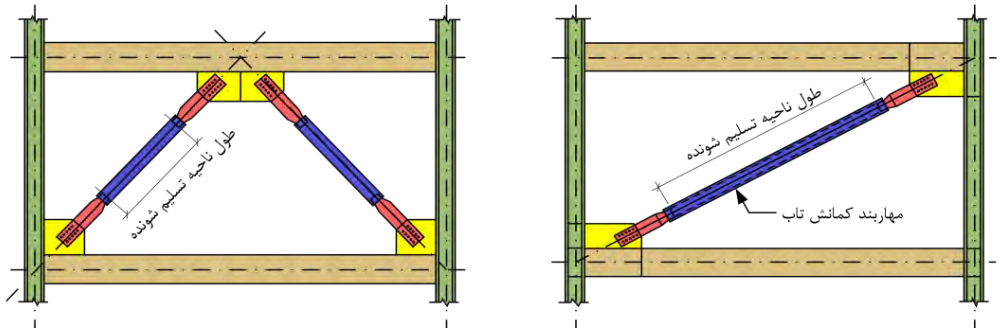
(ب) جزئیات نصب میراگر پره مثلثی در یک قاب بتن آرمه

شکل ۱۴-۱۳۹- جزئیات نصب میراگر تسلیمی پره مثلثی در یک قاب فولادی و بتن آرمه

۱۴-۸-۷-۴- نصب مهاربندهای کمانش‌تاب

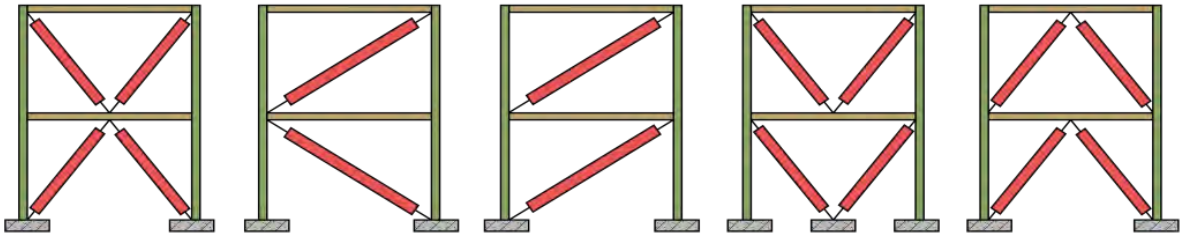
الف- مهاربندهای کمانش‌تاب باید به صورت المان‌های مهاربندی قطری و یا شورن (هفتی یا هشتی) در قاب نصب شوند. با پیش‌بینی اتصالات مناسب، نصب این میراگرها در قاب‌های بتن آرمه نیز مجاز است. جزئیات کلی نصب این مهاربندها باید مطابق شکل ۱۴-۱۴۰ باشد. حالت‌های مجاز مختلف قرارگیری مهاربندهای کمانش‌تاب در یک قاب چند طبقه در شکل ۱۴-۱۴۱ نشان داده شده است.

ب- جزئیات اجرایی اتصال مهاربندهای کمانش‌تاب به سازه و به پی (در صورت لزوم)، باید مطابق روش اجرای قاب‌های مهاربندی در ساختمان‌های بتنی و فولادی باشد. اتصال مهاربندها به ورق اتصال به صورت اتصال مستقیم با پین، پیچ یا جوش و یا اتصال با وصله پیچی یا جوشی مجاز است. شکل ۱۴-۱۴۲ جزئیات مختلف اتصال مهاربندهای کمانش‌تاب به سازه‌های فولادی را نشان می‌دهد. سایر الزامات اجرایی نصب باید مطابق با نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور و الزامات کلی ارائه شده در بند ۱۴-۸-۷-۱ باشد.



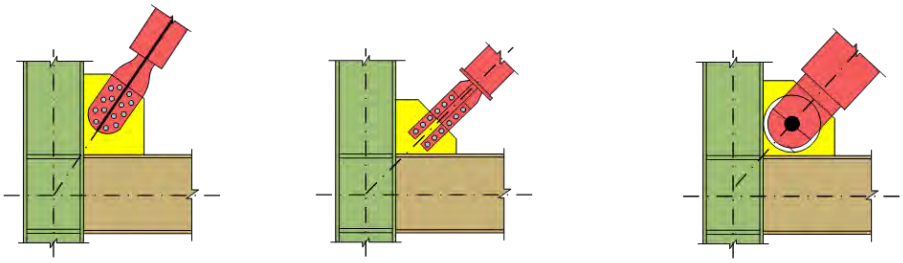
(الف) مهاربندی قطری (ب) مهاربندی شورن

شکل ۱۴-۱۴۰- جزئیات نصب مهاربند کمانش تاب در قاب به صورت قطری و شورن

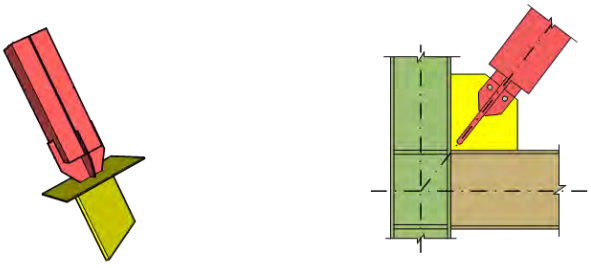


الف- مهاربندی هشتی ب- مهاربندی هفتی پ- مهاربندی قطری ت- مهاربندی قطری (زیگزاگ) ث- مهاربندی ضربدری چند طبقه

شکل ۱۴-۱۴۱- حالت‌های مختلف قرارگیری مهاربندهای کمانش تاب در یک قاب چند طبقه



(الف) اتصال مستقیم با پین (ب) اتصال با وصله پیچی (پ) اتصال مستقیم با پیچ

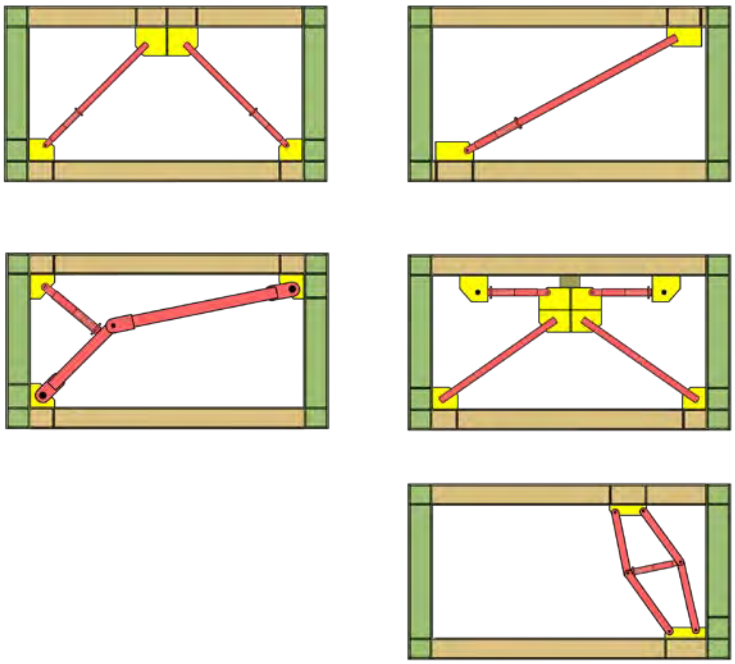


(ت) اتصال مستقیم با جوش (ث) اتصال با وصله جوشی

شکل ۱۴-۱۴۲- روش‌های مختلف اتصال مهاربندهای کمانش‌تاب در سازه

۱۴-۸-۷-۵- نصب میراگرهای ویسکوز

الف- نصب میراگرهای ویسکوز در سازه به صورت چیدمان قطری، شورن مستقیم، شورن غیرمستقیم، دروازه‌ای، جکی و سایر چیدمان‌های مورد مشاور، مجاز می‌باشد. با پیش‌بینی اتصالات مناسب، نصب این میراگرها در قاب‌های بتن آرمه نیز مجاز است. موقعیت و چیدمان نصب میراگر باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور باشد و به توصیه‌های تولیدکننده تجهیزات نیز باید توجه شود. چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوز در سازه در شکل ۱۴-۱۴۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۴۳- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوز در سازه

ب- میراگرهای ویسکوز باید در انتهای خود دارای یاتاقان‌های کروی چرخشی باشند که توسط پین به سازه متصل شوند. این یاتاقان‌ها باید حداقل زاویه دوران ۵± درجه را فراهم آورند تا میراگر با تغییرشکل‌های خارج از صفحه که در هنگام نصب با آن مواجه می‌شود، سازگار باشد.

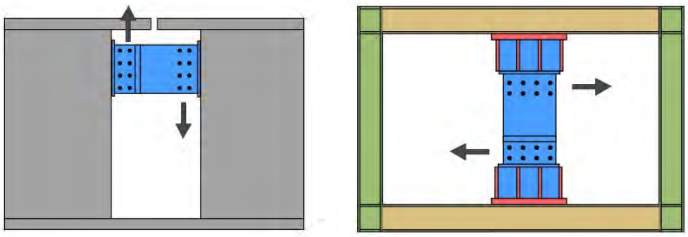
پ- برای اتصال میراگرهای ویسکوز به سازه، باید آن‌ها را به ورق اتصال پین نمود. به این منظور لازم است میراگر به طور مستقیم به ورق اتصال دوبل، پین شود و یا از ورق‌های وصله‌ای استفاده شود که از یک سمت به ورق اتصال پیچ شده و از سمت دیگر به میراگر پین گردد. پین‌های متصل‌کننده میراگر به سازه، باید سوراخ‌هایی با رواداری کم داشته باشد و پیچ‌های اتصال نیز باید به صورت اتصال اصطکاکی بسته شوند تا تأثیر لقی اتصال در حین بارگذاری دینامیکی، به حداقل برسد.

ت- گره اتصال میراگرهای ویسکوز به مهاربندها با توجه به شرایط نصب می‌تواند به صورت اتصال مفصلی و یا اتصال فلنجی اجرا گردد. در چیدمان‌های قطری و شورن قطری که میراگر در امتداد محور مهاربند نصب می‌شود، اتصال

میراگر به مهاربند باید به صورت اتصال فلنجی و یا رزوه‌ای انجام شود. در سایر چیدمان‌ها که میراگر در امتداد محور مهاربند قرار نمی‌گیرد، لازم است اتصال میراگر به مهاربند به صورت اتصال پین شده (مفصلی) اجرا گردد. سایر الزامات اجرایی نصب باید مطابق با نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور و الزامات کلی ارائه شده در بند ۱۴-۸-۷-۱ باشد.

۱۴-۸-۷-۶- نصب میراگرهای ویسکوالاستیک

موقعیت و چیدمان نصب میراگر باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور و الزامات کلی ارائه شده در بند ۱۴-۸-۷-۱ باشد و به توصیه‌های تولیدکننده تجهیزات نیز باید توجه شود. در شکل ۱۴-۱۴۴ برخی از چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوالاستیک در سازه نشان داده شده است.



(الف) چیدمان پانلی افقی (ب) چیدمان پانلی عمودی

شکل ۱۴-۱۴۴- چیدمان‌های متداول برای نصب میراگرهای ویسکوالاستیک در سازه

۱۴-۸-۸- بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری

تمام میراگرها لازم است مطابق برنامه زمان‌بندی و چک‌لیست مورد تأیید مشاور، مورد بازدید دوره‌ای قرار بگیرند. انجام صحیح نگهداری و بازدید از میراگرها مستلزم همکاری مالک ساختمان، مدیریت ساختمان، پیمانکار ساختمان، شرکت مشاور و شرکت سازنده میراگر می‌باشد.

۱۴-۸-۸-۱- ضوابط کلی بازرسی دوره‌ای

الف- امکان دسترسی به میراگرها برای بازدید دوره‌ای، تعمیر و نگهداری آن‌ها باید فراهم شود.

ب- میراگرهای تولید شده باید دارای پلاک مشخصات فلزی (یا هر نوع پلاک مقاوم دیگر) باشند و مشخصاتی همچون نام و علامت تجاری شرکت تولیدکننده میراگر، کشور تولیدکننده، شماره سریال، شماره ردیابی مرتبط با گزارش آزمون میراگر تولید شده، نوع و ظرفیت میراگر، تاریخ تولید و سایر اطلاعات ضروری دیگر بر روی آن درج گردد. همچنین محل قرارگیری میراگر در سازه باید مشخص باشد.

پ- مشاور باید یک برنامه زمان‌بندی مناسب برای بازدید دوره‌ای، نگهداری و آزمایش میراگرها به منظور تضمین پاسخ قابل اعتماد وسایل در طول دوره عمر مفید طراحی آن‌ها تهیه نماید.

ت- سند بازرسی و آزمایش باید تاریخچه‌ای از کارکرد میراگرها و تغییرات احتمالی خصوصیات آن‌ها در طول عمر مفید طراحی را در بر گیرد.

ث- شرایط نگهداری میراگرها قبل از نصب، در هنگام و پس از نصب باید مورد توجه ویژه قرار گیرد. باید به توصیه‌های شرکت سازنده میراگر عمل شود.

ج- میزان نگهداری و آزمایش‌های مربوط باید متناسب با نوع میراگر و مدت‌زمان طی شده از شروع به کارگیری میراگر باشد. اثرات ناشی از گذشت زمان، سال‌خوردگی، عمر سازه، خزش، خستگی و اثرات ناشی از شرایط محیطی شامل باد، حرارت، رطوبت، خوردگی و قرار گرفتن در معرض مواد مضر باید در تنظیم برنامه زمان‌بندی برای بازدیدهای دوره‌ای مدنظر قرار گیرد.

چ- بازرسی‌ها باید توسط پرسنل آموزش‌دیده و متخصص انجام پذیرد.

ح- بازرسی‌ها باید بر اساس چک‌لیست مورد تأیید مشاور انجام پذیرد. گزارش بازرسی باید در چند نسخه تکثیر شده و در اختیار بازرس (یا شرکت بازرسی)، کارفرما، مشاور و دستگاه نظارت قرار داده شود تا مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم در بازرسی‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۴-۸-۸-۲- انواع بازرسی‌های دوره‌ای

به طور کلی شش دسته بازدید به شرح زیر برای میراگرها تعریف می‌شود که لازم است از زمان نصب میراگر تا پایان عمر بهره‌برداری از آن‌ها مورد توجه قرار گیرد.

۱) بازدید پس از نصب: این بازدید باید پس از نصب میراگرها در محل پروژه صورت گیرد و شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد. نکات زیر در بازرسی پس از نصب باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- پس از نصب میراگرها، باید پلاک مشخصات میراگرها کنترل گردد. نوع میراگر و میزان ظرفیت نیرویی و تغییرمکانی میراگر نصب شده باید مطابق با نقشه‌ها باشد.

۲- موقعیت نصب میراگر، نحوه و زاویه نصب میراگر و همچنین اعضای متصل‌شونده به میراگر، باید بر اساس جزئیات نقشه‌های نصب ارائه شده توسط مشاور و یا سازنده تجهیزات باشد. پس از نصب و در هنگام بازدید دوره‌ای، باید میراگر نصب شده با نقشه‌های اجرایی موجود تطابق داده شود. در صورت وجود مغایرت با نقشه‌ها یا مشکلات در نصب، باید با نظر مشاور، اصلاحات لازم بر روی نحوه نصب میراگر صورت گیرد.

۳- باید کنترل شود که قطعات یا اجزایی از میراگر در هنگام نصب و اجرا جا نمانده باشد. در صورت بروز خطا، باید سریعاً نسبت به رفع آن اقدام شود.

۴- تمام جوش‌های متصل‌کننده همچون جوش‌های ورق‌های اتصال، براکت‌ها و سخت‌کننده‌ها و همچنین پیچ‌ها و پین‌های متصل‌کننده میراگر و اتصالات آن به یکدیگر و به سازه باید بر اساس مشخصات ارائه شده در نقشه‌ها بررسی شود. در صورت بروز مغایرت بین مشخصات جوش یا پیچ در نقشه و موارد اجرا شده در کارگاه، باید اصلاحات لازم انجام پذیرد. بررسی کنترل کیفیت جوش‌ها باید توسط بازرس جوش انجام شود. کنترل سفتی پیچ‌ها باید توسط آچار ترک‌متر (آچار مدرج برای سنجش و اعمال گشتاور) انجام شود.

۵- در صورت اعمال ضربه فیزیکی شدید به میراگر در پروسه حمل یا نصب و یا وجود اشکالات مشهود فیزیکی در میراگر، باید از نصب آن ممانعت نمود و پس بازرسی، میراگر معیوب باید برای تعمیر به شرکت تولیدکننده عودت داده شود.

۲) بازدید سالانه: این بازدید باید مطابق نظر مشاور، به صورت سالانه و یا دو سالانه انجام شده و شامل مشاهده چشمی می‌باشد.

۳) بازدید دوره‌ای ۵ ساله: در شرایط عادی و به دور از وقوع زلزله، این بازدید باید هر ۵ سال یکبار انجام شود تا تاثیرات گذر زمان (سال‌خوردگی) و تاثیر شرایط محیطی (همچون خوردگی) مورد بررسی قرار گیرد. این بازدید شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد.

۴) بازدید اضطراری: این بازدید باید پس از وقوع زلزله‌ای با حداقل شدت زلزله سطح سرویس و یا پس از وقوع هر نوع حادثه‌ای که به نوعی میراگرها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (نظیر آتش سوزی، سیل و طوفان شدید)، انجام شده تا در صورت مشاهده علائم زوال، نسبت به تعمیر یا تعویض میراگرها اقدام شود. این بازدید شامل مشاهده چشمی می‌باشد.

۵) بازدید دقیق: این بازدید باید زمانی انجام شود که در حین سایر بازدیدها در یک یا تعدادی از میراگرها ایراد یا نقص اساسی مشاهده گردیده باشد. این بازدید شامل ارزیابی دقیق از طریق مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد.

۶) بازدید پس از تعمیر و بازسازی: این بازدید باید پس از انجام هر نوع عملیات تعمیر میراگر و یا بازسازی ساختمان که به نوعی میراگرها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، انجام شده و شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌شود.

جزئیات بیشتر در خصوص روند انجام بازدیدها و شرح وظایف هر یک از اشخاص حقیقی و حقوقی دخیل در روند انجام بازدیدها در جدول ۱۴-۷ ارائه شده است. نحوه انجام ارزیابی روی میراگرهای مختلف و مواردی که لازم است مورد بازدید قرار گیرد در جدول ۱۴-۸ ارائه شده است.

جدول ۱۴-۷- جزئیات بازدیدهای شش‌گانه میراگرها

نوع بازدید	زمان انجام	مسئول انجام بازدید	نوع ارزیابی	مسئول کنترل نتایج ارزیابی
پس از نصب	پس از نصب	پیمانکار اصلی	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
سالانه	حداکثر ۲ سال یکبار	مالک ساختمان	مشاهده چشمی	مشاور
دوره‌ای ۵ ساله	هر ۵ سال یکبار	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
اضطراری	پس از وقوع حادثه	مالک ساختمان	مشاهده چشمی	مشاور
دقیق	پس از تشخیص ایراد	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
پس از تعمیر و بازسازی	پس از تعمیر یا بازسازی	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور

جدول ۱۴-۸- جزئیات انجام بازرسی در میراگرهای مختلف

نوع میراگر	نوع بازرسی	
	مشاهده چشمی	اندازه‌گیری
میراگرهای تسلیمی فلزی	• کنترل وضعیت ظاهری • اطمینان از عدم زنگ‌زدگی • اطمینان از عدم وجود ترک در اجزا • کنترل وضعیت پوشش رنگ قطعات • اطمینان از عدم وجود قید برای حرکت میراگر	• کنترل ابعادی • اندازه‌گیری مقدار تغییرشکل اجزای تسلیم شونده • بررسی ظرفیت باقیمانده میراگر در اثر پدیده خستگی تجمعی • کنترل تعداد و ابعاد پیچ‌ها و پین‌های اتصال و اطمینان از سفتی آن‌ها
میراگرهای اصطکاکی	• کنترل وضعیت ظاهری • اطمینان از عدم زنگ زدگی • اطمینان از عدم وجود ترک در اجزا فلزی و صفحات لغزش • کنترل وضعیت پوشش رنگ قطعات • اطمینان از عدم وجود قید برای حرکت میراگر	• کنترل ابعادی • اندازه‌گیری مقدار تغییرشکل ایجاد شده در میراگر • کنترل میزان پیش فشردگی مابین سطوح لغزش • کنترل عدم زوال سطوح لغزش تحت اثر سایش • کنترل خواص سطوح لغزش در اثر گذر زمان و عوامل محیطی • کنترل تعداد و ابعاد پیچ‌ها و پین‌های اتصال و اطمینان از سفتی آن‌ها
میراگرهای ویسکوز	• کنترل وضعیت ظاهری • اطمینان از عدم زنگ زدگی • اطمینان از عدم وجود ترک در اجزا • اطمینان از عدم وجود قید برای حرکت میراگر • اطمینان از عدم وجود نشتی میراگر	• کنترل ابعادی • اندازه‌گیری مقدار تغییرشکل ایجاد شده در میراگر • کنترل تعداد و ابعاد پیچ‌ها و پین‌های اتصال و اطمینان از سفتی آن‌ها
میراگرهای ویسکوالاستیک	• کنترل وضعیت ظاهری • اطمینان از عدم زنگ‌زدگی • اطمینان از عدم وجود ترک در اجزا • اطمینان از عدم وجود قید برای حرکت میراگر • اطمینان از عدم جداشدگی لایه‌های ویسکوالاستیک و فلزی	• کنترل ابعادی • اندازه‌گیری مقدار تغییرشکل ایجاد شده در میراگر • کنترل تعداد و ابعاد پیچ‌ها و پین‌های اتصال و اطمینان از سفتی آن‌ها

در انجام بازرسی‌ها موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- بر اساس مشخصات فنی و دستورالعمل شرکت تولیدکننده میراگر، باید بازرس باتجربه در زمینه میراگرها، تمامی میراگرهای نصب شده را بر اساس چک‌لیست مورد تأیید مشاور، بازرسی و کنترل نماید. دوره زمانی بازدیدها باید توسط مشاور ارائه شود.

۲- در صورت مشاهده نشانه‌هایی از زوال و یا وجود نگرانی از عملکرد میراگرها در گذر زمان، دستگاه نظارت باید از بین میراگرهای موجود در پروژه، دو نمونه از هر تیپ میراگر را انتخاب نموده و برای کنترل کارایی و تضمین کیفیت به آزمایشگاه مجهز ارسال نماید. در صورت نیاز، میراگرهای معیوب یا صدمه‌دیده باید توسط شرکت تولیدکننده تعمیر یا تعویض گردند.

۳- مشخصات فنی میراگرهای تعمیر یا تعویض شده، باید با مشخصات طراحی اولیه پروژه همخوانی داشته باشد.

۴- میراگرها پیش از ارسال باید علامت‌گذاری و شماره‌گذاری شوند و سپس در آزمایشگاه همان میراگرها مورد آزمایش قرار گیرند.

۵- میراگرهایی که در برابر باد فعال می‌گردند (همچون میراگرهای ویسکوز و اجزای آن‌ها شامل آب‌بندها)، در معرض خستگی ناشی از بار باد قرار دارند؛ بنابراین پس از وقوع طوفان‌ها و تندبادهای اعمالی بر سازه، باید تحت بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری قرار گیرند. همچنین احتمال نشت سیال و اختلال در عملکرد میراگرهای ویسکوز در درازمدت وجود دارد که در تنظیم برنامه زمان‌بندی برای بازدیدهای دوره‌ای و تعمیر و نگهداری باید موردتوجه قرار گیرد.

۶- در میراگرهای اصطکاکی، عدم بروز پدیده‌هایی از قبیل پدیده چسبندگی-لغزش و جوش سرد در سطوح لغزش، وادادگی در ادوات پیش‌تنیدگی و یا در سطوح لغزشی تحت‌فشار، تغییر در نیروی پیش تنیدگی، زوال سطوح تحت اثر سایش، و تغییر ضریب اصطکاک و خواص سطوح لغزش در اثر عوامل محیطی در طول زمان از جمله مواردی است که در بازرسی‌ها باید موردتوجه قرار گیرد. در صورتی که میراگر در محیط مرطوب و یا شرایط محیطی خورنده قرار دارد یا در معرض مواد مضر می‌باشد، در صورت صلاحدید مشاور، باید بازدیدهای دوره‌ای در فواصل زمانی کوتاه‌تری انجام گیرد.

۷- در میراگرهای تسلیمی فلزی باید تغییرشکل‌های پسماند و ظرفیت باقیمانده میراگر در اثر پدیده خستگی تجمعی پس از وقوع زلزله مورد توجه قرار گیرد. در مهاربندهای کمانش تاب وقوع تغییرشکل‌های پسماند، بادکردگی غلاف مهاربند، وقوع کمانش خارج از صفحه، مشاهده مصالح جدا شده، خرابی و از بین رفتن ملات باید مورد توجه قرار گیرد.

۸- میراگرهای ویسکوالاستیک پس از زلزله معمولاً نیاز به تعویض ندارند، لیکن لازم است مورد بازرسی قرار گیرند و وضعیت چسبندگی بین صفحات پلیمری و صفحات فولادی و عدم گسیختگی در اجزای فلزی و اتصالات و صفحات پلیمری باید موردتوجه قرار گیرد.

۱۴-۸-۹- تعویض

امکان دسترسی به میراگرها به منظور تعویض آن‌ها به دلیل تغییر مشخصاتشان در طول زمان و یا آسیب‌دیدن آن‌ها در برابر باد یا زلزله باید فراهم شود. در مورد تعویض میراگرها موارد زیر باید موردتوجه قرار گیرد:

۱- با توجه به فعال شدن میراگرهای ویسکوز تحت اثر نیروی باد و عمر خستگی آن‌ها، میراگر و اجزای آن شامل آب‌بندها باید بررسی شده و در صورت لزوم نسبت به تعمیر یا تعویض آن‌ها با نظر مشاور اقدام شود.

۲- میراگرهای تسلیمی فلزی معمولاً تحت نیروی باد فعال نشده و متحمل آسیبی نمی‌گردند؛ ولی در هنگام زلزله در اثر پدیده خستگی با تعداد چرخه کم دچار آسیب می‌شوند و باید پس از زلزله مورد بازرسی قرار گیرند و در صورت نظر مشاور تعویض گردند. در تصمیم‌گیری برای تعویض میراگرهای تسلیمی فلزی، باید توجه ویژه‌ای به ظرفیت باقیمانده میراگر در اثر پدیده خستگی تجمعی شود.

۳- در میراگرهای اصطکاکی، میزان نیروی پیش‌تنیدگی و وضعیت سطوح لغزش باید بررسی شود و در صورت تغییر در نیروی پیش‌تنیدگی و یا تغییر خواص سطوح لغزش در طول زمان و یا زوال سطوح تحت اثر سایش، نسبت به تعمیر و یا تعویض آن‌ها با نظر مشاور اقدام شود.

۴- در میراگرهای ویسکوالاستیک در صورتی که شواهدی از گسیختگی یا زوال در اجزای فلزی و اتصالات و گسیختگی در صفحات پلیمری و یا از دست رفتن چسبندگی بین صفحات پلیمری و صفحات فولادی مشاهده گردد، لازم است میراگر یا اتصالات آن با نظر مشاور تعویض یا تعمیر گردد.

۱۴-۹- جداسازی لرزه‌ای

۱۴-۹-۱- کلیات

جداسازها باید ضوابط این بخش را برآورده نمایند و بر اساس الزامات بیان شده در این بخش و همچنین ضوابط "دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود- ضابطه شماره ۳۶۰" و "راهنمای طراحی و اجرای سیستم‌های جداساز لرزه‌ای در ساختمان‌ها- ضابطه شماره ۵۲۳"، برای بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود به کار گرفته شوند. در انتخاب روش جداسازی لرزه‌ای برای بهسازی یک ساختمان موجود، مشاور طرح باید بر اساس لرزه‌خیزی منطقه، اهمیت ساختمان، نوع سیستم سازه‌ای، نوع خاک پروژه، هزینه اجرای سیستم جداسازی، فضای پیرامونی لازم برای ساختمان جداسازی شده و درنظرگرفتن سایر پیش‌بینی‌های موردنیاز، به مطالعه فنی، اقتصادی و اجرایی پروژه پرداخته و پس از مشورت با کارفرما نسبت به انتخاب گزینه جداسازی و وسایل لازم برای آن تصمیم‌گیری نماید. از مهمترین مزایای بهسازی ساختمان‌های موجود با روش جداسازی لرزه‌ای این است که مداخلات بهسازی در روسازه به حداقل می‌رسد و در اکثر موارد قابلیت استفاده از ساختمان در حین عملیات بهسازی فراهم می‌باشد. در جدول ۱۴-۹ جداسازهای مجاز برای استفاده در ساختمان به همراه مشخصات آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱۴-۹- جداسازهای مورد استفاده در صنعت ساختمان و مشخصات آن

انواع جداساز		ظرفیت تغییرشکل جانبی	سختی موثر جانبی	سختی و ظرفیت محوری	ظرفیت استهلاک انرژی	قابلیت مرکزگرایی
لاستیکی (الاستومری)	با میرایی کم	زیاد	کم	زیاد	ندارد	عالی
	با میرایی زیاد	زیاد	کم	زیاد	دارد	متوسط
	با هسته سربی	زیاد	کم	زیاد	دارد	متوسط
اصطکاکی (لغزشی)	مسطح	زیاد	کم	زیاد	دارد	ندارد
	تک پاندولی	زیاد	کم	زیاد	دارد	متوسط
	دو پاندولی	زیاد	کم	زیاد	دارد	متوسط
	سه پاندولی	زیاد	کم	زیاد	دارد	متوسط

۱۴-۹-۱-۱- الزامات کلی جداسازها

طراحی، ساخت، تضمین کیفیت و رفتار صحیح جداسازها بر عهده شرکت سازنده جداساز می‌باشد. به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب، سیستم جداساز لرزه‌ای باید دارای قابلیت‌های زیر باشد و تأمین این قابلیت‌ها توسط آزمایش‌های معینی مطابق بند ۱۴-۹-۳ این ضابطه و الزامات سایر آیین نامه‌های معتبر داخلی یا بین‌المللی باید تأیید گردد. این الزامات باید به طور همزمان در یک وسیله و یا به کمک چند وسیله برای سیستم جداسازی فراهم گردد.

۱- بتواند نیروهای قائم ناشی از وزن روسازه و نیروهای قائم ناشی از زلزله را تحمل کند؛

۲- در مقابل بارهای جانبی سطح بهره‌برداری (همچون زلزله‌های کوچک یا بار باد) سختی کافی داشته باشد، تا ارتعاش‌های آزار دهنده برای ساکنین ایجاد نکند؛

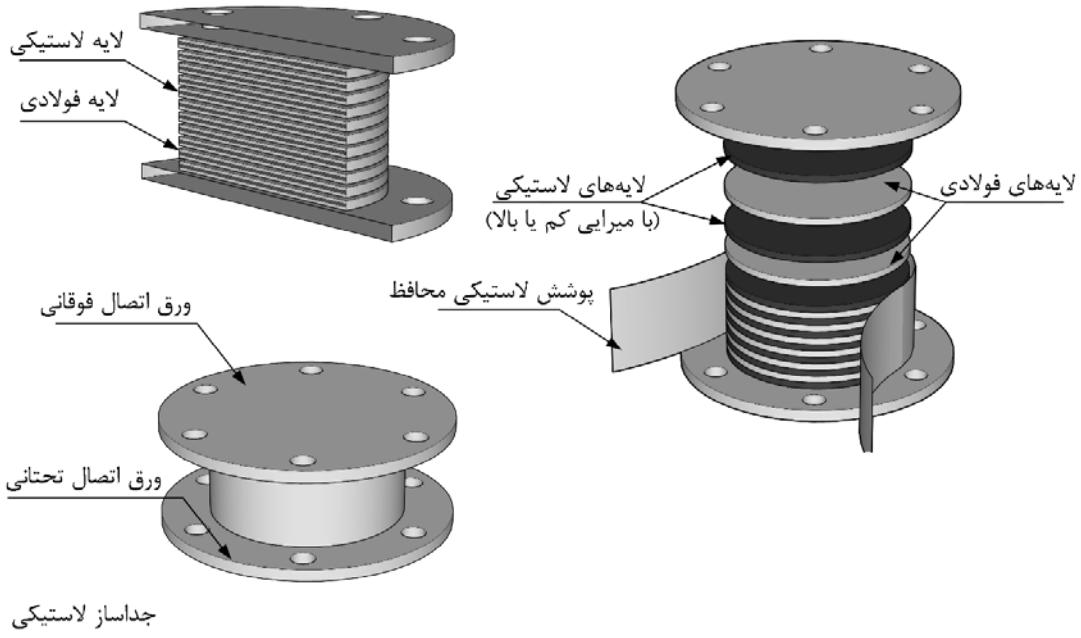
۳- در هنگام وقوع زلزله در راستای افقی انعطاف‌پذیری لازم را تامین نماید. این قابلیت باید توسط تکیه‌گاه‌های الاستومری (از جنس لاستیک طبیعی یا مصنوعی) و یا سطوح لغزنده (از جنس تفلون و فولاد ضدزنگ) تأمین شود؛

۴- میرایی و قابلیت استهلاک انرژی داشته باشد تا جابه‌جایی افقی نسبی بین روسازه و پی را کاهش دهد؛

۵- پس از اتمام زلزله، خاصیت بازگشت به موقعیت اولیه (مرکزگرایی) را تامین نماید، تا بتواند روسازه را به موقعیت اولیه خود برگرداند و مانع کاهش فزاینده ظرفیت جابه‌جایی جداسازها در اثر ارتعاشات طولانی مدت گردد.

۱۴-۹-۱-۲- جداساز لاستیکی (الاستومری)

الف- جداسازهای لاستیکی[1] باید شامل لایه‌های متناوب لاستیک و فولاد باشند که به صورت یک در میان روی یکدیگر قرار گرفته و این لایه‌ها باید طی فرآیندی عمدتاً با استفاده از اعمال فشار و حرارت به یکدیگر متصل (ولکانیزه[2]) شوند، به گونه‌ای که هیچ‌گونه لغزشی مابین صفحات لاستیک و فولاد رخ ندهد (شکل ۱۴-۱۴۵).



شکل ۱۴-۱۴۵- جزئیات یک نمونه جداساز لاستیکی

ب- نکات زیر در فرآیند تولید جداسازهای لاستیکی باید به طور ویژه موردتوجه قرار گیرد:

- کیفیت مواد خام مورداستفاده در ساخت لاستیک؛
- فرایند خمیرکردن و ترکیب مواد؛
- ضخامت ورق‌های لاستیکی و فولادی؛
- آماده‌سازی سطح ورق‌های فولادی و کشیدن مواد چسبی بر روی آن‌ها؛

1- Elastomeric isolation
2- Vulcanize

- تنظیم شرایط فرآوری محصول (دما و زمان) برای خشک کردن چسب و فرآوری لاستیک.

پ- لاستیک باید ضمن تأمین انعطاف‌پذیری جانبی، نیروی بازگرداننده لازم برای ایجاد قابلیت مرکزگرایی و بازگشت سازه به موقعیت اولیه را تأمین نماید. ورق‌های فولادی باید سختی قائم موردنیاز برای تحمل وزن ساختمان را تأمین نمایند.

ت- به‌منظور حفاظت لایه‌های لاستیکی و فولادی از عوامل محیطی، لازم است از یک کاور لاستیکی در دور جداساز استفاده شود. این لایه صرفاً پوششی حفاظتی بوده و نباید تأثیری در سختی و سایر مشخصات رفتاری جداساز داشته باشد.

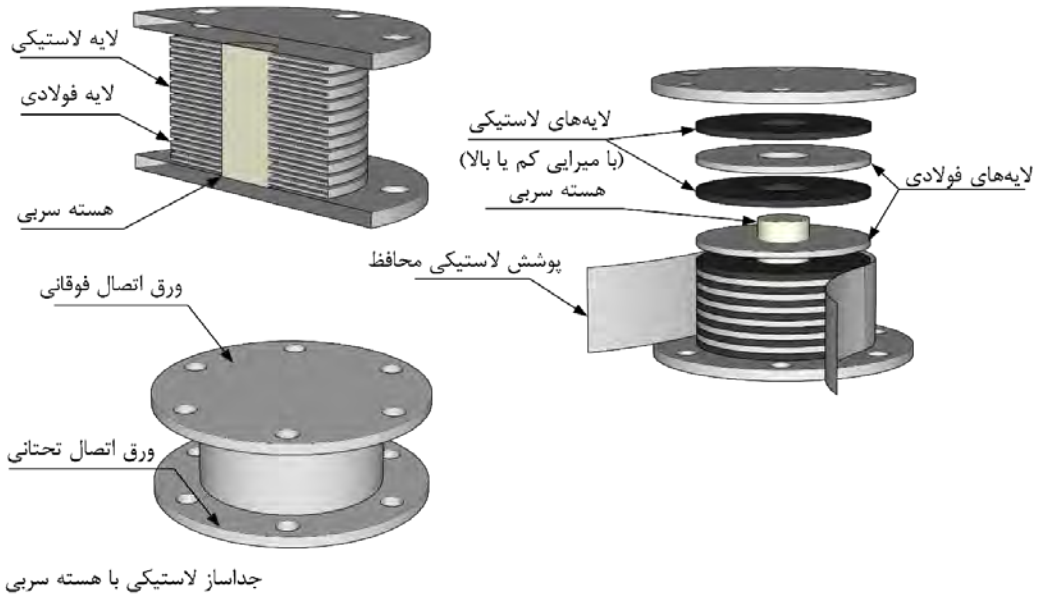
ث- به‌منظور تأمین میرایی و استهلاک انرژی موردنیاز در جداسازهای لاستیکی، باید یکی از راه‌حل‌های زیر استفاده شود:

۱- استفاده از یک یا چند هسته سربی مطابق با شکل ۱۴-۱۴۶؛

۲- اضافه نمودن ترکیباتی همچون ذرات کربنی بسیار ریز، روغن، رزین، دوده و یا انواع دیگر پرکننده‌ها به لاستیک طبیعی به‌منظور افزایش میرایی آن؛

۳- استفاده از میراگرهای مکمل همچون میراگرهای تسلیمی (فولادی و سربی)، میراگرهای ویسکوز، میراگرهای اصطکاکی و یا ترکیبی از آن‌ها در کنار جداسازهای لاستیکی (شکل ۱۴-۱۴۷)؛

۴- استفاده ترکیبی از جداسازهای مختلف مطابق بند ۱۴-۹-۱-۴.



شکل ۱۴-۱۴۶- جزئیات یک نمونه جداساز لاستیکی با هسته سربی

(الف) میراگر تسلیمی سربی

(ب) میراگر تسلیمی فولادی U-شکل

(پ) میراگر اصطکاکی

(ت) میراگر ویسکوز

(ث) میراگر ویسکوز و تسلیمی فولادی

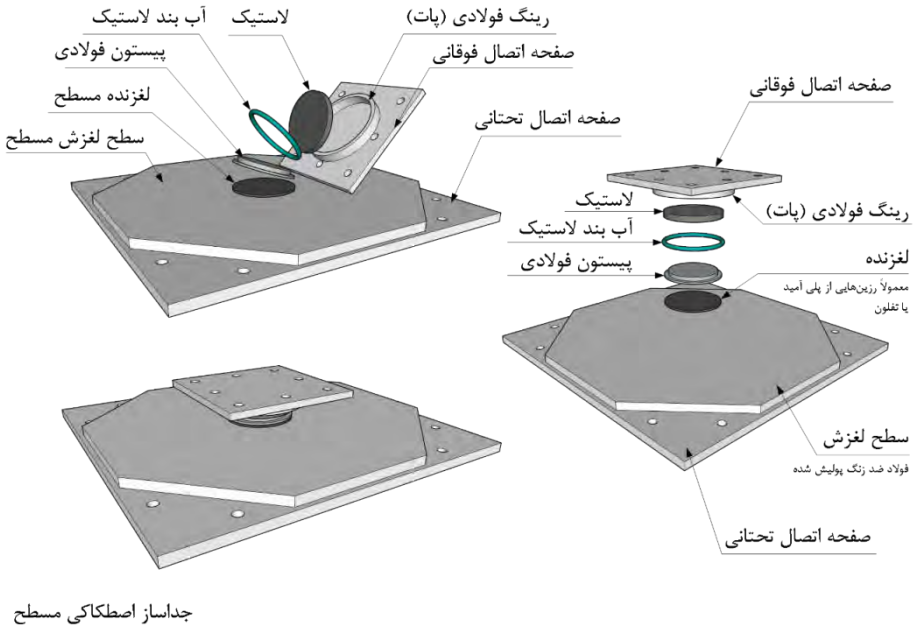
(ج) میراگر تسلیمی سربی و تسلیمی فولادی

شکل ۱۴-۱۴۷- استفاده از میراگرهای مکمل در ترکیب با جداساز لاستیکی

۱۴-۹-۱-۳- جداساز اصطکاکی (لغزشی)

الف- استفاده از جداسازهای اصطکاکی در سازه با شرایط ذیل مجاز است:

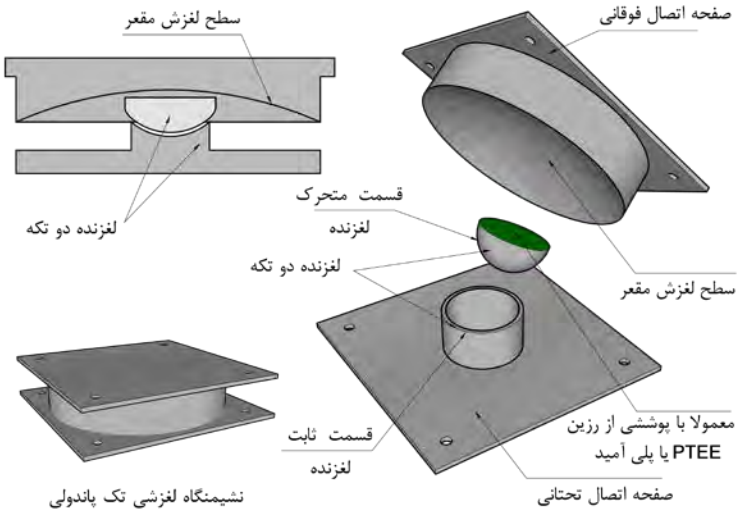
۱- تکیه‌گاه‌های لغزنده با سطوحی کاملاً مسطح (جداساز اصطکاکی مسطح[1]): این جداسازها به دلیل عدم قابلیت مرکزگرایی، لازم است در ترکیب با سایر جداسازهای با قابلیت مرکزگرایی بالا (همچون جداسازهای لاستیکی) استفاده شوند. جزئیات یک جداساز اصطکاکی مسطح در شکل ذیل نشان داده شده است.



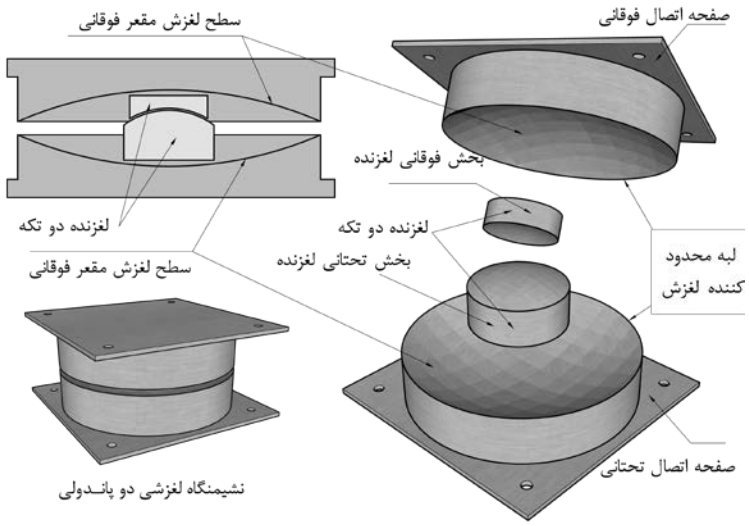
شکل ۱۴-۱۴۸- جزئیات یک نمونه جداساز اصطکاکی مسطح

1- Flat sliding bearing or Pot bearing

۲- تکیه‌گاه‌های لغزنده با سطوح دارای انحنا (جداساز اصطکاکی پاندولی[1]): استفاده از جداسازهای اصطکاکی پاندولی به‌تنهایی و به‌صورت تک پاندولی، دو یا سه پاندولی در ساختمان‌ها مجاز می‌باشد. استفاده از این جداسازها در جداسازی سازه‌هایی که تجهیزات حساس به ارتعاش در فرکانس‌های بالا در آن‌ها نصب خواهد شد، باید با مطالعه دقیق صورت پذیرد. جزئیات مربوط به انواع جداسازهای اصطکاکی پاندولی در شکل ۱۴-۱۴۹تا شکل ۱۴-۱۵۱ نشان داده شده است.

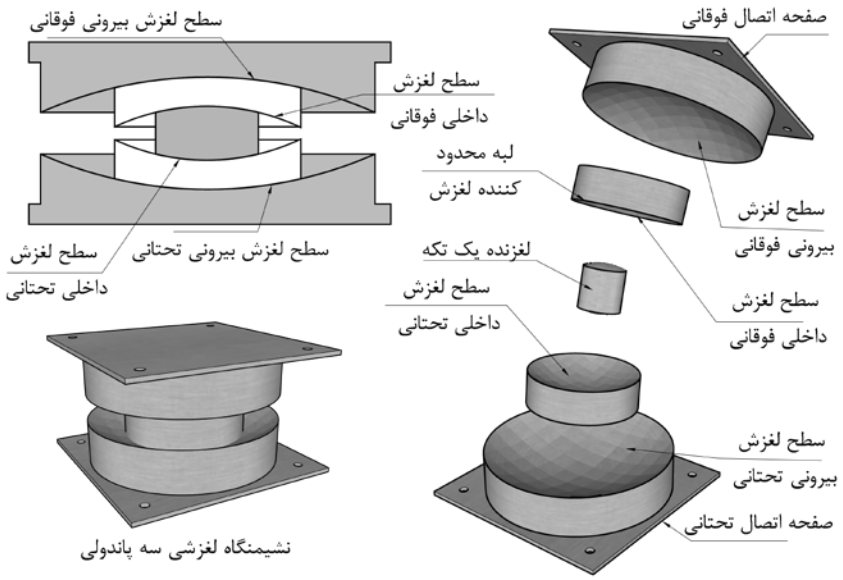


شکل ۱۴-۱۴۹- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی تک پاندولی



شکل ۱۴-۱۵۰- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی دو پاندولی

1- Friction Pendulum System (FPS) bearing



شکل ۱۴-۱۵۱- جزییات یک نمونه جداساز اصطکاکی سه پاندولی

ب- سطوح لغزش باید شامل فولاد ضدزنگ و رزین‌هایی از خانواده پلی تترا فلئورو اتیلن (تفلون)[1] و یا پلی‌آمید[2] باشد.

پ- شرایط این جداسازها در طول زمان و در شرایط محیطی متغیر باید موردتوجه قرار گیرد. از این‌رو باید بازدیدهای منظم و دوره‌ای به‌منظور کنترل وضعیت این جداسازها انجام پذیرد. در طول دوره ساخت و نگهداری جداسازهای اصطکاکی در صورت وقوع موارد ذیل باید نسبت به ارزیابی مجدد جداسازها اقدام نمود:

- امکان وقوع جوش سرد در سطح تماس جداساز در طول زمان؛
- وقوع یخ‌زدگی؛
- وقوع خوردگی در اجزا؛
- از بین رفتن سطوح کم‌اصطکاک در این تجهیزات.

در زمان بهره‌برداری این سامانه باید در مورد میزان دقیق ضریب اصطکاک در آن، تغییرات آن در زمان حرکت و عوامل مؤثر بر آن، به کمک آزمایش‌های مورد تأیید مشاور اطمینان یافت.

۱۴-۹-۱-۴- سیستم ترکیبی جداسازهای لاستیکی و اصطکاکی

الف- استفاده ترکیبی از جداسازها با رعایت الزامات این بخش و مطابق نظر مشاور مجاز می‌باشد.

ب- در یک سیستم جداسازی، جداسازهای لاستیکی با میرایی کم به دلیل قابلیت استهلاک انرژی ناکافی، لازم است در ترکیب با میراگرها و یا سایر جداسازهای دارای قابلیت استهلاک انرژی بالا (همچون جداساز اصطکاکی مسطح)

1- Polytetrafluoroethylene (PTFE)
2- Polyamid

استفاده شوند. در این سیستم ترکیبی، از جداسازهای لاستیکی باید به منظور ایجاد نیروی جانبی بازگرداننده و از جداسازهای اصطکاکی مسطح به منظور استهلاک انرژی و تأمین میرایی موردنیاز سیستم استفاده شود.

پ- استفاده ترکیبی از جداسازهای لاستیکی مختلف مجاز است.

ت- استفاده ترکیبی از جداسازهای لاستیکی و اصطکاکی پاندولی به دلیل تفاوت جابجایی‌های قائم این دو نوع جداساز در هنگام زلزله، مجاز نمی‌باشد و بکارگیری آن‌ها در مجاورت هم، به‌ویژه در زیر اعضای قائم با سختی زیاد مانند دیوارهای برشی بتن‌آرمه ممنوع می‌باشد.

ث- استفاده از جداسازهای اصطکاکی پاندولی مختلف با شعاع انحنای متفاوت به دلیل تفاوت جابجایی‌های قائم آن‌ها، در یک سیستم جداسازی مجاز نمی‌باشد و لازم است از یک نوع جداساز اصطکاکی پاندولی استفاده شود. لذا استفاده ترکیبی از جداسازهای اصطکاکی تک پاندولی و دو یا سه پاندولی به طور همزمان در سیستم جداسازی مجاز نمی‌باشد. همچنین استفاده ترکیبی از جداساز لغزشی مسطح و جداساز اصطکاکی پاندولی مجاز نمی‌باشد.

۱۴-۹-۱-۵- سیستم‌های فنری

به‌منظور جداسازی کامل سه‌بعدی به‌ویژه جداسازی تجهیزات از ساختمان باید از سیستم‌های فنری استفاده گردد. در این سیستم باید از فنرهای حلقوی فولادی که در دو راستای افقی و قائم انعطاف‌پذیرند استفاده شود. به‌منظور تأمین میرایی موردنیاز، همراه این سامانه باید از میراگر لزج استفاده گردد (شکل ۱۴-۱۵۲).

شکل ۱۴-۱۵۲- نمونه‌هایی از جداساز فنری

۱۴-۹-۲- مدارک فنی طرح

الف- مشاور باید برای اجرای صحیح پروژه، اطلاعات دقیق و شفافی در زمینه مشخصات طراحی، ساخت قطعات، آزمایش قطعات و نحوه اجرای سامانه را در قالب مدارک فنی طرح تدوین نماید. به این منظور لازم است ضوابط و مقررات ارزیابی و تأیید صلاحیت سازندگان و کنترل کیفیت محصولات تولید شده به شرح زیر توسط مشاور تدوین شود:

۱- تدوین مستندات مربوطه به‌منظور احراز صلاحیت سازندگان و دریافت مدارک موید صلاحیت سازنده و تجربیات پیشین آنها در زمینه ساخت جداساز؛

۲- تهیه مستندات زیر پس از نهایی‌شدن مشخصات فنی سامانه جداسازی مورد نظر:

- جزئیات مواد اولیه مورد قبول؛
- محدودیت‌های ابعادی؛
- فرآیند ساخت قطعات؛
- روند و نحوه انجام آزمایش‌ها؛
- معیارها یا نحوه کنترل کیفیت قطعات و جداسازها؛
- برنامه دوره‌ای بازرسی، پایش و نگهداری سامانه جداساز.

۳- ارسال مدارک شامل "مشخصات فنی طرح و ساخت جداساز" به همراه "مستندات احراز صلاحیت" برای برگزاری مناقصه بین سازندگان تأیید صلاحیت شده.

ب- مدارک فنی طرح باید به‌عنوان مرجع بررسی هر مورد در زمینه طراحی، ساخت و اجرای پروژه باشد. مشاور باید دقت لازم را در تدوین هماهنگ این مدارک به عمل آورد به‌گونه‌ای که هم مشخصات فنی و نحوه اجرا و ساخت در آن‌ها تبیین گردیده و هم مسئولیت هر یک از بخش‌های درگیر در پروژه اعم از مشاور، سازنده قطعات، پیمانکار و ناظر پروژه با شفافیت عنوان گردد.

۱۴-۹-۳- تأییدیه فنی و آزمایش‌های لازم

الف- مشاور باید یک برنامه کنترل کیفیت برای اطمینان از کیفیت و عملکرد مناسب وسایل جداسازی تدوین نماید. فرآیندهای خاص بازرسی و آزمایش برای تأیید کیفیت فرآیند ساخت باید مختص هر پروژه و توسط مشاور پروژه ارائه گردد. آیتم‌های کنترل کیفیت شامل مشخصات مصالح، بازرسی‌های ظاهری، بازرسی‌های ابعادی و آزمایش‌های عملکردی هستند.

ب- جداسازها باید بر اساس الزامات حداقلی مورد آزمایش قرار گیرند. این آزمایش‌ها شامل آزمایش نمونه‌های اولیه[1] و آزمایش کنترل محصول[2] می‌باشد.

پ- روش‌های ساخت و کنترل کیفیت استفاده شده برای نمونه‌های اولیه جداساز و جداسازهای تولید شده برای پروژه باید یکسان باشد. این روش‌ها باید توسط مشاور پیش از ساخت نمونه‌های اولیه ارائه گردد.

ت- لازم است محل انجام آزمایش، چیدمان آزمایش و نحوه انجام آن توسط مشاور تعیین گردد و یا به تأیید مشاور برسد. در این زمینه لازم است از تجربیات شرکت‌های سازنده و متخصصین آزمایشگاه مربوطه استفاده شود. همچنین معیارهای پذیرش مربوط به نتایج آزمایش‌ها و گزارش مشخصات فنی محصول باید توسط مشاور کنترل و تأیید گردد.

ث- لازم است تمام یا بخشی از آزمایش‌های نمونه‌های اولیه و آزمایش‌های کنترل محصول در حضور نماینده مشاور انجام شود. در صورتی که آزمایش‌های نمونه اولیه مشابه، قبلاً توسط شرکت تولیدکننده جداساز انجام شده باشد، لازم است نتایج آزمایش‌ها، تصاویر و سایر مستندات مربوطه توسط شرکت تولیدکننده به مشاور ارائه شود.

ج- لازم است گزارش آزمایش‌های نمونه‌های اولیه و آزمایش‌های کنترل محصول به‌صورت مکتوب توسط مشاور یا شرکت سازنده تهیه گردد. علاوه بر نتایج، لازم است از مراحل آزمایش فیلم‌برداری یا عکس‌برداری شده و ضمیمه گزارش آزمایش‌ها گردد.

چ- گزارش آزمایش‌های مصالح مصرفی در فرآیند ساخت جداسازها باید توسط تولیدکننده به مشاور ارائه گردد. در غیاب استانداردهای داخلی، استفاده از استانداردهای معتبر بین‌المللی برای کنترل کیفیت مصالح مصرفی در ساخت جداسازها مجاز می‌باشد.

۱۴-۹-۳-۱- ثبت نتایج

رفتار نیرو- تغییرمکان نمونه مورد آزمایش باید در هر چرخه از هر آزمایش به گونه‌ای ثبت شود که رفتار هیسترزیس جداساز قابل ترسیم و تحلیل باشد. در صورتی که رفتار وسیله جداساز تابع نیروی محوری باشد باید این اطلاعات در زمان بارگذاری ثبت و ارائه شوند.

1- Prototype tests
2- Production tests

۱۴-۹-۳-۲- آزمایش‌های نمونه اولیه

الف- آزمایش‌های نمونه اولیه باید به‌طور جداگانه بر روی نمونه با ابعاد واقعی از هر نوع و اندازه قالب در سامانه جداسازی انجام پذیرد. در صورت وجود سیستم مقاوم در برابر باد در مشخصات فنی، نمونه آزمایش هم باید دارای این سیستم باشد.

ب- در صورتی که به دلیل محدودیت تجهیزات آزمایشگاهی، امکان انجام آزمایش بر روی نمونه با مقیاس کامل وجود نداشته باشد، می‌توان آزمایش‌های نمونه اولیه را بر روی نمونه‌های با مقیاس کوچک انجام داد، به شرطی که شرایط زیر فراهم گردد:

۱- آزمایش اندازه‌های معادل برای نمونه اولیه، توسط مشاور مورد تأیید قرار گیرد.

۲- جزئیات، نوع، مصالح، روند ساخت و کنترل کیفیت نمونه مقیاس شده مشابه نمونه مقیاس کامل بوده و قوانین مقیاس در تعیین دامنه و سرعت بارگذاری رعایت شود.

۳- ضریب مقیاس از ۱:۴ کوچکتر نباشد.

پ- نمونه‌های آزمایش شده نباید در سازه مورد استفاده قرار گیرند، مگر اینکه توسط مشاور و دستگاه نظارت قابل‌پذیرش باشند و الزامات آزمایش نمونه‌های اولیه و نمونه‌های تولیدی را برآورده نماید.

۱۴-۹-۳-۳- آزمایش‌های کنترل محصول

الف- به‌منظور کنترل کیفیت ساخت جداسازهای تولید شده برای پروژه، جداسازها قبل از نصب در ساختمان باید مورد آزمایش قرار گیرند و طبق معیارهای پذیرش باید کنترل گردند تا از کیفیت ساخت آن‌ها اطمینان کافی حاصل شود. برنامه آزمایش برای جداسازهای تولیدی و معیارهای پذیرش آن‌ها باید توسط مشاور تعیین شود.

ب- در صورتی که به گونه دیگری نشان داده شود که مشخصات جداسازهای تولید شده الزامات فنی پروژه را تأمین می‌نماید، با تأیید مشاور پروژه می‌توان از انجام این برنامه آزمایش صرف‌نظر کرد. در این موارد، مشاور باید یک برنامه جایگزین تعیین نماید تا از کیفیت جداسازهای تولید شده اطمینان حاصل شود.

پ- جداسازهایی که در حین آزمایش متحمل آسیب می‌شوند، نباید پس از آزمایش در پروژه استفاده شوند.

۱۴-۹-۴- نصب جداساز لرزه‌ای در ساختمان‌های موجود

۱۴-۹-۴-۱- الزامات کلی

الف- نصب جداسازها در ساختمان‌های موجود دارای اسکلت فولادی یا بتن‌آرمه و ساختمان‌های دارای دیوار بنایی باربر با رعایت الزامات این بند مجاز می‌باشد.

ب- مدیر پروژه باید بعد از مشاوره با تولیدکننده در مورد تعداد و تاریخ حمل جداسازها، تصمیم‌گیری نماید. تجهیزات جداساز پس از حمل به کارگاه و قبل از نصب، باید در محل ایمن نگهداری گردند تا در مقابل عواملی همچون ضربه، گرما، تابش اشعه فرابنفش، مواد شیمیایی و روغن محافظت شده و از آسیب به آن‌ها جلوگیری گردد.

پ- برای نصب تجهیزات جداساز لرزه‌ای باید از کارگران ماهر و دوره‌دیده استفاده گردد. همچنین لازم است یک مهندس دوره‌دیده (که مسئولیت مستقیم کارگران را دارد) توسط مدیر پروژه برای امور جداسازی لرزه‌ای انتخاب شود. مدیر پروژه باید دانش جداسازی لرزه‌ای لازم را برای اطمینان از کیفیت ساخت و نصب تجهیزات داشته باشد.

ت- فرزکاری و فعالیت جوشکاری در مجاورت جداسازها به دلیل احتمال آسیب رساندن به جداساز ممنوع می‌باشد. اگر جوشکاری اجتناب‌ناپذیر باشد، باید از حفاظت در مقابل حریق استفاده گردد. جداسازهای لاستیکی باید پوشیده شود تا از ایجاد خراشیدگی و هر آسیب دیگری جلوگیری گردد. جداسازهای لغزنده باید با روش مناسبی پوشش داده شوند. تمام این تجهیزات به‌ویژه جداسازهای اصطکاکی باید در مقابل باران و ورود آب به داخل جداساز محافظت گردند.

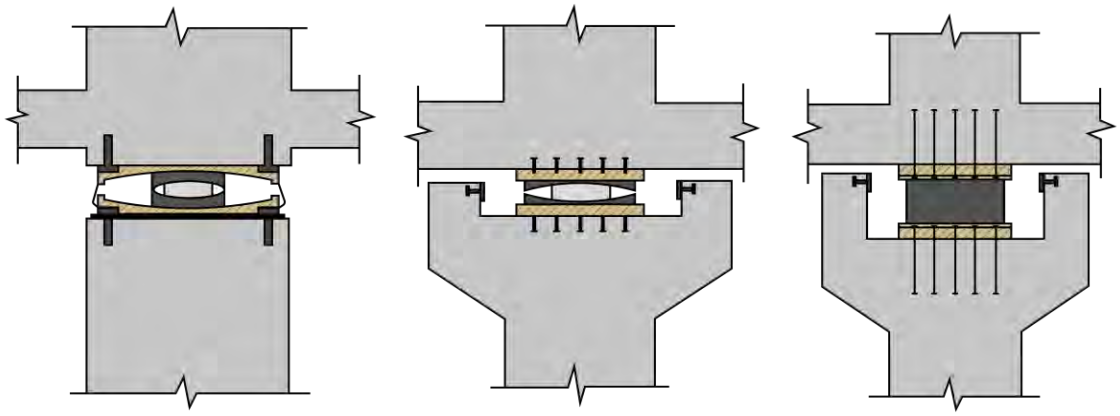
ث- در ساختمان‌های جداسازی شده لرزه‌ای باید تابلوهای هشدار دائمی در مکان‌های مناسبی که به راحتی قابل رویت باشد، نصب گردد و تذکرات لازم و ضروری در مورد شرایط بهره‌برداری و نگهداری از ساختمان (از جمله لزوم خالی نگه‌داشتن خندق‌های پیرامونی و عدم قراردادن اشیایی که می‌تواند مانع حرکت سازه جداسازی شده شود) به مالکین و بهره‌برداران ارائه شود. یک تابلو باید در محل ورودی فضای دسترسی به جداسازها (اگر مهیا شده باشد) و سایر تابلوها باید در پیرامون ساختمان و روی دیوار خارجی نصب شوند تا از ایجاد هرگونه مانعی که اثربخشی درزهای حرکت لرزه‌ای را کاهش می‌دهد، جلوگیری شود.

۱۴-۹-۴-۲- نصب در ساختمان‌های دارای قاب فولادی یا بتن‌آرمه

الف- برای نصب جداسازهای لرزه‌ای در ساختمان‌های موجود دارای اسکلت فولادی یا بتن‌آرمه، باید تراز جداسازی با توجه به ملاحظات فنی، اقتصادی و اجرایی در نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور تعیین شده باشد. نصب جداسازها در ناحیه پایینی، میانی و یا بالایی ستون مطابق نظر مشاور مجاز است. در صورت لزوم باید تقویت سازه در طبقه جداسازی شده در دستور کار قرار گیرد.

ب- به‌منظور کنترل جابه‌جایی‌های احتمالی فراتر از حد انتظار و جلوگیری از گسیختگی جداساز، مطابق نظر مشاور، می‌توان از پایه‌های اطمینان[1] یا رینگ محافظ در پیرامون جداساز مطابق شکل ۱۴-۱۵۳ استفاده نمود. سایر جزئیات باید توسط مشاور در نقشه‌های اجرایی ارائه گردد.

1- Fail-safe back-up system



الف- جداساز لاستیکی با هسته سربی ب- جداساز اصطکاکی تک پاندولی پ- جداساز اصطکاکی سه پاندولی

شکل ۱۴-۱۵۳- جزئیات نصب ایمن انواع مختلف جداسازها در بالای ستون با پایه‌های اطمینان یا رینگ محافظ پیرامونی

پ- مراحل نصب جداساز بر روی یک ستون فولادی تفاوت ماهیتی نسبت به ستون بتن‌آرمه ندارد و عملیات نصب باید بر اساس جزئیات نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور انجام گردد. اجرای عملیات نصب جداسازهای لرزه‌ای به‌منظور بهسازی یک ساختمان از نوع قاب خمشی بتن‌آرمه باید مطابق مراحل ذیل انجام شود.

۱- به‌منظور دسترسی به پایه ستون‌ها، لازم است تا تراز زیر جداسازی حفاری انجام گیرد. همچنین به‌منظور فراهم نمودن امکان جابه‌جایی روسازه، باید در پیرامون ساختمان، خندقی مطابق نقشه‌های اجرایی حفر گردد.

۲- بخش پایینی ستون که در زیر تراز جداسازی قرار دارد (و در صورت لزوم بخش فوقانی ستون) باید مطابق نظر مشاور با استفاده از ژاکت بتنی مقاوم‌سازی گردد. جزئیات بهسازی ستون‌ها با ژاکت بتنی در بخش ۱۴-۳ این فصل ارائه شده است. به‌منظور نصب پایه‌های موقت جهت تعبیه جک‌های هیدرولیکی، باید قبل از بتن‌ریزی ژاکت بتنی تعدادی میل‌مهار یا کوپلر در موقعیت تعیین شده در نقشه‌های اجرایی قرار گیرد. همچنین در بخش بالایی ستون در صورت عدم نیاز به اجرای ژاکت بتنی، باید سوراخ‌هایی در ستون ایجاد گردد و میل‌مهارها یا کوپلرها با استفاده از چسب اپوکسی دوجزئی در سوراخ‌ها قرار داده شوند. نصب پایه‌های موقت به کمک میله‌های پیش‌تنیده نیز مطابق نظر مشاور مجاز می‌باشد.

۳- قبل از برش ستون‌ها، باید جک‌های هیدرولیکی در اطراف ستون جداشونده به‌منظور باربرداری ثقلی از روی ستون تعبیه گردند. باربرداری از ستون باید با استفاده از جک‌های هیدرولیکی و با کمک پایه‌های موقت نصب شده در اطراف ستون و یا براکت‌های فولادی نصب شده بر روی ستون در بالا و پایین محل برش انجام پذیرد. در صورت لزوم، تجهیزاتی به منظور اندازه‌گیری نیرو و تغییرشکل تحمل شده توسط پایه‌های موقت، باید نصب گردد. به‌منظور انتقال گرد و غبار ناشی از برش ستون‌ها به خارج از ساختمان باید از تجهیزات فیلترکننده استفاده شود.

۴- برای شروع برش ستون ابتدا باید حلقه شاقول شده در محل برش ستون و به‌دور آن ایجاد گردد تا سطح برش به‌صورت کاملاً افقی باشد. سپس ستون باید به کمک دستگاه‌های برش با سیم‌های تیغه الماسه برش

داده شود. به‌منظور رعایت اصول ایمنی، لازم است عملیات برش ستون و نصب جداساز لرزه‌ای برای هر ستون به طور کامل انجام شده و سپس عملیات برش و نصب بر روی ستون بعدی آغاز گردد.

۵- پس از برش ستون در دو تراز بالا و پائین محل نصب جداساز، باید بلوک بتنی بریده شده با کمک جرثقیل ریلی به بیرون هدایت شود.

۶- پس از خارج کردن بلوک بتنی، در صورت لزوم مطابق نظر مشاور باید صفحات فولادی تقویتی در سربالایی و پایینی ناحیه برش خورده نصب و جهت اتصال جداساز به ستون، پیرامون سطح برش خورده رینگ فولادی اجرا گردد. پس از این مرحله، جداساز باید به محل نصب حمل شده و مابین ستون قرار گیرد. لازم است پس از سفت کردن پیچ‌های جداساز، پیچ‌ها علامت‌گذاری شوند تا در صورت شل‌شدن، توسط بازرس قابل‌تشخیص باشد.

۷- پس از نصب جداساز در موقعیت تعیین شده، فضای خالی بین جداساز و ستون باید با کمک جک تخت، توسط گروت انبساطی کاملاً پر شود.

۸- پس از اطمینان از کسب مقاومت گروت سیمانی و برقراری اتصال مناسب، باید جک‌های هیدرولیکی باربرداری شود تا بار ستون به جداساز منتقل گردد. پس از این مرحله حذف پایه‌های موقت مجاز است. محل کوپلرها باید با درپوش پوشانیده شود. کوپلرها یا میل‌مهارها باید در جای خود باقی بمانند تا در صورت نیاز به تعمیر یا تعویض جداساز در آینده، مورد استفاده مجدد قرار گیرند. به‌منظور جلوگیری از تغییرشکل جداساز تا قبل از تکمیل فرآیند نصب همه جداسازها، لازم است با نصب نگهدارنده‌های موقت، جابجایی افقی جداسازها را مقید نمود. مدیر پروژه باید در موارد لزوم در مورد جزئیات این قیود با مهندس ناظر تبادل نظر و مشورت نماید.

۹- در صورت لزوم مطابق نقشه‌های اجرایی باید یک دال بتنی جدید به‌عنوان دیافراگم صلب در بالای جداسازها به‌منظور عملکرد یکپارچه آن‌ها اجرا گردد.

۱۰- در پیرامون خندق، باید دیوار حائل مطابق نقشه‌های اجرایی اجرا شده و درز جابه‌جایی باید با ورق‌های فولادی قابل لغزش پوشانده شود.

ت- در صورتی‌که ساختمان از بلوک‌های نزدیک به هم تشکیل شده و بین بلوک‌ها درز انبساط پیش‌بینی شده باشد، برای جلوگیری از برخورد بلوک‌ها به یکدیگر به‌واسطه تغییرشکل افقی جداساز، باید از قفل لرزه‌ای[1] در عرض درز انبساطی استفاده شود. این سیستم باید از مواد با ویسکوزیته بالا ساخته شده باشد تا در برابر حرکات آزاد و طولانی‌مدت حرارتی ساختمان وارد عمل نشود ولی در هنگام بروز شوک‌های شدید ناشی از زلزله قفل شده و مانع از حرکت نسبی دو بلوک مجاور نسبت به هم گردد.

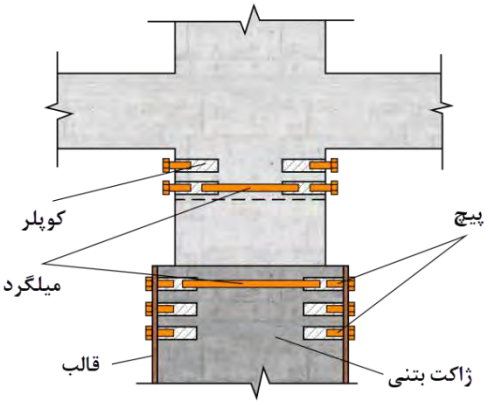
پ- در شکل ۱۴-۱۵۴ جزئیات اجرایی مراحل نصب سیستم جداساز در یک ستون بتن آرمه نشان داده شده است. سایر جزئیات شامل مشخصات مصالح مصرفی و ابعاد باید در نقشه‌های اجرایی ارائه گردد.

1- Seismic lock

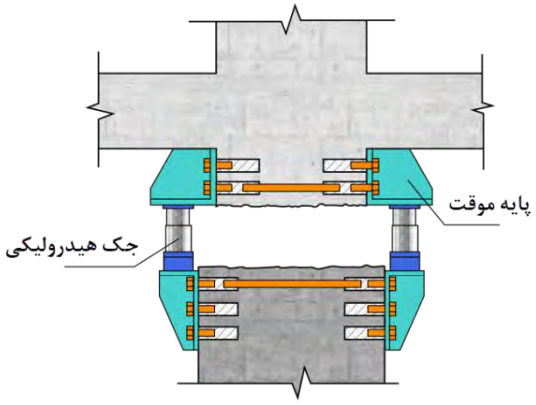
۱۴-۹-۴-۳- نصب در ساختمان‌های دارای دیوار باربر بنایی

الف- محل تراز جداسازی باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده توسط مشاور تعیین گردد.

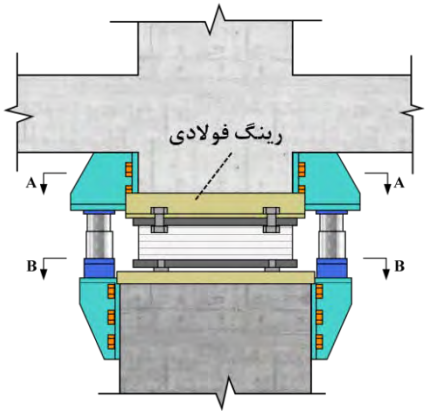
ب- در ساختمان‌های موجود با دیوار باربر که عمدتاً از مصالح بنایی غیرمسلح ساخته شده‌اند، جداسازها باید در داخل دیوارها قرار گیرند. برای انتقال یکنواخت نیروهای قائم از دیوار فوقانی به جداسازها و از جداسازها به دیوار تحتانی، باید تیرهای ساندویچی بتنی در تراز بالا و پایین جداساز اجرا گردد. این تیرهای ساندویچی جدید باید در دو طرف دیوارها اجرا شده و به کمک میلگردهای پس‌کشیده به یکدیگر بسته شوند تا اتصال مناسبی با دیوار پیدا کنند. در محل نصب جداسازها، باید تیرهای عرضی کوتاهی مابین تیرهای ساندویچی اجرا شود تا نیروها را از جفت تیرها به جداسازها منتقل کنند. جزئیات مربوط در شکل ۱۴-۱۵۵ آورده شده است.



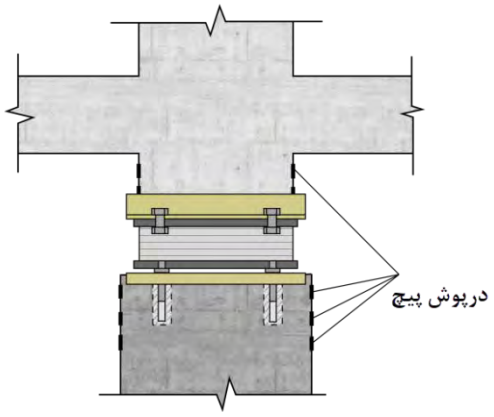
(۱) تقویت ستون با ژاکت بتنی، سوراخکاری و جایگذاری کوپلرها و میل‌مهارها به منظور نصب پایه‌های موقت



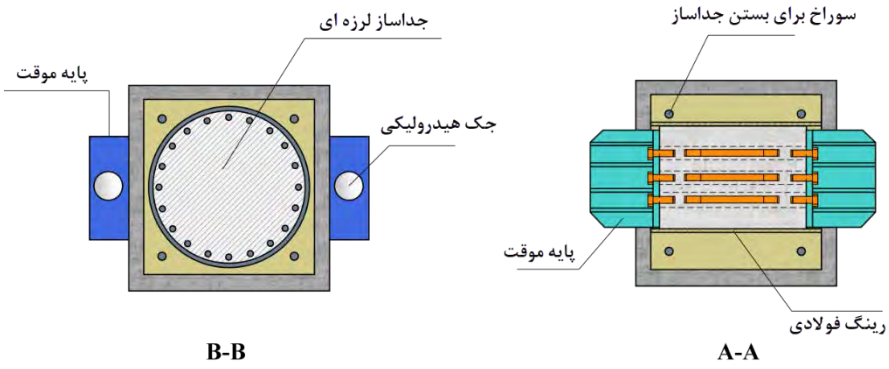
(۲) نصب پایه‌های موقت در بالا و پایین محل برش، جایگذاری جک هیدرولیکی به منظور باربرداری از ستون و انتقال بار به پای‌های موقت و نهایتاً برش ستون با سیم برش الماسه



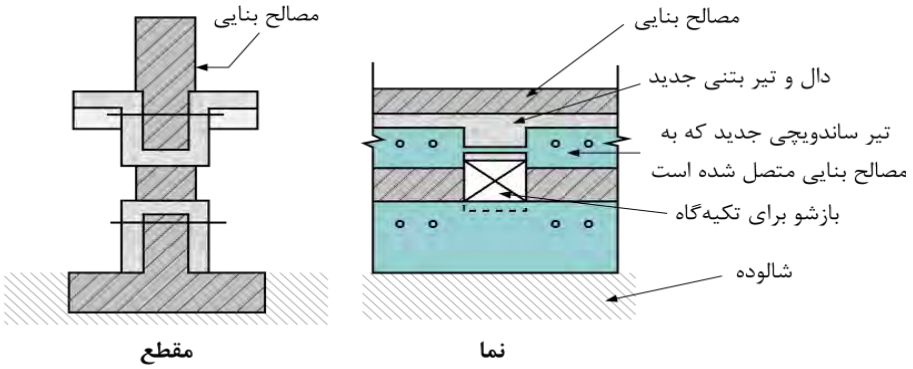
(۳) خروج بلوک بتنی برش خورده، نصب رینگ فولادی پیرامون سطح برش خورده به منظور نصب جداساز، قرارگیری جداساز در موقعیت تعیین شده مابین ستون



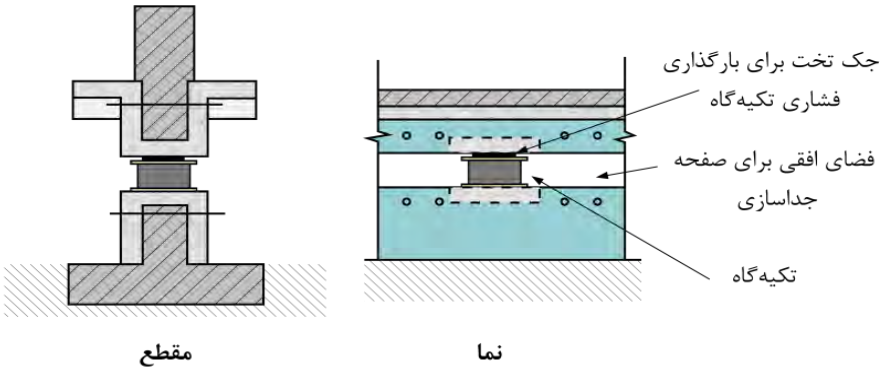
(۴) تزریق گروت انبساطی با جک تخت در فضای بین جداساز و ستون، باربرداری از جک‌های هیدرولیکی و انتقال بار از پایه‌های موقت به جداساز و نهایتاً برچیدن پایه‌های موقت و پوشاندن کوپلرها با درپوش



شکل ۱۴-۱۵۴- جزئیات اجرایی نصب سیستم جداساز در یک ستون بتن آرمه



الف - تیرهای ساندویچی جدید ساخته شده و یک بازشو برای نصب جداساز ایجاد می‌گردد

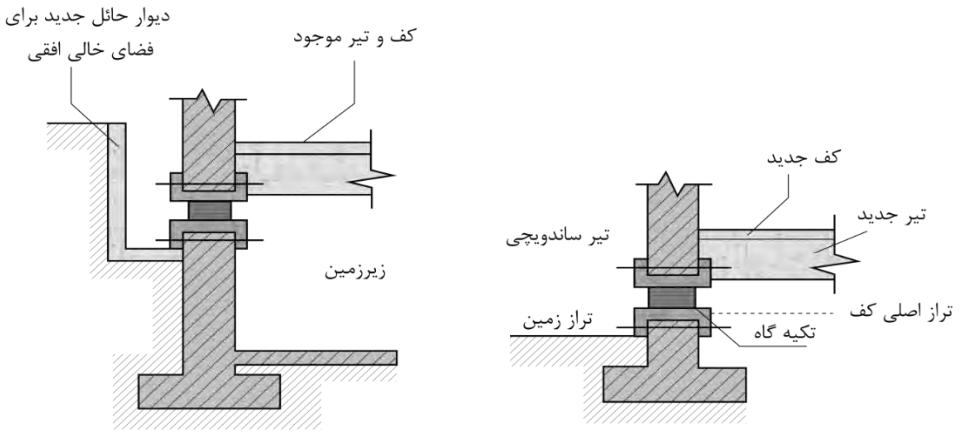


ب- جداساز مابین دیوار قرار داده شده و به کمک یک جک تخت پیش بارگذاری می گردد تا بارهای دیوار را تحمل کند

شکل ۱۴-۱۵۵- جزئیات اجرایی برای نصب جداسازها در یک دیوار بنایی

پ- اگر به دلایل زیبایی‌شناختی یا ضرورت حفظ میراث فرهنگی، اجرای تیرهای ساندویچی در دو طرف دیوار نامناسب باشد، باید یک تیر جدید به صورت بخش به بخش، مستقیماً در زیر دیوار موجود اجرا گردد. این فرآیند نیازمند آن است که در طول گسترده‌ای دیوار با جک و یا سایر تجهیزات نگه داشته شود.

ث- لازم است یک فضای دسترسی برای عملیات بازرسی و تعمیر و نگهداری جداسازها ایجاد شود. در مواردی که ساختمان فاقد زیرزمین بوده و بر روی یک پی با عمق مدفون کم بنا شده باشد، در صورت لزوم مطابق نظر مشاور باید تراز طبقه همکف بالاتر آورده شود تا فضای دسترسی لازم تأمین شود. اگر ساختمان دارای زیرزمین باشد و یا عمق مدفون پی زیاد باشد، اجرای جداسازها و تیرهای ساندویچی زیر طبقه همکف موجود، مطابق نقشه‌های اجرایی مجاز می‌باشد (شکل ۱۴-۱۵۶).



ب - ساختمان دارای زیرزمین الف - ساختمان فاقد زیرزمین

شکل ۱۴-۱۵۶- مزیت وجود زیرزمین در جداسازی لرزه‌ای یک ساختمان موجود با دیوار باربر

ت- در شکل ۱۴-۱۵۷ به صورت شماتیک جزئیات اجرای سیستم جداساز در یک ساختمان با دیوارهای بنایی نشان داده شده است. مراحل مختلف اجرای جداساز لرزه‌ای در زیر یک دیوار باربر با مصالح بنایی باید به شرح ذیل باشد:

۱- بازشوهایی در دیوار بنایی در محدوده نصب جداساز لرزه‌ای باید ایجاد شود؛ ابعاد بازشو باید به‌اندازه‌ای باشد که تیرهای عرضی پایینی و بالایی و جداساز بتوانند در داخل بازشو جای گیرند.

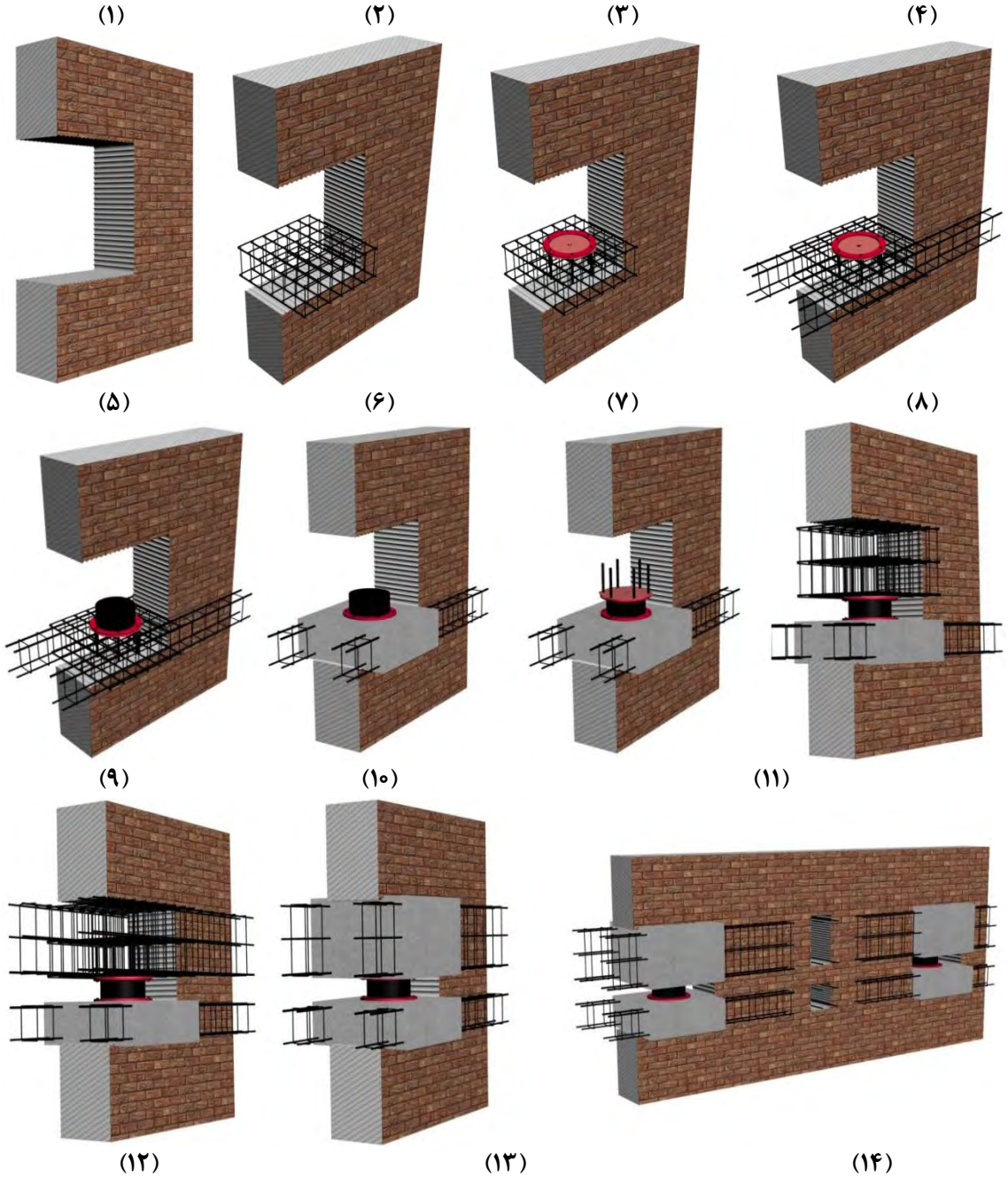
۲- تیرهای ساندویچی در دو طرف دیوار باید اجرا شوند؛ در صورت امکان باید دیوار در محدوده اجرای تیرهای ساندویچی در هر دو طرف حدود ۱۰ سانتی‌متر تراشیده و تیرهای ساندویچی آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی شود. از میلگردهای پس‌کشیده باید برای برقراری اتصال مناسب تیرهای ساندویچی و دیوار بین آن استفاده شود.

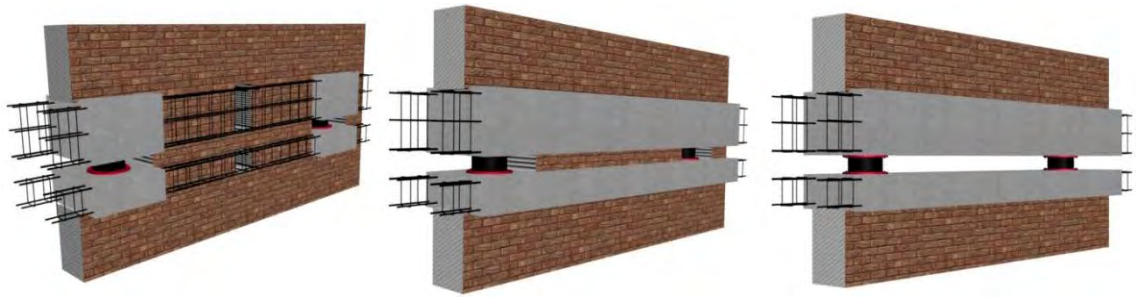
۳- برای انتقال نیرو از تیرهای ساندویچی به جداسازها، تیرهای عرضی باید بین تیرهای ساندویچی در محدوده نصب جداسازها اجرا شود؛ اجرای تیرهای عرضی باید هم‌زمان با اجرای تیرهای ساندویچی در محدوده بازشوها انجام گیرد. در هنگام آرماتوربندی تیر عرضی، میل‌مهارها و صفحات موردنیاز برای نصب جداساز در موقعیت تعیین‌شده باید جای‌گذاری شود.

۴- در صورت لزوم مطابق نقشه‌های اجرایی باید یک دال بتنی جدید به‌عنوان دیافراگم صلب در بالای جداسازها به‌منظور عملکرد یکپارچه آن‌ها اجرا گردد.

۵- جداسازها باید در موقعیت تعیین شده مابین دیوارها نصب گردند و فاصله بین جداساز و تیرهای عرضی باید با تزریق گروت منبسط‌شونده با استفاده از جک تخت پر شود.

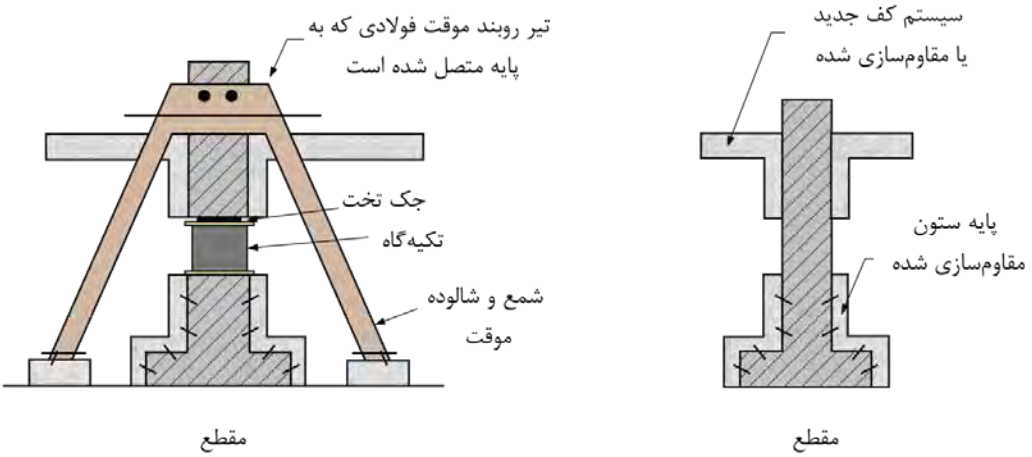
۶- دیوار مابین تیرهای ساندویچی پایینی و بالایی به‌منظور جداسازی کامل روسازه از زیرسازه پس از کسب مقاومت گروت باید برش داده شود؛ برش ایجاد شده در دیوار باید به اندازه فاصله آزاد قائم ذکر شده در نقشه‌های اجرایی باشد. درهرحال این فاصله نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد.



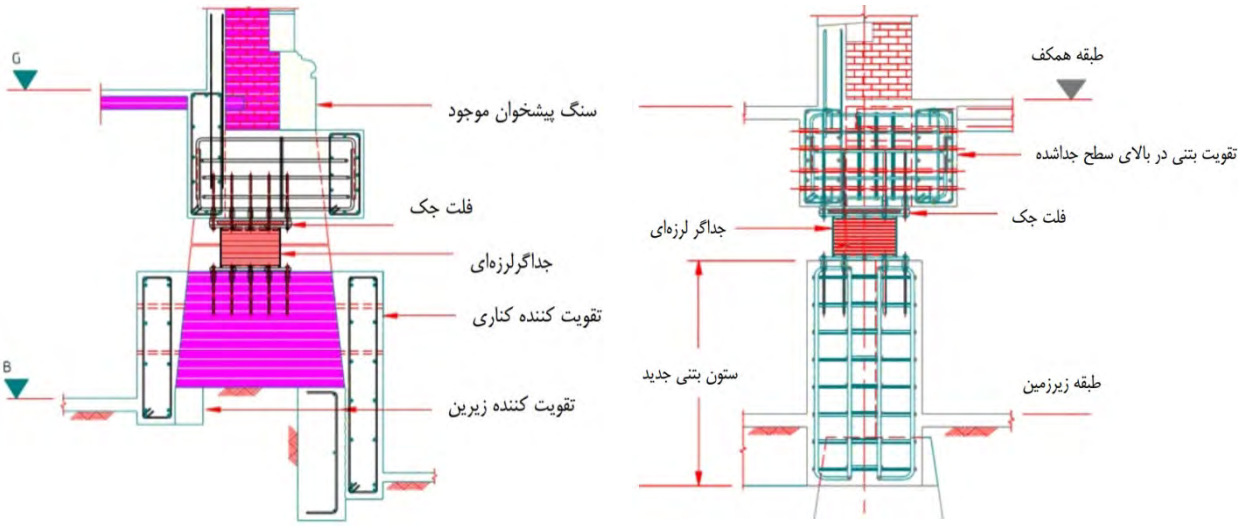


شکل ۱۴-۱۵۷- جزئیات مراحل اجرای جداساز لرزه‌ای در یک دیوار باربر با مصالح بنایی

چ- در صورت وجود ستون‌های بنایی یا بتنی داخلی، باید جداسازها بر روی آن‌ها نیز نصب گردند تا رفتار روسازه کاملاً از زیرسازه جدا شود. این ستون‌ها در صورت لزوم مطابق نظر مشاور باید با اجرای ژاکت بتنی و افزایش ابعاد بهسازی شوند. پس از بهسازی پایه ستون و تشکیل یک کف تیر و دال قوی، ستون باید با کمک شمع‌های موقت باربرداری شود تا ستون بریده شده و جداساز در بین ستون قرار گیرد و سپس به کمک یک جک تخت آن را بارگذاری نمود (شکل ۱۴-۱۵۸).



شکل ۱۴-۱۵۸- جزئیات اجرایی معمول برای نصب جداساز در زیر یک ستون بنایی موجود



شکل ۱۴-۱۵۹- جزئیات تیپ نصب جداساز در زیر دیوار باربر بنایی موجود

۱۴-۹-۵- جزئیات اجرایی

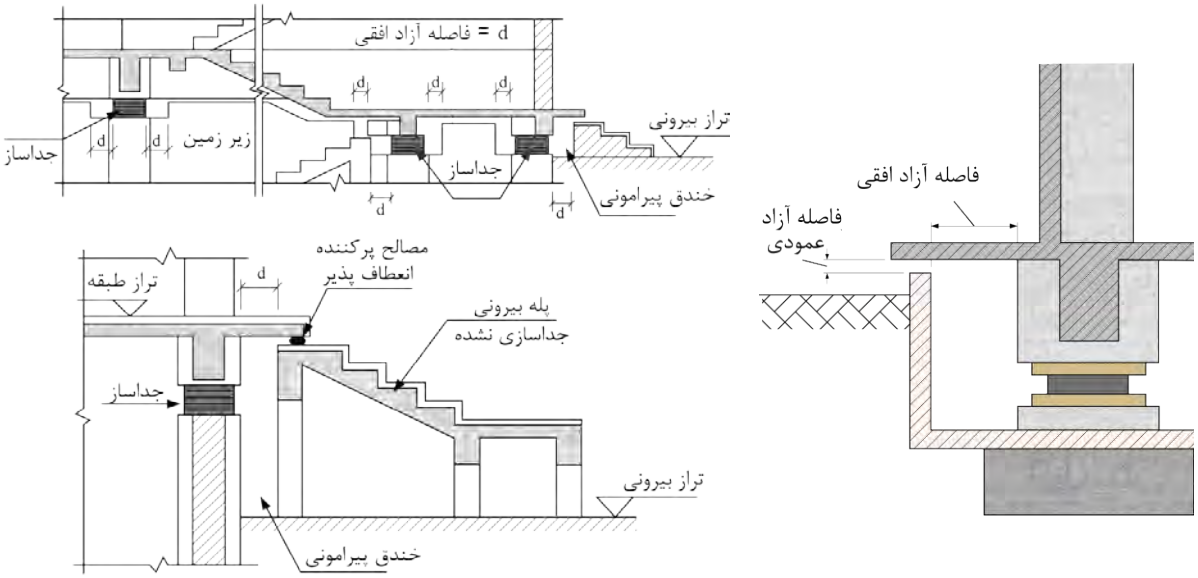
۱۴-۹-۵-۱- فاصله آزاد افقی و قائم

الف- در ساختمان جداسازی شده باید با تعبیه درزهای حرکتی (درز انقطاع)، امکان حرکت افقی آزادانه در تمامی جهات بین روسازه و پی، موانع صلب پیرامونی و یا ساختمان‌های کناری بالای تراز جداسازی مطابق شکل ۱۴-۱۶۰ فراهم شده باشد. اندازه این فاصله آزاد افقی باید توسط مشاور و بر اساس بیشینه تغییرمکان کل سیستم جداساز تحت بیشینه زلزله مورد انتظار، بیشینه تغییرمکان جانبی روسازه بالای جداساز، و تغییرمکان جانبی سازه‌های مجاور تعیین شود. در تعیین این فاصله آزاد لازم است تأثیر عوامل پیش‌بینی نشده همچون تأثیر حرکات نزدیک به گسل دو جهته و یا تاثیر حرکات ناشی از پیچش در گوشه ساختمان‌ها، در نظر گرفته شود.

ب- در تعیین فاصله آزاد قائم بین اعضای متحرک سامانه جداساز با اعضای ثابت پیرامونی، تغییرشکل‌های ناشی از خزش، تغییرات دما، تاب‌خوردن سازه و ملاحظات اجرایی نصب و دسترسی به جداسازها باید توسط مشاور موردتوجه قرار گیرد. درهرحال این فاصله نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد.

پ- در مورد جداسازهای اصطکاکی پاندولی با توجه به سطح مقعر جداساز و حرکت سازه به سمت بالا در هنگام تغییرمکان جانبی، فاصله آزاد قائم بیشتری مطابق با نقشه‌های اجرایی باید در نظر گرفته شود.

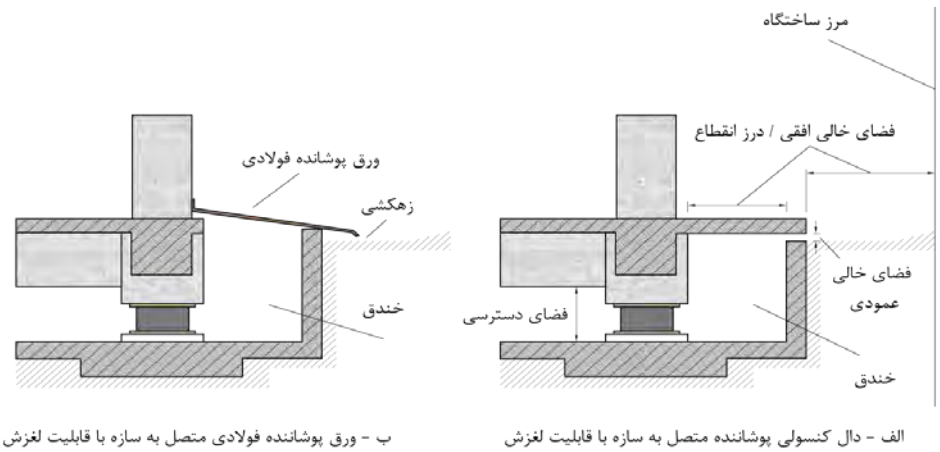
ت- در منطقه پیرامون ساختمان جداسازی شده لرزه‌ای، هیچ مانعی نباید در پیرامون روسازه و در فاصله حداقل ۵۰۰ میلیمتری از آن قرار گیرد. قرار دادن هر گونه وسایل و تجهیزات همچون مخازن آب و تجهیزات الکتریکی، سازه‌های موقت، انبار موقت مصالح و پارک خودرو در پیرامون ساختمان جداسازی شده ممنوع می‌باشد.



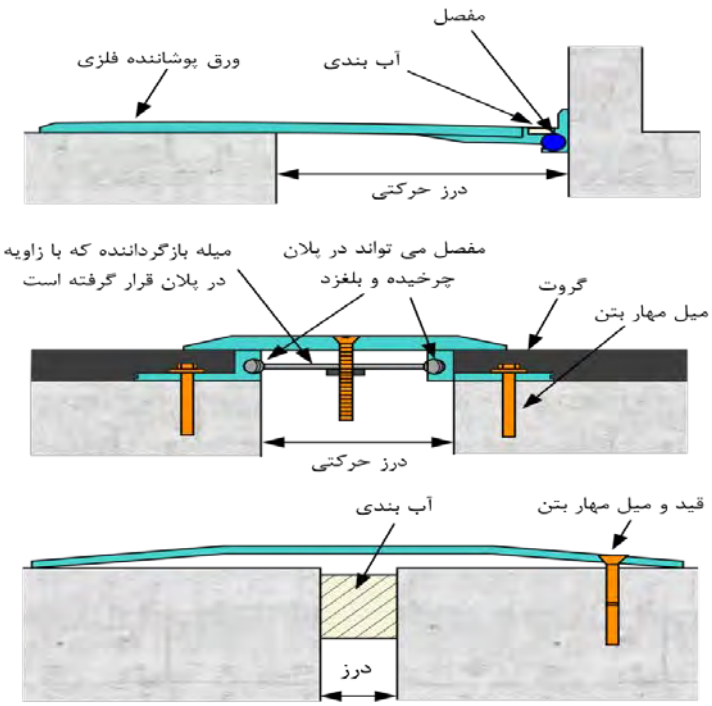
شکل ۱۴-۱۶۰- لزوم رعایت فاصله آزاد افقی و قائم بین اعضای متحرک سامانه جداساز و اعضای ثابت پیرامونی

۱۴-۹-۵-۲- ناحیه خندق و ورق‌های پوشاننده افقی

الف- در ساختمان‌های دارای زیر زمین باید در پیرامون خندق، دیوار حائل اجرا گردد. در صورت امکان تراز ارتفاعی بالای دیوارهای حائل خندق باید از تراز زمین پیرامونی بیشتر باشد. پس از جداسازی باید روی درز انقطاع (خندق) پوشانده شود تا ضمن تأمین ایمنی افراد در هنگام بهره‌برداری عادی، از نفوذ آب باران، زباله یا برف به داخل آن جلوگیری شود. در پوشاندن خندق استفاده از دال کنسولی، دال‌های مفصلی، ورق‌های فولادی و یا پوشش‌های کشویی قابل لغزش مجاز است. در صورت استفاده از ورق فولادی باید از یک سمت به سازه جداسازی شده متصل و در سمت دیگر بر روی دیوار حائل قرار گیرد و باید بتواند به سادگی در امتداد و روی آن بلغزد. جزئیات در شکل ۱۴-۱۶۱ و شکل ۱۴-۱۶۲ ارائه شده است.

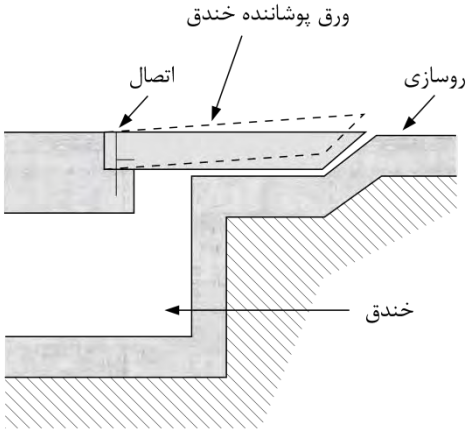


شکل ۱۴-۱۶۱- روش‌های مختلف پوشاندن درز حرکتی



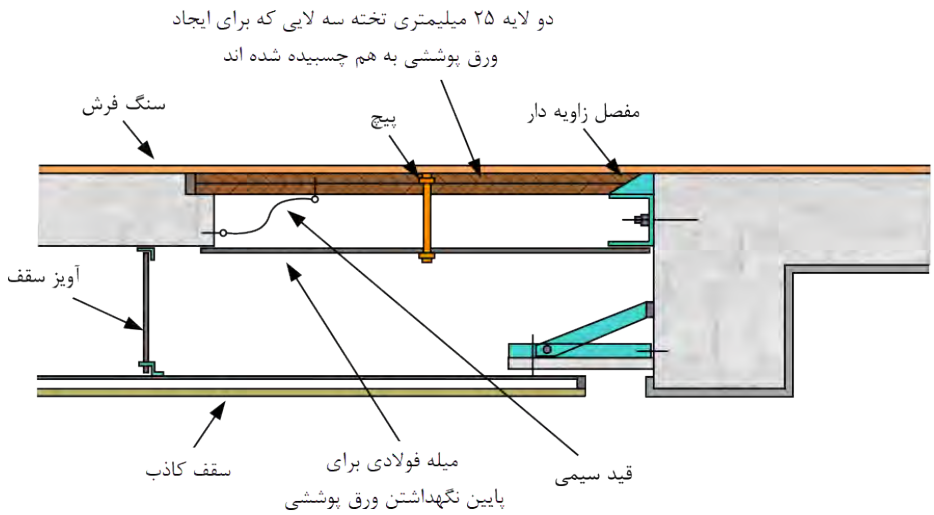
شکل ۱۴-۱۶۲- سه نوع از ورق‌های پوشاننده با قابلیت حرکت در همه جهات افقی

ب- درصورتی‌که تراز روسازی خیابان یا پیاده‌رو (آسفالت، سنگ‌فرش و ...) و سطح طبقه همکف جداسازی شده در یک راستا باشند، به‌منظور پوشاندن خندق یا درزهای حرکتی باید از ورق‌های لغزشی با لبه مورب مطابق با شکل ۱۴-۱۶۳ استفاده شود تا مانعی در برابر حرکت سازه جدا شده ایجاد نشود و از وقوع فشار در ورق پوشاننده به هنگام حرکت ساختمان به سمت روسازی پرهیز شود.



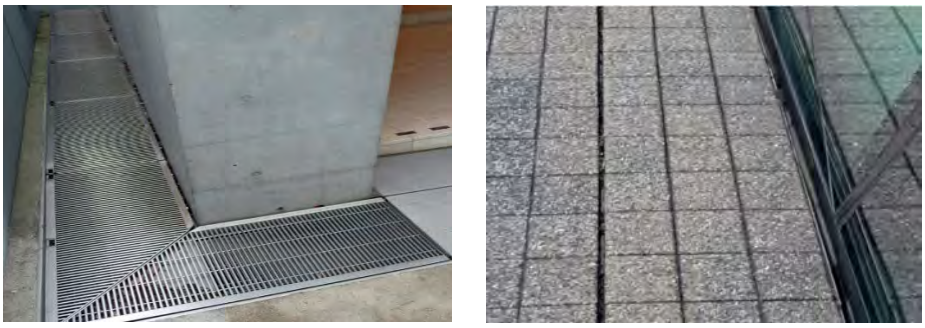
شکل ۱۴-۱۶۳- اجرای یک سطح مشترک شیب‌دار لغزنده بین پوشاننده خندق و روسازی پیرامونی

پ- به جهت ریسک پایین خسارت و سادگی تعمیرات ورق‌های پوشاننده پس از زلزله، استفاده از ورق‌های پوشاننده ساده با هزینه اجرایی کم ولی نیازمند تعمیر پس از زلزله مجاز است. این ورق‌ها امکان جابه‌جایی محدودی را دارند، اما به کمک قیدهای سیمی، باید از افتادنشان در جابه‌جایی‌های بزرگ مطابق با شکل ۱۴-۱۶۴ جلوگیری شود.



شکل ۱۴-۱۶۴- یک ورق پوشاننده کف با هزینه اجرایی کمتر ولی نیازمند تعمیر پس از زلزله

ت- به‌منظور رعایت ملاحظات معماری، به طور معمول لازم است ورق‌های پوشاننده با سنگ‌فرش و سایر المان‌های پیرامونی ادغام و از معرض دید مخفی شوند. در محل زهکش‌ها ورق‌های پوشاننده باید اجازه دهند آب وارد زهکشی شود که داخل خندق یا در نزدیکی آن تعبیه شده است (شکل ۱۴-۱۶۵).



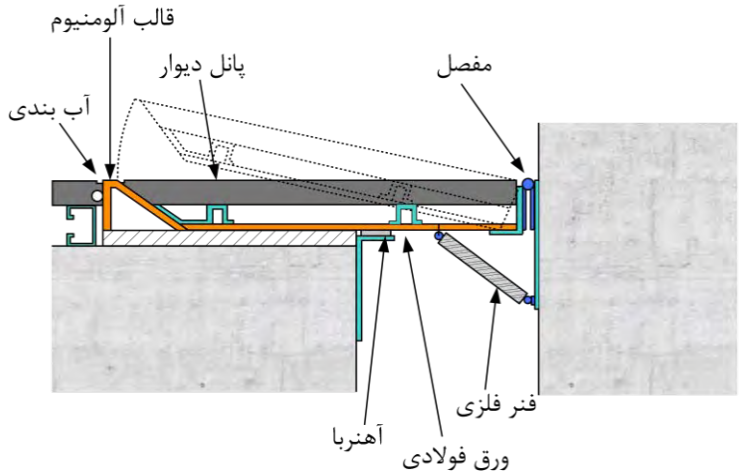
(الف) ورق پوشاننده غیر قابل تشخیص با روسازی اطراف (ب) ورق مشبک پوشاننده خندق در محل زهکش

شکل ۱۴-۱۶۵- ورق پوشاننده درز حرکتی

ث- در اطراف بخش جداسازی شده، در محل دیوار حائل یا آبروی دور سازه جداسازی شده لازم است فاصله آزاد افقی و قائم تأمین شده و برای جلوگیری از ورود حشرات و حیوانات موذی این فاصله به طور مناسب پوشانده شود.

ج- برای درزهای حرکتی در طبقه بام می‌توان از یک پوشش صلب که از یک طرف به دیوار متصل شده و روی آن با یک ماده فلزی براق و منعطف پوشانده شده، استفاده گردد. مفاصل دیوار باید به‌صورتی طراحی و اجرا شود که امکان حرکت به داخل و بیرون، در صفحه دیوار و همچنین جابه‌جایی‌های عمود بر دیوار با در نظرگیری ویژگی‌های

عایق‌بندی را داشته باشد. به این منظور استفاده از درز حرکتی مختلط مطابق شکل ۱۴-۱۶۶ که شامل چند آهن‌ربا، فنر و مفصل است، مناسب می‌باشد. سایر جزئیات باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شود.



شکل ۱۴-۱۶۶- یک درز حرکتی مختلط برای دیوار با قابلیت جابه‌جایی در راستای ورق

۱۴-۹-۵-۳- جزئیات اجرایی معماری

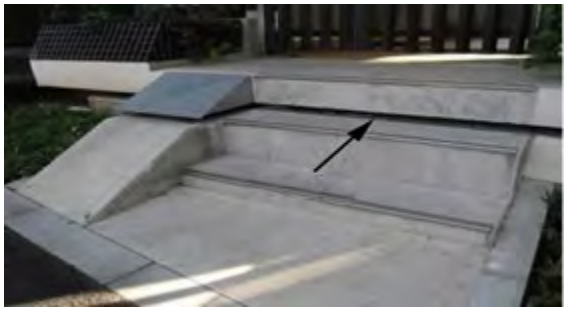
الف- تمام المان‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای و به‌طورکلی هر المانی که از تراز جداسازی عبور می‌کند، باید به نحوی طراحی، جزئیات‌بندی و اجرا شود که بتواند بیشینه تغییرمکان مورد انتظار را تحمل نموده و با آن سازگار باشد. همچنین امکان تطبیق با هر گونه تغییرمکان ماندگار در درازمدت را داشته باشد. در این زمینه لازم است عملکرد پوشش‌های محافظت در برابر آتش و آب‌بندی، ورق‌های پوشاننده درزهای لرزه‌ای، عایق‌بندی برودتی و صوتی، جزئیات ورودی/خروجی، آسانسورها، دیوارها و اتصالات سیستم لوله‌کشی اصلی باید موردتوجه قرار گیرد.

ب- برای سازگاری حرکات نسبی افقی و قائم بین ساختمان جداسازی شده و زمین، باید از اجزای شکل‌پذیر برای اتصالات استفاده شود. به‌علاوه، اجزای سخت که از سطح جداسازی عبور می‌کنند (نظیر راه‌پله، شفت آسانسور و دیوارها) باید به نحوی جزئیات‌بندی شوند که با بیشینه تغییرمکان مورد انتظار، بدون عبور از ضوابط ایمنی جانی منطبق باشند.

پ- در اطراف پله و شفت آسانسور که از سطح جداسازی عبور می‌کند، باید فاصله‌ای افقی حداقل برابر با بیشینه تغییرمکان مورد انتظار سیستم جداساز تحت بیشینه زلزله مورد انتظار به عنوان فاصله آزاد باقی گذاشت و از اجرا یا نصب هر چیزی که مانع حرکت سازه گردد خودداری کرد.

ت- در نرده و اسکلت راه‌پله منتهی به طبقه جداسازی (طبقه‌ای که در آن تجهیزات جداسازی نصب شده است) باید درزهایی ایجاد شود تا علاوه بر جلوگیری از خسارت به خود آن‌ها در حین زلزله، مانعی برای حرکت ساختمان در تراز جداسازی نشود و اثربخشی سیستم جداسازی را کاهش ندهد (شکل ۱۴-۱۶۷).

ایجاد قابلیت تغییرمکان جانبی و قائم در محل پله دسترسی با ایجاد شیار



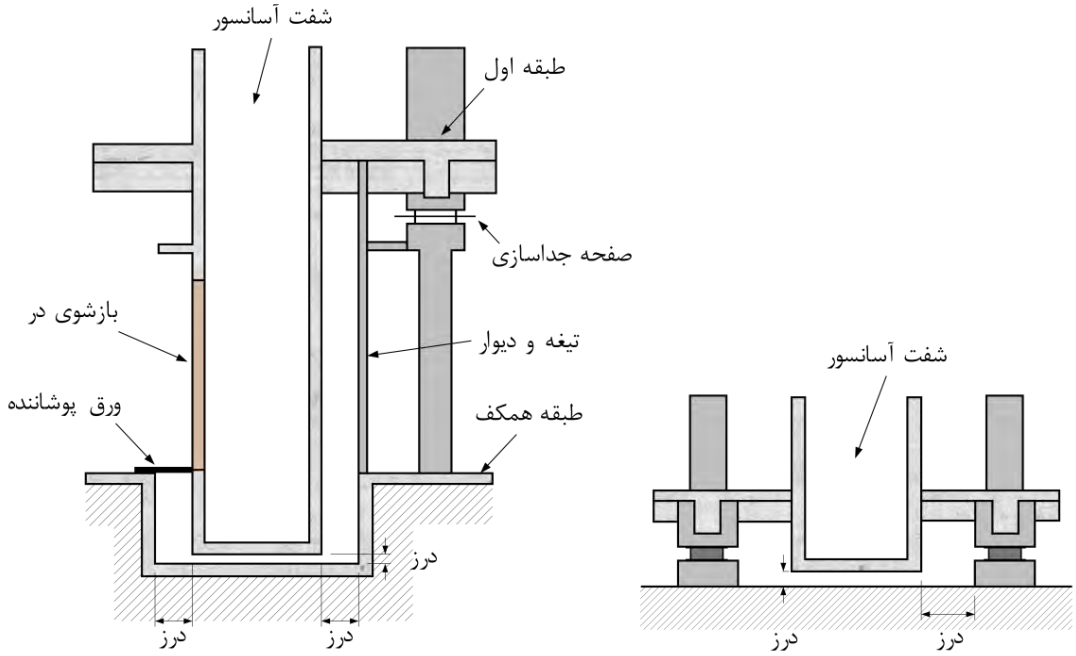
ایجاد قابلیت تغییرمکان جانبی و قائم در محل تماس ساختمان با اطراف

تیر بغل و نرده‌های راه پله بریده شده تا حرکت در تمامی جهات افقی، امکان پذیر شود

پاگرد پله از ساختمان کنسول شده و بر روی ستونک می‌لغزد. دستگیره‌ها برای اینکه مانع حرکت نشوند، از هم جدا شده‌اند

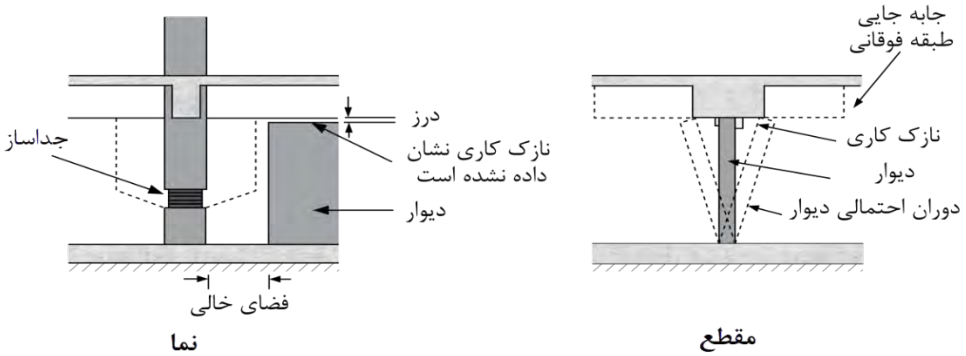
شکل ۱۴-۱۶۷- جزئیات اجرای درزها در محل راه پله

ث- در صورتی که آسانسور به طبقه جداسازی ختم می‌شود، شفت آسانسور در طبقه بالای آن باید به تیر اصلی متصل و دیوار و دال کف جعبه باید به طور یکپارچه با هم به‌گونه‌ای که به کف طبقه جداسازی متصل نباشند، اجرا شوند. در مواردی که شفت آسانسور یا راه پله از طبقه جداسازی شده عبور می‌کند، باید به صورت کنسول از روسازه آویزان شده و نباید آن‌ها را به سازه زیر طبقه جداسازی متصل نمود. فاصله آزاد در جلوی درهای آسانسور و یا هر جای دیگر موردنیاز، باید با یک ورق پوششی کشویی پوشانده شود و باید با نرده‌های هشداردهنده ویژه یا خطوط هشداردهنده، تذکرات لازم به بهره‌برداران داده شود. جزئیات در شکل ۱۴-۱۶۸ مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۴-۱۶۸- مقطعی از یک شفت آسانسور آویزان شده از روسازه

ج- اگر تراز جداسازی در طبقات میانی قرار داشته باشد، در تراز جداسازی نباید مانعی برای حرکت ایجاد شود و جزئیات اجرایی لازم برای حرکت تیغه‌های دیوار آن طبقه باید توسط مشاور ارائه شود. در این موارد لازم است با تأمین جزئیات اجرایی مناسب، دیوارها تنها به طبقه زیرین متصل شوند. در صورتی که فاصله بالای دیوار خالی باشد، باید با مصالحی نرم و ضدحریق پر و روی آن با نازک‌کاری پوشانده شود. اگر دیواری در راستای عمود بر طولش غیرباربر باشد، باید نازک‌کاری به شکل ضعیفی به آن متصل باشد تا امکان جابه‌جایی مهیا بوده و بعد از زلزله به‌جای اول خود بازگردانده شود. اگر دیوار برای پایداری به اتصالاتش به سازه فوقانی متکی باشد، نازک‌کاری باید قید لازم را ایجاد کند. جزئیات در شکل ۱۴-۱۶۹ ارائه شده است.

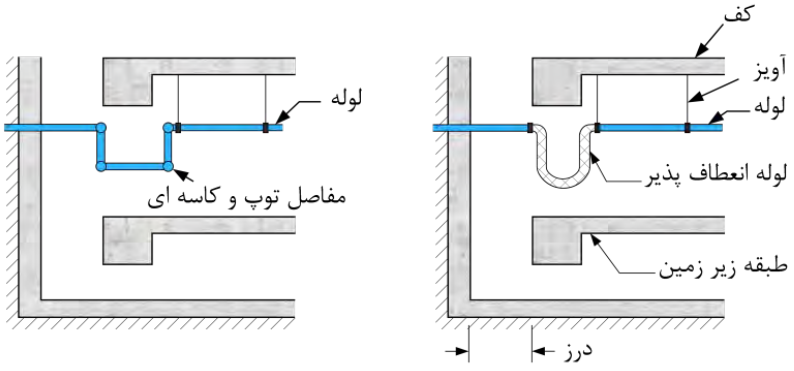


شکل ۱۴-۱۶۹- نیاز به تأمین امکان جابه‌جایی در تراز جداسازی بین دیوارها و طبقه فوقانی

۱۴-۹-۵-۴- جزئیات اجرایی تاسیسات برقی و مکانیکی

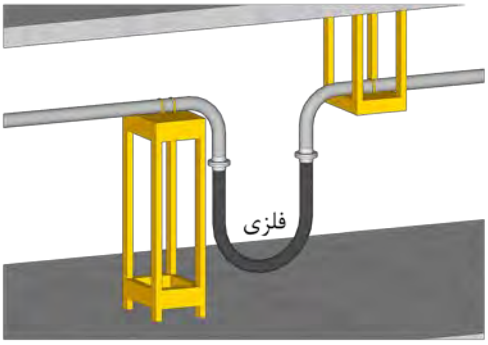
الف- تأسیسات برقی و مکانیکی در تراز جداسازی شده مانند پله‌برقی، کابل‌های برق و مخابرات، مجـاری آب پشت‌بام، لوله‌های آب و فاضلاب، لوله‌های گاز و آتش‌نشانی باید برای حرکات جداسازها در تراز جدا شده طراحی شوند تا متحمل خسارت نشده و پس از زلزله سریع‌تر قابل‌استفاده باشند. در مواردی که لوله‌های آب سرد و گرم، لوله‌های فاضلاب، لوله‌های گاز و آتش‌نشانی، سیم‌کشی و خطوط ارتباطی برق و مخابرات در ساختمان از طبقه بالای محل نصب سامانه جداسازی به طبقه زیر این سامانه عبور می‌کنند، باید قابلیت تحمل تغییرمکان‌های نسبی در محل جداسازی را در خود داشته باشند. در خطوط بااهمیت کمتر مانند لوله‌های دفع آب باران و غیره هم باید با روش‌های ساده‌ای تمهیدات لازم به این منظور پیش‌بینی گردد. جزئیات مربوط به ظرفیت جابه‌جایی لوله‌ها و سیم‌کشی‌های عبوری از تراز جداسازی باید توسط مشاور تعیین شود.

ب- لوله‌ها باید یا انعطاف‌پذیر باشند و یا اتصالات آن‌ها به صورت پینی باشد تا بتوانند جابه‌جایی‌های ناشی از جداسازی را بدون خسارت تحمل کنند. جزئیات اجرای لوله‌ها در یک ساختمان جداسازی شده در شکل ۱۴-۱۷۰ نمایش داده شده است. در شکل ۱۴-۱۷۱ حالت‌های مختلف قرارگیری لوله‌های دارای اتصالات انعطاف‌پذیر در تراز جداسازی نشان داده شده است. در زمان طراحی باید فضای مورد نیاز قرارگیری این اتصالات پیش‌بینی گردد.

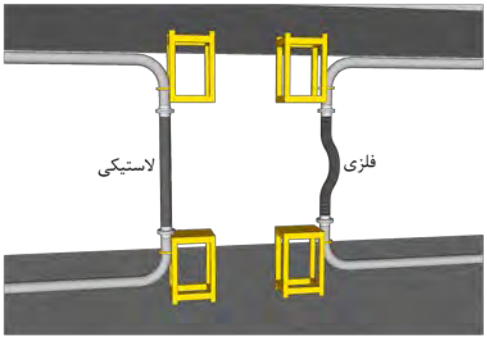


(الف) استفاده از لوله های انعطاف پذیر (ب) استفاده از چند لوله کوتاه با اتصالات پینی

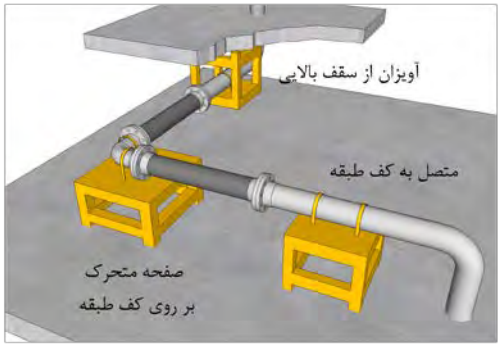
شکل ۱۴-۱۷۰- جزئیات اجرای لوله‌کشی‌ها در ساختمان جداسازی شده



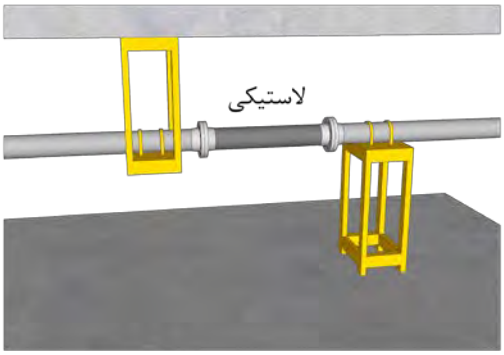
تیپ U شکل



تیپ عمودی



تیپ L شکل



تیپ افقی

شکل ۱۴-۱۷۱- حالت‌های مختلف قرارگیری لوله‌های دارای اتصالات انعطاف‌پذیر در تراز جداسازی

پ- سیم‌کشی‌های برق و مخابرات باید با طول اضافی کافی اجرا شوند. همچنین به‌منظور ایجاد شبکه همبندی و برقراری اتصال الکتریکی سازه جداسازی شده به زمین، لازم است بالا و پایین ستون‌ها در تراز جداسازی با استفاده از کابل‌های انعطاف‌پذیر به یکدیگر متصل شود.

۱۴-۹-۶- دوام سیستم جداساز

۱۴-۹-۶-۱- دوام در برابر شرایط محیطی

سیستم جداسازی باید بتواند شرایط محیطی و گذر عمر نظیر خزش، خستگی، دمای بهره‌برداری، در معرض حرارت بودن، فرسایش، رطوبت، آلودگی و برخورد ذرات آسیب‌رسان را تحمل نماید. به‌منظور محافظت از جداسازهای لاستیکی در مقابل عوامل مهاجم خارجی و جلوگیری از اکسیداسیون لاستیک و ایجاد تغییرات در جداساز در طول زمان، باید یک پوشش لاستیکی محافظ دور جداسازها کشیده شود. علاوه بر اکسیداسیون، خزش در طول زمان نیز باید موردتوجه قرار گرفته و در زمان ساخت تمهیدات لازم برای محدود نمودن آن در نظر گرفته شود. در مورد جداسازهای اصطکاکی، سطوح لغزش باید تمیز نگه داشته شود.

۱۴-۹-۶-۲- مقاومت در برابر آتش

الف- مقاومت سیستم جداساز در مقابل آتش به‌ویژه هنگامی که فضای تراز جداساز لرزه‌ای به‌عنوان پارکینگ یا انباری استفاده می‌شود و یا تراز جداسازی لرزه‌ای در میان طبقه ساختمان قرار دارد، باید تأمین گردد. مقاومت در برابر آتش برای سیستم جداساز باید حداقل مشابه میزان مقاومت موردنیاز در برابر آتش برای ستون‌ها، دیوارها یا سایر اعضای باربر ثقلی در همان محدوده از سازه باشد.

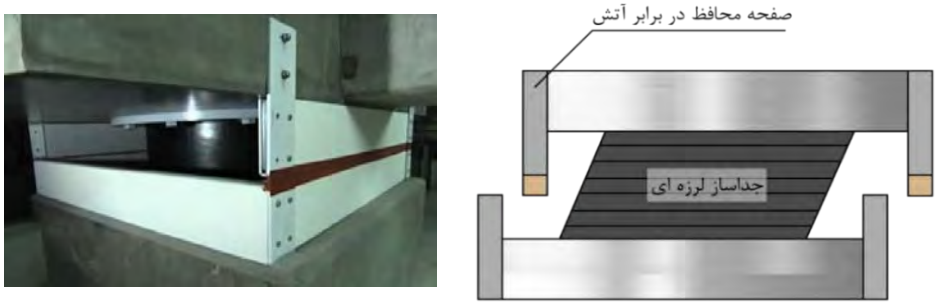
ب- اگر آتش بر ویژگی‌های رفتار جانبی جداساز اثر می‌گذارد، باید وسایل جداساز به‌گونه‌ای حفاظت شود تا مقاومت لازم در برابر بارهای ثقلی حفظ گردد و پایداری سایر اعضای سازه که توسط جداساز نگهداری می‌شود تأمین گردد.

پ- در صورت عدم‌اطمینان از مقاومت جداساز در برابر آتش، باید از تمهیداتی مانند به‌کارگیری پوشش‌های ضدحریق یا تخته‌های گچی در اطراف جداساز باهدف محافظت آن در برابر حرارت زیاد یا حریق استفاده شود. این پوشش‌ها یا صفحات محافظ که بر روی جداسازها به‌کار برده می‌شود، باید بتوانند انتقال حرارت به جداساز را به تعویق بیاندازند به گونه‌ای که ظرفیت باربری ثقلی مورد نیاز جداساز پس از قرار گرفتن در معرض آزمون آتش منطبق بر منحنی استاندارد زمان-دمای تجویز شده بر اساس ASTM E119 یا UL 263، برای مدت زمانی کمتر از مدت‌زمان مورد نیاز برای مقاومت در برابر آتش المان‌های سازه‌ای نصب شده در آن محدوده، مختل نشود. همچنین الزامات آیین‌نامه‌های معتبر داخلی باید برآورده گردد.

ت- صفحات محافظ آتش باید به‌گونه‌ای ایمن طراحی و نصب شوند تا از جداشدن، شل‌شدن و صدمه دیدن آن‌ها در برابر آتش جلوگیری گردد. همچنین لازم است ضمن حفظ یکپارچگی برای مقاومت در برابر آتش، با تغییرشکل‌های افقی و قائم ایجاد شده در جداساز لرزه‌ای سازگار باشند و نباید خللی در حرکت جداساز در حین زلزله ایجاد نمایند (شکل ۱۴-۱۷۲).

ث- هیچ جسم اشتعال‌زایی نباید در اطراف جداساز قرار داده شود.

ج- علاوه بر محافظت خود جداساز در مقابل حریق، باید فاصله بین صفحات پوشاننده کف با مواد انعطاف‌پذیر نسوز پر شود تا از گسترش آتش جلوگیری شود.



شکل ۱۴-۱۷۲- لزوم سازگاری صفحات محافظ آتش با تغییرشکل جداساز لرزه‌ای

۱۴-۹-۷- بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیر و نگهداری

تمام جداسازها لازم است مطابق برنامه زمان‌بندی و چک‌لیست مورد تأیید مشاور، مورد بازدید دوره‌ای قرار بگیرند. انجام صحیح نگهداری و بازدید از جداسازها مستلزم همکاری مالک ساختمان، مدیریت ساختمان، پیمانکار ساختمان، شرکت مشاور و شرکت سازنده جداساز می‌باشد.

۱۴-۹-۷-۱- ضوابط کلی بازرسی دوره‌ای

الف- امکان دسترسی به تمامی اجزای سیستم جداسازی به منظور بازدید دوره‌ای، تعمیر و نگهداری آن‌ها باید فراهم گردد.

ب- برنامه بازرسی و نگهداری ایمن، به‌منظور تضمین پاسخ قابل‌اعتماد تجهیزات در طول دوره عمر مفید طراحی آن‌ها، باید توسط مشاور تهیه گردیده و به دستگاه نظارت تحویل شود. در این برنامه باید به توصیه‌های شرکت سازنده توجه گردد. به منظور یادآوری لزوم انجام بازدیدهای دوره‌ای در بازه‌های زمانی مشخص، لازم است یادداشت‌هایی در ساختمان قرار داده شود و تاریخ بازدیدهای انجام شده قبلی و تاریخ بازدید دوره‌ای بعدی در آن ثبت گردد و در معرض دید مالکین قرار داده شود.

پ- اجزای سامانه جداسازی باید به‌منظور ارزیابی تأثیر شرایط محیطی مانند تغییرات ناشی از گذشت زمان، خزش، خستگی، دما، رطوبت یا مواد خارجی مخرب، احتمال خوردگی و زنگ‌زدگی، اتصال بین لایه‌های جداسازهای اصطکاکی و مانند این موارد تحت بازرسی قرار بگیرند.

ت- بازرسی‌ها باید شامل بازرسی خود جداساز لرزه‌ای، کنترل آزادی حرکتی درزها، کنترل مسدود نبودن خندق پیرامونی، بررسی وضعیت قرارگیری روسازه نسبت به زیرسازه (شامل فواصل و زوایای قرارگیری)، کنترل تغییرمکان‌های افقی و عمودی روسازه، کنترل شاقولی بودن جداساز، کنترل اقدامات حفاظتی در مقابل آتش و کنترل آزادی حرکتی تأسیسات برقی و مکانیکی عبوری از تراز جداسازی (شامل لوله‌های آب، فاضلاب، آتش‌نشانی، گاز، برق و مخابرات) باشد.

ث- در برنامه بازرسی دوره‌ای سامانه جداسازی، اقدامات لازم برای بازرسی از وضعیت میراگرها نیز باید پیش‌بینی شود.

ج- بازرسی‌ها باید توسط پرسنل آموزش‌دیده و متخصص انجام پذیرد.

چ- بازرسی‌ها باید بر اساس چک‌لیست مورد تأیید مشاور انجام پذیرد. در گزارش‌ها باید از کلمات و عبارات صریح و بدون جانب‌داری استفاده گردد. همچنین گزارش‌ها باید حاوی ابعاد و اندازه‌های دقیق، عکس و در صورت لزوم فیلم‌برداری باشد. در این گزارش‌ها، عکس‌برداری از زوایای مختلف شامل ترک‌ها، تغییرشکل‌ها، خرابی‌ها، گسیختگی‌ها و موارد مشکوک حائز اهمیت است. گزارش بازرسی باید در چند نسخه تکثیر شده و در اختیار بازرس (یا شرکت بازرسی)، کارفرما، مشاور و دستگاه نظارت قرار داده شود تا مورد بررسی قرار گرفته و درصورت لزوم در بازرسی‌های بعدی مورداستفاده قرار گیرد.

۱۴-۹-۷-۲- انواع بازرسی‌های دوره‌ای

به طور کلی شش دسته بازدید برای جداسازها تعریف می‌شود که لازم است از زمان نصب جداسازها تا پایان عمر بهره‌برداری از آن‌ها موردتوجه قرار گیرد. تجهیزات جداساز لرزه‌ای شامل تکیه‌گاه‌های لاستیکی یا لغزنده، میراگرها، صفحه جداسازی شامل درز انقطاع لرزه‌ای و جزئیات پیرامونی، اتصالات حرکتی، سیم‌کشی‌ها و لوله‌های انعطاف‌پذیر تأسیسات که وارد ساختمان می‌شوند، باید مطابق تواتر زیر مورد بازرسی قرار گیرند:

۱) بازدید پس از نصب: این بازدید باید پس از تکمیل عملیات اجرایی نصب سیستم جداساز صورت گیرد و شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد. کنترل‌ها باید بر اساس نقشه‌های موجود و با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری و

سنجش دقیق انجام گیرد. پس از انجام این بازدید، دستگاه نظارت باید نسبت به صدور مجوز بهره‌برداری از ساختمان اقدام نماید. این بازرسی‌ها باید موید حرکت آزادانه و بدون قید سازه تا بیشینه جابه‌جایی مورد انتظار باشند و همچنین اعضایی که از سطح جداسازی عبور می‌کنند نیز باید به نحوی ساخته شده باشند که بتوانند بیشینه جابه‌جایی مورد انتظار را تحمل نمایند.

نکات زیر در بازرسی پس از نصب باید موردتوجه قرار گیرد:

۱- موقعیت نصب جداساز و سایر اعضای متصل‌شونده به آن، باید بر اساس جزئیات نقشه‌های نصب ارائه شده توسط مشاور و یا سازنده تجهیزات باشد. در صورت وجود مغایرت با نقشه‌ها یا مشکلات در نصب، باید با نظر مشاور، اصلاحات لازم صورت گیرد.

۲- باید کنترل شود که قطعات یا اجزایی از سیستم جداساز در هنگام نصب و اجرا جا نمانده باشد. در صورت بروز خطا، باید سریعاً نسبت به رفع آن اقدام شود.

۳- در صورت اعمال ضربه فیزیکی شدید به جداساز در پروسه حمل یا نصب و یا وجود اشکالات مشهود فیزیکی در جداساز، باید از نصب آن ممانعت نمود و پس از بازرسی، جداساز معیوب باید برای تعمیر به شرکت تولیدکننده عودت داده شود.

۲) بازدید سالانه: این بازدید باید به صورت سالانه انجام شده و شامل مشاهده چشمی می‌باشد.

۳) بازدید دوره‌ای ۵ ساله: در شرایط عادی و به دور از وقوع زلزله، این بازدید باید هر ۵ سال یکبار انجام شود تا تاثیرات گذر زمان (سال‌خوردگی) و تاثیر شرایط محیطی (همچون خوردگی) مورد بررسی قرار گیرد. این بازدید شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد. در این بازدید لازم است از ابزارهای اندازه‌گیری مشخصی استفاده شود و در صورت لزوم مطابق نظر دستگاه نظارت، باید نسبت به بیرون آوردن تجهیزات و آزمایش آن‌ها اقدام گردد.

۴) بازدید اضطراری: این بازدید باید پس از وقوع زلزله‌ای با حداقل شدت زلزله سطح سرویس و یا پس از وقوع هر نوع حادثه‌ای که به نوعی میراگرها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (نظیر آتش سوزی، سیل و طوفان شدید)، انجام شده تا در صورت مشاهده علائم زوال، نسبت به تعمیر یا تعویض جداسازها اقدام شود. این بازدید شامل مشاهده چشمی می‌باشد.

۵) بازدید دقیق: این بازدید باید زمانی انجام شود که در حین سایر بازدیدها در یک یا تعدادی از جداسازها ایراد یا نقص اساسی مشاهده گردیده باشد. این بازدید شامل ارزیابی دقیق از طریق مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌باشد.

۶) بازدید پس از تعمیر و بازسازی: این بازدید باید پس از انجام هر نوع عملیات تعمیر مربوط به سیستم جداسازی (مانند لوله‌های انعطاف‌پذیر و اتصالات حرکتی) و یا بازسازی ساختمان (شامل هرگونه ساخت‌وساز داخلی در تراز جداسازی یا هرگونه ساخت‌وساز در پیرامون ساختمان و محوطه‌سازی) که به نوعی جداسازها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، انجام شده و شامل مشاهده چشمی و اندازه‌گیری می‌شود.

جزئیات بیشتر در خصوص روند انجام بازدیدها و شرح وظایف هر یک از اشخاص حقیقی و حقوقی دخیل در روند انجام بازدیدها در جدول ۱۴-۱۰ ارائه شده است. نحوه انجام ارزیابی روی جداسازهای مختلف و مواردی که لازم است مورد بازدید قرار گیرد در جدول ۱۴-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱۴-۱۰- جزئیات بازدیدهای شش گانه جداسازها

نوع بازدید	زمان انجام	مسئول انجام بازدید	نوع ارزیابی	مسئول کنترل نتایج ارزیابی
پس از نصب	پس از نصب	پیمانکار اصلی	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
سالانه	۱ بار در سال	مالک ساختمان	مشاهده چشمی	مشاور
دوره‌ای ۵ ساله	هر ۵ سال یکبار	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
اضطراری	پس از وقوع حادثه	مالک ساختمان	مشاهده چشمی	مشاور
دقیق	پس از تشخیص ایراد	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور
پس از بازسازی	پس از تعمیر یا بازسازی	مالک ساختمان	مشاهده چشمی و اندازه‌گیری	مشاور

جدول ۱۴-۱۱- جزئیات انجام بازرسی در سیستم جداسازی

سیستم جداساز	نوع بازرسی	
	مشاهده چشمی	اندازه‌گیری
جداسازها	• کنترل وضعیت ظاهری • اطمینان از عدم زنگ زدگی قطعات فلزی • اطمینان از عدم وجود ترک در اجزای فلزی و لاستیکی • کنترل پوشش لاستیکی محافظ • اطمینان از عدم زنگ زدگی و آسیب صفحات لغزش • کنترل وضعیت پوشش حفاظتی حریق جداساز	• کنترل ابعادی • اندازه‌گیری مقدار تغییرشکل افقی و قائم ایجاد شده در جداساز • کنترل تعداد و ابعاد پیچ‌های اتصال و اطمینان از سفتی آن‌ها
تراز جداسازی شده	• اطمینان از وجود درز افقی و قائم کافی در تراز جداسازی شده • اطمینان از عدم وجود قید برای حرکت افقی و قائم تراز جداسازی شده • کنترل اتصالات انعطاف‌پذیر به کار رفته در تاسیسات از منظر طول کافی و عدم وجود نشتی و آسیب در آن‌ها	• کنترل میزان درز افقی در تراز جداسازی شده (حداقل به اندازه تغییرشکل حداکثر تراز جداسازی شده تحت بیشینه زلزله مورد انتظار به علاوه ۵۰ میلی‌متر) • کنترل میزان درز قائم در تراز جداسازی شده (حداقل به اندازه ۵۰ میلی‌متر)

در انجام بازرسی‌ها موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- بر اساس مشخصات فنی و دستورالعمل شرکت تولیدکننده جداساز، باید بازرس باتجربه در زمینه جداسازها، تمامی تجهیزات نصب شده را بر اساس چک‌لیست مورد تأیید مشاور، بازرسی و کنترل نماید. دوره زمانی بازدیدها باید توسط مشاور ارائه شود.

۲- در صورت مشاهده موارد مشکوک در حین بازرسی‌های دوره‌ای و به‌منظور اطمینان از عملکرد صحیح جداسازها، باید مطابق نظر مشاور آزمایش‌هایی برای ارزیابی اصطکاک لغزشی جداسازهای اصطکاکی و سختی جداسازهای لاستیکی انجام شود.

۳- در جداسازهای لاستیکی، لاستیک دور جداساز باید بادقت کنترل گردد. نباید آثاری از زوال و ترک‌خوردگی در لاستیک مشهود باشد. کنترل ضربه و صدمه وارد به لاستیک و سایر بخش‌های جداساز و همچنین کنترل شل‌شدگی یا ترک‌خوردگی یا زنگ‌زدگی در پیچ‌ها و واشرها دارای اهمیت می‌باشد. تمام بخش‌های فولادی برای کنترل خوردگی باید مورد بررسی قرار گیرند. پوشش رنگ محافظ بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده باید کنترل گردد تا دچار پوسته‌شدگی نشده باشد. صفحات فولادی بالایی و پایینی جداساز باید با دقت کنترل گردد تا دچار ترک‌خوردگی و تغییرشکل نشده باشد. همچنین جابه‌جایی افقی و قائم جداساز، تغییرشکل پیچ و مهره‌ها و خوردگی فولاد باید مورد بازرسی قرار گیرد.

۴- در مورد جداسازهای لغزنده، بدنه اصلی جداساز باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرد تا هرگونه اعوجاج یا تغییرشکل، شکستگی یا ترک‌خوردگی، تغییر رنگ، خوردگی یا زنگ‌زدگی، آسیب‌دیدگی یا چسبیدگی سطوح لغزنده به یکدیگر تعیین گردد.

۵- تمام پیچ‌ها و واشرها نیز برای کنترل شل‌شدگی، زنگ‌زدگی، ترک‌خوردگی یا شکستگی باید مورد بازرسی قرار گیرند.

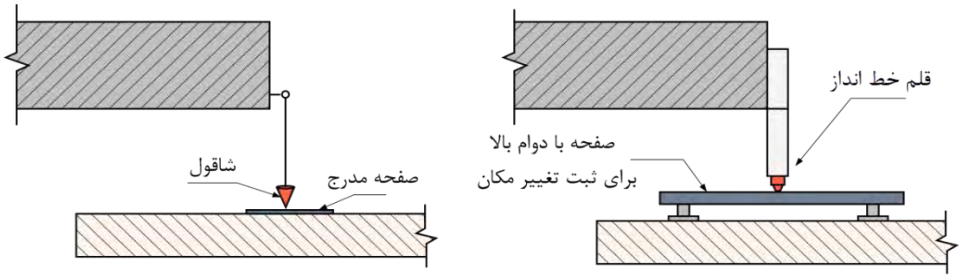
۶- بازرسی میراگرها باید شامل بازرسی چشمی تمامی میراگرها باشد. عدم وجود مشکلات ظاهری همچون صدمه یا ضربه، خوردگی یا زنگ‌زدگی، پوسته‌شدن رنگ محافظ، نشت، شل‌شدگی یا ترک‌خوردگی در پیچ‌ها و واشرها باید کنترل گردد.

۷- فواصل آزاد عمودی و افقی در اطراف جداساز و میراگر باید اندازه‌گیری و با مقادیر موجود در نقشه‌ها مطابقت داده شود و تغییرشکل‌های نامتعارفی در فواصل آزاد نباید رخ داده باشد. ضروری است تمامی اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات همراه با عکس ثبت گردد.

۸- تمام مرزهای پیرامون ساختمان و فواصل آزاد پیش‌بینی شده برای حرکت آزادانه ساختمان جداسازی شده، باید مورد بازرسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که این فضاها توسط ساخت و سازهای بعدی یا انبار کردن مصالح پر نشده و فاصله آزاد، خالی نگاه‌داشته شده است. در حین بازرسی باید از زوایای مختلف، از این درزهای حرکتی عکس‌برداری گردد.

۹- تغییرمکان افقی، قائم و دوران ساختمان جداسازی شده باید اندازه‌گیری شده و مورد بررسی قرار گیرد.

۱۰- تغییرمکان افقی ساختمان جداسازی شده باید در فصل مشترک جداسازی لرزه‌ای کنترل شود. به‌منظور اندازه‌گیری تغییر مکان افقی باید از شاقول و یا قلم خط انداز (دستگاه ثبت دائمی تغییرمکان‌ها) استفاده شود. این تجهیزات باید از یک طرف به زیرسازه و از طرف دیگر به روسازه متصل گردند. نحوه استفاده از شاقول و قلم خط انداز در شکل ۱۴-۱۷۳ نمایش داده شده است.



شکل ۱۴-۱۷۳- نصب شاقول یا قلم خط انداز برای کنترل تغییرمکان افقی جداساز لرزه‌ای

۱۱- تغییرمکان جداسازها قبل از وقوع زلزله نباید از ۶ میلی‌متر و یا مقداری که در نقشه‌ها ذکر شده، بیشتر باشد. مقادیر تغییرمکان‌ها باید با مقادیر ثبت شده پس از اتمام عملیات ساخت مقایسه گردد.

۱۲- با توجه به احتمال وقوع خوردگی در تراز طبقه جداسازی شده، باید جزئیات ارائه شده توسط مشاور رعایت شود و در هنگام بازدیدهای دوره‌ای، عملکرد آنها کنترل گردد.

۱۳- در تراز جداسازی کلیه سیم‌کشی‌ها، لوله‌کشی‌ها و اتصالات آن‌ها به سقف و دیوارها باید بررسی شود تا مسائلی همچون خوردگی یا زنگ‌زدگی، گره‌خوردگی یا پیچیدگی، ترک‌خوردگی یا شکستگی رخ نداده باشد. مسیر آب باران، فاضلاب و آبرسانی برای کنترل نشتی باید بازرسی شود. باید کنترل شود که وضعیت تمامی تجهیزات مطابق با نقشه‌ها باشد و بعد از اتمام عملیات ساختمانی لوله‌ای اضافی در تراز جداسازی کشیده نشده باشد. هر مشکل یا مورد مشکوکی باید در گزارش منعکس گردد.

۱۴-۹-۸- تعویض

اگرچه اغلب سیستم‌های جداسازی پس از زلزله به تعویض نیاز ندارند، با این حال در مواردی پس از بروز زلزله، جداسازها و یا میراگرها کارآیی خود را از دست داده و نیاز به تعویض آن‌ها به وجود می‌آید. از این رو باید امکانات و تمهیدات لازم برای تعویض تجهیزات جداسازی در شرایط خاص پیش‌بینی شود.

۱۴-۱۰- اجزای غیر سازه‌ای

۱۴-۱۰-۱- آماده سازی عناصر و مصالح موجود

جزء غیرسازه‌ای موجود و سازه مربوط به آن برای بهسازی باید مورد بازدید قرار گیرد و هرگونه رنگ، آلودگی و زنگ‌زدگی احتمالی که اتصال اجزا را مختل می‌کند باید از روی سطح زدوده و در صورت وجود یا بروز هرگونه ناهمواری در سطح اتصال اجزای غیرسازه‌ای، سطح موردنظر تسطیح و هموار گردد. در صورت نیاز به برداشتن پوشش‌های معماری، سطوح اتصال با روش‌های مناسبی باید مضرس گردد و در صورت اتصال سطوح بتنی، سطح بتنی باید مرطوب شود.

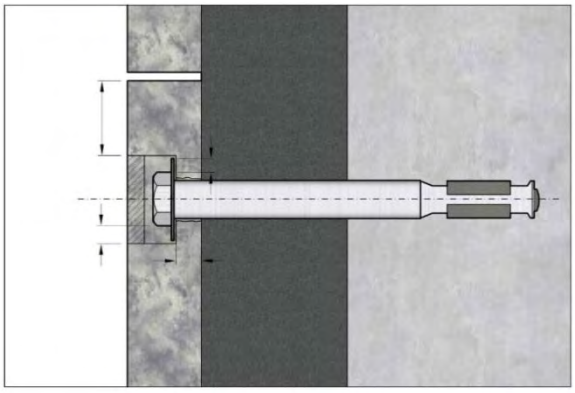
۱۴-۱۰-۲- اجزای معماری

۱۴-۱۰-۲-۱- نماهای خارجی

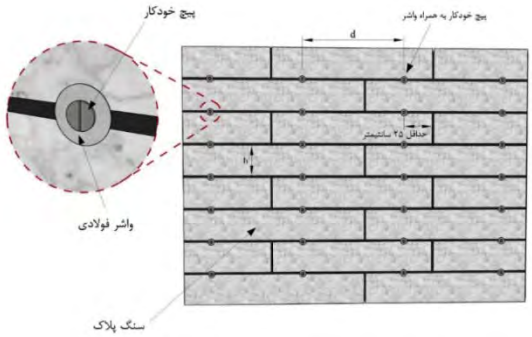
الف- نماهای صلب، سنگین و یا ترد (غیرشکل‌پذیر) نباید مستقیماً به قاب‌های ساختمانی نسبتاً انعطاف‌پذیر متصل باشند.

ب- قطعات و اتصالات مربوط به نگهداری نماها باید قادر به تحمل نیروها و تغییرشکل‌های ناشی از زلزله باشند.

پ- در مواردی که نماهای سنگی به صورت مستقیم به جداکننده‌ها متصل شده باشند، باید آنها را با پیچ مهار کرد. جزئیات در شکل ۱۴-۱۷۴ و شکل ۱۴-۱۷۵ ذکر شده است.



شکل ۱۴-۱۷۴- جزئیات مهار سطحی به‌وسیله اتصال مکانیکی در روی سنگ



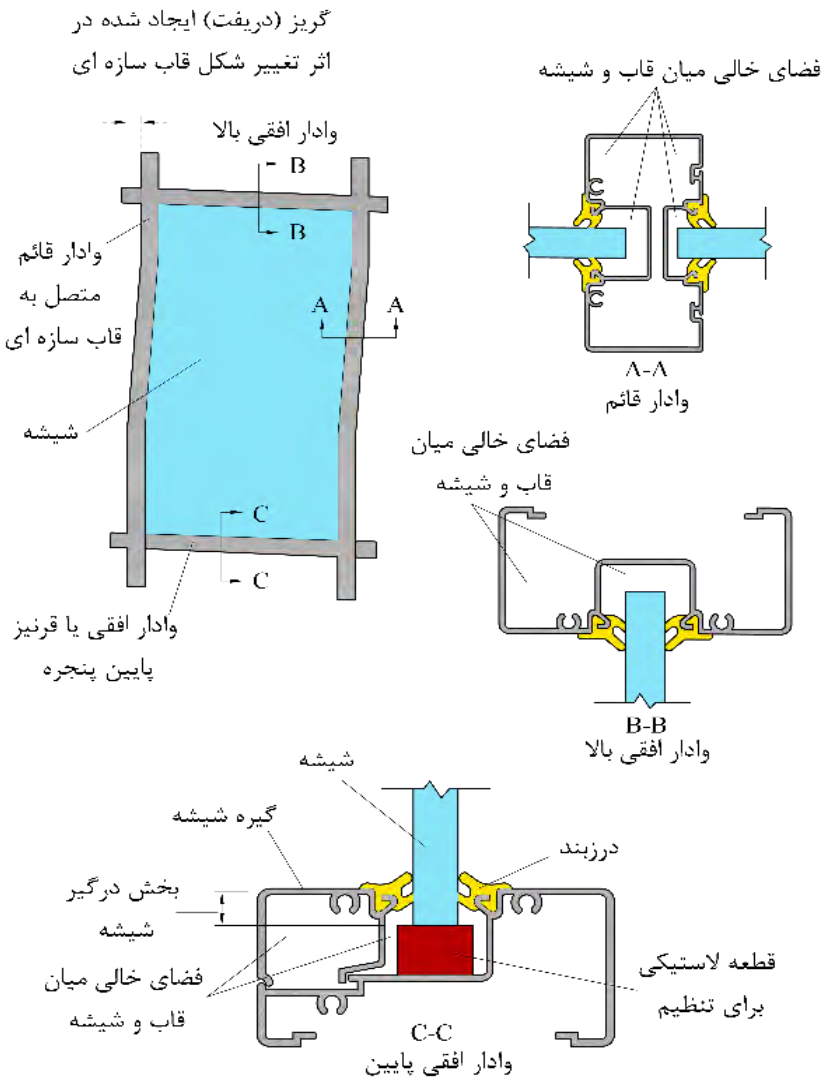
شکل ۱۴-۱۷۵- جزئیات مهار سطحی به‌وسیله اتصال مکانیکی در محل درز

۱۴-۱۰-۲-۲- نماهای شیشه‌ای

الف- در ساختمان‌های موجود در نماهای شیشه‌های معمولی باید با شیشه‌های آب‌دیده حرارتی مطابق استاندارد شماره INSO-2385 تعویض شود.

ب- برای نگه‌داشتن خرده‌های شیشه و جلوگیری از پخش آن‌ها هنگام شکستن، استفاده از طلق مخصوص (برچسب شیشه دارای حداقل ضخامت ۸۰ میکرون) مجاز است.

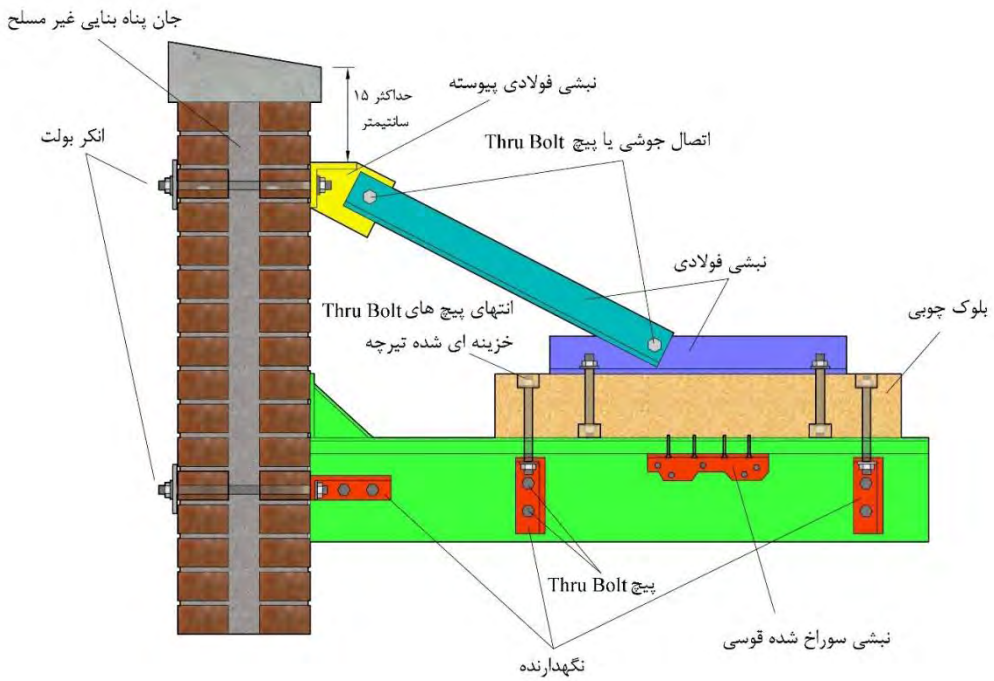
پ- در مواردی که مساحت شیشه‌ها بزرگ باشد، لازم است با بریدن و کوچک کردن شیشه‌های موجود و ایجاد فاصله مناسب جهت تأمین جابه‌جایی نسبی قاب و ضخیم کردن نوار پلاستیکی فاصله قاب تا شیشه را افزایش داد تا در هنگام زلزله شیشه‌ها خرد نشوند. فاصله قاب تا شیشه با توجه به ابعاد قاب باید توسط مشاور محاسبه شود. جزئیات بهسازی نمای شیشه‌ای در شکل ۱۴-۱۷۶ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۷۶- جزئیات بهسازی نمای شیشه‌ای

۱۴-۱۰-۲-۳- جان‌پناه‌ها و پیش‌آمدگی‌ها

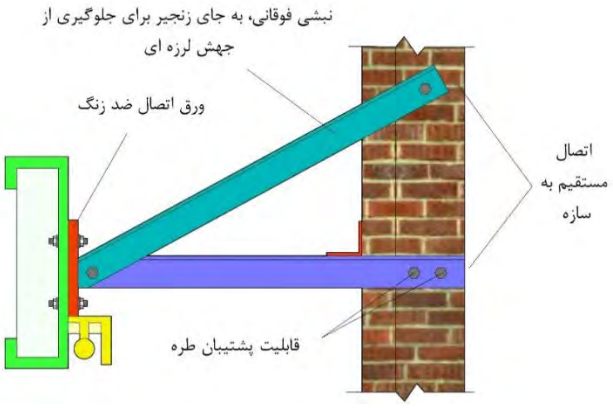
در شکل ۱۴-۱۷۷ جزئیات مهار جان‌پناه بنایی غیرمسلح نشان داده شده است. اندازه اتصالات و شیوه اجرا باید توسط مشاور ارائه گردد.



شکل ۱۴-۱۷۷- جزئیات بهسازی نمای شیشه‌ای

۱۴-۱۰-۲-۴- سایه‌بان‌ها

الف- در شکل ۱۴-۱۷۸ جزئیات اجرایی نصب سایه‌بان و تابلو نشان داده شده است. جزئیات اتصالات و اجزا باید توسط مشاور ارائه شود.



شکل ۱۴-۱۷۸- جزئیات اجرایی بهسازی سایه‌بان‌ها و تابلوها

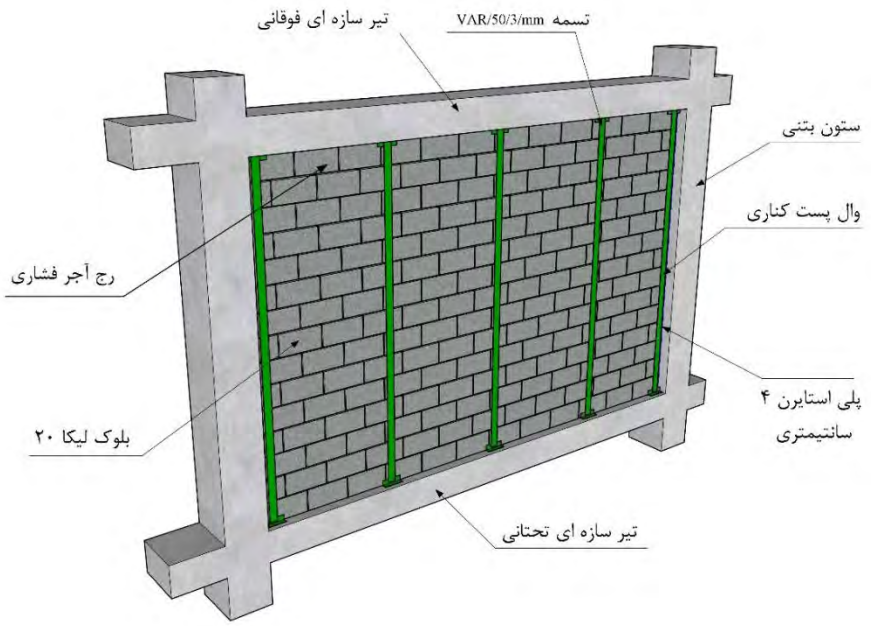
ب- برای جلوگیری از خطرات احتمالی در اثر زلزله در محل‌هایی که بادبند وجود دارد نباید بین بادبند با دیوار پر شود و در صورت نیاز باید یک یا دوطرف بادبند دیوار کشیده شود.

پ- برای بهسازی لرزه‌ای نما باید الزامات ضابطه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه و پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) رعایت گردد.

۱۴-۱۰-۲-۵- دیوارهای غیربابر و جداکننده‌های سنگین

الف- جداکننده‌های سنگین باید در جهت خارج از صفحه مقید شده و برای حرکت درون صفحه‌ای نیز دارای اتصالات آزاد باشند. بدین منظور باید از نبشی یا ناودانی فولادی متصل به دال سازه‌ای بالای دیوار در دو سمت دیوار استفاده کرد. استفاده از پروفیل‌های فولادی به‌صورت پیوسته یا منقطع مجاز است.

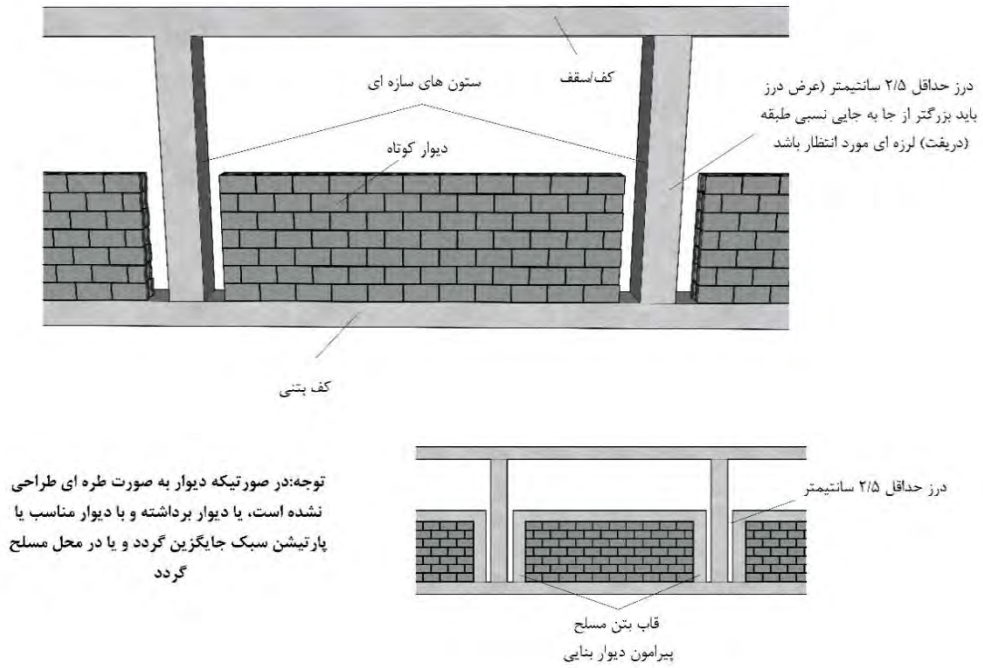
ب- شکل ۱۴-۱۷۹، جزئیات بهسازی لرزه‌ای دیوارهای میانقاب غیر سازه‌ای را نشان می‌دهد. تعداد و نوع وال‌پست‌ها با توجه به پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم) و فصل هشتم این ضابطه باید توسط مشاور تعیین گردد.



شکل ۱۴-۱۷۹- جزئیات اجرایی بهسازی لرزه‌ای دیوارهای میان قاب غیرسازه‌ای

پ- در صورتی که از جداکننده‌ها به‌عنوان مهار جانبی دیگر اعضای غیرسازه‌ای استفاده می‌گردد، جداکننده و مهارهای‌لازم باید توسط مشاور کنترل گردند.

ت- جداکننده‌هایی که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهند (دیوار کوتاه) باید از قاب سازه‌ای جدا گردند، زیرا در غیراین‌صورت باعث تشکیل "ستون‌کوتاه" و آسیب‌دیدگی ستون‌های اطراف دیوار می‌گردد. جزئیات مربوط در شکل ۱۴-۱۸۰ ارائه شده است.



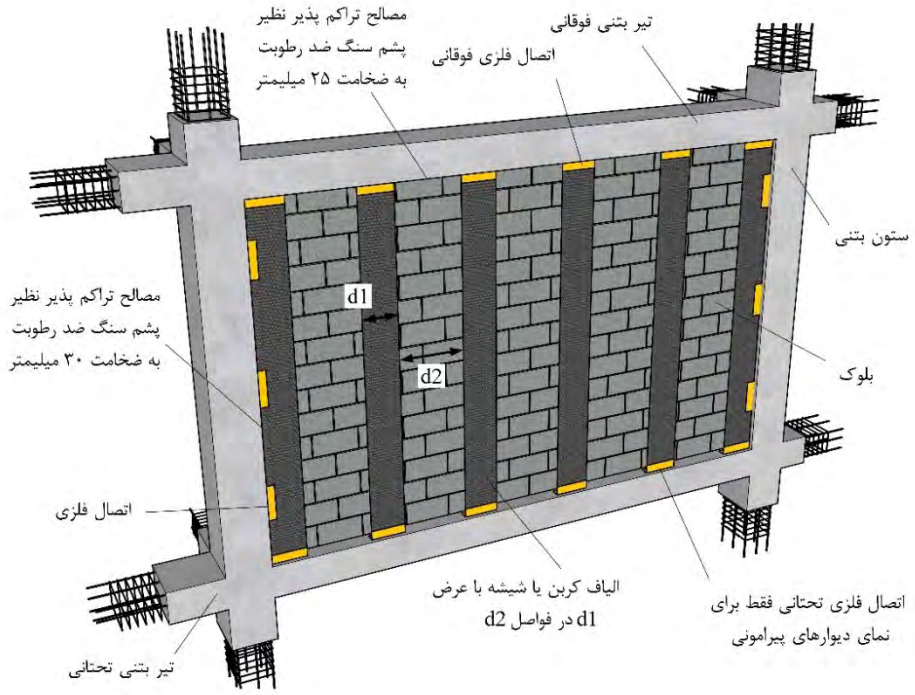
شکل ۱۴-۱۸۰- جزئیات مربوط به اتصال جداکننده‌ها با سقف و ستون‌های اطراف

۱۴-۱۰-۲-۶- بهسازی لرزه‌ای دیوار با شبکه الیاف

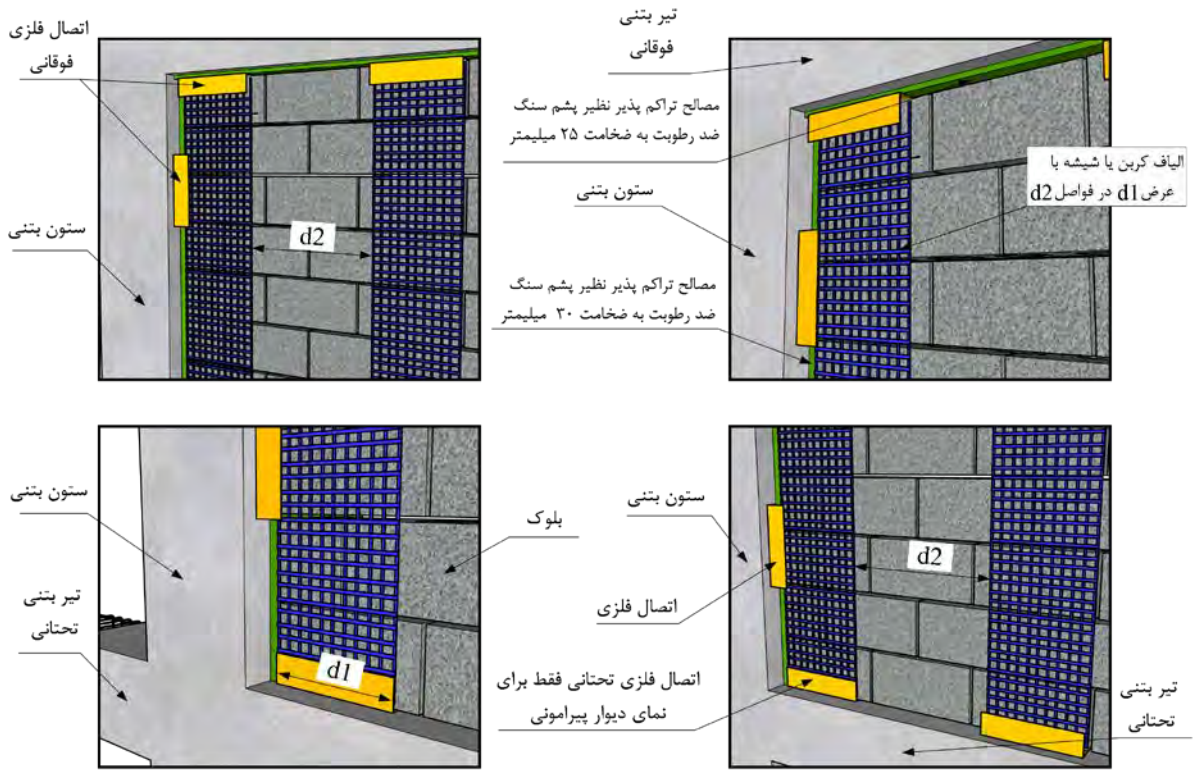
الف- این روش در هنگامی‌که خمش دیوار در یک طرف و قائم در نظر گرفته می‌شود، مجاز است. یک روش مهار لرزه‌ای دیوارها، تسلیح با شبکه الیاف می‌باشد. در این روش خمش دیوار، یک‌طرفه و درراستای قائم می‌باشد، بنابراین دیوار نیازی به مقیدکننده ندارد و محدودیتی در طول دیوار وجود ندارد. در این حالت در لبه‌های دیوار و کنار بازشوها باید از نوار شبکه الیاف استفاده شود. در این روش، ابتدا نازک‌کاری باید در محل نوارها برداشته و نوارهای شبکه از الیاف کربن یا شیشه با اجرای زیرسازی بر روی دیوار قرار داده شده و نازک‌کاری دوباره بر روی آن به‌صورت دستی اجرا شود. بعد از اجرای لایه اول، باید نبشی مهار خارج صفحه دیوار در بالا و پایین دیوار اجرا شده و لایه نهایی نازک‌کاری دیوار بر روی نبشی اجرا شود. توجه شود که نازک‌کاری نباید از حرکت آزاد در داخل صفحه دیوار جلوگیری نماید. در صورت وجود حداقل ۵۰ میلیمتر کف‌سازی به نحوی‌که پایین دیوار در داخل آن قرارگیرد، نیازی به اجرای نبشی پایین نمی‌باشد. جزئیات اجرایی مربوط در شکل ۱۴-۱۸۱ و شکل ۱۴-۱۸۲ و ارائه شده است.

ب- استفاده از ژئوگریدهایی که ساختار شبکه‌ای پلیمری داشته و از نخ و الیاف تشکیل نشده‌اند و پارچه الیافی که عموماً در ساختارهای کامپوزیت FRP مورداستفاده قرار می‌گیرد، مجاز نمی‌باشد.

پ- الیاف شیشه مورد استفاده در محیط سیمانی حتماً باید از الیاف شیشه مقاوم به قلیا باشند. برای آگاهی بیشتر به پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش آخر بند پ-۶-۱-۴-۲-۱۱-۱ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۸۱- بهسازی لرزه‌ای دیوارها با استفاده از نوارهای شبکه الیاف



شکل ۱۴-۱۸۲- جزئیات بهسازی لرزه ای دیوارها با شبکه الیاف

۱۴-۱۰-۲-۷- بهسازی لرزه‌ای راه پله

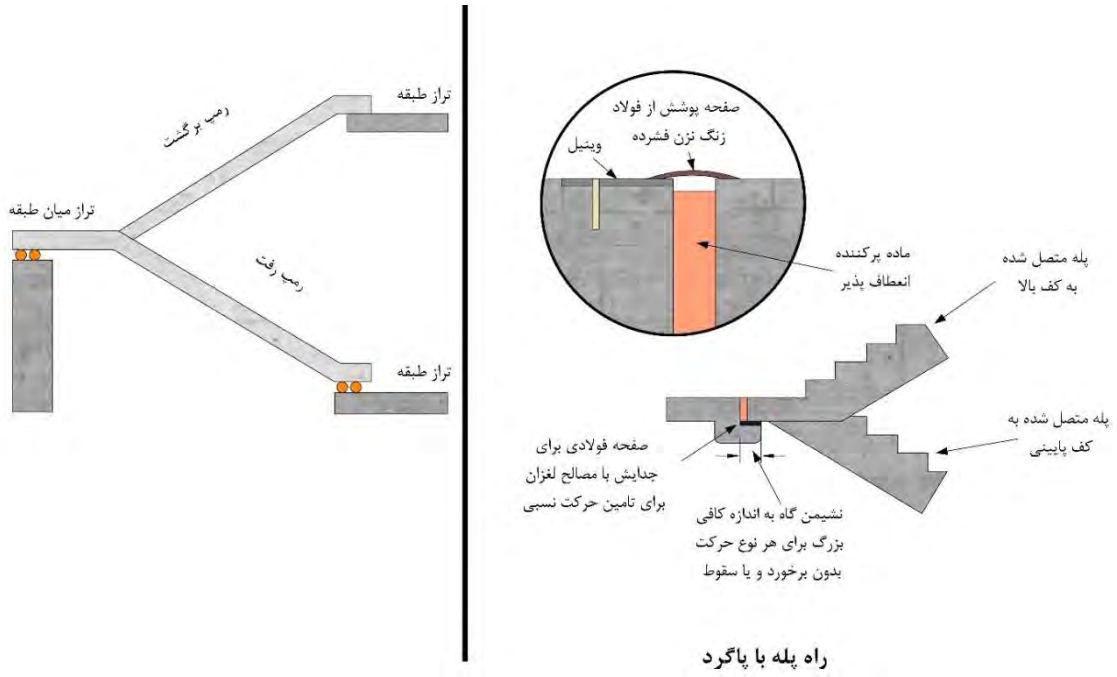
الف- جهت جلوگیری از باربری لرزه‌ای پله‌ها، لازم است جزئیات نشیمن راه‌پله در محل پاگرد به گونه‌ای تغییر داده شود که در یک کف، ثابت بوده و در کف دیگر دارای اتصال لغزنده باشد تا اجازه حرکت موازی با جهت پله فراهم شود. نمونه‌ای پیشنهادی در شکل ۱۴-۱۸۳ آمده است.

ب- در پله‌های سبک لازم است از اتصالاتی با سوراخ‌های لوبیایی برای جداسازی پله از کف‌های متصل و جلوگیری از خرابی ناشی از تغییرمکان‌های بین‌طبقه‌ای استفاده گردد.

پ- اگر نرده پله‌ها با مصالح ترد مانند مصالح بنایی غیرمسلح، سفال‌کاری مجوف و... ساخته شده باشد، باید یا دارای درزهای اجرایی لازم بوده و یا اینکه با مصالح سبک دیگری جایگزین شوند تا از آوار و خطرات ناشی از سقوط مصالح در پله‌ها جلوگیری شود.

ت- لوله‌ها، چراغ‌ها، چراغ‌های اضطراری یا کانال‌ها باید دارای مهاربند باشند تا از خطر سقوط و ایجاد آوار درپله جلوگیری شود.

ث- موارد مندرج در بند ۱۴-۵-۵-۷ این فصل نیز مورد توجه قرار گیرد.

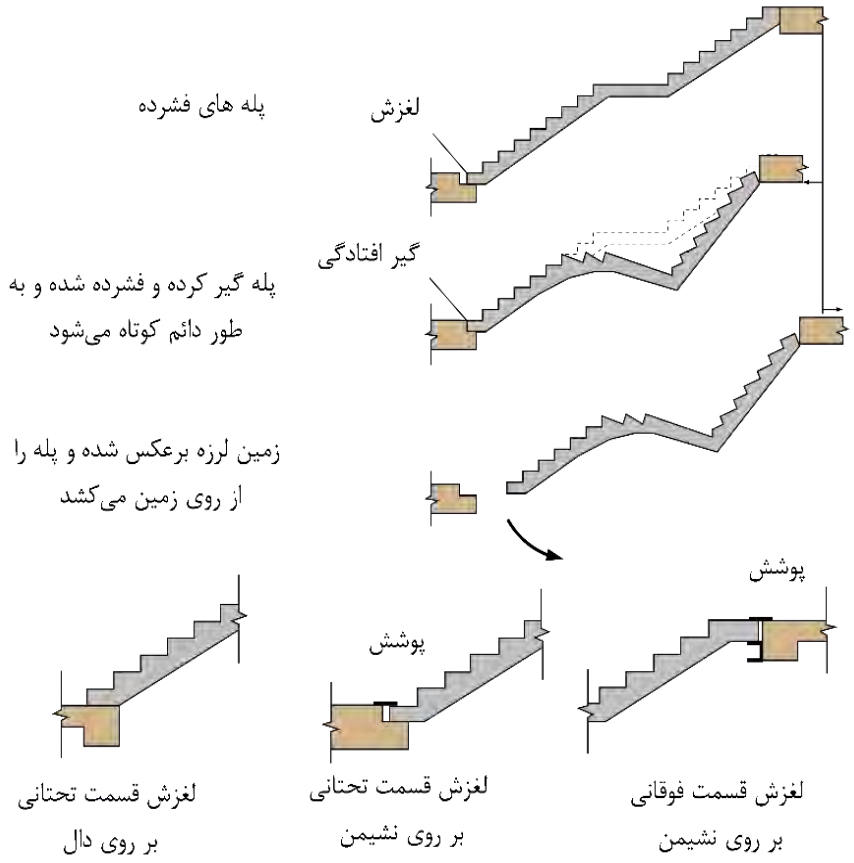


شکل ۱۴-۱۸۳- جزئیات بهسازی راه پله

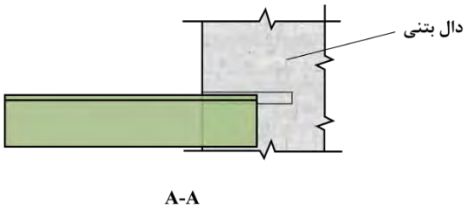
۱۴-۱۰-۲-۷-۱- اتصالات پلکان

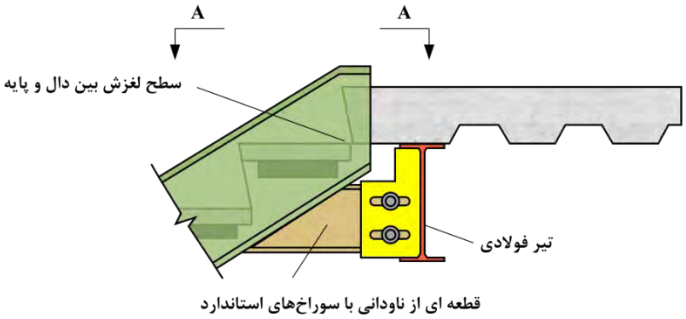
الف- اتصالات لغزشی انتهای پله به‌صورت بتنی و فولادی باید با توجه به جزئیات شکل ۱۴-۱۸۴ و شکل ۱۴-۱۸۵ اجرا شود. طول لغزش باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده باشد.

ب- اگر پاگردهای پله با مصالح ترد مانند مصالح بنایی غیرمسلح، آجر سفالی توخالی، و یا بلوک‌های شیشه‌ای ساخته شده باشند، باید با استفاده از حفاظ مناسب از پخش آوار جلوگیری نمود. باید مهارهایی برای لوله‌ها، چراغ‌ها، چراغ های اضطراری و داکت‌ها در نظر گرفته شود تا از خطر ریزش آوار در راه‌پله جلوگیری شود.



شکل ۱۴-۱۸۴- ایجاد فشار یا فروریزش پله به دلیل عدم تأمین سطح لغزش مناسب در پله‌های پیش‌ساخته





شکل ۱۴-۱۸۵- اتصال لغزشی برای تیر افقی پله فولادی

۱۴-۱۰-۲-۸- بهسازی سقف‌های کاذب

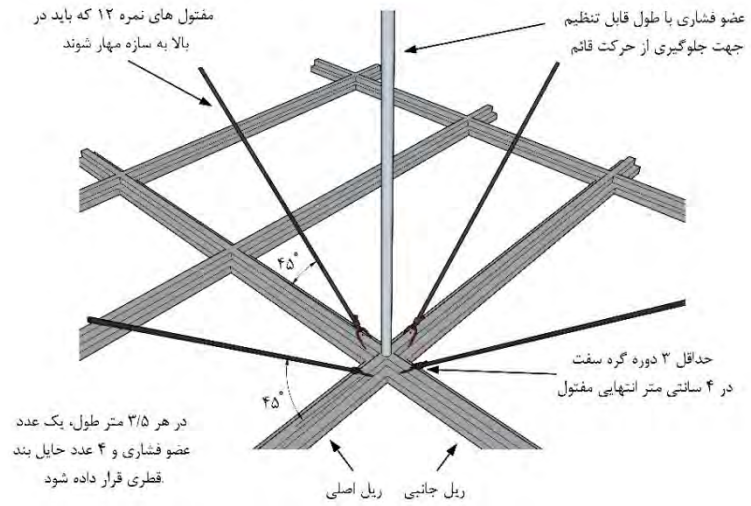
الف- چنانچه سقف کاذب با مصالح تردشکن مانند شیشه ساخته شده باشد، باید جمع‌آوری گردد و مطابق با بندهای مربوطه در استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش آخر آن، بررسی و مجدداً اجرا گردد.

ب- برای نصب المان‌های جدید به سقف سازه‌ای لازم است از چکش‌های فشنگی استفاده گردد. در این صورت باید نحوه عمل و نوع فشنگ مورداستفاده به تصویب دستگاه نظارت برسد.

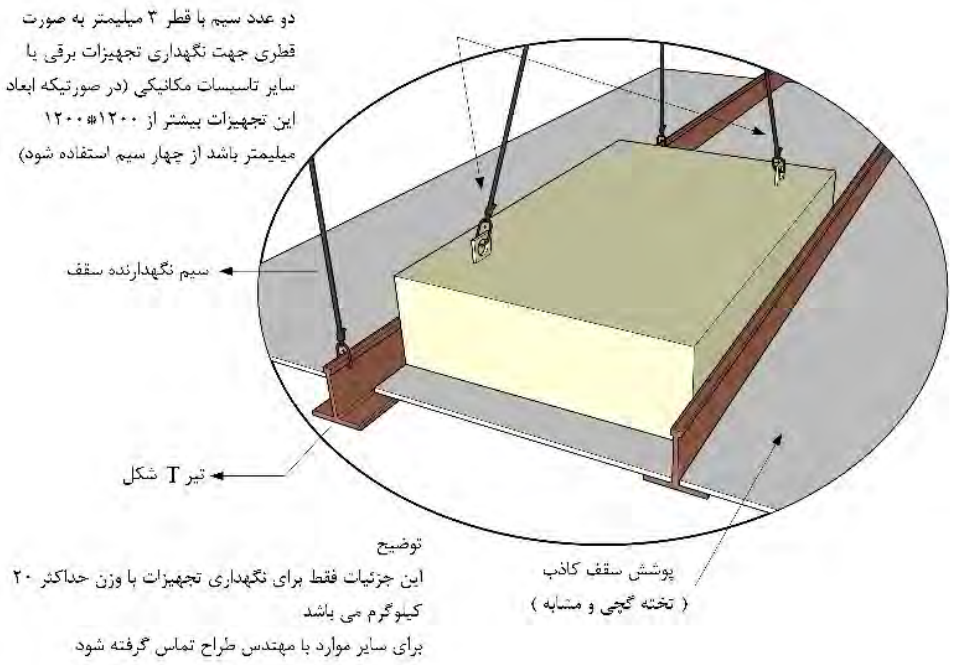
پ- ایجاد درز انقطاع در اطراف سقف به‌منظور تأمین فضا برای تغییر مکان‌های ناشی از نیروهای جانبی ضروری است.

ت- نحوه بهسازی لرزه‌ای سقف‌ها باید مطابق با شکل ۱۴-۱۸۶ و شکل ۱۴-۱۸۷ اشد. سایر جزئیات شامل اندازه‌ها و مصالح مصرفی باید در نقشه‌های اجرایی ارائه شده باشد.

ث- الزام مندرج در فصل هشتم این ضابطه درباره ساخت سقف‌های کاذب نیز باید موردتوجه قرار گیرد.



شکل ۱۴-۱۸۶- جزئیات اضافه نمودن المان‌های جدید برای سقف کاذب



شکل ۱۴-۱۸۷- جزئیات اضافه نمودن المان‌های جدید برای تجهیزات در سقف های کاذب (لازم به ذکر است که سیم های نگهدارنده تجهیزات نیز باید به‌صورت مورب در جهات مختلف اجرا گردند)

۱۴-۱۰-۳- اجزای تأسیساتی (مکانیکی، برقی،رایانه‌ای و غیره)

۱۴-۱۰-۳-۱- انشعابات

الف- لازم است از شیر قطع اتوماتیک گاز حساس به زلزله که با قطع اتوماتیک جریان گاز در زمان زلزله از نشتی گاز جلوگیری می‌نماید استفاده شود.

ب- لوله‌هایی که به شبکه شهری وصل می‌گردند، باید در محل اتصال از اتصالات و لوله‌های انعطاف‌پذیر استفاده گردد.

۱۴-۱۰-۳-۲-۲- تجهیزات و تأسیسات مکانیکی، الکتریکی و ارتباطی

۱۴-۱۰-۳-۲-۱- اجزای مکانیکی

الف- اتصالات مدفون در بتن باید قادر به تحمل نیروهای رفت و برگشتی باشند.

ب- اجزائی که بر روی سیستم‌های جداکننده ارتعاشی قرار دارند باید در هر جهت افقی دارای ضربه‌گیر یا کمک‌فنر باشند. برای اتصالات پیچی به کف‌های فلزی که در آنها سخت‌کننده به کار رفته باشد، باید از واشر استفاده شود.

پ- در اتصالات پیچی در صورتی‌که کف تقویت نشده و یا قادر به انتقال بار نباشد، باید با استفاده از یک صفحه فلزی نسبت به تعبیه واشرهای مسطح با اندازه‌ای بزرگ‌تر از پیچ‌ها و یا هرگونه تقویت دیگر اقدام گردد.

ت- تجهیزاتی که برروی جداگرهای ارتعاشی نصب می‌شوند، باید در هر دو جهت افقی دارای ضربه‌گیر یا قطعه مستهلک‌کننده باشند و در مواردی برای مقابله با واژگونی، از قیود قائم استفاده گردد. پوشش جداگر (ایزولاتور) و مهارها باید از مواد شکل‌پذیر ساخته شده باشد. لازم است از یک صفحه از جنس ویسکوالاستیک یا مواد مشابه با ضخامت کافی بین سپر ضربه‌گیر و تجهیزات استفاده شود تا بار ضربه‌ای را محدود سازد.

ث- از مهارهای انبساطی برای تجهیزات مکانیکی که از لحاظ ارتعاشی ایزوله نشده‌اند و دارای توان بالای ۱۰ اسب بخار (۴۵,۷ KW) می‌باشند، نباید استفاده نمود.

ج- برای تجهیزات مکانیکی‌که توسط مهارهایی که بعد از سوراخ‌کردن و گروت‌ریزی در محل، به تکیه‌گاه متصل می‌شوند و تحت بارگذاری کششی قرار می‌گیرند، باید از سیمان منبسط‌شونده یا گروت اپوکسی منبسط‌شونده استفاده شود.

چ- بارهای وارده ناشی از جابه‌جایی نسبی تأسیسات یا خطوط سرویس‌دهی منتهی به آن‌ها که به سازه‌های جدا از هم متصل‌هستند، باید توسط مشاور یا طراح سازه مورد ارزیابی قرار گیرد.

ح- باتری‌هایی که در قفسه‌ها قرار می‌گیرند، باید دارای قیود پیرامونی باشند، به‌گونه‌ای که از نیفتادن باتری‌ها از قفسه اطمینان حاصل شود. در بین این قیود پیرامونی و سلول‌های باتری از جداگر استفاده شود تا از خسارت به آن‌ها جلوگیری شود. به علاوه قفسه‌ها باید دارای مقاومت جانبی کافی باشند.

خ- اتصال قطعات اضافی خارجی با وزن بیش از ۴۵ کیلوگرم به اجزاء، اگر توسط سازنده انجام نشده باشد، باید به‌طور خاص توسط مشاور یا طراح سازه مورد ارزیابی قرار گیرد.

۱۴-۱۰-۳-۲-۲- اجزاء الکتریکی و ارتباطی

الف- سیم‌پیچی‌های داخلی ترانسفورماتورهای نوع خشک باید به‌صورت مثبت به کف سازه نگهدارنده خود در درون محفظهٔ ترانسفورماتور متصل گردند.

ب- پانل‌های الکتریکی کنترل تجهیزات رایانه‌ای، مخابراتی و سایر مواردی‌که دارای اجزای کشویی یا طبقه‌بندی هستند، باید دارای مکانیزمی برای نگهداشتن اجزاء در مکان خود باشند.

دانلود سوالات آزمون

پ- در مواردی‌که لوله حفاظ، سینی کابل، یا اجزای توزیع الکتریکی و ارتباطی مشابه، به سازه‌هایی متصل و قابلیت تغییرمکان نسبت به یکدیگر را دارا باشند، یا برای سازه‌های جداسازی شده که در آن‌ها چنین اجزایی از سطح جداشدگی عبور می‌کنند، اجزاء باید به‌گونه‌ای اجرا شوند که جابه‌جایی‌های نسبی لرزه‌ای را تحمل نموده و در صورت امکان در این موارد از مصالح انعطاف‌پذیر در محل جداشدگی استفاده گردد.

ت- تکیه‌گاه‌های اعضای غیرسازه‌ای، مهاربندها، قاب‌ها، پدستال‌ها، کابل‌ها، برج‌ها، ضربه‌گیرپایه‌ها و حائل‌های آن‌ها باید برای بارها و جابه‌جایی‌های ناشی از زلزله توسط مشاور کنترل گردند.

۱۴-۱۰-۳-۲-۳- انواع اتصال اجزای مکانیکی، الکتریکی و ارتباطی به سازه

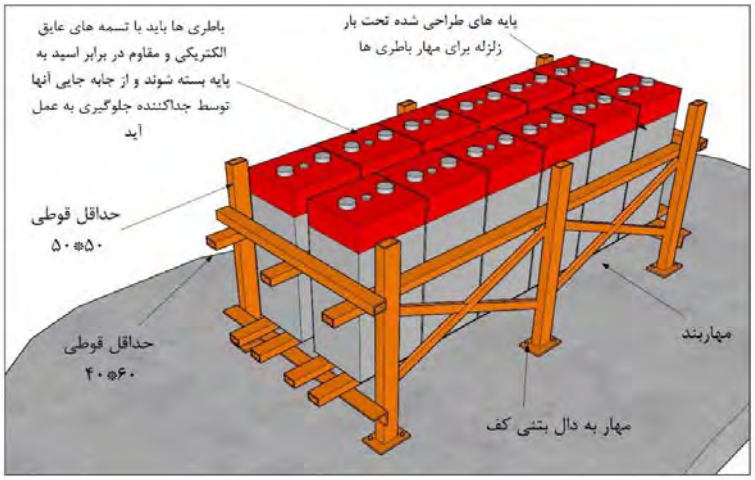
برای اتصال اجزای مکانیکی، الکتریکی و ارتباطی به سازه باید از یکی از اتصالات ذیل استفاده شود:

- اتصال صلب به کف طبقه یا بام
- اتصال تجهیزات به صورت آویزان یا معلق
- اتصال به کف با استفاده از جداساز لرزه‌ای
- اتصال تجهیزات به صورت نصب بر روی دیوار

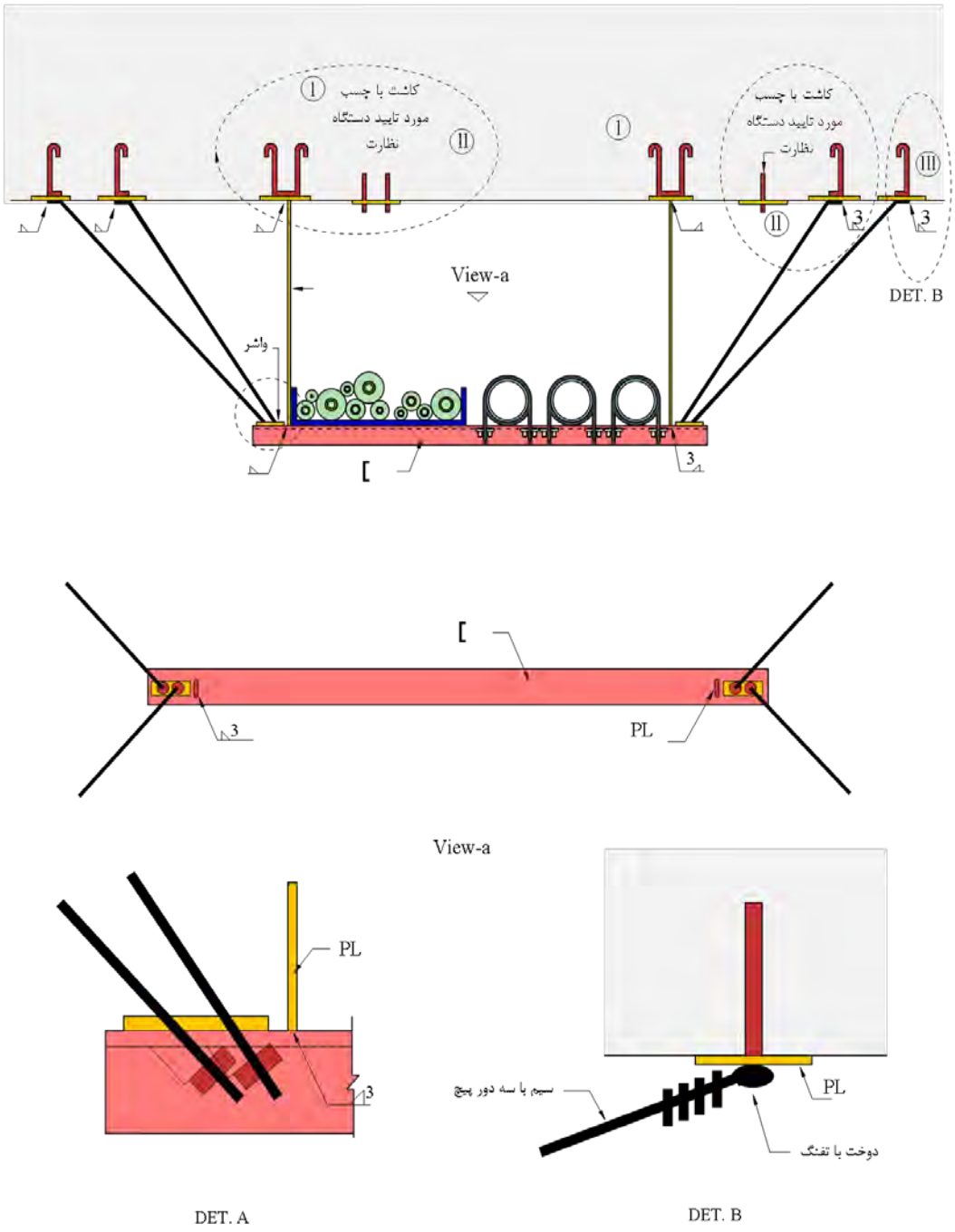
برای جزئیات بیشتر به ضابطه شماره ۷۴۳ سازمان برنامه و بودجه مراجعه شود.

۱۴-۱۰-۳-۲-۴- کانال‌ها، لوله ها و سینی‌های انتقال کابل‌های برقی و رایانه‌ای

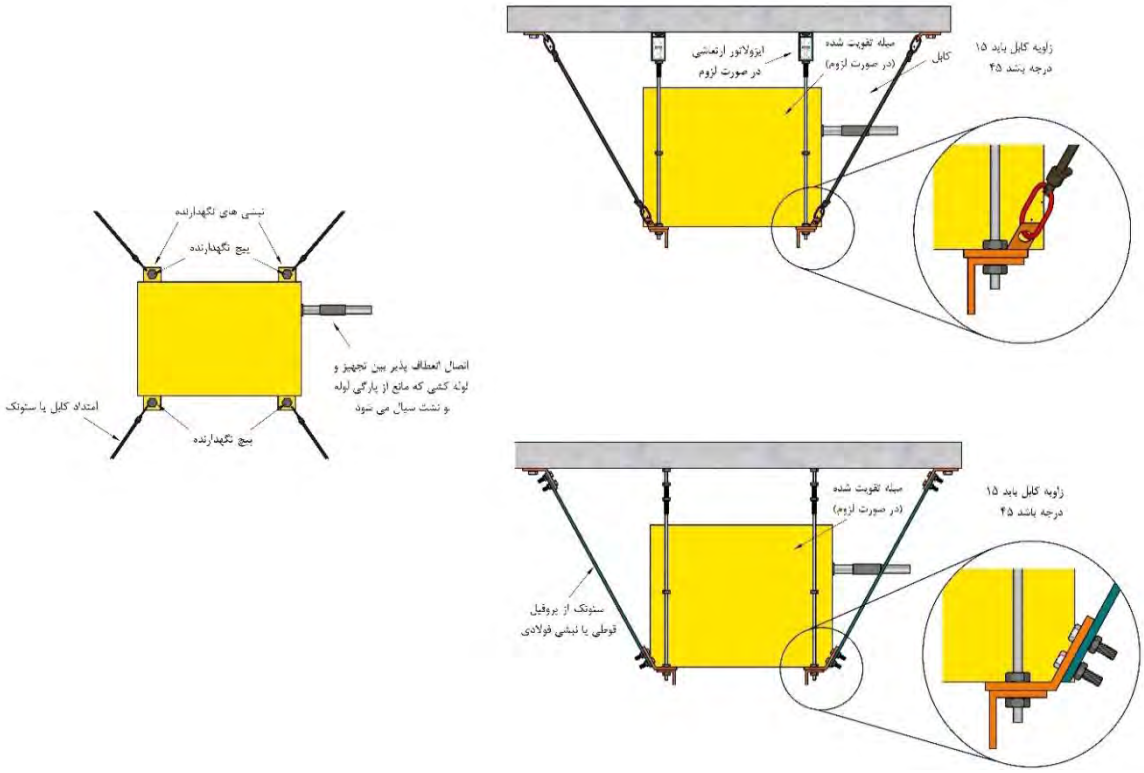
الف- سیستم لوله‌ها، داکت‌ها و سینی کابل‌ها باید قابلیت سرویس‌دهی خود را پس از زلزله حفظ کنند. این تأسیسات شامل شبکه اطفای حریق و سیستم تهویه هوا، سیستم‌های کنترل بیماری‌های خاص، لوله‌های گاز پزشکی و سیستم کنترل تهویه و رطوبت، اتاق عمل و اتاق‌های قرنطینه در بیمارستان‌ها و یا شبکه‌های داده در بانک‌ها و کابل‌های ارتباطی مراکز مخابراتی می‌باشند. در شکل ۱۴-۱۸۸ تا شکل ۱۴-۱۹۴ جزئیات ارائه شده است. المان‌ها، اندازه‌ها و ابعاد باید توسط مشاور در نقشه‌ها و جزئیات فنی ارائه شده باشد.



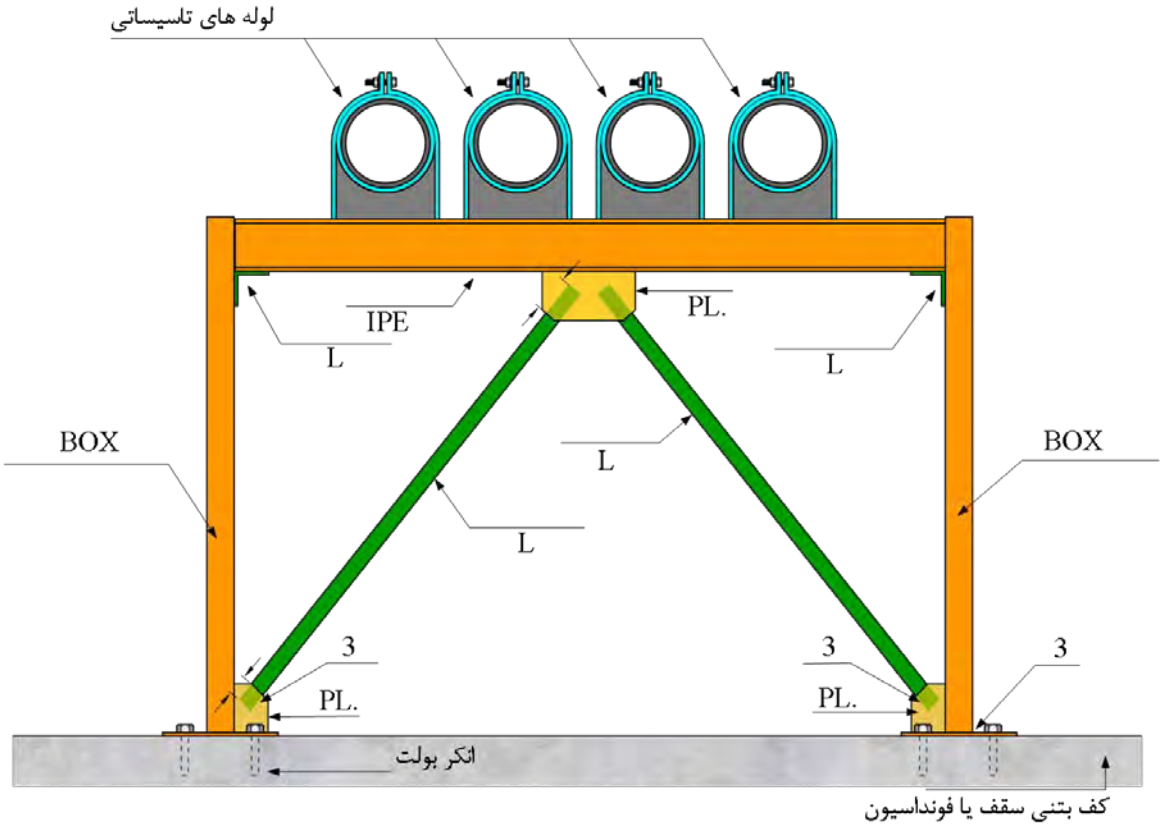
شکل ۱۴-۱۸۸- جزئیات مهار باتری‌ها



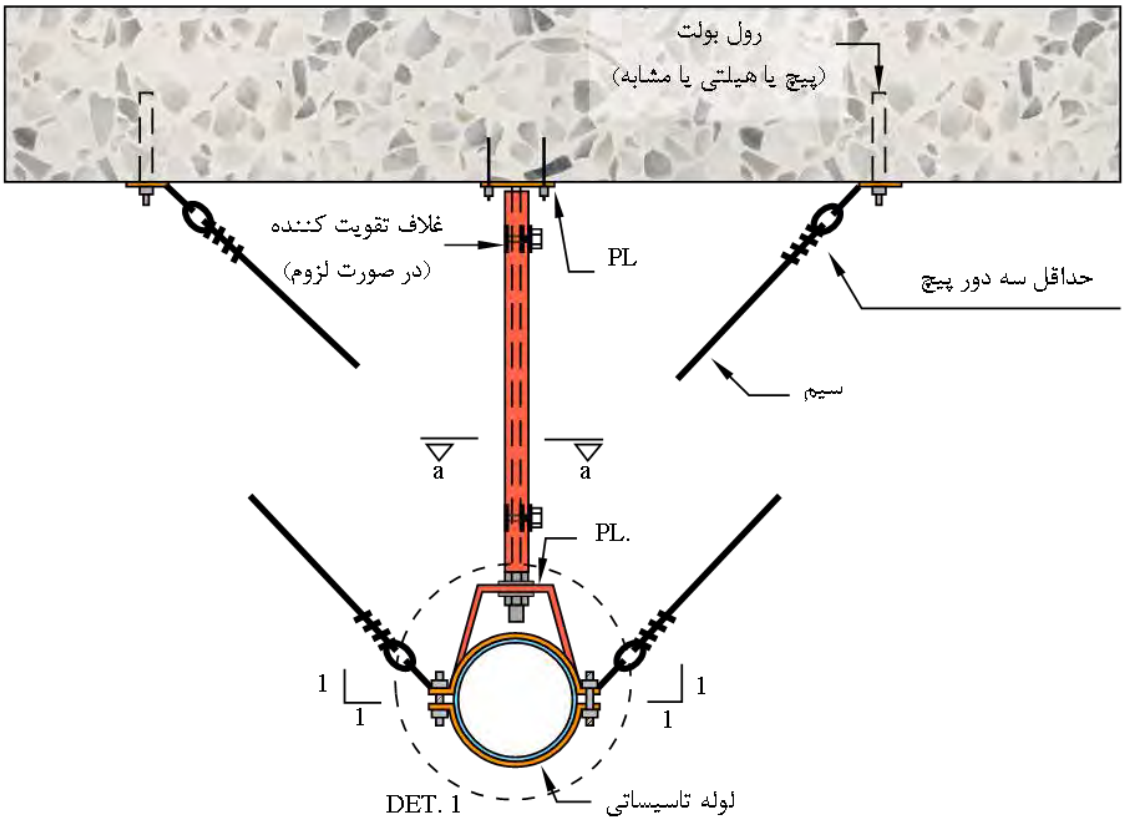
شکل ۱۴-۱۸۹- جزئیات مهار نگهدارنده لوله‌های تأسیساتی

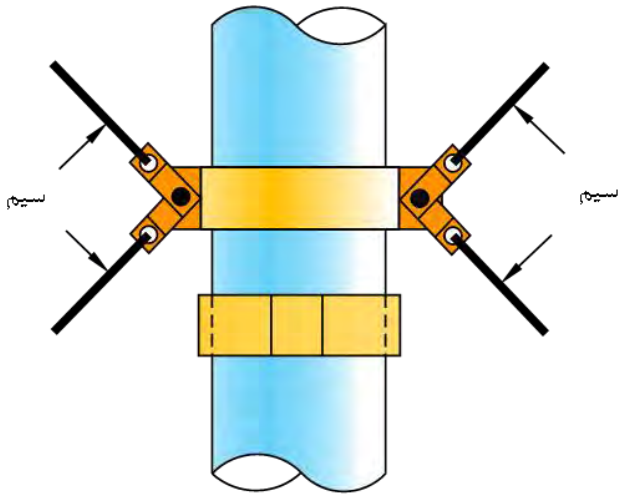


شکل ۱۴-۱۹۰- جزئیات مهار کابلی

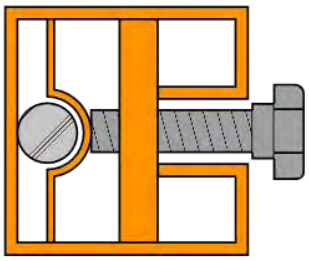


شکل ۱۴-۱۹۱- جزئیات مهار لوله‌های تأسیساتی



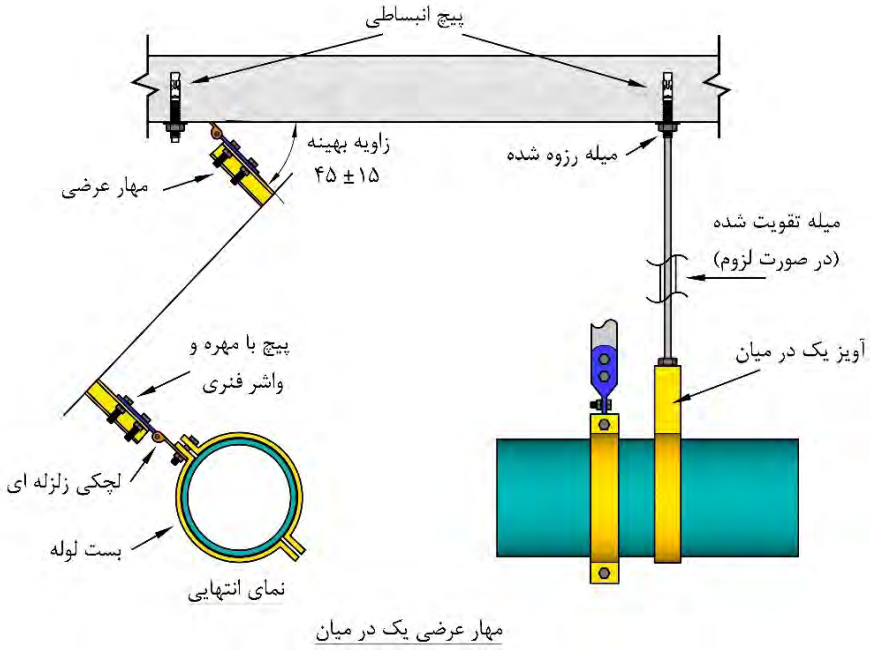


DET. 1

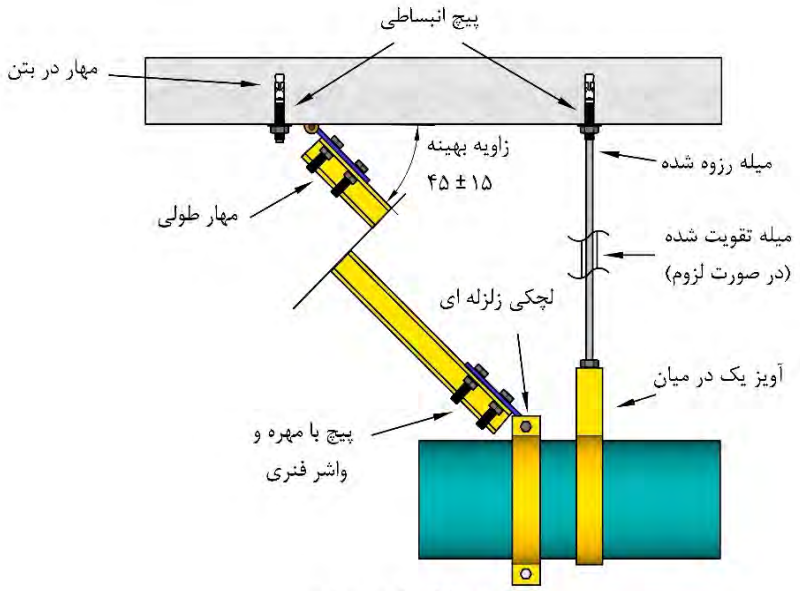


SEC a-a

شکل ۱۴-۱۹۲- جزئیات مهار لوله‌های تأسیساتی

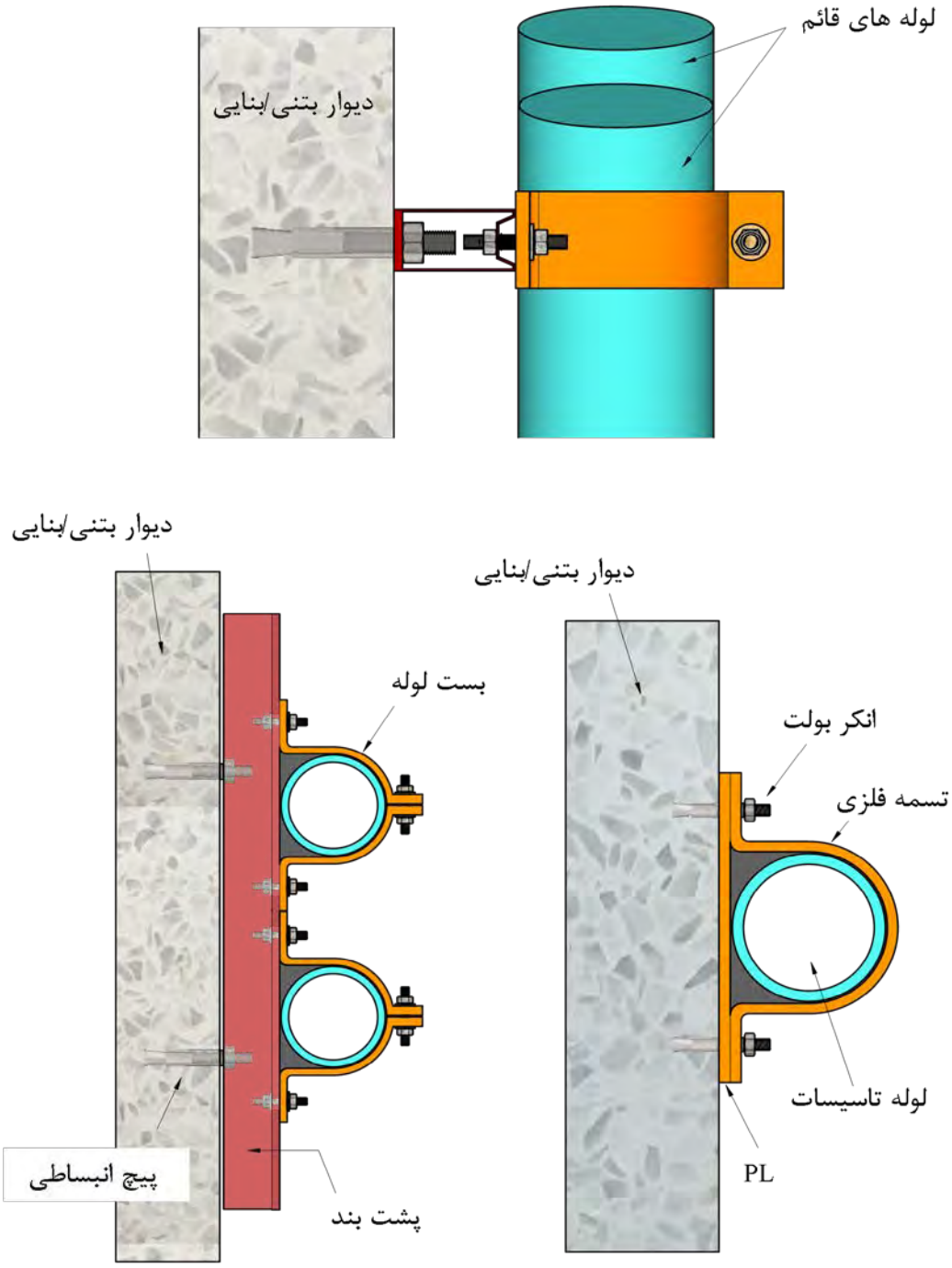


مهار عرضی یک در میان



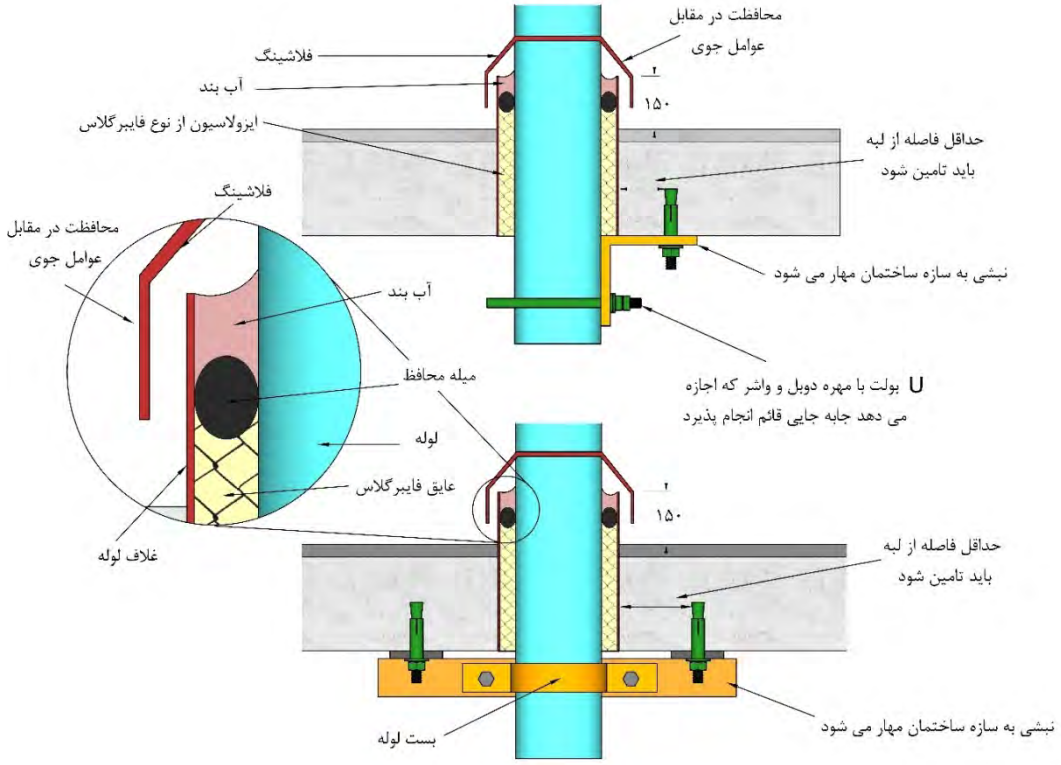
مهار طولی یک در میان

شکل ۱۴-۱۹۳- جزئیات مهار تک لوله



شکل ۱۴-۱۹۴- جزئیات اتصال صلب لوله

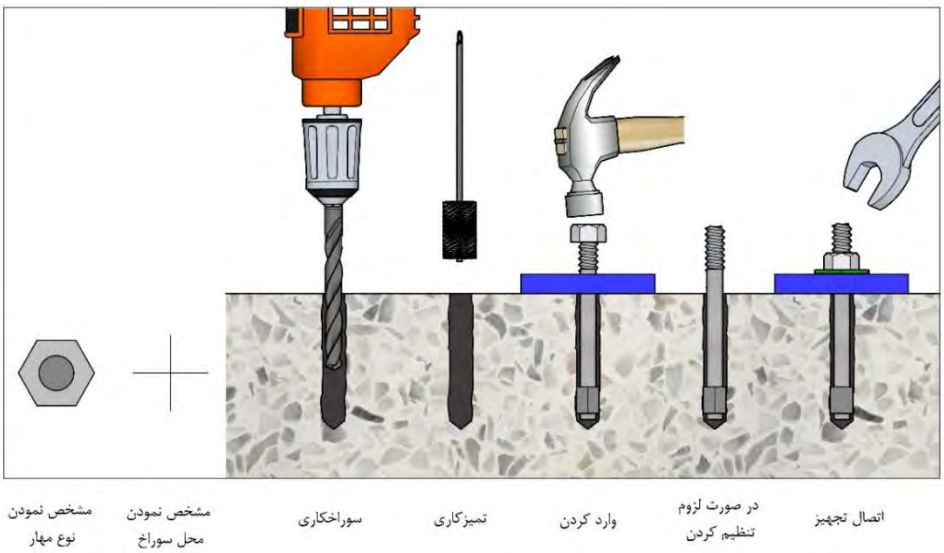
ب- لوله‌های قائم باید برای پذیرش انبساط و انقباض نسبی بین لوله و سازه و همچنین نیاز لرزه‌ای هنگام وقوع زلزله طراحی شده باشد و از U بولت یا بستی که جابه‌جایی در امتداد طولی را ممکن می‌سازد، استفاده شود. در مواردی که در نقشه‌های اجرایی نگهدارنده‌های جانبی برای لوله‌های قائم در هر یک‌طبقه در میان لازم باشد، فاصله آن‌ها از یکدیگر نباید از ۶۰۰۰ میلیمتر تجاوز کند. برای جزئیات به شکل ۱۴-۱۹۵ مراجعه شود.



شکل ۱۴-۱۹۵- جزئیات نگهدارنده لوله قائم در بام

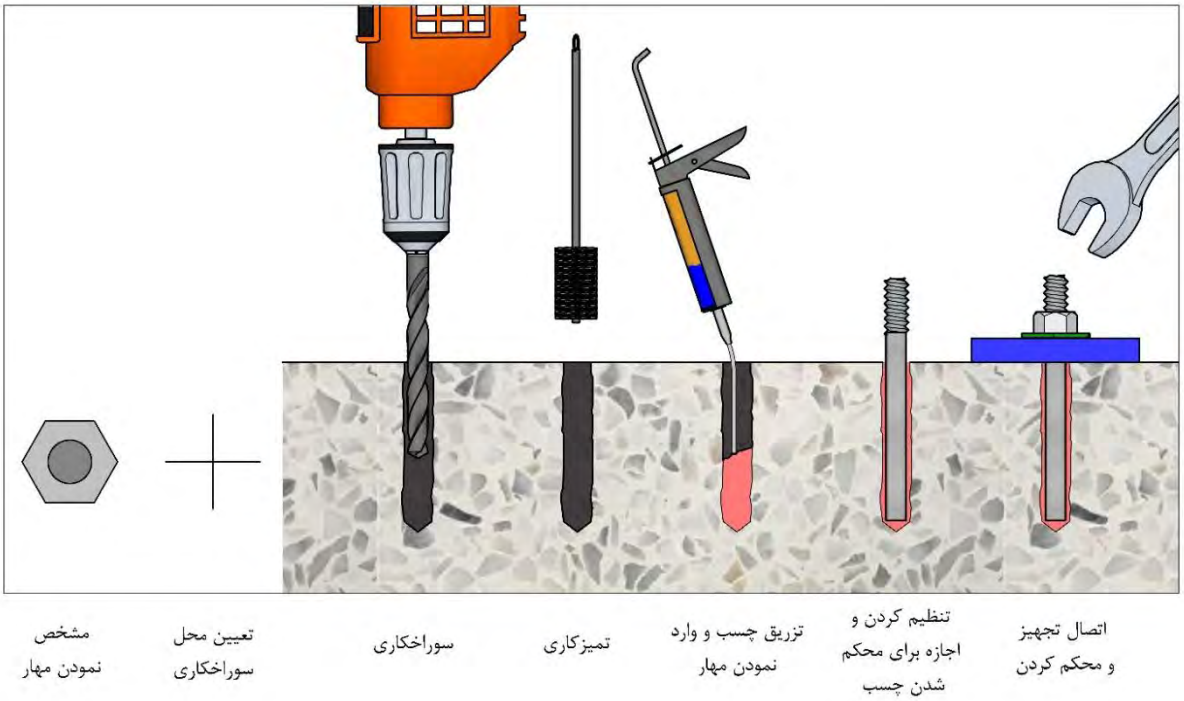
۱۴-۱۰-۴- ضوابط کنترل اتصالات و ادوات مؤثر در پایداری ثقلی و جانبی اجزای غیرسازه‌ای

الف- در نصب مهارهای غیرچسبنده باید مراحل اجرا مطابق با شکل ۱۴-۱۹۶ باشد. در این مهارها بعد از اجرای سوراخ باید داخل آن تمیز و پیچ در جای خود قرار گیرد. با چرخاندن و سفت کردن پیچ، غلاف آن در بتن درگیر و مهار برقرار می‌شود.



شکل ۱۴-۱۹۶- مراحل نصب مهارهای غیر چسبنده

ب- در مهارهای از نوع چسبنده پیچ (مهار بدون غلاف) مهار باید به‌صورت مستقیم و با کمک مواد چسبنده به بتن متصل شود و نیروهای وارده را از این طریق منتقل کند. در شکل ۱۴-۱۹۷، نحوهٔ نصب مهارهای PI چسبنده نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱۹۷- مراحل نصب مهارهای چسبنده

پ- در نصب مهارهای چسبنده الزامات ذیل باید رعایت گردد:

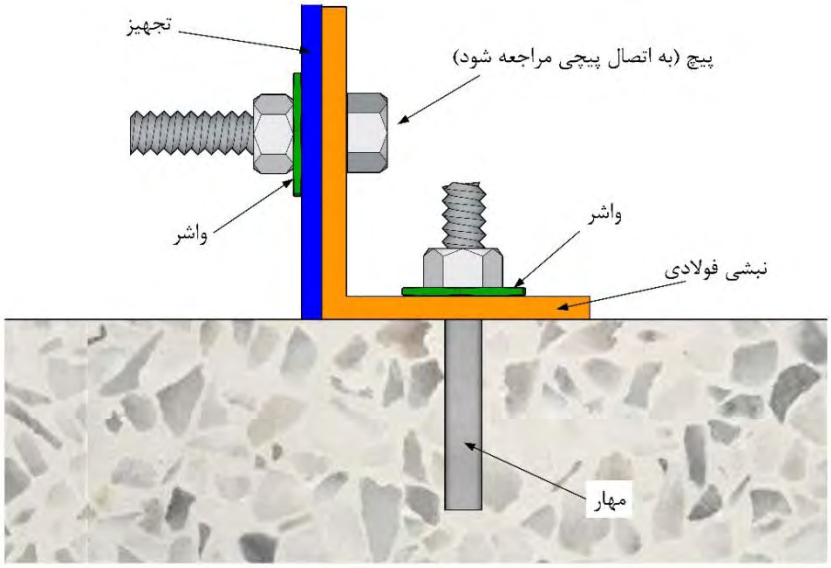
- لازم است محل نصب مهارها از لبه بتن حداقل یک پنجم برابر طول مدفون پیچ باشد. مهارها نباید با فاصله کم از یکدیگر قرار گیرند و حداقل فاصله‌ای در حدود ۲ برابر طول مدفون پیچ‌ها در نظر گرفته شود. برای کسب اطلاعات بیشتر به ضابطه شماره ۵۲۴ سازمان برنامه‌وبودجه کشور مراجعه شود.

- اگر در هنگام حفاری و سوراخ‌کردن محل مهار، به آرماتور سازه‌ای برخورد شود، باید سوراخ با گروت مناسب پرشود و نقطه دیگری برای مهار کردن انتخاب گردد.

- بعد از قرارگیری تجهیزات در جای خود، باید فاصله بین تجهیزات و تکیه‌گاه زیرین کنترل شود. فاصله موجود نباید از ۳ میلیمترتجاوز کند، در صورت بزرگ‌تر بودن فاصله، باید این فضا تمیز و خشک شود و با گروت مناسبی پرگردد.

- اگر از مهار با قطر بیشتر از ۱۰ میلیمتر استفاده می‌شود، باید از اتصال مستقیم مهار به تجهیزات پرهیز شود و تجهیزات به وسیلهٔ نبشی به مهارها مطابق با شکل ۱۴-۱۹۸ وصل گردد.

- الزامات ضابطه شماره ۷۴۳ سازمان برنامه و بودجه باید رعایت گردد.



شکل ۱۴-۱۹۸- اتصال مهار با قطر بیشتر از ۱۰ mm به تجهیزات

۱۴-۱۰-۵- نحوه اتصال اجزای غیرسازه‌ای به سازه

هنگام اتصال المان غیرسازه‌ای به سازه، باید این اطمینان وجود داشته باشد که سازه تحمل نیروهای وارد از طرف عنصر غیرسازه‌ای ناشی از زلزله را دارد. اگر وزن جزء غیرسازه‌ای بیشتر از ۵۰ کیلوگرم باشد، لازم است که کنترل سازه انجام پذیرد و اگر وزن جزء غیرسازه‌ای ۲۰۰ کیلوگرم یا بیشتر باشد، باید محاسبات برای اطمینان از اتصال المان غیرسازه‌ای به سازه انجام پذیرد. روش های مختلفی برای اتصال المان غیرسازه‌ای به سازه وجود دارد. موارد عمومی در جدول ۱۴-۱۲ آمده است.

جدول ۱۴-۱۲- روش‌های مختلف اتصال اجزای غیرسازه‌ای

مصالح مصرفی در سازه	نوع اتصال	ملاحظات
فولاد	جوش	عملیات جوشکاری باید توسط افراد مجرب بر طبق ضوابط و استانداردهای جوشکاری و با توجه به نوع مصالح سازه انجام پذیرد.
بتن یا مصالح بنایی	پیچ و پیچ خودرو	پیچ باید در سوراخ‌هایی که با قطر مناسب ایجاد شده قرار داده شود. پیچ خودرو باید طبق توصیه سازنده جزء غیرسازه‌ای نصب شود.
	گیره	گیره فقط برای نگهداری اجزای سبک می‌تواند به‌کار رود.
چوب	مهار درجا	مهار درجا فقط در محل‌هایی که بتن تازه اجرا می‌شود می‌تواند نصب شود.
	اتصال چسبی	داخل سوراخ باید کاملاً تمیز و خشک باشد و چسب دارای گواهی‌نامه معتبر باشد.
	پیچ‌های انبساطی	پیچ انبساطی باید تاحدی‌که اطمینان حاصل شود که گود به طور کامل محکم شده، پیچانده شود کاربرد پیچ انبساطی در سقف (برای جزء آویزان) و برای تجهیزات ارتعاشی مجاز نیست
	پیچ	پیچ باید در داخل سوراخ گرد ایجاد شده نصب شود.
	پیچ خودرو	پیچ خودرو باید در داخل سوراخی که قبلاً با دریل در چوب ایجاد شده قرار داده شود تا احتمال ترک‌خوردگی چوب کاهش یابد. همچنین نباید از چکش برای واردکردن آن با فشار به داخل چوب استفاده شود. برای اتصال نباید از میخ استفاده شود.

۱۴-۱۱- سلامت، ایمنی و محیط زیست

تمام ضوابط عمومی مندرج در فصل ۲ مرتبط با این فصل و متناسب با هر یک از مراحل اجرایی مرتبط با اجرای اقدامات بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها لازم الاجراست.

۱۴-۱۱-۱- از آنجا که اجرای بهسازی خود در اولین مراحل معمولاً با اجرای گودبرداری، تخلیه بلوکاژ روی پی، خالی نمودن اطراف پی‌های موجود، حفر چاه به منظور اجرای شمع، برداشتن روکش اجزای سازه‌ای و تخریب یا تضعیف بعضی از این اجزا همراه است و با توجه به مشابهت و اشتراک عملیات اجرایی در بخش بهسازی لرزه‌ای با سایر فصول از جمله فصول تخریب، بتن، فولاد، عملیات بنایی و...، برای جلوگیری از تکرار مطالب مشابه، ضوابط اختصاصی سلامت، ایمنی و محیط زیست مندرج در سایر فصول این ضابطه برای بخش بهسازی لرزه‌ای نیز لازم‌الاجراست.

۱۴-۱۱-۲- از آنجا که ممکن است عملیات اجرایی بهسازی در قسمتی از ساختمان موجود که در حال سرویس‌دهی به ساکنین می‌باشد اجرا شود، باید موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد:

۱۴-۱۱-۲-۱- برای حفظ ایمنی و سلامت ساکنین در فضاهای در حال سرویس ساختمان باید فضاهای تردد ساکنین از منطقه کاری عملیات در دست اجرا، توسط حفاظ و جداکننده‌های مناسب به‌صورت کامل جداسازی شود و تدابیر ایمن سازی مطابق بخش ۲-۲ به‌عمل آورده شود، علائم و تابلوهای هشدار دهنده مطابق بخش ۲-۱۱ نصب شود و الزامات بند ۲-۹-۶-۲ برای کنترل سر و صدا نیز باید رعایت شود.

۱۴-۱۱-۲-۲- برای جلوگیری از پراکندگی ذرات غبار، باید اقدامات حفاظتی مطابق بند ۲-۹-۶-۵ متناسب با شرایط کارگاه عملیات بهسازی و محدودیت‌های ناشی از مجاورت منطقه کاری با ساکنین واقع در بخش در دست سرویس به عمل آید. همچنین برای جلوگیری از انتشار گرد و غبار به بخش در حال سرویس ساختمان، باید دهانه‌ها و مسیرهای انتقال گرد و غبار با استفاده از پرده‌های برزنتی یا پلاستیکی مقاوم پوشانده شود. نحوه اجرا و مصالح به‌کار رفته باید به گونه‌ای باشد که به‌هنگام وزش باد، سطح بادگیر ایجاد نشود.

۱۴-۱۱-۲-۳- باید تمهیدات تهویه مناسب برای فضاهای داخل ساختمان در حال سرویس و یا در فضای منطقه کاری عملیات اجرایی بهسازی پیش‌بینی شود.

۱۴-۱۱-۳- باربرداری تیر، سقف و یا ستون به‌منظور انجام عملیات بهسازی و یا تنظیم خیز باید با استفاده از جک های استاندارد انجام شود. توجه شود به هنگام جک زدن تیرهای طبقات فوقانی، به‌منظور تحمل عکس‌العمل این جک‌ها، جک تیرهای طبقات زیر آن تا روی پی حفظ شود. هنگام کار با جک‌های هیدرولیکی باید الزامات بند ۲-۷-۸-۵ رعایت شود.

۱۴-۱۱-۴- در هنگام تراشیدن و مضرس نمودن سطح بتن، برس زنی، ضربه زدن و خرد کردن، مغزه‌گیری، سوراخ‌کاری و دریل‌کاری سطوح بتنی، ماسه‌پاشی، ساچمه‌پاشی و بتن‌پاشی، ترجیحاً محل باید خالی از ساکنین شده و برای جلوگیری از آسیب‌های احتمالی تنفسی، اپراتورها و کارگران باید از ماسک‌های مخصوص فیلتردار و برای جلوگیری

از برخورد ذرات تیزگوشه و نخاله‌ها، از سپر محافظ صورت و عینک حفاظتی استفاده نمایند. همچنین استفاده از تجهیزات حفاظت فردی شامل دستکش، کفش ایمنی، لباس کار با پوشش کامل بدن، سربند حفاظتی مطابق بخش ۲-۱۰ نیز الزامی است.

۱۴-۱۱-۵- برای پیشگیری از خطرات ناشی از آلودگی‌های صوتی برای اپراتورها و کارگران، علاوه بر رعایت الزامات بند ۱۳-۹-۶-۲، استفاده از مدل‌های رباتیک ماشین‌های مضرس‌کننده بتن با کنترل از راه دور که نیاز به حضور اپراتور در محل را حذف می‌کند، الزامی می‌باشد.

۱۴-۱۱-۶- در استفاده از سیستم‌های تقویتی با کامپوزیت FRP رعایت موارد ذیل در انبارداری این مصالح الزامی است:

۱۴-۱۱-۶-۱- برای حفظ خصوصیات و ویژگی‌های مصالح و رعایت ایمنی در انبار، مصالح مورد استفاده در سیستم‌های تقویتی با کامپوزیت FRP، باید بر اساس ضوابط و توصیه‌های کارخانه تولیدکننده مصالح انبار گردند.

۱۴-۱۱-۶-۲- باید الزامات ایمنی در مورد مصالح تشکیل دهنده، مانند عوامل عمل‌آوری واکنشی، سخت‌کننده‌ها، آغازگرها، کاتالیزگرها و حلال‌های تمیزکننده رعایت شده و این مصالح باید بر اساس ضوابط و توصیه‌های تولیدکننده انبار گردند.

۱۴-۱۱-۶-۳- کاتالیزگرها و آغازگرها (به طور رایج پراکسیدها) باید به صورت جداگانه انبار شوند.

۱۴-۱۱-۶-۴- در هنگام انبار کردن، حمل و نقل و استفاده، باید شرایط به‌گونه‌ای فراهم شود که رزین‌ها و کامپوزیت‌های FRP در معرض حرارت و عوامل اشتعال‌زا قرار نگیرند.

۱۴-۱۱-۶-۵- مصالح FRP که غیرقابل استفاده تلقی شوند، باید طبق دستورالعمل تولیدکننده و الزامات زیست‌محیطی مرجع صاحب صلاحیت، جمع‌آوری و از کارگاه خارج شوند.

۱۴-۱۱-۶-۶- تولیدکننده باید برگه‌های اطلاعات ایمنی برای تمامی مصالح و اجزای تشکیل دهنده سیستم FRP را ارائه دهد و همواره در محل اجرای پروژه در دسترس باشد. دستگاه نظارت باید برگه‌های اطلاعات ایمنی محصولات شرکت‌های خارجی را به صورت ترجمه شده در اختیار داشته و در اختیار پیمانکار قرار دهد. این برگه باید حاوی اطلاعاتی همچون مشخصات محصول و موارد خطرآفرین استفاده از محصول موردنظر باشد.

۱۴-۱۱-۷- برای کار با الیاف و رزین‌ها باید از لباس مخصوص و دستکش پلاستیکی یک‌بار مصرف استفاده شود و پس از هر بار استفاده دور انداخته شوند. دست‌کش‌ها باید در برابر رزین و مواد حلال مقاوم باشند.

۱۴-۱۱-۸- هنگام کار با رزین‌ها و مواد حلال، باید از سپر محافظ صورت یا عینک ایمنی پلاستیکی و برای محافظت دستگاه تنفسی در برابر ذرات معلق الیاف، گرد و خاک و بخارهای ارگانیک و هم‌چنین در هنگام مخلوط کردن رزین‌ها و استفاده از آن‌ها روی سطح مورد نظر، باید از ماسک‌های تنفسی ضد غبار مطابق بخش ۲-۱۰ استفاده شود. هنگام استفاده از این موارد باید ضوابط بند ۲-۹-۶-۱۱-ز رعایت شود و هوا در فضاهای بسته تهویه گردد.

۱۴-۱۱-۹- در صورت استفاده از چسب‌های پلیمری (چسب‌های پایه اپوکسی)، هنگام نگهداری این مواد در انبارهای بسته، باید هوای انبار مداوم تهویه شود تا از تجمع گازهای قابل اشتعال جلوگیری شود. این انبارها باید دور از آتش و مواد قابل اشتعال ساخته شوند و مجهز به تجهیزات اطفای حریق احتمالی مطابق بند ۲-۴-۶ باشد.

۱۴-۱۱-۱۰- باید جایگاه کار ایمن برای کارگران در انجام عملیات اجرایی مطابق ضوابط بخش ۲-۵ فراهم شود. همچنین کارگرانی که در ارتفاع مشغول به‌کارند و در معرض خطر سقوط قرار دارند، باید مجهز به تجهیزات توقف سقوط مطابق بند ۱۳-۶-۲ باشند.

۱۴-۱۱-۱۱- هنگام کار با ابزارهای دستی و قدرتی باید ضوابط بند ۲-۷-۸ رعایت شود.

۱۴-۱۱-۱۲- الزامات ایمنی عایق‌کاری رطوبتی باید مطابق بخش سلامت، ایمنی و محیط زیست فصل دهم (عایق‌کاری) انجام شود.

۱۴-۱۱-۱۳- هنگام جوشکاری و برشکاری باید ضوابط بخش ۲-۳ رعایت شود.

۱۴-۱۱-۱۴- برای پیشگیری از حریق در عملیات بهسازی باید ضوابط بخش ۲-۴ رعایت شود.

۱۴-۱۱-۱۵- هنگام حفر چاه برای اجرای شمع یا پرکردن چاه‌های فاضلاب موجود باید الزامات بخش سلامت، ایمنی و محیط زیست فصل ۱۳ (محوطه سازی) رعایت شود.

۱۴-۱۱-۱۶- ایمنی برق کارگاه عملیات بهسازی باید مطابق با ضوابط بخش ۲-۱۲ تأمین شود. با توجه به اینکه در عملیات بهسازی در وضعیت ساختمان در حال سرویس انجام می‌شود، باید توسط شخص صاحب صلاحیت بررسی لازم قبل از شروع عملیات انجام شود، تا تأمین برق تجهیزات مورد نیاز عملیات اجرایی، به تاسیسات برق موجود (تابلوهای برق، سیم کشی و ...) آسیب نرساند و در صورت احتمال بروز آسیب، باید برق مورد نیاز کارگاه از طریق مولد و کابل‌کشی موقت (جدا از سیستم برق موجود) تأمین شود.

۱۴-۱۱-۱۷- در صورت استفاده از آب حاوی حلال‌ها و مواد شیمیایی اسیدی و قلیایی برای تمیزکاری سطوح آغشته به مواد روغنی، گریس، چربی‌ها، نمک و مواد صابونی، زنگ و پوسته سطحی شیره سیمان، پساب حاصل از شستشوی این مواد نباید در سطح منطقه کاری جاری شود و باید پس از ته‌نشین‌سازی مواد معلق و خنثی سازی مواد اسیدی و بازی دفع شود.

۱۴-۱۱-۱۸- در انجام آزمون‌های غیرمخرب جوشکاری، باید ضوابط بندهای ۲-۱۰-۱۳، ۲-۳-۴ و ۲-۳-۵ رعایت شود.

Building Genral Technical Specification Volume X
Seismic Retrofit of Existing Buildings

[IR-Code. 55-10]

Authors & Contributors Committee:

Seyed Abdollah (deceased)	Hosseini (Seismic Retrofit of Existing Buildings section chair)	University of Tehran	PhD of Civil Eng.
S. Ali	Razavi Tabatabei (Seismic Retrofit of Existing Buildings section chair)	University of Science and Culture	PhD of Civil Eng.
Davood	Mostofi Nejad	Isfahan University of Technology	PhD of Civil Eng.
Esmaeil	Pourshahid	Shaloudeh Sazan Shabakeh Consulting Engineers	M.Sc. of Civil Eng.
Siamak	Epackachi	Amirkabir University of Technology	PhD of Civil Eng.
Mohammad	Yekrang Nia	Shahid Rajaee University	PhD of Civil Eng.
Mohammad Sajad	Zareian	Shahab Danesh University	PhD of Civil Eng.
Hamed	Seyri	School Renovation Organization	M.Sc. of Civil Eng.
Mehdi	KhoshKerdar	Road, Housing and Urban Development Research Center	PhD of Civil Eng.
Soheil	Jafarinejad	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.
Amir	Malekmohammadi	Construction Materials Institute of University of Tehran	M.Sc. of Civil Eng.

Coordination and Integration Committee:

Mohammad	Shekarchi (Chair)	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Asghar	Sead samii	University of Tehran	Ph.D. of Architectural Eng.
Hasan	Aghatabesh	Ministry of Roads & Urban Development	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development	M. Sc. of Civil Eng.
Javad	Farid	Behrad Fardis Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Tabib zadeh	Association of Petroleum Industry Engineering & Construction Companies	M.Sc. of Civil Eng.
Behnaz	Pourseyed	Former Head of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Civil Eng.
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs	M.Sc. of Architectural Eng.
Hassan	Soltanali	Avid Saraye Imeni Keifiyat Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Mohsen	Bahram ghaffari	Hafez Construction Co.	M.Sc. of Civil Eng.
Farzin	Kalantary	K.N.Toosi University of Technology	Ph.D. of Civil Eng.
Hormoz	Famili	Kooban Kav Consulting Engineers Co.	Ph.D. of Civil Eng.
Abazar	Asghari	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Rasoul	Mirghaderi	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Farhang	Farahbod	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Nader	Khajeh ahmad attari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Sohrab	Veiseh	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Mining Eng.
Mojdeh	Zargaran	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Chemical Eng.
Behrouz	Kari	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.
Alireza	Khavandi	University of Zanjan	Ph.D. of Civil Eng.
Abdollah	Hosseini	University of Tehran	Ph.D. of Civil Eng.
Seyed ali	Razavi	University of Science and Culture	Ph.D. of Civil Eng.
Behnam	Mehrparvar	Building and Housing Research Center	Ph.D. of Civil Eng.

Steering committee (With the secretary of Road, Housing & Urban Development Research Center):

Mohammad	Shekarchi (chair)	University of Tehran
Mohammad hosein	Eftekhar	Bonyad Maskan Co.
Mohammad jafar	Alizadeh	Ministry of Roads & Urban Development
Alireza	Toutounchi	Plan and Budget Organization

Steering committee (Plan and Budget Organization):

Alireza	Toutounchi	Deputy of Department of Technical & Executive Affairs
Mohammad reza	Siadat	Expert of Department of Technical & Executive Affairs
Sajjad	Heidari Hasanaklou	Expert of Department of Technical & Executive Affairs

Abstract:
The first edition of Code 55 was published in 1974 with focus on standardizing the general technical specifications for buildings in the country. The second edition, released in 2013, also considered an adaptation to the country's climatic conditions and incorporated attention to new technologies and industrial innovations. The revision and completion of contents, particularly in the second chapter "Construction Materials," the fifth chapter "Concrete," and the inclusion of new relevant standards throughout the text, along with technical editing of the entire collection, were among the significant changes that have been made.

The current edition, compiled by the Road, Housing, and Urban Development Research Center, represents the "third revision" of Code 55. This revision is based on the significant developments in the construction industry in the recent years compared to the previous edition. Fundamental revisions have been made, with key topics including attention to principles of sustainable development, environmental protection, energy conservation, application of new technologies, and industrialized building methods. There is also a focus on considering climatic and geographical conditions in material selection, providing implementation methods with monitoring and control capabilities, prioritizing the use of local materials and domestic construction, and paying special attention to the country's seismic conditions.

Due to the extensive content, this regulation has been prepared and compiled in ten separate volumes as described below:

- Volume One: General Specification, Documentation, Health and Safety Executive
- Volume Two: Demolition, Geotechnics
- Volume Three: Concrete, Technology and Construction
- Volume Four: Steel and Implementation of Steel Structures
- Volume Five: Masonry work, Building Facade
- Volume Six: Insulation
- Volume Seven: Coatings
- Volume Eight: Doors and Windows
- Volume Nine: Landscaping
- **Volume Ten: Seismic Retrofit of Existing Buildings**

This volume (The tenth volume) consists of the fourteenth chapter (Seismic Retrofit of Existing Buildings).

Users are encouraged to send their desired amendments to the secretariat of Code 55 (Code55@bhrc.ac.ir) to contribute to the enhancement of the current code. Proposed amendments will be reviewed by experts, and a revised text will be prepared if necessary. It is important to acknowledge the approximately 100 professors and experts who actively participated in compiling this edition.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Building
Genral Technical Specification
Volume X

Seismic Retrofit of Existing Buildings
No. 55-10
Last Version 01/08/2025

Deputy of Technical and Infrastructure Development Affairs

Road, Housing & Urban Development Research Center

Department of Technical and Executive Affairs

Department/Office

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

به عنوان جلد دهم مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، به بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود می‌پردازد و رعایت آن طبق بخشنامه ابلاغی الزامی است.