

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ—مَنْ—عَلَّمَ—عِلْمًا—بِحَقِّ—دِينِ—مُحَمَّدٍ—وَدَعَا—إِلَيْهِ—فَرَجَهُ—مُ



# فناوری های ساختمان

رشته ساختمان

گروه معماری و ساختمان

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** فناوری‌های ساختمان - ۲۱۲۳۹۸
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** محمداسماعیل خلیل ارجمندی، حسین دادور، مجید شجاعی‌اردکانی، محمدعلی فرزانه، محمد صالح لباف‌زاده و امیرحسین متینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** علی صابری (پودمان اول)، حسین حجاریان و امین رضایی (پودمان‌های دوم و سوم)، مهدی هاشملو (پودمان چهارم)، حسین دادور (پودمان پنجم) (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** امیرحسین متینی (صفحه‌آرا) - حسین حجاریان، امین رضایی، علی صابری، امیرحسین متینی، زهرا نامی و ایرج جوادی (رسام)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶۸۸۳، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش)  
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۰۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ ششم ۱۴۰۲

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی «قُدَسِ سِرُّهُ»

### پودمان اول – متره و برآورد

- مقدمه ..... ۲
- استاندارد عملکرد ..... ۲
- ۱- تعاریف و کلیات ..... ۲
- ۲- آشنایی با سرفصل‌های فهرست‌بها ..... ۸
- ۳- ضرایب مورد استفاده در برآورد ..... ۵۰
- ارزشیابی شایستگی متره و برآورد ..... ۵۴

### پودمان دوم – کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری

- استاندارد عملکرد ..... ۶۶
- مقدمه ..... ۶۶
- معرفی قسمت‌های مختلف نرم افزار Revit ..... ۶۷
- مراحل انجام پروژه ..... ۷۴
- ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری ..... ۱۱۸

### پودمان سوم – کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه

- استاندارد عملکرد ..... ۱۲۹
- مقدمه ..... ۱۲۹
- شروع به کار با نرم‌افزار Revit برای ایجاد پروژه سازه‌ای ..... ۱۳۰
- ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه ..... ۱۷۶

### پودمان چهارم – اجرای سازه‌های فولادی

- مقدمه ..... ۱۷۸
- استاندارد عملکرد ..... ۱۷۸
- کلیات ..... ۱۷۸
- اعضای سازه‌های فولادی ..... ۱۸۳
- اتصالات در سازه‌های فولادی ..... ۱۹۷

- انواع سامانه (سیستم) های ساختمانی..... ۲۰۸
- وسایل اتصال در سازه های فلزی ..... ۲۰۹
- اخلاق حرفه ای در اجرای سازه های فولادی ..... ۲۲۵
- ارزشیابی شایستگی اجرای سازه های فولادی ..... ۲۲۸

### پودمان پنجم – آزمایشگاه خاک و بتن

- استاندارد عملکرد..... ۲۳۰
- مقدمه ..... ۲۳۰
- نمونه برداری از مصالح ..... ۲۳۰
- مصالح سنگی بتن..... ۲۳۲
- نمونه برداری از مصالح سنگی..... ۲۳۳
- تعیین درصد رطوبت سنگ دانه ها..... ۲۳۵
- وزن مخصوص سنگ دانه ها ..... ۲۳۷
- آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیرمتراکم ..... ۲۳۸
- آزمایش دانه بندی ..... ۲۳۹
- گیرش سیمان ..... ۲۴۱
- آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان ..... ۲۴۲
- آزمایش زمان گیرش سیمان ..... ۲۴۴
- آزمایش هم ارز یا ارزش ماسه ای (Sand Equivalent) ..... ۲۴۵
- آزمایش اسلامپ ..... ۲۴۷
- آزمایش مقاومت فشاری بتن ..... ۲۴۹
- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن ..... ۲۵۲
- ارزشیابی شایستگی آزمایشگاه خاک و بتن ..... ۲۵۵
- منابع و مآخذ..... ۲۵۶

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی تهیه نقشه‌های اجرایی و برآورد هزینه‌های یک ساختمان کوچک

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته ساختمان در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی فناوری‌های ساختمان شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله‌کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور

می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی، شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تالیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید. امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته ساختمان طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول:** با عنوان «متره و برآورد» که ابتدا روش تهیه برگه‌های ریزمتره و خلاصه متره و سپس برگه مالی اشاره شده است. هنرآموزان محترم می‌توانند با انتخاب یک پروژه ساده و کامل همزمان نحوه تهیه صورت وضعیت را برای آن به عنوان فعالیت خارج از کلاس در نظر بگیرند و با توجه به آشنایی هنرجویان با نرم‌افزار Excel پیشنهاد می‌شود در این پودمان از این نرم‌افزار در تهیه صورت وضعیت استفاده شود.

**پودمان دوم:** با عنوان «کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری» که در آن کاربرد نرم‌افزار Revit را در تهیه نقشه‌های معماری آموزش می‌دهد.

**پودمان سوم:** دارای عنوان «کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه» است. در این پودمان علاوه بر معرفی نقشه‌های سازه، به کاربرد نرم‌افزار Revit در تهیه این نقشه‌ها اشاره می‌شود.

با توجه به قابلیت‌های این نرم‌افزار که توانایی مدل کردن کلیه اجزای معماری و سازه ساختمان را به صورت سه بعدی داراست، لذا آموزش این دو پودمان (پودمان‌های ۲ و ۳) کمک شایانی به انتقال این مفاهیم می‌نماید.

**پودمان چهارم:** «اجرای سازه‌های فولادی»؛ در این پودمان انواع سازه‌ها و جزئیات هر یک را بررسی و سپس نحوه اجرای آنرا آموزش می‌دهد.

**پودمان پنجم:** با عنوان «آزمایشگاه خاک و بتن» که در آن روش‌های استاندارد آزمایش‌های اولیه خاک و بتن تشریح شده و سپس نحوه اجرای هر آزمایش را مطابق روش‌های استاندارد بررسی می‌کند.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





## مقدمه

به منظور تخمین مقدار مصالح مورد نیاز و برآورد هزینه انجام عملیات اجرایی با استفاده از نقشه‌های مصوب و دفترچه فهرست بها محاسبات انجام می‌شود که به آن متره و برآورد گفته می‌شود که عامل مهمی در تصمیم‌گیری اجرا و یا عدم اجرای هر پروژه عمرانی می‌باشد.

## استاندارد عملکرد

با استفاده از دفترچه فهرست بها و نقشه و دستورالعمل‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، فرم‌های ریزمتره، خلاصه‌متره، برآورد مالی و خلاصه مالی یک ساختمان یک طبقه را تکمیل نماید.

## ۱- تعاریف و کلیات

### ۱-۱- تعریف متره

متره (Metere) واژه‌ای است فرانسوی که معنی آن متر کردن و یا اندازه گرفتن است و در زبان فارسی این لغت بیشتر در علم مهندسی کاربرد دارد و از آن برای متر کردن و یا اندازه گرفتن مقدار مصالح به کاررفته در یک سازه استفاده می‌شود. این سازه می‌تواند ساختمان، راه، پل و غیره باشد. با تعریف فوق اگر ما بتوانیم مقدار مصالح به کاررفته در یک سازه را تعیین کنیم آن سازه را متره نموده‌ایم مثلاً اگر بتوانیم بگوییم که در این دیوار چند مترمکعب آجر مصرف شده و یا اگر بتوانیم بگوییم برای فرش کردن این اتاق چند مترمربع موزاییک یا سنگ مصرف شده. در این حالت می‌گوییم آجرچینی آن دیوار یا سنگ‌فرش آن اتاق را متره کرده‌ایم.

### ۱-۲- تعریف برآورد

با توجه به متره‌ای که انجام شده چنانچه هزینه انجام عملیات اجرایی محاسبه شود به آن برآورد گفته می‌شود. متره و برآورد در یکسری جداول خاص ثبت می‌گردند که جداول صورت وضعیت نامیده می‌شود و شامل جدول ریز متره، خلاصه متره، مالی و ... می‌باشد. این جداول در انتهای این پودمان توضیح داده می‌شود.

### ۱-۳- مترور کیست؟

افرادی که محاسبات مربوط به متره و برآورد را انجام می‌دهند را مترور می‌گویند. مترورها نقش بسیار کلیدی و مهمی در شرکت‌های فنی و مهندسی دارند. فراگیری متره و برآورد برای کلیه مهندسانی که در جایگاه کارفرما، مشاور و یا پیمانکار عمل می‌کنند لازم است.

### ۱-۴- فهرست بها و انواع آن

فهرست بهاها دفترچه‌هایی هستند که هر ساله توسط سازمان برنامه و بودجه کشور در رشته‌ها و رشته‌های مختلف تهیه و پس از طی مراحل قانونی به کلیه دستگاه‌های اجرایی ابلاغ می‌شود. در این فهرست بهاها هزینه‌های انجام کارهای مرسوم در هر رشته بیان شده است. در پروژه‌های دولتی باید از ردیف قیمت‌های این فهرست بهاها جهت برآورد هزینه‌ها استفاده نمود. در این پودمان تنها از فهرست بهای رشته ابنیه سال ۱۳۹۶ استفاده می‌شود.

## ۱-۵- فهرست‌بهای ابنیه

در این فهرست‌بها هزینه کلیه فعالیت‌های ساختمانی و تهیه مصالح مرسوم و رایج در ساختمان‌سازی در فصل‌بندی‌های مجزا ارائه شده است. جهت اندازه‌گیری مقادیر کار با توجه به نوع آن از واحدهایی مانند متر، مترمربع، مترمکعب، دسی مترمکعب یا لیتر، کیلوگرم و یا عدد استفاده می‌شود و در هر ردیف واحد اندازه‌گیری آن ذکر شده است. به‌طور مثال چند مورد از واحدهای اندازه‌گیری مختلف در جدول زیر ذکر شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۲۰۷۰۳	تهیه و نصب قرنیز به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۱ سانتی‌متر از انواع سنگ چینی	متر طول	۶۳,۵۰۰
۲۱۰۱۰۱	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتیمتر، با ۲/۵ سانتیمتر ماسه نرم زیر آن و دوغاب ریزی	مترمربع	۱۷۵,۰۰۰
۰۸۰۱۰۲	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن	مترمکعب	۸۹۶,۵۰۰
۰۸۰۵۰۱	تهیه و اجرای گروت برای زیر بیس پلیت و محل‌های لازم	دسی متر مکعب	۳۱,۵۰۰
۰۹۰۱۰۱	تهیه، ساخت و نصب ستون از یک تیرآهن	کیلوگرم	۲۸,۴۰۰
۱۶۰۳۰۹	تهیه و نصب، درپوش لوله بخاری به قطر ۱۰ سانتیمتر از آهن سفید	عدد	۷۱,۴۰۰

## ۱-۶- سرفصل‌های فهرست‌بهای ابنیه

فهرست‌بهای ابنیه دارای ۲۹ فصل است. این فصل‌ها را می‌توان به ۶ دسته تقسیم‌بندی نمود<sup>۱</sup> که در صفحه بعد ملاحظه خواهید نمود.

## ۱-۷- شماره ردیف‌های فهرست‌بها

جهت استفاده از فهرست‌بها ابتدا باید مطالب مربوط به کلیات که در ابتدای فهرست‌بها است را مطالعه نمود. پس از کلیات فصل‌های فهرست‌بها شروع می‌شود. قبل از استفاده از هر فصل حتماً باید مقدمه آن مطالعه شود تا روش و نکات استفاده از فصل مشخص شود. پس از مقدمه هر فصل، ردیف‌های آن فصل مشخص می‌شود. به‌منظور دسترسی راحت و سریع به ردیف‌های موردنیاز، ردیف‌های هر فصل با یک عدد شش‌رقمی مشخص شده است. این ارقام به ترتیب نشان‌دهنده شماره فصل، شماره گروه و شماره زیرگروه است.

شماره زیرگروه شماره گروه شماره فصل  
XX XX XX

۱- در فهرست‌بهای سال ۹۳ و بعد از آن فصل پانزدهم که مربوط به کارهای آّبست سیمانی بود حذف گردید.



▲ سرفصل های فهرست بهای ابنیه

فصل بیست و یکم. فرش موزاییک  
فهرست بهای واحد پایه رشته ابنیه سال ۱۳۹۶

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۲۱۰۱۰۱	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی متر، با ۲٫۵ سانتی متر ماسه نرم زیر آن و دوغاب ریزی.	مترمربع	۱۷۵,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۲	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر، با ۲٫۵ سانتی متر ماسه نرم زیر آن و دوغاب ریزی.	مترمربع	۱۶۹,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۳	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی متر.	مترمربع	۱۹۵,۰۰۰		
۲۱۰۱۰۴	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر.	مترمربع	۱۸۹,۰۰۰		
۲۱۰۲۰۱	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتی متر.	مترمربع	۲۶۸,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۲	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی متر.	مترمربع	۲۱۰,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۳	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر.	مترمربع	۲۰۴,۵۰۰		
۲۱۰۲۰۴	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی متر.	مترمربع	۲۱۷,۰۰۰		

▲ شماره ردیف های فهرست بها

## ۱-۸- ردیف‌های ستاره‌دار

ردیف‌های فهرست‌بها به نحوی تهیه شده است که اقلام عمومی کارهای رشته ابنیه را پوشش می‌دهد. در مواردی که مشخصات فنی و اجرایی ویژه‌ای مانند بتن با مقاومت بالا نیاز باشد و یا با شرح ردیف‌ها در فهرست‌بها مطابقت ننماید، ردیف جدیدی در انتهای گروه مربوطه ساخته می‌شود و قیمت آن درج می‌گردد. به این ردیف‌های اضافه شده ردیف‌های ستاره‌دار گفته می‌شود. قیمت ردیف‌های ستاره‌دار را مهندس مشاور به روش آنالیز قیمت مشخص می‌کند و پس از تصویب کارفرما در فهرست‌بهای منضم به پیمان با علامت ستاره مشخص می‌شود.

## ۱-۹- دیاگرام ارتباطی عوامل اجرایی

در دیاگرام زیر ارتباط عوامل اجرایی پروژه نمایش داده شده است. مراحلی که با رنگ سبز نمایش داده شده است توسط مترورها انجام می‌شود.



همان‌طور که ملاحظه می‌شود مترورها در قسمت‌های مالی و مهم یک پروژه مشغول به فعالیت هستند.

## ۱-۱۰-۱- برگه‌های صورت وضعیت

برگه‌های صورت وضعیت به طور کلی شامل ریز متره، خلاصه متره، برآورد مالی و خلاصه مالی است. این برگه‌ها با توجه به شرایط پروژه و یا نرم افزارهای کاربردی متره و برآورد ممکن است به شکل‌های مختلفی ارائه شود.

### ۱-۱۰-۱- جدول ریز متره

متروور بر اساس نقشه‌های اجرایی در ردیف‌های جدول زیر متره شرح عملیات، تعداد مشابه، طول، عرض، ارتفاع و یا وزن واحدکار و طول، سطح، حجم و یا وزن کل آنرا درج می‌کند که پس از تأیید نمایندگان پیمانکار و کارفرما این جدول قابل استناد خواهد بود. حاصل محاسبات هر ردیف در قسمت جزئی نوشته می‌شود.

جهت مرتب کردن مقادیر برای استفاده در خلاصه متره، ردیف‌های هر موضوع را با هم جمع کرده و در قسمت کلی آن موضوع نوشته می‌شود.

ریز متره										
ملاحظات	سطح، حجم، وزن			واحد	ارتفاع	عرض	طول	تعداد	شرح عملیات	ش.ب.ع
	کلی	جزئی								
		کسری	اضافی							
									مساحت موزاییک محوطه	*
	۲۱۶	۲۴۰		m <sup>۲</sup>	-	۱۲	۲۰	۱	موزاییک کاری حیاط	۱
			-۲۴	m <sup>۲</sup>	-	۳	۴	-۲	مساحت باغچه‌ها کسر می‌شود	۲

### ۱-۱۰-۲- خلاصه متره

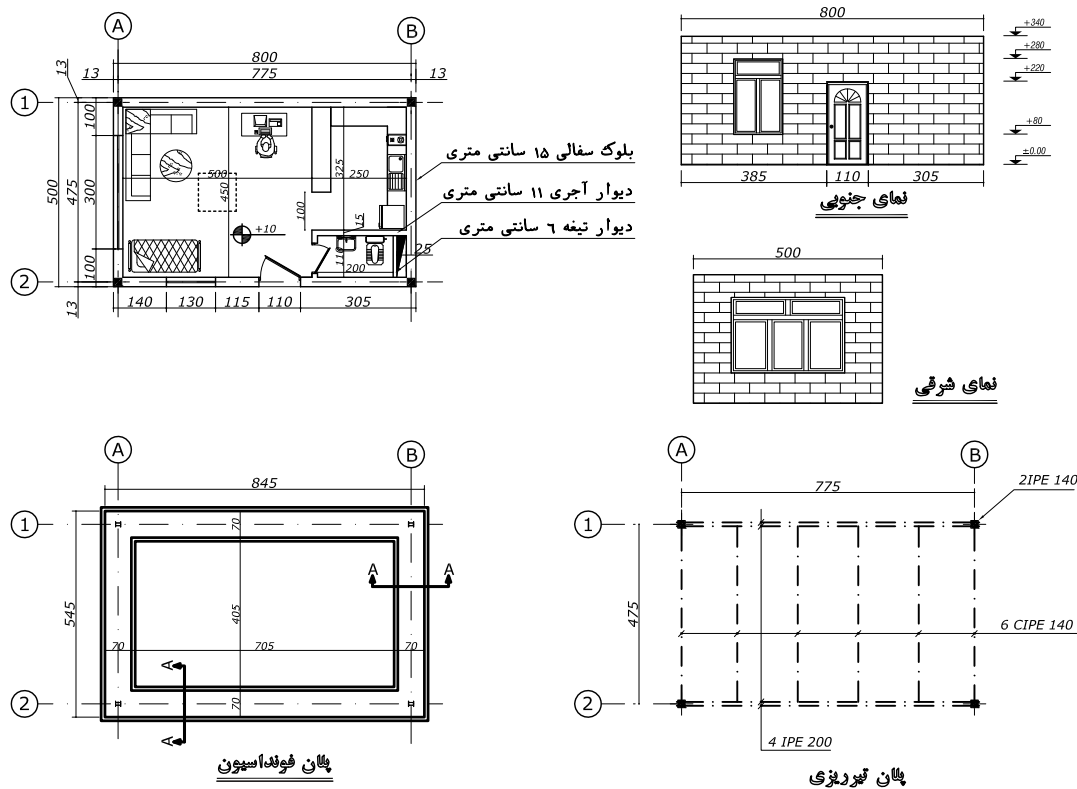
به دلیل حجم بالای برگه‌های ریز متره و مشابه بودن تعداد زیادی از ردیف‌ها، آنها را دسته‌بندی می‌کنند و خلاصه نتایج به دست آمده را در جدول‌هایی به نام خلاصه متره وارد می‌نمایند.

خلاصه متره							
ملاحظات	واحد	مقدار	نقل از ریز متره		شرح عملیات	شماره فهرست بها	ش.ب.ع
			صفحه	ردیف			
	m <sup>۲</sup>	۳/۵۱	-	۲و۱	حجم بتن سقف با مقاومت ۲۰ مگاپاسکال	۰۸۰۱۰۵	۱
	m <sup>۲</sup>	۳۸/۷۲۵	-	۵تا۳	حجم لیسه‌ای کردن سطح بتن سقف	۰۸۰۳۰۸	۲



## ۲- آشنایی با سرفصل‌های فهرست‌بها

در اینجا به صورت مختصر با ۱۲ فصل از ۲۹ فصل فهرست‌بها آشنا می‌شویم. و در مرحله بعد به روش حل مسائل با مثال‌های عملی اشاره می‌شود. مثال‌های حل‌شده در هر فصل مربوط به یک ساختمان نگهدارنده واقع در شهر نیشابور است که چند مورد از نقشه‌های این پروژه به شرح زیر آورده شده است:



## ۲-۱- عملیات تخریب



۱- عملیات تخریب شامل کارهایی مانند بوته کنی و ریشه‌کنی، تخریب ساختمان‌ها و اجزای مختلف ساختمان است.

۲- بابت جمع‌آوری، بارگیری و حمل مصالح ناشی از تخریب تا محلی که آنها را انباشته و یا می‌چینند و مرتب می‌کنند هزینه‌ای به پیمانکار پرداخت نخواهد شد.

۳- هزینه تخریب در این قسمت برای هر ارتفاع، هر عمق، به هر شکل و هر وضع است و قیمت جداگانه‌ای به‌عنوان سختی کار به آن تعلق نمی‌گیرد.





۴- در مواردی که طبق دستور مهندس مشاور، ساختمان‌های خشتی، گلی، آجری، بلوکی و سنگی، با هر نوع سقف (غیر از ساختمان‌های با اسکلت کامل بتنی یا فلزی)، تخریب کلی شوند، بهای آنها برحسب مورد، طبق ردیف‌های ۱۰۳۰۱ و ۱۰۳۰۲ پرداخت می‌شود و قیمت‌های تفکیکی نمی‌تواند برای تخریب ساختمان‌های یادشده، مورد استفاده قرار گیرد.

۵- در ردیف تخریب کلی ساختمان‌ها، قیمت ردیف مربوط برحسب مترمربع زیربنای هر طبقه، پرداخت می‌شود و شامل فونداسیون می‌شود به عبارت دیگر برای تخریب فونداسیون این نوع ساختمان‌ها پرداخت دیگری انجام نمی‌شود.

۶- در تخریب دیوارها و سقف‌ها، به‌طور کلی برای اندود یا پوشش‌های روی دیوار یا زیر سقف پرداخت جداگانه‌ای انجام نمی‌شود.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل تخریب، همراه با ذکر واحد مربوطه و بهای واحد آنها بر اساس فهرست‌بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برای آگاهی بیشتر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۰۱۰۱	بوته‌کنی در زمین‌های پوشیده شده از بوته و خارج کردن ریشه‌های آن از محل عملیات	مترمربع	۱۸۰
۱۰۳۰۱	تخریب کلی ساختمان‌های خشتی، گلی و چینه‌ای، شامل تمام عملیات تخریب	مترمربع	۶۴,۶۰۰
۱۰۳۰۲	تخریب کلی ساختمان‌های آجری، سنگی و بلوکی با ملات‌های مختلف، شامل تمام عملیات تخریب	مترمربع	۳۱۵,۵۰۰
۱۰۴۰۶	تخریب بتن مسلح، با هر عیار سیمان و بریدن میلگرد	مترمکعب	۱,۸۷۰,۰۰۰
۱۰۵۰۳	برچیدن سنگ پله‌ها، یا فرش کف، یا دیوار که با سنگ پلاک اجراشده‌اند همراه با ملات مربوط	مترمربع	۵۳,۴۰۰
۱۰۵۰۵	برچیدن سرامیک یا کاشی لعابی با ملات مربوط و تراشیدن ملات باقیمانده روی دیوار یا کف	مترمربع	۴۸,۲۰۰
۱۰۷۰۱	برچیدن پنجره یا درهای فلزی، همراه با قاب مربوط	عدد	۱۱۹,۵۰۰
۱۰۷۰۵	برچیدن هر نوع اسکلت فلزی ساختمان، برج آب‌فلزی و مانند آن، با هر نوع تیرآهن، ناودانی، نبشی، لوله و ورق و سایر پروفیل‌های فلزی، با هر گونه اتصال	کیلوگرم	۲,۴۵۰
۱۰۸۰۱	برچیدن کاسه ظرفشویی، روشویی پیسوار، بیده، توالت فرنگی، دوش یا آب‌شویه (فلاش تانک)	دستگاه	۸۴,۴۰۰

## ۲-۱-۱- روش حل مسائل تخریب

به طور کلی در حل مسائل متره و برآورد باید مراحل زیر را انجام دهیم:  
 مرحله اول: محاسبه مقدار کار یا عملیات انجام شده مطابق نقشه و یا صورت جلسات کارگاهی  
 مرحله دوم: محاسبه هزینه با استفاده از رابطه :  
 بهای واحد آن کار × مقدار کار انجام شده = هزینه عملیات انجام شده

در حل مسائل متره و برآورد آخرین مرحله محاسبه هزینه است.

نکته

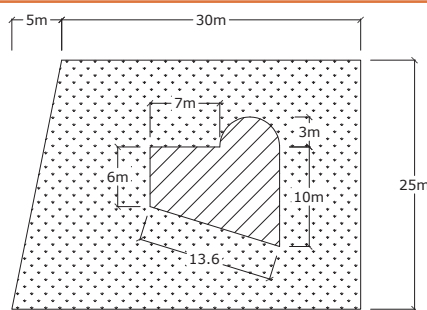


در بحث متره و برآورد ابنیه باید همیشه تمام اندازه‌های طولی را به متر تبدیل کرد به جز چند مورد که در فهرست بها برحسب دسی متر است.

نکته



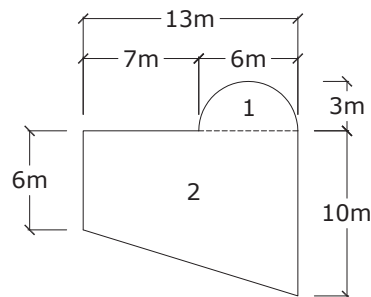
مثال ۱



مطلوب است محاسبه هزینه موارد زیر  
 الف) تخریب ساختمان آجری مطابق نقشه  
 ب) بوته کنی زمین اطراف ساختمان.

حل:

الف)



مرحله ۱) مساحت ساختمان را بدین صورت محاسبه می‌کنیم:

مساحت نیم‌دایره + مساحت دوزنقه = مساحت ساختمان

$$\text{مساحت ساختمان} = \frac{(10+6) \times 13}{2} + \frac{3/14 \times 3^2}{2} = 118/13 \text{ m}^2$$

مرحله ۲) محاسبه هزینه:

$$\text{ریال } 37,270,015 = 118/13 \times 315500 = \text{بهای واحد جدول } 1 \times \text{مساحت ساختمان} = \text{هزینه ردیف } 10302$$

ب)

مرحله ۱) محاسبه مساحت:

مساحت ساختمان - مساحت زمین (دوزنقه) = مساحت بوته کنی

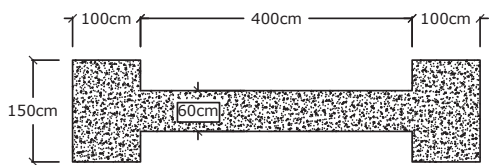
مساحت ساختمان را در قسمت الف به دست آوردیم.

$$\text{مساحت بوته کنی} = \frac{(35+30) \times 25}{2} - 118/13 = 964/37 \text{ m}^2$$

$$\text{ریال } 124,986 = 964/37 \times 180 = \text{بهای واحد} \times \text{مساحت} = \text{هزینه بوته کنی ردیف } 10101$$



مطلوب است محاسبه هزینه تخریب پی و شناژ بتونی مسلح به شکل زیر با عیار بتن « $350 \text{ kg/m}^3$ »<sup>۱</sup>.



عمق پی و شناژ = ۵۰ cm

**حل:** با توجه به جدول ۱ واحد تخریب بتن مسلح با هر عیار، مترمکعب است باید دقت کرد که عیار  $350 \text{ kg/m}^3$  تأثیری در مسئله ندارد، زیرا تخریب بتن مسلح با هر عیاری ۱۸۷۰۰۰۰ ریال برای هر مترمکعب است.

مرحله (۱) محاسبه‌ی حجم: با توجه به این که پی‌ها و شناژ رابط آنها مکعب مستطیل هستند، داریم:

ارتفاع × عرض × طول = حجم مکعب مستطیل

حجم شناژ + حجم یک پی × ۲ = حجم کل

$$\text{حجم کل} = ۲ \times (۱ \times ۱/۵ \times ۰/۵) + ۴ \times ۰/۶ \times ۰/۵ = ۲/۷ \text{ m}^3$$

مرحله (۲) محاسبه هزینه:

$$\text{ریال} = ۵,۰۴۹,۰۰۰ = ۲/۷ \times ۱,۸۷۰,۰۰۰ = \text{بهای واحد} \times \text{حجم کل} = \text{هزینه}$$

## ۲-۲- عملیات خاکی با دست

### ۲-۲-۱- مقدمه



۱- اصولاً عملیات خاکی باید با ماشین انجام شود. در مواردی که حجم عملیات خاکی، خیلی کم باشد یا به دلیل محدودیت‌های محل اجرا، انجام عملیات خاکی با ماشین ممکن نباشد، مانند خاک‌برداری محل‌هایی که در کوچه‌های باریک قرار دارند و امکان ورود ماشین‌آلات به آن قسمت میسر نیست، می‌توان از عملیات خاکی با دست استفاده کرد.

۲- حجم عملیات خاکی بر اساس کار اجرا شده طبق نقشه و مشخصات، دستور کار و صورت‌مجلس‌ها<sup>۲</sup> محاسبه می‌شود و از بابت تغییر حجم ناشی از نشست، تورم یا کوبیدن مصالح هیچ‌گونه پرداختی صورت نمی‌گیرد.

۳- حمل خاک با وسایل دستی، در هر صورت بیش از ۱۰۰ متر قابل قبول نیست. جهت حمل برای مسافت‌های بیشتر باید از ماشین استفاده نمود.

۱- منظور از عیار  $350 \text{ kg/m}^3$  یعنی  $350$  کیلوگرم سیمان در یک مترمکعب بتن وجود دارد.

۲- در صورت مجلس مقدار و حجم عملیات کارهای انجام شده یا نشده مطرح می‌شود. صورت مجلس باید به امضا طرفین برسد. هرگونه پرداخت به پیمانکار از بابت کار انجام شده قبل از تنظیم و ابلاغ صورت مجلس مجاز نیست.

۴- چنانچه یک چاه جهت اجرای شمع حفر شود باید هزینه آنرا از ردیف چاه با اعمال ضریب ۱/۲۰ در نظر گرفت.

۵- هزینه پرداخت عملیات خاکی در زمین‌های مختلف متفاوت است. انواع زمین‌ها بدین صورت طبقه‌بندی می‌شوند:

(۱) لجنی (۲) نرم (۳) سخت (۴) سنگی

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل عملیات خاکی با دست، همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آنها آورده شده است.

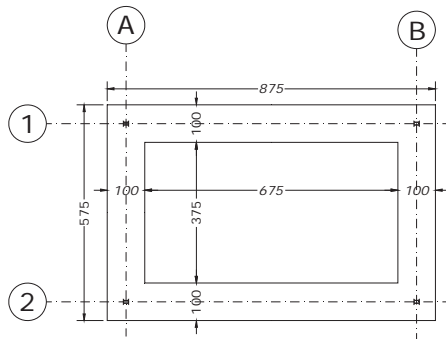
ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۲۰۱۰۲	خاک‌برداری، پی‌کنی، گودبرداری و کانال‌کنی در زمین‌های نرم تا عمق ۲ متر و ریختن خاک‌های کنده‌شده به کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۶۴,۶۰۰
۰۲۰۱۰۳	خاک‌برداری، پی‌کنی، گودبرداری و کانال‌کنی در زمین‌های سخت تا عمق ۲ متر و ریختن خاک‌های کنده‌شده به کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۱۴۷,۰۰۰
۰۲۰۲۰۱	اضافه بها به ردیف‌های ۰۲۰۱۰۲ تا ۰۲۰۱۰۳، هرگاه عمق پی‌کنی، گودبرداری و کانال‌کنی بیش از ۲ متر باشد، برای حجم واقع بین ۲ تا ۴ متر، یک‌بار و برای حجم واقع بین ۴ تا ۶ متر، دو بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۵۲,۱۰۰
۰۲۰۳۰۱	حفر میله چاه به قطر تا ۱/۲ متر و کوره و مخزن با مقاطع موردنیاز در زمین‌های نرم و سخت تا عمق ۲۰ متر از دهانه چاه و حمل خاک‌های حاصله تا فاصله ۱۰ متری دهانه چاه	مترمکعب	۶۹۹,۰۰۰
۰۲۰۳۰۲	اضافه بها نسبت به ردیف ۰۲۰۳۰۱، هرگاه عمق چاه بیش از ۲۰ متر باشد، برای حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر، یک‌بار و برای حجم واقع در ۵ متر دوم، دو بار و برای حجم واقع در ۵ متر سوم، سه بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۹۴,۳۰۰
۰۲۰۵۰۱	تسطیح و رگلاژ سطوح خاک‌ریزی و خاک‌برداری پی‌ها، گودها و کانال‌ها که با ماشین انجام‌شده باشد	مترمربع	۵,۰۰۰

## ۲-۲-۲- اضافه بها

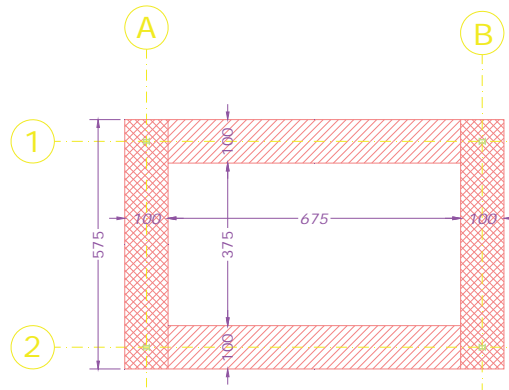
منظور از اضافه بها، پرداخت مبلغی اضافه به بعضی از ردیف‌های فهرست بها است که با توجه به شرایط خاص انجام عملیات، به آن ردیف‌ها تعلق می‌گیرد. مثلاً در مورد حفر چاه باید ابتدا برای تمام حجم حفاری شده مبلغ ردیف ۰۲۰۳۰۱ پرداخت شود سپس برای آن قسمت از حجم حفاری شده چاه که در عمق بیشتر از ۲۰ متر هستند به جهت سختی کار اضافه بهای ردیف ۰۲۰۳۰۲ نیز پرداخت شود.



مطلوب است محاسبه هزینه عملیات خاک‌برداری پی نواری پروژه داده‌شده مطابق نقشه در زمین سخت به عمق ۰/۵ متر.



پلان پی کنی



حل:

مرحله (۱) محاسبه مقدار یا حجم خاک‌برداری:

$$A \text{ و } B \text{ در آکس‌های } A \text{ و } B = 2 \times 5/75 \times 0/5 = 5/75 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم خاک پی در آکس‌های ۱ و ۲} = 2 \times 6/75 \times 1 \times 0/5 = 6/75 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم کل خاک پی} = 5/75 + 6/75 = 12/5 \text{ m}^3$$

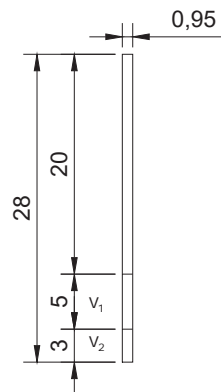
مرحله (۲) محاسبه هزینه:

بهای واحد (جدول ۲)  $\times$  حجم خاک‌برداری = هزینه

$$\text{ریال } 1,837,500 = 12/5 \times 147,000 = \text{هزینه ردیف } 20103$$



قصد داریم یک حلقه چاه به قطر ۹۵ سانتی‌متر و عمق ۲۸ متر برای فاضلاب پروژه اتاق نگهبانی حفر کنیم. مطلوب است محاسبه هزینه حفر چاه.



$$V = \frac{3/14 \times 0/95^2}{4} \times 28 = 19/83 \text{ m}^3 \text{ حجم خاک چاه تا عمق ۲۸ متر}$$

$$V_1 = \frac{3/14 \times 0/95^2}{4} \times 5 = 3/54 \text{ m}^3 \text{ حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر}$$

$$V_2 = \frac{3/14 \times 0/95^2}{4} \times 3 = 2/12 \text{ m}^3 \text{ حجم واقع در ۵ متر دوم (۳ متر)}$$

$$\text{ریال } 13,861,170 = 19/83 \times 699,000 = \text{هزینه حفر چاه ردیف } 20301$$

$$\text{ریال } 733,654 = 3/54 \times 1 \times 943,000 + 2/12 \times 2 \times 943,000 = \text{اضافه بها ردیف } 20302$$

$$\text{ریال } 14,594,824 = 13,861,170 + 733,654 = \text{هزینه کل}$$

نکته

محاسبات فوق به شرح ذیل در برگه‌های صورت‌وضعیت وارد می‌گردد که باید سعی شود در کلیه مسائل این پودمان به این صورت عمل گردد.



## ریز متره

ملاحظات	شماره ردیف فهرس بها	وزن، حجم، سطح		واحد	ارتفاع	عرض	طول	تعداد	شرح عملیات	شماره	
		کلی	جزئی								
			اضافی								کسری
									محاسبه حجم خاک چاه	*	
	۰۲۰۳۰۱	۱۹/۸۳		m <sup>۳</sup>	-	۰/۹۵	۲۸	۱	حجم خاک چاه فاضلاب	۱	
			۳/۵۴	m <sup>۳</sup>	-	۰/۹۵	۵	۱	حجم خاک واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر	۲	
			۴/۲۴	m <sup>۳</sup>	-	۰/۹۵	۳	۲	حجم خاک واقع در ۵ متر دوم مازاد بر ۲۰ متر (۳ متر)	۳	
	۰۲۰۳۰۲	۷/۷۸		m <sup>۳</sup>	-	۳	۴	-۲	حجم قابل استفاده برای محاسبه اضافه بها	۴	

## خلاصه متره

ملاحظات	واحد	مقدار	نقل از ریزمتره		شرح عملیات	شماره فهرست بها	شماره
			صفحه	ردیف			
	m <sup>۳</sup>	۱۹/۸۳	-	۱	حجم خاک چاه فاضلاب	۰۲۰۳۰۱	۱
	m <sup>۳</sup>	۷/۷۸	-	۴	حجم قابل استفاده برای محاسبه اضافه بها	۰۲۰۳۰۲	۲

## برآورد مالی

شماره فهرست بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۲۰۳۰۱	حفر میله چاه به قطر تا ۱/۲ متر و کوره و مخزن با مقاطع موردنیاز در زمین‌های نرم و سخت تا عمق ۲۰ متر از دهانه چاه و حمل خاک‌های حاصله تا فاصله ۱۰ متری دهانه چاه	مترمکعب	۶۹۹,۰۰۰	۱۹/۸۳	۱۳,۸۶۱,۱۷۰
۰۲۰۳۰۲	اضافه بها نسبت به ردیف ۰۲۰۳۰۱، هرگاه عمق چاه بیش از ۲۰ متر باشد، برای حجم واقع در ۵ متر اول مازاد بر ۲۰ متر، یکبار و برای حجم واقع در ۵ متر دوم، دو بار و برای حجم واقع در ۵ متر سوم، سه بار و به همین ترتیب برای عمق‌های بیشتر	مترمکعب	۹۴,۳۰۰	۷/۷۸	۷۳۳,۶۵۴
<b>مجموع</b>					<b>۱۴,۵۹۴,۸۲۴</b>

## ۲-۳- عملیات خاکی با ماشین

### ۲-۳-۱- مقدمه

- ۱- در این بخش انواع زمین‌ها به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:
  - ۱-۱- زمین‌های لجنی: زمین‌هایی هستند که وسایل کار با وزن طبیعی خود به حدی در آن فرورود که انجام کار به سهولت مقدور نباشد.
  - ۲-۱- زمین‌های نرم: زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آنها به وسیله بولدوزر تا قدرت ۱۵۰ اسب بخار یا وسایل مشابه، بدون استفاده از ریپر عملی است.
  - ۳-۱- زمین‌های سخت: زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آنها به وسیله بولدوزر تا قدرت ۳۰۰ اسب بخار یا وسایل مشابه با استفاده از ریپر عملی است.
  - ۴-۱- زمین‌های سنگی: زمین‌هایی هستند که برای کندن آنها مصرف مواد سوزا و منفجره ضروری باشد یا استفاده از ماشین‌آلات سنگین مانند بولدوزر با قدرت بیش از ۳۰۰ اسب بخار الزامی باشد.
- ۲- گود به محلی گفته می‌شود که پس از خاک‌برداری و رسیدن به کف نهایی، از همه جهت پایین‌تر از تراز زمین طبیعی قرار گرفته و عمق متوسط آن بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد. به عبارت دیگر چنانچه عمق ۶۰ سانتی‌متر یا کمتر باشد به آن خاک‌برداری و اگر عمق بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد گودبرداری می‌گویند.



- ۳- ردیف‌های حمل مصالح و یا خاک برای راه‌های آسفالتی در نظر گرفته شده است اما در صورتی که حمل خاک موضوع ردیف ۰۳۰۷۰۳، در راه‌های شنی انجام شود ضریب ۱/۱۵ و اگر در راه‌های ساخته نشده انجام شود، به آن ضریب ۱/۳۰ اعمال می‌گردد.



در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل عملیات خاکی با ماشین را همراه با ذکر واحد و بهای واحد بر اساس فهرست‌بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ملاحظه می‌شود.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۳۰۱۰۱	شخم زدن هر نوع زمین غیر سنگی با وسیله مکانیکی، به عمق تا ۱۵ سانتی‌متر	مترمربع	۵۵۵
۰۳۰۱۰۳	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های نرم با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	مترمکعب	۶,۸۱۰
۰۳۰۱۰۴	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های سخت با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	مترمکعب	۱۴,۰۰۰
۰۳۰۵۰۱	پی‌کنی، کانال‌کنی با وسیله مکانیکی در زمین‌های نرم تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده‌شده در کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۱۹,۰۰۰
۰۳۰۵۰۲	پی‌کنی، کانال‌کنی با وسیله مکانیکی در زمین‌های سخت تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده‌شده در کنار محل‌های مربوط	مترمکعب	۲۹,۷۰۰
۰۳۰۵۰۴	پی‌کنی، کانال‌کنی با چکش هیدرولیکی در زمین‌های سنگی تا عمق ۲ متر و حمل و تخلیه مواد کنده‌شده تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت	مترمکعب	۲۳۶,۰۰۰
۰۳۰۷۰۱	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن	مترمکعب	۱۴,۵۰۰
۰۳۰۷۰۲	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر باشد، به ازای هر ۱۰۰ متر مازاد بر ۱۰۰ متر اول. کسر ۱۰۰ متر به تناسب محاسبه می‌شود	مترمکعب - کیلومتر	۱,۲۷۰
۰۳۰۷۰۳	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۵۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر مازاد بر ۵۰۰ متر اول، برای راه‌های آسفالتی (کسر کیلومتر به نسبت قیمت یک کیلومتر محاسبه می‌شود)	مترمکعب - کیلومتر	۴,۷۳۰

### ۲-۳-۲- روش حل مسائل مربوط به خاک‌برداری با ماشین

مسائل مربوط به خاک‌برداری با ماشین با توجه به مسافت، حداکثر در ۵ مرحله حل می‌شود:

مرحله (۱) محاسبه حجم خاک‌برداری، گودبرداری، پی‌کنی و یا غیره

مرحله (۲) محاسبه هزینه مرحله یک و ریختن خاک‌های کنده‌شده در کنار گود.

بهای واحد (ردیف ۲ تا ۶)  $\times$  حجم خاک = هزینه خاک‌برداری یا ...

مرحله (۳) محاسبه هزینه حمل خاک تا فاصله ۱۰۰ متری

بهای واحد (ردیف ۷)  $\times$  حجم خاک = هزینه حمل تا ۱۰۰ متری

توجه: در این مرحله هزینه یک متر تا ۱۰۰ متر یکسان است.

مرحله (۴) محاسبه هزینه حمل خاک‌ها از فاصله ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر به ازای هر ۱۰۰ متر مازاد بر ۱۰۰ متر اول.

هزینه برحسب تناسب (X)  $\times$  (بهای واحد ردیف ۸)  $\times$  حجم خاک = هزینه حمل از ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر

فاصله	هزینه
۱۰۰	۱۲۷۰
(۱۰۰-۱۰۰ متر تا ۵۰۰)	X

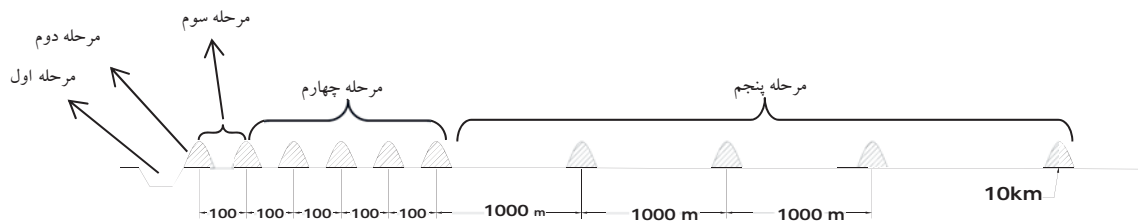


مرحله ۵)

محاسبه هزینه حمل خاک‌ها از فاصله ۵۰۰ متر تا ۱۰۰۰۰ متر (۱۰ km) به ازای هر ۱۰۰۰ متر مازاد بر ۵۰۰ متر اول.

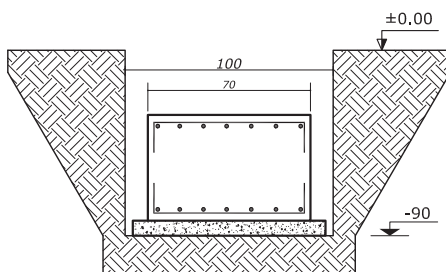
هزینه برحسب تناسب (X) × (بهای واحد ردیف ۹) × حجم خاک = هزینه حمل از ۵۰۰ متر تا فاصله موردنظر

فاصله	هزینه
۱۰۰۰	۴۷۳۰
(۵۰۰- متر تا ۱۰۰۰۰)	X

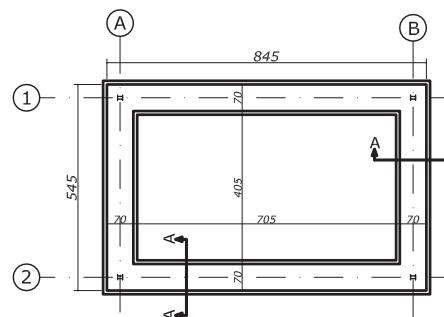


اگر با توجه به جنس زمین (سخت)، این پی را با ماشین به قدرت ۲۵۰ اسب بخار گودبرداری کرده باشیم، هزینه آن و حمل خاک را در حالت‌های زیر محاسبه کنید در صورتی‌که عمق یخبندان ۹۰ سانتی‌متر باشد.

الف) پی کنی با توجه به پلان پی کنی داده شده و حمل خاک به فاصله ۳۷۵ متری (نوع جاده آسفالتی)  
ب) گودبرداری کل محدوده پلان پی کنی و حمل به فاصله ۷۳۰۰ متری. (نوع جاده شنی)



Sec. A-A



پلان فونداسیون

حل: با توجه به مطالب گفته شده نوع زمین سخت است. همچنین عمق پی با توجه به صورت مسئله به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\text{عمق پی} = ۱۰ + ۵۰ + ۹۰ = ۱۵۰ \text{ cm} = ۱/۵ \text{ m}$$

مثال ۵



الف) با توجه به آکس ها حجم خاک را محاسبه می‌کنیم:

فاصله	هزینه
۱۰۰	۱۲۷۰
۲۷۵	X
$X = ۳۴۹۲/۵$	

$$A \text{ و } B \text{ در آکس های } = ۲ \times ۵/۷۵ \times ۱ \times ۱/۵ = ۱۷/۲۵ \text{ m}^۳$$

$$۱ \text{ و } ۲ \text{ در آکس های } = ۲ \times ۶/۷۵ \times ۱ \times ۱/۵ = ۲۰/۲۵ \text{ m}^۳$$

$$\text{حجم کل خاک پی کنی} = ۱۷/۲۵ + ۲۰/۲۵ = ۳۷/۵ \text{ m}^۳$$

$$\text{ریال } ۳۰۵۰۲ \text{ ردیف پی کنی} = ۳۷/۵ \times ۲۹۷۰۰ = ۱,۱۱۳,۷۵۰$$

$$\text{ریال } ۳۰۷۰۱ \text{ متری ردیف } ۱۰۰ \text{ فاصله تا حمل خاک} = ۳۷/۵ \times ۱۴۵۰۰ = ۵۴۳,۷۵۰$$

$$\text{ریال } ۳۰۷۰۲ \text{ متر ردیف } ۳۷۵ \text{ تا } ۱۰۰ \text{ متر از حمل خاک} = ۳۷/۵ \times ۳۴۹۲/۵ = ۱۳۰,۹۶۸/۷۵$$

$$\text{ریال کل} = ۱,۱۱۳,۷۵۰ + ۵۴۳,۷۵۰ + ۱۳۰,۹۶۸/۷۵ = ۱,۷۸۸,۴۶۸/۷۵$$

ب) با توجه به مقدمه این فصل بعد از ۵۰۰ متر باید هزینه حمل را ۱۵ درصد افزایش داد.

فاصله	هزینه
۱۰۰۰	۴۷۳۰
۶۸۰۰	X
$X = ۳۲۱۶۴$	

$$\text{حجم گودبرداری} = ۸/۷۵ \times ۵/۷۵ \times ۱/۵ = ۷۵/۴۷ \text{ m}^۳$$

$$\text{ریال } ۳۰۱۰۴ \text{ ردیف گودبرداری} = ۷۵/۴۷ \times ۱۴۰۰۰ = ۱,۰۵۶,۵۸۰$$

$$\text{ریال } ۳۰۷۰۱ \text{ متری ردیف } ۱۰۰ \text{ فاصله تا حمل خاک} = ۷۵/۴۷ \times ۱۴۵۰۰ = ۱,۰۹۴,۳۱۵$$

$$\text{ریال } ۳۰۷۰۲ \text{ متر ردیف } ۵۰۰ \text{ تا } ۱۰۰ \text{ متر از حمل خاک} = ۷۵/۴۷ \times ۴ \times ۱۲۷۰ = ۳۸۳,۳۸۷/۶$$

$$\text{ریال } ۳۰۷۰۳ \text{ متر ردیف } ۷۳۰۰ \text{ تا } ۵۰۰ \text{ از حمل} = ۷۵/۴۷ \times ۶/۸ \times ۱/۵ \times ۴۷۳۰ = ۲,۷۹۱,۵۲۹/۶$$

$$\text{ریال کل} = ۱,۰۵۶,۵۸۰ + ۱,۰۹۴,۳۱۵ + ۳۸۳,۳۸۷/۶ + ۲,۷۹۱,۵۲۹/۶ = ۵,۳۲۵,۸۱۲$$

### ریزمتره

ملاحظات	شماره ردیف فهرست بها	سطح، حجم، وزن			واحد	ارتفاع	عرض	طول	تعداد	شرح عملیات	نوع
		کلی	جزئی								
			اضافی	کسری							
										حجم خاک گودبرداری پی	*
	۰۳۰۱۰۴	۷۵/۴۷			m <sup>۳</sup>	۱/۵	۵/۷۵	۸/۷۵	۱	حجم خاک گودبرداری	۱

خلاصه متره							
ملاحظات	واحد	مقدار	نقل از ریزمتره		شرح عملیات	شماره فهرست بها	ردیف
			صفحه	ردیف			
	m <sup>۳</sup>	۷۵/۴۷	-	۱	حجم خاک گودبرداری	۰۳۰۱۰۴	۱

برآورد مالی					
بهای کل (ریال)	مقدار	بهای واحد	واحد	شرح عملیات	شماره فهرست بها
۱,۰۵۶,۵۸۰	۷۵/۴۷	۱۴۰۰۰	مترمکعب	خاک‌برداری یا گودبرداری در زمین‌های سخت با هر وسیله مکانیکی، حمل مواد حاصل از خاک‌برداری تا فاصله ۲۰ متر از مرکز ثقل برداشت و توده کردن آن	۰۳۰۱۰۴
۱,۰۹۴,۳۱۵	۷۵/۴۷	۱۴۵۰۰	مترمکعب	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن	۰۳۰۷۰۱
۳۸۳,۳۸۷/۶	۷۵/۴۷ × ۴	۱۲۷۰	مترمکعب	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر باشد، به ازای هر ۱۰۰ متر مازاد بر ۱۰۰ متر اول. کسر ۱۰۰ متر به تناسب محاسبه می‌شود	۰۳۰۷۰۳
۲,۷۹۱,۵۲۹/۶	۷۵/۴۷ × ۶/۸ × ۱/۱۵	۴۷۳۰	مترمکعب - کیلومتر	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۵۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر مازاد بر ۵۰۰ متر اول، برای راه‌های آسفالتی (کسر کیلومتر به نسبت قیمت یک کیلومتر محاسبه می‌شود)	۰۳۰۷۰۱
۵,۳۲۵,۸۱۲	<b>مجموع</b>				

## ۲-۴- قالب‌بندی چوبی و فلزی

### ۲-۴-۱- مقدمه



۱- هزینه تمام قالب‌بندی‌ها باید با استفاده از ردیف‌های قالب‌بندی فلزی برآورد شود، در صورتی که استفاده از قالب چوبی ضروری باشد می‌توان از ردیف‌های مربوط به قالب‌بندی چوبی استفاده کرد.

۲- منظور از تخته نژاد خارجی، چوب‌های روسی یا مشابه آن است. چوب‌های کاج وارداتی معروف به چوب روسی اعم از اینکه چوب‌های یادشده محصول کشور روسیه باشد یا سایر کشورها، تخته نژاد خارجی گفته می‌شود.

۳- برای اندازه‌گیری ارتفاع به‌منظور محاسبه قالب‌بندی

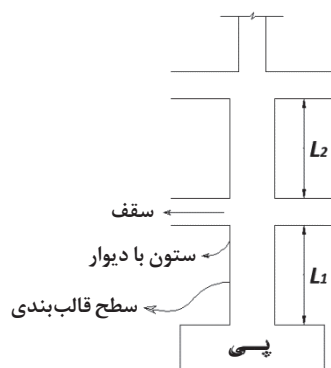
ستون و دیوار برای طبقه هم کف از روی پی محاسبه می‌شود ( $L_1$ ) و در سایر طبقات، نسبت به کف همان طبقه در نظر گرفته می‌شود ( $L_2$ ).

۴- در ردیف‌های قالب‌بندی چوبی منظور از بتن نمایان (اکسپوز)، به بتنی اطلاق می‌شود که تخته‌های قالب‌بندی از لحاظ ابعاد و طرز قرار گرفتن، به‌صورت حکمی باشد.

۵- هزینه رنده و تمیز کردن قالب‌ها، مواد رهاساز (روغن و مانند آن)، سیم و میخ لازم در قیمت‌ها منظور شده است.

۶- در مواردی که طبق نقشه یا دستور کار مهندس مشاور، قالب در کار باقی بماند (قالب گم)، اضافه بهای ۵۵۰۸۰۸ پرداخت خواهد شد.

۷- برای ستون‌ها با مقطع غیر چهارضلعی مانند ستون دایره‌ای شکل یا شش‌ضلعی فلزی باید علاوه بر ردیف ۱-۶۰۳۰۴ ردیف ۱-۶۰۸۰۴ نیز منظور شود.



۱- بدیهی است که قالب گم فقط در قالب‌بندی چوبی استفاده می‌شود.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل قالب‌بندی چوبی همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری مربوط و بهای واحد آن درج شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۵۰۱۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نژاد خارجی، در پی‌ها و شناژهای مربوط به آن	مترمربع	۲۲۶,۵۰۰
۰۵۰۳۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از تخته نژاد خارجی، در ستون‌ها و شناژهای قائم با مقطع چهارضلعی تا ارتفاع حداکثر ۳/۵ متر	مترمربع	۳۵۰,۵۰۰
۰۵۰۸۰۶	اضافه بها برای حکمی بودن قالب‌بندی، با استفاده از تخته نژاد خارجی، برای بتن نمایان (اکسپوز)	مترمربع	۱۴۵,۰۰۰
۰۵۰۸۰۸	اضافه بهای قالب‌بندی، با استفاده از تخته نژاد خارجی، در صورتی که قالب الزاماً در کار باقی بماند (قالب گم‌شده)	مترمربع	۷۵,۶۰۰
۰۶۰۱۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از قالب فلزی در پی‌ها و شناژهای پی	مترمربع	۲۱۸,۵۰۰
۰۶۰۳۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی با استفاده از قالب فلزی در ستون‌ها و شناژهای قائم با مقطع چهارضلعی تا ارتفاع حداکثر ۳/۵ متر	مترمربع	۲۹۷,۵۰۰
۰۶۰۸۰۴	اضافه بها به ردیف ۰۶۰۳۰۱، ولی با مقاطع منحنی و غیر چهارضلعی	مترمربع	۲۰۶,۰۰۰

## ۲-۴-۲- مراحل حل مسائل مربوط به قالب‌بندی

مرحله (۱) محاسبه مساحت قالب‌ها: در مسائلی که پلان داده می‌شود می‌توان از فرمول زیر مساحت دیواره‌های پی، ستون و غیره را به دست آورد.

ارتفاع قالب‌ها × محیط قسمتی که قالب گذاشته شده است = مساحت قالب‌ها (دیواره‌ها)

مرحله (۲) هزینه:

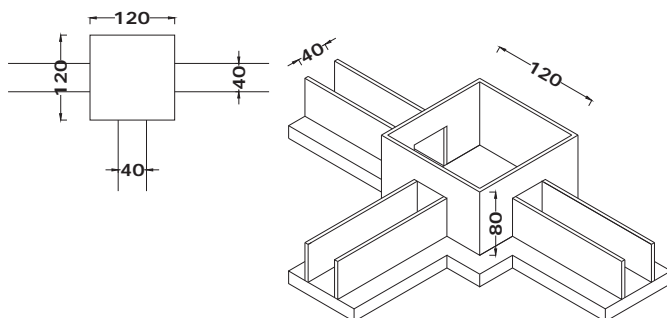
بهای واحد (جدول ۳) × مساحت قالب‌ها = هزینه قالب‌بندی

محل اتصال پی و شناژها قالب‌بندی نمی‌شود زیرا باید آرماتورهای پی و شناژ به هم متصل و کلاف شوند، در نتیجه قالب‌بندی پی دارای سوراخهایی به عرض و ارتفاع شناژ است که باید این مساحت‌ها را از مساحت قالب‌بندی پی کسر کرد.

نکته



مثال ۶



اگر بخواهیم مساحت قالب‌بندی

پی شکل روبه‌رو را محاسبه کنیم

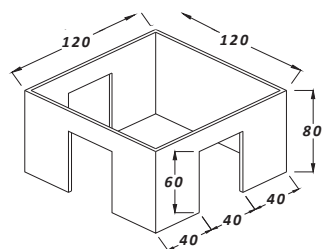
بدین صورت عمل می‌کنیم:

ارتفاع پی ۸۰ cm،

ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰،

ارتفاع شناژ ۶۰ cm،

عرض ۴۰ cm.



**حل:**

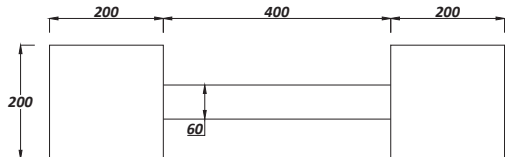
همان طور که ملاحظه می شود پی دارای ۳ سوراخ به شکل روبه رو است با توجه به فرمول فوق داریم:

$$\text{مساحت مفید قالب بندی پی} = (4 \times 1/2 \times 0/8) - (3 \times 0/4 \times 0/6) = 3/12 \text{ m}^2$$

مثال ۷



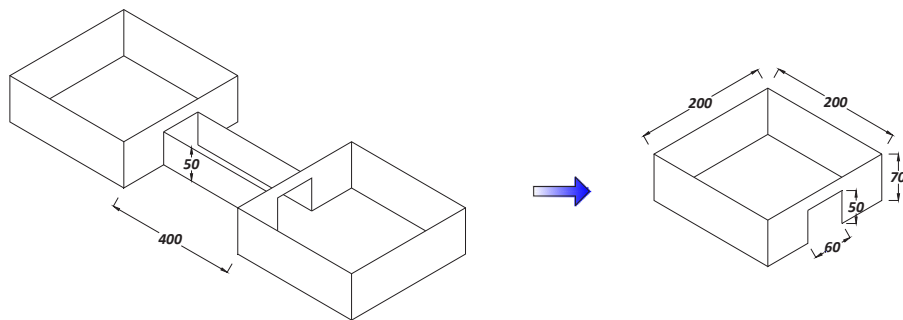
مطلوب است هزینه قالب بندی با استفاده از تخته نراد خارجی شناژ و پی با مشخصات زیر در صورتی که به صورت قالب گم اجرا شود.



ارتفاع پی ۷۰ cm، ارتفاع شناژ ۵۰ cm

**حل:**

مرحله ۱) محاسبه مساحت قالبها: ابتدا مساحت قالبهای پی را به دست می آوریم؛ همان طور که ملاحظه می شود هر پی دارای یک سوراخ  $50 \times 60$  سانتی متری است، زیرا شناژ به آن متصل شده است.



(عرض شناژ  $\times$  ارتفاع شناژ  $\times$  تعداد شناژهای متصل به پی) - ارتفاع  $\times$  محیط پی = مساحت قالب بندی یک پی

$$\text{مساحت قالب بندی یک پی} = 4 \times 2 \times 0/7 - 1 \times 0/5 \times 0/6 = 5/3 \text{ m}^2$$

$$\text{مساحت قالب بندی ۲ پی} = 2 \times 5/3 = 10/6 \text{ m}^2$$

مساحت قالب بندی شناژ: باید مساحت ۲ مستطیل به ابعاد  $4 \times 0/5$  را به دست آوریم.

$$\text{مساحت قالب بندی شناژ} = 2 \times 4 \times 0/5 = 4 \text{ m}^2$$

$$\text{مساحت کل قالب بندی} = 10/6 + 4 = 14/6 \text{ m}^2$$

مرحله ۲) محاسبه هزینه:

$$\text{ریال} = 3,306,900 = 14/6 \times 226,500 = \text{هزینه قالب بندی پی و شناژ ردیف ۵۰۱۰۱}$$

$$\text{ریال} = 1,103,760 = 14/6 \times 75,600 = \text{اضافه بهای قالب گم ردیف ۵۰۸۰۸}$$

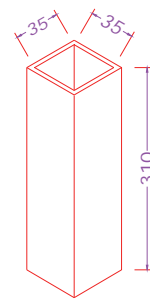
$$\text{ریال} = 4,410,660 = 3,306,900 + 1,103,760 = \text{هزینه کل}$$



هزینه قالب‌بندی برای موارد زیر را به دست آورید.

الف) ۴۸ ستون بتنی با قالب چوبی نراد خارجی به ابعاد مقطع ۳۵×۳۵ سانتی‌متر و به ارتفاع ۳۱۰ سانتی‌متر، اگر قرار باشد ستون‌ها به صورت اکسپوز اجرا شوند.  
 ب) ۱۵ ستون با مقطع دایره با قالب فلزی به قطر ۴۰ سانتی‌متر و با ارتفاع ۳۴۰ سانتی‌متر

حل:  
 الف)



محیط مقطع × ارتفاع ستون = مساحت قالب‌بندی ستون

$$48 \times 310 \times (4 \times 0.35) = 208/32 \text{ m}^2$$

$$\text{ریال } 73,016,160 = 208/32 \times 350,500$$

ردیف ۵۰۳۰۱

$$\text{ریال } 30,206,400 = 208/32 \times 145,000$$

بتن نمایان ردیف ۵۰۸۰۶

$$\text{ریال } 103,222,560 = 73,016,160 + 30,206,400$$

ب)



$$15 \times 340 \times (3/4 \times 0.4) = 64 \text{ m}^2$$

$$\text{ریال } 19,040,000 = 64 \times 297,500$$

$$\text{ریال } 13,184,000 = 64 \times 206,000$$

چهارضلعی ردیف ۶۰۸۰۴

$$\text{ریال } 32,224,000 = 19,040,000 + 13,184,000$$

## ۲-۵- کارهای فولادی با میلگرد

### ۲-۵-۱- مقدمه

۱- بهای واحد ردیف‌های این فصل بر اساس وزن کار انجام خواهد شد که در جدول ۴ بیان شده است. هزینه مربوط به تهیه و مصرف الکتروود، مفتول یا سیم آرماتوربندی، در قیمت‌های ردیف مربوطه محاسبه شده است.

۲- هر یک از ردیف‌های این فصل که اشاره‌ای به نوع فولاد نشده، منظور فولاد نرم St۳۷ است.

۳- میلگردهای مصرفی از نظر تنش جاری شدن به چهار دسته A۱، A۲، A۳، A۴ تقسیم‌بندی می‌شوند. در بتن مسلح به‌جز نوع A۱ انواع دیگر با توجه به شرایط، استفاده می‌شود. بدیهی است که هزینه آن نیز در ردیف‌ها متفاوت است.



۴- مقدار خم میلگردها با توجه به آیین نامه تعیین شده و محاسبه می شود. میلگردها به دو صورت ساخته می شوند:

۱) میلگردهای ساده ( $\emptyset$ )      ۲) میلگردهای آجدار ( $\Phi$ )

میلگردهای ساده در محل هایی که قصد جوشکاری میلگرد را داریم مانند میل مهارهای ضربدری طاق ضربی یا داخل در و پنجره های آلومینیومی جهت استحکام آن ها و غیره استفاده می شود. استفاده از میلگردهای ساده در بتن مسلح توصیه نمی شود، به جز در خاموت های دور پیچ.

۵- جهت محاسبه تعداد خاموت ها عموماً از رابطه زیر استفاده می شود:

$$۱ + \frac{\text{طول خاموت گذاری شده}}{\text{فاصله خاموت ها}} = \text{تعداد خاموت ها}$$



در جدول زیر شرح برخی از ردیف های فصل کارهای فولادی با میلگرد همراه با ذکر واحدهای اندازه گیری مربوطه و بهای واحد آن درج شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۷۰۲۰۱	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر تا ۱۰ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۶,۶۰۰
۰۷۰۲۰۲	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۱۹,۹۰۰
۰۷۰۲۰۳	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۲ به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۱۸,۶۰۰
۰۷۰۲۰۴	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد از نوع A۳ به قطر تا ۱۰ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۶,۸۰۰
۰۷۰۲۰۵	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۳ به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۰,۰۰۰
۰۷۰۲۰۸	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع A۴ به قطر ۱۴ تا ۱۸ میلی متر، برای بتن مسلح باسیم پیچی لازم	کیلوگرم	۲۱,۳۰۰
۰۷۰۶۰۳	تهیه، ساخت و نصب میل مهار دنده شده (بولت) از هر نوع میلگرد، با پیچ و مهره مربوط و کارگذاری در محل های لازم، قبل از بتن ریزی	کیلوگرم	۴۶,۳۰۰



قطر = d			
وزن برای هر متر = G			
d	G	d	G
mm	kg/m	mm	kg/m
6	0.222	20	2.47
8	0.395	22	2.98
10	0.617	25	3.85
12	0.888	28	4.83
14	1.21	32	6.31
16	1.58	36	7.99
18	2.00	40	9.87

### ۲-۵-۲- مراحل محاسبه مسائل این فصل

برای هر نمره از میلگردها می‌توان سه مرحله زیر را انجام داد:

۱- محاسبه طول میلگردها

۲- محاسبه وزن میلگردها

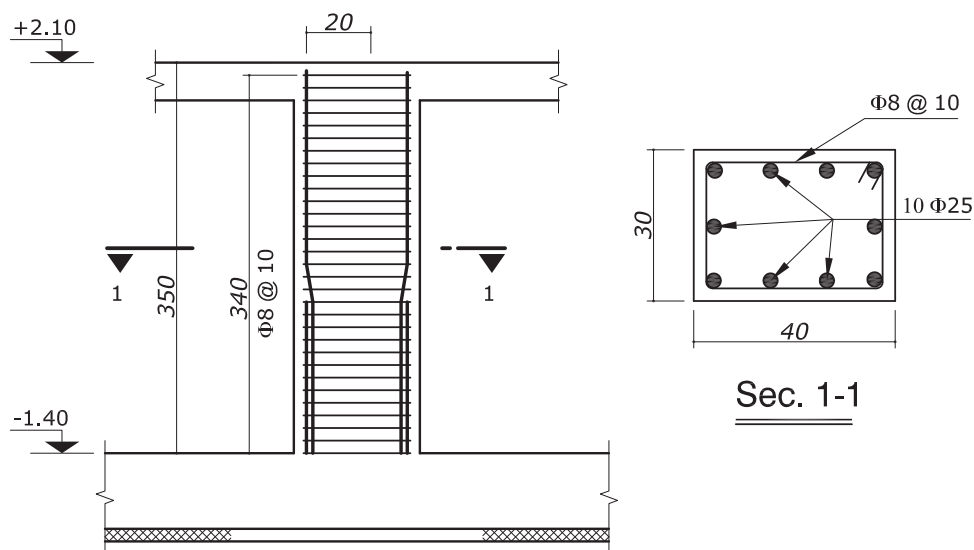
۳- محاسبه هزینه

می‌توان وزن واحد میلگردهای ساده یا آج‌دار را از جدول روبه‌رو استخراج نمود.

مثال ۹



در یک پروژه احداث پارکینگ مسقف ۵۵ ستون با مشخصات زیر اجرا شده است. هزینه تهیه و کار گذاشتن میلگردهای ستون را برآورد کنید. نوع میلگردها AII و طول قلاب‌های خاموت ۱۰ db و پوشش بتن ۲/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود از ریشه‌های انتظار صرف نظر شود.



حل:

ابتدا میل‌گردهای راستا را محاسبه می‌کنیم:

Φ۲۵

$$\text{طول یک میل‌گرد راستا} = 3/4 + 0/2 = 3/6 \text{ m}$$

$$\text{طول ۱۰ میل‌گرد راستا} = 10 \times 3/6 = 36 \text{ m}$$

$$\text{وزن} = 36 \times 3/85 = 138/6 \text{ kg}$$

$$\text{وزن برای ۵۵ ستون} = 55 \times 138/6 = 7623 \text{ kg}$$

$$\text{ریال} = 7623 \times 18,600 = 141,787,800$$

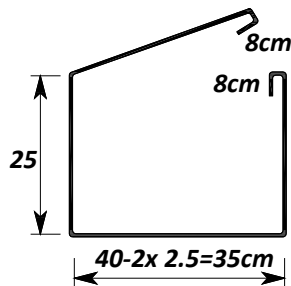
خاموت‌ها: ابتدا تعداد و سپس طول خاموت‌ها را محاسبه می‌کنیم. با توجه به دتایل، ملاحظه می‌شود که در ۳۴۰ سانتی‌متر، خاموت‌ها تقسیم‌شده‌اند.

بدین صورت تعداد خاموت‌ها مشخص می‌شود:

Φ۸

$$\text{تعداد خاموت‌ها} = \frac{\text{طول خاموت گذاری شده}}{\text{فاصله خاموت‌ها}} + 1$$

تذکر: اگر تعداد خاموت‌ها اعشاری به دست آمد باید در جهت ضریب اطمینان تعداد آن به بالا گرد شود.



$$\text{تعداد خاموت‌ها} \Rightarrow n = \frac{3/4}{0/1} + 1 = 35$$

$$\text{طول یک خاموت} = 2 \times (0/35 + 0/25 + 0/8) = 1/36$$

$$\text{طول میلگردهای خاموت} = 35 \times 1/36 = 47/6 \text{ m}$$

$$\text{وزن} = 47/6 \times 0/395 = 18/8 \text{ kg}$$

$$\text{وزن برای ۵۵ ستون } \Phi 8 = 55 \times 18/8 = 1034 \text{ kg}$$

$$\text{ریال} = 1034 \times 26,600 = 27,504,400$$

$$\text{ریال کل} = 141,787,800 + 27,504,400 = 169,292,200$$

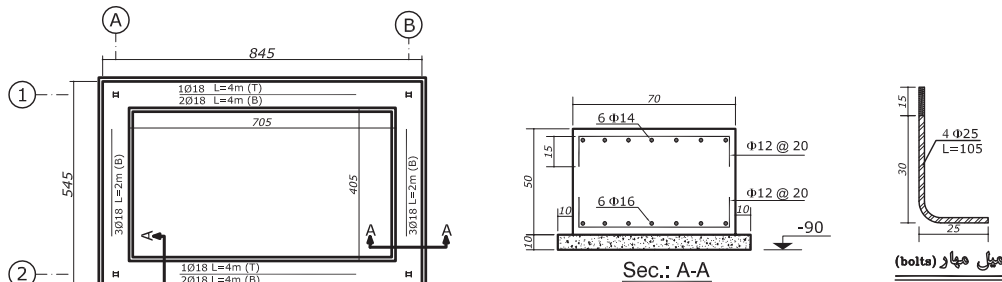
ریز متره											
ملاحظات	شماره ردیف فهرست بها	سطح، حجم، وزن			واحد	ارتفاع	عرض	طول	تعداد	شرح عملیات	ردیف
		کلی	جزئی								
			اضافی	کسری							
	۰۷۰۲۰۳	۷۶۲۳	۳/۸۵		kg		۳/۶	۵۵۰	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	۱	
	۰۷۰۲۰۱	۱۰۳۴	۰/۳۹۵		kg		۱/۳۶	۱۹۲۵	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	۲	

خلاصه متره							
ملاحظات	واحد	مقدار	نقل از ریز متره		شرح عملیات	شماره فهرست بها	ردیف
			صفحه	ردیف			
	kg	۱۰۳۴	-	۱	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	۰۷۰۲۰۱	۱
	kg	۷۶۲۳	-	۱	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	۰۷۰۲۰۳	۱

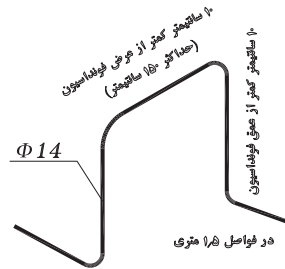
برآورد مالی					
شماره فهرست بها	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۷۰۲۰۱	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلی‌متر	کیلوگرم	۲۶۶۰۰	۱۰۳۴	۲۷,۵۰۴,۴۰۰
۰۷۰۲۰۳	تهیه، بریدن، خم کردن و ... به قطر تا ۱۰ میلی‌متر	کیلوگرم	۱۸۶۰۰	۷۶۲۳	۱۴۱,۷۸۷,۸۰۰
<b>مجموع</b>					<b>۱۶۹,۲۹۲,۲۰۰</b>



پروژه) فونداسیون ساختمان نگهداری به صورت پی نواری اجرا شده است. میلگردهای آن از نوع A۳ و طول قلابها ۱۰ db و پوشش بتن ۵ سانتی متر در نظر گرفته شده است. هزینه اجرای میلگردها را محاسبه کنید. (از طول خم میلگردها صرف نظر شود)

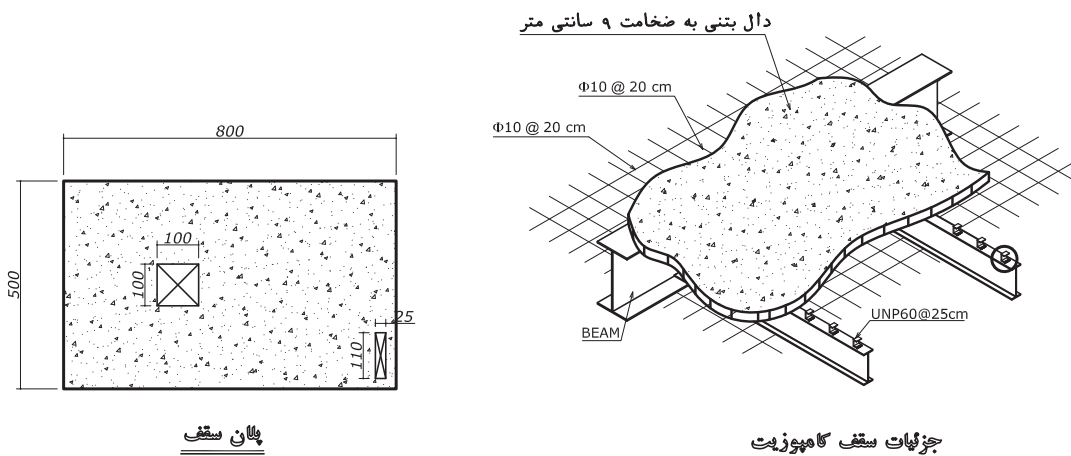


پلان آرماتورگذاری تقویتی پایین و بالا



جزئیات خرک جهت نگهداری آرماتور فوقانی

سقف اتاق نگهداری در پروژه مشخص شده از نوع کامپوزیت به صورت زیر است. مطلوب است محاسبه هزینه میلگردهای حرارتی از نوع AII با جزئیات ذکر شده در نقشه. (انتهای میلگردهای حرارتی قلاب نمی شود)



پلان سقف

جزئیات سقف کامپوزیت

## ۲-۶- بتن درجا

### ۲-۶-۱- مقدمه



۱- هزینه تهیه و اجرای بتن در ردیف‌های مربوط به این فصل، به‌جز عیارهای پایین بتن (عیار ۱۰۰ و ۱۵۰) بر مبنای مقاومت فشاری مشخصه بتن ( $f_c$ ) و بر اساس نمونه استوانه‌ای استاندارد برحسب مگاپاسکال (MPa) پرداخت می‌شود.

۲- هزینه بتن با مقاومت بیش از ۴۰ مگاپاسکال باید بر اساس دستورالعمل اقلام ستاره‌دار برآورد شود.

۳- در تمام ردیف‌های این فصل، منظور از سیمان به‌طور عام سیمان پرتلند است.

۴- هزینه دانه‌بندی مصالح، ساخت بتن به هر روش، حمل بتن از

محل ساخت تا محل مصرف با هر وسیله، ریختن بتن به اشکال مختلف، مرتعش کردن بتن و هرگونه افت ناشی از متراکم کردن بتن، ریخت‌وپاش ناشی از حمل و تخلیه آن، مرطوب نگه‌داشتن بتن و سایر هزینه‌های مربوطه، در بهای ردیف‌ها منظور شده است.

۵- برای اجرای بتن نمایان (بتن اکسپوز) هیچگونه بهایی به‌استثنای هزینه قالب‌بندی خاص آن که در فصل مربوط در نظر گرفته‌شده، پرداخت نمی‌شود.

۶- اگر حجم حفره‌های تعبیه‌شده در بتن، کمتر از ۰/۰۵ مترمکعب باشد، حجم حفره در نظر گرفته نمی‌شود و اگر ۰/۰۵ یا بیشتر باشد باید حجم حفره کسر شود.

۷- ردیف ۰۸۰۳۰۴ به بتن مگر تعلق نمی‌گیرد.

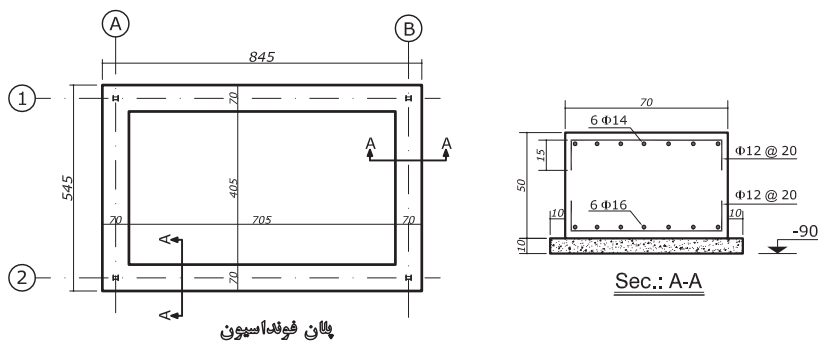
۸- ردیف ۰۸۰۳۱۰ به سقف‌های تیرچه‌بلوک، کامپوزیت و عرشه فولادی تعلق نمی‌گیرد.

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های فصل بتن درجا، همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آن آورده شده است:

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۸۰۱۰۲	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن	مترمکعب	۸۹۶,۵۰۰
۰۸۰۱۰۵	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۲۰ مگاپاسکال	مترمکعب	۱,۰۹۴,۰۰۰
۰۸۰۱۰۶	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۲۵ مگاپاسکال	مترمکعب	۱,۱۵۵,۰۰۰
۰۸۰۱۰۷	تهیه و اجرای بتن با شن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، با مقاومت فشاری مشخصه ۳۰ مگاپاسکال	مترمکعب	۱,۲۳۰,۰۰۰
۰۸۰۳۰۴	اضافه بها به‌ردیف‌های بتن‌ریزی، هرگاه ضخامت بتن برابر ۱۵ سانتی‌متر یا کمتر باشد	مترمکعب	۶۹,۵۰۰
۰۸۰۳۰۸	لیسه‌ای کردن و پرداخت سطوح بتنی در صورت لزوم	مترمربع	۲۹,۸۰۰
۰۸۰۳۱۰	اضافه بها به‌ردیف‌های بتن‌ریزی، در صورت مصرف بتن در بتن مسلح	مترمکعب	۳۴,۱۰۰
۰۸۰۵۰۱	تهیه و اجرای گروت برای زیر بیس پلیت و محل‌های لازم	دسی مترمکعب	۳۱,۵۰۰



پروژه) پی نواری پروژه داده شده با استفاده از بتن با مقاومت مشخصه ۲۵ مگا پاسکال اجرا شده است. هزینه بتن ریزی و اجرای بتن مگر با عیار ۱۵۰ را محاسبه کنید.



حل:

محاسبه هزینه بتن مگر:

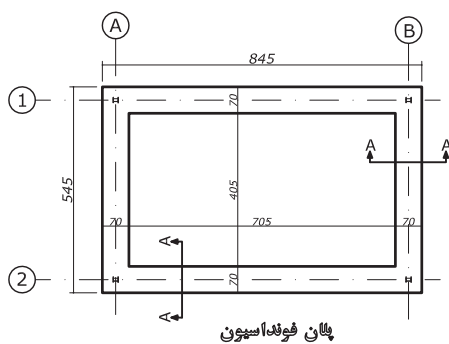
چون بتن مگر از هر طرف پلان پی کنی، ۱۰ سانتی متر بیشتر است، در نتیجه پلان آن به صورت زیر می باشد:

$$B \text{ و } A \text{ در آکس های مگر بتن مگر در آکس های } A \text{ و } B = 2 \times 3/85 \times 0/9 \times 0/1 = 0/693 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم بتن مگر در آکس های } 1 \text{ و } 2 = 2 \times 1/65 \times 0/9 \times 0/1 = 1/557 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم کل بتن مگر} = 1/557 + 0/693 = 2/25 \text{ m}^3$$

$$\text{ریال } 2/25 \times 896,500 = 2,017,125$$



محاسبه هزینه بتن فونداسیون:

$$2 \text{ و } 1 \text{ در آکس های مگر بتن مگر در آکس های } 1 \text{ و } 2 = 2 \times 1/45 \times 0/7 \times 0/5 = 5/915 \text{ m}^3$$

$$B \text{ و } A \text{ در آکس های مگر بتن مگر در آکس های } A \text{ و } B = 2 \times 4/05 \times 0/7 \times 0/5 = 2/835 \text{ m}^3$$

$$\text{ریال } 8/75 \times 1,155,000 = 10,106,250$$

$$\text{ریال اضافه بها بتن مسلح در آکس های مگر} = 8/75 \times 34,100 = 298,375$$

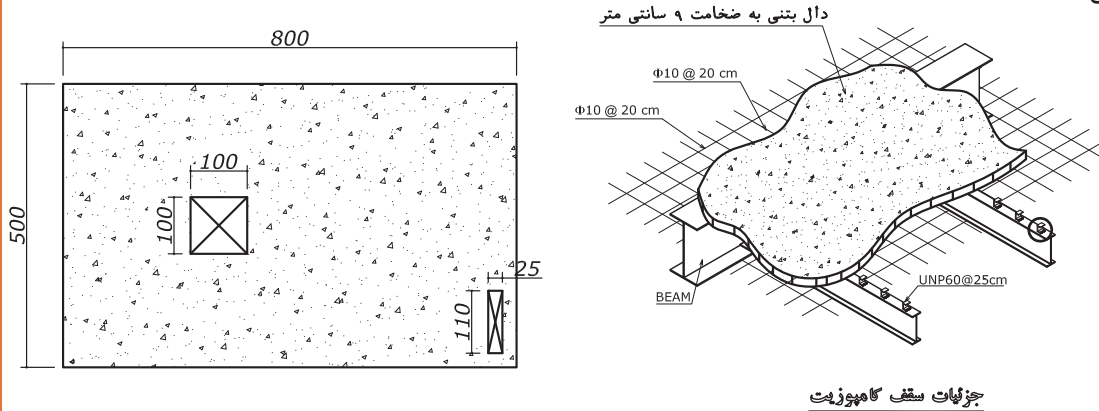
$$\text{ریال کل} = 2,017,125 + 10,106,250 + 298,375 = 12,421,750$$

فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.





سقف پروژه اتاق نگهبانی به صورت کامپوزیت اجرا شده است. بتن با مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و ضخامت ۹ سانتی‌متر با سطح لیس‌های استفاده شده است. مطلوب است هزینه بتن‌ریزی و لیس‌های کردن سطح بتن.



حل:

در مرحله اول حجم بتن‌ریزی را محاسبه می‌کنیم. با توجه به بند ۶ مقدمه داریم:

حجم بتن کسر نمی‌شود  $\Rightarrow 0/05 < 0/02 = 1/1 \times 0/25 \times 0/09 = 0/02$  حجم داکت کوچک‌تر

حجم بتن کسر می‌شود  $\Rightarrow 0/05 > 0/09 = 1 \times 1/1 \times 0/09 = 0/09$  حجم داکت بزرگ‌تر

حجم مفید بتن  $= 0/09 \times (8 \times 5 - 1 \times 1) = 3/51 \text{ m}^3$

ریال  $3/51 \times 1,094,000 = 3,839,940$  هزینه بتن‌ریزی با مقاومت ۲۰ مگا پاسکال از ردیف ۸۰۱۰۵

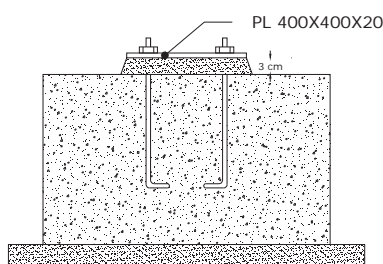
ریال  $3/51 \times 69,500 = 243,945$  اضافه بها برای اجرای بتن با ضخامت کمتر از ۱۵ سانتی‌متر از ردیف ۸۰۳۰۴

مساحت پشت بام  $= 8 \times 5 - 1 \times 1 - 1/1 \times 0/25 = 38/725$

ریال  $38/725 \times 29,800 = 1,154,005$  هزینه لیس‌های کردن سطح بتن ردیف ۸۰۳۰۸

ریال  $3,839,940 + 243,945 + 1,154,005 = 5,237,890$  هزینه کل

فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.



از پروژه در ساختمان نگهبانی شکل زیر ۴ بیس پلیت و گروت به ضخامت ۳ سانتی‌متر اجرا شده است. هزینه اجرای آنرا محاسبه کنید.

حل: حجم گروت باید برحسب دسی مترمکعب محاسبه شود.

حجم گروت  $= 4 \times 4 \times 4 \times 0/3 = 19/2 \text{ dm}^3$

ریال  $19/2 \times 31,500 = 604,800$  هزینه اجرای گروت ردیف

۸۰۵۰۱



برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.

## ۲-۷- کارهای فولادی سنگین

### ۲-۷-۱- مقدمه

در این فصل باید نکات زیر را در نظر گرفت. تیرها و ستون‌هایی که برای ساخت ساختمان استفاده می‌شود، جزو کارهای فولادی سنگین هستند.

۱- فولاد منظور شده در این فصل، فولاد نرم معمولی St۳۷ است.

۲- در ردیف‌هایی که بهای واحد آن‌ها، بر اساس وزن کار صورت می‌گیرد، وزن کار، طبق وزن تئوریک با استفاده از



جدول‌های استاندارد یا جدول‌های کارخانه سازنده پروفیل‌ها، محاسبه و منظور خواهد شد. در قطعات فولادی که عملیات سوراخ‌کاری بابت اتصالات مکانیکی انجام می‌شود، جهت محاسبه وزن قطعات نیازی به کسر این سوراخ‌ها نیست.

۳- در ردیف‌های این فصل هزینه‌های آماده‌سازی برای جوش‌کاری، برشکاری، سنگ‌زدن و مانند آن در ردیف‌ها منظور شده است. همچنین هزینه‌های مربوط به تهیه و مصرف الکتروود در بهای واحد مربوط منظور شده و از این بابت، اضافه بها یا اضافه‌وزن پرداخت نخواهد شد.

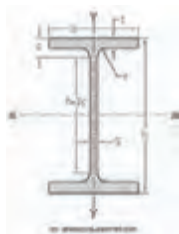
۴- هزینه تهیه کف ستون، برش، سوراخ کردن و اتصالات واسطه بین کف ستون و ستون و جوشکاری‌های مربوط و ساییدن از ردیف ستون پرداخت می‌شود.

۵- منظور از تیرریزی ساده آن است که پروفیل بدون جوشکاری در محل تکیه‌گاه در جای خود نصب شوند؛ مانند نعل درگاه بر روی دیوار بنایی.

۶- تهیه و نصب ستون‌های بافاصله (اصطلاحاً پاباز) با بست‌های افقی یا مایل مشمول ردیف ۹۰۱۰۴ می‌شود.

مشخصات پروفیل‌هایی که به اصطلاح نیم‌رخ نیز نامیده می‌شوند در جداول استاندارد مانند جدول ۷ مشخص شده است. در این جدول فقط از ستون وزن واحد طول (G) استفاده می‌شود. منظور از وزن واحد طول، وزن یک متر از پروفیل است. ستون‌های دیگر این جدول در درس‌های محاسباتی مانند استاتیک و دروس طراحی کاربرد دارد. پروفیل‌های I شکل رایج در صنعت ساختمان ایران IPE می‌باشد که در جدول زیر مشخصات آنها درج شده است. به‌طور مثال هر یک متر از پروفیل IPE ۱۴۰ برابر ۱۲/۹ kg و یک متر IPE ۲۷۰ برابر ۴۵/۹ کیلوگرم وزن دارد.





IPE	b	s	l	r	h-2c	G	J	W	J <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	I <sub>y</sub>	a <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>				
	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	mm				
80	80	46	3.8	5.2	5	10.2	59	7.64	6	80.1	20	3.24	8.49	3.69	1.05	63	12.2
100	100	55	4.1	5.7	7	12.7	74	10.3	8.1	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24	79	14.6
120	120	64	4.4	6.3	7	13.3	93	13.2	10.4	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45	96	16.9
140	140	73	4.7	6.9	7	13.9	112	16.4	12.9	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65	112	19.3
160	160	82	5	7.4	9	16.4	127	20.1	15.8	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	129	21.7
180	180	91	5.3	8	9	17	146	23.9	18.8	1320	146	7.42	101	22.2	2.06	145	24
200	200	100	5.6	8.5	12	20.5	159	28.5	22.4	1940	194	8.26	142	28.5	2.24	162	26.4
220	220	110	5.9	9.2	12	21.2	177	33.4	26.2	2770	252	9.11	205	37.3	2.48	179	29.1
240	240	120	6.2	9.8	15	24.8	190	39.1	30.7	3890	324	9.97	284	47.3	2.6	196	31.8
270	270	135	6.6	10.2	15	25.2	219	45.9	36.1	5790	429	11.2	420	62.2	3.02	220	35.6
300	300	150	7.1	10.7	15	25.7	248	53.8	42.2	8360	557	12.5	604	80.5	3.35	245	39.5
330	330	160	7.5	11.5	18	29.5	271	62.6	49.1	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	270	42.1
360	360	170	8	12.7	18	30.7	298	72.7	57.1	16270	904	15	1040	123	3.79	294	44.7
400	400	180	8.6	13.5	21	34.5	331	84.5	66.3	23130	1160	16.5	1320	146	3.95	326	47.1
450	450	190	9.4	14.6	21	35.6	378	98.8	77.6	33740	1500	18.5	1680	176	4.12	365	49.4
500	500	200	10.2	16	21	37	426	116	90.7	48200	1930	20.4	2140	214	4.31	404	51.8
550	550	210	11.1	17.2	24	41.2	467	134	106	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	442	54
600	600	220	12	19	24	43	514	156	122	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	481	56.5

در جدول زیر شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به کارهای فولادی سنگین همراه با ذکر واحد اندازه‌گیری و بهای واحد آن، آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۰۹۰۱۰۲	تهیه، ساخت و نصب ستون از یک قوطی و یا لوله	کیلوگرم	۳۰,۲۰۰
۰۹۰۱۰۳	تهیه، ساخت و نصب ستون متشکل از دو یا چند تیرآهن یا ناودانی، در صورتی که تسمه و ورق‌های تقویتی و وصله به کار نرفته باشد و به وسیله جوش مستقیماً به یکدیگر متصل شوند	کیلوگرم	۲۷,۵۰۰
۰۹۰۱۰۴	تهیه، ساخت و نصب ستون متشکل از یک یا چند تیرآهن یا ناودانی یا نبشی که وصله‌های اتصال و یا ورق‌های تقویتی در آن به کار رفته باشد، به طور کامل	کیلوگرم	۳۰,۷۰۰
۰۹۰۲۰۱	تهیه و کار گذاشتن تیر ساده (تیرریزی ساده) از یک تیرآهن	کیلوگرم	۲۲,۴۰۰
۰۹۰۲۰۹	تیرریزی داخل تیرهای حمال با تیرآهن به صورت تودلی، به منظور پوشش، با برش و جوشکاری لازم. بهای نبشی و قطعات اتصالی نیز از همین ردیف پرداخت می‌شود	کیلوگرم	۲۶,۶۰۰
۰۹۰۲۱۰	تهیه و نصب تیر حمال متشکل از یک تیرآهن یا ناودانی بدون وصله یا ورق‌های تقویتی، همراه با جوشکاری‌های لازم در محل اتصال با عضو دیگر	کیلوگرم	۲۵,۸۰۰
۰۹۰۲۱۲	تهیه، ساخت و نصب تیر حمال، متشکل از دو یا چند تیرآهن یا ناودانی، در صورتی که ورق‌های اتصال و وصله‌های تقویتی در آن به کار رفته باشد، با برشکاری، جوشکاری و ساییدن همراه با جوشکاری در محل اتصال با عضو دیگر	کیلوگرم	۲۹,۳۰۰
۰۹۰۶۰۱	اضافه بها به ردیف‌های تیر و تیر حمال در صورت تغییر ارتفاع جان تیرآهن به روش لانه‌زنبوری بدون استفاده از ورق برای افزایش ارتفاع جان، با ورق‌های تقویتی لازم، برشکاری، جوشکاری و ساییدن	کیلوگرم	۶,۵۷۰

## ۲-۷-۲- روش حل مسائل کارهای فولادی سنگین

برای هر نمره پروفیل یکبار طول، وزن و هزینه را محاسبه می‌کنیم. پس مراحل حل بدین صورت است:  
مرحله ۱) محاسبه طول پروفیل‌ها

$$\text{طول یک پروفیل} \times \text{تعداد مشابه} = \text{طول}$$

مرحله ۲) محاسبه وزن پروفیل

$$\text{وزن واحد طول (جدول ۸ ردیف G)} \times \text{طول} = \text{وزن}$$

مرحله ۳) محاسبه هزینه

$$\text{بهای واحد (جدول ۸)} \times \text{وزن} = \text{هزینه}$$

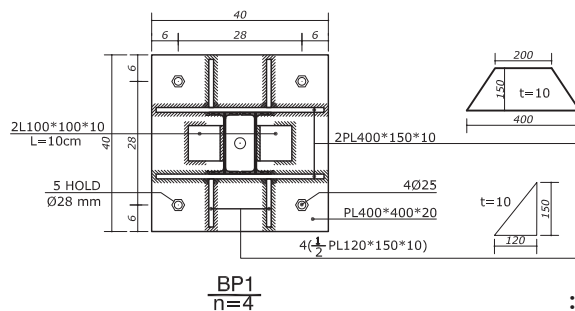
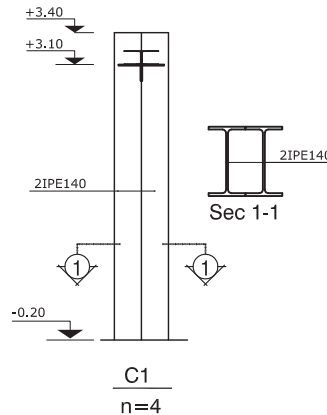
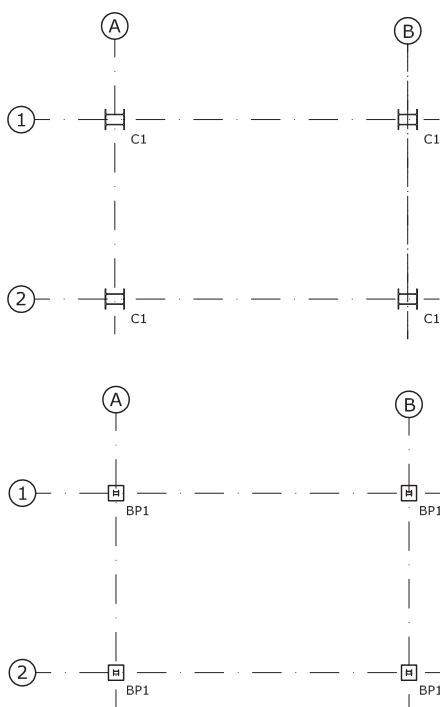
جهت محاسبه وزن ورق‌ها باید ابتدا حجم ورق برحسب مترمکعب محاسبه‌شده و سپس در وزن مخصوص

فولاد یعنی  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 7850$  ضرب نموده تا وزن ورق به دست آید.

مثال ۱۳



در پروژه داده‌شده هزینه اجرای ستون‌ها را به دست آورید. (از اتصالات تیر به ستون صرف‌نظر شود)



حل:

چون تمام موارد از یک ردیف پرداخت می‌شود ابتدا مجموع وزن ستون‌ها، صفحه زیرستون و اتصالات صفحه‌ستون را محاسبه کرده و سپس هزینه را محاسبه می‌کنیم.

برای پروفیل‌ها به ترتیب طول، وزن و هزینه را محاسبه می‌کنیم. هر ستون به صورت دبل اجراشده است. ارتفاع ستون‌ها را می‌توان با توجه به کدهای ارتفاعی آن مشخص کرد.

$$\text{ارتفاع هر ستون} = 0/2 + 3/4 = 3/6 \text{ m}$$

### IPE ۱۴

طول پروفیل‌ها برای ۴ ستون دابل =  $4 \times 2 \times 3/6 = 28/8 \text{ m}$

وزن =  $28/8 \times 12/9 = 371/52 \text{ kg}$

محاسبه وزن صفحه زیرستون‌ها:

PL ۴۰۰ × ۴۰۰ × ۲۰

وزن ۴ صفحه زیرستون =  $4 \times 25/12 = 100/48 \text{ kg}$

محاسبه وزن اتصالات ستون با صفحه زیرستون:

PL ۴۰۰ × ۱۵۰ × ۱۰

وزن یک ورق دوزنقه‌ای شکل =  $7850 \times 0/01 \times \left[ \frac{0/4 + 0/2}{2} \times 0/15 \right] = 3/53 \text{ kg}$

وزن ۸ ورق دوزنقه‌ای شکل برای ۴ صفحه زیرستون =  $8 \times 3/53 = 28/24 \text{ kg}$

$\frac{1}{2}$  PL ۴۰۰ × ۱۵۰ × ۱۰

وزن ۱۶ لچکی برای ۴ صفحه زیرستون =  $16 \times (7850 \times 0/01 \times \frac{0/15 \times 0/12}{2}) = 11/304 \text{ kg}$

L ۱۰۰ × ۱۰۰ × ۱۰

وزن واحد این نبشی با توجه به جدول وزن پروفیل‌ها ۱۵/۱ کیلوگرم است.

طول ۸ نبشی برای ۴ صفحه زیرستون =  $8 \times 0/1 = 0/8 \text{ m}$

وزن =  $0/8 \times 15/1 = 12/08 \text{ kg}$

اکنون وزن کل ستون‌ها به همراه صفحه زیرستون و اتصالات آنرا به دست می‌آوریم:

وزن کل =  $371/52 + 100/48 + 28/24 + 11/304 + 12/08 = 523/624 \text{ kg}$

ریال =  $523/624 \times 27,500 = 14,399,660$  هزینه ردیف ۹۰۱۰۳

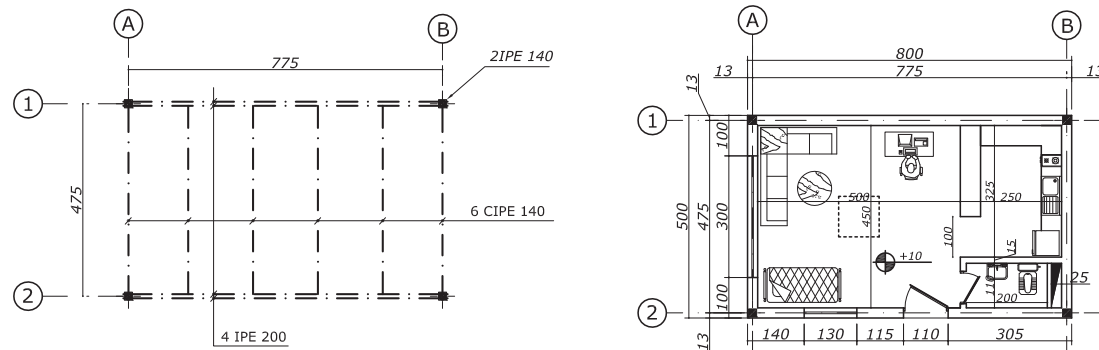
فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نمایید.

فعالیت  
کلاسی ۶



پروژه) ساختمان نگهبانی دارای سقف کامپوزیت است. هزینه تیرریزی سقف و اجرای نعل درگاه‌های آنرا مشخص کنید.

مثال ۱۴



تیرهای نعل درگاه بر روی در ورودی، در سرویس و پنجره کوچک، IPE ۱۲ و بر روی پنجره بزرگ IPE ۱۴ بدون جوشکاری اجرا شده است. نعل درگاه‌ها از هر طرف ۲۵ سانتی‌متر روی دیوار اجرا شده‌اند.

### حل:

برای هر نمره پروفیل طول، وزن و هزینه را محاسبه می‌کنیم. دقت شود تیرهای لانه‌زنبوری<sup>۱</sup> به صورت تودلی و تیرهای IPE ۲۰ حمل می‌باشند.

#### CIPE ۱۴

$$\text{طول پروفیل} = ۶ \times ۴/۷۵ = ۲۸/۵ \text{ m}$$

$$\text{وزن} = ۲۸/۵ \times ۱۲/۹ = ۳۶۷/۶۵ \text{ kg}$$

$$\text{ریال} = ۳۶۷/۶۵ \times ۲۶۶۰۰ = ۹,۷۷۹,۴۹۰$$

$$\text{ریال} = ۳۶۷/۶۵ \times ۶۵۷۰ = ۲,۴۱۵,۴۶۱$$

#### IPE ۲۰

$$\text{طول پروفیل} = ۴ \times ۷/۷۵ = ۳۱ \text{ m}$$

$$\text{وزن} = ۳۱ \times ۲۲/۴ = ۶۹۴/۴ \text{ kg}$$

$$\text{ریال} = ۶۹۴/۴ \times ۲۹,۳۰۰ = ۲۰,۳۴۵,۹۲۰$$

محاسبه هزینه نعل درگاه‌ها:

#### IPE ۱۲

$$\text{طول نعل درگاه روی در ورودی} = ۱/۱ + ۲ \times ۰/۲۵ = ۱/۶ \text{ m}$$

$$\text{طول نعل درگاه در سرویس} = ۰/۸ + ۲ \times ۰/۲۵ = ۱/۳ \text{ m}$$

$$\text{طول نعل درگاه روی پنجره کوچک} = ۱/۳ + ۲ \times ۰/۲۵ = ۱/۸ \text{ m}$$

$$\text{طول کل IPE ۱۲} = ۱/۶ + ۱/۳ + ۱/۸ = ۴/۷ \text{ m}$$

$$\text{وزن نعل درگاه‌های IPE ۱۲} = ۴/۷ \times ۱۰/۴ = ۴۸/۸۸ \text{ kg}$$

#### IPE ۱۴

$$\text{طول نعل درگاه پنجره بزرگ} = ۲ + ۲ \times ۰/۲۵ = ۳/۵ \text{ m}$$

$$\text{وزن نعل درگاه IPE ۱۴} = ۳/۵ \times ۱۲/۹ = ۴۵/۱۵ \text{ kg}$$

$$\text{وزن کل نعل درگاه‌ها} = ۴۸/۸۸ + ۴۵/۱۵ = ۹۴/۰۳ \text{ kg}$$

$$\text{ریال} = ۹۴/۰۳ \times ۲۲,۴۰۰ = ۲,۱۰۶,۲۷۲$$

$$\text{ریال} = ۹,۷۷۹,۴۹۰ + ۲,۴۱۵,۴۶۱ + ۲۰,۳۴۵,۹۲۰ + ۲,۱۰۶,۲۷۲ = ۳۴,۶۴۷,۱۴۳$$

فعالیت کلاسی برای مثال فوق جداول ریزمتره، خلاصه متره و مالی را تشکیل داده و آنها را تکمیل نماید.

فعالیت  
کلاسی ۷



۱- تیرهای لانه زنبوری ساخته شده از پروفیل IPE را با علامت CIPE نمایش می‌دهند.

## ۲-۸- آجرکاری و شفته‌ریزی

### ۲-۸-۱- مقدمه

۱- منظور از ابعاد آجر فشاری در این فصل، حدود  $۵/۵ \times ۱۰ \times ۲۱$  سانتی‌متر است. منظور از ضخامت یک و نیم آجره، حدود ۳۵ سانتی‌متر، یک آجره، حدود ۲۲ سانتی‌متر و نیم آجره، حدود ۱۱ سانتی‌متر است.

۲- حجم حفره یا سوراخ‌های با مقطع کمتر از  $۵/۵$  مترمربع، از حجم آجرکاری یا طاق، کسر نخواهد شد و از بابت ایجاد چنین حفره یا سوراخ‌هایی در آجرکاری‌ها، پرداخت جداگانه‌ای صورت نخواهد گرفت.

۳- هزینه دوغاب‌ریزی روی کارهای آجری، در قیمت‌های واحد مربوط منظور شده و از این بابت پرداخت جداگانه‌ای صورت نمی‌گیرد.

۴- در ردیف‌های مربوط به شفته‌ریزی، تمام هزینه‌های مربوط به اجرای کار، طبق نقشه، ریختن و جا دادن شفته در محل به هر شکل، منظور شده و هیچ‌گونه پرداخت جداگانه‌ای به‌غیر از آنچه به‌صراحت تعیین شده است، انجام نمی‌شود.

۵- کارهای آجری با آجرنسوز، با توجه به نوع آجر و ملات مربوط در هنگام برآورد به‌عنوان ردیف ستاره‌دار پیش‌بینی می‌شود.



در جدول صفحه بعد شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به فصل آجرکاری و شفته‌ریزی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن، آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۱۰۲۰۱	آجرکاری با آجر فشاری به ضخامت یک و نیم آجر و بیشتر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۷۸۵,۰۰۰
۱۱۰۵۰۱	آجرکاری با آجر ماشینی سوراخدار به ابعاد آجر فشاری به ضخامت یک و نیم آجر و بیشتر، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۸۱۰,۰۰۰
۱۱۰۵۰۲	دیوار یک آجره با آجر ماشینی سوراخدار به ابعاد آجر فشاری، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمربع	۴۰۶,۵۰۰
۱۱۰۵۰۳	دیوار نیم آجره با آجر ماشینی سوراخدار به ابعاد آجر فشاری، با ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمربع	۲۱۱,۰۰۰
۱۱۰۵۰۴	تیغه آجری به ضخامت ۵ تا ۶ سانتی متر با آجر ماشینی سوراخدار به ابعاد آجر فشاری، با ملات گچ و خاک	مترمربع	۱۲۳,۰۰۰
۱۱۰۴۰۱	آجرکاری با بلوک سفالی (آجر تیغه‌ای) به ضخامت ۸ تا ۱۱ سانتی متر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۶۲۳,۰۰۰
۱۱۰۴۰۲	آجرکاری با بلوک سفالی (آجر تیغه‌ای) به ضخامت ۱۲ تا ۲۲ سانتی متر و ملات ماسه سیمان ۱:۶	مترمکعب	۱,۵۵۹,۰۰۰
۱۱۰۹۰۱	شفته‌ریزی با خاک محل و ۱۵۰ کیلوگرم آهک شکفته در مترمکعب شفته	مترمکعب	۵۴۶,۵۰۰
۱۱۱۰۰۱	نما چینی با آجر پلاک (دوغابی) با سطح مقطع تا ۱۰ سانتی مترمربع با ملات ماسه سیمان ۱:۵، شامل دوغاب ریزی در پشت آجر	مترمربع	۵۵۱,۰۰۰
۱۱۱۰۰۲	نما چینی با آجر پلاک (دوغابی) با سطح مقطع بیش از ۱۰ سانتی مترمربع با ملات ماسه سیمان ۱:۵، شامل دوغاب ریزی در پشت آجر	مترمربع	۵۹۲,۵۰۰

## ۲-۸-۲- روش حل مسائل

واحد اندازه‌گیری دیوارهای آجری، مترمربع و مترمکعب است. از این دو واحد به‌صورت زیر استفاده می‌شوند.

ضخامت ۲۲ سانتی‌متر و کمتر ← برحسب مترمربع  
ضخامت ۳۵ سانتی‌متر و بیشتر ← برحسب مترمکعب

اگر روی دیواری به‌طور جداگانه ناماسازی شود هزینه ناماسازی برحسب مترمربع و هزینه دیوار جداگانه محاسبه می‌شود.

واحد اندازه‌گیری بلوک‌های سفالی به هر ضخامتی مترمکعب است.

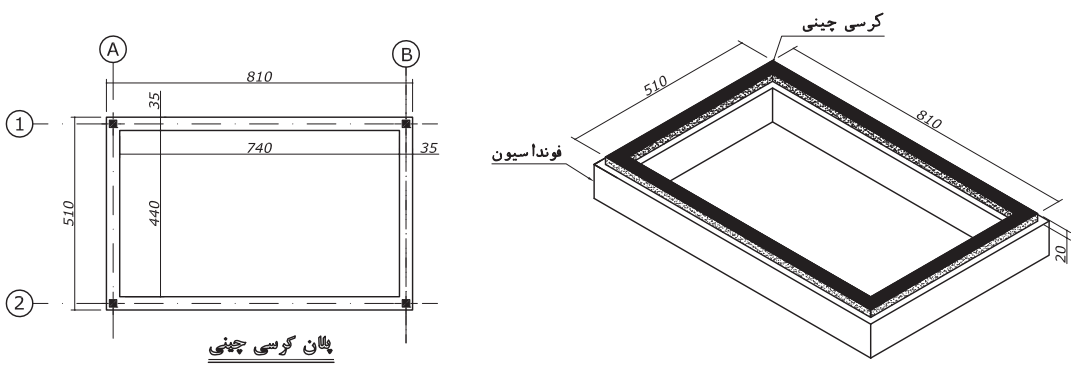
نکته



مثال ۱۵



مثال) زیر دیوارهای ساختمان نگهبانی، کرسی چینی به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت ۳۵ سانتی‌متر با استفاده از آجر فشاری و ملات ماسه و سیمان اجرا شده است. هزینه کرسی چینی را مشخص کنید. از ابعاد ستون‌ها صرف‌نظر شود.



**حل:**

چون ضخامت کرسی چینی ۳۵ سانتی است (یک‌ونیم آجره) پس باید حجم دیوار را محاسبه کنیم.

$B$  و  $A$  های دیوار آکس‌های  $2 \times 5/1 \times 0/35 \times 0/2 = 0/714 \text{ m}^3$

$2$  و  $1$  های دیوار آکس‌های  $2 \times 7/4 \times 0/35 \times 0/2 = 1/036 \text{ m}^3$

حجم کل آجر کرسی چینی  $= 0/714 + 1/036 = 1/75 \text{ m}^3$

ریال  $110201$  هزینه کرسی چینی با آجر فشاری ردیف  $110201 \times 75/1 = 3,123,750$

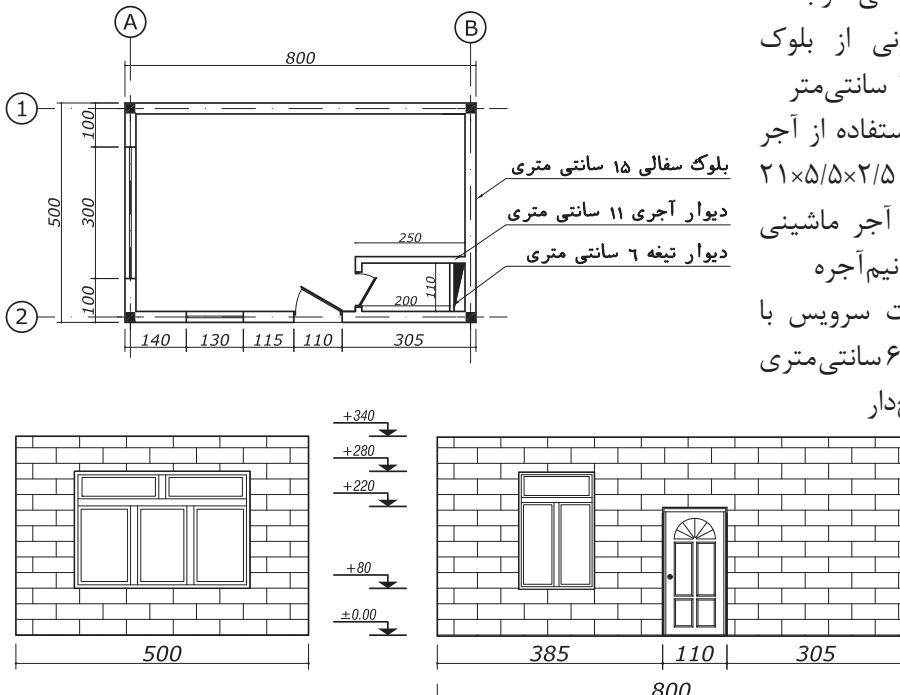
برای ساختمان نگهبانی هزینه موارد زیر را به دست آورید اگر ضخامت سقف ۳۰ سانتی متر و ارتفاع در سرویس ۲۲۰ سانتی متر باشد:

الف) دیوارهای بیرونی از بلوک سفالی به ضخامت ۱۵ سانتی متر

ب) نمای بیرونی با استفاده از آجر پلاک دوغابی به ابعاد  $21 \times 5/5 \times 2/5$

ج) دیوار سرویس از آجر ماشینی سوراخ‌دار به ضخامت نیم آجره

د) دیوار جلوی داکت سرویس با استفاده از تیغه آجر ۶ سانتی متری از آجر ماشینی سوراخ‌دار



**نمای شرقی**

**نمای جنوبی**

فعالیت  
کلاسی ۸



## ۲-۹- عایق کاری رطوبتی

### ۲-۹-۱- مقدمه

- ۱- در عایق کاری رطوبتی، مقدار همپوشانی باید به میزان درج شده در نقشه‌ها و مشخصات فنی باشد و در صورتی که در نقشه و مشخصات فنی اندازه آن تعیین نشده باشد، ۱۰ سانتی متر اجرا شود.
- ۲- مبنای اندازه‌گیری و پرداخت هزینه، سطح ظاهری عایق کاری شده، طبق ابعاد درج شده در نقشه‌ها و صورت جلسه‌هاست. هزینه همپوشانی در ردیف‌های این فصل منظور شده است.
- ۳- قیمت‌های واحد ردیف‌های این فصل، برای انجام کار در تمام سطوح، اعم از افقی، قائم، مورب، منحنی و مانند آن است و هیچ‌گونه اضافه بهایی بابت صعوبت، عمق، انحنا و مانند آن، به جز آنچه به‌صراحت مشخص شده است، قابل پرداخت نیست.
- ۴- مقدار قیر مورد مصرف در ردیف‌های این فصل، برای یک مترمربع عایق کاری رطوبتی، به ترتیب برابر است با:
  - ۱-۴. اندود قیری ردیف ۱۳۰۱۰۱، ۲ کیلوگرم.
  - ۲-۴. دو قشر اندود قیر با یک‌لایه گونی (یک قشر قیر و گونی)، ۳/۵ کیلوگرم.
  - ۳-۴. سه قشر اندود قیر با دولایه گونی (دو قشر قیر و گونی)، ۵ کیلوگرم.
  - ۴-۴. چهار قشر اندود قیر با سه لایه گونی (سه قشر قیر و گونی)، ۶/۵ کیلوگرم.
- ۵- منظور از سایر سطوح در ردیف‌های این فصل، سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌هاست. شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به عایق کاری رطوبتی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

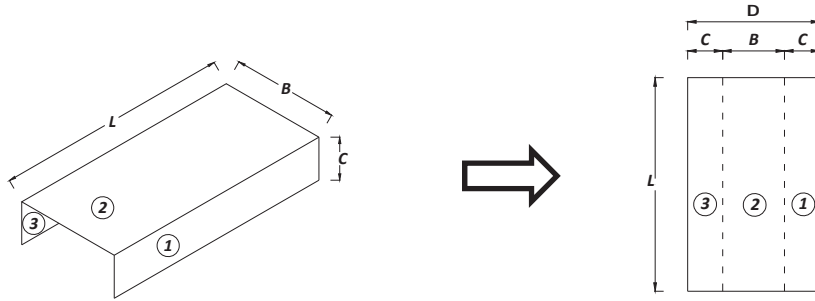
ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۳۰۱۰۱	عایق کاری رطوبتی با یک قشر اندود قیر	مترمربع	۳۴,۹۰۰
۱۳۰۲۰۱	عایق کاری رطوبتی، با دو قشر اندود قیر و یک‌لایه گونی برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۲۲,۰۰۰
۱۳۰۲۰۲	عایق کاری رطوبتی، با دو قشر اندود قیر و یک‌لایه گونی برای سایر سطوح	مترمربع	۱۱۲,۵۰۰
۱۳۰۲۰۳	عایق کاری رطوبتی، با سه قشر اندود قیر و دولایه گونی برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۹۹,۰۰۰
۱۳۰۲۰۴	عایق کاری رطوبتی، با سه قشر اندود قیر و دولایه گونی برای سایر سطوح	مترمربع	۱۸۲,۵۰۰
۱۳۰۳۰۳	عایق کاری رطوبتی، با عایق پیش‌ساخته درجه یک متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو <sup>۱</sup> به ضخامت ۴ میلی‌متر، به انضمام قشر آستر برای سطوح حمام‌ها، توالت‌ها و روی پی‌ها	مترمربع	۱۱۲,۰۰۰
۱۳۰۳۰۴	عایق کاری رطوبتی، با عایق پیش‌ساخته درجه یک متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو به ضخامت ۴ میلی‌متر، به انضمام قشر آستر برای سایر سطوح	مترمربع	۱۰۰,۵۰۰
۱۳۰۳۰۵	اضافه بها به ردیف‌های ۱۳۰۳۰۲ و ۱۳۰۳۰۴ در صورت استفاده از عایق پیش‌ساخته درجه یک فویل دار متشکل از قیر و الیاف پلی‌استر و تیشو و روکش آلومینیومی مطابق مشخصات فنی	مترمربع	۲,۸۸۰

۱- در اصطلاح رایج و تجاری، همان «یزوگام» است.



### ۲-۹-۲- عایق‌کاری روی کرسی چینی یا پی

محاسبه مساحت عایق‌کاری: جهت محاسبه عایق روی کرسی چینی یا پی توصیه می‌شود کاغذی را به شکل زیر تا کنید، این کاغذ مانند عایقی است که روی کرسی چینی اجرا شده است اکنون برای محاسبه مساحت، آنرا مانند شکل زیر باز کنید.



همان‌طور که ملاحظه می‌شود به‌سادگی می‌توانیم مساحت این مستطیل را به صورت زیر محاسبه کنیم:

روش اول که بیشتر توصیه می‌شود:

$$\text{مساحت عایق کاری} = L \times (C + B + C) = L \times D$$

روش دوم:

$$\text{مساحت عایق کاری} = \text{مساحت مستطیل ۱} + \text{مساحت مستطیل ۲} + \text{مساحت مستطیل ۳}$$

$$\text{مساحت عایق کاری} = L \times C + L \times B + L \times C$$

مثال ۱۶



با توجه به شکل هزینه اجرای عایق‌کاری رطوبتی روی کرسی چینی را در صورتی که طول دیوار ۵ متر باشد محاسبه نمایید. (از ۲ قشر اندود قیروگونی استفاده شده است)

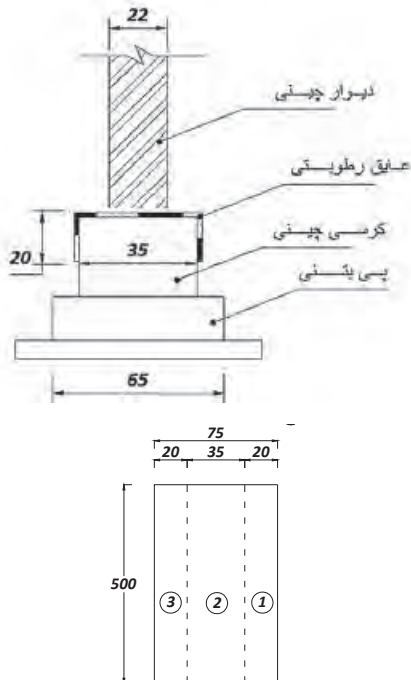
حل:

مرحله ۱) محاسبه هزینه عایق‌کاری: با توجه به توضیحات داده‌شده اگر عایق رطوبتی را باز کنیم به شکل یک مستطیل است، مساحت آنرا محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مساحت عایق کاری} = ۵ \times ۰/۷۵ = ۳/۷۵ \text{ m}^۲$$

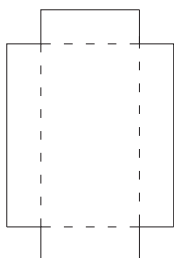
مرحله ۲) محاسبه هزینه: با توجه به جدول ۱۰ ریال  $۳/۷۵ \times ۱۹۹,۰۰۰ = ۷۴۶,۲۵۰$

عایق‌کاری ردیف ۱۳۰۲۰۳



## ۲-۹-۳- عایق کاری سرویس‌ها (حمام، توالت، آشپزخانه و...)

در عایق‌کاری سرویس‌ها باید علاوه بر کف آنها، حداقل به اندازه ۱۰ cm عایق کاری را روی دیوارهای پیرامون سرویس ادامه داد.



**محاسبه عایق کاری سرویس‌ها:** برای تفهیم بهتر سطح عایق‌کاری یک سرویس بهتر است آن را با کاغذ مدل‌سازی کنیم. برای این کار یک کاغذ مربع یا مستطیل را بردارید و مانند شکل مقابل به اندازه یک مربع از چهارگوشه آن جدا کنید.

سپس از محل‌هایی که به صورت خط چین نمایش داده شده است تا کنید، در این حالت شکل عایق کاری کف یک سرویس به دست می‌آید. اکنون برای محاسبه عایق کاری کف این سرویس دو روش وجود دارد:

### روش اول:

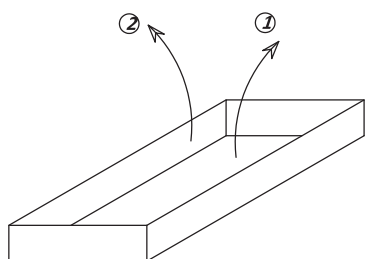
برای حالتی که ارتفاع عایق کاری روی دیوارها ثابت است:

عایق کاری سرویس، شامل عایق کاری کف سرویس و دیوارهای آن است. عایق کاری کف می‌تواند مربع، مستطیل و ... باشد که به سادگی مساحت آن مطابق نقشه به دست می‌آید. عایق کاری روی دیوارها را نیز با توجه به فرمولی که قبلاً گفته شد، یعنی (ارتفاع × محیط = مساحت دیوارها) می‌توان محاسبه نمود.

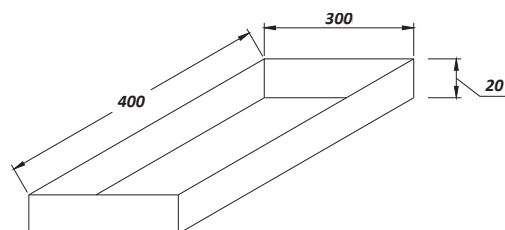
قسمت ۱:

قسمت ۲:

دیوارها + کف سرویس = مساحت عایق کاری



یک آشپزخانه به ابعاد ۴ × ۳ متر عایق کاری شده است اگر از عایق پیش‌ساخته با ضخامت ۴ میلی‌متر استفاده شده باشد و به اندازه ۲۰ cm روی دیوارها ادامه یافته باشد هزینه عایق کاری را مشخص کنید.



حل:

با توجه به فرمول داده شده در بالا داریم:

$$14/8 \text{ m}^2 = 3 \times 4 + 2(3 + 4) \times 0/2 = \text{مساحت عایق کاری دیوارها} + \text{مساحت عایق کاری کف سرویس} = \text{مساحت عایق کاری}$$

$$112,000 \times 14/8 = 1,657,600 = \text{هزینه عایق کاری پیش‌ساخته به ضخامت ۴ میلی‌متر ردیف}$$

۱۳۰۳۰۳

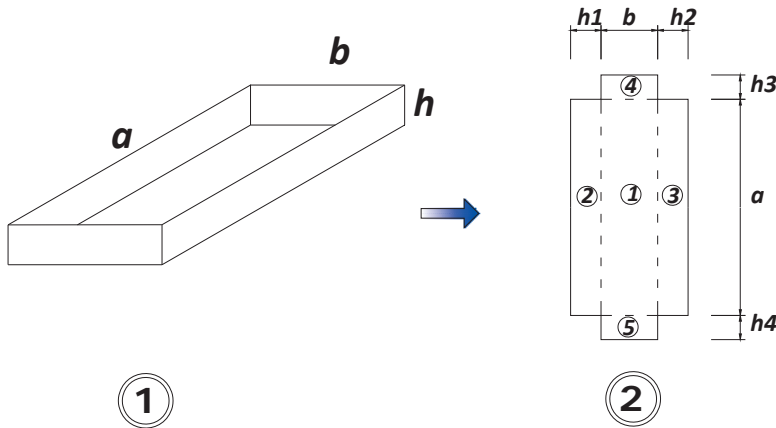
مثال ۱۷



روش دوم:

ارتفاع عایق کاری روی دیوارها مساوی نیست:

همان‌طور که در صفحه قبل توضیح داده شد می‌توانیم عایق کاری یک سرویس را با کاغذی مانند شکل ۱ بسازیم. اکنون شکل ۱ را باز می‌کنیم تا به شکل ۲ تبدیل شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود می‌توانیم به‌سادگی مساحت ۵ مستطیل موجود را محاسبه کنیم تا مساحت کل عایق کاری مشخص شود.

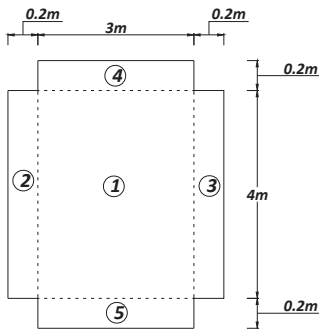


مساحت مستطیل ۵ + مساحت مستطیل ۴ + مساحت مستطیل ۳ + مساحت مستطیل ۲ + مساحت مستطیل ۱ = مساحت عایق سرویس

$$= a \times b + a \times h_1 + a \times h_2 + b \times h_4 + b \times h_4$$

مساحت عایق کاری سؤال قبل را به روش دوم حل کنید.

مساحت مستطیل ۵ + مساحت مستطیل ۴ + مساحت مستطیل ۳ + مساحت مستطیل ۲ + مساحت مستطیل ۱ = مساحت عایق سرویس



مساحت عایق کاری

$$= 3 \times 4 + 4 \times 0.2 + 4 \times 0.2 + 3 \times 0.2 + 3 \times 0.2 = 14.8 \text{ m}^2$$

یا

$$= 3 \times 4 + 2 \times 4 \times 0.2 + 2 \times 3 \times 0.2 = 14.8 \text{ m}^2$$

مثال ۱۸



نکته

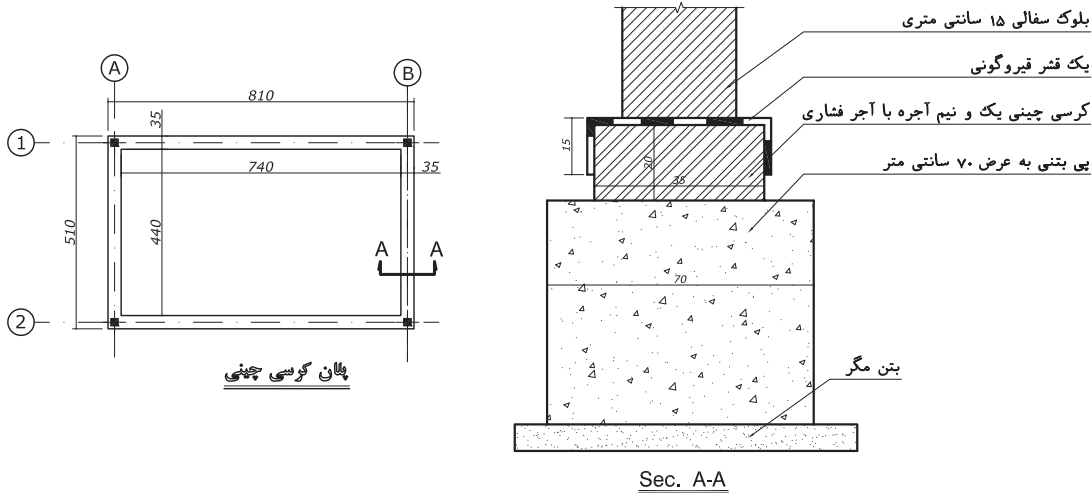


اگر پشت‌بام دارای جان‌پناه باشد عایق کاری بر روی دیوارهای عمودی کشیده می‌شود (شکل سمت چپ) و اگر جان‌پناه نداشته باشد عایق کاری بر روی دیوارها به سمت پایین ادامه می‌یابد (شکل سمت راست) در هر ۲ حالت مانند سرویس‌ها محاسبه می‌شود.

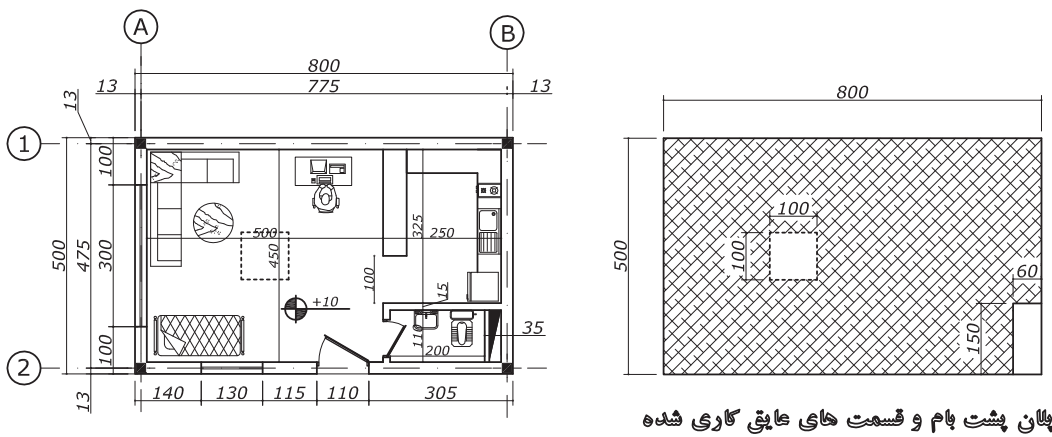




پروژه) در پروژه اتاق نگهداری چنانچه روی کرسی چینی را یک قشر قیروگونی اجرا کرده باشیم هزینه آنرا محاسبه کنید. عایق کاری طبق جزئیات از هر طرف ۱۵ سانتی متر روی دیواره کرسی چینی ادامه پیدا کرده است. (از ابعاد ستون‌ها صرف نظر شود).



هزینه عایق کاری‌های زیر را برای ساختمان نگهداری مشخص کنید:  
الف) عایق کاری دستشویی با استفاده از عایق پیش‌ساخته ۴ میلی‌متری اگر روی دیواره‌ها ۴۰ سانتی متر ادامه پیدا کرده باشد. (در قسمت درب ۱۰ سانتی متر)  
ب) عایق کاری آشپزخانه با استفاده از عایق پیش‌ساخته درجه یک ۴ میلی‌متری اگر روی دیواره‌ها ۳۰ سانتی متر ادامه پیدا کرده باشد.  
ج) عایق کاری پشت‌بام اگر ابتدا یک لایه قیر و سپس یک لایه عایق پیش‌ساخته درجه یک ۴ میلی‌متری با استفاده از روکش آلومینیم اجرا شده باشد. عایق کاری ۱۵ سانتی متر بر روی دیوار به سمت پایین ادامه پیدا کرده است. در قسمت نورگیر و داکت نیز ۱۵ سانتی متر عایق کاری ادامه پیدا کرده است.



## ۲-۱۰- اندودکاری و بندکشی

### ۲-۱۰-۱- مقدمه

- ۱- در اندودکاری‌ها، سطح کاری که از اندود پوشیده می‌شود اندازه‌گیری شده و برای سختی اجرای پخی، نبش‌ها و یا چفت‌ها، به‌جز آنچه در ردیف‌ها پیش‌بینی شده، اضافه قیمتی پرداخت نمی‌شود.
  - ۲- برای زخمی کردن سطح (غیر از سطوح بتنی و بتن مسلح) به‌منظور اندودکاری روی آن‌ها، هیچ‌گونه پرداختی انجام نمی‌شود.
  - ۳- در اندودکاری، سطوح مورب یا قوسی که با سطح قائم، زاویه ۳۰ درجه یا کمتر را تشکیل می‌دهد جزو سطوح قائم و در غیر این صورت، جزو سطوح افقی محسوب خواهد شد.
  - ۴- در بندکشی‌ها، سطح نهایی که بندکشی می‌شود اندازه‌گیری خواهد شد و سطح سوراخ‌هایی که هرکدام از ۱/۰ مترمربع کمتر باشد، از سطح بندکشی کسر نخواهد شد.
  - ۵- واحد اندازه‌گیری در این فصل متر و مترمربع است.
- شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به اندودکاری و بندکشی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۱۸۰۲۰۱	شمه‌گیری سطوح قائم و سقف‌ها، با ملات گچ و خاک	مترمربع	۲۴,۹۰۰
۱۸۰۲۰۲	اندود گچ و خاک به ضخامت تا ۲/۵ سانتی‌متر، روی سطوح قائم	مترمربع	۷۱,۱۰۰
۱۸۰۲۰۳	اندود گچ و خاک به ضخامت تا ۲/۵ سانتی‌متر، برای زیر سقف‌ها	مترمربع	۹۶,۶۰۰
۱۸۰۲۰۴	سفیدکاری روی سطوح قائم و پرداخت آن با گچ کشته	مترمربع	۶۶,۴۰۰
۱۸۰۲۰۵	سفیدکاری زیر سقف‌ها و پرداخت آن با گچ کشته	مترمربع	۸۷,۷۰۰
۱۸۰۲۰۶	در آوردن چفت در سطوح گچ کاری	مترمربع	۹,۸۰۰
۱۸۰۳۰۴	اندود سیمانی به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر، روی سطوح قائم، با ملات ماسه سیمان ۱:۴	مترمربع	۹۲,۰۰۰
۱۸۰۳۰۸	اندود سیمانی با ملات ماسه سیمان ۱:۴ به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر، روی سطوح افقی	مترمربع	۷۴,۵۰۰
۱۸۰۳۱۷	اضافه بها برای اندودهای با ملات ماسه سیمان یا باتارد، در صورتی که سطح روی آن لیس‌های و پرداخت شود	مترمربع	۱۱,۷۰۰
۱۸۰۴۰۱	اندود تخته‌ماله‌ای (قشر رویه) در یک‌دست، به ضخامت حدود ۵/۵ سانتی‌متر، روی سطوح قائم و افقی با ملاط سیمان، پودر و خاک سنگ ۱:۳	مترمربع	۶۳,۵۰۰
۱۸۰۴۰۳	اضافه‌بها نسبت به ردیف‌های ۱۸۰۴۰۱، در صورتی که به جای سیمان پرتلند از سیمان سفید استفاده شود	مترمربع	۱,۷۰۰
۱۸۰۷۰۴	تهیه مصالح و ساختن سایه‌بان بتنی بالای پنجره به عیار ۲۵۰ کیلو سیمان در مترمکعب، با تعبیه آب چکان و قالب‌بندی، به‌طور کامل (میلگرد مصرفی از ردیف مربوط پرداخت می‌شود).	مترطول	۸,۳۱۸,۰۰۰
۱۸۰۸۰۳	بند کشی توپر نمای آجری با ملات ماسه سیمان ۱:۴	مترمربع	۶۲,۴۰۰

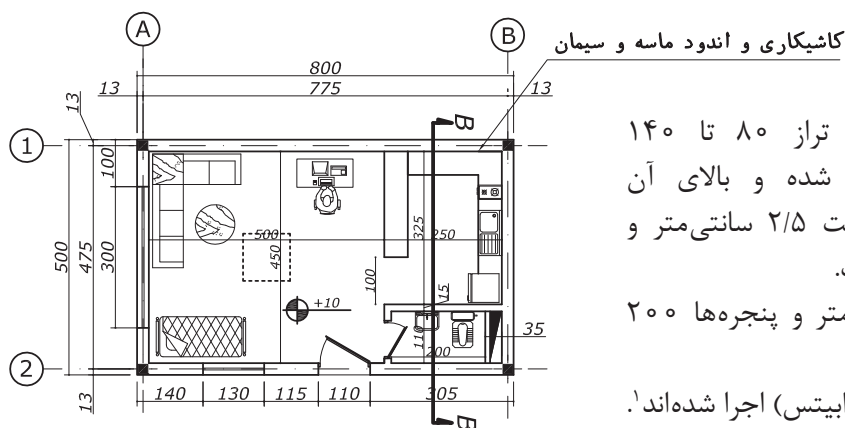


جهت اندودکاری پروژه نگرهبانی موارد زیر را محاسبه کنید:

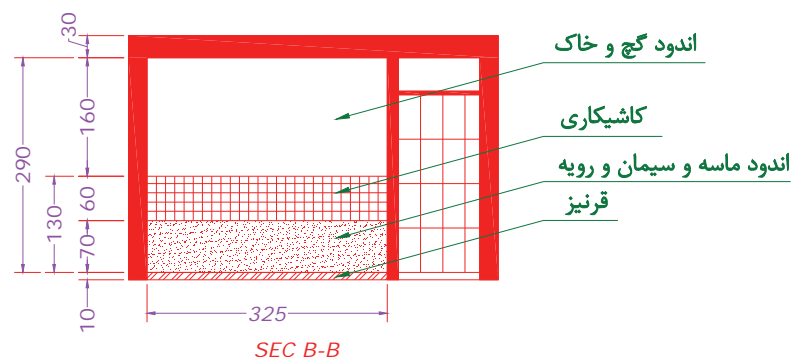
(الف) روی دیوارها، شمشه گیری، اندود گچ و خاک به ضخامت ۲/۵ سانتی متر و سفیدکاری زیر سقفها، شمشه گیری، اندود گچ و خاک به ضخامت ۲/۵ سانتی متر و سفیدکاری. (پذیرایی، آشپزخانه و سرویس)

(ب) پشت کابینت‌ها اندود ماسه و سیمان به ضخامت ۲ سانتی متر، اندود تخته ماله‌ای با استفاده از سیمان سفید.

(ج) اجرای سایه بان بر روی پنجره‌ها و در ورودی اگر از هر سمت ۱۵ سانتی متر بیشتر باشد. ارتفاع اندودکاری با توجه به وجود قرنیز ۲۹۰ سانتی متر است. ۱۰ سانتی متر پایین پذیرایی و آشپزخانه قرنیز اجرا شده است. پشت کابینت‌ها از ارتفاع ۱۰ تا ۸۰ سانتی متر از کف، اندود ماسه و سیمان به ضخامت ۲ سانتی متر و رویه آن تخته ماله‌ای به ضخامت ۱/۵ سانتی متر اجرا شده است.



در قسمت کابینت‌ها از تراز ۸۰ تا ۱۴۰ سانتی متری کاشی اجرا شده و بالای آن اندود گچ و خاک به ضخامت ۲/۵ سانتی متر و سفیدکاری انجام شده است. ارتفاع درها ۲۱۰ سانتی متر و پنجره‌ها ۲۰۰ سانتی متر است. سقف‌ها به صورت کاذب (رایبتس) اجرا شده‌اند!



جهت اجرای عایق رطوبتی کف آشپزخانه و توالت، باید ابتدا تا ارتفاع ۴۰ سانتی متری روی دیوارها، اندود ماسه و سیمان لیسه‌ای با عیار ۱:۴ اجرا شود. اگر در قسمت ورودی توالت ملات ماسه و سیمان به ارتفاع ۱۰ سانتی متر اجرا شده باشد، هزینه کل اندودکاری را محاسبه کنید.



۱- چنانچه اندود گچ و خاک با سیمان در روی سطوح ساده رایبتس انجام شود، اضافه بهایی معادل ۱۰ درصد و چنانچه در سطوح دکوراتیو انجام شود اضافه بهایی معادل ۳۰ درصد به بهای ردیف‌های مربوط به اندود اعمال می‌شود. به دلیل سادگی حل مسئله از این مورد صرف نظر شده است.

## ۲-۱۱- کاشی و سرامیک و فرش موزاییک

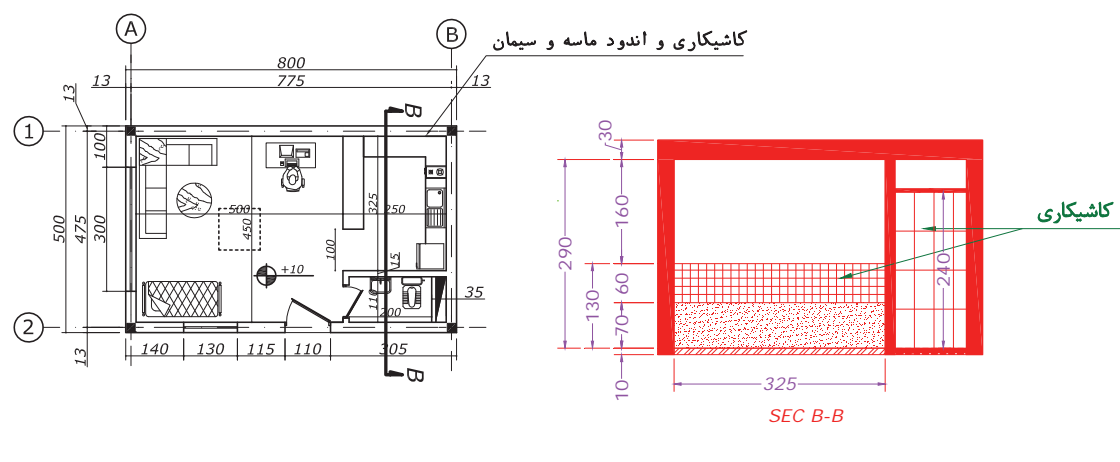
### ۲-۱۱-۱- مقدمه

- ۱- در تمام ردیف‌های این فصل تهیه مصالح در قیمت ردیف‌ها منظور شده و کاشی و سرامیک در نظر گرفته شده در این فصل از نوع درجه یک ایرانی است.
  - ۲- اندازه‌گیری سطوح ردیف‌های این فصل بر اساس سطح پوشیده نمایان خواهد بود.
  - ۳- بهای کاشی و سرامیک در این فصل برای رنگ‌های روشن است. برای رنگ‌های تیره مانند زرشکی، مسی، قرمز، سرمه‌ای و فسفری ۱۲٪ به بهای هر یک از ردیف‌های مربوطه اضافه می‌شود.
  - ۴- در صورتی که به جای ملات ماسه و سیمان در نصب سرامیک از چسب مخصوص استفاده شود، بهای آن طبق ردیف‌های مربوط به اجرای سرامیک با ملات ماسه و سیمان پرداخت می‌شود.
  - ۵- منظور از موزاییک سیمانی ساده، موزاییکی است که قشر رویه آن از جنس خود موزاییک بوده و رویه آن صیقلی شده باشد.
  - ۶- منظور از موزاییک ایرانی، آن است که قشر رویه آن از سیمان پرتلند معمولی و خرده‌سنگ معمولی (سیاه یا سفید)، تشکیل شده باشد.
  - ۷- منظور از موزاییک فرنگی، آن است که قشر رویه آن از سیمان سفید یا رنگی و خرده‌سنگ‌های مرمر یا مرمریت تشکیل شده باشد.
- شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به کاشی و سرامیک و فرش موزاییک، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول زیر آورده شده است.

ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۰۰۱۰۶	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۵ تا ۶ دسی مترمربع	مترمربع	۳۳۱,۰۰۰
۲۰۰۱۰۷	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۶ تا ۹ دسی مترمربع	مترمربع	۳۰۵,۰۰۰
۲۰۰۱۰۸	کاشی‌کاری با کاشی لعابی با سطح بیش از ۹ دسی مترمربع	مترمربع	۳۳۲,۰۰۰
۲۰۰۲۰۱	اضافه‌بها به ردیف‌های ۲۰۰۱۰۶ تا ۲۰۰۱۰۸ چنانچه در ردیف‌های کاشی بجای ملات از چسب استفاده شود	مترمربع	۱۳۳,۵۰۰
۲۰۰۳۰۷	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۹ تا ۱۱ دسی مترمربع	مترمربع	۲۷۸,۵۰۰
۲۰۰۳۰۸	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۱۱ تا ۱۶ دسی مترمربع	مترمربع	۲۸۲,۵۰۰
۲۰۰۳۰۹	تهیه و نصب سرامیک لعاب‌دار با سطح بیش از ۱۶ تا ۲۲ دسی مترمربع	مترمربع	۲۷۹,۵۰۰
۲۰۰۵۰۱	تهیه و نصب سرامیک گرانیتی مات	مترمربع	۴۴۴,۰۰۰
۲۰۰۵۰۲	اضافه‌بها به ردیف ۲۰۰۵۰۱ چنانچه از سرامیک کالیبره استفاده شود	مترمربع	۱۷۲,۰۰۰
۲۱۰۱۰۴	فرش کف با موزاییک سیمانی ساده به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۱۸۹,۰۰۰
۲۱۰۲۰۳	فرش کف با موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۲۰۴,۵۰۰
۲۱۰۳۰۳	فرش کف با موزاییک فرنگی با خرده‌سنگ‌های تا نمره ۴ به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر	مترمربع	۲۲۴,۵۰۰
۲۱۰۵۰۶	تهیه مصالح و اجرای موزاییک و بیره‌ای کارخانه‌ای (واش بتن) با هر نوع ملات	مترمربع	۲۳۶,۰۰۰



برای پروژه مطرح شده هزینه موارد زیر را محاسبه فرمایید:  
الف) کاشی کاری دیوار آشپزخانه با استفاده از چسب کاشی به ارتفاع ۶۰ سانتی متر، اگر ابعاد هر کاشی ۳۰×۲۰ و به رنگ کرم روشن باشد.  
ب) کاشی کاری دیوار دستشویی به ارتفاع ۲۴۰ سانتی متر از کاشی به ابعاد ۶۰×۳۰ به رنگ قرمز و مسی. (ارتفاع درب ۲۱۰ سانتی متر)  
ج) اجرای سرامیک گرانیتی مات به ابعاد ۶۰×۶۰ سانتی متر در پذیرایی و ۴۰×۴۰ در آشپزخانه.  
د) اجرای موزاییک ایرانی به ابعاد ۳۰×۳۰ بر روی پشت بام.



## ۲-۱۲- رنگ آمیزی

### ۲-۱۲-۱- مقدمه

۱- شبکه‌ها، نرده‌ها، پنجره‌ها، خرپاهای فلزی و چوبی، یک‌رو محاسبه می‌شوند، مگر آنکه سطح گسترده عضوهای رنگ‌خور بیش از سطح یک‌رو باشد که در این صورت، سطح گسترده رنگ‌خور، ملاک قرار می‌گیرد. برای جبران صعوبت اجرای رنگ آمیزی شبکه‌ها، نرده‌ها و خرپاها به قیمت ردیف مربوط ۱۵ درصد اضافه می‌شود.

۲- رنگ روغنی یا روغنی اکلیلی روی کارهای فلزی، شامل سمباده زنی، ضد زنگ، بتانه کاری، سمباده زنی؛ آستر با رنگ روغنی یا اکلیلی و لکه‌گیری با بتانه، سمباده زنی روی لکه‌گیری‌ها و رنگ رویه است.

۳- رنگ روغنی و پلاستیک روی سطوح گچی، شامل سمباده زنی، روغن الیف، بتانه کاری، سمباده زنی، آستر، لکه‌گیری با بتانه، سمباده زنی روی لکه‌گیری‌ها و رنگ رویه است.

۴- واحد اندازه‌گیری در این فصل به دو صورت است:

الف) کیلوگرم (ب) مترمربع

شرح بعضی از ردیف‌های مربوط به رنگ آمیزی، همراه با ذکر واحد مربوط و بهای واحد آن در جدول صفحه بعد آورده شده است.



ردیف	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)
۲۵۰۳۰۱	تهیه مصالح و اجرای یک دست رنگ ضد زنگ روی اسکلت فلزی	کیلوگرم	۱,۳۰۰
۲۵۰۳۰۲	تهیه مصالح و اجرای یک دست رنگ ضد زنگ روی کارهای فلزی به استثنای اسکلت‌های فلزی	مترمربع	۴۰,۰۰۰
۲۵۰۳۰۴	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی کارهای فلزی	مترمربع	۱۴۴,۵۰۰
۲۵۰۴۰۱	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی در و سایر کارهای چوبی	مترمربع	۱۴۹,۵۰۰
۲۵۰۵۰۱	تهیه مصالح و اجرای رنگ روغنی کامل روی اندود گچی دیوارها و سقف‌ها	مترمربع	۱۱۳,۵۰۰
۲۵۰۵۰۲	تهیه مصالح و اجرای رنگ پلاستیک کامل روی اندود گچی دیوارها و سقف‌ها	مترمربع	۹۰,۹۰۰

پروژه) مطلوب است محاسبه هزینه اجرای ضد زنگ اسکلت ساختمان (ستون‌ها، تیرها و نعل درگاه‌ها).

فعالیت  
کلاسی ۱۴

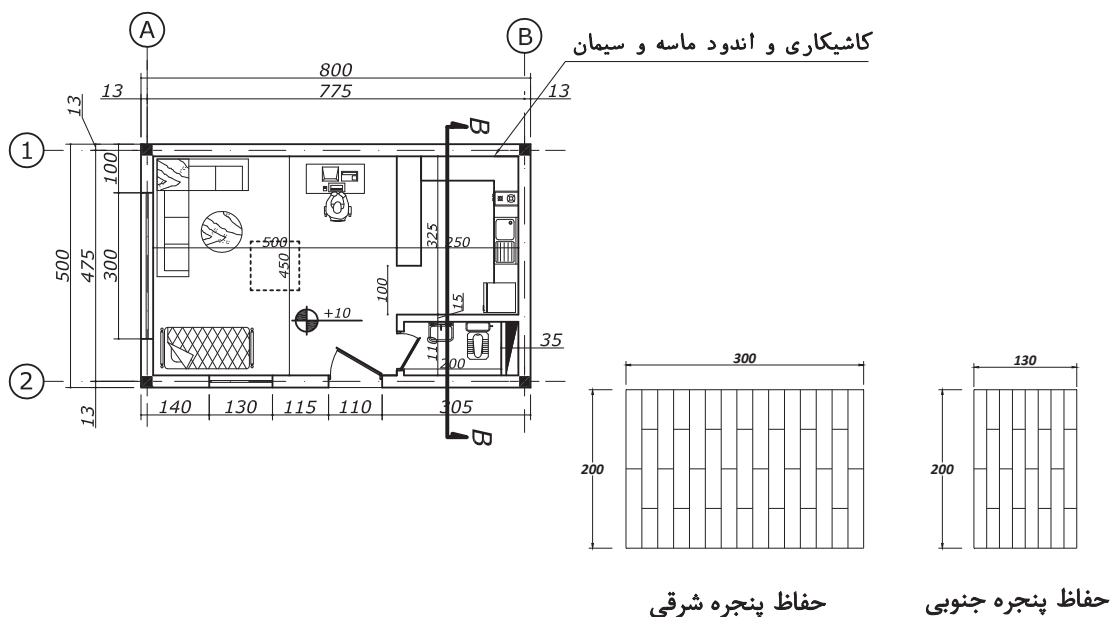


فعالیت  
کلاسی ۱۵



جهت رنگ آمیزی ساختمان نگهبانی، هزینه موارد زیر را محاسبه کنید:  
 الف) بر روی دیوارهای گچ کاری شده اجرای رنگ روغنی با زیرسازی های لازم  
 ب) بر روی سقف‌های گچ کاری شده اجرای رنگ پلاستیک با زیرسازی های لازم  
 ج) اجرای رنگ روغنی بر روی درها  
 د) اجرای زنگ زدایی، ضد زنگ و رنگ آمیزی حفاظ پنجره‌ها با استفاده از رنگ روغنی. ابعاد حفاظ‌ها به اندازه پنجره‌ها است.

- ارتفاع درها ۲۱۰ سانتی‌متر و پنجره‌ها ۲۰۰ سانتی‌متر است.



## ۳- ضرایب مورد استفاده در بر آورد

### ۳-۱- ضرایب مورد استفاده در بر آورد

قیمت‌های واحدی که برای انجام کارهای مختلف در دفترچه فهرست‌بها درج گردیده است، برای انجام کار در شرایط عادی و در مقطع زمانی خاص و بدون احتساب هزینه‌های غیرمستقیم مرتبط با اجرای کار است. برای اعمال اثرات عوامل متغیر و مؤثر در تهیه برآورد، ضرایب مختلفی تعریف شده‌اند. این ضرایب شامل ضریب طبقات، ضریب بالاسری، ضریب پیشنهادی پیمانکار (ضریب پیمان)، ضریب تجهیز و برچیدن کارگاه، ضریب منطقه و ضریب تعدیل می‌باشد. این ضرایب به شرح زیر توضیح داده شده‌اند.

#### ۳-۱-۱- ضریب طبقات

قیمت‌های درج شده در فهرست‌بهای ابنیه، برای انجام کار در طبقه همکف و زیر طبقه همکف در نظر گرفته شده است. چنانچه کار در طبقات بالاتر از همکف و پایین‌تر از طبقه زیر همکف انجام شود، بابت هزینه حمل مصالح به طبقات یادشده و افت مصالح ناشی از حمل آن به طبقات و همچنین سختی اجرای کار، ضریبی به نام «ضریب طبقات» به شرح زیر تعیین و در برآورد هزینه اجرای عملیات کار، منظور می‌شود: جهت محاسبه ضریب طبقات (P)، مساحت طبقات همکف و بالاتر را با  $F_i^1$  و مساحت طبقات زیرزمین را با  $B_i^2$  در نظر می‌گیریم. مجموع مساحت این طبقات را نیز به‌عنوان مساحت کل زیربنای ساختمان (S) در نظر می‌گیریم.

$$P = 1 + \frac{(1 \times F_1 + 2 \times F_2 + 3 \times F_3 + \dots + n \times F_n) + (1 \times B_1 + 2 \times B_2 + 3 \times B_3 + \dots + m \times B_m)}{100 \times S}$$

$F_0$  = سطح زیربنای هم کف

$F_1$  = سطح زیربنای طبقه اول بالاتر از طبقه همکف

$F_2$  = سطح زیربنای طبقه دوم بالاتر از طبقه همکف

$F_3$  = سطح زیربنای طبقه سوم بالاتر از طبقه همکف

.....

$F_n$  = سطح زیربنای طبقه n ام بالاتر از طبقه همکف

$B_0$  = سطح زیربنای طبقه زیر همکف

$B_1$  = سطح زیربنای طبقه اول پایین‌تر از طبقه زیر همکف

$B_2$  = سطح زیربنای طبقه دوم پایین‌تر از طبقه زیر همکف

$B_3$  = سطح زیربنای طبقه سوم پایین‌تر از طبقه زیر همکف

.....

$B_m$  = سطح زیربنای طبقه m ام پایین‌تر از طبقه زیر همکف

$$S = F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n + B_0 + B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_m$$

۱- ابتدای کلمه Floor.  
۲- ابتدای کلمه Basement.

تبصره ۱) ضریب طبقات که به‌طور جداگانه برای هر یک از ساختمان‌های مشمول تعیین می‌شود، به تمام اقلام کار همان ساختمان به‌استثنای مصالح پای کار تعلق می‌گیرد و از اولین صورت‌وضعیت منظور می‌شود. تبصره ۲) ضریب طبقات تا چهار رقم اعشار در محاسبات در نظر گرفته می‌شود و رقم چهارم گرد می‌شود. جهت گرد کردن، چنانچه رقم پنجم اعشار کمتر از ۵ باشد، حذف و اگر ۵ و بیشتر از ۵ باشد، یک واحد به رقم چهارم اعشار اضافه می‌شود.

مثال ۱۹



ضریب طبقات برای یک ساختمان با مشخصات زیر که دارای دوطبقه پایین از طبقه زیر همکف و هفت طبقه بالاتر از همکف است به شرح زیر محاسبه می‌شود

$F_v = 720 \cdot m^2$
$F_p = 720 \cdot m^2$
$F_b = 720 \cdot m^2$
$F_r = 720 \cdot m^2$
$F_7 = 600 \cdot m^2$
$F_6 = 600 \cdot m^2$
$F_5 = 600 \cdot m^2$
$F_4 = 600 \cdot m^2$
$F_3 = 600 \cdot m^2$
$F_2 = 600 \cdot m^2$
$B_7 = 600 \cdot m^2$
$B_6 = 600 \cdot m^2$
$B_5 = 600 \cdot m^2$
$B_4 = 600 \cdot m^2$
$B_3 = 600 \cdot m^2$
$B_2 = 600 \cdot m^2$
$B_1 = 400 \cdot m^2$

$\neq 0.00$

$$P = 1 + \frac{(1 \times F_1 + 2 \times F_2 + 3 \times F_3 + \dots + n \times F_n) + (1 \times B_1 + 2 \times B_2 + 3 \times B_3 + \dots + m \times B_m)}{100 \times S}$$

$$S = 400 + 600 \times 6 + 720 \times 4 = 6880 \cdot m^2$$

$$P = 1 + \frac{(1 \times 600 + 2 \times 600 + 3 \times 600 + 4 \times 720 + 5 \times 720 + 6 \times 720 + 7 \times 720) + (1 \times 600 + 2 \times 400)}{100 \times 6880} = 1/0.303$$

### ۳-۱-۲- ضریب بالاسری

برای جبران هزینه‌های ناشی از مواردی چون پرداخت مالیات، بیمه‌های اجتماعی کارمندان و کارگران، غذای کارکنان و کارمندان پیمانکار، تهیه ضمانت‌نامه، عوارض معادن و لحاظ نمودن سود برای پیمانکار و ... ضریب بالاسری در نظر گرفته‌اند که به مبلغ کل برآورد اجرای کار، اعمال می‌شود. عموماً مقدار ضریب بالاسری برای پروژه‌هایی که پیمان آنها به‌صورت مناقصه برگزار شده است، ۱/۳ و در حالت ترک تشریفات ۱/۲ می‌باشد.

### ۳-۱-۳- ضریب پیشنهادی پیمانکار (ضریب پیمان)

در زمان برگزاری مناقصه، به‌منظور انتخاب پیمانکار برای اجرای عملیات، پیمانکاران واجد صلاحیت که دعوت‌نامه شرکت در مناقصه برای آنان ارسال شده است بر طبق ضوابط مربوط باید مبلغ پیشنهادی خود برای انجام کار را به‌صورت یک مبلغ مقطوع اعلام نمایند. حاصل تقسیم مبلغ پیشنهادی پیمانکار به مبلغ برآورد اولیه هزینه انجام کار، ضریب پیشنهادی پیمانکار و یا ضریب پیمان نامیده می‌شود که در کلیه صورت‌وضعیت‌های موقت و قطعی اعمال می‌گردد.

اگر عدد به دست آمده، کوچک تر از یک باشد پیمانکار نسبت به برآورد اولیه، پیشنهاد تخفیف داده (MINUS) است و اگر عدد به دست آمده بزرگ تر از یک باشد پیمانکار نسبت به برآورد اولیه، پیشنهاد افزایش (PLUS) داده است.  
 پیمان ضریب = (کار پیمان نهادهی پیش مبلغ) / (کار انجام هزینه اولیه برآورد مبلغ)

### ۳-۱-۴- ضریب تجهیز و برچیدن کارگاه

پس از تحویل زمین، پیمانکار اقدام به تجهیز کارگاه می نماید. تجهیز کارگاه عبارت است از کارها و اقداماتی که به صورت موقت و برای دوره اجرای کار انجام می شود. مقدار ضریب تجهیز کارگاه حدوداً ۱/۰۴ در نظر گرفته می شود. البته گاهی با توجه به شرایط پیمان مبلغ تجهیز و برچیدن کارگاه می تواند مقطوع نیز باشد.

### ۳-۱-۵- ضریب منطقه ای

قیمت های مندرج در فهراس بها، برای انجام کار در تهران محاسبه گردیده اند. برای اینکه قیمت های موجود در فهراس بها، عمومیت داشته و در همه جای کشور قابل استفاده باشد، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با توجه به ویژگی های محلی و منطقه ای و میزان برخورداری یا محروم بودن آن منطقه و چگونگی امکان دسترسی به نیروهای کار و تأمین مصالح، مناطق جغرافیایی ایران را به مناطق مختلف تقسیم نموده است و برای کارهای ساختمانی، تأسیسات برق و مکانیک، راه و باند و ... به صورت جداگانه و متناسب با صعوبت کار در منطقه، ضریبی به نام «ضریب منطقه» در نظر گرفته است که در برآورد هزینه کار ضرب می گردد.

نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه	نام منطقه	ضریب منطقه
اردبیل	۱/۰۵	تایباد	۱/۱۲	شوش	۱/۱	لنگرود	۱/۰۶
ارومیه	۱/۰۵	تبریز	۱	عسلویه	۱/۱۵	مشکین شهر	۱/۰۷
الیگودرز	۱/۱۳	تربت حیدریه	۱/۰۶	فردوس	۱/۱۳	مشهد	۱/۰۲
اصفهان	۱	خاش	۱/۱۸	فریدونکنار	۱/۰۴	مهران	۱/۲
اهواز	۱/۰۹	خرم آباد	۱/۰۷	فومن	۱/۰۶	نقده	۱/۰۷
ایلام	۱/۱	دیواندره	۱/۱۲	قشم	۱/۱۷	نیشابور	۱/۰۶
بوشهر	۱/۰۹	زابل	۱/۱۸	کرج	۱/۰۱	یزد	۱/۰۵

ضرایب منطقه ای مربوط به فهرست بها ابنیه و تأسیسات برق و مکانیک طی بخشنامه هایی از طرف سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور قبلاً اعلام گردیده که بایستی از آن بخشنامه ها استخراج گردد. برای مثال، جداول ضرایب منطقه اعلام شده برای کارهای ابنیه در سطح کشور آورده شده است.

### ۳-۱-۶- تعدیل

با توجه به تغییر قیمت‌ها بر اثر گذشت زمان (از زمان انعقاد قرارداد تا پایان پروژه) و معمولاً افزایش قیمت‌ها، برای جلوگیری از ضرر و زیان پیمانکار، این قیمت متعادل می‌شود. بنابراین تعدیل عبارت است از تبدیل قیمت طی دوره سه‌ماهه، در زمان گذشته، به میانگین قیمت‌های یک دوره سه‌ماهه جدید. روش محاسبه ضریب تعدیل و مقادیر آن در شرایط مختلف، دارای بحث مفصلی است که از حوصله این پودمان خارج است.

پروژه) برای پروژه ساختمان نگرهبانی خلاصه مالی را با توجه به ضرایب گفته‌شده تهیه نمایید. این ساختمان در شهر نیشابور با ضریب پیمان ۸ درصد اجرا می‌شود.

فعالیت  
کلاسی ۱۶



## ارزشیابی شایستگی متره و برآورد

### شرح کار:

مطابق نقشه و دفترچه فهرست بها و به کمک ماشین حساب یا نرم افزار Excel فرم های مالی یک ساختمان کوچک یک طبقه را تکمیل نماید.

### استاندارد عملکرد:

با استفاده از دفترچه فهرست بها و نقشه و دستورالعمل های سازمان مدیریت و برنامه ریزی، فرم های ریزمتره، خلاصه متره، برآورد مالی و خلاصه مالی یک ساختمان یک طبقه را تکمیل نماید.

### شاخص ها:

استفاده از نقشه و دفترچه فهرست بهای سازمان برنامه و بودجه - مقدار عملیات اجرائی - اختصاص آیتم های صحیح به هر یک از عملیات اجرائی - انجام محاسبات با ماشین حساب و یا نرم افزار Excel - ارائه حضور کار به هنرآموز در مدت زمان ۸ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** با استفاده از نقشه و فهرست بها و ماشین حساب، مقادیر عملیات اجرائی را محاسبه نموده و میزان هزینه هر آیتم را به تفکیک از فهرست بها استخراج و اقدام به تهیه و تکمیل و ارائه فرم های ریزمتره، خلاصه متره، برآورد مالی و خلاصه مالی نماید.

### ابزار و تجهیزات:

- نقشه - فهرست بها
- وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

### معیار شایستگی:

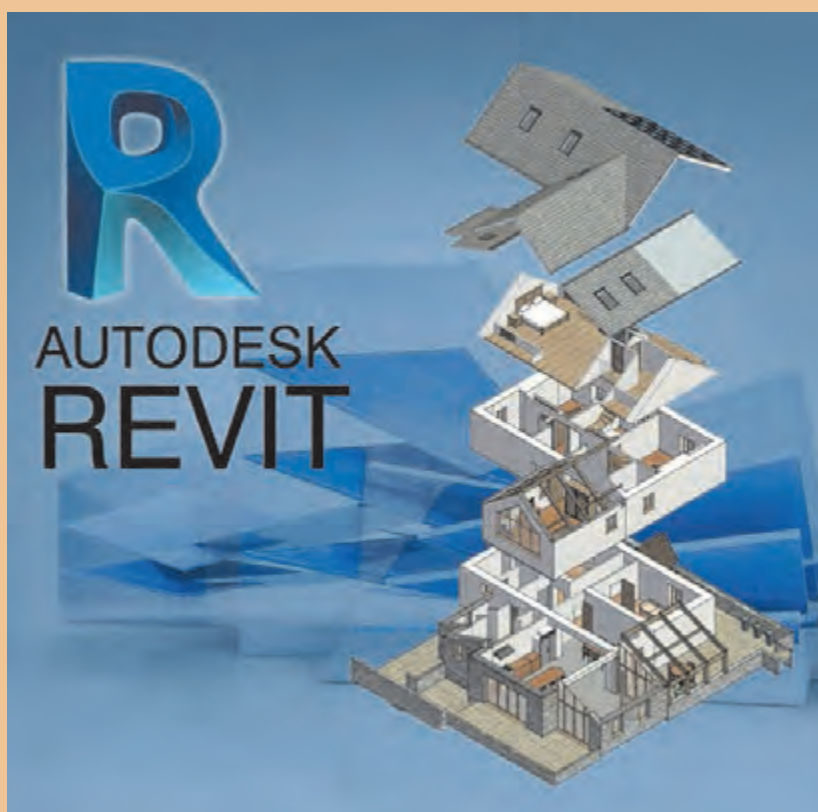
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نقشه خوانی و محاسبه مقادیر کارهای انجام شده و ثبت در ریزمتره	۲	
۲	تهیه و تکمیل فرم خلاصه متره	۲	
۳	تهیه و تکمیل فرم برآورد مالی	۲	
۴	تهیه و تکمیل فرم خلاصه مالی و اعمال ضرایب مربوطه	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت پذیری، تصمیم گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## پودمان ۲

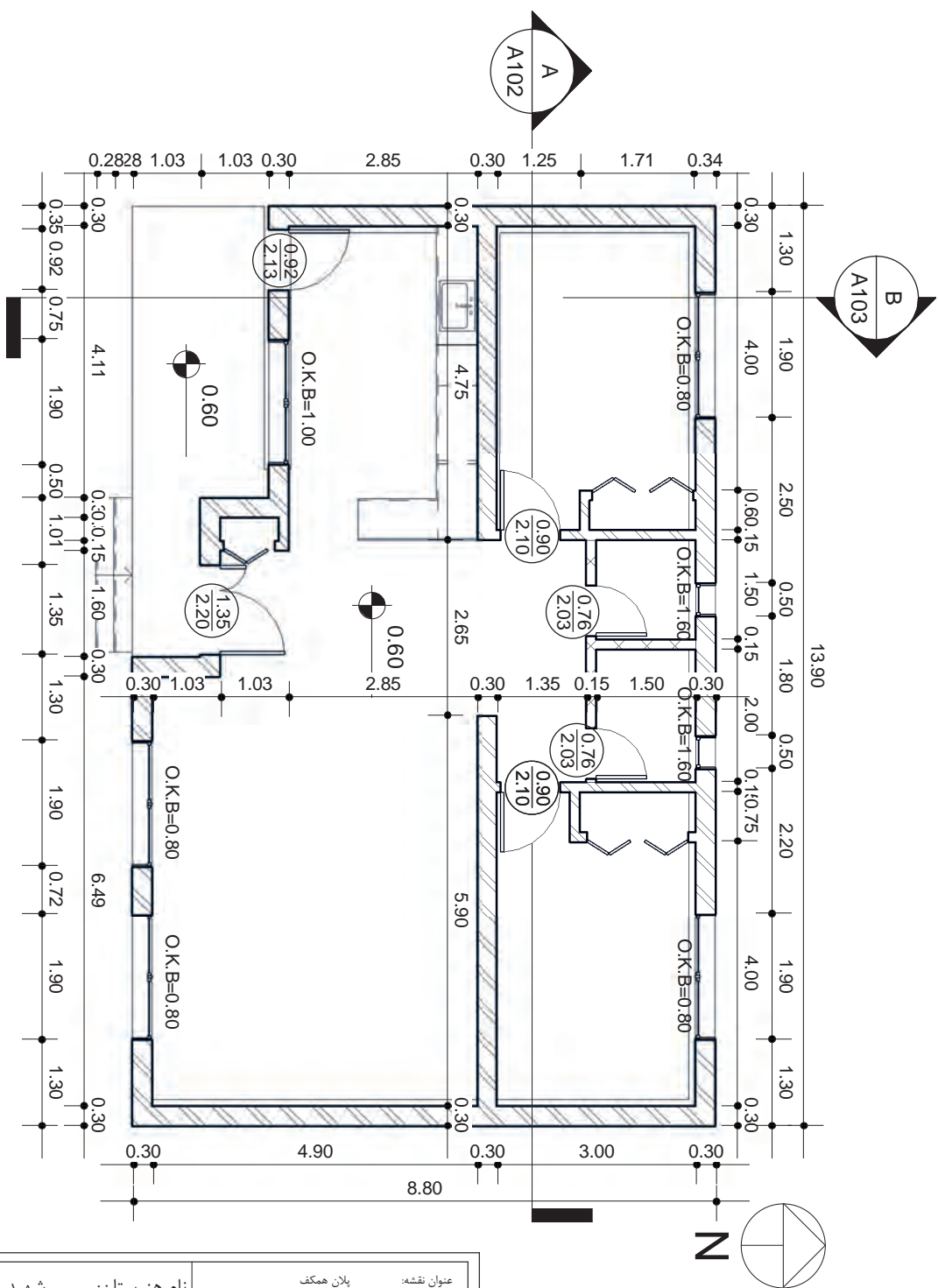
# کاربرد رایانه در نقشه کشی معماری



1

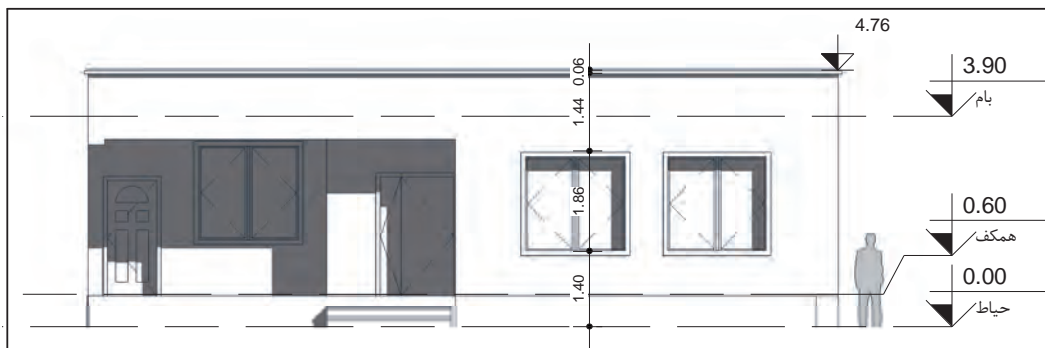
SC: ۱ : ۱۰۰

پلان همکف



عنوان نقشه: پلان همکف		نام هنرستان: شهید پهلوانی	
A101		عنوان پروژه: پروژه ۱	
تاریخ: ۱۳۹۷/۱/۲۵	ترسیم: نام هنرجو	کنترل: نام هنرآموز	Scale: ۱/۱۰۰

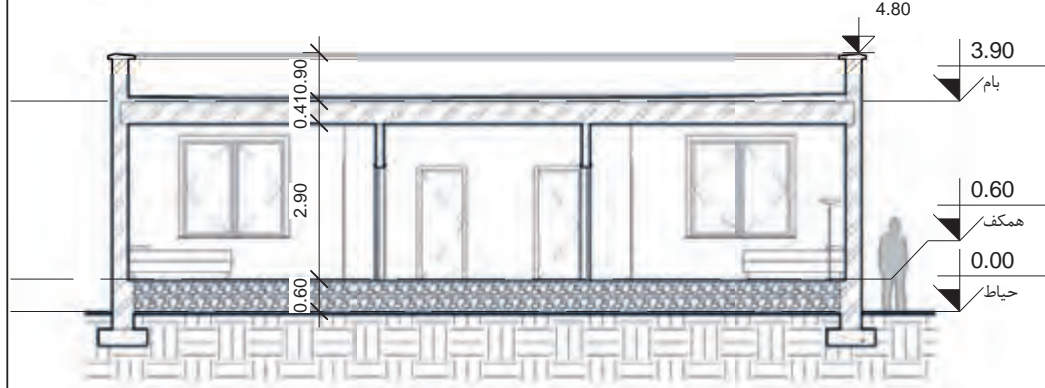




2 نمای جنوبی  
SC: ۱ : ۱۰۰

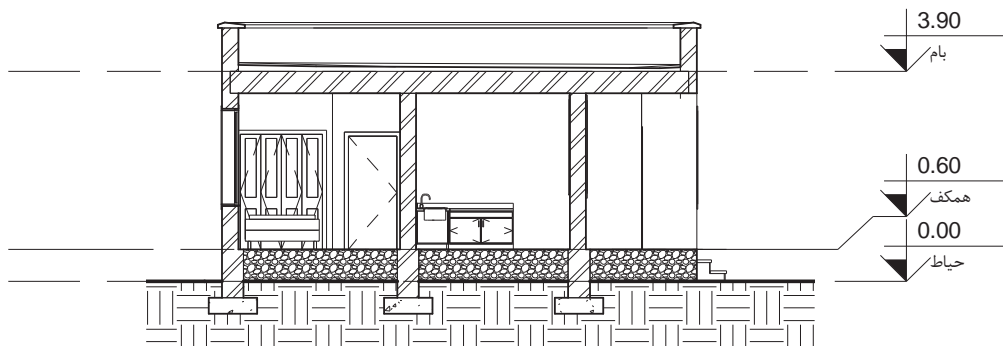


3 نمای شمالی  
SC: ۱ : ۱۰۰

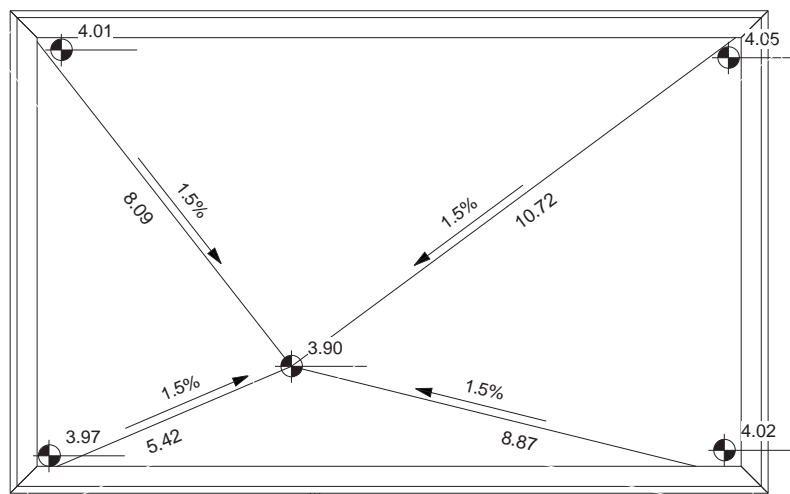


4 برش A-A  
SC: ۱ : ۱۰۰

شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه:	
		نما و برش	A102
پروژه ۱	عنوان پروژه:	تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	Scale ۱ : ۱۰۰
		ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	

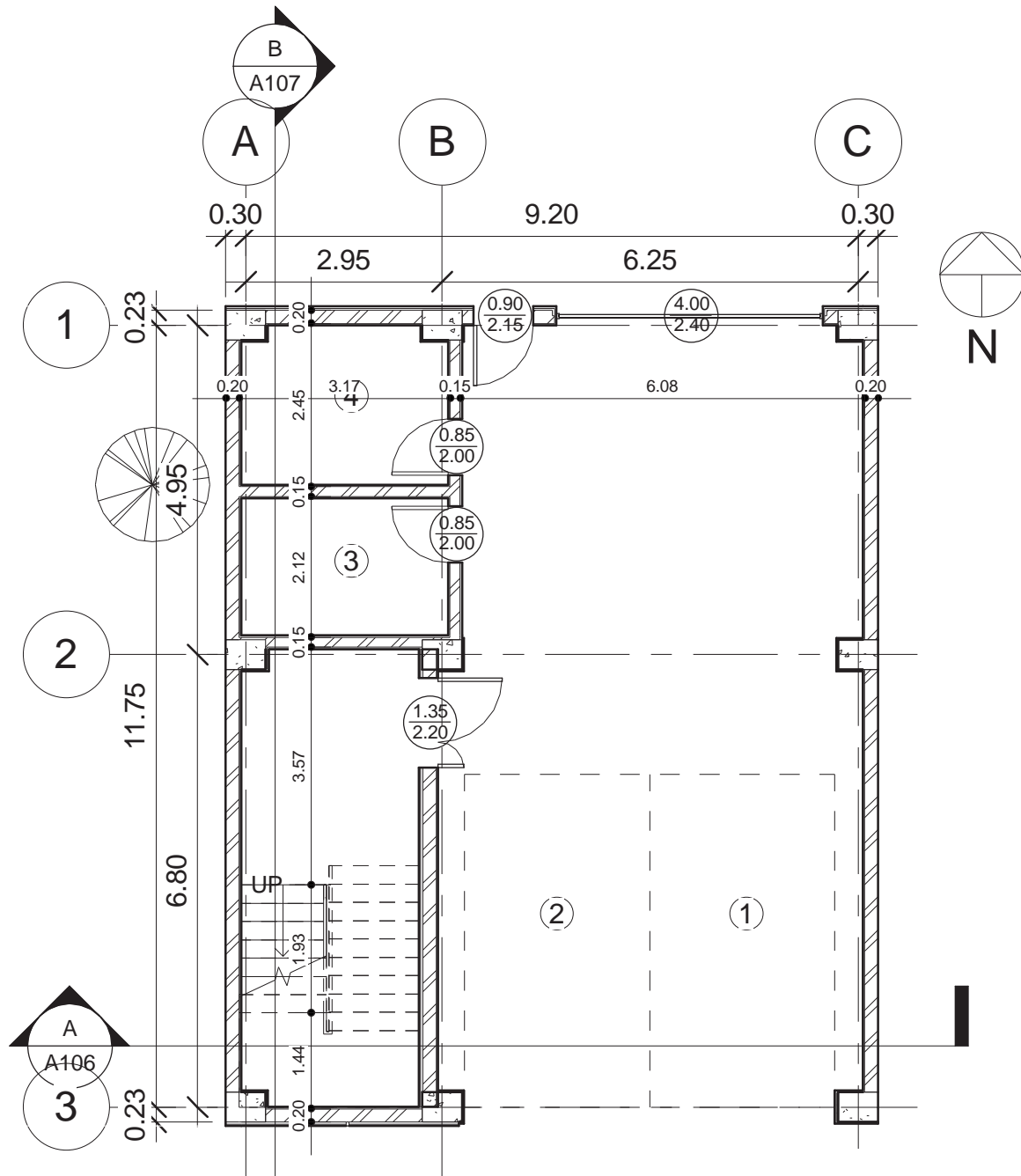


5 برش B-B  
SC: ۱:۱۰۰



6 پلان شیب بندی بام  
SC: ۱:۱۰۰

شهرید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: برش و پلان شیب بندی بام	
		تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A1۰۳
پروژه ۱	عنوان پروژه:	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	

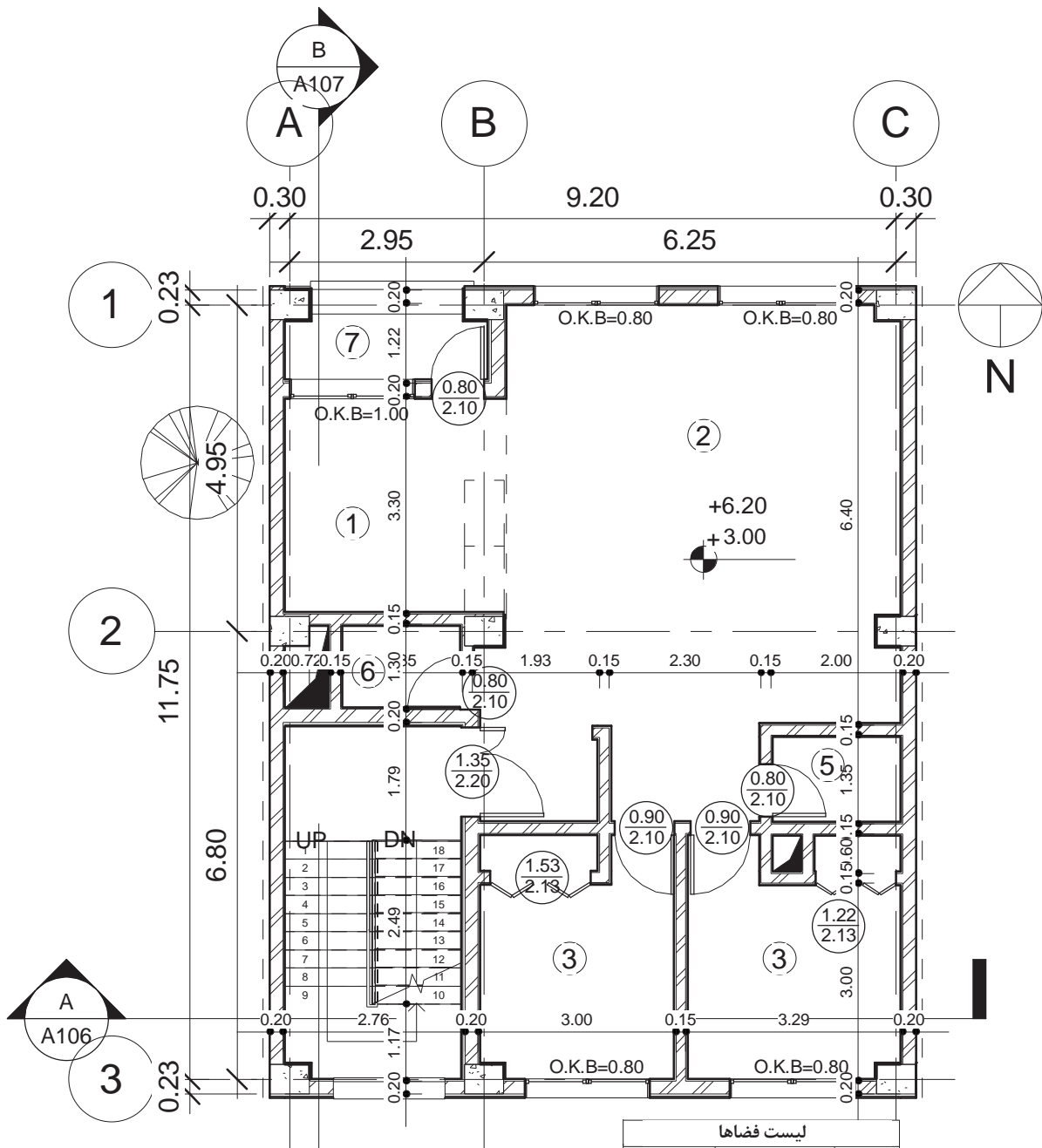


1 پلان پارکینگ  
SC: ۱:۱۰۰

شماره	نام فضا	مساحت
-------	---------	-------

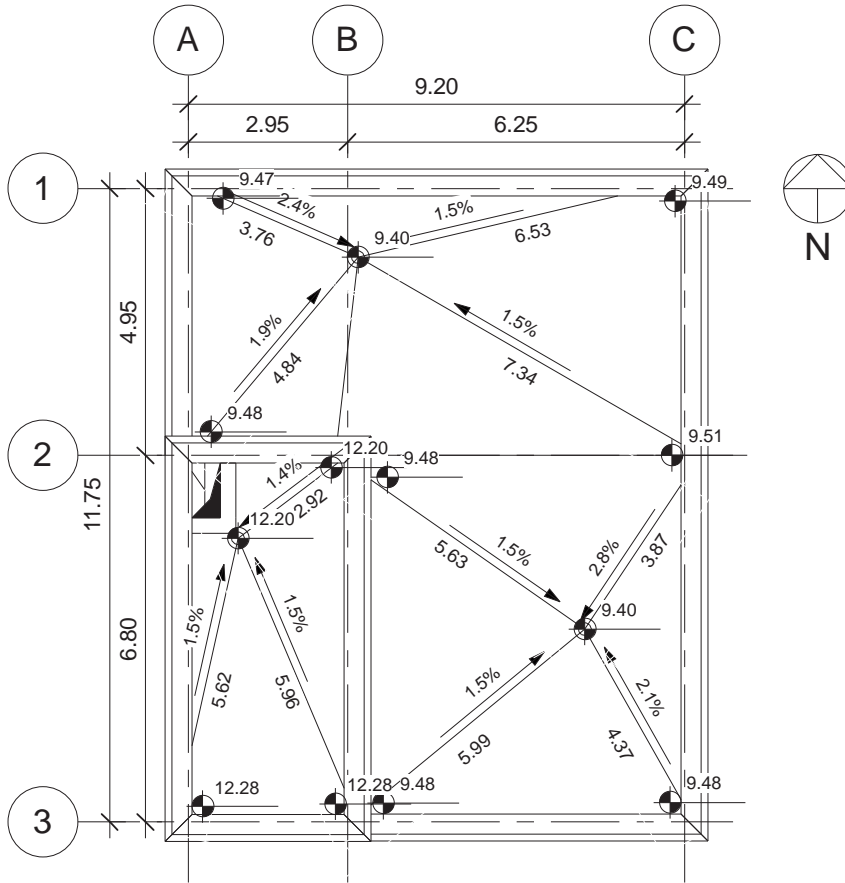
۱	پارکینگ ۱	۱۴ m <sup>2</sup>
۲	پارکینگ ۲	۱۴ m <sup>2</sup>
۳	انباری ۱	۶ m <sup>2</sup>
۴	انباری ۲	۷ m <sup>2</sup>

عنوان نقشه:		پلان پارکینگ	
شماره نقشه:	A101	تاریخ:	۱۳۹۷/۲/۲۵
ترسیم:	نام هنرمند	کنترل:	نام هنرمند
Scale:	۱:۱۰۰	نام هنرمند:	شهید پهلوانی
عنوان پروژه:	پروژه ۲	نام هنرستان:	شهید پهلوانی



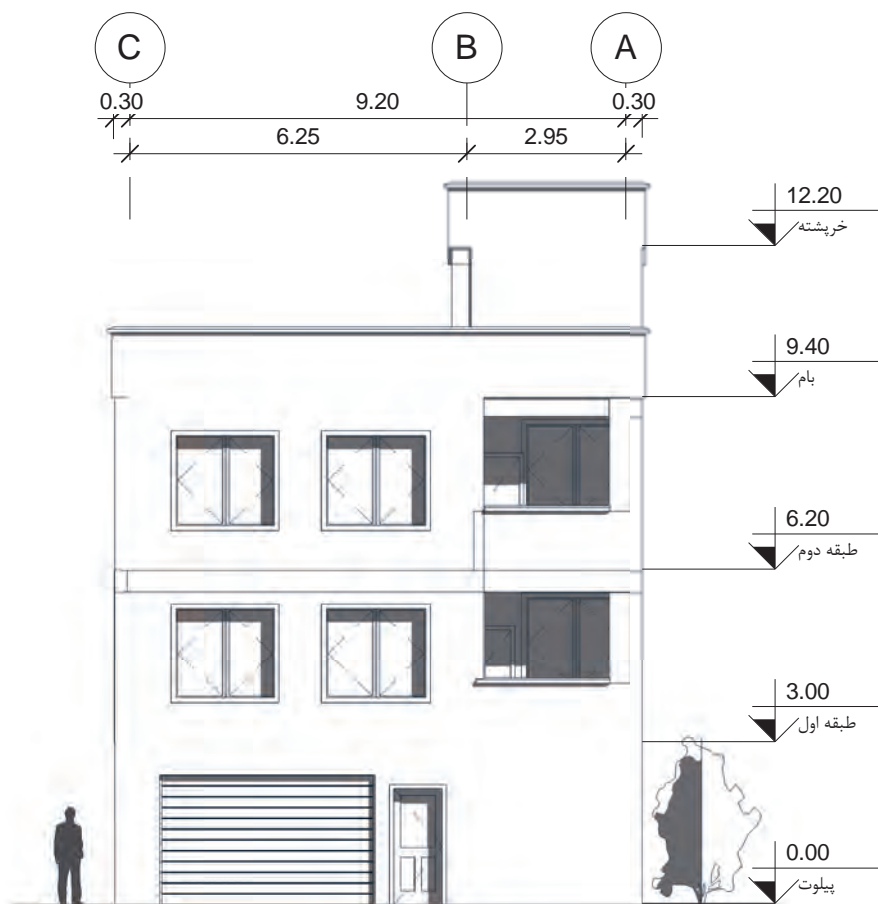
لیست فضاها		
مساحت	نام فضا	شماره
۱۱ m <sup>2</sup>	آشپزخانه	۱
۴۴ m <sup>2</sup>	پذیرایی	۲
۱۰ m <sup>2</sup>	اتاق خواب	۳
۹ m <sup>2</sup>	اتاق خواب	۳
۳ m <sup>2</sup>	حمام	۵
۲ m <sup>2</sup>	دستشویی	۶
۳ m <sup>2</sup>	تراس	۷

عنوان نقشه: پلان همکف	نام هنرستان: شهید پهلوانی
	عنوان پروژه: پروژه ۲
شماره نقشه: A102	تاریخ: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵
Scale: ۱:۱۰۰۰	ترسیم: نام هنرجو
	مکتوب: نام هیئت امرا



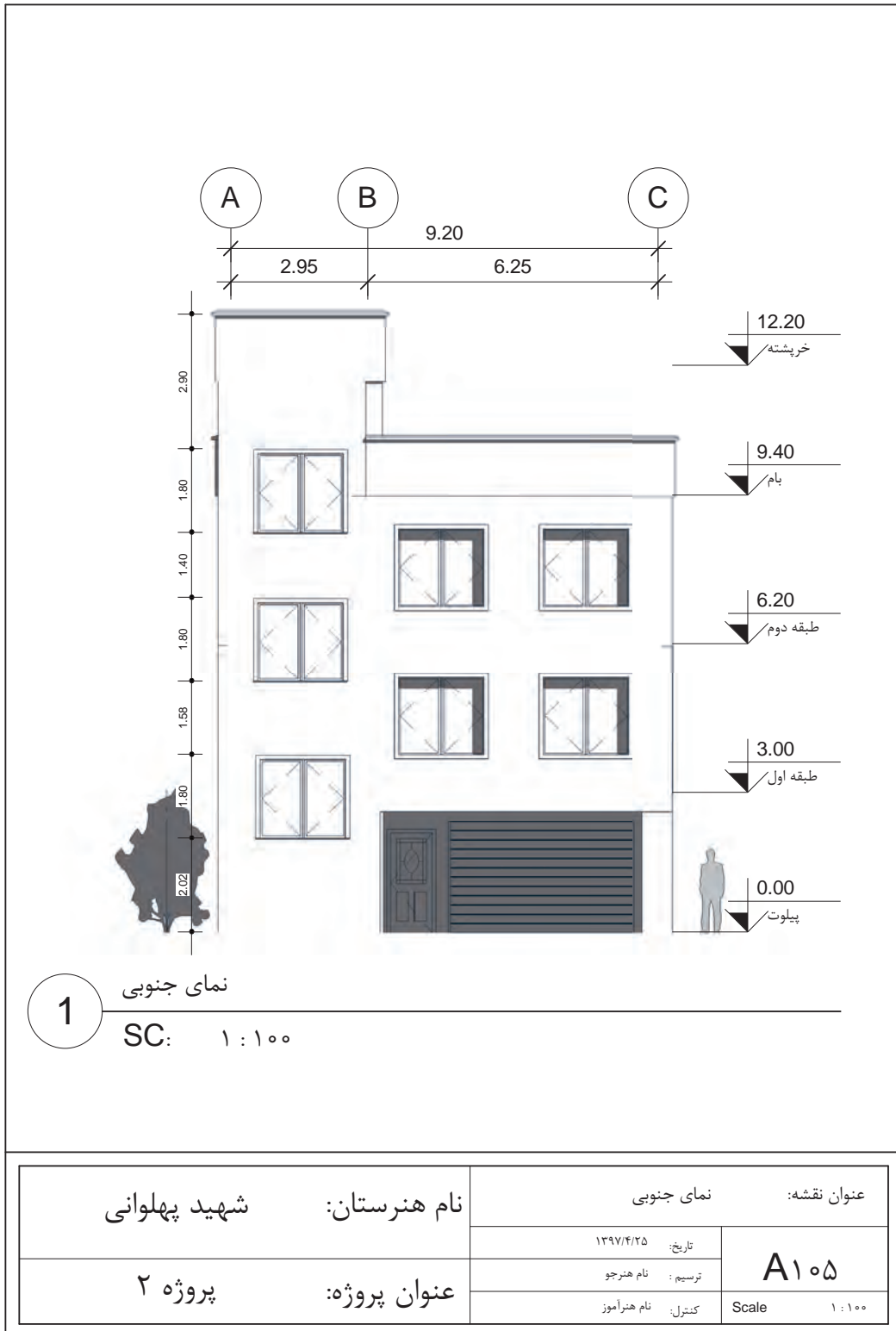
1 پلان شیب بندی بام  
SC: ۱ : ۱۰۰

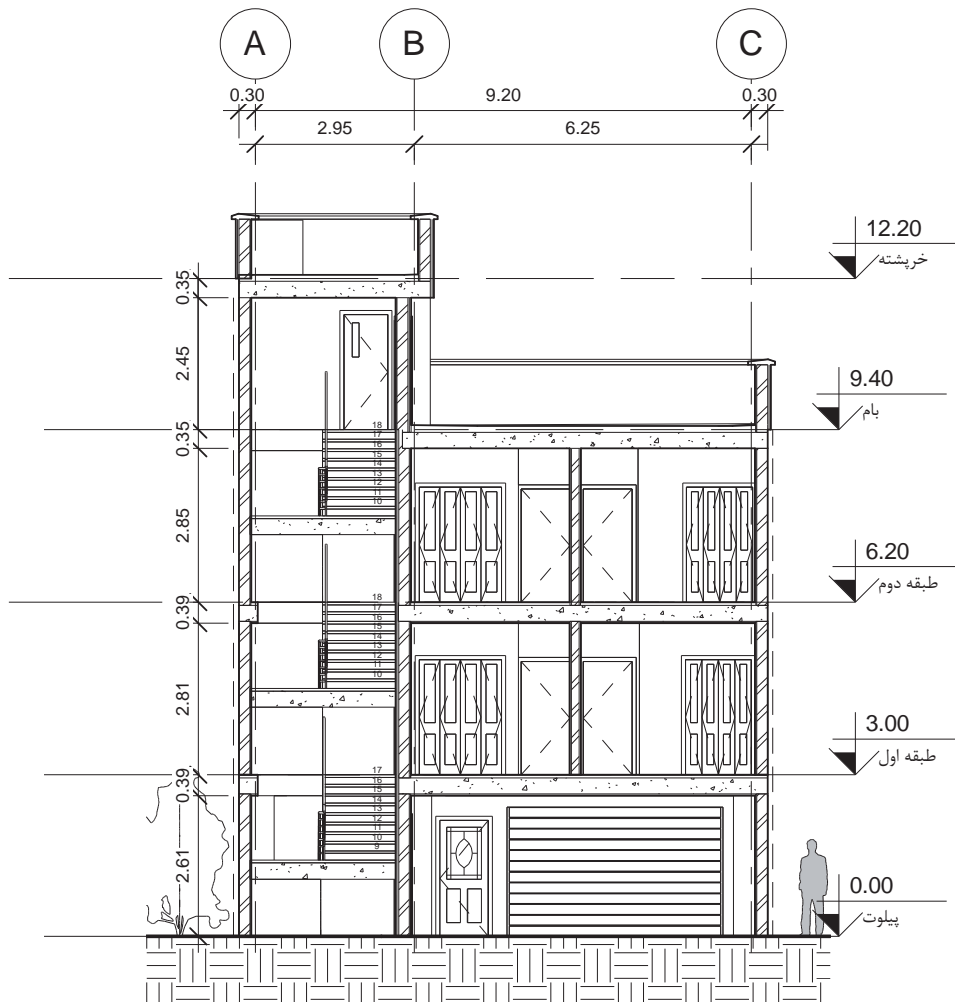
شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: برش و پلان شیب بندی بام	
		تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۳
پروژه ۲	عنوان پروژه:	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	



3 نمای شمالی  
SC: ۱ : ۱۰۰

شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: نمای شمالی	
		تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A104
پروژه ۲	عنوان پروژه:	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	

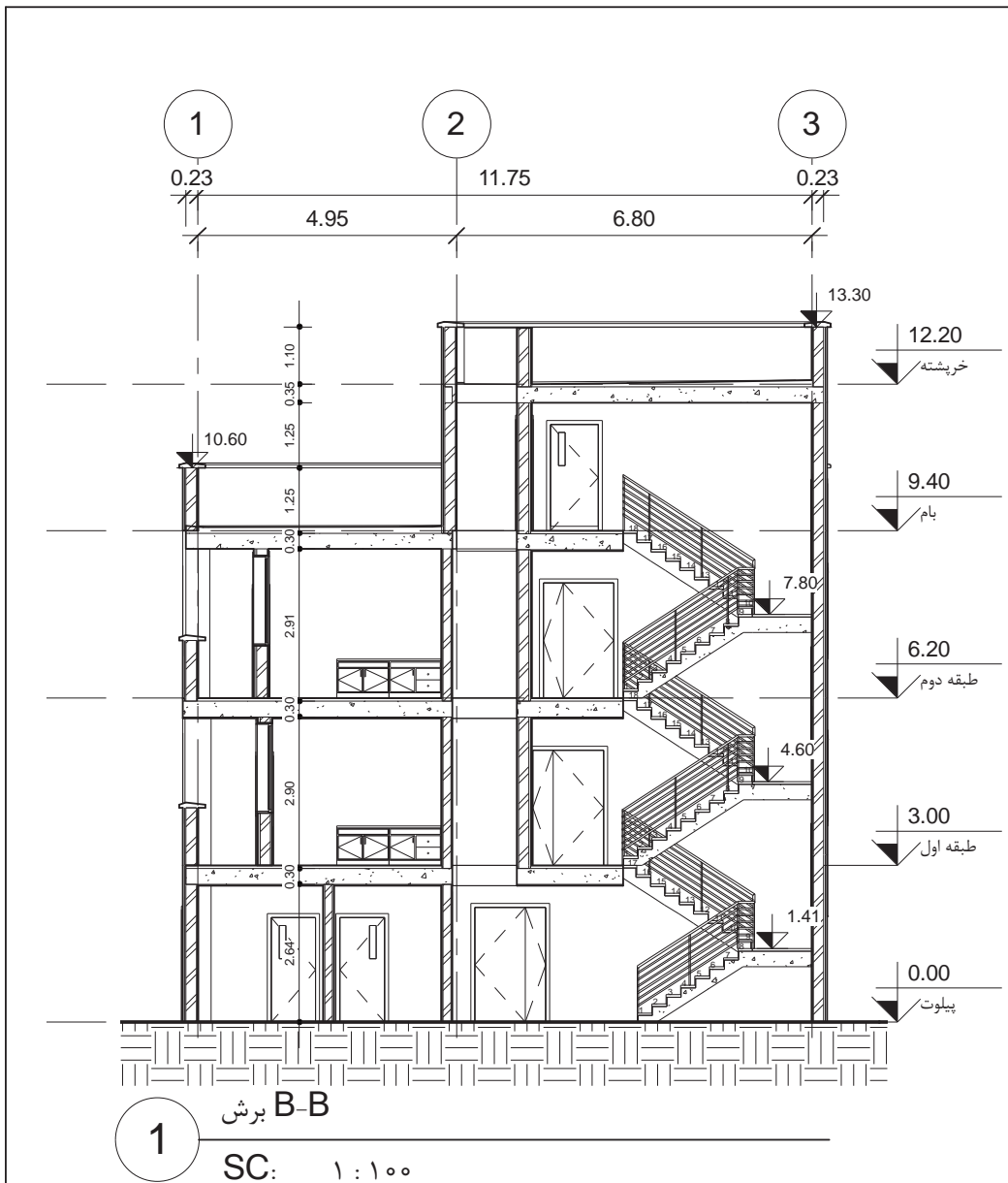




1 برش A-A  
SC: ۱:۱۰۰

شهادت پهلوانی	نام هنرستان:	برش A		عنوان نقشه:
		تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A۱۰۶	Scale ۱:۱۰۰
پروژه ۲	عنوان پروژه:	نام هنرجو:		
		نام هنرآموز:		





شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	برش B		عنوان نقشه:
		تاریخ: ۱۳۹۷/۴/۲۵	A107	Scale ۱:۱۰۰
پروژه ۲	عنوان پروژه:	ترسیم: نام هنرجو		
		کنترل: نام هنراآموز		

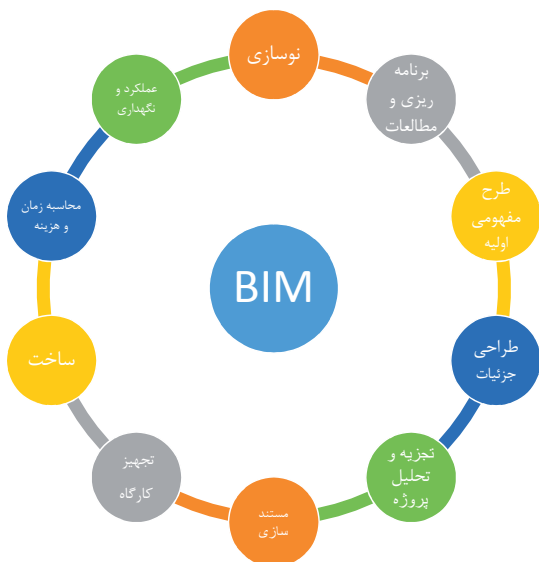
## استاندارد عملکرد

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های اجرایی آن را ارائه دهد.

## مقدمه

ساخت براساس اطلاعات ساختمانی (BIM (Building Information Modeling چیست؟ در ساخت بر اساس اطلاعات ساختمانی BIM، اطلاعات موجود در مدل اهمیت بسیار زیادی دارند. این اطلاعات شامل تمامی اسناد یک پروژه از پلان‌ها، مقاطع، نماها، جداول متره و برآورد، دیتیل‌ها (که بسیار اهمیت دارند)، پرسپکتیوهای مختلف از دیدهای داخلی و خارجی یک پروژه، آنالیز سازه‌ای و تأسیسات و از همه مهم‌تر آنالیز از نظر انرژی برای کم کردن اتلاف انرژی در ساختمان و همچنین جداول و نمودارهای مدیریت پروژه می‌باشد. موضوع BIM از اواخر دهه ۷۰ میلادی مطرح و در دهه ۸۰ میلادی به‌طور جدی پیگیری و به آن پرداخته شد.

هدف از استفاده از دانش BIM پیش‌بینی چگونگی پیشبرد یک پروژه و جلوگیری از اتلاف هزینه و زمان است که با استفاده از آن مقادیر قابل توجهی صرفه جویی خواهد شد. BIM یک مجموعه‌ای است که نرم‌افزارهای کامپیوتری که در حوزه ساختمان فعالیت دارند از ابزارهای این مجموعه به حساب می‌آیند. (نرم‌افزارهایی مانند اتوکد، نرم‌افزارهای محاسباتی، نرم‌افزارهای متره و آفیس در مجموع می‌توانند ابزارهای BIM باشند) یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارها در این مجموعه نرم‌افزار Revit می‌باشد. نرم‌افزار Revit در بسیاری از ویژگی‌های ساخت بر اساس اطلاعات ساختمانی (BIM) شرکت می‌کند. از ویژگی‌های بارز BIM توانایی مشارکت تمامی گروه‌های مهندسی، طراحی و ساخت یک پروژه به صورت همزمان است. گروه‌هایی از قبیل معماری، سازه، تأسیسات و سایر گروه‌هایی که به صورت همزمان بر روی اطلاعات ساختمان کار می‌کنند، به‌طور همزمان از تمامی تغییرات انجام شده توسط دیگر تیم‌ها بر روی مدل مطلع شده و می‌توانند اصلاحات لازم در بخش مربوط به خود را به درستی انجام دهند. نمودار زیر مربوط به مراحل چرخه کار BIM است.



نکته

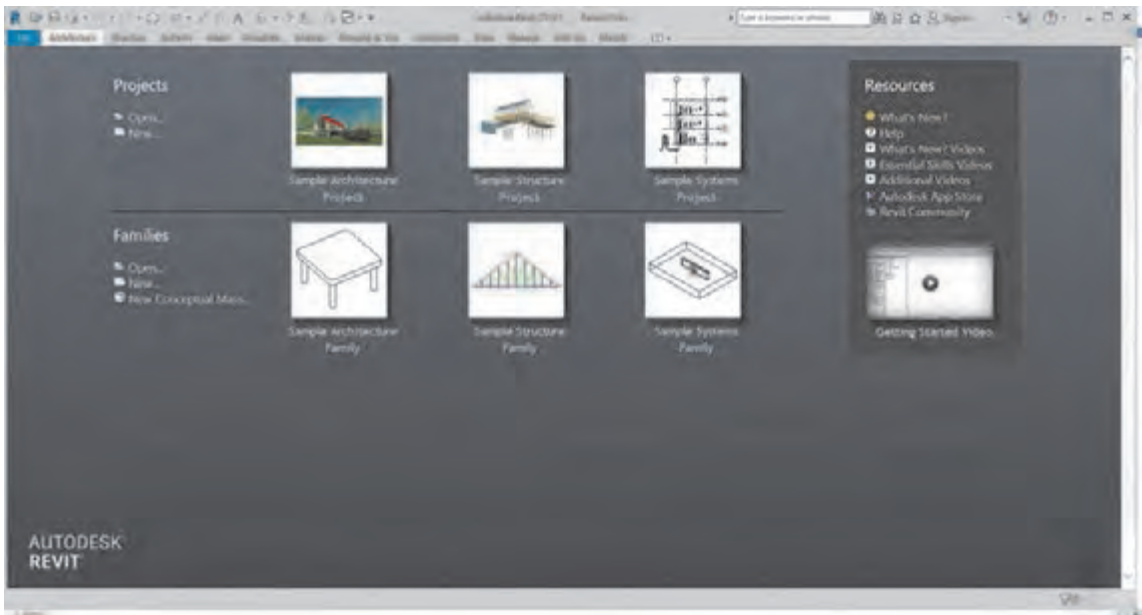


همان‌طور که مشاهده شد، BIM یک مجموعه است و نه یک نرم‌افزار. در واقع مجموعه‌ای از نرم‌افزارها (که به صورت ابزار کار هستند) در این مجموعه فعالیت می‌کنند. نرم‌افزار Revit به عنوان اولین پکیج مدل سازی بر اساس اطلاعات ساختمان، از بهترین ابزارهای مجموعه BIM است. این نرم‌افزار در سال ۱۹۹۷ توسط لئونید رایز و ایروین جانگریس (Leonid Raiz and Irwin Jungreis) برای طراحی مکانیکی تولید شد.

تفاوت کلیدی در نرم‌افزار Revit نسبت به سایر نرم‌افزارهای مشابه این است که برای ایجاد تغییرات بین عناصر موجود در آن نیازی به برنامه‌نویسی نیست و از یک ویرایشگر گرافیکی استفاده شده است، به طوری که تغییر در هر عنصر به طور خودکار در کل مدل پخش می‌شود تا سازگاری مدل حفظ شود. برای مثال با حرکت دادن یک دیوار، تغییرات و جابه‌جایی‌های لازم در دیوارها، کف‌ها و سقف‌های مجاور یا سایر عناصر مربوط به آن دیوار اعمال می‌شود. نرم‌افزار به صورت خودکار مساحت‌ها، مقادیر ابعاد و یادداشت‌ها را اصلاح می‌کند و نمایش اسناد مانند پلان‌ها و برش‌ها به شکل جدید بازنویسی می‌شوند، به شکلی که مدل باقی می‌ماند و تمام اسناد و مدارک هماهنگ می‌شوند. در کل می‌توان برای نرم‌افزار Revit یک وظیفه کلی تعریف کرد: به‌روز رسانی (Update) کلیه اسناد و مدارک به صورت همزمان با هم.

## معرفی قسمت‌های مختلف نرم‌افزار Revit

پس از باز شدن نرم‌افزار Revit صفحه ابتدایی نرم‌افزار برای شما باز می‌شود.

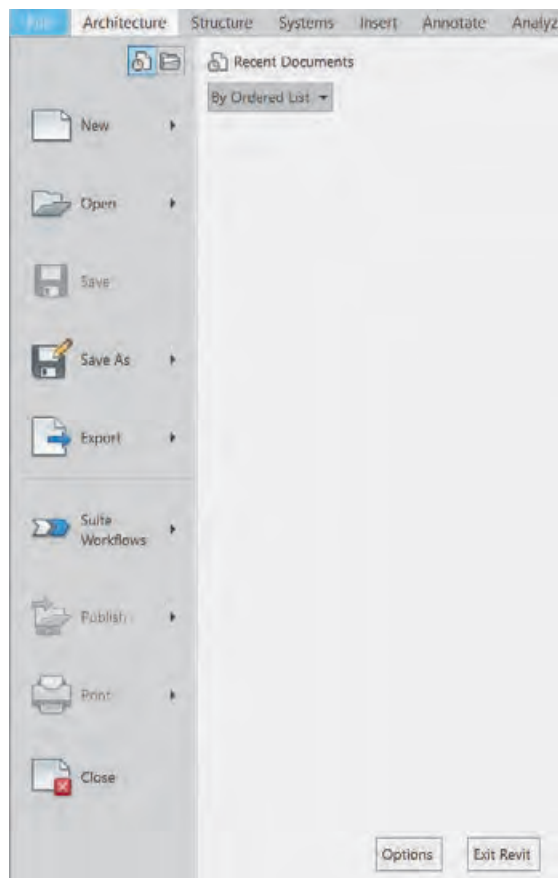


شکل ۱ ▲

در این صفحه شما انتخاب می‌کنید در کدام محیط نرم‌افزار Revit می‌خواهید کار کنید.

۱- محیط **پروجکت Project**: در این محیط از صفر تا صد یک پروژه ساختمانی را شروع کرده و به اتمام می‌رسانیم. به طور مثال در پروژه‌های معماری از تعریف سایت پروژه شروع کرده و تا شیت بندی نقشه‌های نهایی فاز ۲ را در این بخش انجام می‌دهیم. (فرمت ذخیره سازی فایل‌ها در این محیط IFT است).


۲- محیط فمیلی‌ها Families: در این محیط عناصر قابل استفاده در یک پروژه را تولید و برای استفاده در محیط پروژه آنها را بارگذاری (Load) می‌کنیم. مثلاً از میزی که در پلان مبلمان استفاده می‌شود تا در و پنجره‌های خاص یا حتی ستون‌های سازه‌ای را می‌توانیم در این بخش تولید کنیم. البته بسیاری از این عناصر به صورت پیش فرض در قالب‌های آماده نرم‌افزار وجود دارند. (فرمت ذخیره سازی فایل‌ها در این محیط ifa است).



شکل ۲ ▲

۳- منوی فایل file: برای دسترسی به برخی از امکانات نرم‌افزار در هنگام کار کردن استفاده می‌شود.

- New: باز کردن یک فایل جدید.
- Open: باز کردن فایل‌هایی که قبلاً در این نرم‌افزار تولید شده‌اند.
- Save: ذخیره‌سازی مستقیم پروژه جاری.
- فرمت ذخیره‌ی فایل پروژه .rvt است.
- Save as: ذخیره سازی با نام جدید به صورت حفظ فایل جاری از تغییرات اعمال شده.
- Export: خروجی گرفتن از نرم‌افزار برای استفاده در سایر نرم‌افزارها، به طور مثال خروجی DWG برای استفاده در نرم‌افزار اتوکد.




Sample Architecture Project

### معرفی محیط نرم‌افزار

بهتر است برای آشنایی راحت‌تر با محیط نرم‌افزار، نمونه کامل شده موجود در محیط نرم‌افزار sample Architecture Project را کلیک کنید تا ضمن باز شدن پروژه به محیط نرم‌افزار نیز وارد شویم.

فعالیت  
عملی ۱



شکل ۳ ▲

محیط نرم‌افزار به شکل زیر است:



▲ شکل ۴

نوار دسترسی سریع Quick Access Toolbar که به اختصار QAT گفته می‌شود (۱): برای دسترسی سریع و راحت‌تر به دستورهایی است که ما در روند انجام پروژه از آنها بارها استفاده می‌کنیم. اضافه یا حذف کردن دستورها به این نوار بسیار آسان است. برای این کار روی دستور مورد نظر در نوار Ribbon نشانگر ماوس را روی آن قرار داده و کلیک راست کنید و گزینه Add to Quick Access Toolbar را انتخاب کنید. برای حذف آیکون در QAT می‌توانید روی آن کلیک راست کنید و این بار گزینه Remove from Quick Access Toolbar را انتخاب کنید.



▲ شکل ۵

نوار Ribbon (۲) پرکاربردترین نوار نرم‌افزار Revit است که در آن تمامی دستورهایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این نوار دارای بخش‌هایی است که به آنها Tab یا سربرگ (۴) گفته می‌شود. ابزارهای نرم‌افزار Revit بر اساس عملکرد و تشابه کارکرد خود در سربرگ‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند. هر سربرگ به قسمت‌های کوچک‌تری به نام Panel یا قاب (۳) تقسیم‌بندی می‌شود.

در ادامه به معرفی اجمالی سربرگ‌هایی که بیشترین کاربرد را برای انجام پروژه‌های معماری دارند می‌پردازیم.

## سربرگ معماری Architecture:



شکل ۶ ▲

ابزارهای مورد نیاز برای انجام بخش معماری یک پروژه در این سربرگ قرار دارد. در این سربرگ کاربر می‌تواند انواع دیوارها، کفها، سقفها، در و پنجره، رمپ و پله و... را در پروژه به وجود آورده و با کیفیت بالاتری نسبت به نقشه‌کشی دوبعدی پروژه را کنترل کرده و از هدر رفتن زمان جلوگیری کند. از زیبایی‌های این نرم‌افزار سادگی شکل آیکن‌ها و دستورات است که افراد آشنا با معماری به راحتی می‌توانند با دستورات آن کار کرده و عملکرد آنها را استفاده کنند.

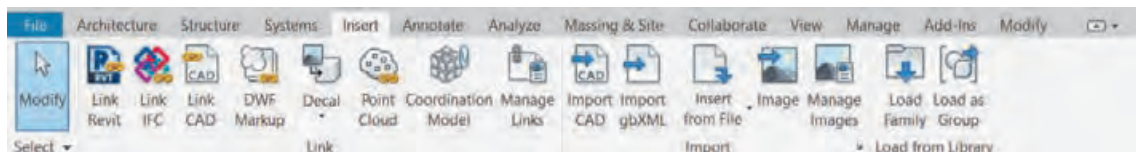
## سربرگ سازه‌ای Structure:



شکل ۷ ▲

این سربرگ از نظر نوع عملکرد شباهت زیادی به سربرگ معماری دارد. این سربرگ تمام ابزارهای مورد نیاز برای مدل کردن اجزای سازه‌ای پروژه را در خود جای داده است.

## سربرگ درج کردن Insert:



شکل ۸ ▲

از این سربرگ برای اضافه کردن یک فایل به پروژه استفاده می‌شود، که آن فایل می‌تواند از فرمت خود نرم‌افزار Revit یا نرم‌افزارهای دیگر و با فرمت متفاوت باشد. این کار به دو صورت انجام می‌شود: ۱- ایجاد ارتباط Link بین فایل و پروژه نرم‌افزار Revit ۲- وارد کردن به صورت کامل Import در داخل پروژه اتفاق بیفتد.

## سربرگ یادداشت توضیحات Annotate:



شکل ۹ ▲

همان‌طور که از اسم آن پیداست شما می‌توانید با استفاده از ابزار این سربرگ توضیحات مهمی را در مدارک پروژه یادداشت کنید. توضیحاتی از قبیل اندازه‌گذاری، کد ارتفاعی، متن‌های توضیحی و اضافه کردن برچسب (Tag) بر روی عناصر که با استفاده از آن کیفیت پروژه و اسناد آن بسیار بالا می‌رود.

## سربرگ دید View:



شکل ۱۰ ▲

در این سربرگ کاربر می‌تواند تمامی حالت‌های دید از پروژه (مثل پلان و نما و ...) و گرافیک نمایش آن را تنظیم کند. در این سربرگ تولید مدارکی مانند شیت‌های نقشه و جداول متره و ... نیز وجود دارد. همچنین در قاب Window سربرگ دید View می‌توان مدارک باز شده پروژه را مدیریت کرد.

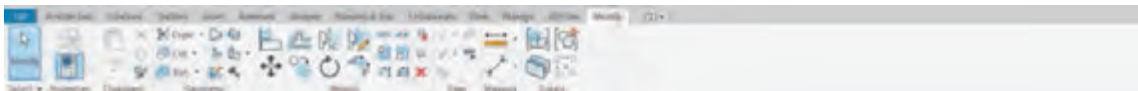
## سربرگ مدیریت Manage:



شکل ۱۱ ▲

مدیریت کلی یک پروژه در این سربرگ اتفاق می‌افتد. به‌طور مثال مدیریت واحد کاری در پروژه که متر باشد یا سانتی‌متر، متریاها، مدیریت حالت نمایش خطوط در حالت نمایی یا برش خورده و یا اطلاعات پروژه مانند محل قرارگیری سایت و بسیاری دیگر در این سربرگ اتفاق می‌افتد.

## سربرگ ویرایش Modify:



شکل ۱۲ ▲

تمامی دستورهای ویرایشی در هنگام ترسیم کردن در این سربرگ قرار دارد، توجه به این سربرگ بسیار مهم است. در این سربرگ و در قاب Modify شما می‌توانید عناصر پروژه را کپی کنید، بچرخانید، تکثیر و یا قرینه کنید. همچنین با انتخاب ابزارها یا عناصر در سایر سربرگ‌ها با تغییر رنگ نوار Ribbon به سبز، سربرگ ویرایش Modify فعال شده و ابزار ترسیم یا تولید عنصر مربوطه به سربرگ ویرایش Modify اضافه می‌شود.

## تغییر رنگ نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar (۵):



شکل ۱۳ ▲

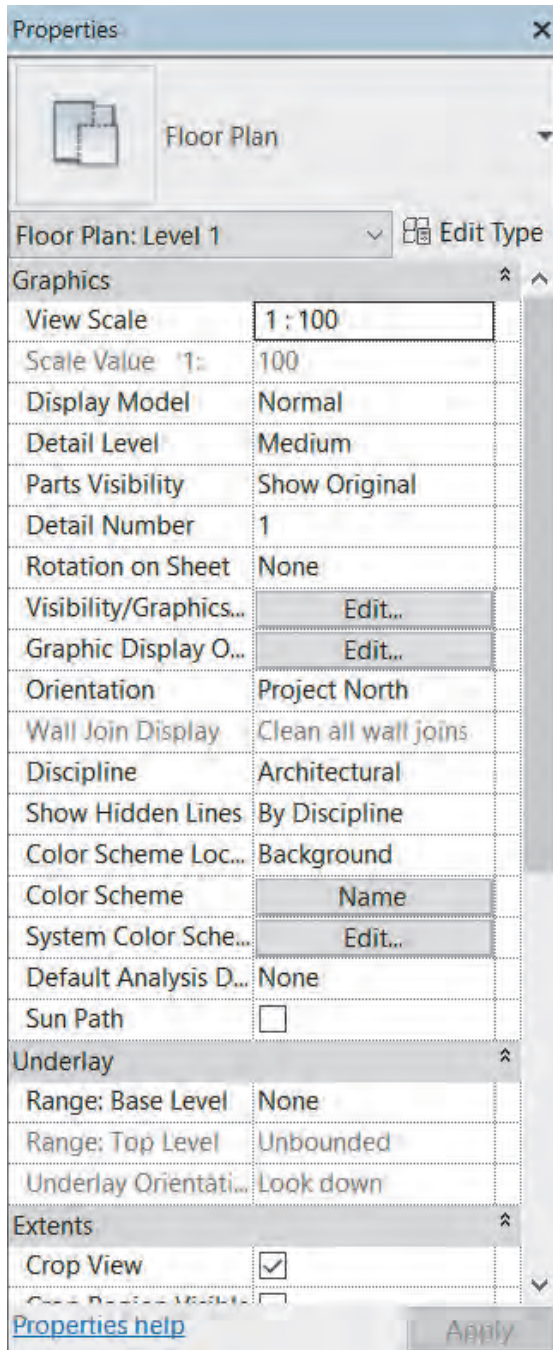
مهم‌ترین عمل در نرم‌افزار Revit انتخاب کردن یا همان Select است. دو گزینه برای انتخاب در نرم‌افزار Revit وجود دارد: ۱- دستورات Command ۲- عناصر Element. با انتخاب هر یک از دو گزینه پیش‌رو (دستور یا عنصر) نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar که در زیر نوار Ribbon قرار دارد تغییر رنگ می‌دهند (از خاکستری به سبز) و با توجه به گزینه انتخاب شده، امکانات مربوط به آن در اختیار شما قرار می‌گیرد.

نکته





چند فرمان را در تب معماری انتخاب کنید و تغییرات نوار Ribbon را مشاهده کنید.



### پنجره مشخصات (Properties):

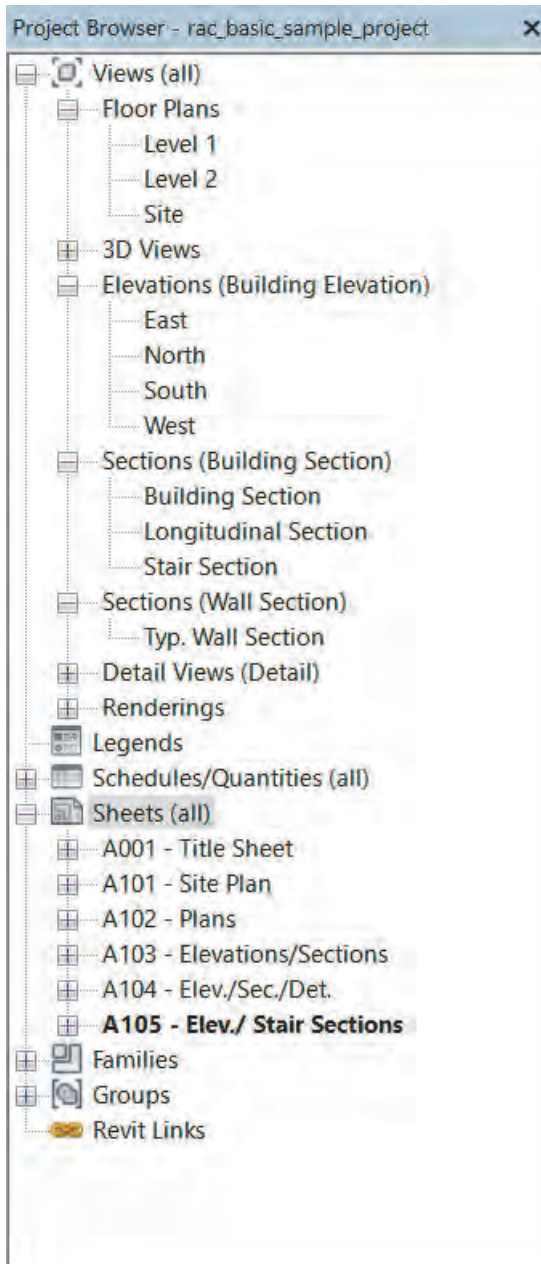
پنجره مشخصات نمایش دهنده مشخصات و ویژگی‌های دستور یا عنصر انتخاب شده است. در لیست کشویی بالای این پنجره می‌توان خانواده عنصر انتخاب شده را دید و در صورت نیاز آن را تغییر داد. در زیر آن دکمه Edit Type قرار گرفته که با زدن آن پنجره جدیدی باز شده و امکان ایجاد برخی اصلاحات در نوع آن عنصر وجود دارد. در قسمت پایین پنجره نیز برخی ویژگی‌های قابل مشاهده یا قابل ویرایش از عنصر یا دستور انتخاب شده دیده می‌شود.

### نکته



پس از باز شدن فایل پروژه در Revit حداقل یکی از مدارک پروژه انتخاب شده است و پنجره آن باز است. توجه شود که حتی اگر هیچ عنصر یا دستوری در حالت انتخاب نباشد پنجره مشخصات Properties، در حال نمایش مشخصات آن مدارک است.





شکل ۱۵ ▲

### پنجره مرورگر پروژه Project Browser:

پنجره ای بسیار مهم و کاربردی در نرم‌افزار Revit است که به کمک آن می‌توانیم در مدارک پروژه رفت و آمد کنیم. این مدارک در دسته‌بندی‌های مختلف مانند پلان‌ها (Floor Plans) نماها (Elevations)، برش‌ها (Sections) و غیره در اختیار شما قرار دارد. پس از تنظیم هر مدرک از پروژه در سربرگ دید View، مشاهده خواهید کرد که نام آن مدرک به لیست مدارک دسته‌بندی شده در مرورگر پروژه اضافه شده است. با دوبار کلیک بر روی نام هر مدرک می‌توانید پنجره آن مدرک را باز و آن را مشاهده کنید.

به نماها، برش‌ها و همچنین شیت‌های نقشه (Sheet) در فایل نمونه‌ای که باز کرده‌اید بروید (روی نام آنها در پنجره Project Browser کلیک کنید) و درستی و کافی بودن مدارک را با همکلاسی‌های خود بحث کنید.

فعالیت  
عملی ۳

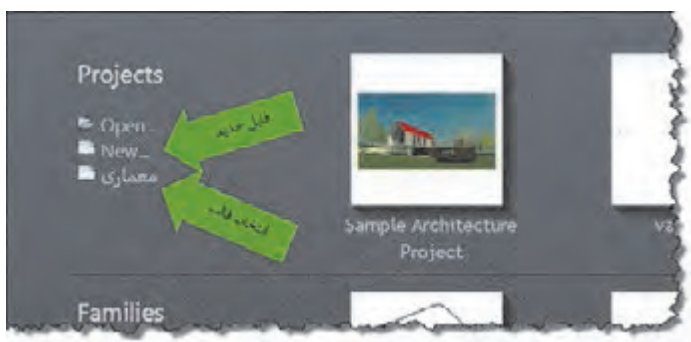


## مراحل انجام پروژه

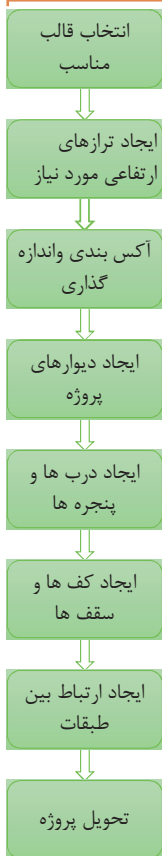
### انتخاب قالب مناسب Template:

برای شروع کار با نرم افزار Revit باید یک پروژه جدید را تعریف کنید. برای این کار می توانید از صفحه شروع بر روی گزینه New یا بر روی یکی از قالب های آماده در زیر گزینه New کلیک کنید.

اگر در شروع پروژه جدید از قالبی استفاده نشود، این پروژه دارای تنظیمات اولیه نامناسب برای شروع به کار است و همچنین فاقد اجزای کاربردی (فمیلی ها) است و همه آنها را باید به پروژه وارد کنید. این کار در شروع هر پروژه جدید می تواند بسیار وقت گیر و مشکل ساز باشد. راه حل این مشکل استفاده از قالب های آماده است. یک قالب یا همان Template در واقع فایلی است که تمام تنظیمات مورد نظر بر روی آن اعمال شده و تمام اجزاء (فمیلی ها) مورد نیاز در آن وارد و سپس ذخیره شده است. حال با شروع پروژه جدید دیگر نیازی به انجام تنظیمات وقت گیر نیست.



شکل ۱۷ ▲



شکل ۱۶ ▲

فرمت ذخیره سازی فایل های قالب Template محیط پروژه rte است.

نکته



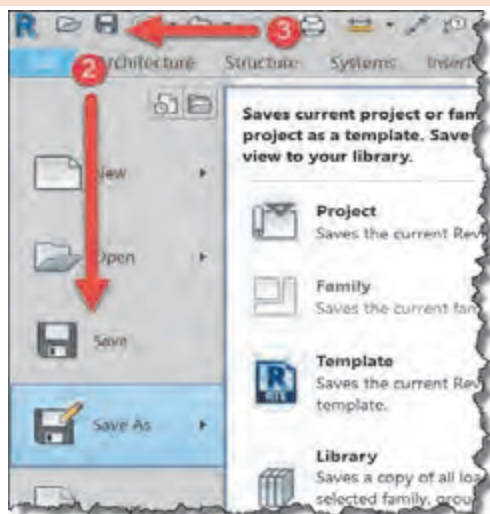
### ذخیره SAVE

بهتر است پس از شروع به کار در پروژه آن را با نامی مشخص ذخیره کنیم تا بعداً به آن دسترسی داشته باشیم. با استفاده از هریک از روش های زیر می توانیم پروژه خود را ذخیره کنیم:

۱- کلید کنترل CTRL را روی صفحه کلید نگه دارید و دکمه S را بزنید.

۲- با استفاده از منوی File و استفاده از Save یا Save as (از ترکیب Ctrl+Shift+S به عنوان کلید میانبر Save as می توان استفاده کرد).

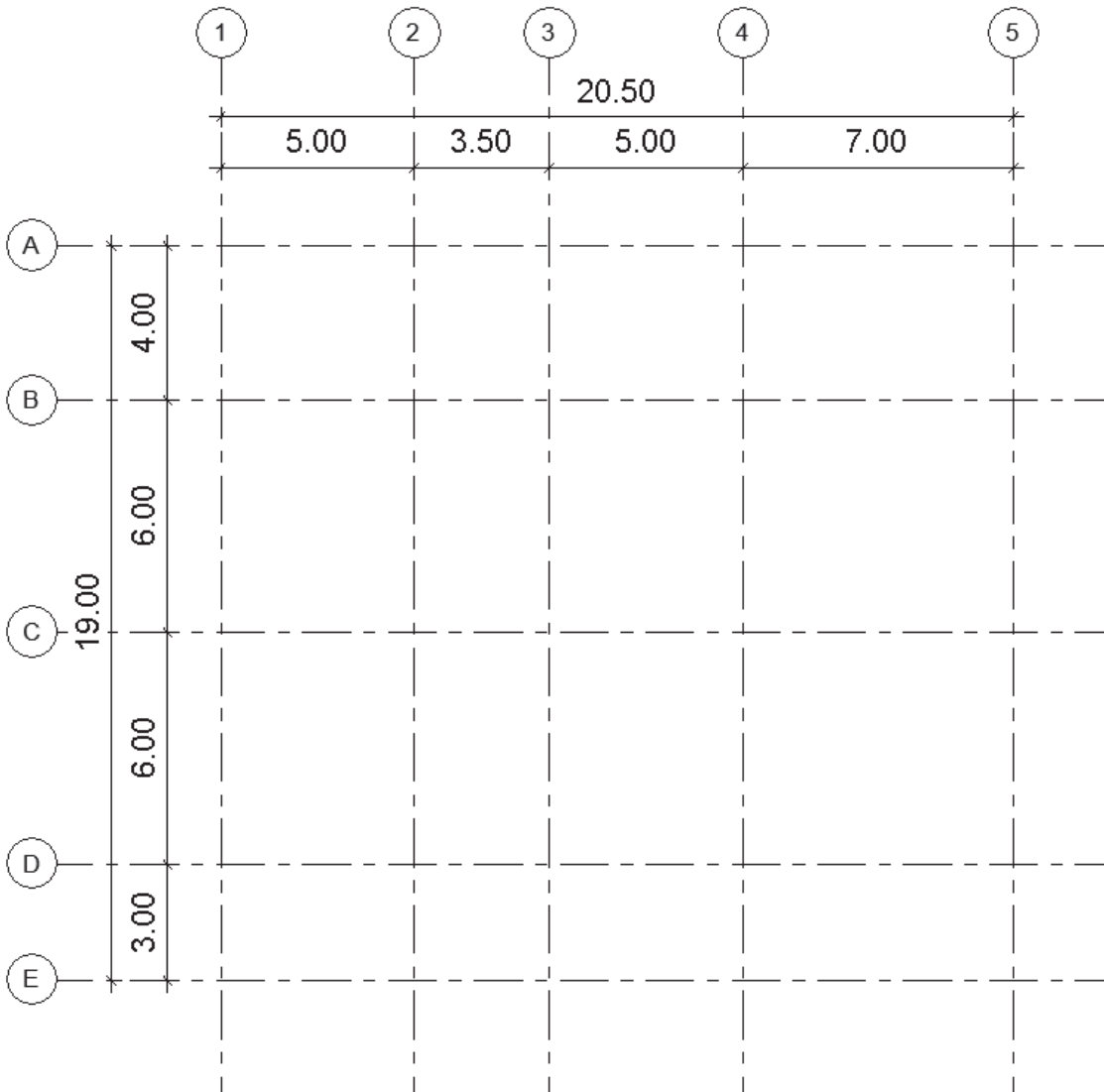
۳- استفاده از آیکون ذخیره در نوار دسترسی سریع.



شکل ۱۸ ▲

## شروع به کار و انجام تنظیمات اولیه پروژه

برای شروع کار قالب معماری را انتخاب کنید تا وارد محیط پروژه شوید. در این بخش قصد داریم پلان آکس‌بندی مطابق شکل زیر را تولید کنیم:



شکل ۱۹ ▲

### ایجاد آکس‌بندی، GRID:

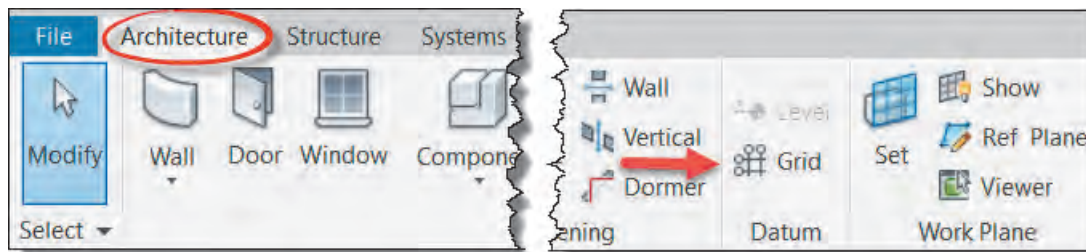
خط آکس، خطی است فرضی که از محورهای تقارن مقطع ستون می‌گذرد و به کمک آنها محل قرارگیری، امتداد و فاصله ستون‌ها نشان داده می‌شود. بر این اساس نرم‌افزار Revit این امکان را به شما می‌دهد تا در یک مدرک مناسب، آکس‌بندی مورد نیاز پروژه را برای تعیین محل قرارگیری ستون‌های سازه‌ای انجام دهید.

مدرک مناسب برای ایجاد آکس دید پلان یا دید نما و حتی دید برش می باشد که از پنجره Project Browser قابل دسترسی اند، اما مدرک مناسب تر برای انجام کار همان مدرک پلان کف Floor Plan است.



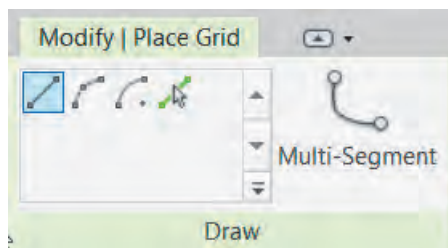
ابزار ترسیم ایجاد خط آکس Grid در سربرگ Architecture، در قاب Datum قرار گرفته است.

Architecture > Datum > Grid



شکل ۲۰ ▲

با انتخاب دستور، نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Grid و قاب Draw اضافه می شود. در قاب Draw دستورهایی ترسیمی برای ترسیم خط آکس وجود دارد که به صورت پیش فرض دستور Line در حالت انتخاب است. دستورات و آیکون های آن بسیار شبیه به دستورات و آیکون های نرم افزار اتوکد است. پر استفاده ترین آنها ابزار پاره خط (Line) و ابزار انتخاب پاره خط (Pick Line) می باشد.

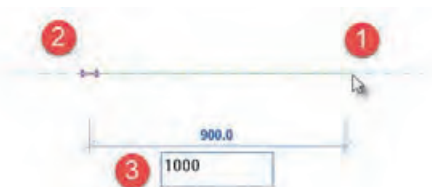


شکل ۲۱ ▲

**انتخاب پاره خط Pick Line:** به کمک این گزینه و با انتخاب هر خط یا لبه یک سطح قابل دیده شدن، یک عنصر ترسیمی جدید شکل می گیرد. مثلاً با انتخاب یک آکس که قبلاً ترسیم شده می توان یک آکس جدید به وجود آورد.



شکل ۲۲ ▲



شکل ۲۳ ▲

**پاره خط Line:** از دستور خط به دو روش می توانید استفاده کنید. در روش اول نقطه ابتدای آکس را کلیک کنید. نشانگر ماوس را جابه جا کنید تا به نقطه انتهای خط آکس برسد، سپس کلیک کنید تا ترسیم تکمیل شود. (شکل ۲۲) در روش دوم نخست در نقطه ابتدایی کلیک کرده سپس ماوس را در جهت مورد نظر جابه جا کنید و طول خط را از طریق صفحه کلید وارد کنید و در نهایت تایید کنید. (شکل ۲۳)

نرم‌افزار Revit به صورت خودکار پس از ترسیم هر آکس نام جدیدی مطابق آخرین آکس ترسیم شده ایجاد می‌کند. بهتر است پس از ترسیم اولین آکس افقی نام آن را به A تغییر دهید تا بقیه آکس‌ها به ترتیب حروف، نامگذاری شوند.

نکته



دستور آکس در نرم‌افزار Revit فقط قابلیت تشخیص ایجاد ترتیب را دارد و نمی‌تواند محل آکس را تشخیص دهد. مثلاً اگر بین دو آکس ۱ و ۲، یک خط آکس جدید اضافه کنیم، موقعیت جدید را تشخیص نداده و آکس تولید شده نیاز به تغییر نام دارد.

نکته



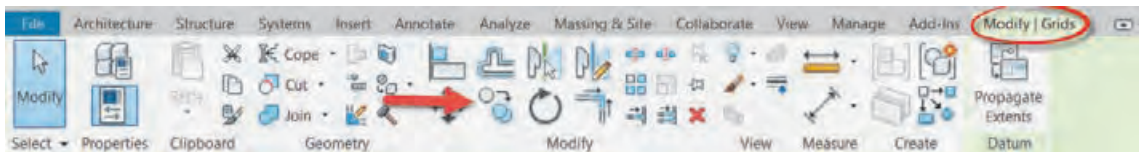
بهترین روش برای تولید آکس‌های پروژه استفاده از دستور Copy به جای ترسیم مستقیم است.

نکته



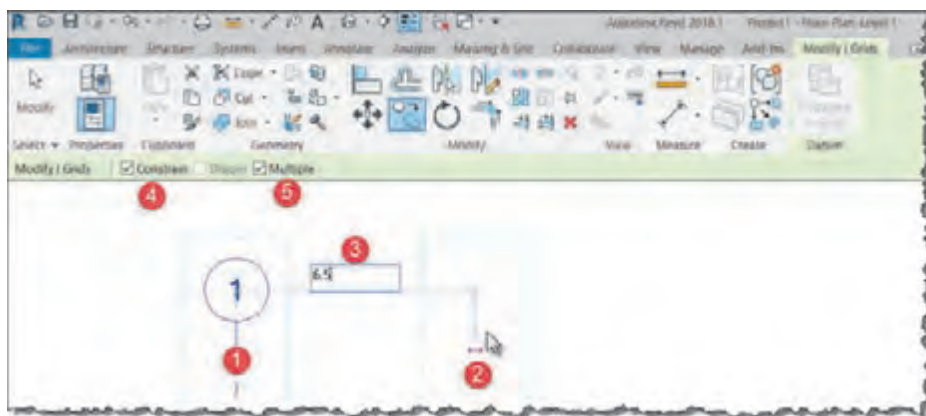
پس از ترسیم اولین خط آکس با دوبار زدن دکمه ESC از فرمان ترسیم آکس Grid خارج شوید. (دقت کنید که حتماً باید از دستور خارج شده باشید). اولین خط آکسی را که ترسیم کرده‌اید انتخاب کنید. با انتخاب خط آکس، رنگ نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Grids و قاب Datum اضافه می‌شود. دستور Copy را (درحالی که خط آکس انتخاب است) از سربرگ ویرایش Modify در قاب Modify انتخاب می‌کنیم.

Modify > Modify > Copy



شکل ۲۴ ▲

- ۱- بر روی یک نقطه از صفحه (ترجیحاً خود آکس انتخاب شده) کلیک کنید.
- ۲- ماوس را در جهتی که می‌خواهیم آکس جدید (تکثیر شده از آکس انتخاب شده) قرار بگیرد جابه‌جا کنید.
- ۳- فاصله تا آکس جدید را از طریق صفحه کلید وارد کنید و دستور را به کمک دکمه Enter تأیید کنید.



شکل ۲۵ ▲

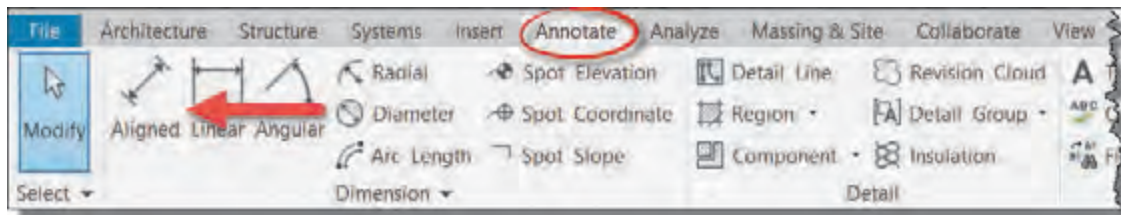


یک پروژه جدید تولید کرده و آکس بندی را مطابق هدف آغازین این بخش انجام دهید.

## اندازه گذاری

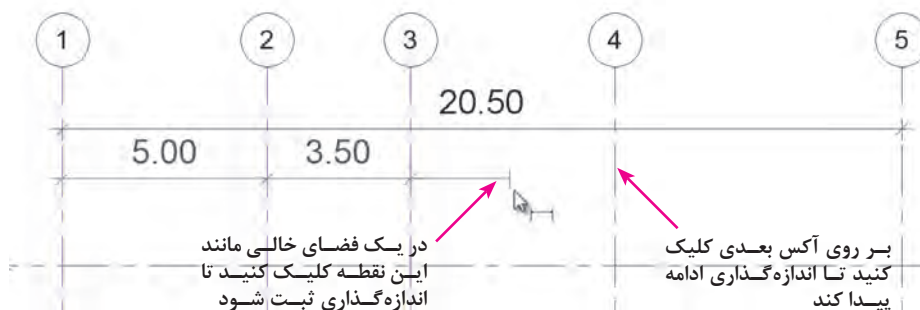
اندازه گذاری با هدف نمایش فاصله بین قسمت‌های مختلف بر روی نقشه‌ها انجام می‌شود. ابزار اندازه گذاری Aligned در سربرگ Annotate قاب Dimension قرار گرفته است.

Annotate > Dimension > Aligned



شکل ۲۶ ▲

برای اندازه گذاری فاصله بین آکس‌ها، بر روی آکس اول کلیک می‌کنیم، سپس با قرار گرفتن ماوس بر روی آکس بعدی کلیک می‌کنیم و این کار را تا پایان اندازه گذاری ادامه می‌دهیم. برای تثبیت اندازه گذاری در محل مورد نظر، در یک قسمت خالی از صفحه کاری کلیک کنید. دقت کنید که زدن دکمه ESC در این حالت باعث حذف اندازه گذاری شما خواهد شد.



شکل ۲۷ ▲

مشاهده می‌کنید بدون نیاز به تکرار دستور، می‌توانید به صورت متوالی اندازه‌گذاری کنید. برای خروج کامل از دستور اندازه‌گذاری، دوبار کلید ESC صفحه کلید را بزنید.

فعالیت  
عملی ۵



۱- پروژه آکس‌بندی که در قسمت قبل ایجاد کردید را اندازه‌گذاری کنید.  
۲- یک پروژه جدید ایجاد و آن را با نام پروژه ۲ ذخیره کنید. در دید پلان قرار گرفته و مطابق نقشه‌های پروژه ۲ در آغاز پودمان آکس‌بندی را ایجاد و اندازه‌گذاری کنید.

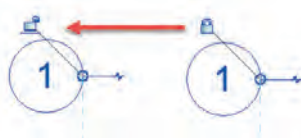


▲ شکل ۲۸

### تنظیمات خط آکس (شکل ۲۸)

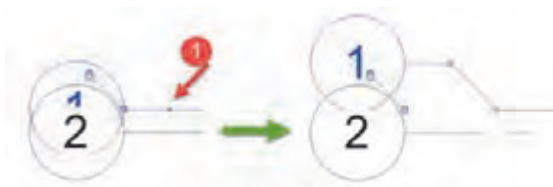
۱- کادر تأیید: در ابتدا و انتهای خط آکس کادر تأیید وجود دارد که در صورت تیک‌دار بودن آن، نام آکس در انتهای خط نمایش داده می‌شود و با غیرفعال کردن کادر تأیید، نام آکس از انتهای خط حذف می‌شود.

۲- در دو انتهای خط آکس، دو دایره توخالی و آبی رنگ وجود دارد، که با کلیک و کشیدن (Click+Drag) آن می‌توان اندازه خط آکس را بلندتر یا کوتاه‌تر کرد. نکته مهم در اینجا تغییر اندازه و جابه‌جا شدن تمامی خطوط آکس به‌طور همزمان می‌باشد. دلیل این اتفاق وجود علامت قفل در ادامه دایره توخالی می‌باشد. این قفل نشان می‌دهد تمامی خطوط در یک راستا با هم قفل (ثابت) بوده و با تغییر اندازه یک آکس دیگر خطوط آکس نیز همزمان تغییر می‌کنند. اگر نیاز به تغییر اندازه فقط برای یک آکس بود کافی است روی علامت قفل کلیک و آن را به حالت باز تغییر دهید و آکس مورد نظر را به تنهایی جابه‌جا کنید.



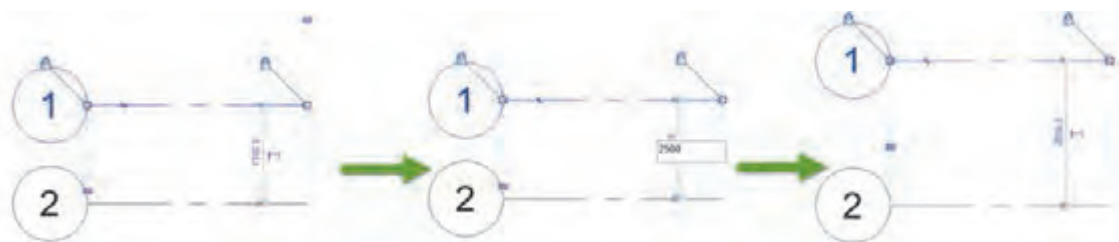
▲ شکل ۲۹

۳- اضافه کردن شکست Add elbow: با کلیک بر روی علامت Add elbow روی خط آکس، خط شکسته شده و نام آکس جابه‌جا می‌شود. معمولاً زمانی که دو آکس خیلی به هم نزدیک باشند و نوشته‌های آنها روی هم افتاده باشد از شکست استفاده می‌شود.



▲ شکل ۳۰

۴- اندازه‌گذاری موقت: وقتی که در نرم‌افزار Revit عنصری را انتخاب می‌کنید، در اکثر موارد خطوط اندازه‌گذاری موقت ظاهر می‌شوند. به این دلیل به آنها موقت می‌گویند که در صورتی که عنصری انتخاب نباشد این خطوط اندازه‌گذاری ظاهر نمی‌شوند. امکان بسیار مفید این خطوط اندازه‌گذاری موقت کمک به جابه‌جایی آکس می‌باشد (و البته کلیه عناصری که در پروژه انتخاب می‌شوند). برای این کار کافی است روی عدد اندازه‌گذاری موقت کلیک کرده و مقدار جدید را تایپ و تأیید نمایید.



▲ شکل ۳۱

### ایجاد ترازهای ارتفاعی LEVEL:

تراز سطحی فرضی است که تعیین کننده ارتفاع طبقات از سطح  $\pm 0.00$  و همچنین کلیه اجزای مهم یک ساختمان و هر قسمت یا جزئیاتی که نیاز به نمایش ارتفاع آن نسبت به تراز مینا یا سطح زمین می‌باشد. ترسیم خط تراز یکی از مهم‌ترین اقدامات اولیه در انجام یک پروژه در نرم‌افزار Revit می‌باشد. این کار باعث می‌شود که بتوانیم در مراحل تکمیل یک پروژه برای اجزای مهمی چون دیوارها، ستون‌ها، پله‌ها و ... تراز شروع و پایان را وارد کنیم.

نکته بسیار مهم در این قسمت که ممکن است در ادامه روند کار با نرم‌افزار Revit با آن برخورد داشته باشیم، غیر فعال بودن یک ابزار (یا همان دستور) است. دلیل این اتفاق در نرم‌افزار Revit مربوط به مدرک (یا همان دید) است که در آن قرار دارید. با توجه به مفهوم واقعی ابزارها در نرم‌افزار Revit برای اجرا کردن آنها ما دو حالت را در مورد مدرک بیان می‌کنیم.

۱- دید یا مدرک مناسب.

۲- دید یا مدرک مناسب‌تر.

۱- **دید مناسب:** دید مناسب همان مدرکی است که یک دستور مشخص فقط و فقط در آن قابل اجراست مانند دستور تراز Level، که فقط و فقط در مدارکی که دید عمودی به پروژه دارند قابل اجراست مانند دید برش Section، یا دید نما Elevation و در دیدهای افقی مانند پلان‌ها قابل اجرا نمی‌باشد.

۲- **دید مناسب‌تر:** گاهی می‌توان یک دستور را در چند حالت دید مختلف اجرا کرد، در این حالت برای دقت بیشتر در روند انجام دستور نیاز است که از بین چندین مدرک ممکن، مناسب‌ترین آنها را انتخاب کنیم. به طور مثال ابزار ایجاد آکس Grid که پیش از این گفته شد، در دید پلان کف، پلان معکوس، نماهای مختلف و حتی در دید برش قابل اجراست اما برای کیفیت و دقت بیشتر، دید مناسب‌تر برای اجرای دستور، پلان کف می‌باشد.



برای اجرای دستور تراز Level، از پنجره مرورگر پروژه Project Browser وارد یکی از نماها Elevation مثلاً نمای شمالی می‌شویم. دو تراز به صورت پیش فرض در فایل وجود دارد که به ازای هر یک از این ترازا در مرورگر پروژه، یک پلان کف و یک پلان سقف کاذب همنام با تراز وجود دارد. شما می‌توانید با انتخاب هریک از این دو تراز هم کد ارتفاعی و هم نام آن را تغییر دهید.



شکل ۳۲ ▲

همانطور که در شکل ۳۲ می‌بینید، تنظیمات مربوط به ترازهای ارتفاعی کاملاً شبیه به تنظیمات آکس‌ها می‌باشد. علاوه بر آنچه که در آکس‌ها گفته شد، در ترازهای ارتفاعی می‌توانید ارتفاع و نام تراز را انتخاب کرده و آنها را تغییر دهید. مثلاً بر روی نام تراز کلیک کرده و نام آن را از Level ۲ به «طبقه اول» تغییر دهید.

نکته



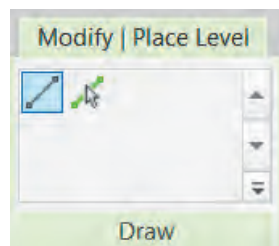
ابزار ایجاد تراز Level را در قاب Datum از سربرگ Architecture انتخاب می‌کنیم

Architecture > Datum > Level



شکل ۳۳ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Place Level و یک قاب Draw اضافه می‌شود. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به تراز در حال ترسیم نمایش داده می‌شود.



شکل ۳۴ ▲

بهترین ابزار برای ترسیم خط تراز جدید دستور Pick Line است (۱). کافی است پس از انتخاب دستور، در قسمت Offset واقع در نوار تنظیمات Optionbar میزان ارتفاع یک طبقه (یا تراز مورد نیاز) را وارد کنیم (۲)، سپس با نزدیک کردن ماوس به یکی از ترازهای موجود (۳) و تعیین محل قرار گیری تراز جدید (روبه بالا یا روبه پایین) و کلیک بر روی آن، تراز جدید را ایجاد می کنیم (۴).



▲ شکل ۳۵

ترازهای ارتفاعی مطابق با جدول زیر را تولید کنید.

تراز ارتفاعی	نام طبقه
-۲/۲۰	زیرزمین
+۰/۷۰	همکف
+۳/۹۰ و +۷/۱۰ و +۱۰/۳۰ و +۱۳/۵۰ و +۱۶/۷۰	طبقه اول تا طبقه پنجم
+۱۹/۹۰	بام
+۲۲/۸۰	خرپشته

فعالیت  
عملی ۶



ترازهای ارتفاعی مورد نیاز پروژه ۲ پودمان را ایجاد کنید.

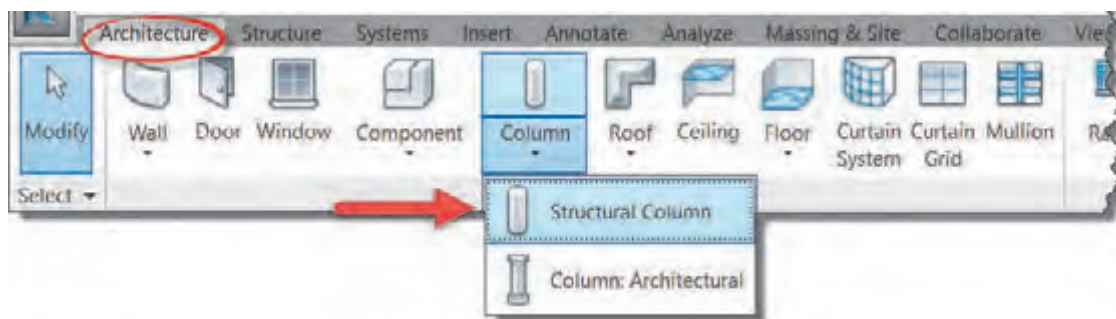
فعالیت  
عملی ۷



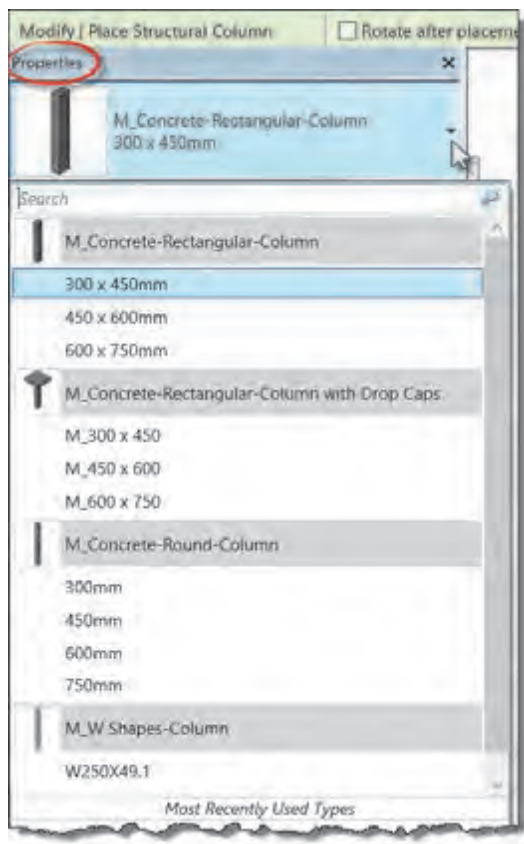
## ستون‌گذاری نقشه

پس از ایجاد ترازهای ارتفاعی و آکس بندی پروژه می‌توانید ستون‌های سازه‌ای پروژه را ایجاد و در محل خود قرار دهید. در نقشه‌های فاز ۲ ستون‌های سازه‌ای را با ابعاد دقیق نشان می‌دهند تا تأثیر آنها بر معماری دیده شود.

نخست در مدرک مناسب‌تر قرار می‌گیریم. برای ترسیم ستون‌ها مدرک مناسب‌تر مدرک پلان کف در پایین‌ترین تراز ممکن است مانند تراز همکف یا زیرزمین. ستون‌های سازه‌ای را می‌توانید در سربرگ Architecture قاب Build و در زیرفرمان Column بیابید.



شکل ۳۶ ▲



شکل ۳۷ ▲

با انتخاب دستور نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Structural Column اضافه می‌شود. همچنین قاب‌های Placement, Multiple, Tag به سربرگ Modify اضافه می‌شود.

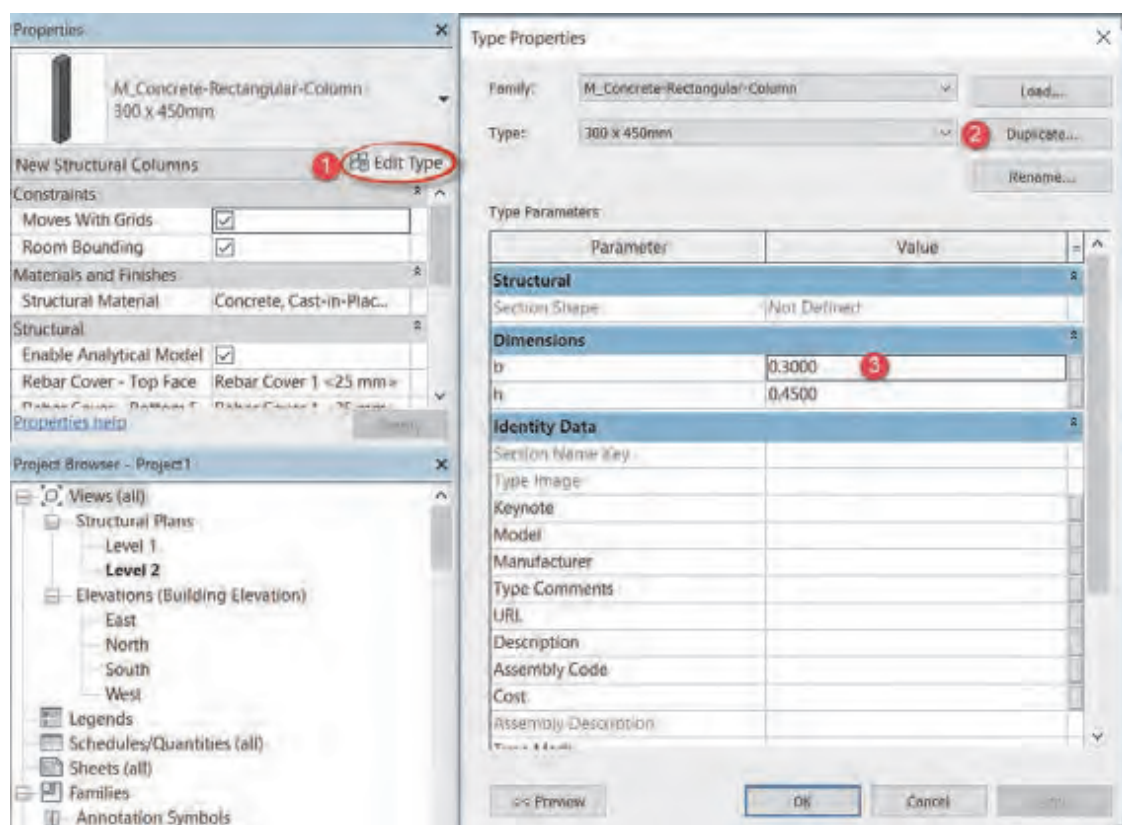
### انتخاب نوع ستون

در پنجره مشخصات Properties در لیست کشویی Type Selector می‌توانید نوع ستون خود را انتخاب کنید.

همان‌طور که می‌بینید تعداد محدودی ستون در این لیست وجود دارد که ممکن است برای پروژه ما مناسب نباشند. بنابراین شما می‌توانید ستون مورد نیاز خود را انتخاب و ابعاد آن را ویرایش نمایید.

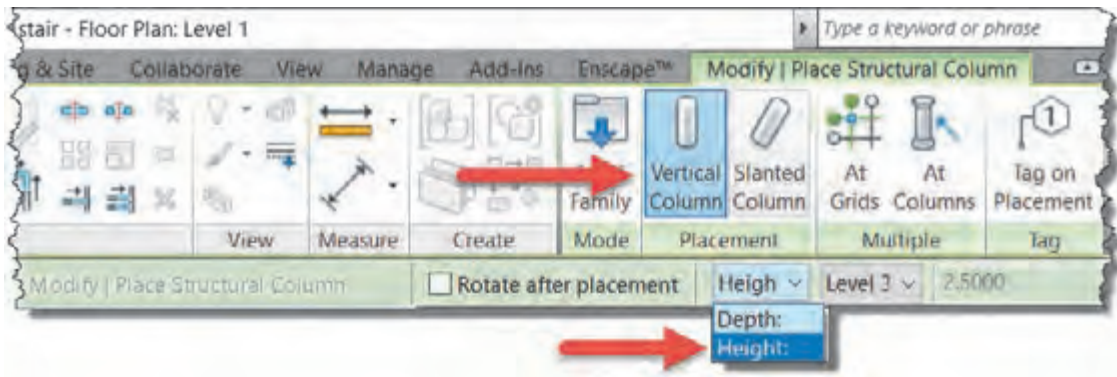
## ویرایش ابعاد Edit Type:

در پنجره مشخصات Properties ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به همین نام باز شود. ۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از ستون موجود تکثیر کنید و سپس پارامترهای مورد نظر را تغییر دهید. ۳- ابعاد ستون را به اندازه‌های مورد نیاز پروژه تغییر دهید.



شکل ۳۸ ▲

پس از تکمیل ویرایش ستون مورد نظر نوبت به قرار دادن ستون‌های پروژه در محل خود می‌رسد. در این مرحله باید تراز بالا و پایین ستون‌ها را مشخص کنیم. در ابتدای این بخش به این نکته اشاره کردیم که مدرک مناسب‌تر برای ستون‌گذاری پلان کف پایین‌ترین تراز ارتفاعی ممکن در ساختمان می‌باشد (به‌طور مثال تراز همکف یا زیرزمین). با قرار گرفتن در این مدرک نرم‌افزار Revit تراز را که در پلان کف آن قرار داریم را تراز شروع ستون در نظر می‌گیرد. حال در نوار تنظیمات Optionbar و در لیست کشویی اول تعیین می‌کنیم که ستون نسبت به تراز شروع ارتفاع Height بگیرد و در لیست کشویی دوم تراز بالای ستون را انتخاب می‌کنیم. (شکل ۳۹)

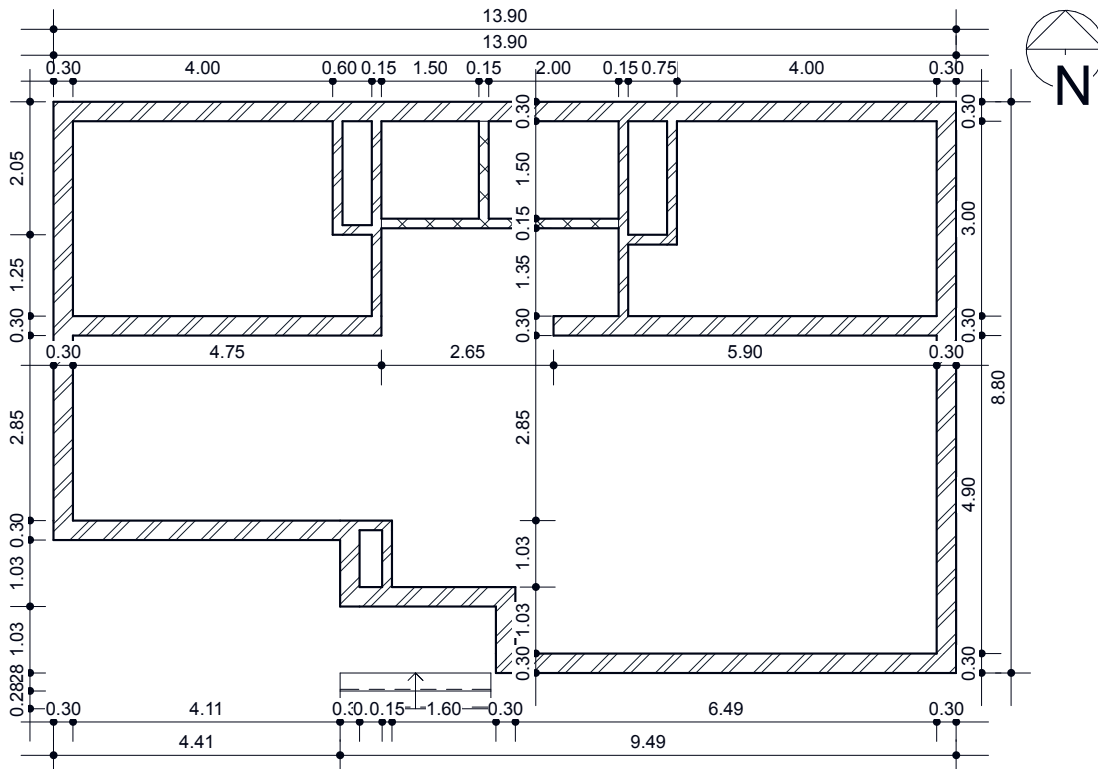


▲ شکل ۳۹

Vertical Column: برای قرارگیری ستون به صورت قائم و عمودی دقت شود که این گزینه فعال باشد. می‌توانید در هر جای صفحه کلیک کرده و ستون گذاری کنید. اما محل مناسب برای قرارگیری ستون‌ها تقاطع آکس‌ها است. که با قرارگیری نشانگر ماوس بر روی آنها می‌توانید حساسیت به آکس را در ستون گذاری مشاهده کرده و ستون گذاری را تکمیل نمایید.

### ترسیم دیوارها

دیوار عبارت است از یک ساختار ممتد، عموماً قائم، یک پارچه، محکم و استوار که معمولاً ضخامت آن در مقایسه با طول و ارتفاع اش کمتر است. در این بخش قصد داریم که دیوارهای پروژه ۱ را مطابق شکل زیر ایجاد کنیم.



▲ شکل ۴۰



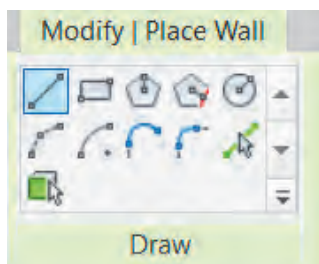
▲ شکل ۴۱

ابزار ایجاد دیوار Wall در سربرگ Architecture قاب Build قرار گرفته است. ابتدا با استفاده از مرورگر پروژه Project Browser در پلان کف یکی از ترازهای موجود، قرار می‌گیریم تا برای ترسیم، در مدرک مناسب‌تر قرار گرفته باشیم. دیوار معماری را انتخاب می‌کنیم.

Architecture > Build > Wall

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Place Wall و یک قاب Draw اضافه می‌شود. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به دیوار در حال ترسیم نمایش داده می‌شود. برای ترسیم دیوار هر بخش را باید به درستی تنظیم نماییم.

در قاب Draw ابزارهای ترسیم یک دیوار قرار دارد. دستورات و آیکون‌های آن بسیار شبیه به دستورات و آیکون‌های نرم‌افزار اتوکد است. پر استفاده‌ترین آنها ابزار پاره خط Line و ابزار انتخاب پاره خط Pick Line است.



▲ شکل ۴۲

**انتخاب پاره خط Pick Line:** به کمک این گزینه و با انتخاب هر خط (یا لبه سطح) قابل دیده شدن در نرم‌افزار Revit، عنصر ترسیمی شکل می‌گیرد. مثلاً با انتخاب لبه یک کف یا آنکس که قبلاً ترسیم کرده‌ایم، یک دیوار به اندازه خط انتخاب شده برای ما ایجاد می‌شود.

**پاره خط Line:** با این گزینه می‌توانید دیوارهای مستقیم را ترسیم کنید. در نقطه ابتدای دیوار را کلیک کنید و نشانگر ماوس را جابه‌جا کنید تا به نقطه انتهای دیوار برسد، سپس کلیک کنید تا ترسیم کامل شود.

برای خارج شدن از دستور ترسیمی باید دوبار کلید ESC صفحه کلید را پشت سر هم فشار دهید.

نکته





با نگه داشتن کلید Shift در صفحه کلید می‌توانید دیوار را در راستای عمودی و افقی ترسیم کنید. مانند Ortho mode کلید F8 در AutoCAD.

۱. عملکرد سایر آیکون‌های ترسیمی در قاب Draw را بررسی و گزارش دهید.  
۲. برخلاف اتوکد، دیوار در نرم‌افزار Revit دارای ضخامت است و ممکن است دیوار ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متر ضخامت داشته باشد. به نظر شما خطی را که ترسیم می‌کنید در کجای ضخامت دیوار قرار می‌گیرد؟

از آنجا که نرم‌افزار Revit دیوار را به صورت یک عنصر واقعی سه بعدی در نظر می‌گیرد، باید پیش از ترسیم، طول، ارتفاع و ضخامت دیوار را تنظیم کنیم. ضخامت در لیست کشویی بالای پنجره مشخصات Properties، طول را از طریق ابزار ترسیمی از قاب Draw و ارتفاع را از طریق پنجره Properties یا نوار تنظیمات Optionbar مشخص می‌کنیم.



شکل ۴۳ ▲

لیست‌های کشویی نوار تنظیمات Optionbar از چپ به راست به شرح زیر است. در اولین لیست کشویی High – Deep نرم‌افزار Revit پلان کف تراز را که در آن قرار دارد را تراز شروع دیوار قرار می‌دهد و در این گزینه از شما می‌خواهد که ارتفاع (بلندی دیوار رو به بالا High) یا عمق (بلندی دیوار رو به پایین Deep) را مشخص کنید. در دومین لیست کشویی، مقدار اولیه برای این بلندی Unconnected بوده و یک ارتفاع پیش فرض در پنجره مقابلش نوشته شده، از این بخش برای ترسیم دیوارهای محوطه و جان پناه می‌توانید استفاده کنید. می‌توانید از این لیست یک تراز دیگر را به عنوان محل اتصال بالای دیوار انتخاب کنید.

سومین لیست کشویی این نوار Location Line می‌باشد که در ترسیم و محل قرارگیری دیوار بسیار مهم است و در فاز ۲ پروژه‌ها باید به آن توجه کرد، این بخش را پس از ساخت جزئیات اجرایی دیوار توضیح خواهیم داد.

Chain: اگر این گزینه انتخاب نباشد هر بار با دستور ترسیمی پاره خط، فقط یک دیوار ترسیم می‌شود و برای ترسیم دیوار بعد باید نقطه ابتدای آن را از نو انتخاب کنید، اما اگر گزینه Chain را فعال کنید، نرم‌افزار Revit انتهای هر دیوار را ابتدای دیوار بعدی فرض کرده و ترسیم را به صورت زنجیروار ادامه می‌دهد.

### پنجره مشخصات Properties:

در لیست کشویی اول پنجره مشخصات (Properties type selector) می‌توانید نوع دیوار خود را انتخاب کنید که به طور مثال دیوار ۲۰ سانتی‌متری باشد یا ۱۰ سانتی‌متری و یا دیوار شما چه جزئیاتی داشته باشد.

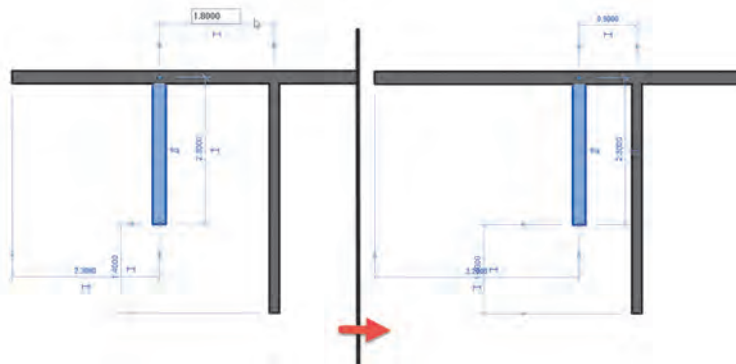
در پایین پنجره مشخصات Properties نیز می‌توانید مانند نوار تنظیمات Optionbar تنظیمات مربوط به تراز پایین Base Contractarian و بالای دیوار Top Contractarian را تغییر دهید. (مانند شکل ۴۴)



▲ شکل ۴۴

### جابه‌جا کردن دیوارهای ترسیم شده

در صورتی که دیوار ترسیم شده در محل مناسب خود قرار نگرفته باشد کافی است آن را انتخاب کنید و با قرار دادن نشانگر ماوس روی آن علامت نشانگر ماوس به شکل زیر تغییر می‌کند و شما می‌توانید دیوار را با کلیک و کشیدن Click+Drag جابه‌جا کنید.



▲ شکل ۴۵

همچنین در زمان انتخاب یک دیوار در اطراف آن اندازه‌گذاری موقتی نسبت به عناصر اطراف به رنگ آبی ظاهر می‌شود. با کلیک بر روی هر یک از اعداد اندازه‌ها و وارد کردن عدد دلخواه دیواره ترسیم شده به موقعیت جدید جابه‌جا می‌شود.

اندازه‌گذاری موقت Temporary Dimension در مورد تمام عناصر در حالت انتخاب در نرم‌افزار Revit اتفاق می‌افتد.

نکته





در صورتی که شکل مدل را قبلاً اندازه‌گذاری کرده باشید، پس از انتخاب دیوار یا هر عنصر دیگر اندازه‌گذاری‌های دائمی به صورت فعال درآمده و می‌توانید به کمک آنها فاصله‌ها را جابه‌جا کنید. دقت کنید که حتماً عنصر مورد نظر باید انتخاب شود و نه خط اندازه‌گذاری.

نکته



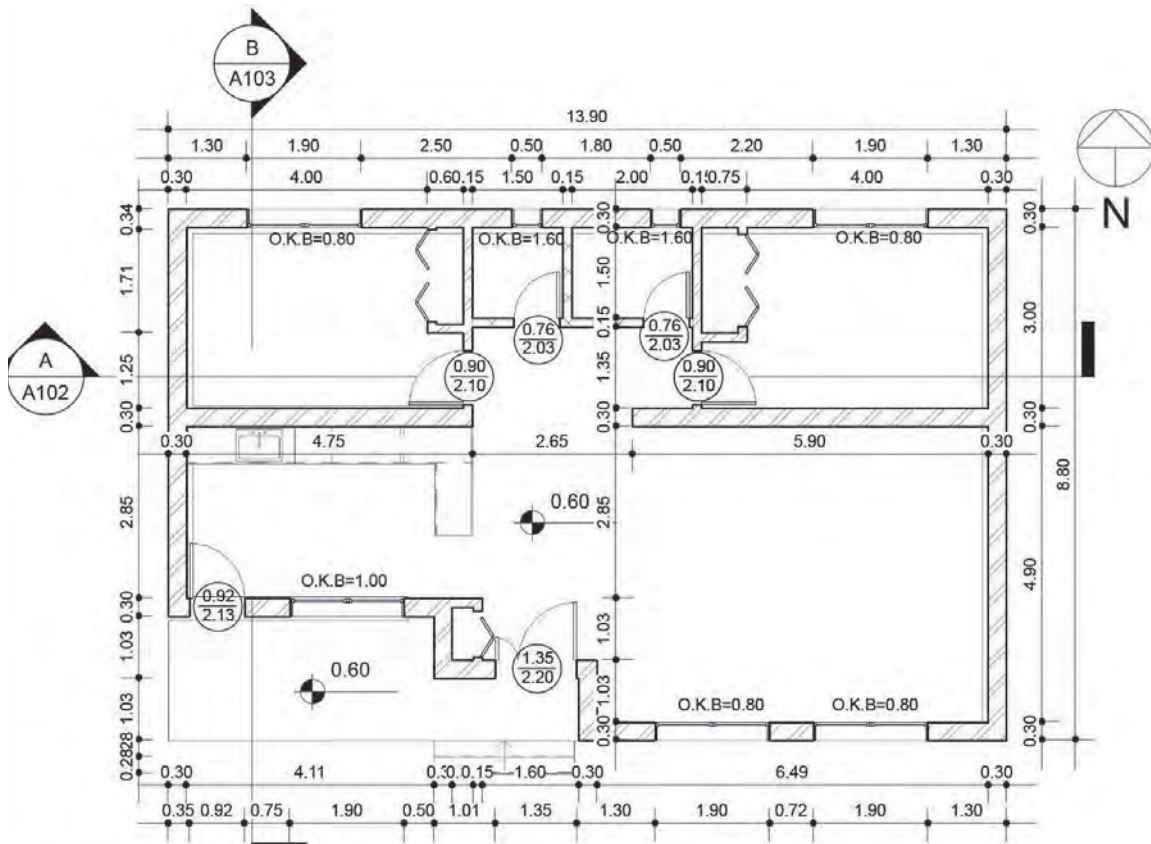
دیوارهای پروژه ۱ را به کمک هنرآموز خود در نرم‌افزار Revit مدل کرده و اندازه‌گذاری نمایید.

فعالیت  
عملی ۸



## ایجاد در در نرم‌افزار Revit

در پایان این بخش قصد داریم پروژه ۱ را مانند شکل زیر تکمیل کنیم.



پلان همکف

1

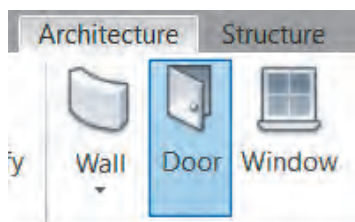
SC: ۱:۱۰۰

شکل ۴۶ ▲

در و پنجره، بازشوهای روی دیوار هستند که امکان ارتباط با فضای پشت دیوار را به شما می‌دهند. بر این اساس نرم‌افزار Revit به شما این امکان را می‌دهد تا در یا پنجره‌های مورد نیاز خود را بر روی دیوارهایی که قبلاً ایجاد کرده‌اید به وجود آورید. در واقع شما نمی‌توانید یک در یا پنجره را به صورت آزاد در وسط اتاق قرار دهید و حتماً باید بر روی یک دیوار قرار بگیرند. درها را می‌توانید در پلان، برش، نما یا در فضای سه بعدی به پروژه اضافه کنید. اما مدرک مناسب‌تر برای اضافه کردن درها، دید پلان کف می‌باشد.

در دید پلان کف تراز مورد نظر قرار بگیرید و از سربرگ Architecture و قاب Build آیکن Door را انتخاب کنید.

Architecture > Build > Door



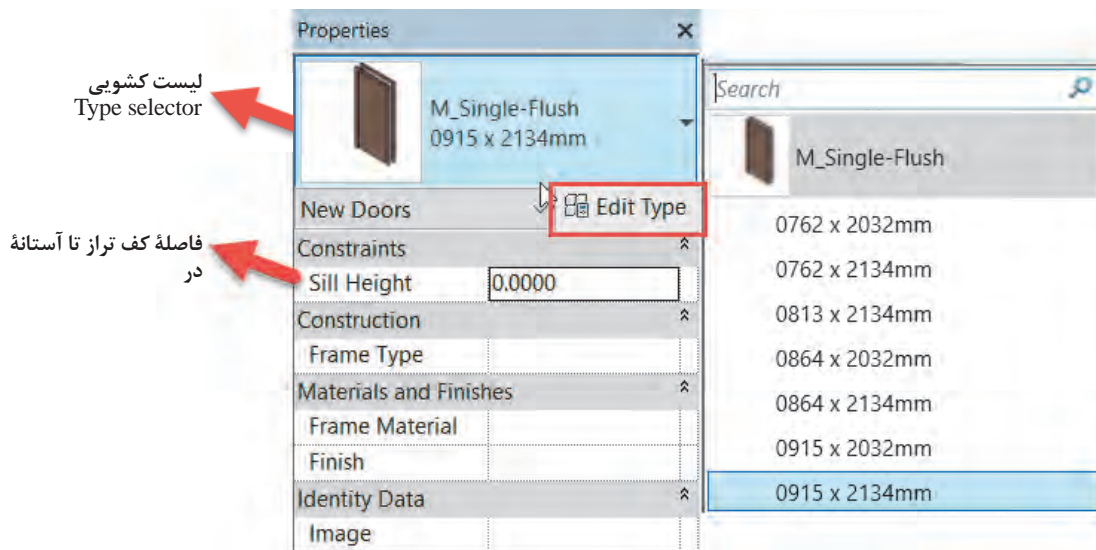
شکل ۴۷ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Place Door اضافه شده و دو قاب Tag و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به در، در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ایجاد در باید با آنها به درستی آشنا شویم.

### پنجره مشخصات Properties:

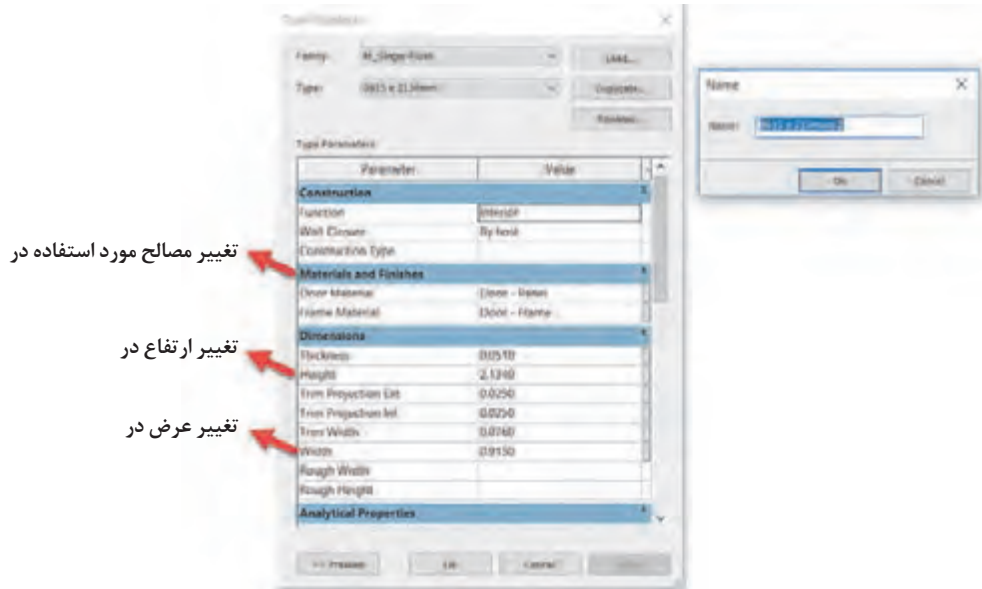
در لیست کشویی پنجره مشخصات (type selector) می‌توانید در یک لنگه با ابعاد مختلفی را انتخاب کنید.

Sill Height: فاصله کف تراز تا آستانه در است. برای ترسیم درهای با آستانه در مقابل آن ارتفاع در از کف تراز نوشته می‌شود.



شکل ۴۸ ▲

**Edit Type:** برای ایجاد تغییرات در ابعاد یا سایر مشخصات در بر روی این دکمه کلیک می‌کنیم تا پنجره **Type Properties** باز شود. همچنین در پنجره **Type Properties** می‌توان یک در با مشخصات دلخواه در نوع جدید و با اسم جدید تولید کرد.



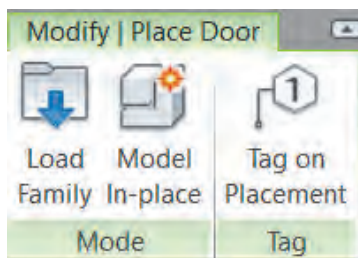
شکل ۴۹ ▲

### تکثیر کردن (Duplicate) یک نوع در:

با استفاده از تکثیر کردن (Duplicate) می‌توانید یک نوع (Type) با اسم جدید از انواع موجود در پروژه تولید کنید که تمام خواص قبلی مانند طول، عرض، جنس و ... را داراست. حال با ایجاد تغییرات مورد نیاز پروژه در ابعاد یا سایر خواص در جدید، با حفظ نوع قبلی در، یک نوع جدید از آن را تولید کرده‌ایم.

### وارد کردن یک خانواده جدید در به پروژه:

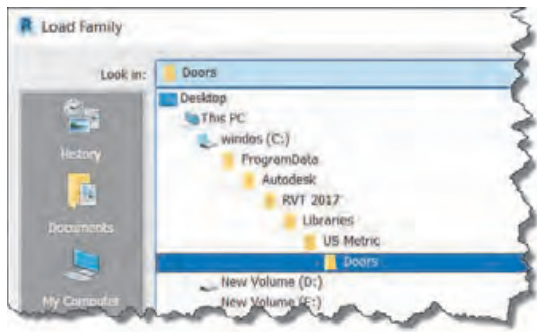
با تکثیر کردن (Duplicate) از یک در، تنها می‌توانید برخی از مشخصات آن مانند طول و عرض یا جنس را تغییر دهید. در صورت نیاز به خانواده‌های شکلی دیگری از در مانند در دولنگه یا در کشویی، باید یک نمونه جدید را به محیط کاری خود اضافه کنید. برای این کار پس از اجرای دستور در **Door** از سربرگ **Modify|Place Door** قاب **Mode** دستور **Load Family** را اجرا کنید.



شکل ۵۰ ▲

**Modify|Place Door > Mode > Load Family**

از پنجره باز شده می‌توانید انواع درهایی که قبلاً برای نرم‌افزار Revit ساخته شده است، را به پروژه وارد و از آنها در پروژه خود استفاده کنید.



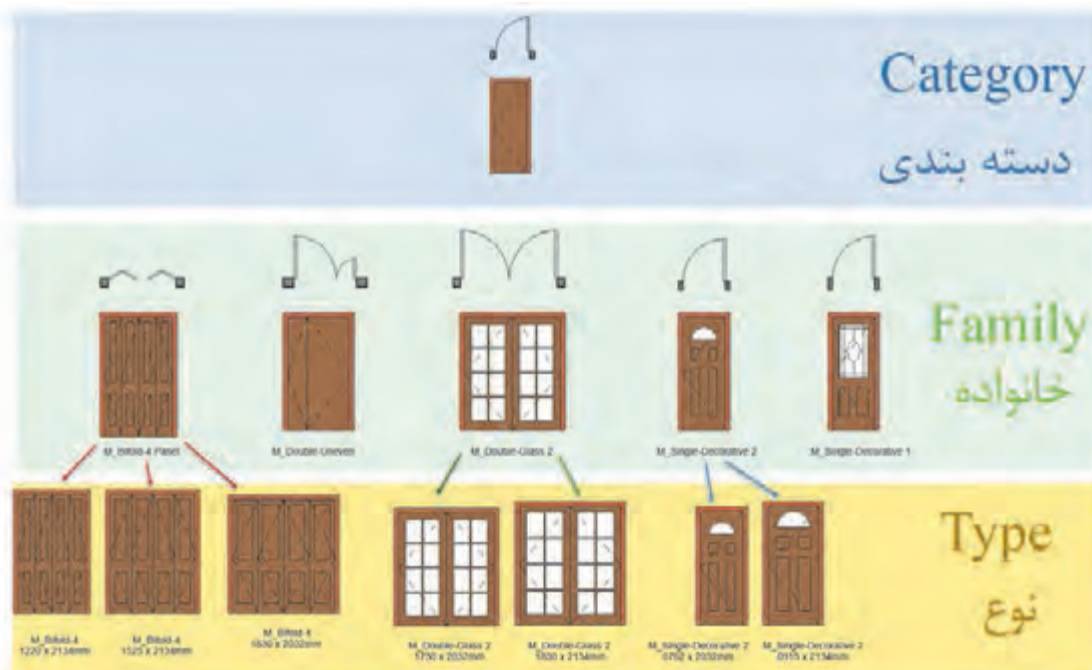
▲ شکل ۵۱

در صورت نصب کامل نرم‌افزار این درها را می‌توانید در پوشه Door زیر مجموعه کتابخانه نرم‌افزار Revit پیدا کنید.



▲ شکل ۵۲

برای درک بیشتر مفهوم دسته‌بندی (category) و خانواده (Family) و نوع (Type) به شکل زیر توجه کنید.



▲ شکل ۵۳

• **دسته‌بندی‌ها**، گروه‌هایی هستند که نرم‌افزار Revit به صورت پیش‌فرض اجزای استفاده شده در یک پروژه ساختمانی را در خود تقسیم‌بندی کرده است، مانند در، پنجره، تیر و ستون سازه‌ای، کف، سقف و ...

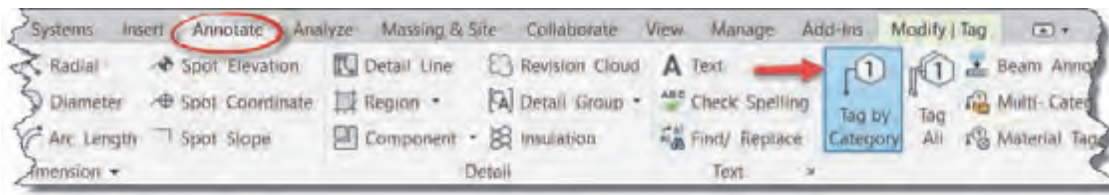
• **خانواده** شامل انواع مختلفی از یک دسته‌بندی به خصوص می‌شود. مانند انواع خانواده در، خانواده را یا باید در محیط نرم‌افزار Revit بسازید یا آن را که قبلاً ساخته و به عنوان یک خانواده ذخیره شده از یک دسته‌بندی، به داخل محیط پروژه وارد کنید (Load Family). خانواده‌ها ممکن است تفاوت زیادی باهم داشته باشند مثل در یک لنگه چوبی با در دو لنگه شیشه‌ای.

• **نوع** شامل زیر گروه‌های یک خانواده است. مانند در یک لنگه به عرض ۷۵ سانتی‌متر یا همان در به عرض ۹۲ سانتی‌متر که تفاوت ظاهری خاصی را ندارند و فقط در عرض بازشو با هم تفاوت دارند.

### برچسب گذاری Tag درها:

در نقشه‌های فاز ۲ عموماً درها و پنجره‌های ترسیم شده با علائمی مشخص می‌شوند و تیپ یا دسته‌بندی و یا ابعاد در در کنار آن نوشته می‌شود که به آنها برچسب یا Tag گفته می‌شود.

برای اضافه کردن برچسب بر روی یک در از سربرگ Annotate قاب Tag دستور Tag by Category را انتخاب و بر روی در (یا هر شیئی که می‌خواهیم برچسب زده شود) کلیک می‌کنیم.



شکل ۵۴ ▲

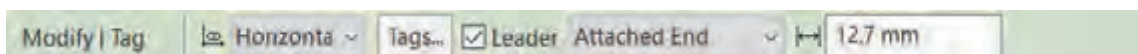
برچسب Tag یک فمیلی می‌باشد و اگر Tag مناسب هر عنصر برای نشان دادن مشخصات مورد نیاز بارگذاری (Load) نشده باشد، (مثلاً برچسب مناسب دیوار) امکان برچسب گذاری روی آن عنصر نبوده و نرم‌افزار Revit درباره Load کردن برچسب مناسب هشدار می‌دهد.

نکته



### تنظیمات برچسب در نوار تنظیمات Optionbar

با انتخاب دستور برچسب، نوار Ribbon به رنگ سبز درآمده و تنظیمات آن در نوار تنظیمات Optionbar ظاهر می‌شود.



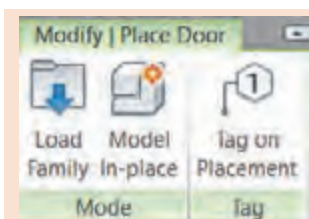
شکل ۵۵ ▲

• لیست کشویی اول عمودی-افقی: در این پنجره مشخص می‌کنید که برچسب به صورت افقی،

Horizontal درج شود، یا به صورت عمودی، Vertical درج شود.



- دکمه برچسب‌ها (Tags): با زدن این دکمه می‌توانید به کلیه فمیلی‌های برچسب که در پروژه بارگذاری شده‌اند دسترسی و آنها را جایگزین کنید.
- Leader یک خط اتصال، بین برچسب و عنصر مورد نظر (در اینجا در) است. با تیک‌دار کردن کادر تأیید این خط ترسیم شده و طول اولیه آن در آخرین پنجره سمت راست قابل نوشتن و تنظیم است.



▲ شکل ۵۶

در زمان اضافه کردن در یا پنجره به پروژه می‌توان بر روی Tag on Placement کلیک و آن را فعال نمود تا همزمان با ایجاد در، برچسب آن نیز در کنارش ایجاد شود. با فعال شدن این بخش، تنظیمات برچسب در نوار تنظیمات Optionbar فعال می‌شوند.

نکته



## ایجاد پنجره در نرم‌افزار Revit

پنجره‌ها از نظر عملکرد و تنظیمات بسیار شبیه درها هستند. تقریباً آنچه در بالا درباره درها گفتیم درباره پنجره‌ها نیز قابل تکرار است. تنها تفاوت اصلی در این زمینه تنظیم کف پنجره یا همان O.K.B است، که در پنجره Properties برای درها در مقابل Sill Height معمولاً عدد صفر را قرار می‌دادیم ولی برای پنجره مقدار O.K.B را وارد می‌کنیم.

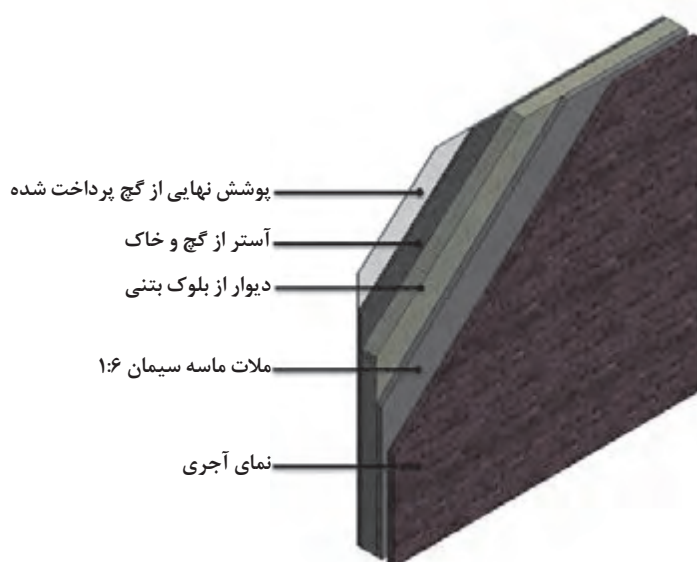


«پلان پروژه ۱» را در نرم‌افزار Revit کامل و اندازه‌گذاری نمایید.

فعالیت  
عملی ۹



## جزئیات اجرایی دیوار در نرم‌افزار Revit

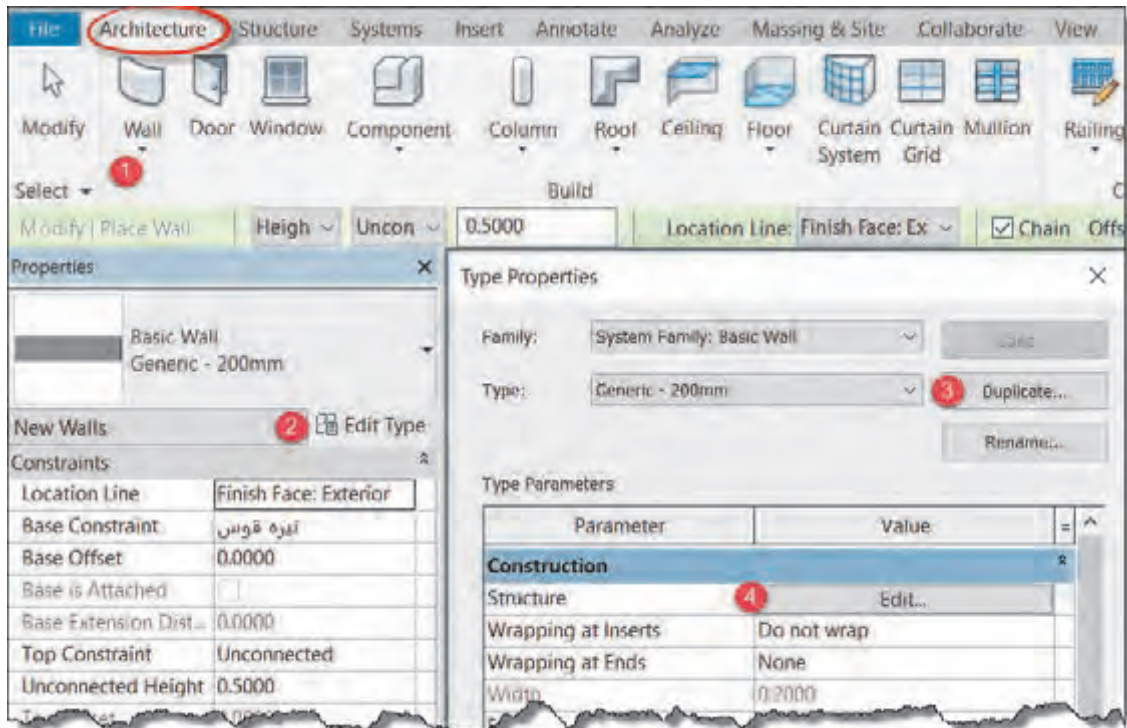


▲ شکل ۵۷

یک دیوار ساختمانی در واقعیت از لایه‌های اجرایی تشکیل شده که مرحله به مرحله در زمان ساخت توسط استادکاران مختلف مانند بنا و گچ‌کار و سنگ‌کار، اجرا شده و بر روی هم قرار می‌گیرند. در نرم‌افزار Revit برای آنکه ساختمان‌ها دقیق‌تر مدل شده و نقشه‌های فاز دو با جزئیات واقعی دیده شوند، می‌توانید اجزای اجرایی دیوار را برای نرم‌افزار Revit تعریف کنید.



برای ایجاد این جزئیات، باید به سراغ دکمه Edit type در پنجره مشخصات دیوار برویم. چه در زمان ترسیم دیوار و چه پس از پایان ترسیم، با انتخاب مجدد دیوار، در پنجره مشخصات Properties بر روی دکمه Edit type (۲) کلیک کرده تا پنجره Type Properties برای ما باز شود.

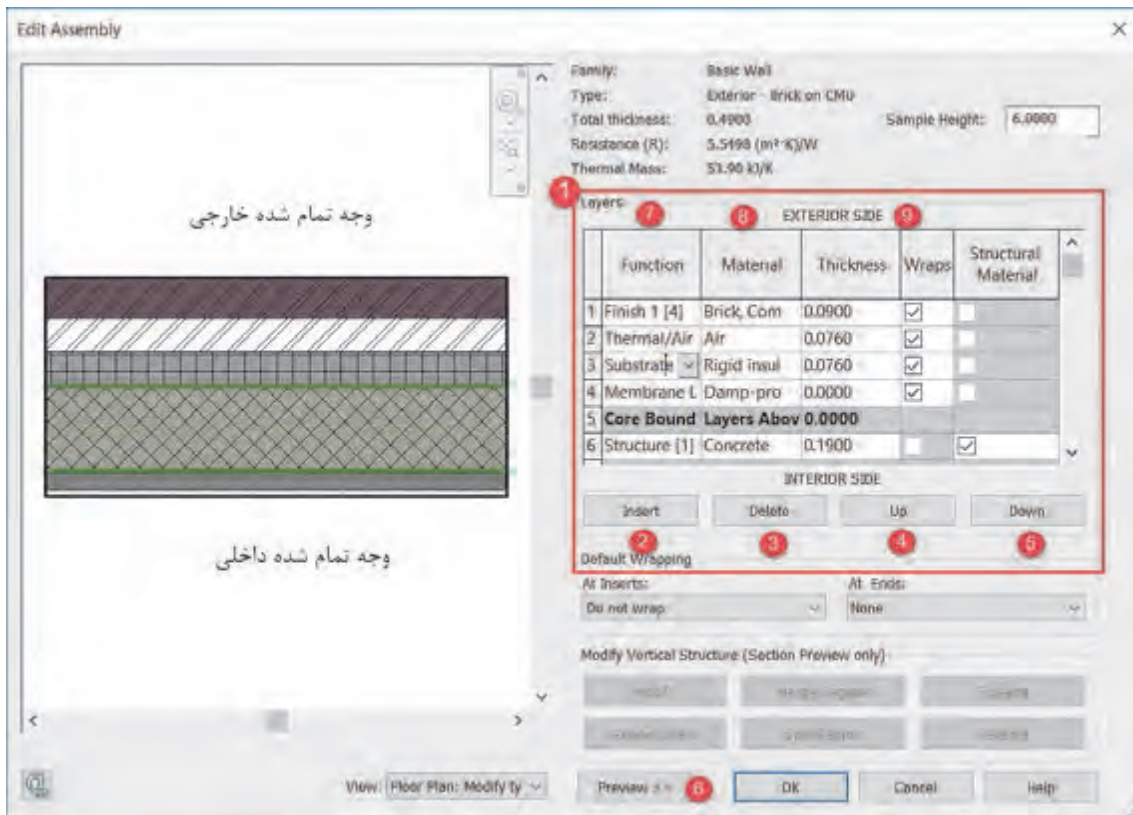


شکل ۵۸ ▲

بهتر است پیش از تغییر در جزئیات دیوار یک نمونه از آن تکثیر کنید (با زدن دکمه Duplicate (۳)). از بخش Construction بر روی دکمه Edit (۴) مقابل Structure کلیک کنید تا پنجره Edit Assembly باز شود. (شکل ۵۹ صفحه بعد)

در این پنجره اطلاعات زیر را ملاحظه خواهید کرد:

- ۱- جدول Layers: در این جدول شما می‌توانید اطلاعات هر لایه از جزئیات اجرایی دیوار را ببینید.
- ۲- دکمه Insert: این دکمه یک لایه جدید به جزئیات اجرایی دیوار اضافه می‌کند.
- ۳- دکمه Delete: با این دکمه می‌توانید یکی از لایه‌های اجرایی دیوار را حذف کنید
- ۴- دکمه Up: با این دکمه می‌توانید لایه‌های موجود در جدول لایه‌ها را به سمت بالا جابه‌جا کنید. در جدول بالاترین لایه به سمت وجه خارجی Exterior Side قرار می‌گیرد، این همان لایه‌ای است که در سمت خارجی دیوار قابل مشاهده است، مانند نمای بیرونی ساختمان.
- ۵- دکمه Down: با این دکمه می‌توانید لایه‌های موجود در جدول لایه‌ها را به سمت پایین جابه‌جا کنید. در جدول پایین‌ترین لایه به سمت وجه داخلی Interior Side قرار می‌گیرد. این لایه در سطح داخل دیوار مشاهده می‌شود.



▲ شکل ۵۹

۶- دکمه Preview: در صورتی که شکل سمت چپ جدول (که نمایش گرافیکی برش دیوار است) را نمی‌بینید بر روی این دکمه کلیک کنید. با استفاده از View نوع نمایش را در حالت پلان Floor Plan یا برش Section می‌توان تعریف کرد.  
 ۷- ستون Function: عملکرد هر یک از لایه‌های دیوار را مشخص می‌کند. مثلاً یک لایه ممکن است سفت کاری، زیرسازی یا نازک کاری لایه نهایی باشد.

Function	Material
1 Finish 1 [4]	Brick, Com
2 Structure [1]	
3 Substrate [2]	
4 Thermal/Air Layer [3]	
5 Finish 1 [4]	
6 Membrane Layer	

▲ شکل ۶۰

نرم‌افزار Revit این شش نوع عملکرد را برای لایه‌های دیوار تعریف می‌کند:

- Structure [1]: قسمت سازه‌ای دیوار که در اصطلاح ساخت به آن سفت کاری گفته می‌شود.
- Substrate [2]: زیرسازی مانند ملات زیر کاشی یا گچ و خاک زیر نازک کاری
- Thermal/Air Layer [3]: عایق حرارتی دیوار
- Finish1[4]: نازک کاری نهایی دیوار در سمت خارجی دیوار (Exterior Side)
- Finish2 [5]: نازک کاری نهایی دیوار در سمت داخلی دیوار (Interior Side)
- Membrane Layer [6]: عایق رطوبتی که ضخامت (Thickness) آن باید همیشه صفر باشد.



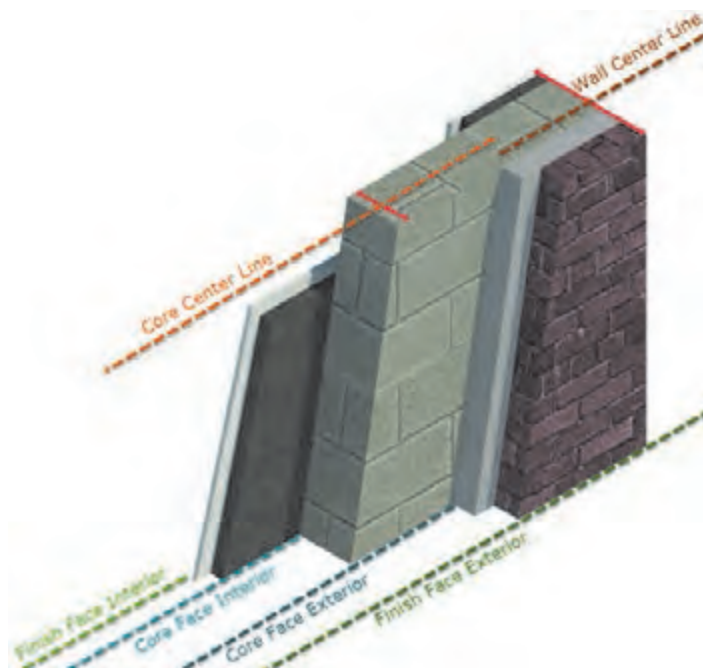


شکل ۶۱ ▲

۸- ستون Material: جنس و ماده تشکیل دهنده را مشخص می‌کند. مثل آجر یا گچ یا ...  
 ۹- ستون Thickness: می‌توانیم برای هر لایه تعریف شده در دیوار ضخامت وارد کنیم. مجموع ضخامت تمامی لایه‌های تعریف شده به عنوان ضخامت کلی دیوار در نظر گرفته می‌شود که در قسمت Total Thickness حاصل آن نشان داده می‌شود.

### تعریف خط مبنا دیوار Location Line

برخلاف اتوکد (که فقط خطوط نقشه دیوار را ترسیم می‌کند)، دیوار در نرم‌افزار Revit دارای ضخامت است و ممکن است دیوار ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متر ضخامت داشته باشد. پیشتر پرسیدیم به نظر شما خطی را که ترسیم می‌کنید در کجای ضخامت دیوار قرار می‌گیرد؟



مهم‌ترین موردی که در هنگام ترسیم دیوار باید به آن توجه داشت خط مبنا است. پس از اجرای دستور دیوار و تغییر رنگ نوار Ribbon به سبز، در دو قسمت تعیین محل خط مبنا Location Line قابل تنظیم است. (فرقی نمی‌کند از کدام قسمت محل خط را تنظیم کنید).

۱- نوار تنظیمات Optionbar

۲- پنجره مشخصات Properties

محل این خط نسبت به ضخامت دیوار دارای سه مدل اصلی است که هر مدل خود دو حالت دارد که در مجموع ۶ حالت تعیین کننده برای محل قرار گیری دیوار در هنگام ترسیم است.

شکل ۶۲ ▲

### مدل اول: خط مرکزی Center Line

- حالت اول: قرارگیری در مرکز دیوار Wall Center Line
- حال دوم: قرارگیری در مرکز سازه‌ای دیوار: Core Center Line



شکل ۶۳ ▲

### مدل دوم: قرارگیری بر اساس وجه تمام شده دیوار Finish Face

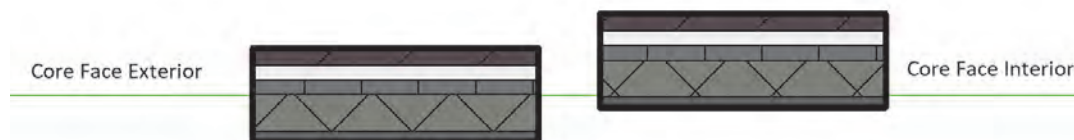
- حالت اول: قرارگیری در وجه تمام شده نازک کاری خارجی دیوار: Finish Face Exterior
- حالت دوم: قرارگیری در وجه تمام شده نازک کاری داخلی دیوار: Finish Face Interior



شکل ۶۴ ▲

### مدل سوم: قرارگیری بر اساس وجه تمام شده سازه دیوار: Core Face

- حالت اول: قرارگیری در وجه خارجی بخش سازه‌ای دیوار: Core Face Exterior
- حالت دوم: قرارگیری در وجه داخلی بخش سازه‌ای دیوار: Core Face Interior




شکل ۶۵ ▲

احتمال دارد پس از ایجاد جزئیات دیوار در هنگام ترسیم متوجه شوید که وجه‌های دیوار مورد نظر شما، جابه‌جا ترسیم می‌شود. یعنی در حین ترسیم وجه تمام شده خارجی رو به داخل و وجه تمام شده داخلی رو به بیرون قرار گرفته است. این امر را به راحتی می‌توان کنترل کرد.

۱- جهت ترسیم را عوض کنید. (اگر از چپ به راست ترسیم می‌کنید، جهت را عوض کرده و از راست به چپ ترسیم کنید.)

۲- اگر عوض کردن جهت ترسیم به هر دلیلی امکان پذیر نبود، کافی است در همان هنگام ترسیم کلید Space را بزنید تا جای وجه داخلی و وجه خارجی دیوار در حال ترسیم عوض شود.

۳- پس از اتمام ترسیم هم جابه‌جایی وجه‌ها امکان پذیر است. کافی است اول از دستور دیوار کاملاً خارج شوید و سپس دیوار را انتخاب کرده و بر روی علامت  که در کنار دیوار ظاهر می‌شود کلیک کنید تا عمل جابه‌جایی وجه‌ها اتفاق بیفتد.

نکته





به کمک هنرآموز خود، دیوارهایی با جزئیات خواسته شده را تولید و دیوارهای پروژه ۲ را بر اساس موقعیت ترسیم و در و پنجره‌ها در محل خود قرار دهید. در نهایت آن را اندازه‌گذاری کنید.

دیوار خارجی	دیوار داخلی فضای خشک	دیوار بین فضای خشک و فضای سرویس	دیوار داخلی بین فضاهای سرویس
۱- نمای خارجی آجر	۱- گچ	۱- گچ	۱- کاشی
۲- ملات ماسه سیمان	۲- گچ و خاک	۲- گچ و خاک	۲- ملات ماسه سیمان
۳- آجر سفال ۱۵ سانتی	۳- آجر سفال ۸ سانتی	۳- آجر سفال ۸ سانتی	۳- عایق رطوبتی
۴- عایق حرارتی	۴- گچ و خاک	۴- ملات ماسه سیمان	۴- ملات ماسه سیمان
۵- گچ و خاک	۵- گچ پرداختی	۵- عایق رطوبتی	۵- آجر سفال ۸ سانتی
۶- گچ		۶- ملات ماسه سیمان	۶- ملات ماسه سیمان
		۷- کاشی	۷- عایق رطوبتی
			۸- ملات ماسه سیمان
			۹- کاشی

پلان‌های پارکینگ، طبقه اول و طبقه دوم پروژه ۲ را در نرم‌افزار Revit مدل و اندازه‌گذاری نمایید.



## ایجاد کف برای ساختمان Floor در نرم‌افزار Revit

کف طبقات را می‌توانید به کمک ابزار کف (Floor) از قاب Build و از سربرگ Architecture ایجاد کنید.



Architecture > Build > Floor

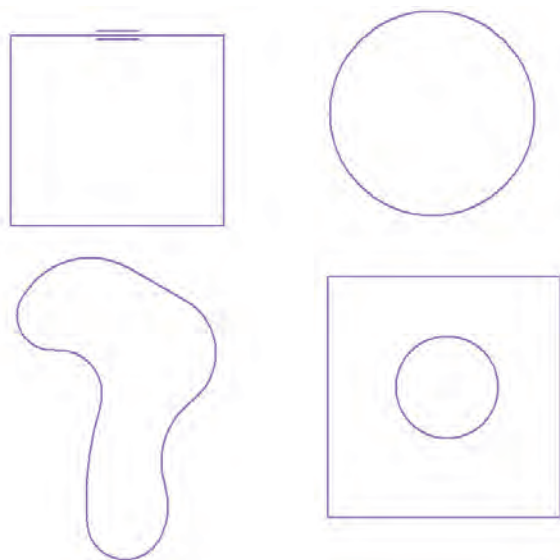


شکل ۶۶ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Floor Boundary اضافه شده و سه قاب Work Plan و Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به کف در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ایجاد کف مناسب باید با آنها به درستی آشنا شویم.



در برخی دستورات نرم افزار Revit مانند کف که نیاز به ترسیم شکل به صورت محدوده بسته دارند در قاب Mode دو علامت تیک سبز و ضربدر قرمز ظاهر می شود. برای کامل شدن و پایان دستور حتماً باید تیک سبز  را بزنید و برای خروج یا حذف دستور باید ضربدر قرمز  را بزنید (دکمه ESC در اینجا کار نمی کند). در چنین دستوراتی اگر به سایر سربرگ ها سر بزنید، خواهید دید که همه دستورات به رنگ خاکستری درآمده و غیر فعال شده اند.




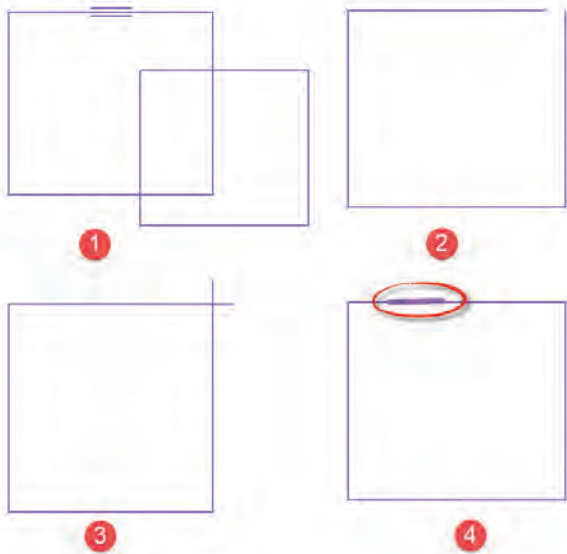
شکل ۶۷ و ۶۸ ▲ ترسیمات درست کف

کف را می توانید در دید پلان کف یا سه بعدی ترسیم کنید اما دید مناسب تر دید پلان کف است. با استفاده از ابزارهای ترسیم که در قاب Draw دیده می شوند مانند ترسیم دیوار می توانید دور تا دور کف ساختمان را ترسیم نمایید. دقت داشته باشید که خطوط دور کف حتماً باید به صورت شکل بسته باشد و تمام خطوط به هم رسیده باشند.

### خطاهای ترسیم کف:

- ۱- دو شکل بسته متقاطع (همدیگر را قطع کرده اند).
- ۲- شکل باز است و دو خط به هم نرسیده اند.
- ۳- شکل بسته است اما دو خط آن از هم عبور کرده اند.
- ۴- یک خط اضافه که به جایی وصل نیست در شکل ترسیم شده است.

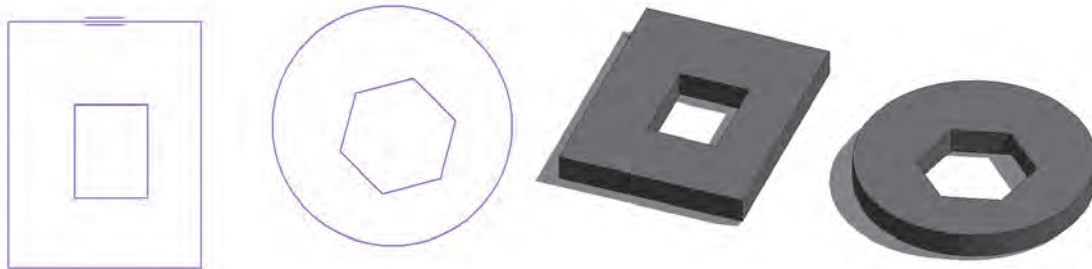
نرم افزار Revit کلیه ترسیم های فوق را خطا می گیرد و اجازه نهایی کردن کف را پیش از اصلاح این اشکالات نمی دهد. پس از اطمینان از صحت ترسیم تیک سبز  را در قاب Mode می زنیم.



شکل ۶۹ ▲ ترسیمات اشتباه ترسیم کف

### ایجاد بازشو Opening در کف‌ها:

به دلایل مختلفی درون کف ساختمان ممکن است نیاز به بازشو داشته باشیم. داکت‌ها و مسیر عبور تأسیسات، مسیر عمودی آسانسور و راه پله و یا حتی نورگیرها ممکن است به صورت بازشو در سقف استفاده شوند.  
در روش اول سطح بازشو را مانند یک سطح بسته درون سطح کف ترسیم می‌کنیم.



شکل ۷۰ ▲

روش اول در تعداد طبقات کم یا بازشوهایی خاص کاربرد دارد اما بهتر است برای بازشوهایی مانند داکت یا آسانسور از روش دوم استفاده شود.

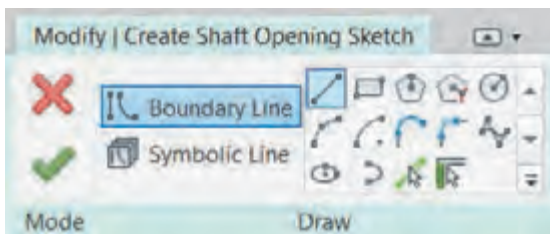
روش دوم: در این روش پس از اتمام ترسیم کف‌ها به سربرگ Architecture رفته از قاب Opening دستور Shaft را انتخاب می‌کنیم. Shaft را در دید پلان کف و یا دید سه‌بعدی می‌توانیم ترسیم کنیم اما دید مناسب‌تر پلان کف می‌باشد.

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Shaft Opening Sketch اضافه شده و دو قاب Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به شفت در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ایجاد شفت مناسب باید با آنها به درستی آشنا شویم.



شکل ۷۱ ▲

با کمک دستورات ترسیمی شکل، بازشو را در محل مورد نظر ترسیم می‌کنیم. خاصیت استفاده از این



شکل ۷۲ ▲

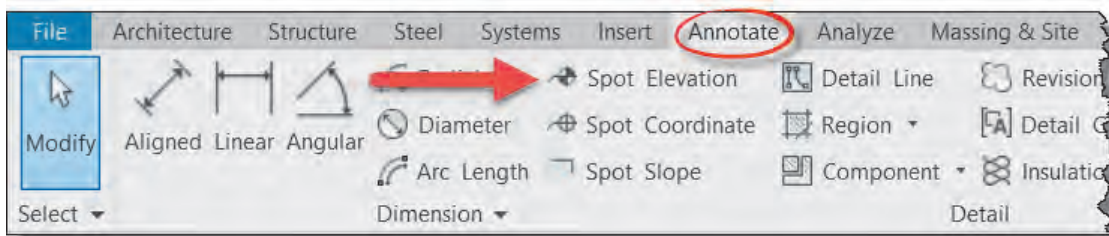
روش این است که تمام بازشوهایی تولید شده در یک راستای عمودی و در تمام ترازها بر کف‌ها و سقف‌ها اثر می‌گذارد (همان‌گونه که در آسانسور یا داکت مورد نیاز است) و در صورت تغییر مکان بازشو مثل تغییر نقشه‌های معماری نیاز به تغییر تک تک کف‌ها نیست.

مانند آنچه که در ترسیم کف‌ها گفته شد، ترسیم Shaft نیز باید یک سطح بسته باشد. پس از اطمینان از صحت ترسیم تیک سبز ✓ را در قاب Mode می‌زنیم.

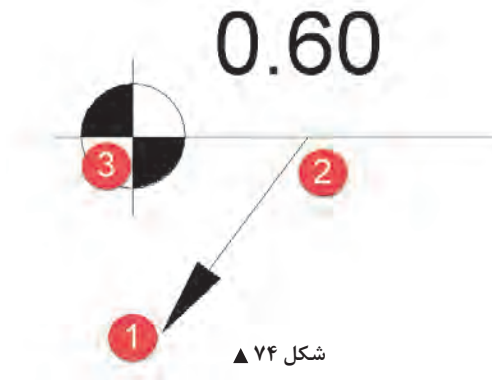
### نوشتن تراز ارتفاعی بر روی کف‌ها

برای تکمیل اندازه‌گذاری نقشه، باید تراز ارتفاعی کف‌ها و پاگردها را بر روی پلان مشخص کرد. این کار در پلان‌هایی که در یک طبقه سکو یا اختلاف ارتفاع داریم ضرورت بیشتری هم دارد. برای نوشتن تراز ارتفاعی بر روی کف در سربرگ Annotate قاب Dimension دستور Spot Elevation را انتخاب می‌کنیم.

Annotate > Dimension > Spot Elevation



شکل ۷۳ ▲



شکل ۷۴ ▲

با انتخاب دستور نوار Ribbon به رنگ سبز تغییر کرده و شما می‌توانید با سه کلیک متوالی کد ارتفاعی را بر روی سطوح مختلف بنویسید. بر روی جایی که می‌خواهید کد ارتفاعی را بنویسید کلیک کنید. در کلیک اول محل نوک فلش Leader را مشخص می‌کنیم. در کلیک دوم انتهای فلش Leader را انتخاب می‌کنیم و در کلیک سوم مرکز علامت تراز را روی نقشه مشخص می‌کنیم.

با حذف تیک Leader در نوار تنظیمات Optionbar فلش از علامت کد ارتفاعی حذف شده و با دو کلیک متوالی می‌توانید کد را بر روی سطح مورد نظر بنویسید.

کف‌های مورد نیاز پروژه ۱ را تولید و کد ارتفاعی را بر روی آنها یادداشت کنید.

کف‌های مورد نیاز پروژه ۲ را تولید و کد ارتفاعی را بر روی آنها یادداشت کنید.

نکته



فعالیت  
عملی ۱۲

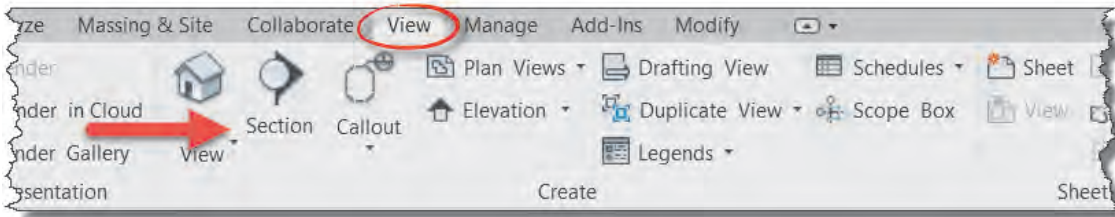


فعالیت  
عملی ۱۳



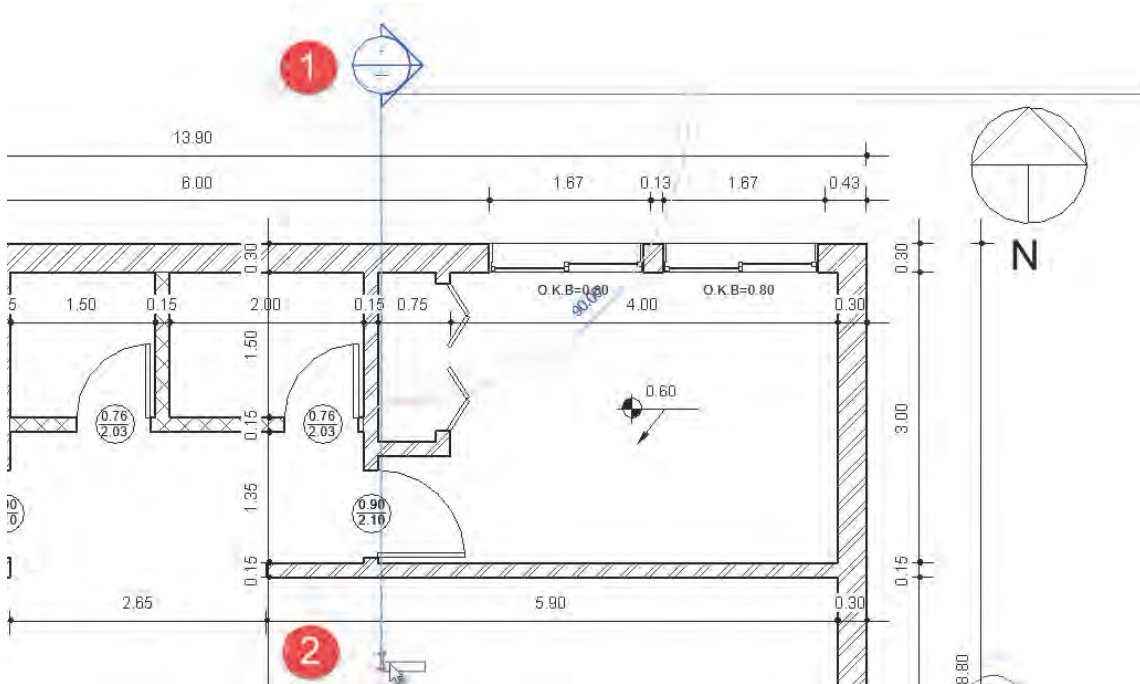
## ایجاد دید برش در نرم‌افزار Revit

ترسیم برش یک ساختمان از روی پلان‌ها یکی از مشکل‌ترین و وقت‌گیرترین کارها برای هنرجویان و حتی نقشه‌کش‌های حرفه‌ای است. در نرم‌افزار Revit این امکان وجود داد که با چند کلیک ساده مدرک برش برای پروژه ایجاد کرده و ساختمان را به صورت برش خورده مشاهده کنید. از سربرگ View می‌توانید هر نوع مدرک یا دید را به مرورگر پروژه اضافه کنید. از همین سربرگ، در قاب Create ابزار Section را کلیک می‌کنیم. این ابزار در نوار دسترسی سریع نیز وجود دارد.



شکل ۷۵ ▲

با انتخاب دستور شما می‌توانید خط برش را ترسیم کنید به این شکل که ابتدا بر روی نقطه ابتدایی و سپس بر روی نقطه انتهایی پاره خط برش کلیک می‌کنیم. با این کار در پنجره Project Browser زیر گروه Section، Section ۱ اضافه می‌شود که با دوبار کلیک بر روی آن می‌توانید به دید برش رفته و پروژه را در حالت برش خورده ببینید.

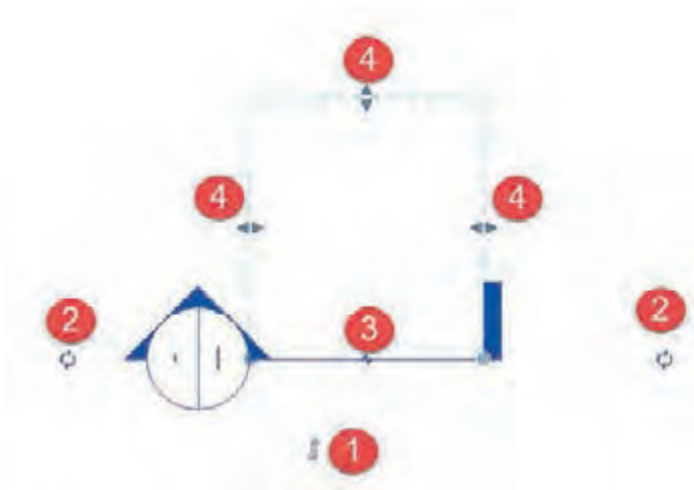


شکل ۷۶ ▲

## تنظیمات خط برش

پس از ترسیم خط برش می‌توانید محل، جهت دید و یا علائم آن را تغییر دهید. کافی است خط برش مورد نظر را انتخاب کنید و با استفاده از علائمی که بر روی آن ظاهر می‌شود تغییرات را اعمال کنید.

۱- تغییر جهت دید: در صورتی که خط برش شما جهت اشتباهی را نشان می‌دهد (مثلاً در شکل به سمت بالای نقشه نگاه می‌کند در حالی که شما نیاز دارید به سمت



▲ شکل ۷۷

پایین نگاه کند) با کلیک بر روی این دو فلش جهت دید عوض می‌شود.

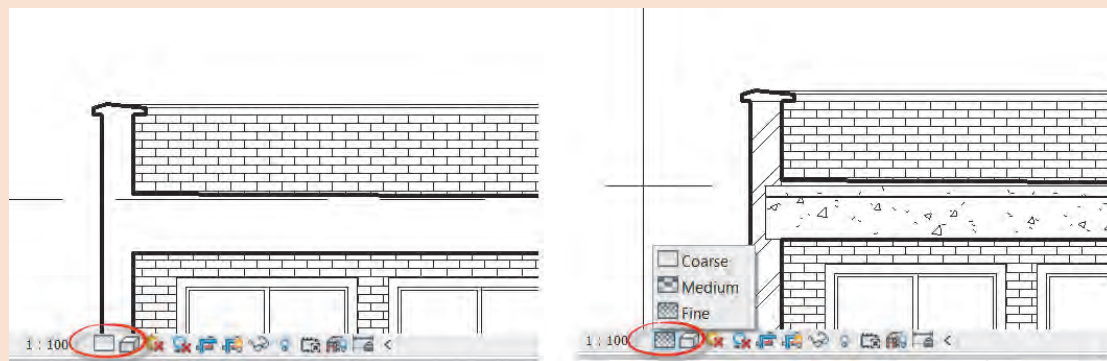
۲- تغییر علامت انتهای خط: با کلیک بر روی این دو فلش چرخان نشانه انتهای خط برش تغییر می‌کند یا به طور کلی حذف می‌شود.

۳- فاصله در خط برش: برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه‌ها با کلیک بر روی این علامت خط برش از هم جدا شده و شما می‌توانید آن را از داخل نقشه خارج کنید.

۴- به کمک جابه‌جا کردن این سه گیره می‌توانید عمق دید در برش و همچنین عرض دید برش را تغییر دهید.

ممکن است در دید برش یا سایر دیدها، جزئیات نقشه کاملاً دیده نشوند. در نوار View Control Bar پایین صفحه دید می‌توانید میزان جزئیات Detail Level را به میزان Fine تغییر دهید تا کلیه جزئیات دیده شوند. توجه شود تغییرات این نوار مختص به یک مدارک بوده و در مدارک دیگر و یا برش‌های دیگر تأثیری ندارد.

نکته



▲ شکل ۷۸

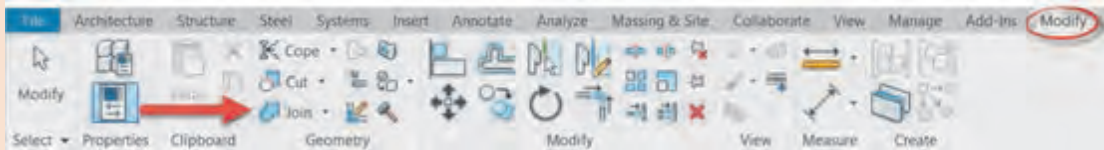


نکته



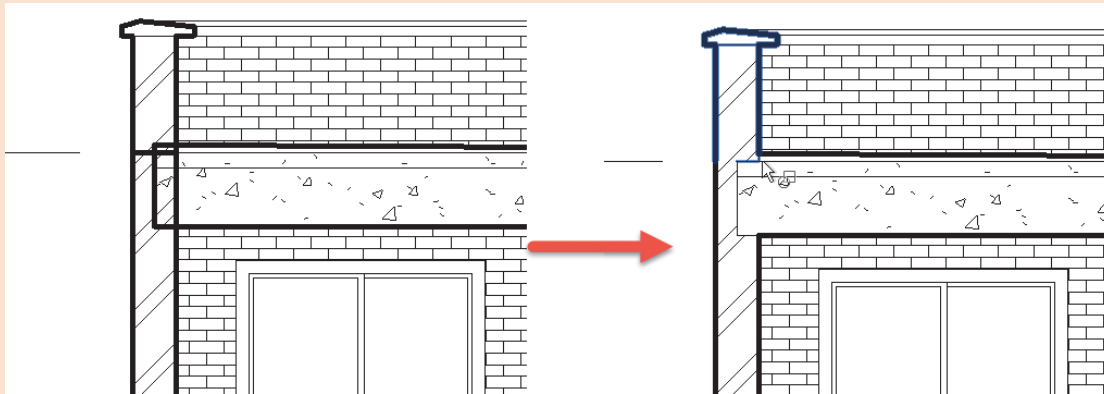
ممکن است در دید برش مشاهده کنید که خطوط لبه برخی از اجزای ساختمان مانند دیوار و سقف بر روی هم افتاده است. برای رفع این مشکل درحالی‌که هیچ فرمانی انتخاب نیست به سربرگ Modify رفته و فرمان Join را از قاب Geometry انتخاب کنید.

Modify > Geometry > join



شکل ۷۹ ▲

بر روی سقف و سپس بر روی دیوار کلیک کنید تا به هم متصل شده و خطوط برش از محل برخورد آنها حذف شود.



شکل ۸۰ ▲

به کمک هنرآموز خود برای پروژه‌های ۱ و ۲ به تعداد کافی دید برش ایجاد و آنها را اندازه‌گذاری کنید.

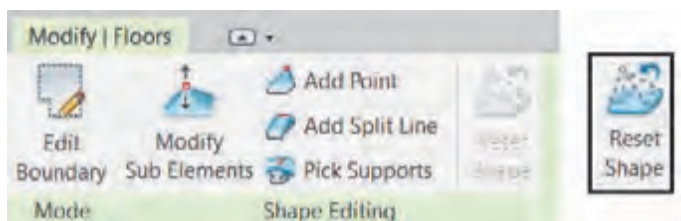
فعالیت  
عملی ۱۴



هدف: شیب بندی بام

ایجاد تغییرات و شیب بندی بر روی کف:

پس از پایان ترسیم کف و نهایی کردن آن به وسیله تیک سبز، دوباره کف ایجاد شده را انتخاب کنید. با این انتخاب ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ



شکل ۸۱ ▲

Modify کلمه Floor اضافه شده و دو قاب Shape Editing و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به کف در حال ویرایش نمایش داده می‌شود.

Edit Boundary ویرایش خطوط محدوده کف: با انتخاب این گزینه حالت ترسیمی مانند شکل ۶۷ اجرا شده و می‌توان تغییرات لازم را در شکل و ابعاد کف موجود، اعمال کرد.

### قاب Shape Editing:

Add point: اضافه کردن نقطه ارتفاعی: به طور پیش فرض در هر گوشه چندضلعی کف یک نقطه وجود دارد. با کلیک بر روی هر قسمت از سطح کف موجود می‌توانید یک نقطه با کد ارتفاعی برابر با کف ایجاد کنید. با تغییر کد ارتفاعی این نقطه، در سطح کف شیب ایجاد می‌شود و خطوط شیب به سمت این نقطه به وجود می‌آیند.

Add Split Line: اضافه کردن خط تقسیم‌کننده: با کلیک در ابتدا و انتهای خط برای شما خطی ترسیم می‌شود که همواره کد ارتفاعی کف در طول این خط ثابت است.

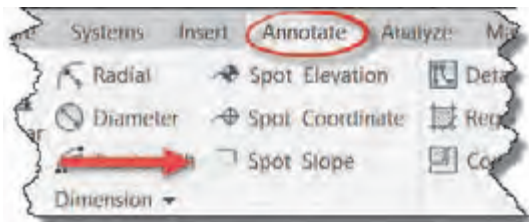
Modify Sub Elements ویرایش زیر مجموعه: به کمک این دستور می‌توانید تراز ارتفاعی نقاط یا خطوطی که در کف دارید یا ایجاد کرده‌اید را تغییر دهید. بعد از انتخاب خط یا نقطه به طور پیش فرض ارتفاع نقطه از سطح کف صفر است و با دادن اعداد مثبت یا منفی آن نقطه یا خط را به سمت بالا یا پایین جابه‌جا کنید.

Reset Shape برگشت به حالت اولیه: نخست غیر فعال است و با ایجاد تغییر در شیب کف فعال می‌شود. این دستور باعث می‌شود تمام نقاط و جابه‌جایی‌های ارتفاعی ایجاد شده در کف حذف شده و کف دوباره کاملاً مسطح شود.

### ایجاد علامت شیب:

از پنجره یادداشت Annotate قاب Dimension دستور Spot Slop را انتخاب و در مسیرهای مورد نیاز در ابتدای شیب و سپس در انتهای شیب کلیک می‌کنیم.

Annotate > Dimension > Spot Slop



شکل ۸۲ ▲

با توجه به اینکه شیب در نقشه‌های استاندارد شیب به صورت درصد نمایش داده می‌شود، در صورتی که عدد شیب به صورت یک به هزار نوشته شده باشد، از مسیر زیر آنرا به صورت درصد در بیاورید.

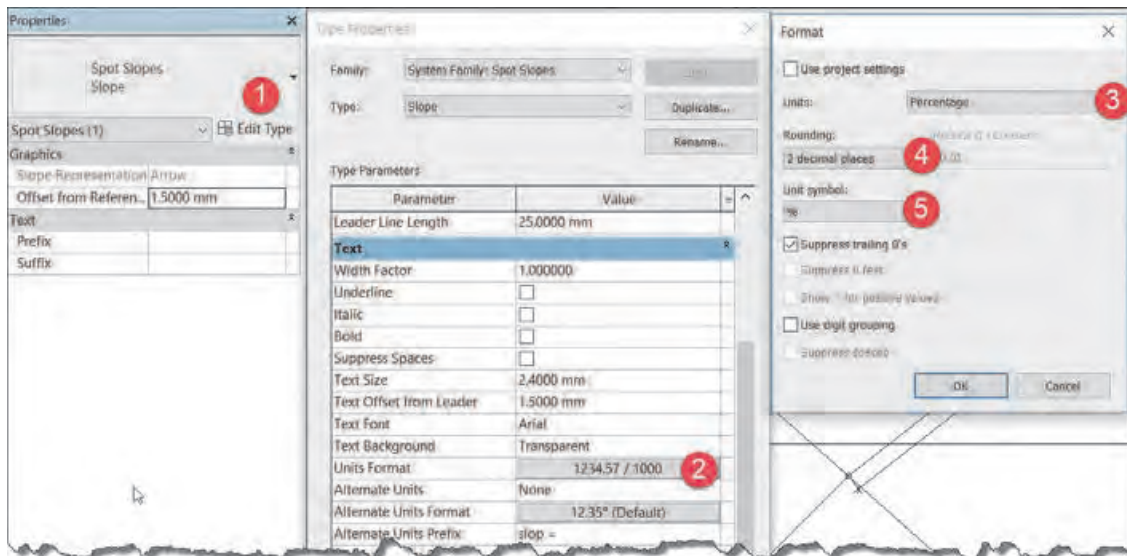
۱- از پنجره Properties دکمه Edit Type را کلیک کنید. (شکل ۸۳)

۲- در پنجره Type Properties باز شده، Unit Format را بیابید و بر روی دکمه مقابل آن کلیک کنید.

۳- در پنجره Format که باز می‌شود، مقدار Unit را به Percentage (درصد) تغییر دهید.

۴- تعداد رقم اعشار (Rounding) را به دو رقم اعشار (۲ decimal places) تغییر دهید.

۵- علامت واحد (Unit symbol) را روی علامت درصد (%) قرار دهید.



▲ شکل ۸۳

### ایجاد اجزای کف

ایجاد جزئیات در کف مانند دیوار است. پس از انتخاب دستور ترسیم کف یا انتخاب یک کف ترسیم شده در پنجره مشخصات Properties دکمه Edit type را می‌زنیم تا پنجره Type Properties باز شود.



▲ شکل ۸۴

بهتر است پیش از تغییر در جزئیات کف یک نمونه از آن تکثیر کنید (با زدن دکمه Duplicate). از بخش Construction بر روی دکمه Edit مقابل Structure کلیک کنید تا پنجره Edit Assembly باز شود. مهم‌ترین تفاوت بین اجزای کف و اجزای دیوار وجود ستون Variable به معنای متغیر می‌باشد (۳). در این بخش می‌توان لایه‌ها یا همان اجزایی را برای کف تمام شده در نظر گرفت که دارای ارتفاع متغیراند، مانند ضخامت لایه پوک‌ریزی که در نزدیکی آبرو تقریباً صفر و بنا به شیب بام در لبه‌های دورتر ضخامت بیشتری را داراست.

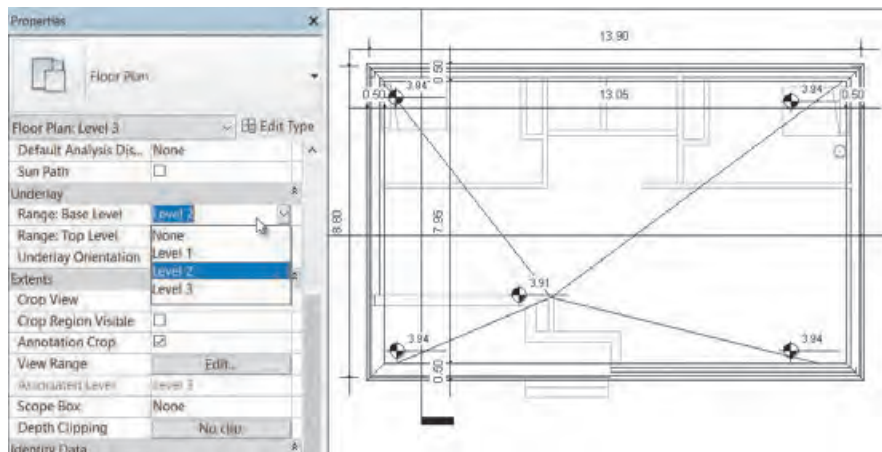
در تصویر زیر تفاوت دو کف با لایه متغیر و بدون لایه متغیر را در برش می بینید.



▲ شکل ۸۵

### دید به طبقه پایین برای تعیین نقطه کف

محل آبرو در سقف باید به گونه‌ای باشد که رایزر آب باران از داخل داکت یا کمد یا دیوارها پایین برود. بنابراین قبل از مشخص کردن محل آبرو باید نقشه‌های طبقات را با هم کنترل کرد که لوله آب باران از داخل فضاهایی مانند اتاق یا نشیمن عبور نکند. در نرم‌افزار Revit شما می‌توانید زمانی که در دید یک پلان هستید، طبقات زیرین را به صورت کم‌رنگ در پلان کف بام مشاهده کنید. مدرک پلان کف بام را باز می‌کنیم، در حالتی که عنصر یا دستوری در حالت انتخاب نباشد پنجره مشخصات Properties در حال نمایش مشخصات پلان کف بام می‌باشد. در بخش Underlay در لیست کشویی اول Range: Base Level می‌توانید تراز شروع را تعیین کنید که با توجه به نیاز ما در این مرحله از پروژه تراز پایین‌تر از تراز بام می‌باشد (در این قسمت می‌توانید هر تراز را انتخاب کنید). در لیست کشویی دوم Range: Top Level تراز بالا را تعیین می‌کنیم که محدوده مورد نیاز ما تا بام می‌باشد. در لیست کشویی سوم Underlay Orientation تعیین می‌کنیم که جهت دید رو به کدام سمت باشد، رو به بالا Look Up یا رو به پایین Look Down. در این مرحله چون نیاز به دیدن پلان کف تراز پایین‌تر هستیم Look Down را انتخاب می‌کنیم.



▲ شکل ۸۶

به تراز بام پروژه ۱ رفته و آن را شیب‌بندی و یادداشت‌نویسی کنید.

فعالیت  
عملی ۱۵



به تراز بام پروژه ۲ رفته و آن را شیب‌بندی و یادداشت‌نویسی کنید.

فعالیت  
عملی ۱۶

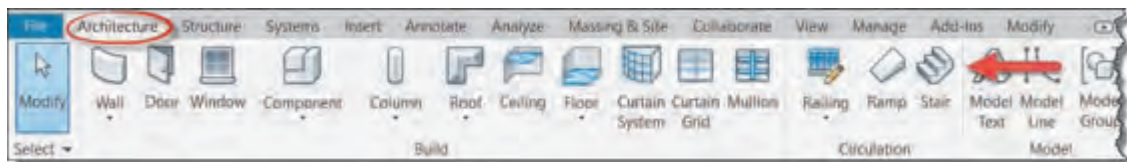


## ایجاد ارتباط بین طبقات در نرم‌افزار Revit

پله وسیله ارتباطی است که دو سطح غیر هم‌تراز را به هم ارتباط می‌دهد. پله وسیله معمول دسترسی در بین طبقات ساختمان می‌باشد. در نرم‌افزار Revit این امکان به شما داده می‌شود که با در نظر گرفتن چهار جزء اصلی کف پله، ارتفاع پله، عرض پله و شمشیری، هر شکلی از پله را در پروژه به وجود آورید.

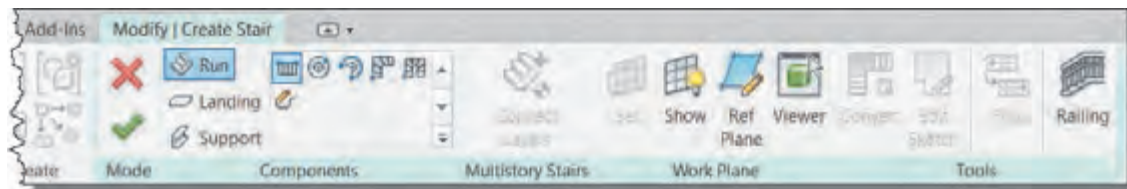
ابزار ترسیم پله Stair در سربرگ Architecture در قاب Circulation قرار گرفته است.

Architecture > Circulation > Stair



شکل ۸۷ ▲

با انتخاب دستور ۱- نوار Ribbon و نوار تنظیمات Optionbar به رنگ سبز تغییر می‌کند ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Stairs اضافه شده و ۵ قاب Work Plan، Multistory Stair، Tools و Mode در آن شکل می‌گیرند. همچنین در پنجره مشخصات Properties اطلاعات پله در حال ایجاد نمایش داده می‌شود که برای ترسیم پله مناسب باید با آنها آشنا شویم.



شکل ۸۸ ▲

قاب Mode: مانند حالت کف برای اتمام دستور ایجاد پله باید بر روی دکمه تیک سبز یا ضریب قرمز کلیک کنید. زدن دکمه ESC در اینجا کاربردی ندارد.

قاب Components: در سمت چپ این قاب از بالا به پایین سه دستور بازوی پله Run، پاگرد Landing و شمشیری Support وجود دارد؛ با انتخاب هر یک از این دستورها در سمت راست قاب ابزار ترسیم مناسب برای ایجاد شکل مورد نظر ظاهر می‌شود.

Run بازوی پله: با انتخاب این فرمان پنج ابزار برای ترسیم کردن انواع پله ظاهر می گردد. به کمک این ابزارها می توانید انواع پله را مدل کنید.  
 Landing: همان پاگرد پله است که دو دستور ترسیمی دارد و به کمک آنها می توان در صورت نیاز برای بازوهای مختلف پله پاگرد ترسیم کرد.  
 Support شمشیری پله: به کمک این دستور با انتخاب مسیر حرکت Run یا پاگرد Landing می توانید در دید سه بعدی یا پلان شمشیری پله را ایجاد کنید.

### تنظیمات پله

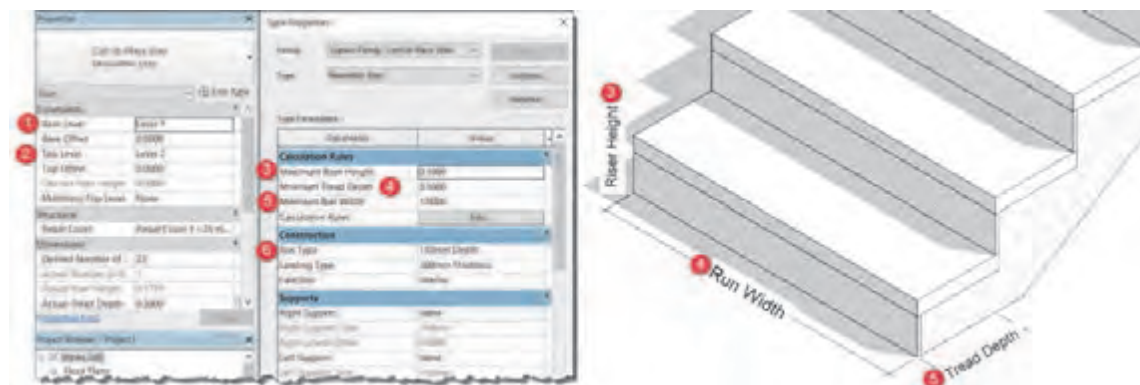
پس از انتخاب دستور در پنجره مشخصات Properties پله، قسمت Type selector خانواده از دسته پله را مشاهده می کنید.  
 ۱- Assembled Stair، پله های مونتاژ شده: بیشتر برای ساخت پله های فلزی (مانند پله فرار) و چوبی یا شفاف (تزئینی) مورد استفاده قرار می گیرد.  
 ۲- Cast-In-Place Stair، پله بتنی درجا: این نوع پله بیشترین کاربرد را در ایران برای پله های دسترسی بین طبقات دارد.



▲ شکل ۸۹

۳- Precast Stair، پله پیش ساخته: پله هایی هستند که خارج از کارگاه ساخته و در محل خود نصب می شوند.

هر کدام از این سه خانواده داری نوع یا انواعی هستند که می توان آنها را ویرایش و یا تکثیر کرد. پله مناسب برای پروژه ۲ از خانواده Cast-In-Place Stair نوع Monolithic Stair را انتخاب می کنیم. نخست دکمه Edit type (۱) را می زنیم تا پنجره Type Properties باز شود. بهتر است قبل از هر کاری یک نمونه از آن تکثیر، Duplicate کنید. مهم ترین تنظیمات یک پله Tread به معنای کف پله و Riser به معنای ارتفاع پله است.

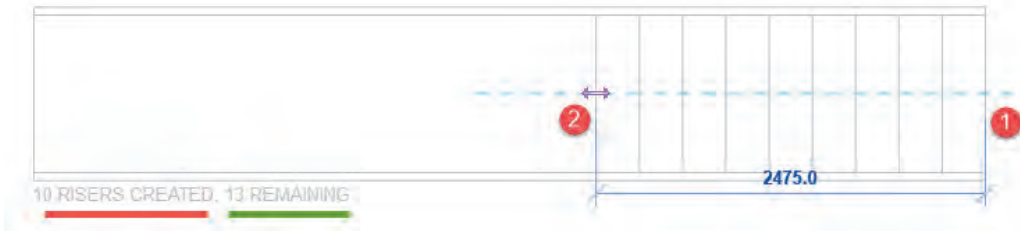


▲ شکل ۹۰

- ۱- تراز یا طبقه‌ای که شروع پله‌ها بر روی آن قرار دارد
- ۲- تراز یا طبقه‌ای که بالای پله‌ها به آنجا خواهد رسید
- ۳- حداکثر ارتفاع تک پله. دقت داشته باشید که نرم‌افزار Revit با توجه به تراز بالا و پایین پله، تعداد پله و ارتفاع آن را محاسبه می‌کند. نرم‌افزار Revit فاصله دو تراز را به تعداد پله که یا به صورت پیش‌فرض تعیین می‌شود یا می‌توان آن را وارد کرد، تقسیم می‌کند و ارتفاع تک پله مورد نظر را نشان می‌دهد. اگر مقدار وارد شده در اینجا از عدد نشان داده شده کمتر باشد نرم‌افزار هشدار داده و اجازه ادامه کار را نمی‌دهد.
- ۴- حداقل عمق کف پله که معمولاً کمتر از عدد ۲۸ سانتی‌متر در نظر گرفته نمی‌شود.
- ۵- حداقل عرض پله، که بعداً نیز می‌توانید آن را تغییر دهید.
- ۶- با کمک این گزینه می‌توانید مشخصات بازوی پله را تغییر دهید.

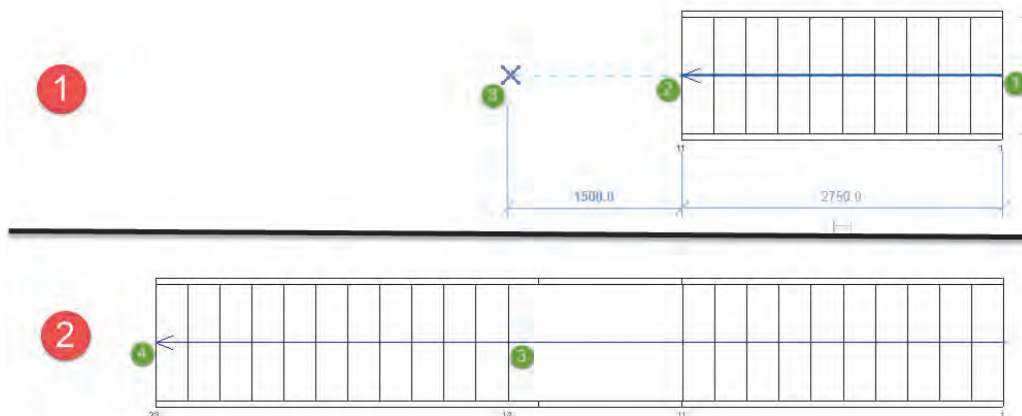
### ترسیم یک پله

در اینجا به توضیح پله مستقیم و پله  $\frac{1}{2}$  گردش به کمک دستور ترسیم مستقیم (Straight) می‌پردازیم. برای ترسیم پله یک طرفه کافی است پس از انتخاب دستور و انجام تنظیمات مربوطه در صفحه کاری و در نقطه اول کلیک کنیم. سپس موس را در جهتی که می‌خواهیم جابه‌جا می‌کنیم. در زیر پله به صورت خاکستری کم‌رنگ، تعداد پله ترسیم شده و تعداد پله باقی مانده نوشته می‌شود.



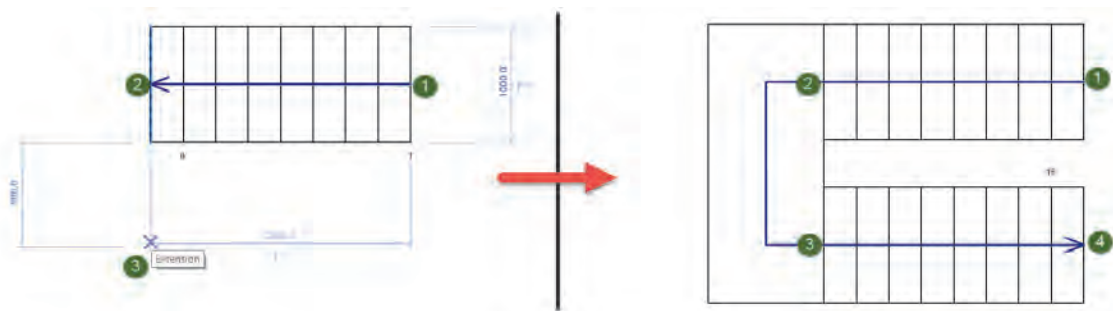
شکل ۹۱ ▲

زمانی که به تعداد صحیح پله ترسیم شد در نقطه ۲ (انتهای بازوی اول) کلیک می‌کنیم. برای ایجاد پاگرد ماوس را در امتداد پله حرکت می‌دهیم و در نقطه ۳ (ابتدای بازوی دوم) کلیک می‌کنیم. در نهایت ماوس را حرکت می‌دهیم تا به نقطه ۴ انتهای بازی دوم برسیم و کلیک می‌کنیم. برای تکمیل ایجاد پله حتماً باید تیک سبز را بزنیم.



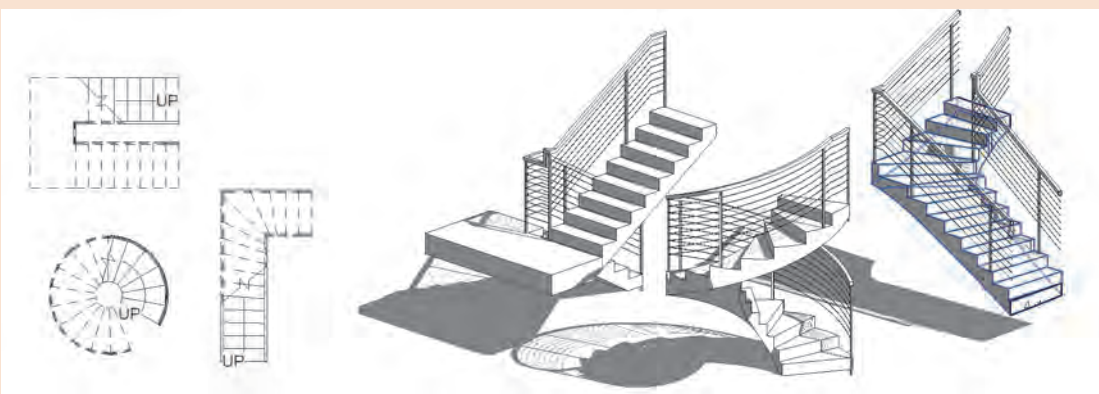
شکل ۹۲ ▲

برای ایجاد پله دو طرفه یا یک دوم گردش مراحل فوق را تکرار می‌کنیم با این تفاوت که نقطه ۳ (ابتدای بازوی دوم) عمود بر جهت حرکت بازوی اول قرار دارد. همان طور که در شکل می‌بینید با کلیک بر نقطه ۳ پاگرد به صورت خودکار ایجاد می‌شود.



▲ شکل ۹۳

به کمک ابزار Run سایر انواع پله‌ای را که می‌توانید درست کنید.



▲ شکل ۹۴

پله‌های ورودی پروژه ۱ را ایجاد کنید

پله‌های ارتباطی طبقات پروژه ۲ را ایجاد کنید.

فعالیت  
عملی ۱۷



فعالیت  
عملی ۱۸



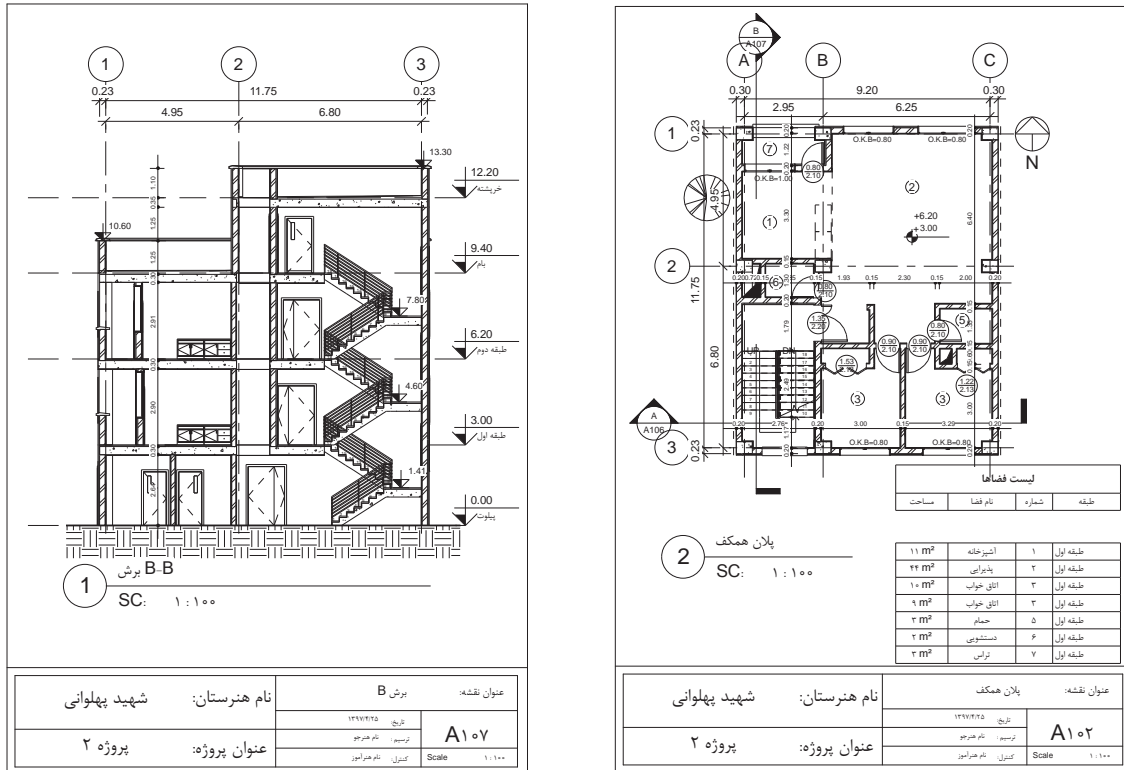
فعالیت  
عملی ۱۹





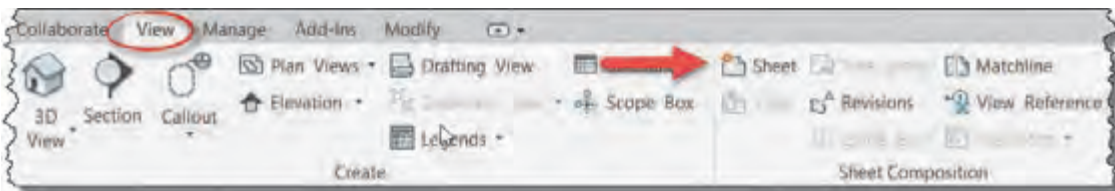
## تحویل پروژه در نرم‌افزار Revit

برای تحویل پروژه به کارفرما نیاز به قراردادن مدارک مانند پلان‌ها و نماها و ... در شیت به همراه کادر و جدول مشخصات مناسب است تا نقشه‌ها به عنوان مدرک دسته‌بندی و شماره‌بندی شده و قابل ارائه به کارفرما باشند.

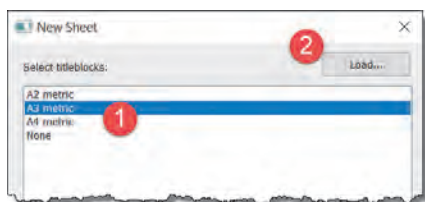


شکل ۹۵ ▲

برای ایجاد شیت جدید باید از سربرگ View قاب Sheet Composition دستور Sheet را انتخاب کنید.  
View > Sheet Composition > Sheet



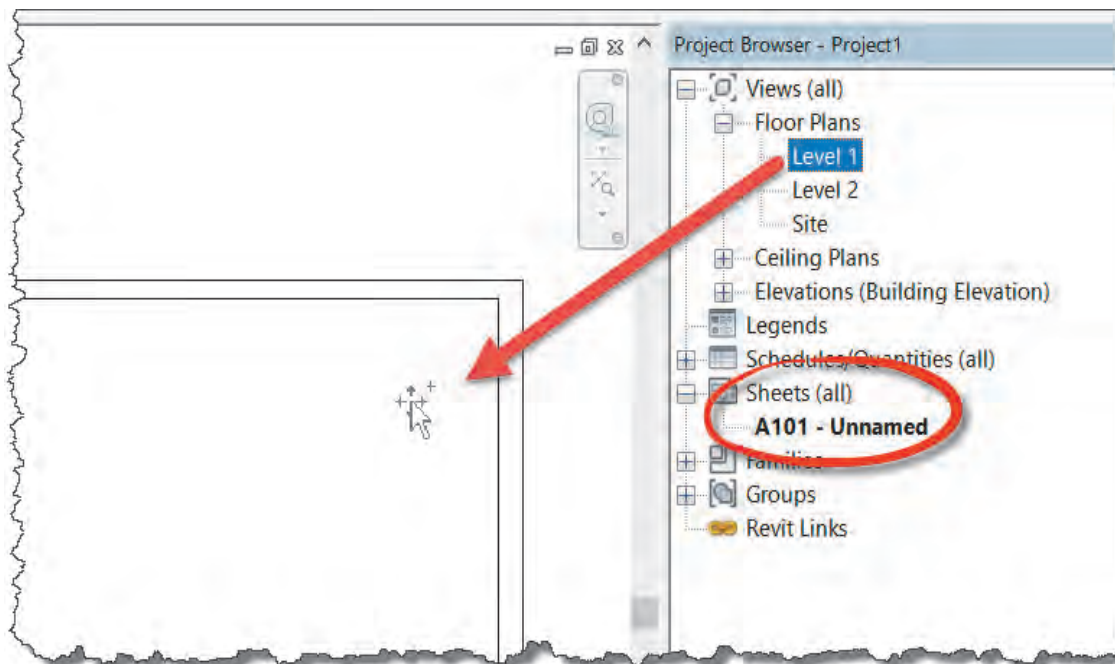
شکل ۹۶ ▲



شکل ۹۷ ▲

از پنجره‌ای که باز می‌شود یکی از ابعاد کاغذ A2 یا A3 یا A4 را انتخاب کنید. در صورتی که بخواهید شیت با جدول مشخصات دیگری را به پروژه وارد کنید می‌توانید از دکمه Load... بالای پنجره استفاده کنید.

با این کار، یک شیت جدید نقشه در پنجره Project Browser اضافه می‌شود. برای اضافه کردن هر یک از مدارک به شیت کافی است آن را با موس از پنجره Project Browser بگیرید و به داخل شیت نقشه بکشید. (Click + Drag)



▲ شکل ۹۸

برای تعیین مقیاس و تنظیم نمایش مدارک به منوی View Control Bar که در پایین هر مدرک قرار دارد توجه می‌کنیم.



▲ شکل ۹۹

۱- Scale تغییر مقیاس نقشه: از این بخش می‌توانید مقیاس نقشه را تغییر دهید. وقتی مقیاس را عوض می‌کنید برای مشاهده تغییر اندازه‌ای که اتفاق می‌افتد، باید به شیت نقشه مراجعه کنید.  
 ۲- Detail Level میزان جزئیات: سه سطح جزئیات مختلف برای نمایش عناصر در نرم‌افزار Revit در هر مدرک وجود دارد. بهتر است برای آنکه در زمان کار، سیستم رایانه شما کند نشود آن را در سطح Coarse (صرف نظر از نمایش جزئیات) قرار داده و در زمان خروجی گرفتن آن را به سطح Fine (بالاترین سطح نمایش جزئیات) تغییر دهید.

۳- Visual Style سبک نمایش: سبک‌های مختلفی را برای نمایش اشیاء در محیط کاری را به شما ارائه می‌دهد، که هر یک با توجه به نوع مدرک مناسب است. حالت Hidden Line برای ارائه نقشه‌های دو بعدی مناسب است.

۴- Sun Path مسیر خورشید: در پروژه‌های مهم با مشخص کردن محل دقیق ساختمان بر روی کره زمین، جزئیات سایه‌ها و تابش خورشید در تمامی اوقات سال را بازتولید و مشاهده و محاسبه کرد.

۵- Shadows سایه: با روشن کردن این گزینه سایه عناصر در پروژه با توجه به روشن و خاموش بودن مسیر خورشید Sun Path نمایش داده می‌شود.

۶- Crop View قاب دید: با استفاده از این گزینه تعیین می‌کنیم که فقط عناصر قرار گرفته در محدوده قاب دید، دیده شود یا در صورت خاموش بودن تمامی عناصر موجود در مدرک دیده شوند. برای تعیین محدوده قاب دید کافی است بروی گزینه سمت راست Crop View، Show/Hidden Crop Region کلیک کنید. در صورت روشن بودن محدوده قاب می‌توانید آن را در مدرک انتخاب کرده و اندازه آن را تغییر دهید.

توجه شود در صورت خاموش بودن Crop View تمامی عناصر مشاهده می‌شوند و Crop Region فقط تعیین کننده محدوده هستند.

نکته



برای تحویل پروژه به تعداد کافی شیت‌های نقشه ایجاد کرده و پس از تکمیل اطلاعات نقشه در جدول مشخصات آن مدارک زیر را برای تحویل نهایی کار به آنها اضافه کنید.

فعالیت  
عملی ۲۰



- ۱- سایت پلان
- ۲- کلیه پلان‌های همکف و طبقات
- ۳- پلان شیب‌بندی بام
- ۴- نماهای اصلی
- ۵- برش‌ها
- ۶- دیتیل‌های لازم
- ۷- جزئیات در و پنجره

## خروجی نقشه‌ها بر روی کاغذ در نرم‌افزار Revit

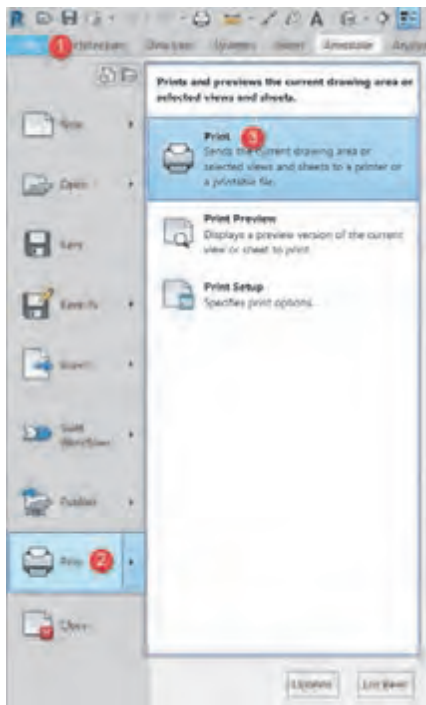
از سربرگ File منوی Print و از آنجا دستور Print را انتخاب کنید.

پنجره Print باز می‌شود. در این پنجره می‌توانید ضمن تنظیمات اولیه چاپگر از قسمت‌های مورد نیاز بر روی کاغذ چاپ بگیرید.

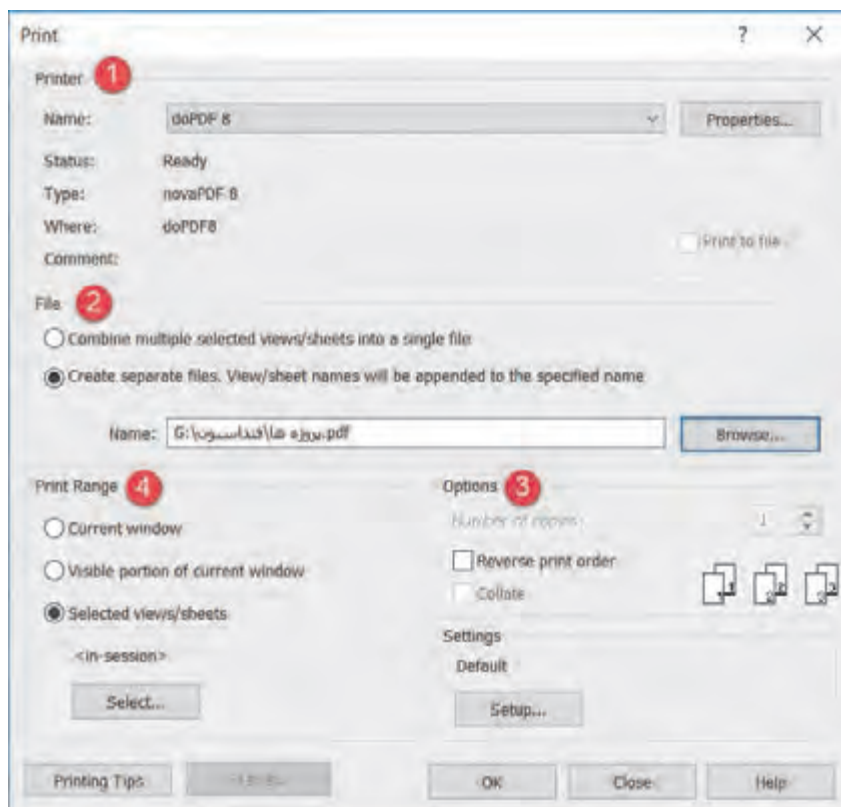
1- Printer: در این بخش و از کرکره افتادنی مقابل می‌توان چاپگر خود را از میان چاپگرهای تعریف شده برای رایانه انتخاب کرد.

2- File: در صورتی که چاپگر شما مجازی باشد، می‌توانید از این بخش محل ذخیره فایل چاپ شده را مشخص کنید.

3- Options: با زدن دکمه Setup... می‌توانید تنظیمات چاپ مانند ابعاد کاغذ و رنگی یا سیاه و سفید بودن چاپ را تعیین کنید.



شکل ۱۰۰ ▲



شکل ۱۰۱ ▲

- ۴- Print Range: در این قاب می‌توانید تعیین کنید که چه چیزی را چاپ خواهید کرد.
- مدرک جاری که در آن قرار دارید را چاپ می‌گیرد. مثلاً اگر در دید نمای شمالی باشید، نمای شمالی را به طور کامل برای شما چاپ می‌گیرد.
  - بخشی از مدرک جاری که دیده می‌شود را چاپ می‌گیرد. مثلاً اگر بخشی از نمای شمالی را بزرگ‌نمایی کرده باشید، فقط آن بخش از نما را که در صفحه نمایشگر دیده می‌شود را چاپ می‌گیرد.
  - با زدن دکمه Select در زیر این بخش لیستی از مدارک و شیت‌های موجود در پروژه به نمایش در می‌آید و شما می‌توانید انتخاب کنید که کدام یک از مدارک یا نقشه‌ها چاپ شوند.

از شیت‌های نقشه پروژه ۱ چاپ بگیرید.

فعالیت  
عملی ۲۱



از شیت‌های نقشه پروژه ۲ چاپ بگیرید.

فعالیت  
عملی ۲۲



## ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی معماری

### شرح کار:

مطابق نقشه‌های معماری و با استفاده از نرم‌افزار Revit، کلیه اجزای سازه‌ای مدل شده و مدارک مناسب مانند پلان‌ها، نماها، برش‌ها را طبق ضوابط فنی و زیر نظر هنرآموز ایجاد و اندازه‌گذاری کرده و در قالب نقشه خروجی گرفته شود.

### استاندارد عملکرد:

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های معماری و اجرایی را مطابق دستورالعمل نشریه ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

### شاخص‌ها:

دقت رعایت اصول فنی در اجزای ساختمان - اندازه‌گذاری صحیح و کامل مدارک - ترتیب صحیح ارائه نقشه‌ها - زمان ۶ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام مدل سازی نقشه‌های معماری و اجرایی ساختمان با نرم‌افزار در سایت رایانه.

### ابزار و تجهیزات:

- رایانه به همراه چاپگر و برنامه Revit ورژن ۲۰۱۸

### معیار شایستگی:

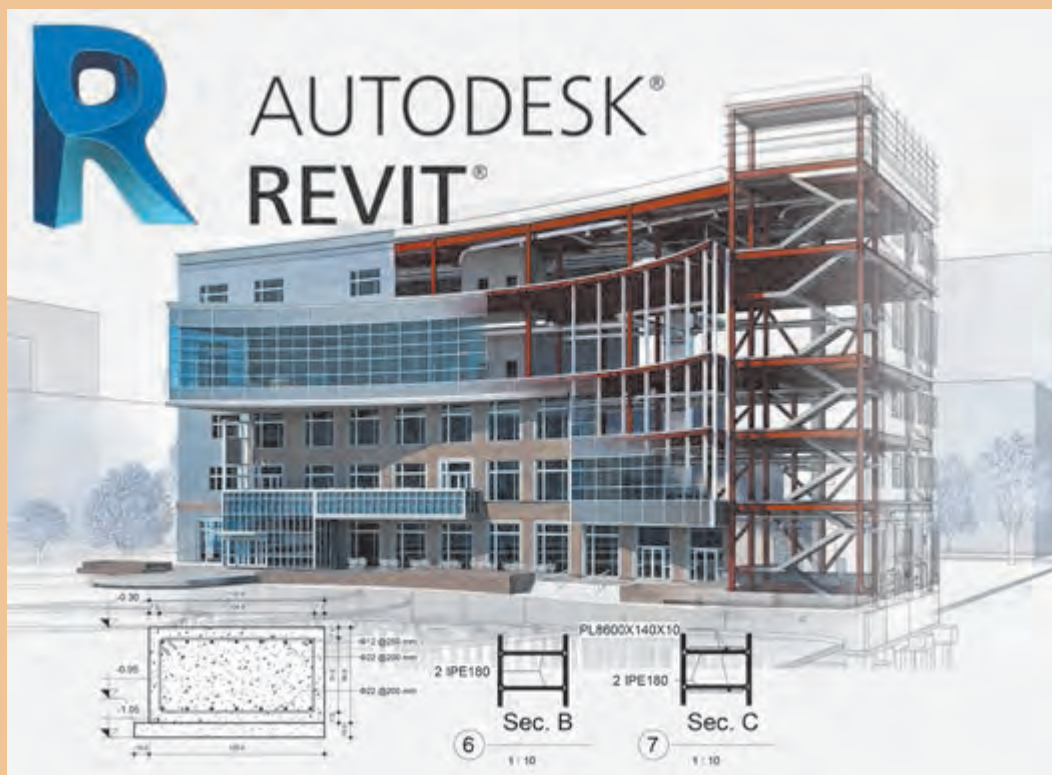
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ایجاد و مدل سازی سازه ساختمان	۲	
۲	ایجاد مدارک مناسب و کافی	۲	
۳	ترسیم جزئیات	۲	
۴	اندازه‌گذاری صحیح مدارک	۲	
۵	ارائه نقشه‌ها	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

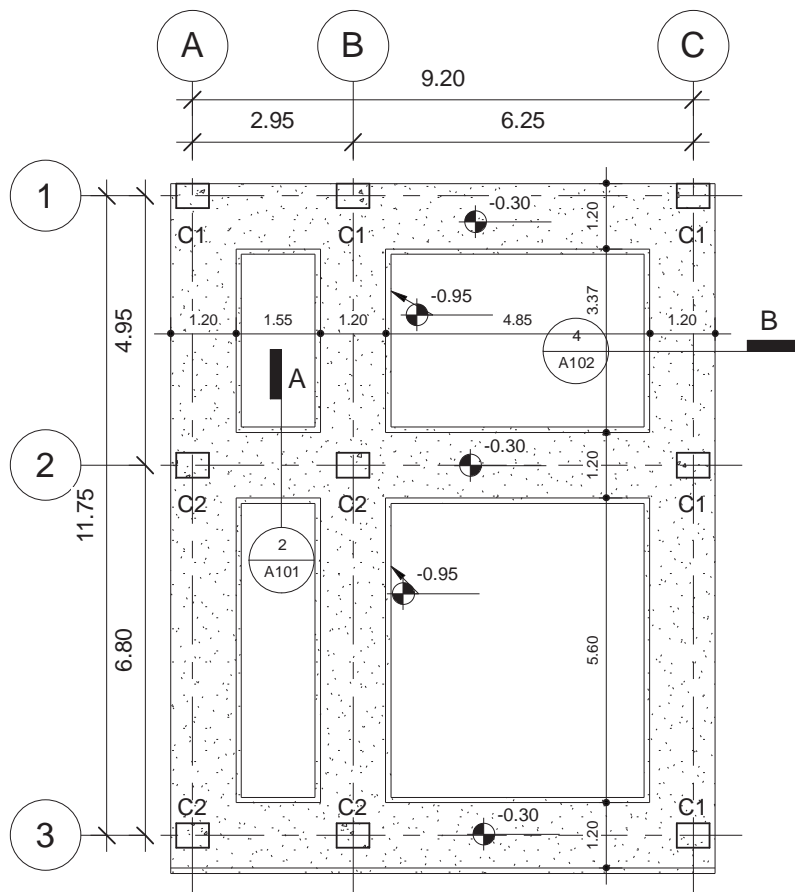
\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



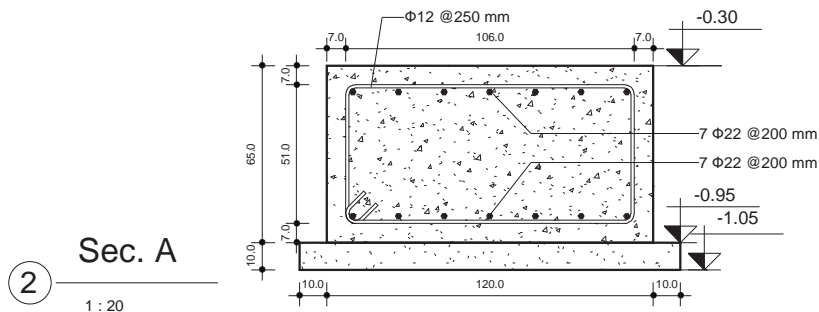
## پودمان ۳

# کاربرد رایانه در نقشه کشی سازه





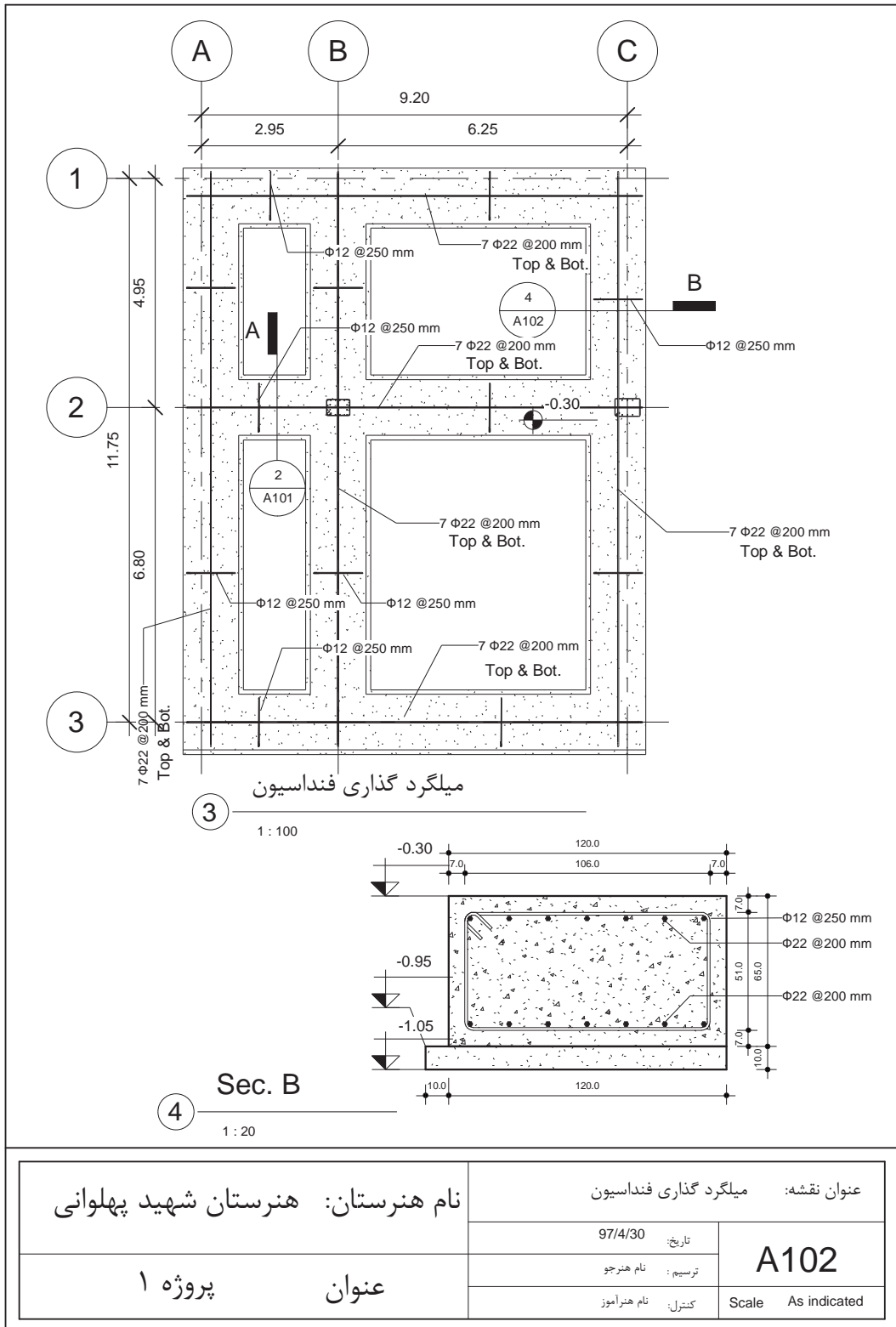
1 تیپ بندی ستون ها و اندازه گذاری فونداسیون  
1 : 100

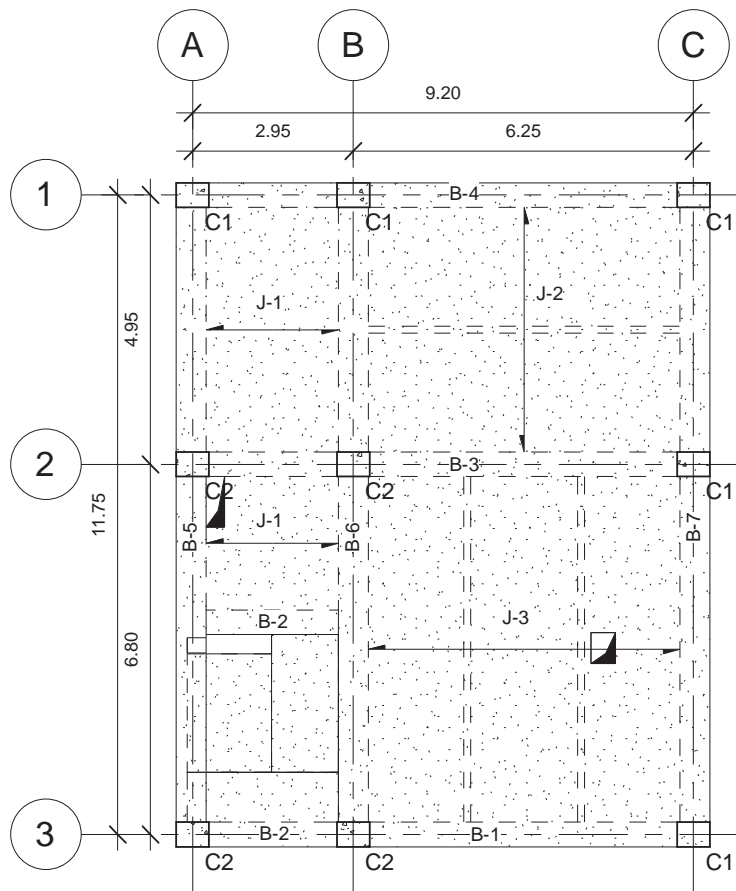


2 Sec. A  
1 : 20

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: اندازه گذاری فونداسیون	
	تاریخ: 97/4/30	A101
عنوان پروژه ۱	ترسیم: نام هنرجو	
	کنترل: نام هنرآموز	







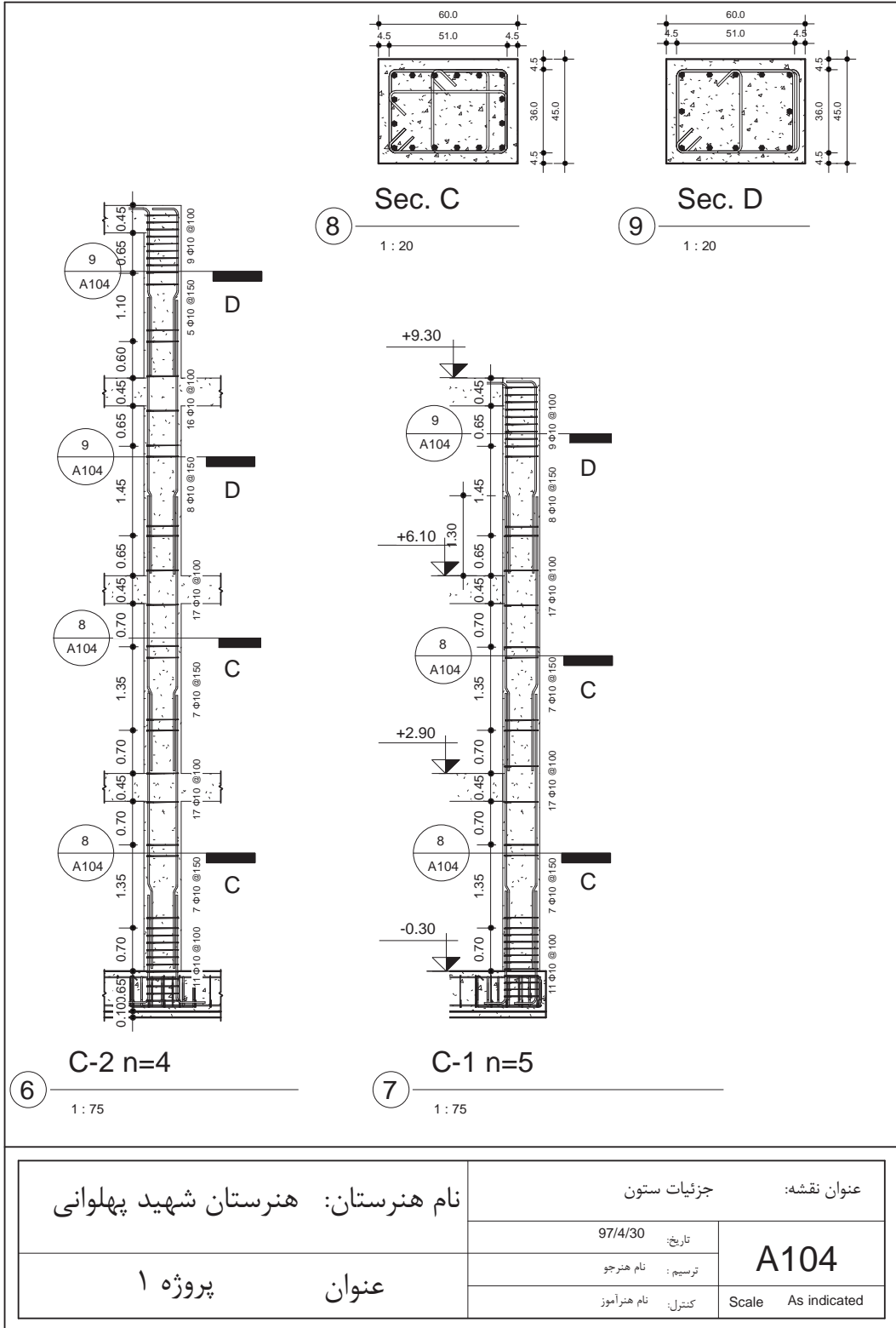
+2.90 , +6.10, +9.30

پلان تیر ریزی سقف اول و دوم و سوم

5

1 : 100

نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: پلان تیر ریزی	
	تاریخ: 97/4/30	A103
عنوان پروژه ۱	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز



نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی

عنوان نقشه: جزئیات ستون

تاریخ: 97/4/30

ترسیم: نام هنرجو

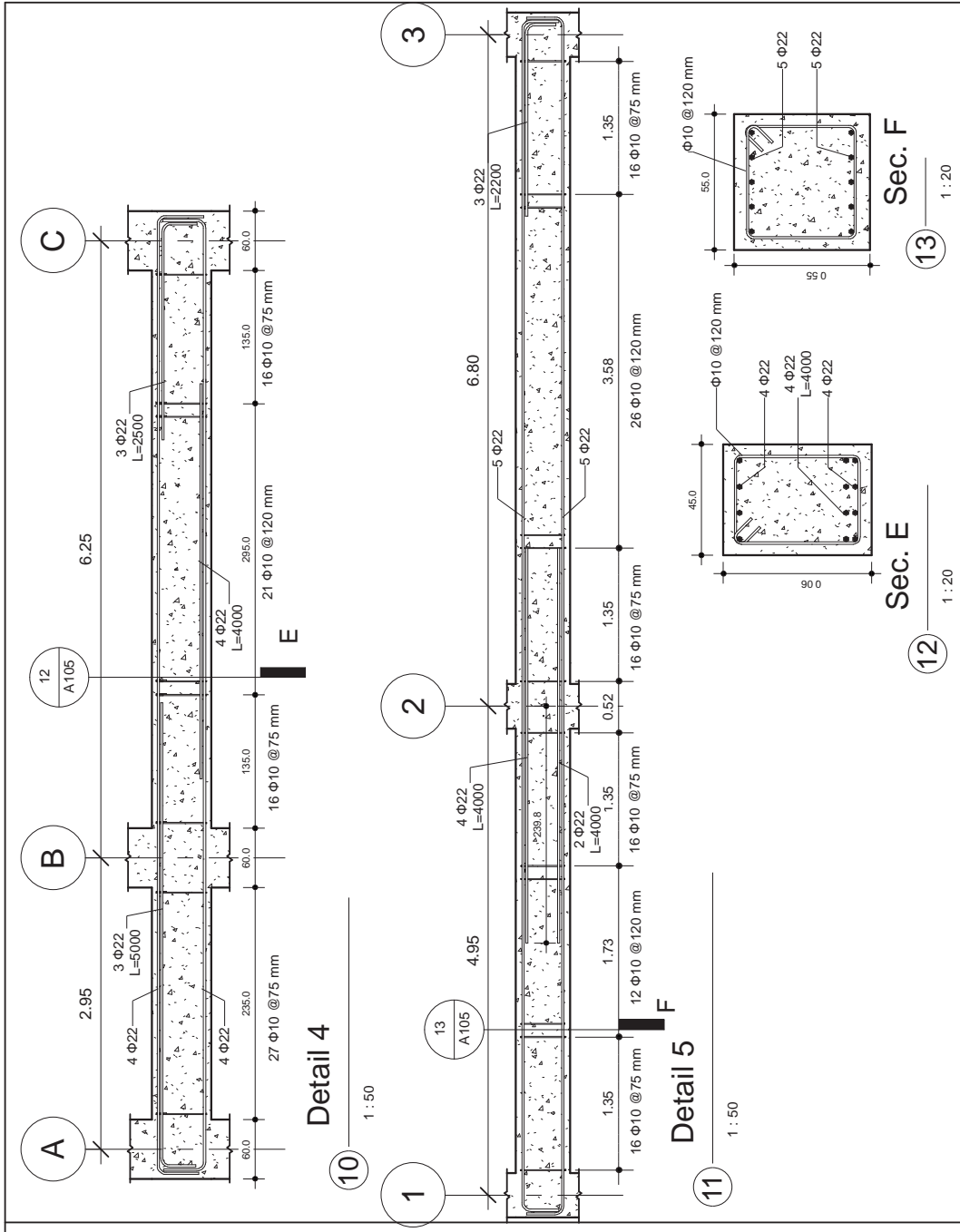
کنترل: نام هنرآموز

**A104**

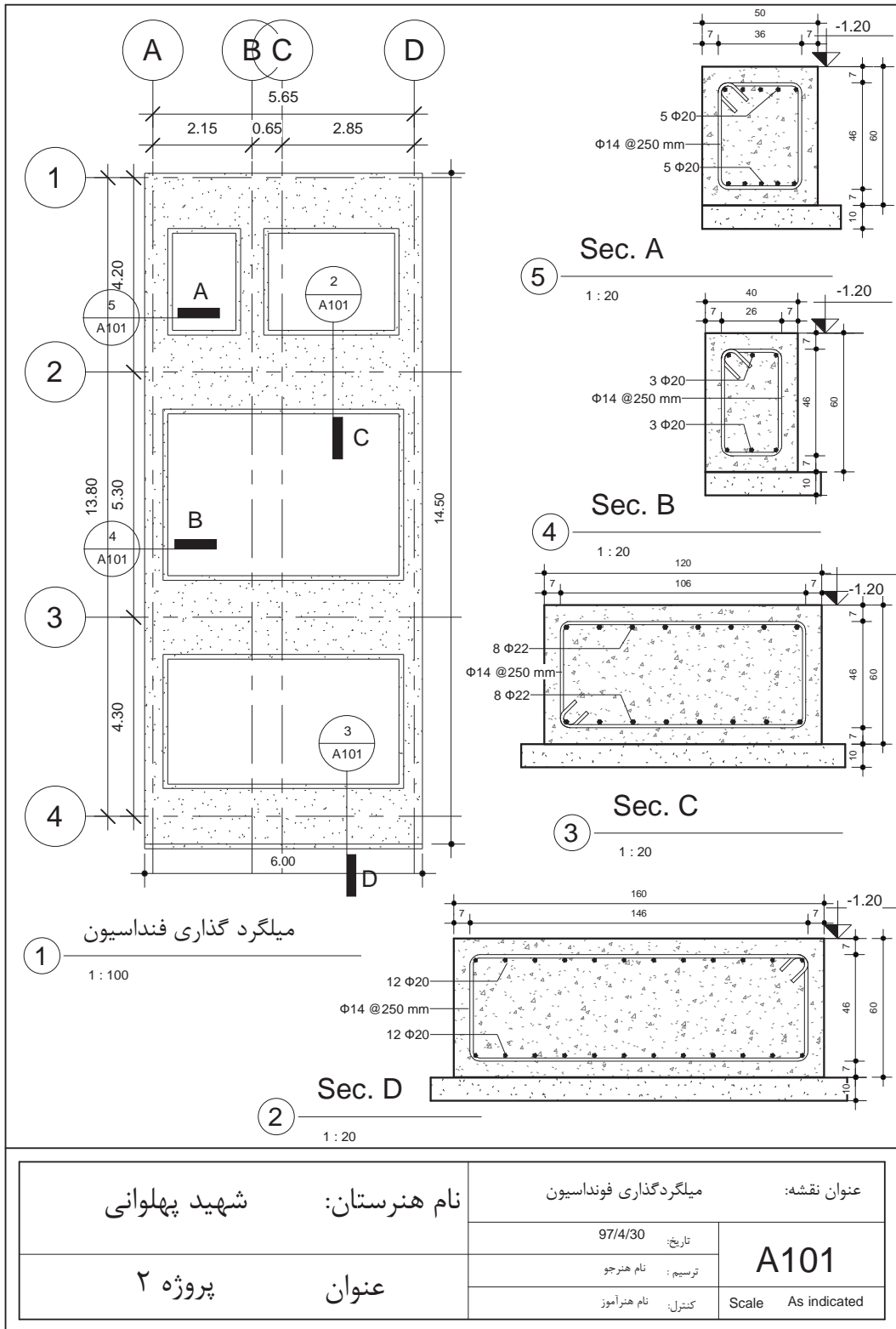
Scale As indicated

عنوان

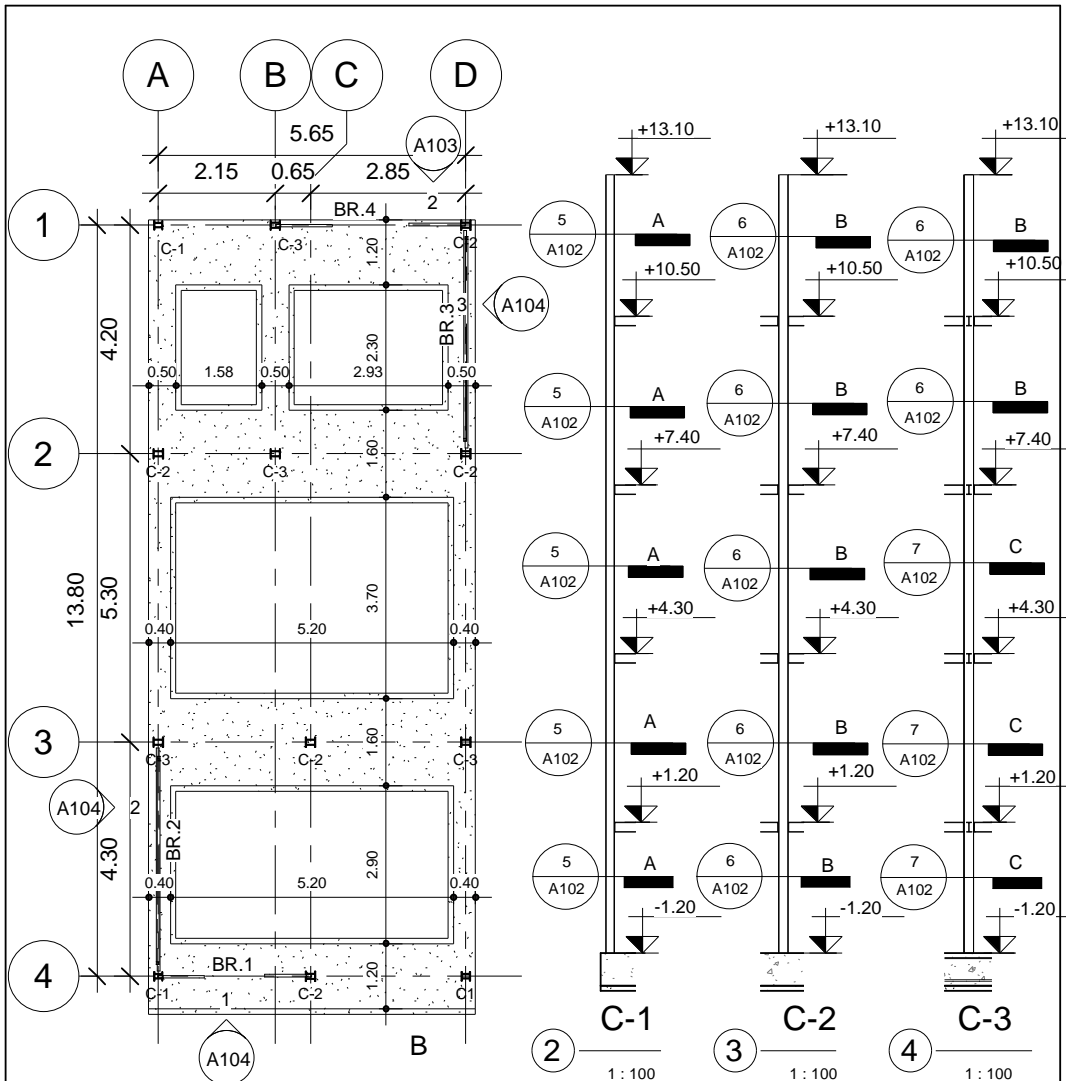
پروژه ۱



نام هنرستان: هنرستان شهید پهلوانی	عنوان نقشه: جزئیات تیر	
	تاریخ: 97/4/30	A105
عنوان پروژه ۱	ترسیم: Author	
		کنترل: Checker



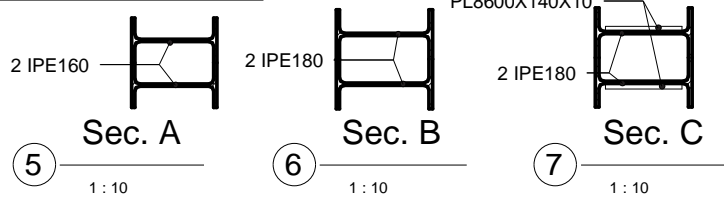
شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: میلگرد گذاری فونداسیون	
		تاریخ: 97/4/30	A101
عنوان پروژه ۲	عنوان:	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	



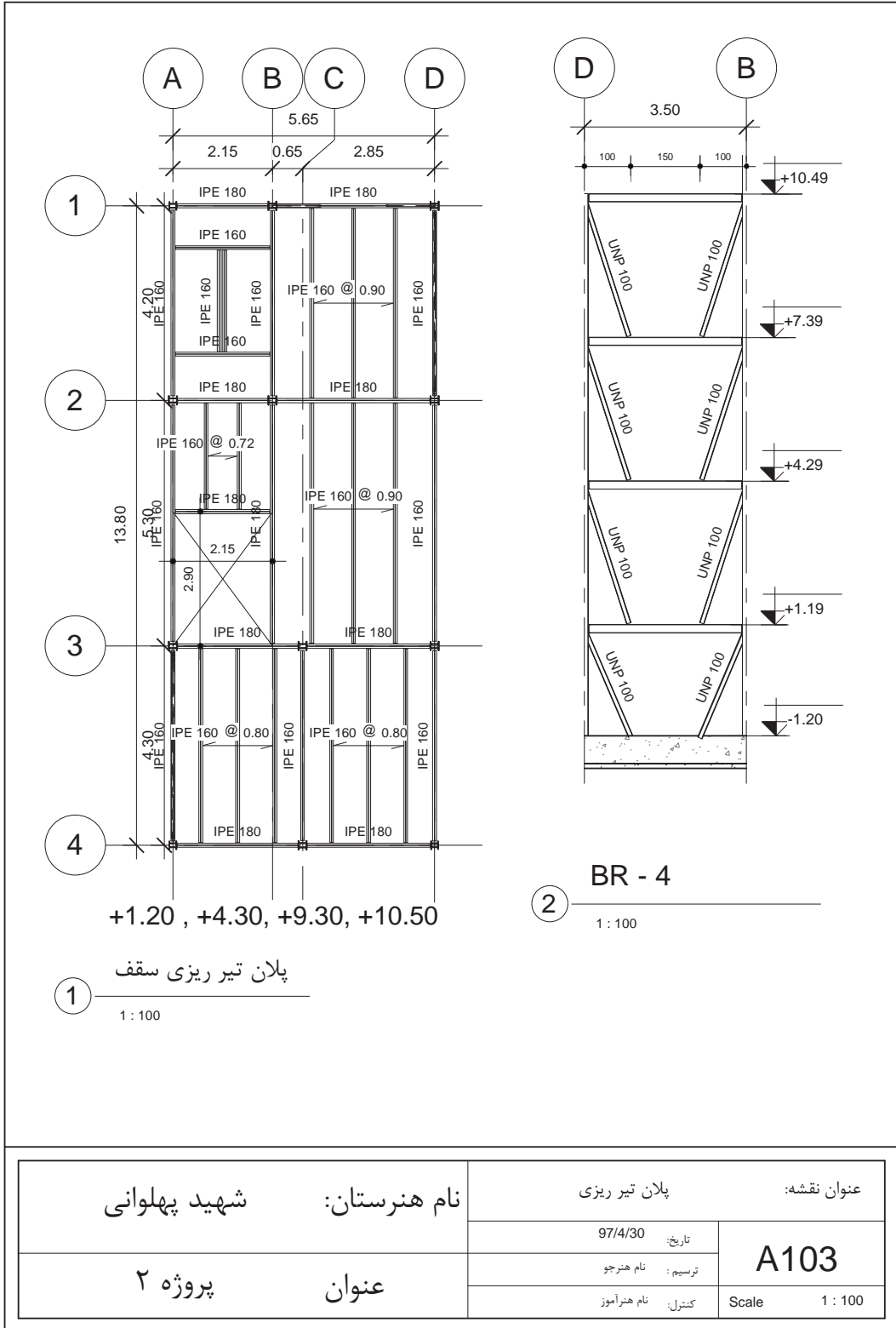
تیپ بندی ستون ها و اندازه گذاری فونداسیون

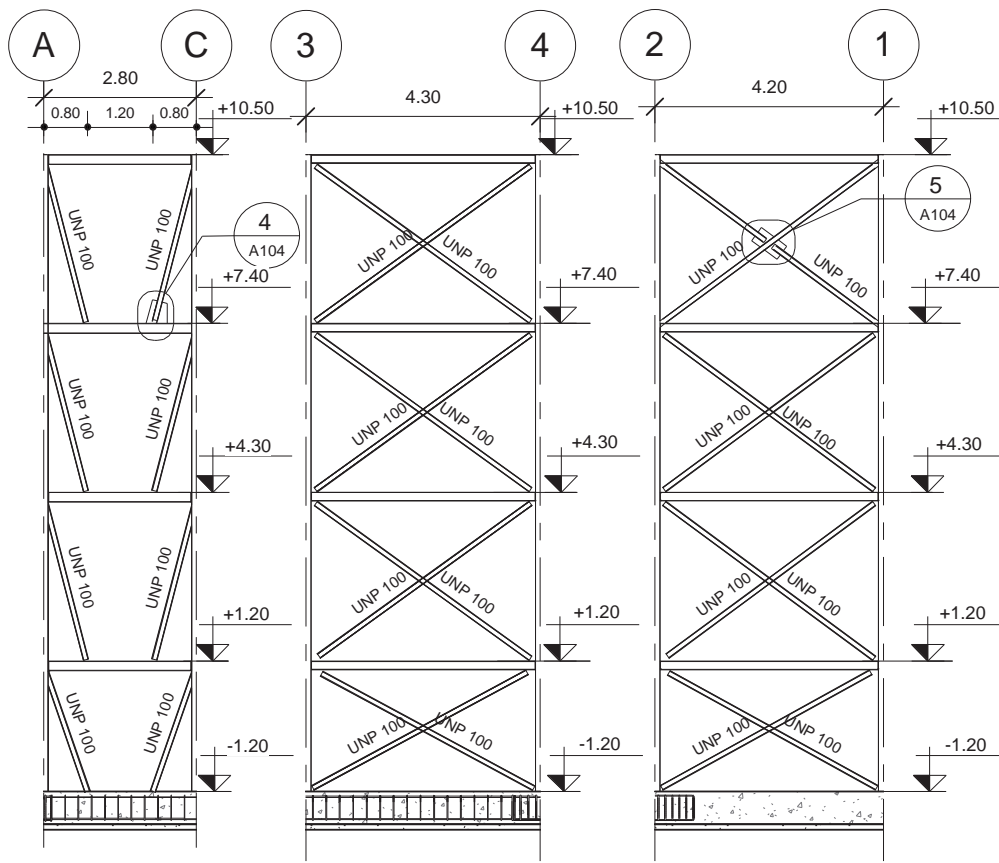
1

1 : 100



شهر شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: اندازه گذاری فونداسیون و تیپ بندی ستون	
		تاریخ: 97/4/30	A102
عنوان پروژه ۲	عنوان:	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	

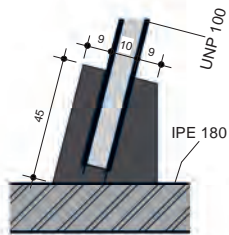




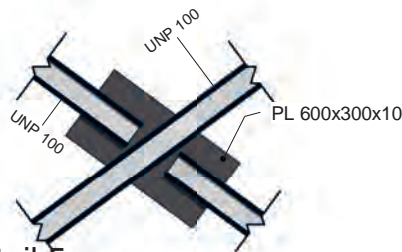
1 BR - 1  
1 : 100

2 BR - 2  
1 : 100

3 BR - 3  
1 : 100



4 Detail 4  
1 : 20



5 Detail 5  
1 : 20

شهید پهلوانی	نام هنرستان:	عنوان نقشه: جزئیات بادبندها	
		تاریخ: 97/4/30	A104
پروژه ۲	عنوان	ترسیم: نام هنرجو	
		کنترل: نام هنرآموز	



## استاندارد عملکرد

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های سازه‌ای و اجرائی را مطابق دستورالعمل نشریه ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

## مقدمه

پس از یادگیری ایجاد یک پروژه معماری و تولید اسناد نقشه‌های فاز ۲ معماری توسط نرم‌افزار Revit در این پودمان سعی می‌شود تا با بخش دیگری از این نرم‌افزار که ایجاد پروژه سازه‌ای و تولید نقشه‌های اجرایی سازه است، آشنا شویم.

تأکید اصلی در این بخش بر یادگیری شروع به کار و درک مفاهیم اولیه و اصلی برای تولید نقشه‌هاست و با توجه به حجم گسترده نرم‌افزار و محدودیت زمان پودمان امکان آموزش کلیه امکانات این نرم‌افزار وجود ندارد.

درواقع آنچه که نرم‌افزار Revit را به برترین نرم‌افزار برای BIM تبدیل می‌کند قابلیت انجام همزمان پروژه‌ها در سه بخش اصلی معماری، سازه و تاسیسات می‌باشد. این پروژه‌ها را می‌توان در یک پروژه واحد یا به صورت ارتباط داده شده (Link) انجام داد.

به طور طبیعی هرگونه تغییرات در هر بخش (مثلاً معماری) به طور خودکار در سایر پروژه‌ها بارگذاری شده و به مهندسان مربوطه (مثلاً مهندسان تاسیسات یا سازه) هشدار می‌دهد. این هماهنگی احتمال خطای انسانی یا حتی سیستمی بین نرم‌افزارهای تخصصی جداگانه را از بین می‌برد.

قابل ذکر است که امروزه برای تولید اسناد و نقشه‌های سازه‌ای نرم‌افزارهای بسیار قدرتمندتری از Revit وجود دارند، اما سه ویژگی ما را بر آن داشت تا در این پودمان به تولید نقشه‌های سازه‌ای توسط نرم‌افزار Revit بپردازیم.

نخست آنکه Revit سازه‌ای مانند Revit معماری بسیار ساده و روان و بر اساس تفکر اجرایی شکل گرفته و یادگیری آن می‌تواند مکمل یادگیری Revit معماری باشد.

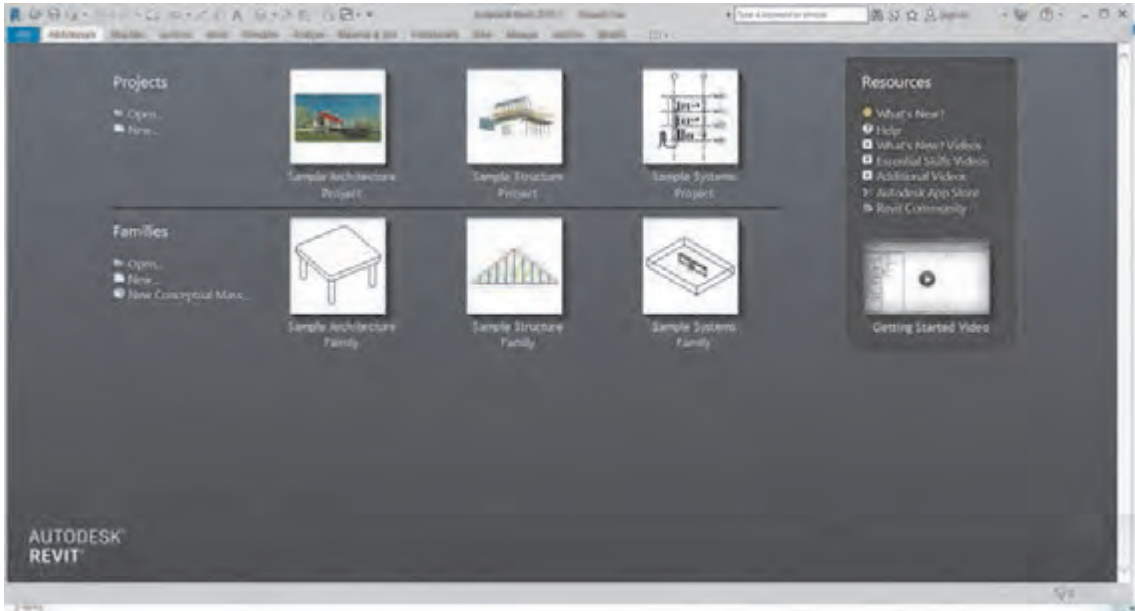
دوم آنکه ارتباط بین مدل معماری و مدل سازه‌ای (و همچنین مدل تاسیسات) در نرم‌افزار Revit اصلی‌ترین چیزی است که Revit را به قدرتمندترین نرم‌افزار BIM تبدیل کرده است. یادگیری و آشنایی با بخش‌های مختلف نرم‌افزار برای کاربرانی که در گروه‌های مختلف یک پروژه مشغول تولید نقشه‌ها هستند مفید و حتی ضروری است.

سومین دلیل برای آموزش بخش سازه‌ای Revit در این پودمان آینده بخش سازه‌ای نرم‌افزار است. با وجود اعتراف به این موضوع که Revit سازه‌ای برترین نرم‌افزار سازه‌ای حال حاضر نیست، اما شرکت تولید کننده این نرم‌افزار در نسخه‌های اخیر بر روی گسترش این بخش به شدت تلاش کرده و در آخرین نسخه‌های نرم‌افزار امکانات دقیق تری برای تولید نقشه‌های سازه‌ای به وجود آورده است.

آشنایی با اصول تولید نقشه‌های سازه‌ای Revit می‌تواند هنرجو را برای حضور در بازار کار آینده آماده کند.

## شروع به کار با نرم افزار Revit برای ایجاد پروژه سازه‌ای

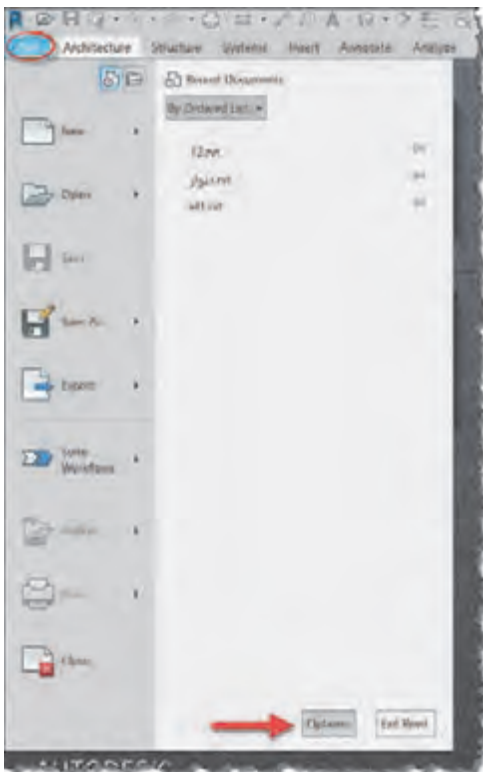
پس از باز شدن نرم افزار Revit صفحه ابتدایی نرم افزار برای شما باز می شود.



شکل ۱ ▲

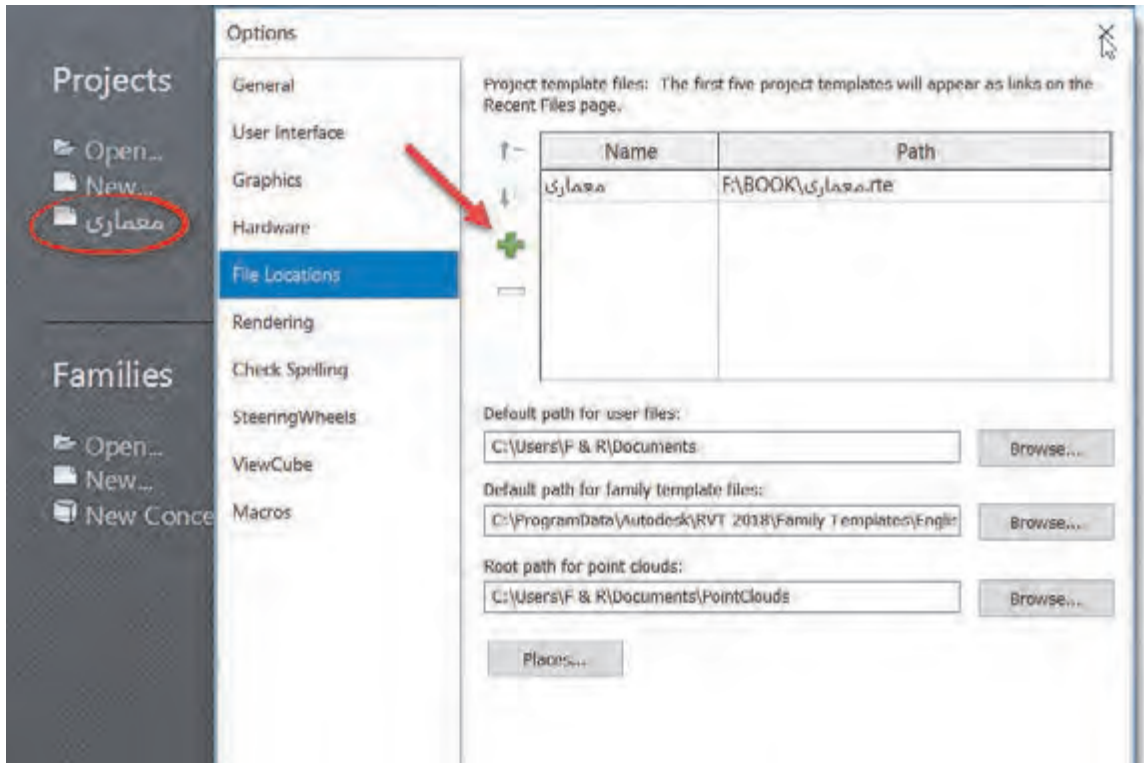
از آنجا که پیش از این با محیط صفحه ابتدایی نرم افزار آشنا شده ایم به سراغ ایجاد پروژه سازه‌ای می رویم. برای این کار می توانید از صفحه شروع بر روی گزینه New کلیک کنید و یا بهتر است قالب سازه‌ای آماده در زیر گزینه New را انتخاب کنید. قالب آماده Template سازه، فایلی است که تمام تنظیمات مورد نیاز یک پروژه سازه‌ای، همچنین خانواده‌های مورد نیاز در آن وارد و سپس ذخیره شده است. استفاده از قالب باعث می شود با ورود به پروژه نیازی به انجام تنظیمات وقت گیر اولیه نباشد.

در صورتی که قالب آماده سازه‌ای به Revit معرفی نشده باشد در زیر گزینه New چیزی وجود نخواهد داشت. برای تعریف محل قرارگیری قالب آماده بر روی منوی File (در نسخه‌های قدیمی تر بر روی آیکون Revit در بالا سمت چپ (R)) کلیک می کنیم. در پایین لیست کشویی باز شده بر روی دکمه Option کلیک می کنیم تا پنجره Option باز شود.



شکل ۲ ▲

در سمت چپ پنجره باز شده بر روی دکمه File Location کلیک کرده و به این بخش وارد می‌شویم. در بالای این بخش جدولی وجود دارد که لیست قالب‌های معرفی شده به نرم‌افزار و همچنین محل ذخیره آنها بر روی سیستم را نشان می‌دهد. در این شکل چون ما قبلاً قالب معماری را به نرم‌افزار معرفی کرده‌ایم نام آن را در جدول پنجره Option و همچنین در صفحه اولیه در زیر گزینه New می‌بینیم.

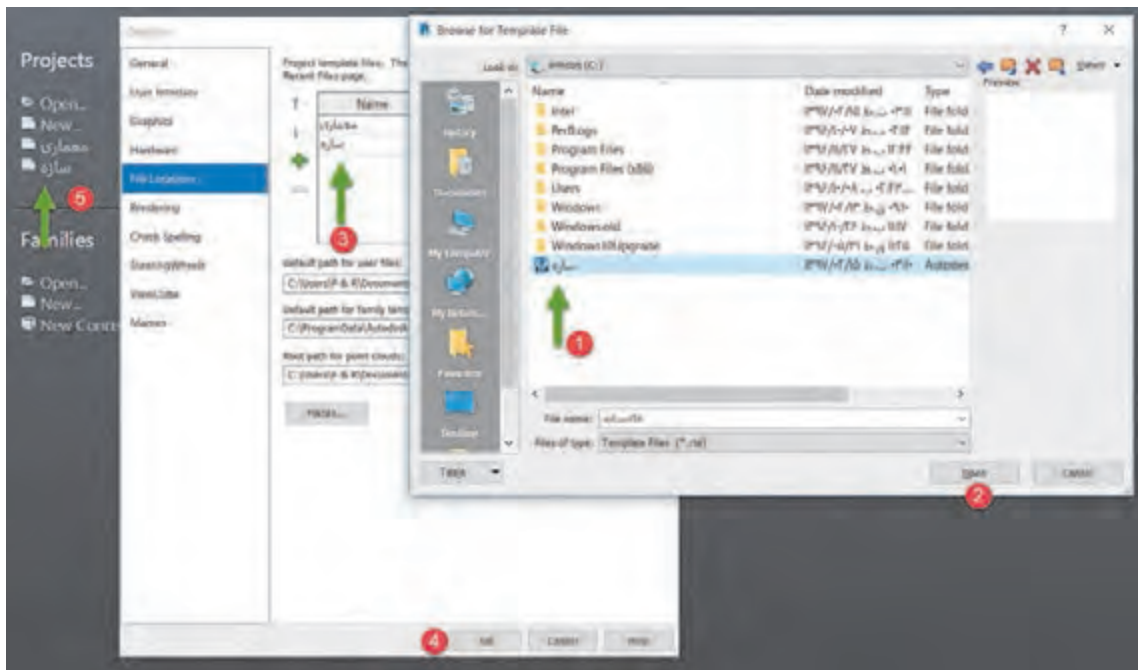


▲ شکل ۳

برای معرفی یک قالب جدید (اینجا قالب سازه‌ای) کافی است بر روی دکمه + سبز رنگ کنار جدول کلیک کنید. در پنجره‌ای که باز می‌شود، شما می‌توانید از روی دیسک سخت (هارد) رایانه خود جستجو کرده و قالب را انتخاب و به جدول اضافه کنید. (شکل ۴)

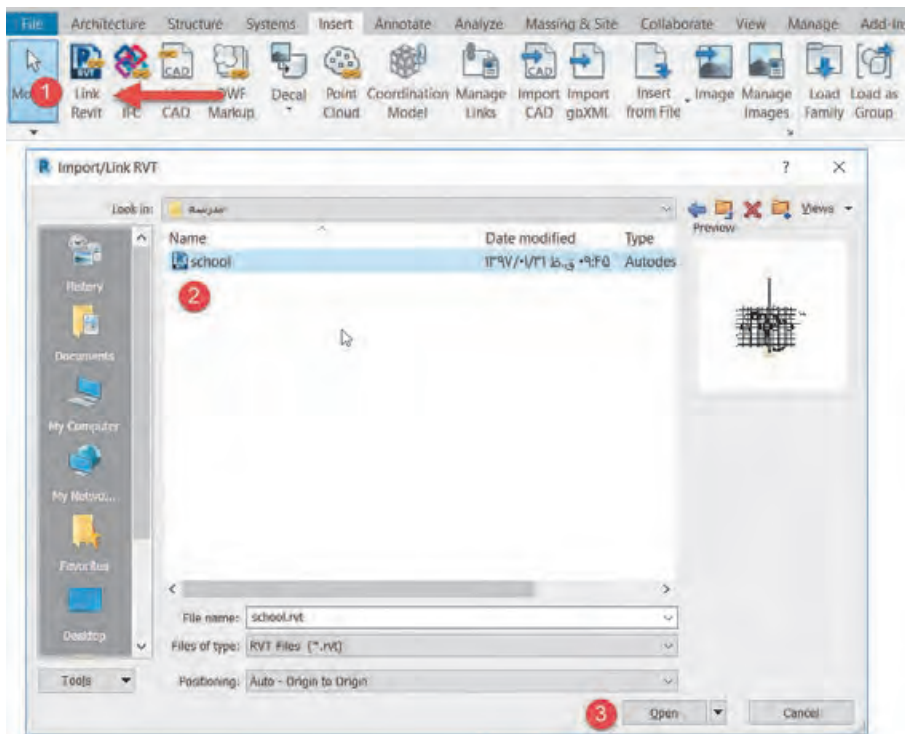
پس از معرفی قالب سازه‌ای به نرم‌افزار مشاهده می‌کنید که در زیر گزینه New نام قالب ظاهر می‌شود. حال می‌توانید با انتخاب قالب سازه‌ای یک پروژه جدید را شروع کنید.

پس از ورود به محیط پروژه مشاهده می‌کنید که تقریباً مانند محیط قالب معماری است و از نظر ظاهری فقط در پنجره Properties به جای پلان معماری Floor Plans دارای پلان‌های سازه‌ای می‌باشد (Structure Plans). تفاوت این دو نوع پلان نیز فقط در نوع نمایش عناصر سازه‌ای و معماری می‌باشد. البته محیط قالب سازه‌ای بر اساس نیازهای مدل سازی سازه‌ای تنظیم شده و دارای عناصر از پیش بارگذاری شده سازه‌ای می‌باشد. در اینجا شما می‌توانید مانند محیط معماری از صفر شروع به ایجاد یک پروژه کامل سازه‌ای نمایید. اما همانطور که پیش از این نیز گفته شد مهم‌ترین هدف آموزش Revit سازه‌ای یادگیری ارتباط میان پروژه معماری و پروژه سازه می‌باشد.



شکل ۴ ▲

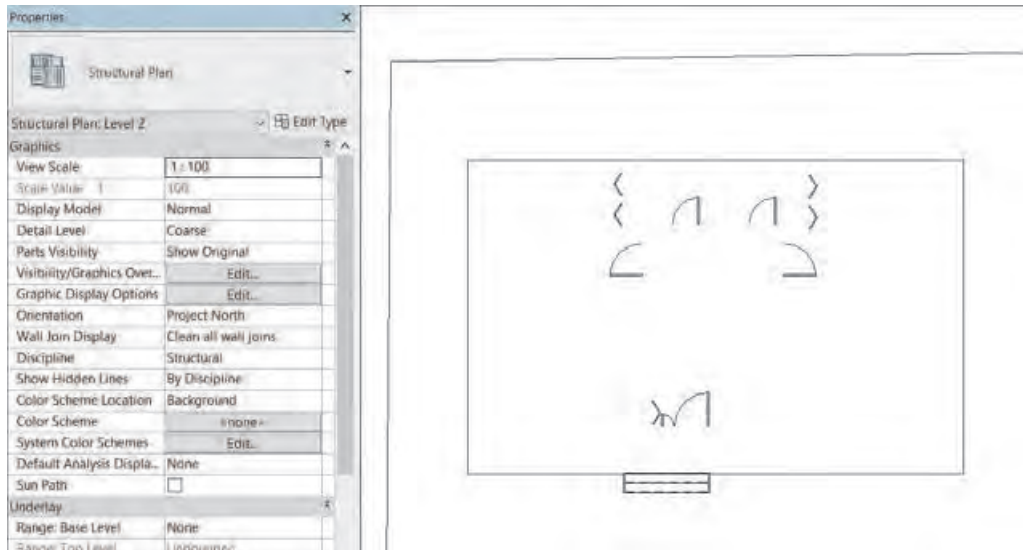
## ایجاد ارتباط بین پروژه موجود و یک پروژه خارجی



اگر به سربرگ Insert سری بزیند، می‌توانید امکانات Revit در وارد کردن و استفاده از فایل‌های خارجی را ببینید. امکاناتی مانند درج کردن یک عکس یا فایل اتوکد و یا ایجاد کد یا پروژه Revit برای ایجاد ارتباط با یک پروژه Revit بر روی RVT Link کلیک می‌کنیم.

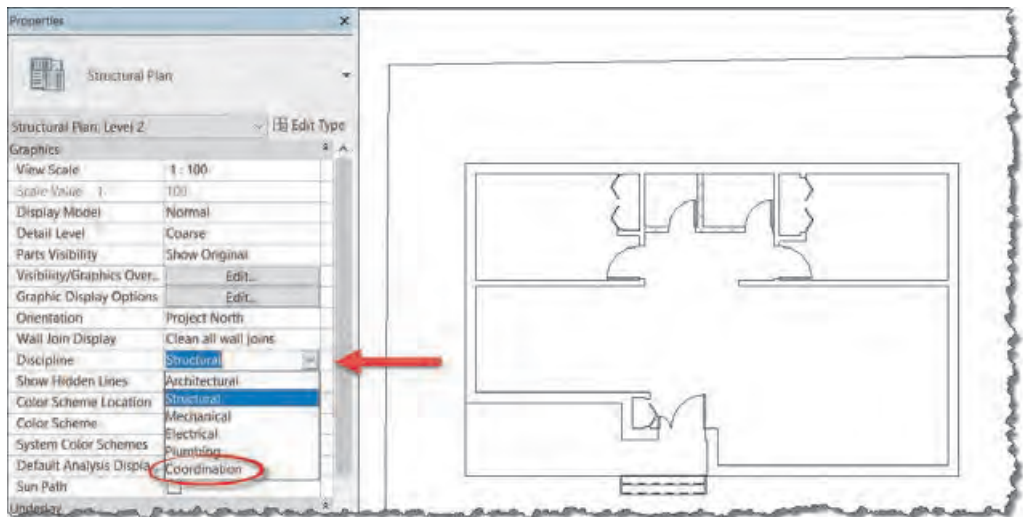
شکل ۵ ▲

پس از ایجاد ارتباط با یک فایل معماری مشاهده می‌کنیم که در پلان‌های مختلف بخش‌هایی از پلان معماری دیده می‌شود. علت این امر تفاوت دید میان پلان‌های سازه‌ای و پلان‌های معماری است. برای آنکه بتوانیم پلان معماری را به طور کامل ببینیم در یکی از دیدهای پلان سازه‌ای قرار می‌گیریم. در حالتی که هیچ چیز انتخاب نباشد پنجره Properties توضیحات مربوط به پلان سازه‌ای را نمایش می‌دهد.

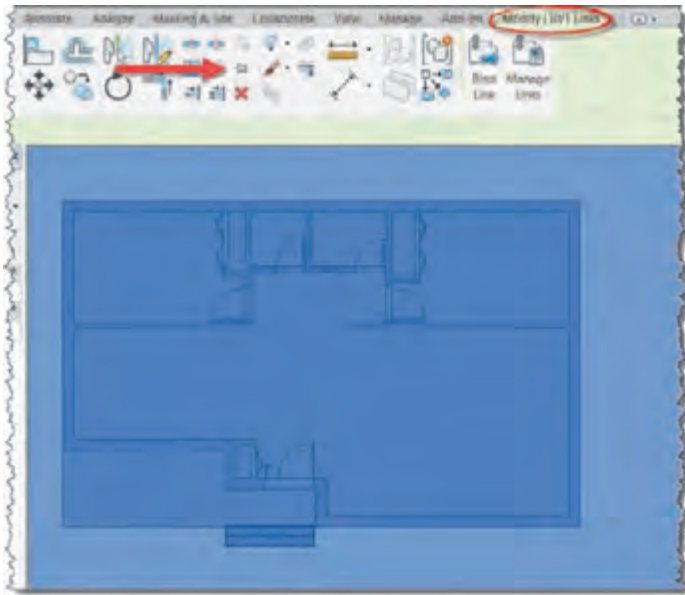


▲ شکل ۶

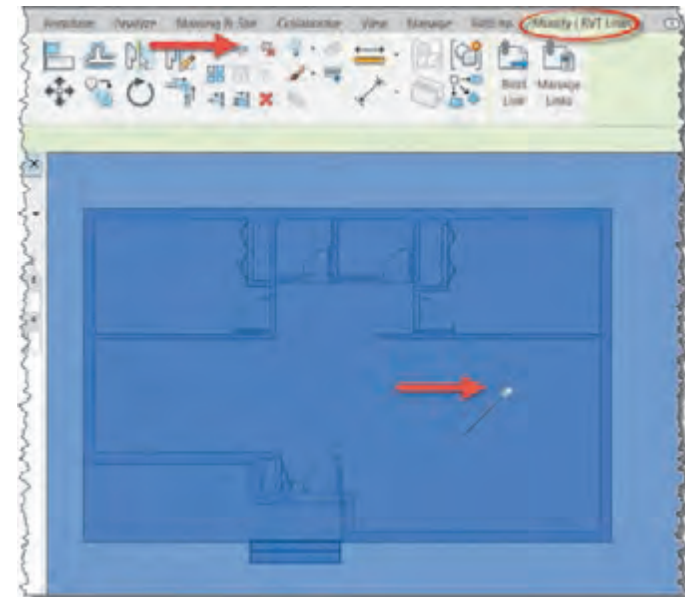
در بخش Graphics از پنجره توضیحات در مقابل Discipline نظام این دید از پلان را که بر روی Structural (سازه‌ای) قرار گرفته به Coordination (حالت هماهنگ) تغییر دهید تا بتوانید علاوه بر اجزای سازه‌ای، اجزای معماری فایل ارتباط داده شده را نیز ببینید. توصیه می‌شود که پس از تکمیل پروژه و زمان خروجی گرفتن از نقشه‌ها Discipline را دوباره به حالت Structural برگردانید.



▲ شکل ۷



▲ شکل ۸



▲ شکل ۹

### قفل کردن پروژه لینک شده Pin:

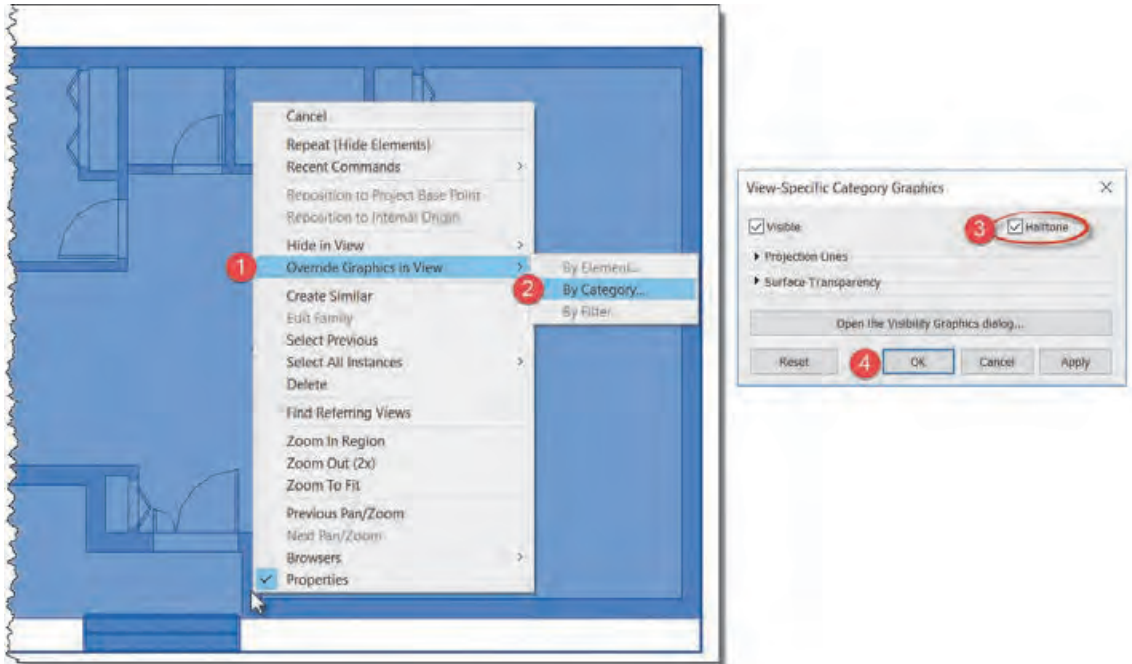
بر روی یک نقطه از پروژه‌ای که وارد کرده اید کلیک کنید تا انتخاب شود. در این حالت نوار ریبون به رنگ سبز درآمده و در سربرگ Modify|RVT Link قرار می‌گیرد. در حالی که فایل انتخاب است از قاب Modify دستور Pin را انتخاب می‌کنیم تا پروژه معماری ارتباط داده شده در محل خود سنجاق شود و نتوان آن را جابجا یا حذف کرد. فایده سنجاق (Pin) کردن این است که اگر در هنگام کار به صورت اتفاقی فایل لینک شده را جابجا یا حذف کنید، کل تنظیمات پروژه سازه‌ای به هم می‌خورد.

پس از pin کردن فایل لینک شده به پروژه علامت یک سوزن ته گرد بر روی آن ظاهر می‌شود که نشان می‌دهد در جای خود سنجاق شده است. برای خارج کردن فایل لینک شده از این وضعیت باید آن را انتخاب و بر روی دستور Unpin در قاب Modify کلیک کنید.

### تغییر نمایش فایل لینک شده به صورت نیم سایه Halftone:

همان طور که در محل پروژه دیده می‌شود، فایل لینک شده با خطوط مشکی پر و مانند یک مدل کامل در صفحه دیده می‌شود. این امر ممکن است در هنگام کار بر روی پروژه سازه‌ای و مدل کردن بخش‌های مختلف آن مانع از دید درست شده و ایجاد خطا نماید. راه حل Revit برای این مساله ایجاد حالت نیم سایه برای فایل لینک شده است.

بر روی فایل لینک شده راست کلیک کنید و گزینه Override Graphics in View (۱) رفته و گزینه By Category... را انتخاب کنید (۲).



شکل ۱۰ ▲

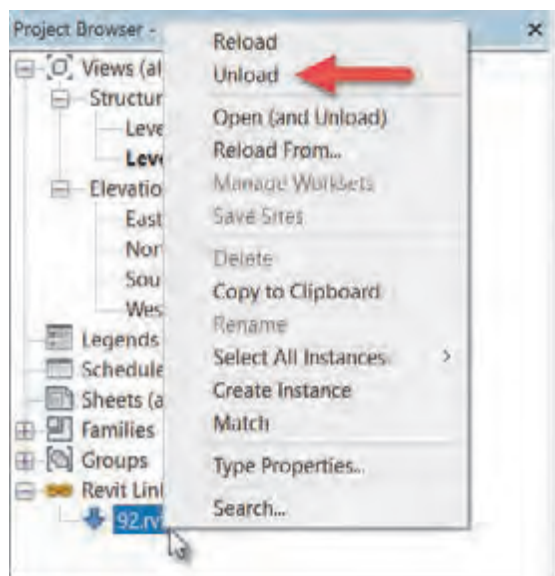
پنجره View-Specific Category Graphics باز می‌شود. جعبه تأیید در کنار کلمه Halftone (۳) را فعال کرده و دکمه OK (۴) را بزنید. همانطور که مشاهده می‌کنید فایل لینک شده به صورت نیم سایه دیده می‌شود. البته اگر به سایر دیدها از طبقات یا نماها بروید خواهید دید که همچنان فایل لینک شده به صورت پررنگ دیده می‌شود. در صورت نیاز مراحل فوق را در دید مورد نظر خود تکرار کنید.



شکل ۱۱ ▲

**مخفی کردن بخش‌های اضافی فایل لینک شده:**  
در صورتی که در فایل لینک شده مواردی وجود دارد که مانع از کار شماسست، مانند دیواره‌ها یا خطوطی که کار را شلوغ کرده و ممکن است باعث خطای شما بشوند، می‌توانید آنها را مخفی کرده تا دیده نشوند. برای این کار نشانگر ماوس را بر روی عنصر مورد نظر برده و کلید Tab را بزنید تا به رنگ آبی درآید. در این حالت بر روی آن شی راست کلیک کنید و از منوی باز شده Hide in View

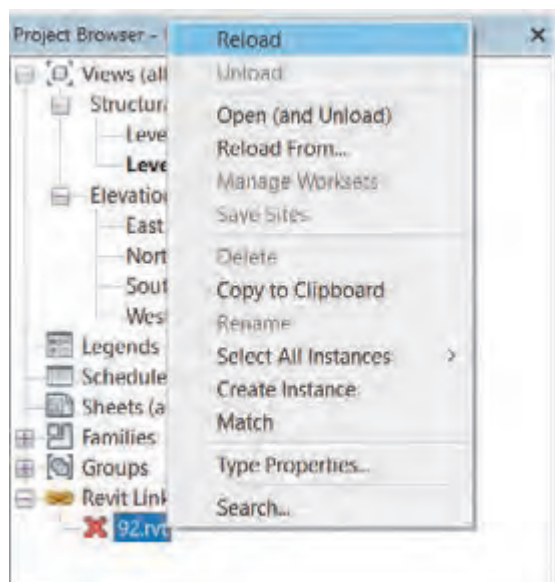
- View را کلیک و یکی از گزینه‌هایی که باز می‌شود را انتخاب کنید.
- **Category:** تمام خانواده مورد نظر مخفی می‌شوند. مثلاً اگر عنصر شما یک پنجره باشد، تمام پنجره‌ها در دید شما مخفی می‌شوند.
  - **Elements:** فقط عنصر انتخاب شده مخفی می‌شود و کاری به سایر عناصر و هم خانواده‌هایش ندارد. مثلاً یک دیوار مزاحم را مخفی می‌کنید ولی سایر دیوارها همچنان دیده می‌شوند.



▲ شکل ۱۲

### خارج کردن یک فایل لینک شده Unload:

پس از اتمام کار با فایل لینک شده، می‌توانید آن را از داخل پروژه خارج کنید. این کار دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد، مثلاً مدل سازی تمام شده و نمی‌خواهیم فایل لینک شده در نقشه‌های خروجی سازه دیده شوند. برای این کار کافی است در پنجره Project Browser بر روی بعلاوه کنار لینک Revit کلیک کنید تا لیست فایل‌های لینک شده را ببینید. بر روی فایل‌ی که می‌خواهید خارج کنید، راست-کلیک کرده و از منوی باز شده Unload را انتخاب کنید.



▲ شکل ۱۳

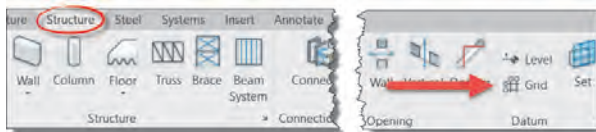
با خارج کردن یک فایل لینک شده در کنار آن علامت ضربدر قرمز ظاهر می‌شود و آن فایل دیگر در صفحه دیده نمی‌شود. در صورت نیاز مجدد به فایل لینک شده می‌توانید در پنجره Project Browser روی نام آن راست کلیک کرده و از منوی باز شده دستور Load را انتخاب کنید تا مجدداً بارگذاری شود.



## ترسیم آکس‌های مورد نیاز

در پروژه‌ها، هنگام ترسیم نقشه‌های معماری و پیش از انجام محاسبات سازه‌ای و مشخص شدن مقاطع تیر و ستون‌ها نمی‌توان آنها را به درستی ترسیم کرد. با این حال مهندسان معمار محل قرارگیری ستون‌ها و البته آکس ستون‌ها را در نقشه‌های معماری ترسیم می‌کنند تا برای مهندس عمران (محاسب سازه) به عنوان پیشنهاد و راهنمای ستون‌گذاری دیده شود. این فرایند گاهی مطابق پیشنهاد معمار اجرا شده و گاهی با توجه به تجربیات مهندس سازه و نیازهای سازه‌ای پروژه، در تعامل بین مهندس سازه و معمار و با نظر مهندس سازه و تأیید مهندس معمار محل ستون‌ها تغییر می‌کند. برای ترسیم آکس‌بندی نخست در دید پلان قرار بگیرید. ابزار ترسیم ایجاد خط آکس Grid در سربرگ Structure، در قاب Datum قرار گرفته است.

Structure > Datum > Grid



شکل ۱۴ ▲

با انتخاب دستور، ریبون و نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Place Grid و قاب Draw اضافه می‌شود.

در قاب Draw دستورهای ترسیمی برای ترسیم خط آکس وجود دارد که به صورت پیش فرض دستور Line در حالت انتخاب است. دستورات و آیکن‌های آن بسیار شبیه به دستورات و آیکن‌های نرم‌افزار اتوکد است. پر استفاده‌ترین آنها ابزار پاره‌خط (Line) و ابزار انتخاب پاره‌خط (Pick Line) است. در صورتی که در فایل لینک شده خطوط آکس‌بندی از پیش ترسیم شده باشند شما می‌توانید به کمک دستور Pick Line آنها را انتخاب کرده و آکس‌های مورد نظر را به وجود آورید.

به کمک هنرآموز خود یک پروژه معماری را بارگذاری کرده و محل ستون‌های موجود در فایل بارگذاری شده را کنترل کنید. در صورت درست بودن آنها آکس‌های مورد نیاز را ترسیم کنید.

فعالیت  
عملی ۱



## ایجاد ترازهای ارتفاعی سازه‌ای



شکل ۱۵ ▲

دقت داشته باشید که ترازهای ارتفاعی سازه‌ای را معمولاً پایین‌تر از ترازهای ارتفاعی معماری در نظر می‌گیرند علت این امر آن است که نقشه‌های معماری تراز ارتفاعی را روی سطح تمام شده کفسازی در نظر می‌گیرند اما تراز ارتفاعی که در نقشه‌های سازه‌ای نوشته می‌شود، روی بتن تمام شده سقف است. بنابراین تراز ارتفاعی سازه‌ای به اندازه ضخامت کف سازی و شیب بندی پایین‌تر از تراز ارتفاعی معماری قرار می‌گیرد.

## تنظیم نوع تراز ایجاد شده **Plan View Types**:

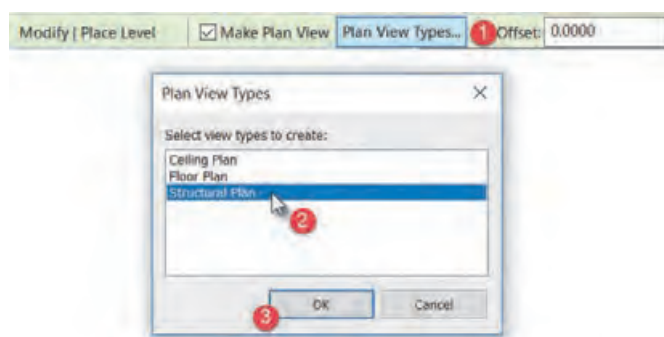
در Revit هر تراز می‌تواند شامل سه نوع پلان مختلف باشد:

۱- پلان سازه‌ای یا **Structural Plan**.

۲- پلان معماری یا **Floor Plan**.

۳- پلان سقف کاذب (پلان معکوس) یا **Ceiling Plan**.

اگر پس از انتخاب فرمان **Level** اقدام به ترسیم یک تراز ارتفاعی جدید کنیم مشاهده می‌شود



شکل ۱۶ ▲

که علاوه بر تراز سازه‌ای، دو نوع تراز دیگر نیز در پنجره **Project Browser**

تولید و دیده می‌شوند که در پروژه

سازه‌ای برای ما کاربرد ندارند. برای

کنترل ترازهای تولید شده و جلوگیری

از ایجاد پلان معماری و پلان سقف کاذب

می‌توانید پس از انتخاب دستور **Level**

از نوار **OptionBar** بر روی دکمه **Plan**

**View Types** کلیک کنید تا پنجره‌ای

به همین نام باز شود.

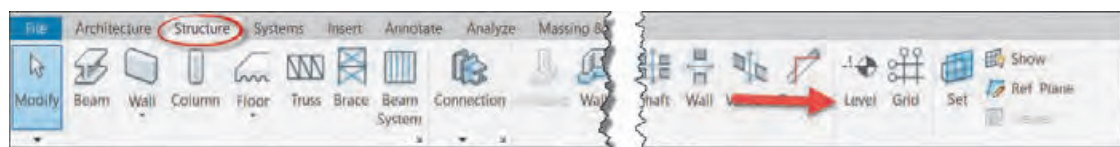
در این پنجره می‌توانید انتخاب کنید که زمان ترسیم تراز کدام یک از انواع پلان ایجاد شود. بر روی

**Floor Plan** و **Ceiling Plan** کلیک کنید تا از حالت انتخاب (رنگ آبی روی نوشته) خارج شود.

برای ترسیم ترازهای ارتفاعی مورد نیاز سازه‌ای در یکی از دیدهای عمودی مانند یکی از نماها و یا برش

قرار می‌گیریم. فرمان **Level** را از قاب **Datum** واقع در سربرگ **Structure** انتخاب می‌کنیم.

**Structure > Datum > Level**



شکل ۱۷ ▲

دستور **Pick Line** را انتخاب کرده و در نوار **OptionBar** پنجره **Offset** عددی به اندازه ضخامت

کف‌سازی وارد می‌کنیم (مثلاً ۰٫۱۰) و ترازهای معماری فایل لینک شده را به گونه‌ای انتخاب می‌کنیم

که پایین‌تر از معماری قرار گیرند.

## ستون گذاری

ستون در ساختمان به صورت قائم نصب می‌شود و وزن طبقه یا طبقات فوقانی را به پی و از آنجا به زمین انتقال

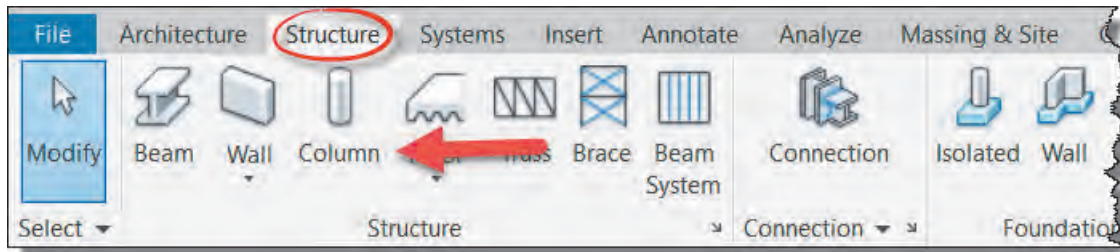
می‌دهد. ستون با توجه به سازه بر دو نوع فلزی و بتنی می‌باشد. البته در نرم‌افزار **Revit** ستون معماری هم به

غیر از ستون سازه‌ای وجود دارد که برای تزیینات و همچنین پوشش ستون سازه‌ای استفاده می‌شود.

### هدف: ستون گذاری پروژه بارگذاری شده

ابتدا به دید مناسب‌تر برای ستون گذاری که مدرک پلان کف می‌باشد می‌رویم زیرا تقاطع خطوط آکس در پلان کف دیده می‌شود. ابزار ایجاد ستون Column در سربرگ Structure قاب Build قرار گرفته است.

Structure > Build > Column



شکل ۱۸ ▲

با انتخاب دستور نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Place Structural Column اضافه می‌شود. همچنین قاب‌های Mode, Placement, Multiple, Tag به سربرگ Modify اضافه می‌شود.

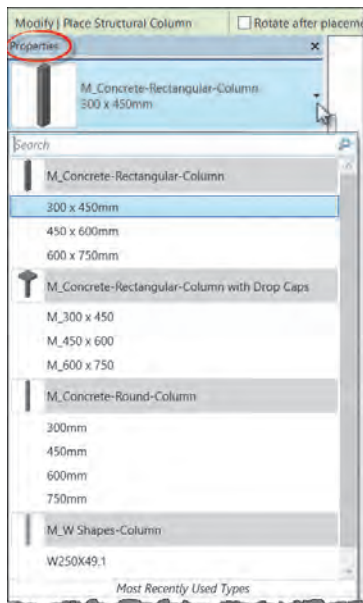


شکل ۱۹ ▲

### انتخاب نوع ستون

در پنجره مشخصات Properties در لیست کشویی Type Selector می‌توانید نوع ستون خود را انتخاب کنید.

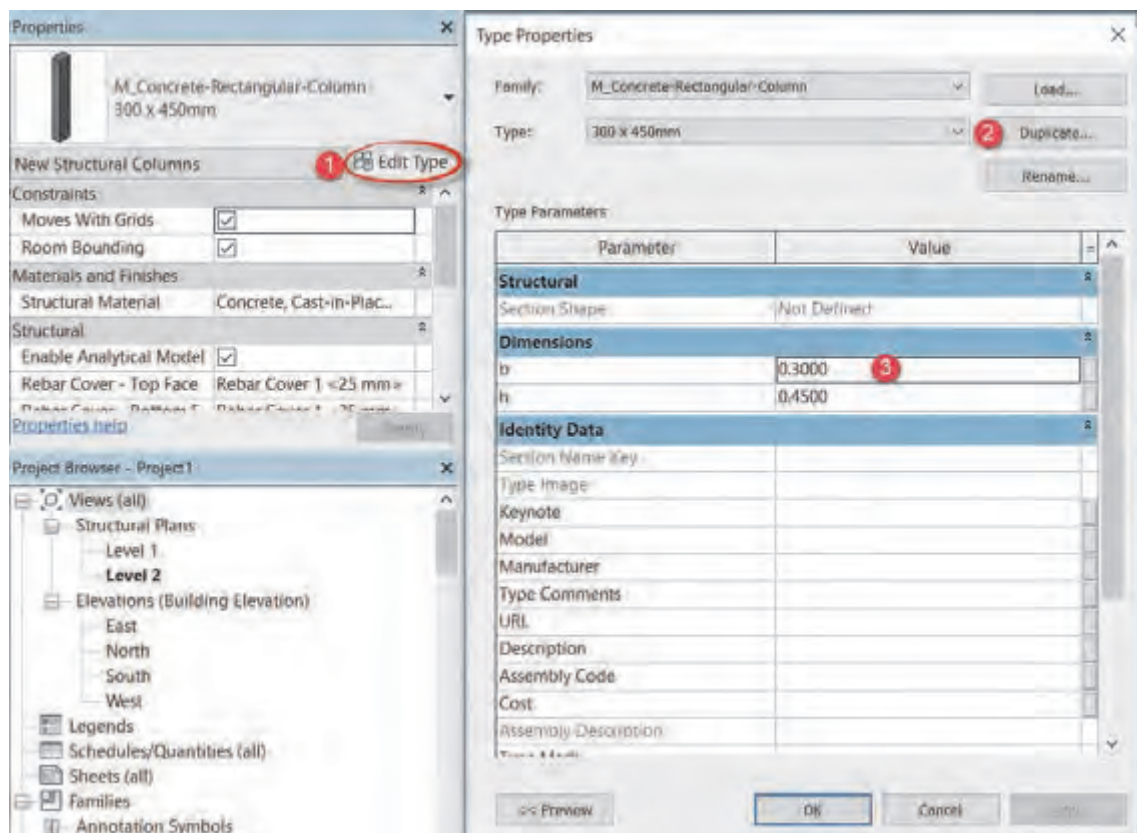
همانطور که می‌بینید تعداد محدودی ستون در این لیست وجود دارد که ممکن است برای پروژه ما مناسب نباشند. بنابراین شما می‌توانید ستون مورد نیاز خود را از طریق Load Family بارگذاری کرده و یک ستون را انتخاب و ابعاد آن را ویرایش نمایید.



شکل ۲۰ ▲

## ویرایش ابعاد Edit Type:

در پنجره مشخصات Properties ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به همین نام باز شود. ۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از ستون موجود تکثیر کنید و سپس پارامترهای مورد نظر را تغییر دهید. ۳- ابعاد ستون را به اندازه‌های مورد نیاز پروژه تغییر دهید.



شکل ۲۱ ▲

در ستون‌های فلزی به دلیل آنکه در ستون‌های استاندارد مشخصات فنی ستون نیز وجود دارد، بهتر است در صورت حساس بودن پروژه، سایر مشخصات فنی را نیز تغییر دهیم یا آنکه بجای تغییر ابعاد، ستون مورد نظر را بارگذاری کنیم.

نکته



در ستون‌های بتنی، تیپ بندی ستون‌ها علاوه بر ابعاد ستون به تعداد و شماره میلگرد به کار رفته در ستون نیز بستگی دارد. مثلاً دو نوع ستون C1 و C2 ممکن است هر دو ابعاد مساوی ۵۰×۵۰ داشته باشند ولی در ستون C1 تعداد ۱۶ عدد میلگرد طولی به قطر ۲۲ و در ستون C2 تعداد ۲۰ عدد میلگرد طولی به قطر ۲۲ به کار رفته باشد. بنابراین در این شرایط بهتر است به تعداد تیپ ستون‌های مورد نیاز پروژه، با نام‌های مختلف تکثیر کنیم.

نکته

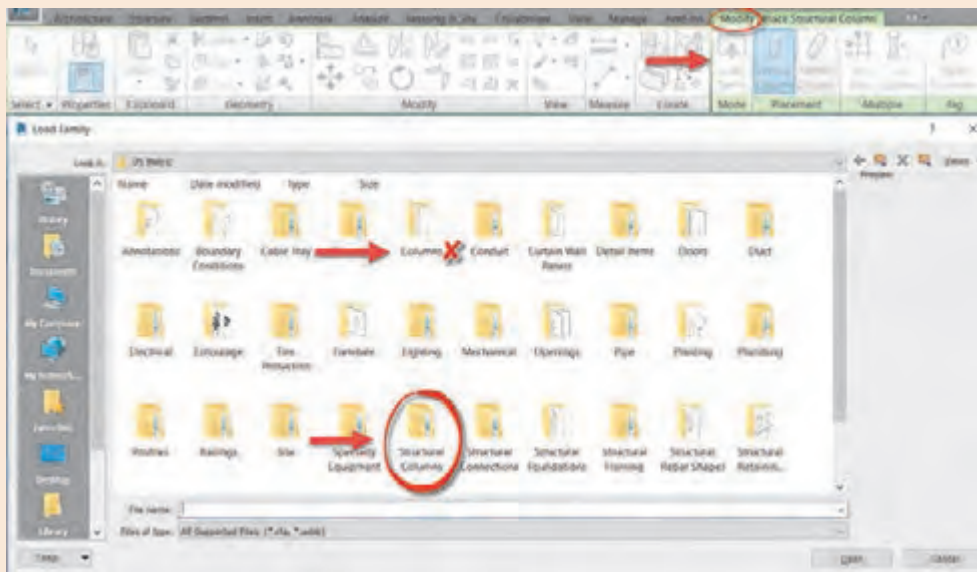


### بارگذاری نوع Load Family:

در صورتی که نوع مورد نظر ما در لیست کشویی Type Selector موجود نباشد و نتوانیم از طریق ویرایش نوع Edit Type آن را به وجود آوریم (مانند ستون بتنی گرد یا ستون فلزی قوطی) در این صورت نیاز به بارگذاری نوع جدید داریم.

در میان خانواده‌های قابل بارگذاری Revit دو نوع ستون معماری و ستون سازه‌ای وجود دارد. توجه داشته باشید که ستون‌های سازه‌ای در فولدر Structural Column قرار دارند و فولدر Columns برای ستون‌های معماری است. در صورت انتخاب اشتباه، نرم‌افزار پیام خطا داده و ستون معماری را در پروژه بارگذاری نخواهد کرد.

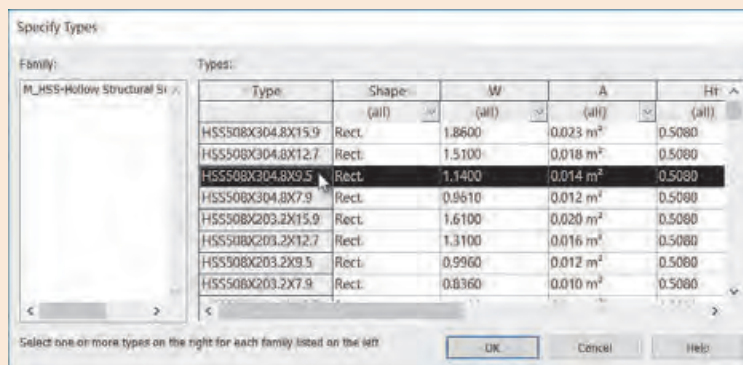
نکته



شکل ۲۲ ▲

پس از انتخاب یک ستون فلزی (مثلاً ستون قوطی شکل) پنجره‌ای باز می‌شود که در آن شما لیستی از ستون‌های قوطی با ابعاد متنوع را می‌بینید. از میان لیست یکی را انتخاب یا با نگه داشتن دکمه Ctrl ابعاد مورد نیاز را انتخاب و Ok کنید تا در پروژه بارگذاری شوند.

نکته



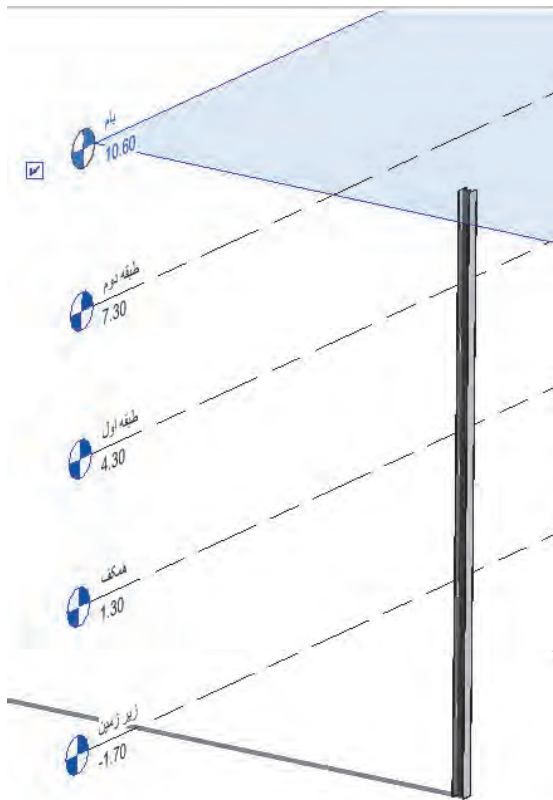
شکل ۲۳ ▲

### تنظیمات ایجاد ستون‌های سازه‌ای پروژه:

پس از تکمیل آکس‌بندی و انتخاب و ویرایش ستون مورد نظر نوبت به قرار دادن ستون‌های پروژه در محل خود می‌رسد. ابزار ایجاد ستون Column در سربرگ Structure قاب Build را انتخاب می‌کنیم (شکل ۱۸). در این مرحله باید تراز بالا و پایین ستون‌ها را مشخص کنیم. برای این کار در پایین‌تر از ارتفاعی ممکن ساختمان (مثلاً همکف یا زیر زمین) قرار می‌گیریم. نرم‌افزار Revit تراز را که در آن قرار داریم را تراز پایه ستون در نظر می‌گیرد. حال در ObtainBar و در لیست کشویی اول انتخاب می‌کنیم که تراز بعدی ما رو به بالا و ارتفاع (Height) باشد و در لیست کشویی دوم نام طبقه بالایی مثلاً بام را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۲۴ ▲



**Rotate after placement:** اگر این گزینه فعال باشد پس از ایجاد ستون فرمان چرخش به صورت خود به خود فعال شده و شما می‌توانید ستون را در محل خود بچرخانید. (برای ستون‌های فلزی یا ستون‌های کتابی)

شکل ۲۵ ▲





تراز پایین این ستون زیرزمین و تراز بالای آن بام است.

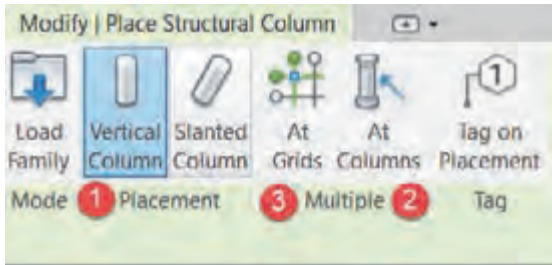
### ایجاد ستون‌های سازه‌ای پروژه

سه روش برای قرار دادن ستون سازه‌ای در محل خود وجود دارد.

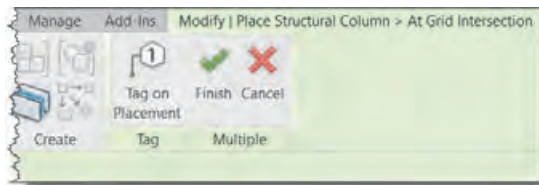
۱- Vertical Column: می‌توانید هر جای صفحه که دوست دارید کلیک کنید. در آن نقطه یک ستون برای شما ایجاد خواهد شد. البته ستون‌ها به خطوط آکس و بخصوص تقاطع دو آکس حساس بوده و اگر نشانگر ماوس نزدیک آنها باشد ستون را بر روی آکس قرار می‌دهد.

۲- At Columns: اگر پیش از این ستون‌های معماری توسط معمار در پروژه مدل شده باشند، با انتخاب ستون معماری یک ستون سازه‌ای در هسته آن قرار می‌گیرد.

۳- At Grids: با اجرای این دست‌نوار Ribbon Modify|Place تغییر می‌کند. در ادامه سربرگ Modify|Place Structural Column علامت > و کلمه At Grid Intersection اضافه می‌شود. همچنین در قاب Multiple علامت‌های  و  اضافه خواهد شد. این بدان معناست که شما وارد یک مرحله دیگر از یک دست‌نوار شده‌اید و حال برای اتمام عملیات نیاز به تأیید کردن  و یا خروج  دارید.



شکل ۲۶ ▲



شکل ۲۷ ▲

در این مرحله از دست‌نوار شما باید آکس‌ها را انتخاب کنید و ستون در تقاطع آکس‌ها ایجاد می‌شود. می‌توانید با نگه داشتن دکمه Ctrl یکی یکی آکس‌ها را انتخاب کنید یا در سمت راست خارج از محدوده پلان کلیک کرده و با نگه داشتن دکمه ماوس و با جابجا کردن ماوس به سمت چپ یک کادر به صورت خط چین به وجود آورید. آکس‌هایی که بخشی از آنها در کادر قرار بگیرد انتخاب می‌شوند. حال در تقاطع آکس‌های انتخاب شده ستون‌ها ایجاد می‌شوند.



شکل ۲۸ ▲

نکته



فعالیت  
عملی ۲



ستون‌هایی که در شکل می‌بینید هنوز در پروژه تولید نشده‌اند، بدون خارج کردن آکس‌ها از حالت انتخاب مرحله را تأیید کنید تا ستون‌ها در نقاطی که می‌بینید به وجود آیند.

پروژه‌های ۱ و ۲ را برای هر دو نوع ستون فلزی و بتنی مدل سازی کنید.

### ایجاد تغییرات در ستون‌های موجود

پس از ایجاد ستون‌ها، و خروج از دستور می‌توانید ستون‌ها را انتخاب و ویژگی‌های آنها را از طریق پنجره خصوصیات Properties تغییر دهید. به طور مثال نوع ستون یا تراز پایه و یا تراز بالای آن را می‌شود تغییر داد.

ستون‌هایی که به خریشته متصل می‌شوند را انتخاب و تراز بالای آنها را از بام به خریشته تغییر دهید.

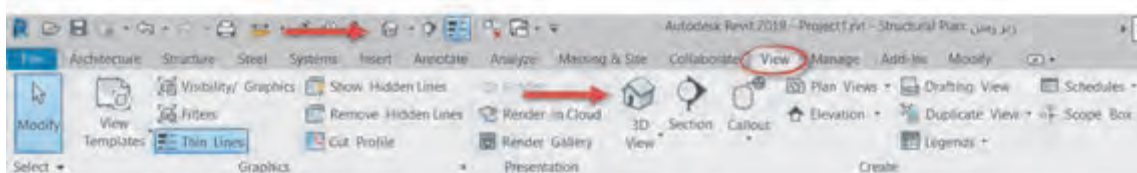
فعالیت  
عملی ۳



شکل ۲۹ ▲

### مشاهده پروژه در مدرک سه بعدی 3D View

به صورت پیش فرض در مرورگر پروژه مدرکی با عنوان 3D وجود ندارد. با کلیک بر روی ابزار پروژه را در مدرک یا همان دید سه بعدی خواهیم دید و همچنین در مرورگر پروژه مشاهده می‌کنیم که 3D Views اضافه شده است.



شکل ۳۰ ▲

- برای بزرگ نمایی و کوچک نمایی صفحه، غلتک موس را می‌چرخانیم.
- برای جابجایی صفحه غلتک موس را کلیک کرده، نگه داشته و ماوس را جابجا می‌کنیم.
- در نهایت برای چرخش صفحه دکمه Shift را به همراه غلتک ماوس نگه داشته و ماوس را جابجا می‌کنیم.



## ایجاد فونداسیون بتنی

برای ایجاد فونداسیون بتنی سه ابزار اصلی در Revit وجود دارد. هر سه این ابزار در سربرگ Structure و در قاب Foundation قرار دارند.



شکل ۳۱ ▲

Isolated: برای ایجاد فونداسیون تکی استفاده می‌شود. پس از انتخاب این دستور می‌توانید در زیر ستون‌ها یا در محل تقاطع آکس‌ها و یا هر نقطه دیگر، یک فونداسیون تکی ایجاد کنید. ابعاد پی را نیز می‌توانید از پنجره مشخصات Properties تنظیم کنید.


Wall: پس از انتخاب این دستور می‌توانید دیوارهای پروژه را انتخاب تا در زیر آنها پی ایجاد شود. این فرمان برای دیوارهای باربر یا دیوارهایی که بر روی خاک قرار می‌گیرند کاربرد دارد.

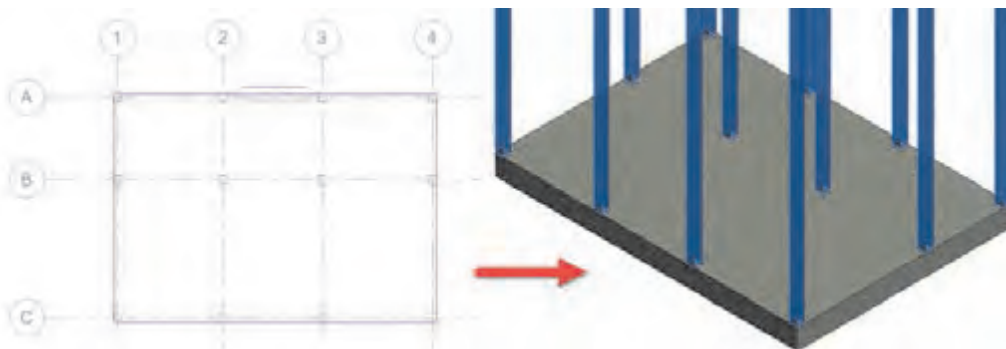
Slab: برای ایجاد پی‌های گسترده و نواری از این فرمان استفاده می‌کنیم. با انتخاب این دستور رنگ ریبون به سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify کلمه Create Floor Boundary اضافه می‌شود. همچنین به سربرگ ویرایش قاب‌های Mode, Draw, Work Plane اضافه می‌شود.



شکل ۳۲ ▲

### ایجاد پی گسترده:

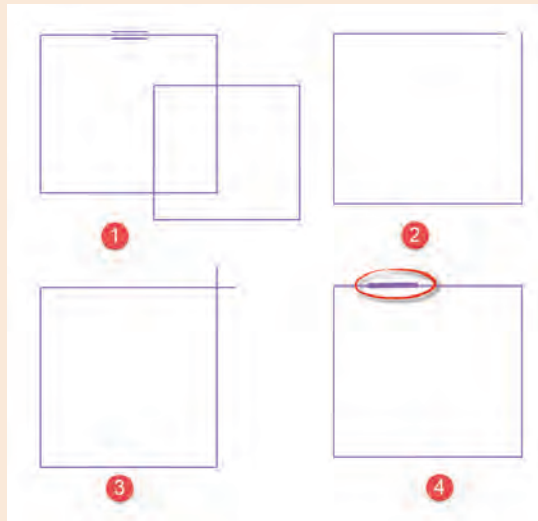
به کمک ابزار ترسیمی موجود در قاب Draw می‌توانید در زیر ستون‌های خود یک سطح بسته ایجاد کنید. پس از زدن  پی گسترده شما در زیر تراز انتخابی شما ایجاد می‌شود. همان طور که از شکل و آیکن‌ها مشخص است آنچه که در مورد کف‌های معماری باید رعایت شود در اینجا نیز لازم الاجراست.



شکل ۳۳ ▲



دقت کنید که ترسیم شما باید از یک سطح بسته تشکیل شده باشد و خط‌های زیر در آن وجود نداشته باشد.



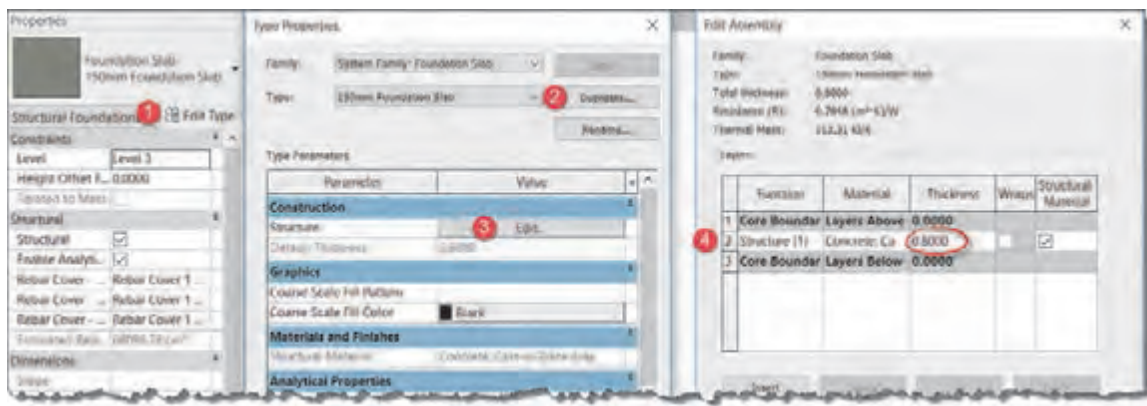
▲ شکل ۳۴

- ۱- دو شکل بسته متقاطع (همدیگر را قطع کرده‌اند).
- ۲- شکل باز است و دو خط به هم نرسیده‌اند.
- ۳- شکل بسته است اما دو خط آن از هم عبور کرده‌اند.
- ۴- یک خط اضافه که به جایی وصل نیست در شکل ترسیم شده است.

### تنظیم ضخامت یا عمق پی:

برای تنظیم ضخامت پی از روش زیر پیش می‌رویم.

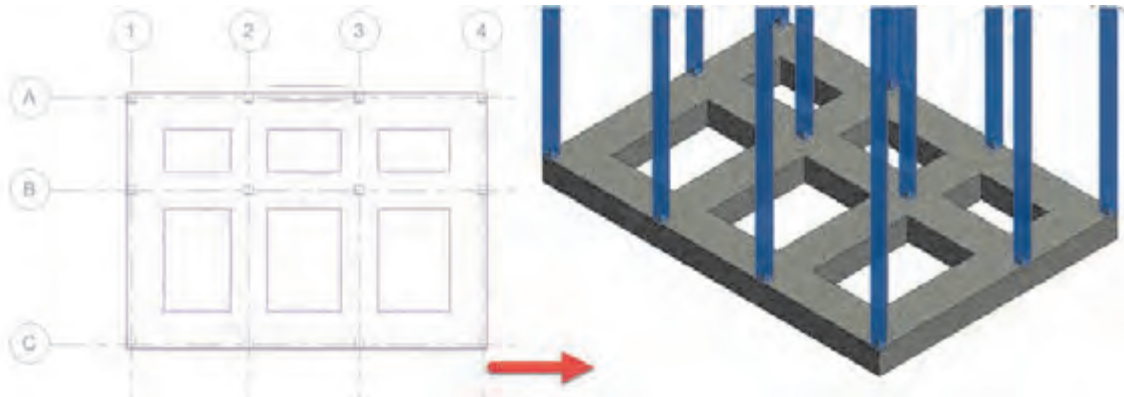
- ۱- بر روی دکمه ویرایش Edit Type مشخصات کلیک کنید تا پنجره‌ای به نام Type Properties باز شود.
- ۲- بهتر است قبل از هر تغییری ابتدا با استفاده از دکمه Duplicate یک نوع جدید از فونداسیون موجود تکثیر کنید و سپس مقادیر مورد نظر را تغییر دهید.
- ۳- در بخش Construction در مقابل کلمه Structure بر روی دکمه Edit کلیک کنید.
- ۴- پنجره‌ای به نام Edit Assembly باز می‌شود. در جدول موجود در این پنجره، می‌توانید ضخامت مورد نیاز را در ستون Thickness وارد کنید.



▲ شکل ۳۵

## ایجاد فونداسیون نواری

اگر درون سطح بسته اولیه خود قسمت‌های خالی فونداسیون نواری را با شکل‌های بسته ترسیم کنید، مانند آنچه که در سقف‌های معماری اتفاق می‌افتد، این بخش‌ها از فونداسیون اصلی خالی شده و حجم حاصله به شکل پی نواری خواهد بود.



شکل ۳۶ ▲

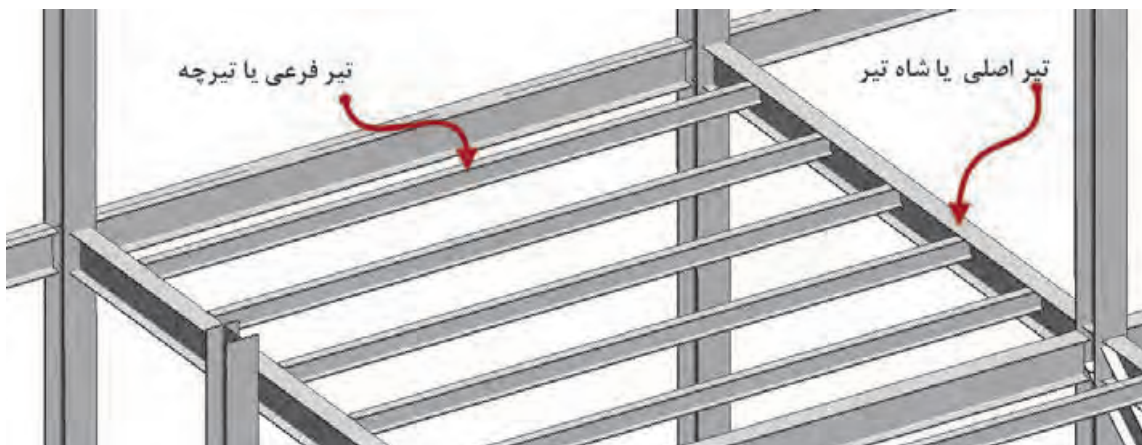
فونداسیون نواری مطابق با نیاز پروژه ۱ و پروژه ۲ را مدل کرده و ذخیره کنید.

فعالیت  
عملی ۴

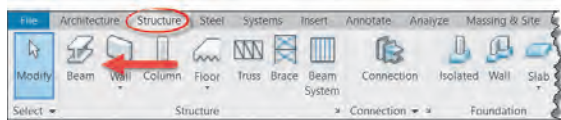


## ایجاد تیرهای ساختمانی

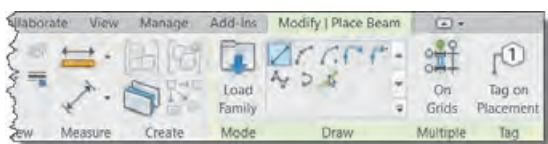
تیرها بر اساس وظیفه‌ای که دارند و نوع باری که به آنها وارد می‌شود دسته‌بندی می‌شوند. تیرچه: تیر سبکی است که بار سقف را به شاه تیر (پل) انتقال می‌دهد. شاهتیر یا پل عضو باربر اصلی در سقف می‌باشد که بارهای ناشی از تیرچه را به ستون‌ها انتقال می‌دهد.



شکل ۳۷ ▲



▲ شکل ۳۸



▲ شکل ۳۹

## ایجاد تیرهای اصلی ساختمان

دستور Beam را از قاب Structure واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

با انتخاب این دستور رنگ ریبون به سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Beam اضافه می‌شود. همچنین به سربرگ ویرایش قاب‌های Mode, Draw, Multiple, Tag اضافه می‌گردد.

قاب Mode: در این قاب و به کمک فرمان Load Family می‌توانید انواع پروفیل بتنی، فلزی، چوبی و ... مورد نیاز پروژه را بارگذاری کنید. مسیر این پروفیل‌ها در Structural Framing قرار دارد. برای پروفیل‌های فلزی مانند ستون‌ها ممکن است جدولی از ابعاد مختلف پروفیل باز شود.

پروفیل‌های بارگذاری شده در این قسمت، برای ایجاد تیرچه‌ها و بادبندها نیز مورد استفاده نرم‌افزار قرار می‌گیرند.

نکته



قاب Draw: با دستورات موجود در این بخش می‌توان انواع تیرها را ترسیم کرد. قاب Multiple: به کمک دستور On Grids موجود در این قاب می‌توانید مانند ستون‌ها با انتخاب خطوط آکس، تیرها را به صورت یکجا بر روی آنها ایجاد کنید. این فرمان بین هر دو تقاطع آکس یک تیر جداگانه ایجاد می‌کند. در اسکلت فلزی این کار مرسوم است و استفاده از فرمان بجای ترسیم یک به یک تیرها، سرعت انجام پروژه را زیاد می‌کند. اما در اسکلت بتنی معمولاً کل پوتر به صورت یک پارچه در نظر گرفته شده و آن را در محل ستون‌ها قطع نمی‌کنند. بنابراین برای ترسیم تیرهای بتنی بهتر است از دستورات قاب Draw استفاده شود.

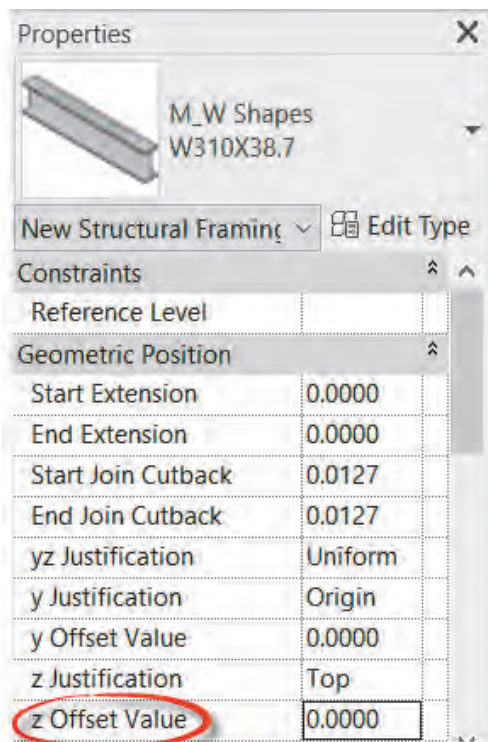
نرم‌افزار Revit در تیرهای فلزی فاصله گپ بین تیر و ستون را به صورت خودکار رعایت می‌کند. در پنجره Properties می‌توانید فاصله گپ بین تیر و ستون را تنظیم کنید.

نکته



▲ شکل ۴۰

قاب Tag: با روشن کردن فرمان Tag on Placement در این قاب همزمان با ایجاد تیر نام آن نیز بر روی نوشته خواهد شد.

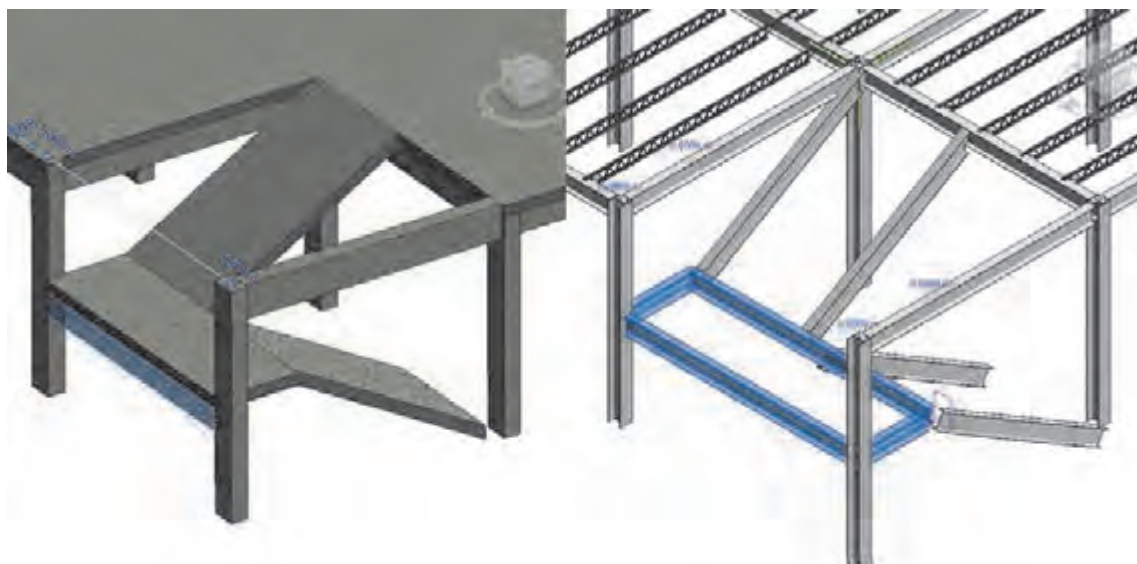


▲ شکل ۴۱

### ایجاد تیرهای راه پله

تیرهای راه پله در زیر پاگرد و جایی بین تراز دو طبقه (معمولاً وسط دو طبقه) قرار می‌گیرند. بنابراین پیش از ترسیم تیر بهتر است تراز آن را از طریق پنجره Properties و تغییر مقدار z Offset Value به اندازه مورد نیاز، تغییر دهیم تا تیر در ارتفاع پاگرد ترسیم شود. البته پس از ترسیم تیر نیز می‌توان آن را انتخاب و با تغییر این مقدار تیر را به تراز پاگرد جابجا کرد.

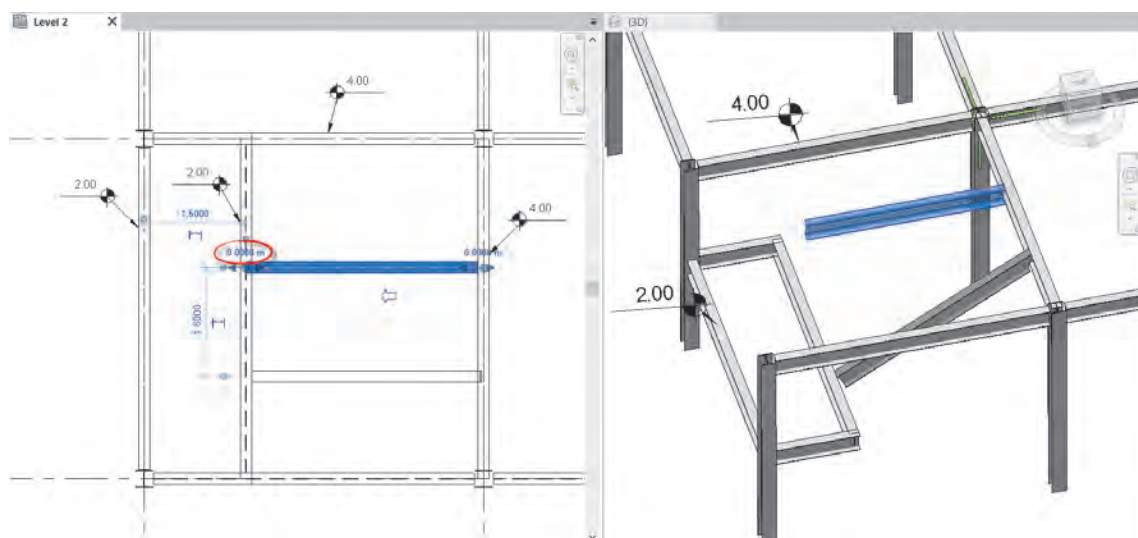
در ساختمان‌های اسکلت بتنی معمولاً یک تیر در تراز پاگرد قرار گرفته و بقیه پاگرد توسط دال بتنی ایجاد می‌شود. اما در ساختمان‌های اسکلت فلزی بهتر است در چهار طرف پاگرد تیر ایجاد گردد.



▲ شکل ۴۲

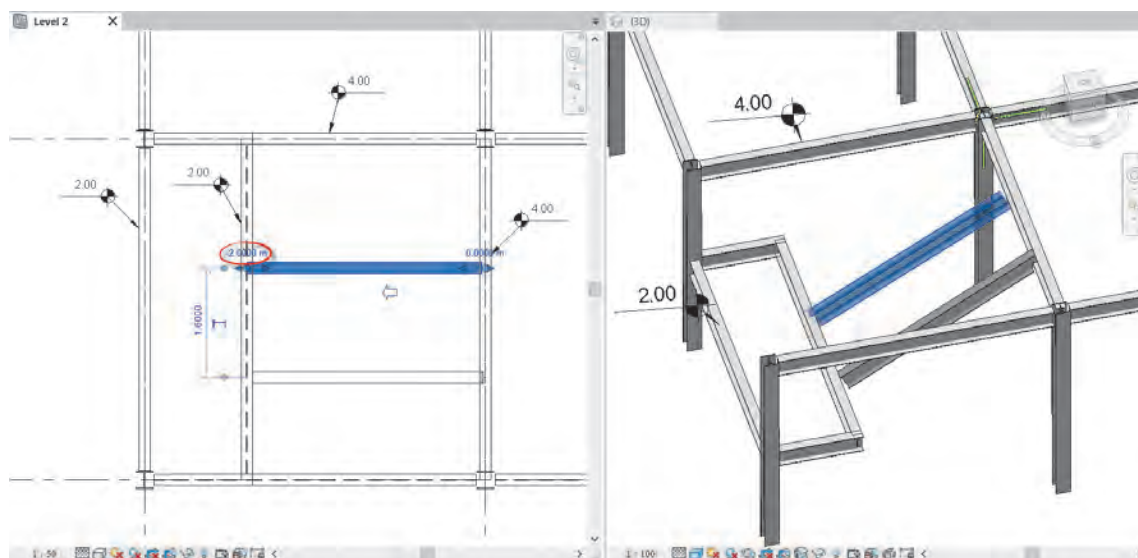
## ایجاد تیرهای شمشیری

برای این کار نخست در دید پلان قرار بگیرید و پس از ترسیم تیرهای اصلی طبقه و تیرهای پاگرد، تیر شمشیری را در تراز طبقه و به صورت کاملاً افقی ترسیم کنید. حال با انتخاب تیر در دو سر ابتدا و انتهای آن می‌توانید دو فلش کوچک جهت تغییر اندازه تیر و عدد 0.00 را ببینید.



▲ شکل ۴۳

بر روی عدد صفر کلیک کرده و مقداری معادل اختلاف تراز طبقه و ارتفاع پاگرد را وارد کنید. در این شکل طبقه ۲ متر بالاتر از پاگرد قرار گرفته، بنابراین عدد منفی ۲ را برای انتهای تیر وارد می‌کنیم تا در انتهای تیر در تراز پاگرد قرار گیرد.



▲ شکل ۴۴

### ایجاد تیرچه‌ها:

در نرم‌افزار Revit پروفیل‌هایی که برای تیرچه استفاده می‌شود از همان خانواده پروفیل‌های تیر است. شما می‌توانید با همان دستور Beam در قسمت قبل بین هر دو تیر موجود یک تیر معمولی ترسیم کنید.

با این وجود برای راحتی کار می‌توانید سیستم تیرریزی را به وجود آورید که بسیار سریع تر و قابل کنترل تر است. دستور Beam System را از قاب Structure از سربرگ Structure انتخاب کنید.

Structure > Structure > Beam System



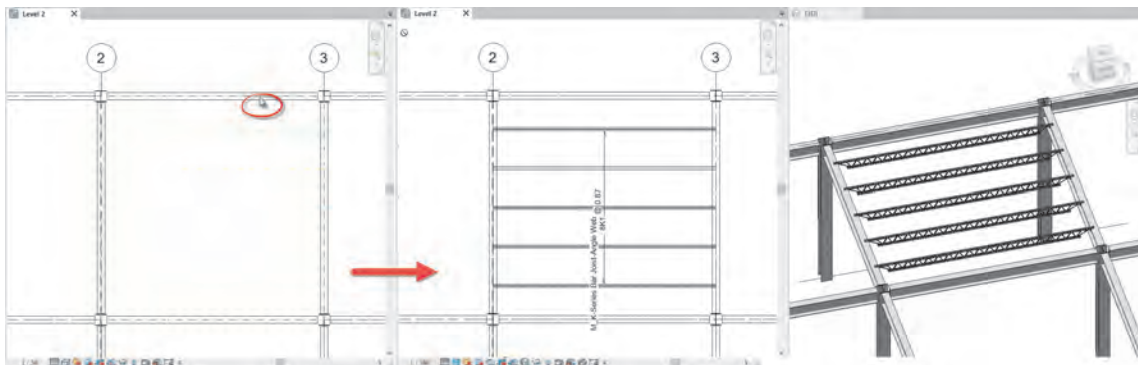
شکل ۴۵ ▲

با انتخاب دستور، ریبون و نوار OptionBar به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Structural Beam System و Tag های Tag و Beam System اضافه می‌شود. در قاب Beam System ترسیم خودکار سیستم تیرریزی فعال است.



شکل ۴۶ ▲

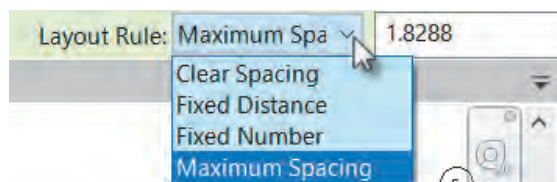
کافی است نشانگر ماوس را به یکی از تیرها نزدیک کنید تا پیش‌نمایشی از تیرچه‌ها یا تیرهای فرعی بین تیر انتخاب شده و تیرهای مجاورش به صورت خط چین دیده شود. با کلیک بر روی آن نقطه می‌توانید تیرچه‌ها را ایجاد کنید. در صورتی که فرمان Tag on Placement در قاب Tag فعال باشد، نام هر تیرچه بر روی آن نوشته خواهد شد.



شکل ۴۷ ▲

در نوار OptionBar (شکل ۴۵) می‌توانید نوع و قاعده قرارگیری تیرهای فرعی یا تیرچه‌ها را در کنار هم مشخص کنید.

- ۱- Beam type: در لیست کشویی کنار این فرمان لیستی از پروفیل‌ها (Structural Framing) که قبلاً در قسمت Beam در پروژه بارگذاری کرده‌اید را می‌توانید ببینید و به عنوان تیرچه انتخاب کنید.
- ۲- قاعده چیدمان Layout Rule: به چهار روش فاصله بین تیرچه‌ها را مشخص می‌کند.



شکل ۴۸ ▲

• حداقل فاصله Clear Spacing: حداقل فاصله بین دو تیرچه را در کادر مقابل برای نرم‌افزار Revit مشخص می‌کنید. نرم‌افزار فاصله را تقسیم کرده و تعداد و فاصله تیرچه‌ها را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که نزدیک‌ترین مقدار (کمی بزرگتر) به عدد شما باشد.

• فاصله ثابت Fixed Distance: مقدار وارد شده را به عنوان فاصله ثابت تیرچه‌ها در نظر گرفته و بین هر دو تیرچه دقیقاً همان مقدار فاصله در نظر می‌گیرد. در سقف تیرچه بلوک که عرض تمام فوم‌ها با هم برابر است، این روش مناسب است.

• تعداد ثابت Fixed Number: به تعداد عددی که وارد می‌کنید، تیر فرعی تولید می‌کند و آنها را در فاصله‌های مساوی با هم می‌چیند.

• حداکثر فاصله Maximum Spacing: تعداد تیرچه‌ها را به گونه‌ای در نظر می‌گیرد که فاصله دو تیرچه از عدد وارد شده بیشتر نشود.

سیستم تیرریزی و تیرهای فرعی (تیرچه‌ها) را برای پروژه‌های ۱ و ۲ ایجاد کنید.

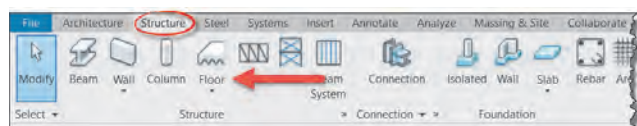
فعالیت  
عملی ۵



### ایجاد بخش سازه‌ای کف:

از سربرگ Structure و در قاب Structure فرمان Floor (به معنای کف) را انتخاب می‌کنیم.

Structure > Structure > Floor



شکل ۴۹ ▲



شکل ۵۰ ▲

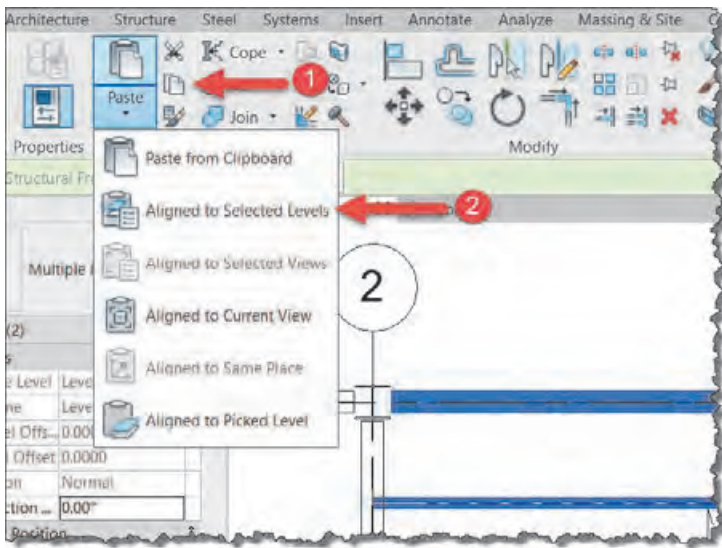
با انتخاب دستور ۱- ریون و نوار Optionbar به رنگ سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Create Floor Boundary اضافه شده و سه قاب Work Plan و Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به کف در حال ایجاد نمایش داده می‌شود.



قواعد ایجاد کف‌های سازه‌ای مانند کف‌های معماری است، بنابراین در صورت نیاز به مطالب مربوط در بخش معماری مراجعه کنید. می‌توان این کف‌ها را به صورت دال‌های بتنی در نظر گرفت مثلاً اگر سیستم سقف تیرچه بلوک است ضخامت آن را بین ۵ تا ۷ سانتی متر در نظر می‌گیریم.

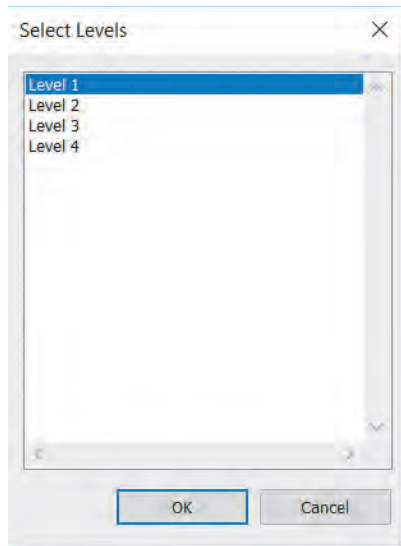
### کپی کردن سیستم سازه‌ای سقف در طبقات

در بسیاری از پروژه‌ها سیستم سقف مانند تیرها و تیرچه‌ها و یا دال سقف در چند طبقه به شکل یکسانی تکرار می‌شود. در این صورت بهتر است به جای ترسیم مجدد، آنها را در طبقات کپی کنیم. بهترین روش در نرم‌افزار Revit برای کپی چیزی از یک تراز به یک تراز دیگر استفاده از روش زیر است.



شکل ۵۱ ▲

نخست بخش‌هایی را که می‌خواهید در طبقات کپی کنید را انتخاب کنید. پس از انتخاب نرم‌افزار Revit به صورت خودکار در سربگ Modify قرار می‌گیرد. ۱- بر روی آیکن Copy در قاب Clipboard کلیک کنید. ۲- بر روی آیکن Paste در همان قاب کلیک کنید و در لیست کشویی‌ای که باز می‌شود فرمان Aligned to Selected Level را انتخاب کنید.



شکل ۵۲ ▲

پنجره Select Levels باز می‌شود که در آن لیستی از ترازها وجود دارد. ترازهایی که می‌خواهید در آن کپی اتفاق بیافتد را انتخاب و دکمه Ok را بزنید تا کپی اشیاء در آن ترازها ایجاد شود.

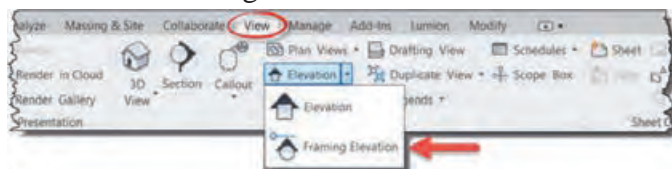
## ایجاد دید نمای قاب و برش جزئیات برای ارائه در نقشه‌ها

نمایش قاب‌هایی که بادبند در آن قرار دارند، جزئیات اتصال تیر به ستون فلزی و برش پوترها، ستون‌ها و فونداسیون بتنی از مهم‌ترین بخش‌های یک پروژه سازه‌ای است. در این قسمت به توضیح سه شیوه نمایش جزئیات که در بخش‌های مختلف نقشه‌های سازه‌ای کاربرد دارند، می‌پردازیم.

### ایجاد نمای قاب Framing Elevation :

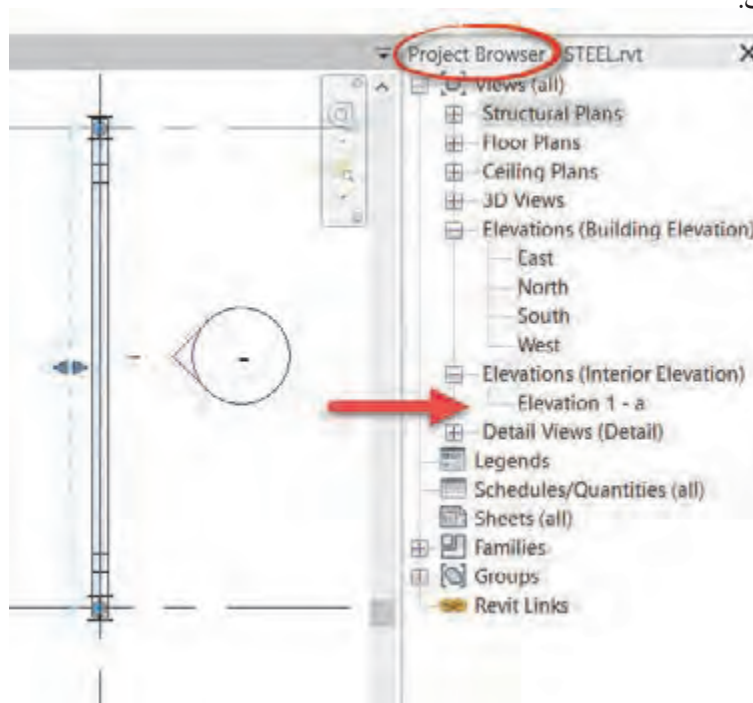
نخست در دید پلان قرار بگیرید و سپس از سربرگ View قاب Create بر روی فلش کوچک کنار فرمان Elevation کلیک کرده و از لیست کشویی‌ای که باز می‌شود گزینه Framing Elevation را انتخاب کنید.

View > Create > Elevation > Framing Elevation



شکل ۵۳ ▲

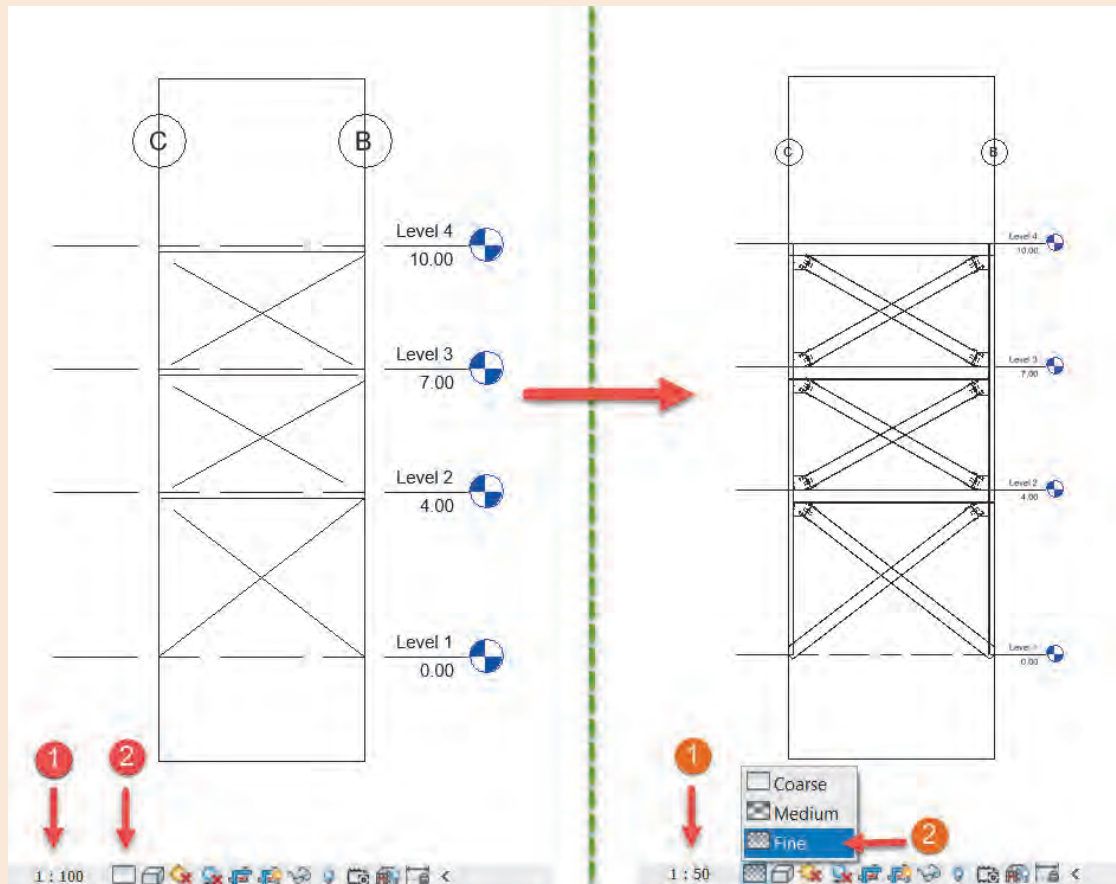
این دستور به خطوط آکس حساس بوده و برای ایجاد دید باید ماوس را بر روی یکی از خطوط آکس (Grid) برده و کلیک می‌کنیم. یک نمای قاب جدید ایجاد می‌شود. این نما در پنجره Project Browser در زیر گروه Elevations (Interior Elevation)، نما (نماهای داخلی) قرار می‌گیرد که از نماهای اصلی ساختمان جدا است.



شکل ۵۴ ▲



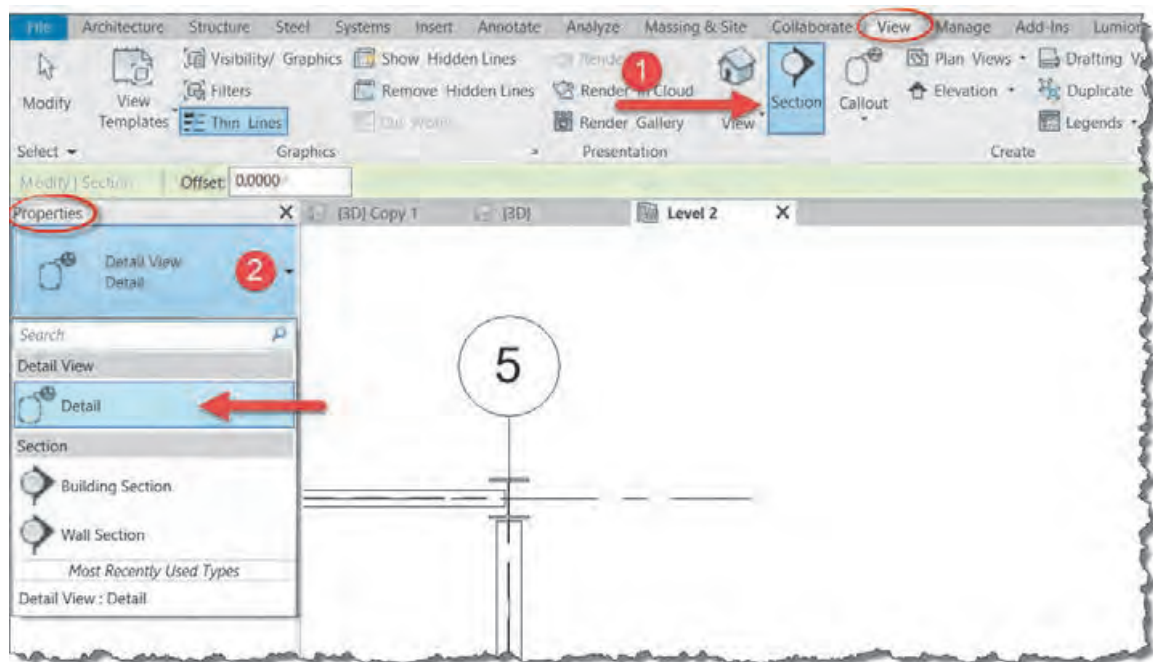
در صورتی که به دید نمای قاب بروید خواهید دید که تیر، ستون و سایر اجزای سازه‌ای به صورت خطوط نازک دیده می‌شوند. برای آنکه شکل به صورت کامل دیده شود، Detail Level میزان جزئیات را به سطح Fine (بالاترین سطح نمایش جزئیات) تغییر دهید. همچنین می‌توانید برای دیدن بهتر جزئیات مقیاس Scale دید نما را در همین بخش تغییر دهید.



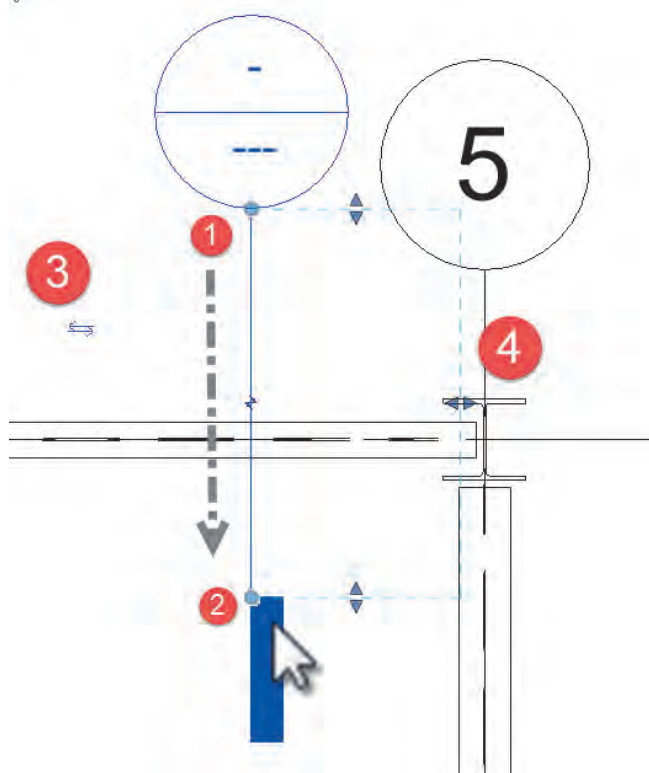
شکل ۵۵ ▲

### برش جزئیات Detail:

نخست از سربرگ View و قاب Create دستور Section را انتخاب کنید (۱). سپس به پنجره مشخصات (Properties) رفته و بر روی قسمت بالایی پنجره، انتخاب نوع (Type Selector) کلیک کنید تا لیست انواع برش باز شود (۲). از این لیست نوع Detail را برای برش خود انتخاب کنید. (شکل ۵۶ صفحه بعد)



▲ شکل ۵۶



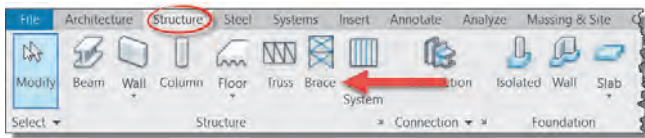
▲ شکل ۵۷

بر روی یک نقطه نزدیک اتصال کلیک کرده (۱) و سپس ماوس را در جهت عمود بر تیر یا موازات اتصال جابجا کرده و در نقطه انتهایی مجدداً کلیک کنید (۲).

در صورتی که جهت دید برش اشتباه باشد و با کلیک بر روی دو فلش کنار آن می‌توانید جهت دید را تغییر دهید (۳). همچنین قاب دید برش جزئیات در کنار آن دیده می‌شود که با کشیدن جفت مثلث‌های آبی کنار قاب می‌توانید عمق دید و میدان دید را برای برش جزئیات اضافه یا کم کنید (۴).

### ایجاد بادبند Brace:

بادبند را در دید پلان، سه بعدی و نما می‌توان ایجاد کرد. اما دید مناسب‌تر دید نمای قاب Framing

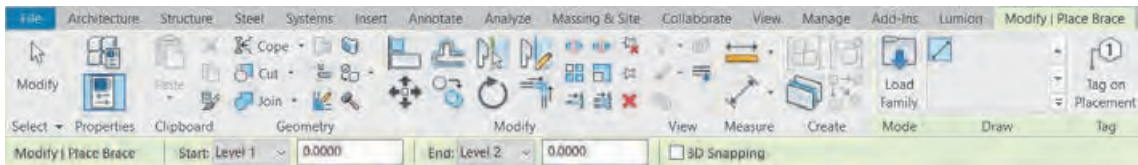


شکل ۵۸ ▲

Elevation است. دستور بادبند Brace را از قاب Structure واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

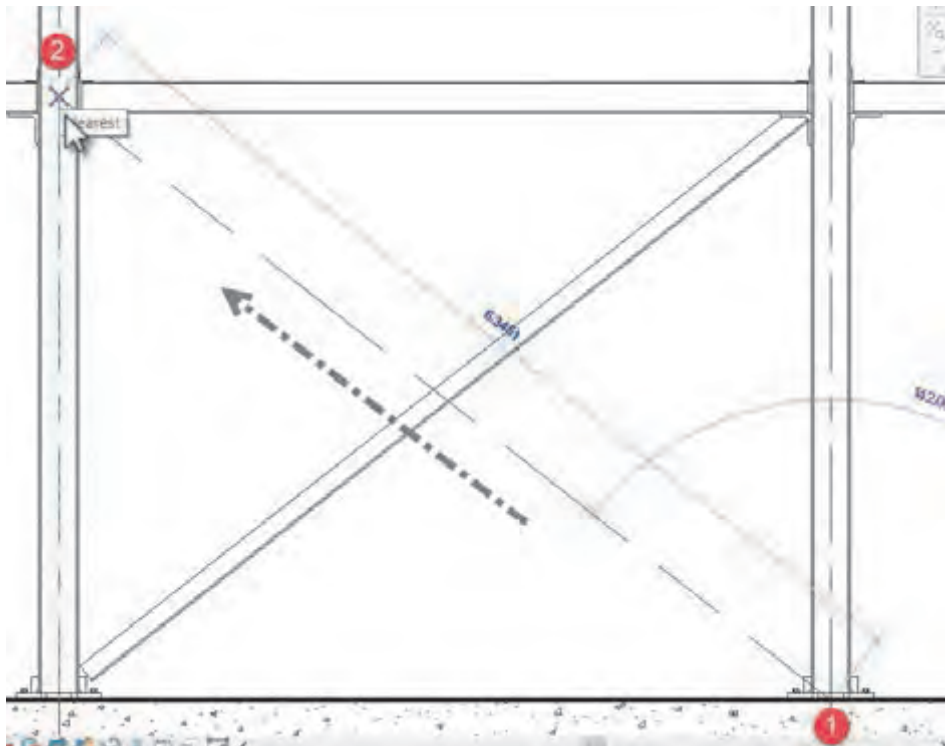
Structure > Structure > Brace

با انتخاب دستور ۱- رنگ نوار ریبون به سبز تغییر کرده و ۲- به سربرگ Modify عبارت Place Brace اضافه شده و سه قاب Tag و Draw و Mode در آن شکل می‌گیرند. ۳- همچنین در پنجره Properties اطلاعات مربوط به پروفیل مورد استفاده برای بادبند در حال ایجاد نمایش داده می‌شود. همانطور که می‌بینید تنها ابزار ترسیم بادبند پاره خط Line است.



شکل ۵۹ ▲

به کمک دستور Line بادبند را به شکل دلخواه (مثلاً ضربدری یا K یا V یا ...) در قاب نظر ترسیم می‌کنیم.



شکل ۶۰ ▲ ترسیم بادبند

اگر در دید پلان قرار داشته باشید، در نوار OptionBar مطابق شکل ۵۹ می‌توانید تراز شروع و تراز انتهایی بادبند را مشخص کنید. البته ترسیم بادبند در دید پلان کمی مشکل است، بنابراین بهتر است که قبل از اجرای دستور در قاب مورد نظر یک نمای قاب Framing Elevation تولید کرده و در آن دید قرار بگیرید، سپس دستور بادبند را فعال کنید.

بر اساس نقشه‌های آغاز پودمان، بادبندهای پروژه ۲ را در محل خود ترسیم کنید.

فعالیت  
عملی ۶



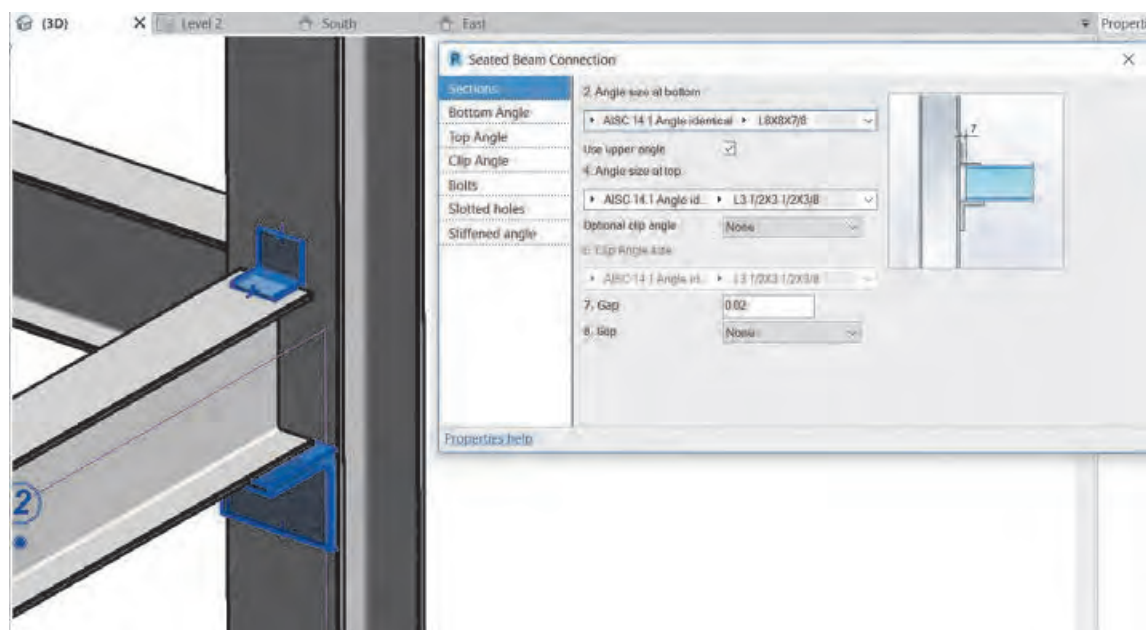
## امکان ایجاد اتصالات فلزی

در نسخه‌های پیشین نرم‌افزار Revit اتصالات فلزی به درستی تعریف نمی‌شدند و این به نوعی نقطه ضعف نرم‌افزار به حساب می‌آمد. در نسخه‌های جدید کم‌کم به توسعه این بخش پرداخته و در آخرین نسخه خود در زمان تالیف این کتاب، یعنی نسخه ۲۰۱۹ یک سربرگ جدیدی به نام Steel اضافه کرده که امکانات فراوانی را برای مدل کردن برش‌ها، سوراخ‌ها، جوش، پیچ و انواع اتصالات را فراهم می‌کند.



شکل ۶۱ ▲

همچنین به کمک فرمان Connection که در نسخه‌های قبل تر نیز موجود است و در سربرگ‌های Steel و Structure به آن دسترسی دارید، می‌تواند انواع اتصالات بین اجزای سازه‌ای را مدل سازی کنید.



شکل ۶۲ ▲

از آنجا که هرکدام از این اتصالات به تنهایی جزئیات زیاد و دقیق اجرایی دارند و از توان هنرجو و حوصله این کتاب خارج است، یادگیری آنها را به دوره‌های پیشرفته‌تر Revit سازه‌ای موکول می‌کنیم.

برای پروژه خود آنگونه که پیش از این آموخته‌اید شیت نقشه تعریف کرده و مدارک مورد نیاز پروژه ۲ را در آن قرار دهید.

فعالیت  
عملی ۷



## اصول میلگرد گذاری در نرم‌افزار Revit

مهم‌ترین نقطه ضعف بتن در سازه‌های بتنی مقاومت کششی بتن است که نسبت به مقاومت فشاری بتن عدد کوچکی است. امروزه راه‌حل‌های زیادی برای رفع این مشکل وجود دارد، اما مؤثرترین راه‌حل استفاده از فولاد به صورت میلگرد در بتن می‌باشد. تا اینجا هر قطعه بتنی از سقف و تیر و ستونی که در نرم‌افزار مدل کرده‌ایم بدون میلگرد بوده است. ابزارهای نرم‌افزار Revit برای ایجاد میلگرد در بتن بسیار ساده است و می‌توان اکثر آنها را در قاب Reinforcement از سربرگ Structure یافت.

### پوشش بتنی روی میلگردها

طبق تعریف آیین‌نامه بتن ایران پوشش بتنی روی میلگردها برابر است با حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی یا عرضی، تا نزدیک‌ترین سطح آزاد بتن. کار پوشش بتنی حفاظت از میلگردها در برابر شرایط محیطی مانند شرایط جوی یا سولفات‌های موجود در خاک می‌باشد. حداقل میزان پوشش بتن با توجه به عضو بتنی و شرایط محیطی به طور خلاصه در جدولی مطابق شکل زیر مشخص شده است.

مبحث نهم

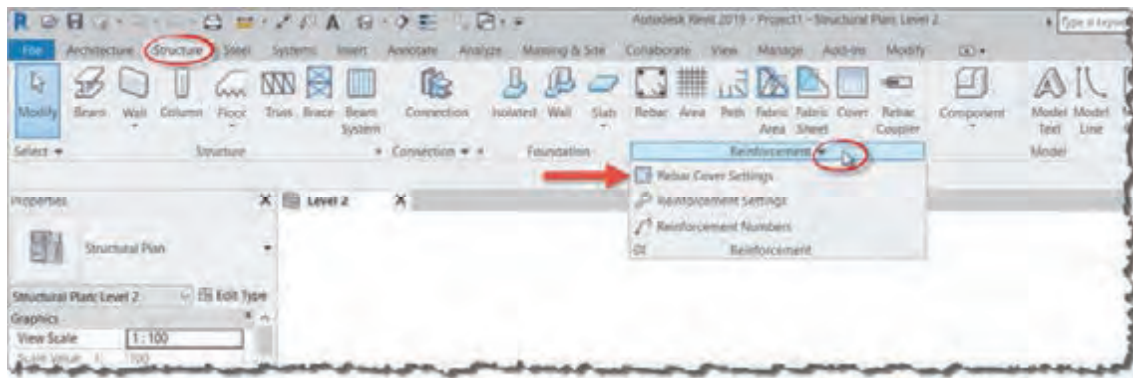
جدول ۹-۶-۶ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلیمتر) در شرایط محیطی بند ۹-۶-۴

نوع شرایط محیطی				نوع قطعه
فوق‌العاده شدید	خیلی شدید	شدید	متوسط	
۷۵	۷۵	۵۰	۴۵	تیرها و ستون‌ها
۶۰	۶۰	۳۰	۳۰	دال‌ها و تیرچه‌ها
۵۵	۵۵	۳۰	۲۵	دیوارها و پوسته‌ها
۹۰	۹۰	۶۰	۵۰	شالوده‌ها

شکل ۶۳ ▲

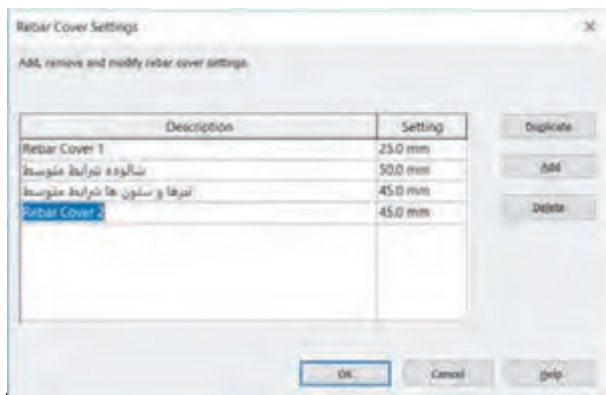
برای دیدن و تعریف انواع مختلف پوشش بتنی از سربرگ Structure بر روی نام قاب Reinforcement کلیک کنید تا لیست کشویی باز شود. از آنجا دستور Rebar Cover Setting را انتخاب کنید.

Structure > Reinforcement > Rebar Cover Setting



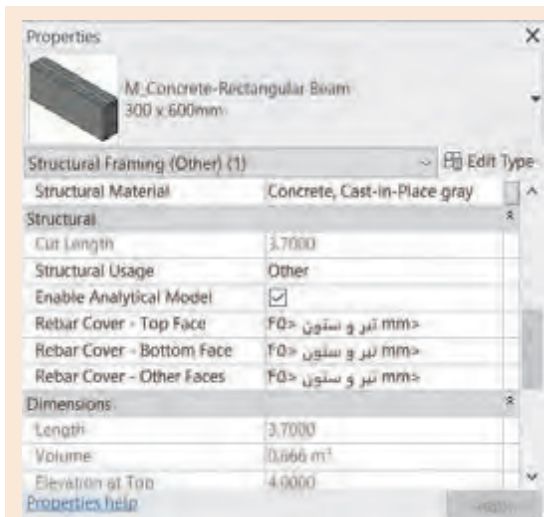
▲ شکل ۶۴

در پنجره‌ای که به همین نام باز می‌شود می‌توانید بر اساس نیاز پروژه با زدن دکمه Add یک پوشش بتنی جدید بسازید و نام آن و مقدارش را تغییر دهید. در نهایت دکمه Ok را بزنید تا تغییرات ذخیره شوند.



▲ شکل ۶۵

در زمان قرار دادن میلگرد در یک قطعه بتنی می‌توانید نوع پوشش بتنی را تغییر دهید. همچنین اگر پیش از ایجاد تیرها و ستون‌ها و... پوشش بتنی را تعریف کرده باشید، در زمان ترسیم قطعات بتنی نیز می‌توانید از پنجره مشخصات Properties نوع پوشش بتن را برای قطعه مشخص کنید.



▲ شکل ۶۶



### انتخاب میلگرد برای عضو بتنی

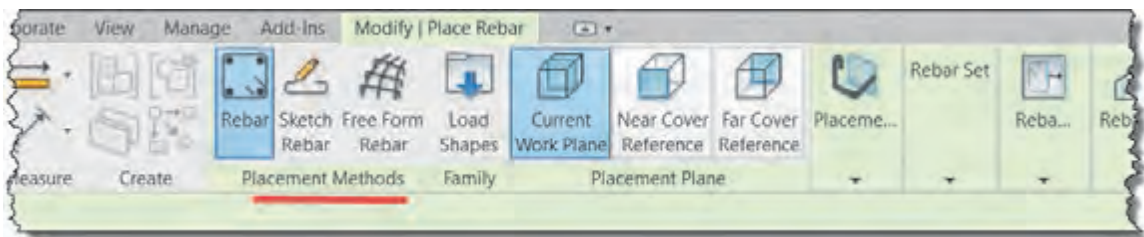
در سازه‌های بتنی، پس از بارگذاری سازه و انجام محاسبات توسط مهندس محاسب، مشخص می‌گردد که هر قطعه بتنی مثلاً یک ستون بتنی، به چه میزان فولاد برای تحمل نیروهای وارده نیاز دارد. این میزان را با انجام محاسبات و همچنین بر اساس تجربیات مهندس محاسب، بر حسب نوع، تعداد و قطر میلگردها بیان می‌کنند. مثلاً بر اساس نتایج به دست آمده مشخص می‌کند که این ستون به تعداد ۱۶ عدد میلگرد AIII به قطر ۲۲ نیاز دارد. همچنین بر اساس محاسبات و ضوابط طراحی تعداد و محل خاموت‌های ستون را مشخص می‌کند. ما در این بخش از یادگیری نرم‌افزار Revit تنها قصد داریم آنچه را که پیش از این محاسبه شده، جهت ارائه نقشه‌های اجرایی مدل کنیم. برای ایجاد میلگردگذاری دستور Rebar را از قاب Reinforcement واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم.

Structure > Reinforcement > Rebar

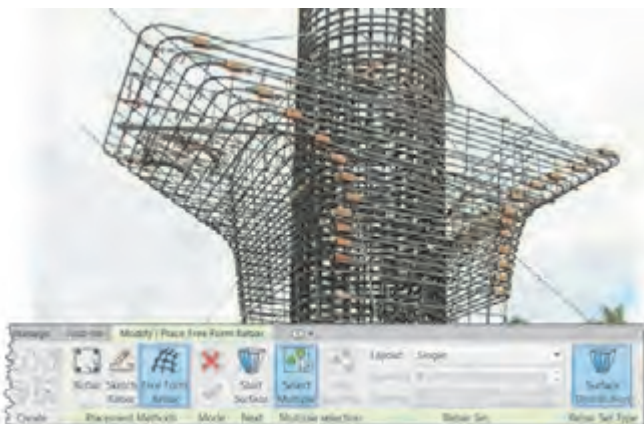


شکل ۶۷ ▲

با انتخاب دستور نوار ریبون به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Place Rebar اضافه می‌شود و قاب‌های متعددی ایجاد می‌شوند. این قاب‌ها با انتخاب روش‌های ترسیم در قاب Placement Methods در ارتباطند و با انتخاب هر دستور تغییر می‌کنند.

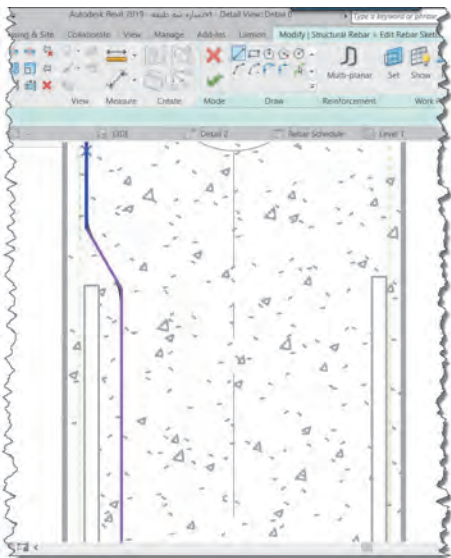


شکل ۶۸ ▲



شکل ۶۹ ▲

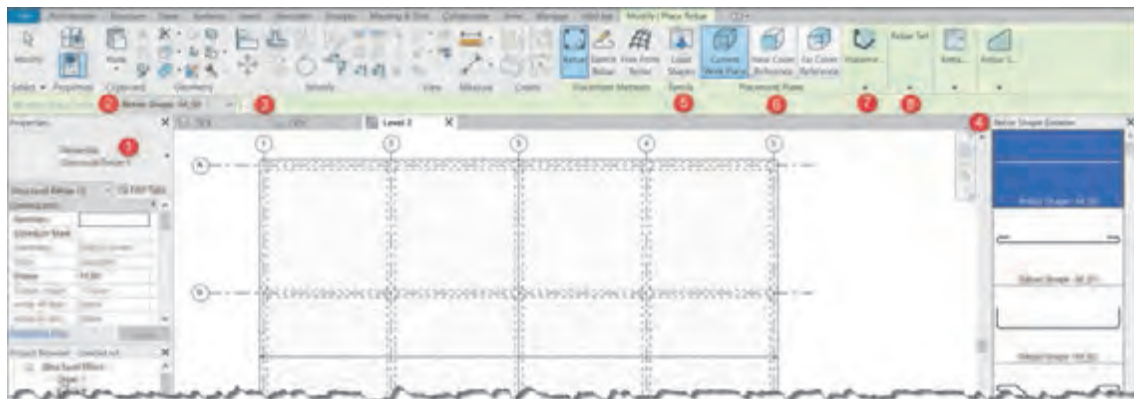
فرمان Free Form Rebar: برای ایجاد میلگرد در احجام پیچیده و یا اشکال غیرهندسی مانند یک دال قوسی یا پایه یک پل به کار می‌رود.



▲ شکل ۷۰

فرمان Sketch Rebar: برای ترسیم میلگردها به صورت دستی استفاده می‌شود. این امکان بیشتر برای اشکال نامتعارف میلگرد کاربرد دارد. با انتخاب این دستور شکل پنجره Modify تغییر کرده و به صورت دستورات ترسیمی درمی‌آید.

فرمان Rebar: به کمک این فرمان و گزینه‌های مربوط به آن به راحتی می‌توان اشکال ساده مانند تیرها و ستون‌های متعارف را میلگردگذاری کرد. در اینجا به توضیح بخش‌های مختلف این فرمان می‌پردازیم.




▲ شکل ۷۱

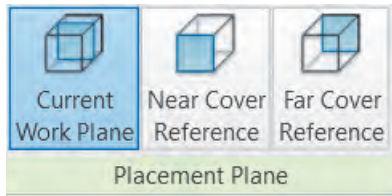
۱- پنجره Properties: در این پنجره می‌توانید مشخصات هندسی و فیزیکی میلگرد خود را مشخص کنید. کافیست در بخش Type Selector کلیک کنید و یکی از انواع میلگرد که با قطر اسمی مشخص شده‌اند را انتخاب کنید.

همچنین با کلیک بر روی دکمه Edit type، پنجره Type Properties باز می‌شود که می‌توانید در آنجا مشخصات فنی میلگرد از جمله نام، قطر و ... را تغییر دهید.

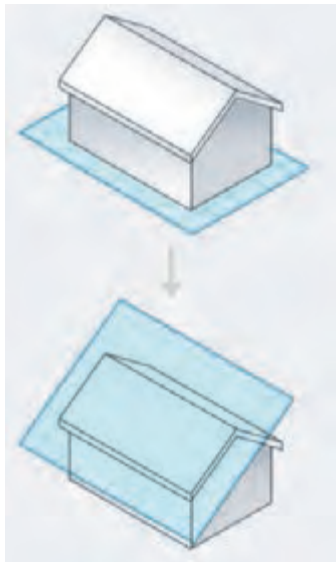


▲ شکل ۷۲

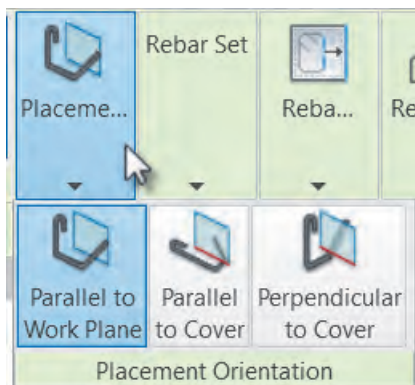
- ۲- نوار OptionBar: این نوار با انتخاب دستورات مختلف در این بخش تغییر می‌کند. اما در زمان انتخاب دستور و قرار گرفتن در حالت Rebar شما می‌توانید فرم میلگرد را از لیست کشویی انتخاب کنید.
- ۳- با زدن دکمه  در کنار لیست کشویی می‌توانید پنجره Rebar Shape Browser را باز یا بسته کنید.
- ۴- پنجره Rebar Shape Browser: این پنجره فرم میلگردها را به صورت شماتیک نمایش می‌دهد تا انتخاب آنها راحت‌تر باشد.
- ۵- قاب Family: در صورتی که فرم میلگردهای مورد نیاز پروژه در لیست موجود نباشد می‌توانید آنها را از این قسمت بارگذاری کنید.



شکل ۷۳ ▲



شکل ۷۴ ▲



شکل ۷۵ ▲

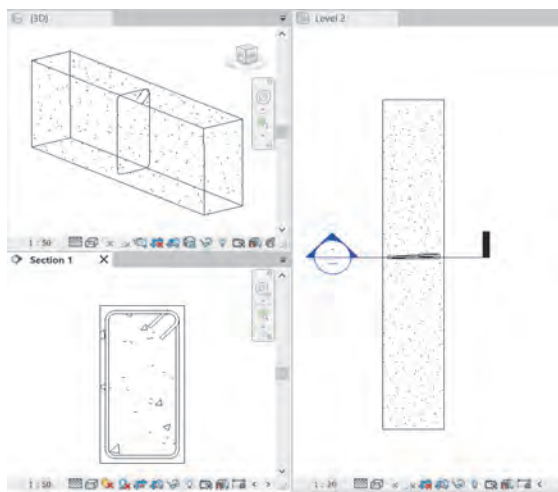
۶- قاب Placement Plane: زمانی که برای قراردادن میلگرد بر سطح یک قطعه بتنی کلیک می‌کنید، سه حالت مختلف را در نظر می‌گیرد.

صفحه کاری فعلی Current Work Plane: در هر دیدی که قرار داشته باشید موقعیت میلگرد را در سطح همان صفحه کاری در نظر می‌گیرد. صفحه کاری، صفحه‌ای فرضی است که ترسیمات و اشیاء (اینجا میلگرد) بر سطح آن شکل می‌گیرند.

بر مبنای پوشش نزدیک Near Cover Reference: در دیدی که قرار دارید، پوشش بتن نزدیک به شما را صفحه کاری قرار می‌دهد.

بر مبنای پوشش دور Far Cover Reference: در دیدی که قرار دارید، پوشش بتن دور نسبت به شما را مبنای محل ایجاد میلگرد قرار می‌دهد.

۷- قاب Placement Orientation: با کلیک بر روی این قاب، گسترده شده و سه حالت مختلف را در اختیار شما قرار می‌دهد.



▲ شکل ۷۶

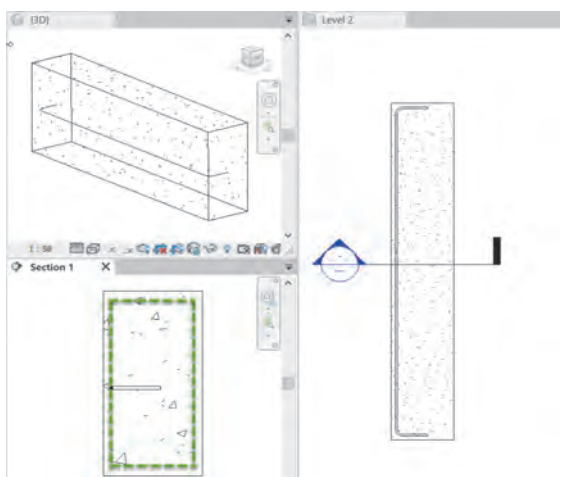
• به موازات صفحه کاری Parallel to Work Plane: میلگرد را بر سطح صفحه کاری ایجاد می کند. در شکل روبه رو صفحه برش به عنوان صفحه کاری در نظر گرفته شده است. (شکل ۷۶)

• به موازات پوشش بتن Parallel to Cover: اگر ماوس را به هر یک از لبه های قطعه بتنی نزدیک کنید، میلگرد را بر سطح آن پوشش بتنی ایجاد می کند. (شکل ۷۷)

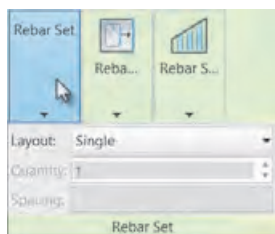
• عمود بر پوشش بتنی Perpendicular to cover: با نزدیک کردن ماوس به هر یک از لبه ها و پوشش بتنی آن، میلگرد را عمود بر سطح آن ایجاد می کند. (شکل ۷۸)



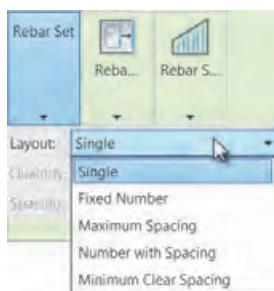
▲ شکل ۷۷



▲ شکل ۷۸



▲ شکل ۷۹

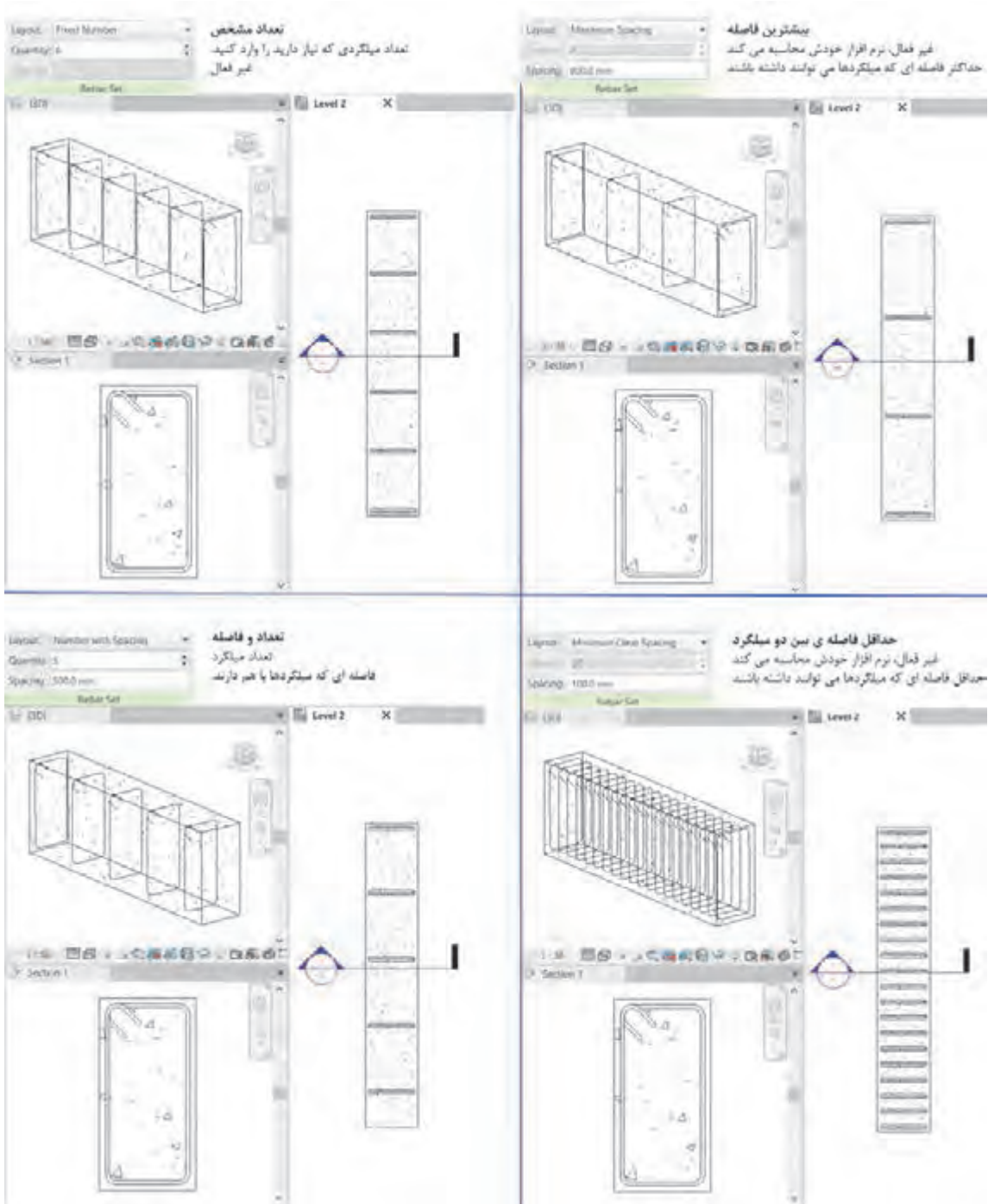


▲ شکل ۸۰

۸- قاب Rebar set: مانند آنچه که در تنظیم تعداد و فاصله تیرچه ها داشتیم، در اینجا نیز می توانیم تعداد میلگردها و فاصله آنها را مشخص کنیم. با کلیک بر روی قاب، گسترش پیدا کرده و می توانید تنظیمات آنرا ببینید.

با کلیک بر روی لیست کشویی مقابل Layout (چیدمان) می توانید نوع چیدمان میلگردها را مشخص کنید. برای چیدمان میلگردها ۵ روش وجود دارد.

حالت تکی Single مانند شکل ۷۶ فقط یک میلگرد در سطح شکل به وجود می آورد. بقیه موارد را در شکل ۸۱ توضیح می دهیم.



شکل ۸۱ ▲

به کمک هنرآموز خود تعدادی از تیرها، و ستون‌ها و همچنین فونداسیون پروژه‌های ۱ و ۲ را میلگردگذاری کنید.

فعالیت  
عملی ۸

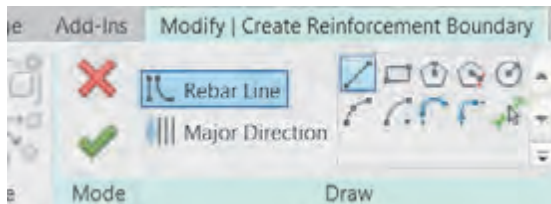


## میلگرد گذاری دال‌ها:

دستور Area را از قاب Reinforcement واقع در سربرگ Structure انتخاب می‌کنیم. نرم‌افزار از ما می‌خواهد یک سطح سازه‌ای را انتخاب کنیم. این سطح می‌تواند یک دال یا یک کف سازه‌ای یا حتی دیوار برشی باشد.

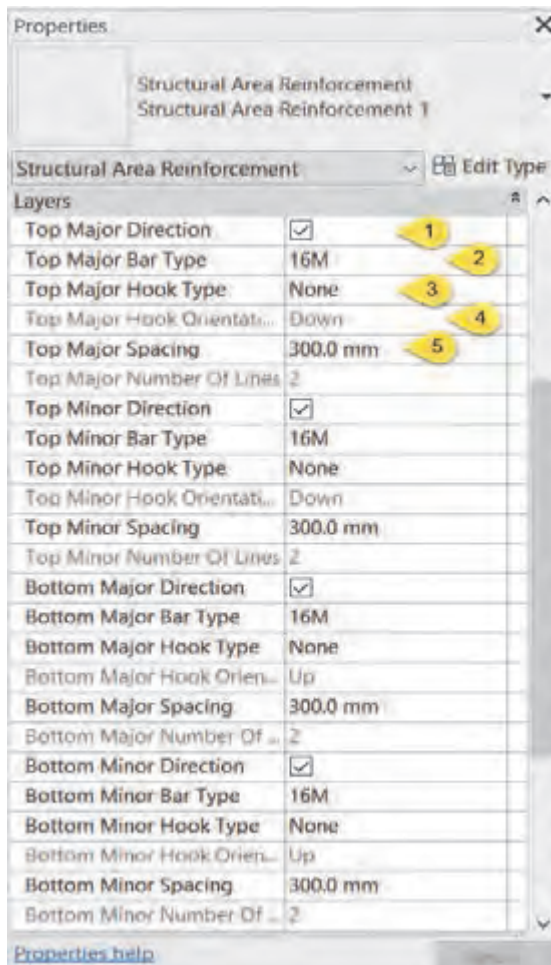


شکل ۸۲ ▲



شکل ۸۳ ▲

پس از انتخاب سطح، نوار ریبون به رنگ سبز تغییر کرده و به سربرگ Modify عبارت Create Reinforcement Boundary اضافه شده و دو قاب Mode جهت تأیید و نهایی کردن کار و Draw جهت ترسیم سطح میلگردگذاری، ظاهر می‌گردند.



در پنجره Properties می‌توانید مشخصات میلگرد و فاصله بین آنها را مشخص کنید. توضیح آنکه سطوح در دو لایه بالا Top و پایین Bottom و در دو جهت اصلی Major و فرعی Minor (مجموعاً چهار بخش) میلگردگذاری می‌شوند.

۱- با حذف تیک مقابل هر بخش (مثلاً Top Major Direction، جهت اصلی بالا) می‌توانیم میلگرد گذاری در آن لایه و جهت را حذف کنیم. ۲- نوع (قطر) میلگرد را مانند قسمت قبل مشخص می‌کند.

۳- نشان می‌دهد در انتهای میلگرد قلاب داشته باشیم یا خیر و یا اینکه زاویه خم ۹۰ درجه یا ۱۸۰ درجه باشد.

۴- اگر قسمت قبل را فعال کنیم از شما می‌خواهد مشخص کنید که خم رو به بالا باشد یا پایین.

۵- فاصله بین دو میلگرد را تعیین می‌کند.

شکل ۸۴ ◀

## ارائه نقشه‌ها

### تنظیم دید تعداد میلگردها در نقشه

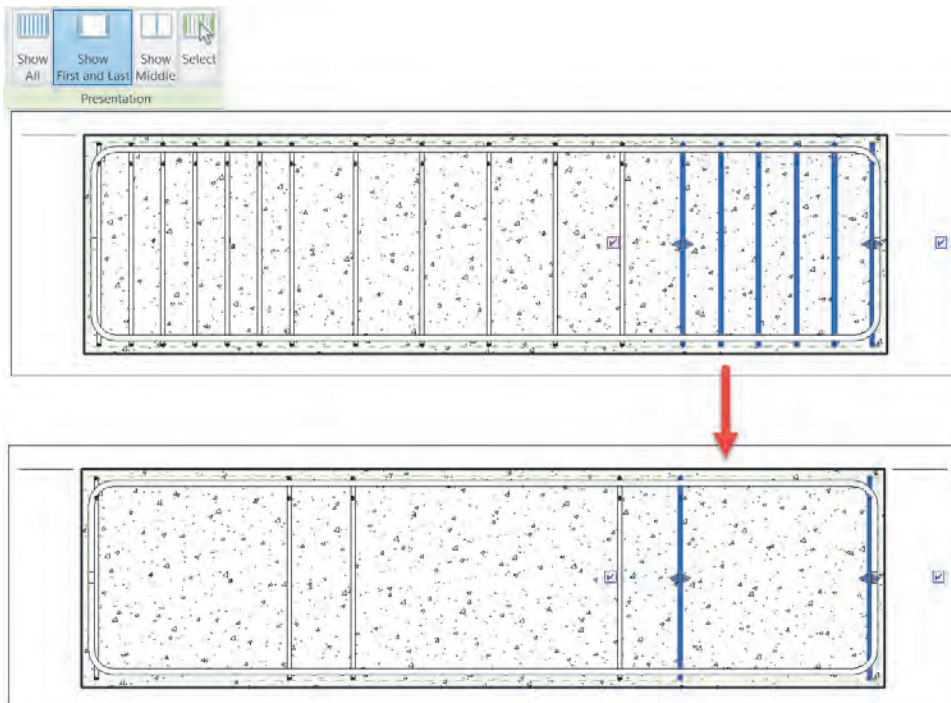
زمانی که تعداد میلگردها (مانند خاموت‌های یک تیر) زیاد باشند، در زمان ارائه نقشه‌ها جهت جلوگیری از شلوغی و ناخوانا شدن نقشه‌ها می‌توانیم فقط بخشی از آنها را نمایش دهیم و بقیه (با اینکه وجود دارند) دیده نشوند.

برای این کار کافی است دسته میلگردها را انتخاب کنیم. نوار ریبون به رنگ سبز درآمده و در سربرگ Modify قرار گرفته و فرامینی که برای انجام تنظیمات میلگردها است از جمله قاب Presentation (ارائه) ظاهر می‌شود.



شکل ۸۵ ▲

در این قاب شما می‌توانید انتخاب کنید که چه تعداد از دسته میلگردها نمایش داده شود. پیش فرض تمام دسته میلگردها (نمایش همه) می‌باشد. نمایش میلگرد ابتدا و انتها Show First and Last: این روش مرسوم برای نمایش خاموت‌های موجود در تیرها و ستون‌ها می‌باشد و فقط اولین و آخرین میلگرد دسته را نمایش می‌دهد.

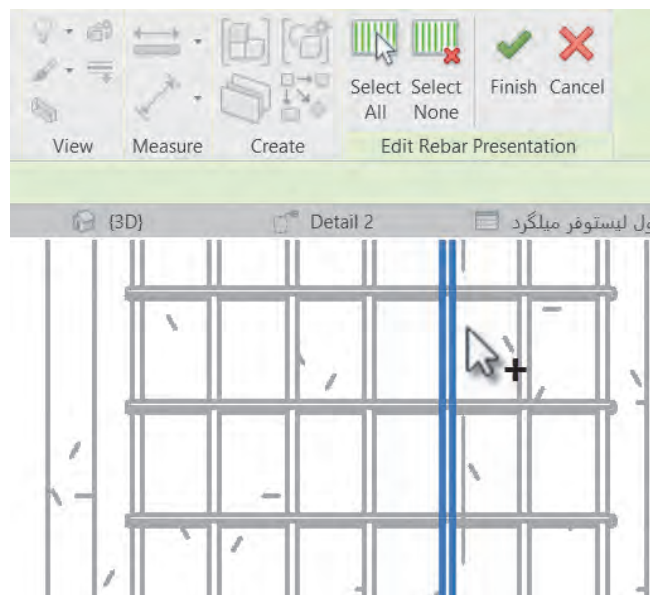


شکل ۸۶ ▲

نمایش میلگرد وسط Show Middle: فقط میلگرد وسط را نمایش می‌دهد. در نمایش میلگردگذاری فونداسیون‌ها این گزینه کاربرد دارد.



▲ شکل ۸۷



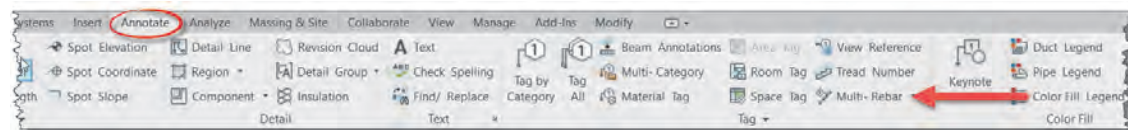
میلگرد انتخاب شده Select: می‌توانید به دلخواه و بنا به ضرورت پروژه انتخاب کنید که کدام میلگردها دیده شوند و کدام میلگردها دیده نشوند.

◀ شکل ۸۸

اندازه گذاری میلگردها:

از سربرج یادداشت نویسی Annotate و از قاب Tag دستور Multi\_Rebar را انتخاب کنید.

Annotate > Tag > Multi\_Rebar



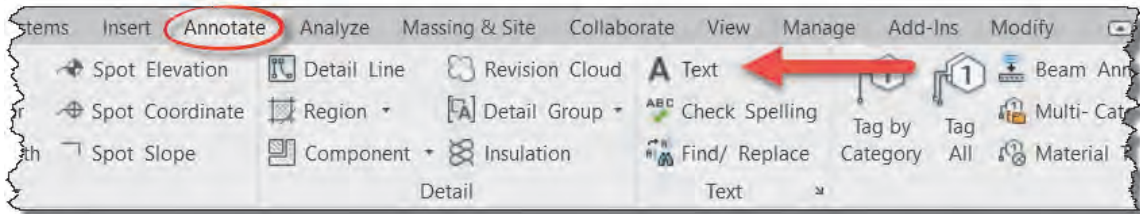
▲ شکل ۸۹



حال با کلیک بر روی هر میلگرد (بجز میلگردهای Single) اندازه‌گذاری آنها به صورت خودکار صورت می‌گیرد. البته مانند تمام موارد دیگر در نرم‌افزار Revit برای نوشتن نام هر میلگرد بر روی آن از دستور Tag by Category استفاده می‌کنیم.

همچنین برای ارائه برخی توضیحات و نوشته‌ها می‌توانید از همین سربرگ و از قاب Text فرمان Text را انتخاب کنید.

Annotate > Text > Text



شکل ۹۰ ▲

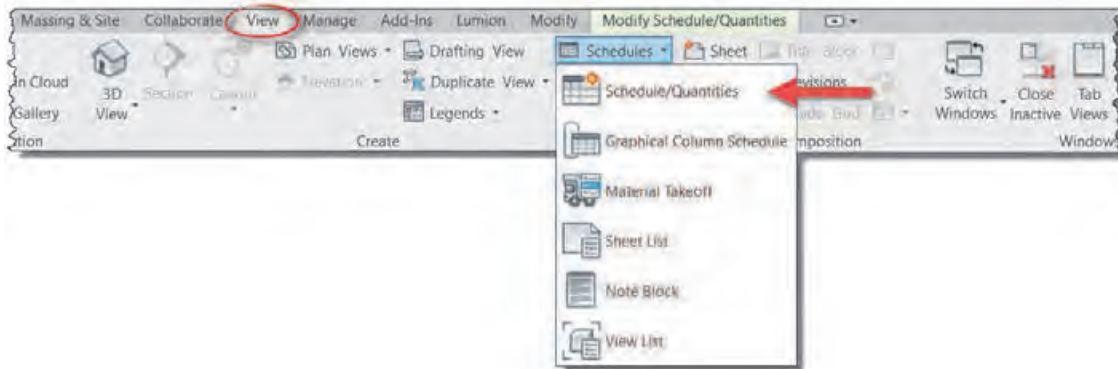
به کمک هنرآموز خود برای پروژه شیت‌های نقشه تعریف کنید و سپس تعداد کافی برش جزئیات از پروژه ۱ تهیه و اندازه‌گذاری کنید. در نهایت با قراردادن مدارک مختلف در شیت‌ها، نقشه‌های پروژه را تهیه و از آنها چاپ بگیرید.

فعالیت  
عملی ۹

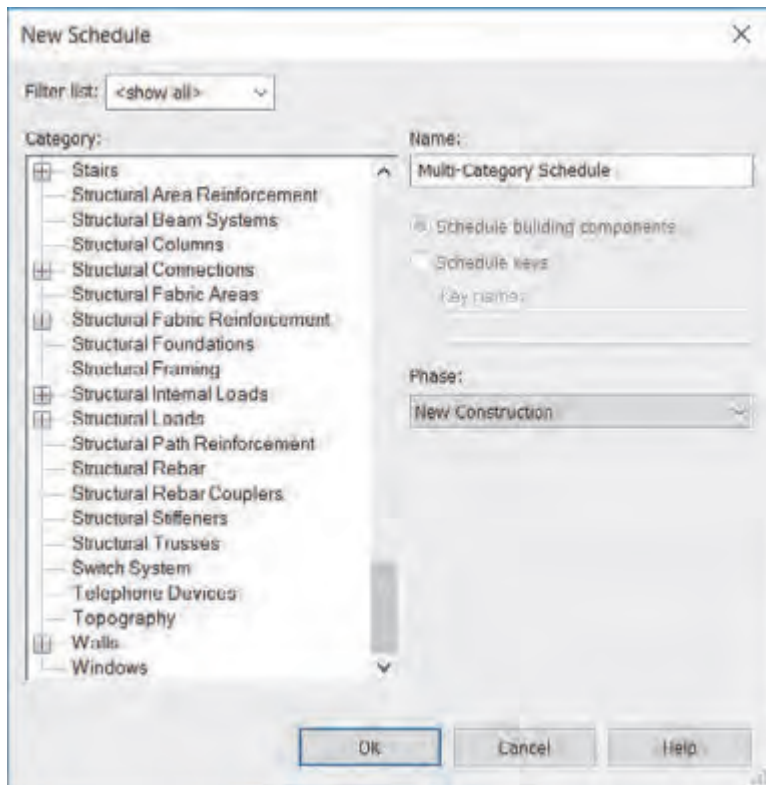


## تهیه جدول برنامه-مقادیر Schedule/Quantities

یکی از توانایی‌های نرم‌افزار Revit به عنوان مهم‌ترین نرم‌افزار تحت BIM، تهیه جداول مربوط به مقادیر تمام عناصر مورد استفاده در پروژه است. از سربرگ View و از قاب Create بر روی Schedules کلیک کنید تا یک لیست کشویی باز شود. از این لیست گزینه Schedule/Quantities را انتخاب کنید.



شکل ۹۱ ▲



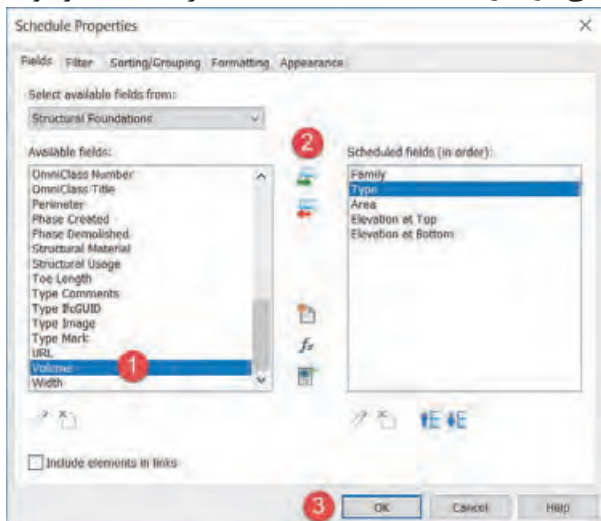
▲ شکل ۹۲

New Schedule پنجره‌ای به نام باز خواهد شد. در سمت چپ پنجره و در قاب Category لیستی از تمام عناصر ممکن در رویت وجود دارد که شما با انتخاب هر کدام می‌توانید جدول مربوطه را به‌وجود آورید. بسته به عنصر انتخاب شده، نرم‌افزار Revit مقادیر مختلفی مانند نام، خانواده، طول، عرض، وزن، شکل و... و در صورت تعریف درست حتی قیمت آن عنصر را در اختیار شما قرار می‌دهد و شما با انتخاب گزینه‌های مورد نیاز خود جدولی از این اطلاعات را در اختیار خواهید داشت که در مدیریت پروژه (از جمله متره کردن و مدیریت هزینه‌ها) به شما کمک خواهد کرد.

مثال ۱



حجم بتن مصرفی در فونداسیون پروژه ۱ را محاسبه کنید.  
**حل:** از لیست Category (شکل ۹۲) فونداسیون (Structural Foundations) را انتخاب کنید و OK را بزنید. پنجره‌ای به نام Schedule Properties باز می‌شود. از لیست Available fields (زمینه‌های موجود)



▲ شکل ۹۳

می‌توانید مقادیر مورد نظر خود را اضافه کنید. کفایت بر روی زمینه مورد نظر کلیک کنید تا رنگ آن آبی شود (۱)، سپس بر روی فلش سبز کلیک کنید (۲) تا به لیست زمینه‌های انتخاب شده در سمت چپ اضافه شود. در شکل ۹۳ زمینه Volume به معنای حجم (که هدف این مثال است) انتخاب شده است و با زدن بر روی فلش سبز به لیست انتخاب شده‌ها اضافه می‌شود. پیش از این به همین روش، به ترتیب مقادیر خانواده، نوع، مساحت، تراز ارتفاعی رو و زیر فونداسیون انتخاب شده است.

با زدن دکمه Ok مدرک جدیدی به نام Structural Foundation Schedule باز خواهد شد. مقدار بتن مصرفی در فونداسیون ۴۴/۴۰ مترمکعب و مقدار بتن مگر مصرفی ۷/۵۳ مترمکعب است.

A	B	C	D	E	F
Family	Type	Area	Elevation at Top	Elevation at Bottom	Volume
Foundation Slab	50mm Foundation	68.31 m <sup>2</sup>	-0.30	0.95	44.40 m <sup>3</sup>
Foundation Slab	100mm Foundation	76.30 m <sup>2</sup>	0.95	-1.05	7.53 m <sup>3</sup>

شکل ۹۴ ▲

همانطور که می‌دانیم اطلاعات در نرم‌افزار Revit در تمام مدارک به صورت همزمان به روزرسانی می‌شوند. یعنی با تغییر یک عنصر تمام مدارکی که به آن عنصر مربوط می‌شوند نیز تغییر می‌کنند و نیازی به کنترل یا اعمال تغییرات به صورت دستی نیست.

نکته



بنا به نظر هنرآموز خود ابعاد فونداسیون پروژه ۱ را تغییر داده (کم یا زیاد کنید) و تغییرات جدول مقادیر را مشاهده کنید.

فعالیت  
عملی ۱۰



حجم بتن ریزی تیرها و ستون‌های بتنی پروژه ۱ را به دست آورید.

فعالیت  
عملی ۱۱



به کمک هنرآموز خود و با توجه به فهرست بها هزینه بتن ریزی پروژه ۱ را محاسبه کنید.

فعالیت  
عملی ۱۲



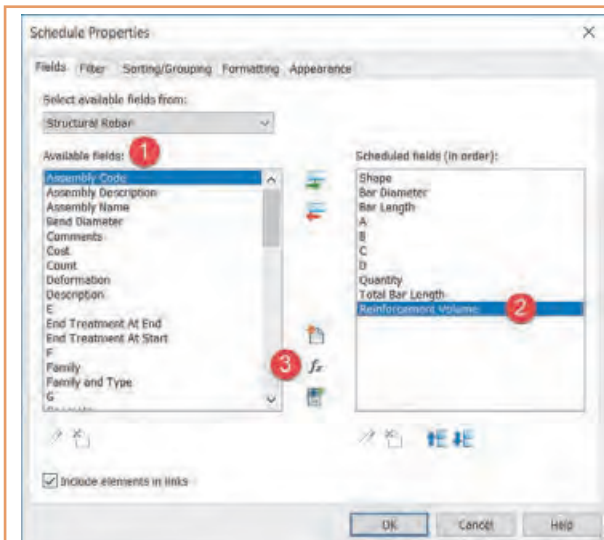
لیست میلگردهای فونداسیون پروژه ۱ را ایجاد کنید (لیستوفر) و وزن آنها را محاسبه کنید.

مثال ۲



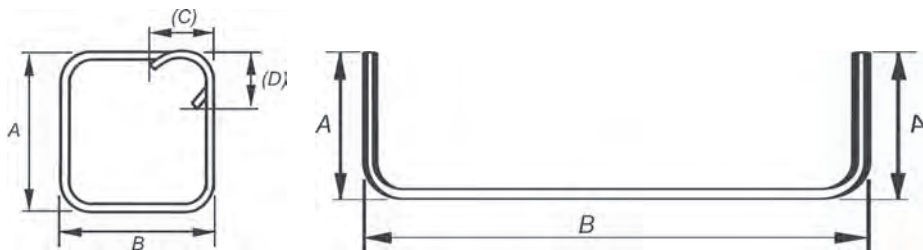
راه‌حل:

مرحله اول: پس از اجرای دستور Schedule/Quantities از سربرگ View، از لیست Category (شکل ۹۲) مقدار Structural Rebar را انتخاب کنید. پنجره Schedule Properties باز می‌شود.

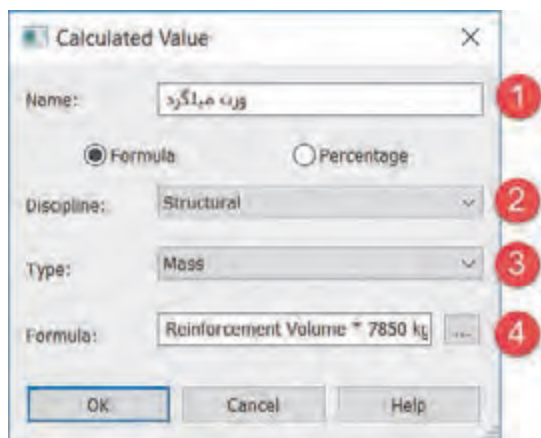


۱- از لیست Available fields مقادیر Shape (شکل)، Bar Diameter (قطر) میلگرد، Bar Length (طول میلگرد)، و مقادیر A, B, C, D که اندازه‌های شکل میلگرد هستند (مانند شکل ۹۶)، Quantity (تعداد میلگرد)، Bar Length (جمع طول میلگرد) را انتخاب و با زدن فلش سبز به جدول اضافه کنید. (شکل ۹۵)

▲ شکل ۹۵



▲ شکل ۹۶



▲ شکل ۹۷

۲- همان طور که می‌بینید مقداری با عنوان وزن میلگرد وجود ندارد. در اینجا مقدار حجم میلگرد (Reinforcement Volume) را به لیست اضافه می‌کنیم. با ضرب مقدار حجم در وزن مخصوص می‌توان وزن را محاسبه کرد.  
 ۳- برای اضافه کردن مقدار وزن بر روی دکمه  $\Sigma$  کلیک کنید. پنجره‌ای به نام باز می‌شود.

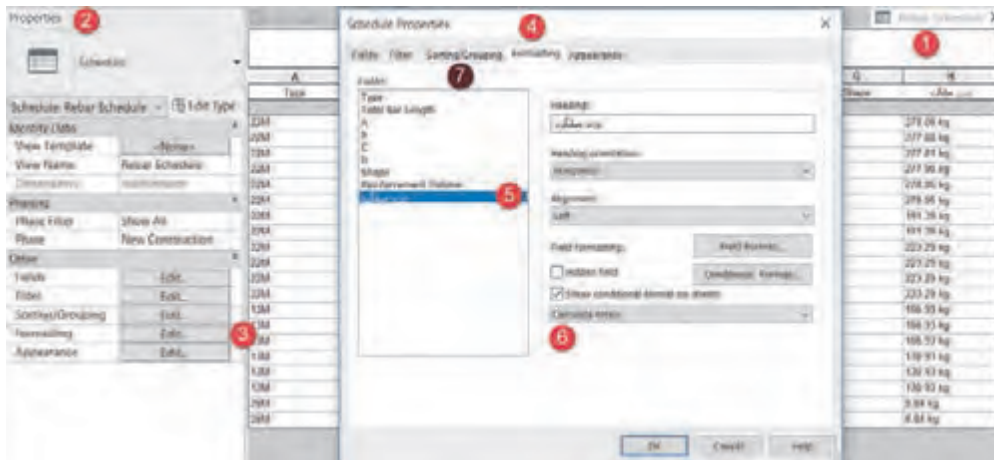
**مرحله دوم:** ایجاد مقادیر محاسبه شده.

جرم حجمی فولاد (۷۸۵۰) × حجم میلگردها = وزن میلگردها

۱- در مقابل Name نام دلخواه مربوط به مقدار جدید را وارد کنید. اینجا مقدار وزن میلگرد را به عنوان نام انتخاب کرده‌ایم.

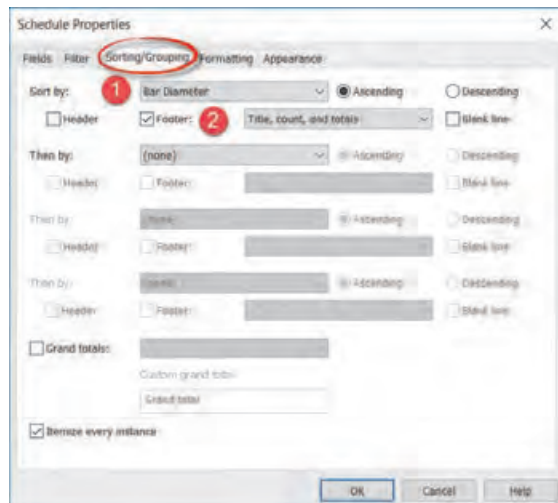
۲- در لیست کشویی Discipline گزینه Structural را انتخاب کنید.

- ۳- در لیست کشویی Type گزینه Mass (جرم) را انتخاب کنید.
- ۴- در جعبه مقابل Formula مقدار Reinforcement Volume \* ۷۸۵۰ را وارد کنید.
- تمام پنجره‌ها را Ok کنید تا جدول ایجاد شود. مشاهده می‌کنید که وزن هر میلگرد در جدول مقابل آن نوشته شده است.



▲ شکل ۹۸

- مرحله سوم:** محاسبه جمع کل وزن‌ها
- ۱- در مدرک جدول مقادیر قرار بگیرید.
  - ۲- به پنجره Properties بروید.
  - ۳- در بخش Other بر روی دکمه Edit... مقابل Formatting کلیک کنید تا پنجره Schedule Properties باز شود.
  - ۴- تذکر: بر روی هر کدام از دکمه‌های Edit... کلیک کنید این پنجره باز می‌شود و در سربرگ مربوطه قرار می‌گیرد. دقت کنید که در سربرگ Formatting باشید.



▲ شکل ۹۹

- ۵- از بخش Fields وزن میلگرد را انتخاب کنید تا اطلاعات آن در سمت راست نمایش داده شود.
- ۶- در پایین‌ترین لیست کشویی گزینه Calculate totals به معنای جمع کل را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه جمع کل میلگردها محاسبه می‌شود، اما نمایش داده نخواهد شد.
- ۷- برای نمایش جمع کل در زیر ستون وزن میلگرد به سربرگ Sorting/Grouping بروید. در سربرگ Sorting/Grouping ۱- از لیست کشویی Sort By: (مرتب‌سازی بر اساس) گزینه Bar Diameter (قطر میلگرد) را انتخاب کنید تا میلگردها بر اساس قطرشان دسته‌بندی شوند.

۲- تیک گزینه Footer را فعال کنید تا در زیر هر دسته مجموع آنها نمایش داده شود. دکمه Ok را بزنید. جدولی مانند شکل زیر (شکل ۱۰۰) مشاهده خواهید کرد.

شکل ۱۰۰ ▲

می توانید بر روی هریک از عناوین ستون ها کلیک و نام آن را تغییر دهید.

شکل ۱۰۱ ▲

در جدول شکل ۱۰۰، طول و ابعاد میلگرد به میلی متر نوشته شده. اگر بخواهیم واحد آنها را به متر تغییر دهیم پس از انتخاب ستون مقدار، بر روی آیکن Format Unit کلیک کرده و در پنجره ای که باز می شود واحد را به متر تغییر دهید.

در جدول لیستوفر مقدار حجم میلگرد نشان داده نمی شود. برای مخفی کردن یک ستون کافی است که پس از انتخاب ستون Reinforcement Volume (حجم میلگرد) بر روی آیکن Hide کلیک کنید تا ستون مخفی شود.

نکته



نکته



نکته



لیستوفر میلگردهای پروژه ۱ را به شیت های نقشه اضافه کنید.

فعالیت  
عملی ۱۳



وزن و هزینه اجرای اسکلت فلزی پروژه ۲ را محاسبه کنید.

فعالیت  
عملی ۱۴



## ارزشیابی شایستگی کاربرد رایانه در نقشه‌کشی سازه

### شرح کار:

مطابق نقشه‌های سازه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار Revit، کلیه اجزای سازه‌ای مدل شده و مدارک مناسب مانند پلان‌ها، نماها، برش‌ها را طبق ضوابط فنی و زیر نظر هنرآموز ایجاد و اندازه‌گذاری کرده و در قالب نقشه خروجی گرفته شود.

### استاندارد عملکرد:

به کمک نرم‌افزار و بر اساس نقشه‌های ارائه شده در کتاب یا توسط هنرآموز، ساختمان مورد نظر را مدل کرده و نقشه‌های سازه‌ای و اجرایی را مطابق دستورالعمل نشریه ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارائه دهد.

### شاخص‌ها:

دقت رعایت اصول فنی در اجزای ساختمان - اندازه‌گذاری صحیح و کامل مدارک - ترتیب صحیح ارائه نقشه‌ها - زمان ۶ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام مدل سازی نقشه‌های سازه‌ای و اجرائی ساختمان با نرم‌افزار در سایت رایانه.

### ابزار و تجهیزات:

- رایانه به همراه چاپگر و برنامه Revit ورژن ۲۰۱۸

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ایجاد و مدل سازی سازه ساختمان	۲	
۲	ایجاد مدارک مناسب و کافی	۲	
۳	ترسیم جزئیات	۲	
۴	اندازه‌گذاری صحیح مدارک	۲	
۵	ارائه نقشه‌ها	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.





## پودمان ۴

# اجرای سازه‌های فولادی



## مقدمه

استفاده از سازه‌های فلزی یکی از متداول‌ترین روش‌های ساختمان‌سازی می‌باشد. ساختمان‌های بلندمرتبه، سازه‌های شهری نظیر تابلوهای تبلیغاتی، سازه‌های ترافیکی نظیر پل‌های عابر پیاده، پل‌های ماشین‌رو و سازه‌های صنعتی نظیر انواع خرپاها و سوله‌ها را می‌توان نام برد. سرعت و سهولت اجرا به خصوص پس از پیشرفت صنعت جوشکاری، باعث رونق گرفتن هرچه بیشتر سازه‌های فلزی شده است. در مقایسه با سازه‌های بتنی، ابعاد کمتر مقاطع تیر و ستون، سرعت ساخت و نصب سریع‌تر، سبک‌تر بودن و کیفیت بهتر مقاطع فلزی ساخته شده در کارخانه نسبت به مقاطع بتنی اجرا شده در محل از امتیازات سازه‌های فلزی می‌باشد. در عین حال ضعف در مقابل آتش‌سوزی، ضعف در مقابل رطوبت به دلیل زنگ‌زدگی و خوردگی و ... از نقاط ضعف سازه‌های فلزی در قیاس با سازه‌های بتنی است.

## استاندارد عملکرد

با استفاده از وسایل جوشکاری مانند دستگاه جوش - الکتروود و ... و معیارهای AWS و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، جوش‌های مختلف را اجرا نماید.

## کلیات

در این پودمان ابتدا به معرفی آهن و فراورده‌های آن از قبیل فولاد و چدن و روش‌های تولید فولاد می‌پردازیم. در ادامه، اعضای مختلف سازه‌های فولادی و روش ساخت آنها از قبیل فونداسیون، تیر و ستون، مهاربندها و سقف‌ها معرفی می‌شوند و سپس انواع اتصالات در سازه‌های فولادی از نظر روش طراحی و اجرا و مباحثی درباره جوشکاری و پیچ و پرچ بیان شده است.

## آهن



آهن یکی از عناصر طبیعی است که به صورت سنگ آهن و معمولاً همراه با ناخالصی از معادن استخراج می‌شود (شکل ۱).

با افزودن کربن به آهن خالص، دو آلیاژ اصلی فولاد و چدن به دست می‌آید که کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف از جمله در صنعت ساختمان دارند.

شکل ۱ ▲

## فولاد و چدن

### فولاد:

آهن خالص به دلیل نرمی و عدم استحکام کافی، مستقیماً در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با افزودن حداکثر ۲ درصد کربن به آهن خالص، آلیاژی به نام فولاد تولید می‌شود. از فولاد جهت تولید پروفیل‌های ساختمانی نظیر تیرآهن، نبشی، میل‌گرد و... استفاده می‌شود.

### چدن:

اگر میزان کربنی که به آهن خالص افزوده می‌شود بیش از ۲ درصد باشد، میزان تردی و سختی آن افزایش می‌یابد، یعنی با افزایش کربن، بر میزان مقاومت و ظرفیت باربری فولاد افزوده شده اما خاصیت شکل‌پذیری (چکش‌خواری) و جوش‌پذیری آن کاهش می‌یابد و به چدن نزدیک می‌شود. کربن موجود در چدن بین ۲ تا ۴/۵ درصد می‌باشد. از چدن به دلیل ظرفیت باربری بالا و مقاومت در برابر رطوبت، برای تولید دریاچه منهول‌های فاضلاب، دریاچه‌های آب شهری، لوله ناودان و لوله فاضلاب استفاده می‌شود.



شکل ۲ ▲

با افزایش تردی مصالح، امکان شکستن ناگهانی مصالح افزایش می‌یابد.

نکته



از نظر مقدار کربن، فولاد به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود:

**(الف) فولاد نرم:** این نوع فولاد کمتر از ۰/۲ درصد کربن دارد و برای ساخت پیچ و مهره معمولی، سیم خاردار و... به کار می‌رود.

**(ب) فولاد متوسط:** درصد کربن این نوع فولاد بین ۰/۲ تا ۰/۶ بوده و برای تهیه ریل، دیگ بخار و فولاد ساختمانی مانند تیرآهن، نبشی و سایر پروفیل‌های ساختمانی به کار می‌رود.

**(ج) فولاد سخت:** این نوع فولاد بین ۰/۶ تا ۱/۶ درصد کربن دارد و برای تهیه فنرهای فولادی، ابزارآلات، وسایل جراحی، مته و... به کار می‌رود.

برای نام گذاری فولادها از علامت St... استفاده می شود. St مخفف کلمه Steel به معنای فولاد است و در سمت راست آن مقاومت کششی فولاد بر حسب نیوتن بر میلی متر مربع نمایش داده می شود. برای ساخت پروفیل های ساختمانی مانند تیرآهن از St37 استفاده می شود. برای ساخت پیچ های پرمقاومت که در اتصالات پیچ و مهره ای مورد استفاده قرار می گیرد از St52 استفاده می شود.

$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$ تنش نهایی	$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ تنش تسلیم	St37
$F_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$ تنش نهایی	$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$ تنش تسلیم	St52

با راهنمایی هنرآموز خود بررسی کنید که تفاوت بین تنش تسلیم با تنش نهایی چیست.

تفکر



## روش های تولید فولاد

**الف) نورد گرم:** در این روش شمش را در کوره بین ۸۰۰ تا ۱۲۵۰ درجه سانتی گراد حرارت داده و با عبور از بین غلتک هایی که خلاف جهت هم می چرخند، تغییر ضخامت می یابد تا در نهایت به شکل و فرم مورد نظر برسد. نیمرخ های تیرآهن، نبشی، میل گرد و ... با این روش تولید می شوند.



شکل ۴ ▲ نورد گرم میل گرد



شکل ۳ ▲ نورد گرم ورق فولادی

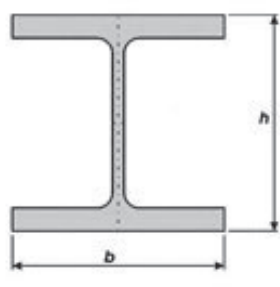
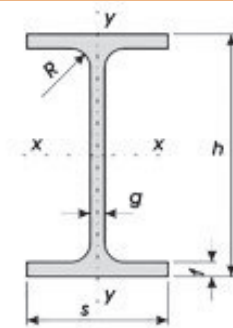
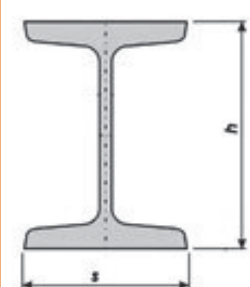
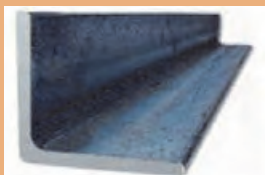

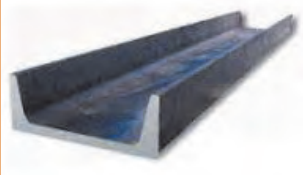




**انواع نیمرخ های گرم نورد شده:**

تیرآهن یا مقطع I شکل، ناودانی یا مقطع U شکل، نبشی یا L شکل، سپری یا مقطع T شکل لوله و میل گرد یا مقطع دایره ای شکل، قوطی یا مقطع مربع و مستطیل و ... به روش نورد گرم تولید می شوند.

در تیرآهن INP ضخامت بال از لبه به سمت جان افزایش می یابد اما در IPE ضخامت بال ثابت است. باربری یک سایز تیرآهن از نوع INP کمتر از نوع IPE بوده و همچنین قیمت INP نیز ارزان تر از IPE می باشد.

نکته



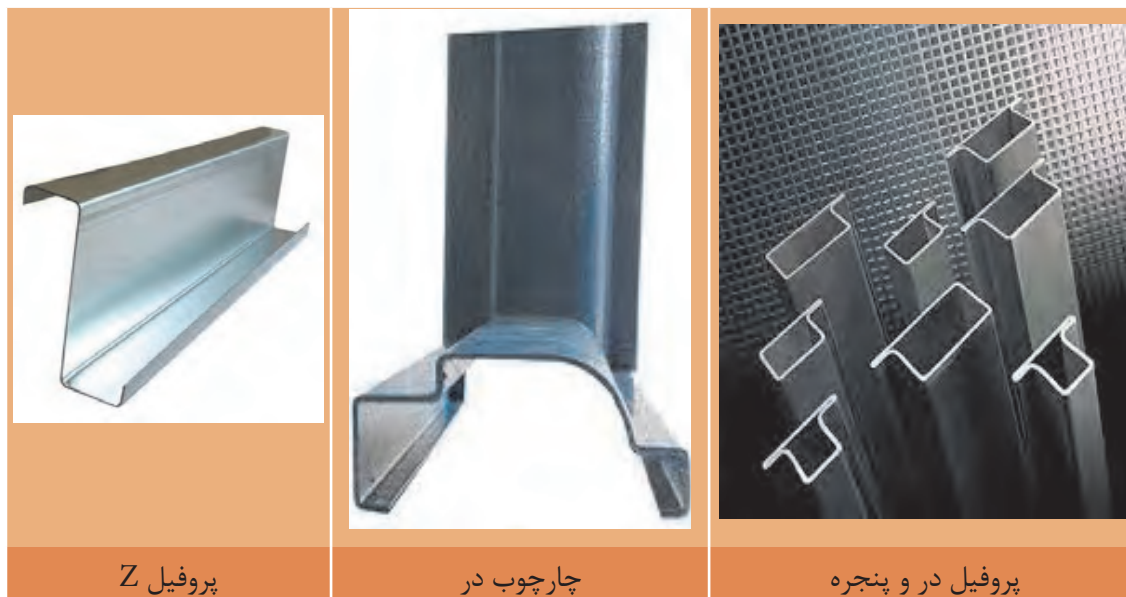
 <p style="text-align: center;"><b>IPB</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>IPE</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>INP</b></p>
<p>تیرآهن IPB (بال پهن)</p>	<p>تیرآهن IPE (معمولی)</p>	<p>تیرآهن INP (باریک)</p>
		
<p>نبشی</p>	<p>سپری</p>	<p>ناودانی</p>
		
<p>انواع قوطی</p>		<p>میل گرد</p>
		
<p>لوله‌های فولادی</p>	<p>تسمه</p>	

شکل ۵ ▲ انواع پروفیل‌های نورد گرم

ب) **نورد سرد:** در این روش حداکثر دما ۲۰۰ درجه سانتی گراد است. با انجام عملیات اضافی در اثر عبور از بین چند غلتک، خم کاری یا کشیدن، نورد سرد انجام می‌شود. به همین دلیل مقاطع سرد نورد شده معمولاً گران‌تر از مقاطع حاصل از نورد گرم است. نیم‌رخ‌های Z شکل، و نیم‌رخ‌های در و پنجره و لوله‌های درزدار از این روش تولید می‌شوند.



شکل ۶ ▲ عملیات نورد سرد



پروفیل Z

چارچوب در

پروفیل در و پنجره

شکل ۷ ▲ انواع پروفیل نورد سرد

تنش تسلیم فولاد حاصل از نورد گرم با نورد سرد چه تفاوتی دارد؟

تفکر



## اعضای سازه‌های فولادی

اعضای سازه‌های فولادی شامل تیرچه، شاه‌تیر یا تیر اصلی، ستون، مهاربند، دیوار برشی و فونداسیون می‌باشد. در سازه‌های فولادی بار مرده و زنده روی سقف به تیرهای فرعی و سپس به شاه‌تیرها و ستون‌ها و از آنجا به پی منتقل می‌گردد. نیروهای جانبی مثل باد و زلزله توسط مهاربندها به ستون‌ها و سپس به پی منتقل می‌گردد و یا از طریق دیوار برشی مستقیماً به پی وارد می‌شوند و در نهایت مجموع این نیروها از پی (شالوده)‌ها به زمین انتقال می‌یابند.

### شالوده در سازه‌های فولادی

شالوده وظیفه انتقال بارهای وارد از سازه به زمین بستر ساختمان را بر عهده دارد. ابعاد شالوده‌ها به میزان بار وارده از ساختمان، جنس پی و ظرفیت باربری خاک زیر پی بستگی دارد. شالوده‌ها از مصالح مختلف نظیر شفته آهک، سنگ و بتن ساخته می‌شوند. امروزه با توجه به ظرفیت باربری زیاد، یکپارچه بودن و سهولت اجرا، استفاده از شالوده‌های بتنی رایج‌تر از انواع شالوده‌های دیگر می‌باشد. انواع شالوده در ساختمان‌های فلزی عبارت‌اند از:

الف) شالوده منفرد (تکی)

ب) شالوده نواری

ج) شالوده گسترده (رادیه ژنرال)

### ستون در سازه‌های فولادی

ستون عضوی است غالباً عمودی که نیروهای محوری فشاری را تحمل و به شالوده انتقال می‌دهد. اگر نسبت طول به ابعاد مقطع ستون زیاد باشد، ستون لاغر شده و در اثر نیروی محوری فشاری دچار تغییر شکل خارج از محور می‌شود و ظرفیت باربری آن به شدت کاهش می‌یابد. این پدیده را اصطلاحاً کمانش می‌نامند. در طراحی ستون‌ها علاوه بر مقاومت در مقابل بارهای وارده، باید پدیده کمانش به خصوص در ستون‌های بلند نیز در نظر گرفته شود. شکل و سطح مقطع ستون‌ها با توجه به بار وارده، ارتفاع ستون و نوع اتصالات ابتدا و انتهای آنها متغیر است. به طور کلی ستون‌ها از نظر مقطع به دو دسته ساده و مرکب تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) ستون‌ها با مقاطع ساده:

در صورتی که بار وارده زیاد نباشد، از مقاطع قوطی مربع و تیر آهن بال‌پهن، به دلیل عملکرد مقاومتری بهتر نسبت به سایر مقاطع نورد شده، به صورت ساده یا منفرد استفاده می‌شود.



شکل ۸ ▲ مقاطع IPB

در بعضی سازه‌های خاص نظیر پل‌های عابر پیاده، سازه‌های صنعتی، منابع آب، سایبان‌های محوطه، پایه تابلوهای تبلیغاتی یا ترافیکی و... از مقاطع دایره‌ای یا لوله‌ای شکل به عنوان ستون استفاده می‌شود.



شکل ۹ ▲

### ب) ستون‌ها با مقاطع مرکب:

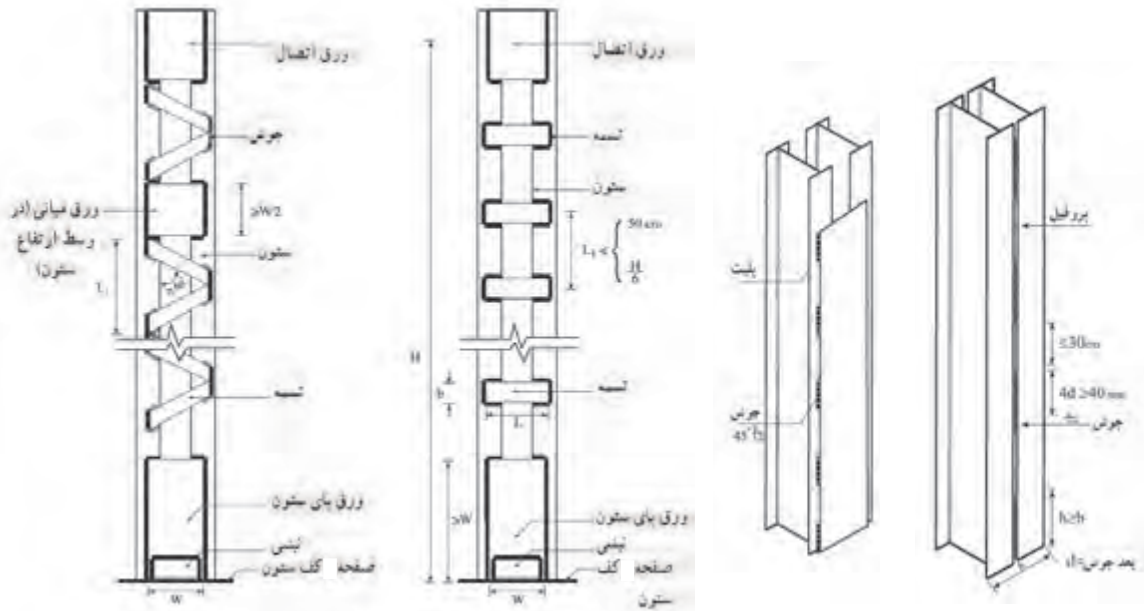
از ترکیب دو یا چند مقطع نورد شده و انواع ورق‌ها و تسمه‌ها، مقاطع مرکب حاصل می‌شود. دلایل استفاده از مقاطع مرکب عبارت‌اند از:

- ۱- در صورتی که مقاطع ساده قادر به تحمل بارهای وارده نباشند، از مقاطع مرکب استفاده می‌شود.
- ۲- در صورتی که نیاز به یک هندسه خاص وجود داشته باشد و در بازار موجود نباشد، با استفاده از مقاطع مرکب آن شکل هندسی را تولید می‌نمایند.

### انواع ستون‌ها با مقاطع مرکب:

الف) ستون‌های ساخته شده با مقاطع نورد شده  
مقاطع IPE و INP به دلیل لاغری و مشکل کمانش نمی‌توانند به صورت ساده یا منفرد مورد استفاده قرار گیرند. برای حل این مشکل معمولاً از این مقاطع به صورت دابل، دابل با ورق تقویتی سرتاسری، دابل با قیدهای موازی و غیرموازی (پا باز) استفاده می‌شود. در موارد خاص می‌توان از اتصال سه تیر آهن به هم، ورق یا بدون ورق تقویتی نیز استفاده نمود. (شکل ۱۰)





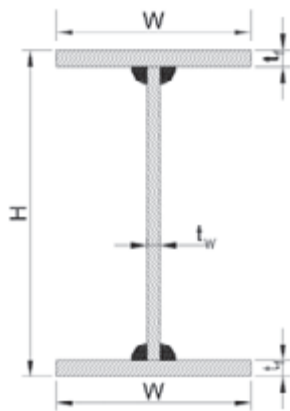
شکل ۱۰ ▲

ج) ستون‌های ساخته شده با ورق:

۱- مقاطع قوطی شکل: در صورتی که مقاطع مرکب ساخته شده با نیم‌رخ‌های نورد شده جوابگوی بارهای وارده نباشند، می‌توان با استفاده از ورق‌های فولادی انواع مقاطع ستون‌ها را با هندسه‌های گوناگون ساخت. مقاطع جعبه‌ای یا قوطی شکل (BOX) مرسوم‌ترین این نوع مقاطع می‌باشند. مقاطع جعبه‌ای اغلب به صورت مربع شکل و به ندرت به شکل مستطیل ساخته می‌شوند. این نوع مقاطع از ظرفیت باربری بالایی برخوردارند.



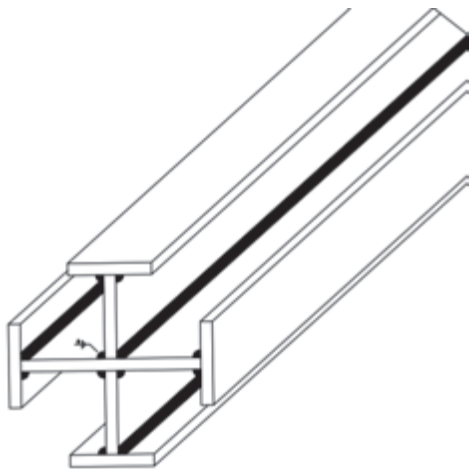
شکل ۱۱ ▲ ستون با مقاطع جعبه‌ای BOX



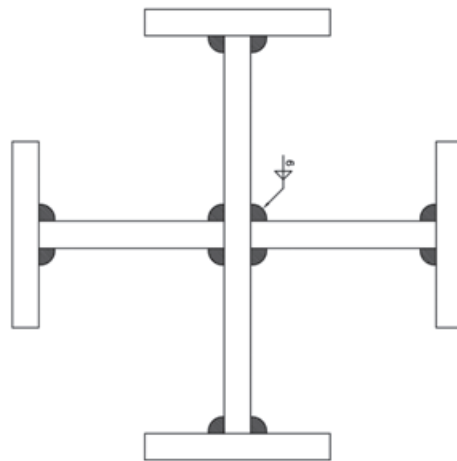
▲ شکل ۱۲

**۲- مقاطع H شکل:** که با استفاده از ورق در کارگاه یا کارخانه ساخته می‌شوند؛ عملکردی مشابه تیر آهن‌های بال پهن (IPB) دارند و معمولاً به دلیل ضخامت بیشتر ورق‌های بال و جان آنها، نسبت به مقاطع بال پهن کارخانه‌ای از ظرفیت باربری بیشتری برخوردار هستند. ستون‌های ساختمان‌های صنعتی مانند سوله‌ها از این نوع مقاطع ساخته می‌شوند (شکل ۱۲).

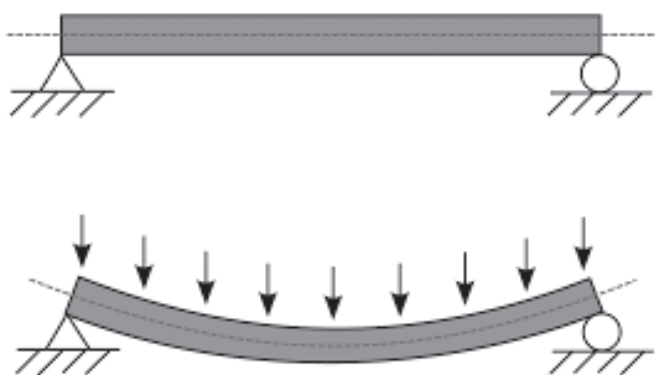
**۳- مقاطع صلیبی:** در ساختمان‌های بلند مرتبه عموماً از مقاطع صلیبی شکل به عنوان ستون استفاده می‌گردد. همانند مقاطع جعبه‌ای، تقارن شکل این نوع مقاطع باعث می‌شود که ظرفیت باربری و کمانشی آنها حول دو محور X و Y باهم مساوی باشد (شکل ۱۳).



▲ شکل ۱۳



### تیر در سازه‌های فولادی

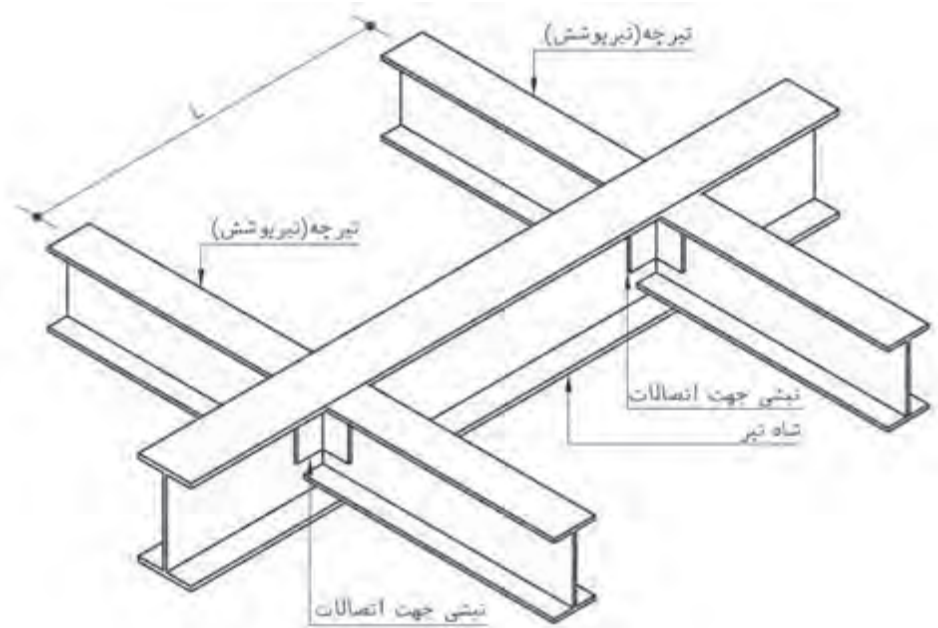


▲ شکل ۱۴ بارگذاری تیر

تیر عضوی است خمشی که بارهای عمود بر محور خود را تحمل و منتقل می‌نماید و در پوشش سقف‌ها به کار می‌رود. تیرها به دودسته اصلی یعنی پل‌ها یا شاه‌تیرها و فرعی یا تیرچه‌ها تقسیم‌بندی می‌گردند. نیروهای ناشی از بارهای مرده و زنده طبقات ابتدا به تیرهای فرعی و سپس به تیرهای اصلی و در نهایت به ستون‌های دو سرتیر انتقال می‌یابد.

## ۱- تیرهای فرعی:

تیرهای فرعی به تیرهایی اطلاق می‌شود که در کنار هم سقف را ساخته و بار خود را به شاه‌تیرها انتقال می‌دهند.



شکل ۱۵ ▲ اتصال تودلی تیر به تیر

## ۲- تیرهای اصلی:

این تیرها بار سقف را از تیرهای فرعی گرفته و به ستون‌های دو انتهای خود منتقل می‌نمایند.



شکل ۱۶ ▲ شاه‌تیرها

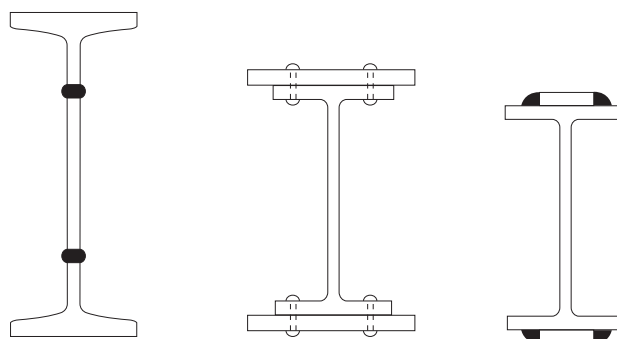
## مقاطع مورد استفاده در تیرها

بهترین مقطع برای اعضای خمشی یا تیرها، مقاطع I شکل است اما به دلیل مقدار بار وارد بر آنها، انواع مقاطع I شکل نوردشده به صورت ساده یا منفرد، تقویت شده با ورق، دابل، دابل تقویت شده، لانه زنبوری، تیرورقها و خرپاها در پوشش سقفها مورد استفاده قرار می گیرند.

در صورتی که مقطع نورد شده ساده جوابگوی بار وارده نباشد، معمولاً آنها را با ورقهای تقویتی روی بالهای پایین و بالا تقویت می نمایند (شکل ۱۷) و اگر تیرهای تقویت شده نیز جوابگوی بارهای وارده نباشد آنها را به صورت دابل یا دابل تقویت شده به کار می برند و به همین ترتیب جهت افزایش ظرفیت باربری تیرها از مقاطع لانه زنبوری شده، تیرورقها (شکل ۱۸) و در نهایت از خرپاها استفاده می شود.



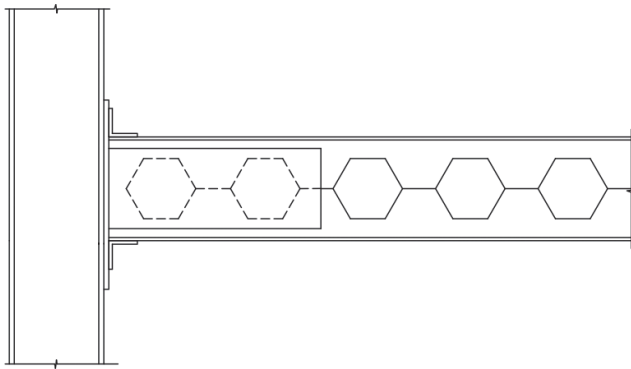
▲ شکل ۱۷



▲ شکل ۱۸

### تیرهای لانه زنبوری:

یکی از راههای افزایش ظرفیت خمشی تیر آهن، افزایش ارتفاع مقطع آن است. لانه زنبوری نمودن تیر آهن باعث افزایش حدود ۱/۵ برابری ارتفاع آن می شود. به عنوان مثال تیر آهن نمره ۲۰ تبدیل به تیر آهنی با ارتفاع حدود ۳۰ سانتی متر می شود اما وزنی برابر با تیر آهن نمره ۲۰ دارد. لذا این کار باعث سبکی و مقرون به صرفه شدن تیر می گردد. همچنین از حفرات ایجاد شده در جان این تیرها می توان برای عبور تجهیزات تأسیسات برقی و مکانیکی استفاده نمود. به منظور تقویت برشی جان این نوع تیرها معمولاً دو حفره ابتدا و انتهای آنها ایجاد و نیز محل اتصال تیرهای تودلی را با ورق پر می نمایند.



شکل ۱۹ ▲ تیر لانه‌زنبوری

روش‌های برش تیر لانه زنبوری:

الف) روش سرد:

در این روش تیر آهن به کمک قیچی صنعتی (گیوتین) بریده می‌شود.

ب) روش گرم، هوا برش (برنول):

به کمک شعله حاصل از گاز استیلن و اکسیژن، تیر آهن برش داده می‌شود.

روش‌های ساخت تیر لانه زنبوری:

الف) روش باینر:

در این روش ارتفاع تیر آهن به ۴ قسمت تقسیم می‌شود. گام‌های افقی

نیز به اندازه  $\frac{h}{4}$  خواهد بود. مطابق

شکل روبه‌رو خط برش روی شابلن

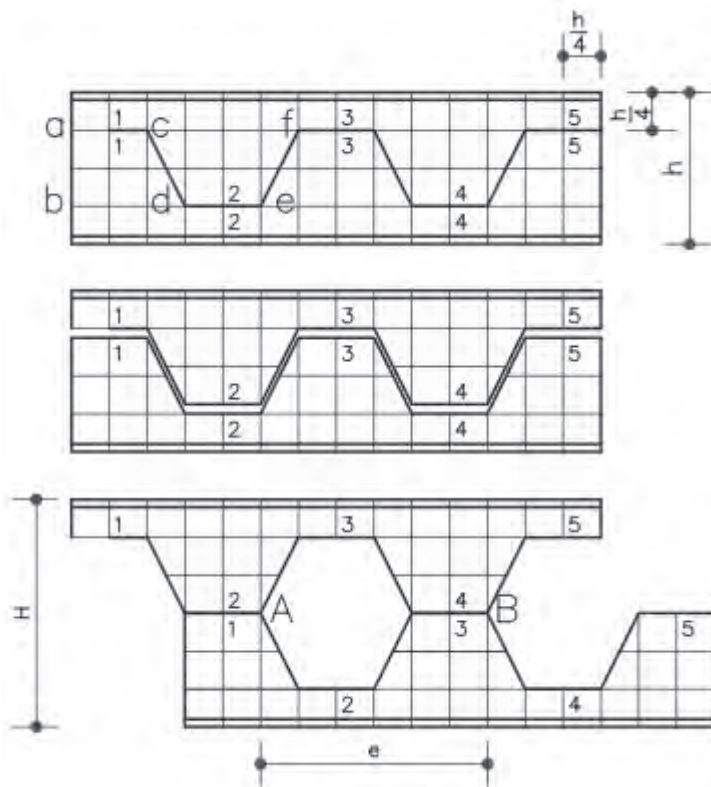
انجام می‌شود. سپس نیمه بالایی

تیر آهن را به اندازه یک دندان حرکت

داده تا تیر لانه‌زنبوری ایجاد گردد.

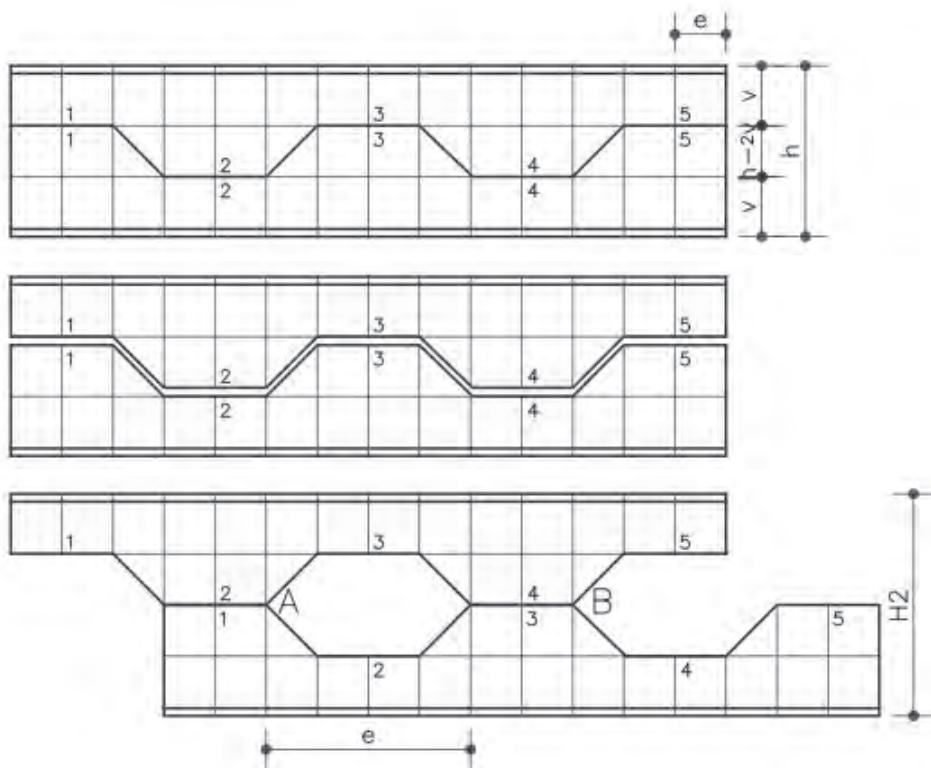
ارتفاع جدید تیر آهن  $H = 1/5 \times h$

خواهد بود.



شکل ۲۰ ▲ روش باینر برای لانه‌زنبوری

ب) **روش لیتسکا:** در این روش با توجه به ظرفیت خمشی مورد انتظار برای تیرآهن و به کمک مقادیر  $v$  و  $e$  مربوط به هر پروفیل که از جداول استاندارد پروفیلها استخراج می شود، مطابق الگوی زیر بریده می شود. ارتفاع تیر زنبوری شده از این روش مقداری کمتر از روش باینر و برابر  $H_p = 2 \times (h - v)$  می باشد.



شکل ۲۱ ▲ روش لیتسکا برای لانه زنبوری

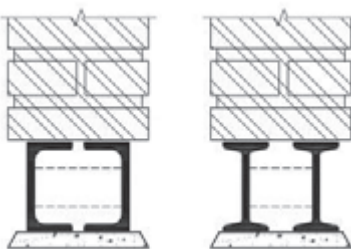
شابلون انواع مقاطع IPE را با راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از ورق گالوانیزه یا فیبر و یا مقوا به روش های باینر و لیتسکا به طول یک متر تهیه نموده و تحویل دهید.

فعالیت  
عملی ۱



### نعل درگاه ها:

تیر پوشش دهانه بالای بازشوها نظیر در و پنجره را جهت تحمل وزن سقف یا دیوار روی آنها نعل درگاه می نامند. با توجه به سه عامل دهانه بازشو، ضخامت و ارتفاع دیوار روی نعل درگاه می توان از تیرآهن یا ناودانی و یا نبشی به صورت دابل به عنوان نعل درگاه استفاده نمود. نشیمن نعل درگاه حداقل ۲۵ سانتی متر روی دیوارهای طرفین بازشو در نظر گرفته می شود.



شکل ۲۲ ▲



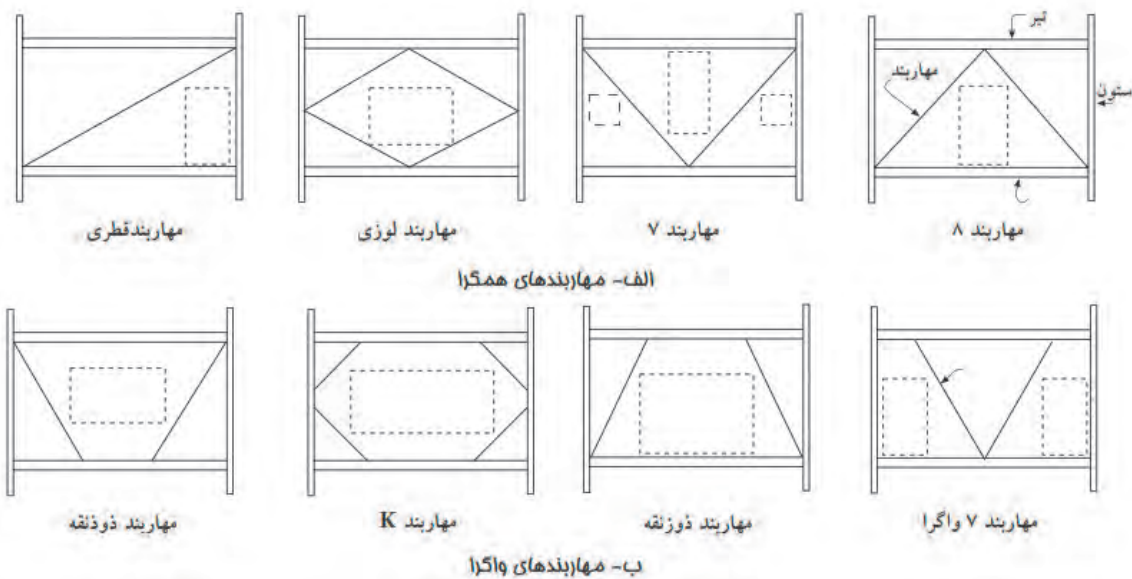
شکل ۲۳ ▲ لاپه‌ریزی سقف

### لاپه‌ها:

به تیرهایی که در پوشش سقف‌های شیب‌دار به کار گرفته می‌شود، لاپه می‌گویند. لاپه‌ها را در این سقف‌ها از مقاطع Z، قوطی و ناودانی به کار می‌گیرند.

### انواع مهاربند در سازه‌های فولادی

اعضای مقاوم در برابر نیروهای جانبی را مهاربند می‌نامند. مهاربندها به دو دسته همگرا و واگرا تقسیم می‌شوند. انتخاب نوع مهاربند در سازه‌های فولادی با توجه به سیستم باربر جانبی سازه و محدودیت‌های معماری انجام می‌شود.



شکل ۲۴ ▲ انواع مهاربند

### مهاربندهای همگرا:

هرگاه محور اعضای مهاربند و تیر و ستون در یک نقطه به هم برسند، مهاربند را همگرا می‌نامند.

### مهاربند ضربدری (قطری):

رایج‌ترین نوع مهاربند همگرا در سازه‌های فولادی است و معمولاً در قاب‌های پیرامونی سازه یا در محل‌هایی که بازشو از قبیل در و پنجره نداشته باشیم اجرا می‌گردد. هرگاه به دلایل ملاحظات معماری مانند بازشوها امکان استفاده از مهاربند ضربدری نباشد، سایر انواع مهاربندها مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۲۵ ▲

### مهاربندی ۷ و ۸ (شورن و شورن معکوس):

اگر به دلیل وجود بازشو نتوانیم از مهاربند ضربدری استفاده کنیم، این نوع مهاربندها جایگزین مناسبی خواهند بود. تیر دهانه مهاربندی شده در این روش، به دلیل وارد شدن نیرو از مهاربند، قوی تر از تیر دهانه مهاربندی شده با بادبندی ضربدری خواهد شد.



شکل ۲۶ ▲ مهاربند ۷ و ۸ همگرا

### مهاربند واگرا:

در مهاربندهای واگرا محور اعضای مهاربند و تیر و ستون در یک نقطه به هم نمی‌رسند.

### مهاربند دوزنقه‌ای:

این نوع مهاربند زمانی اجرا می‌شود که عرض بازشو زیاد بوده و اجرای مهاربندی ۷ و ۸ امکان پذیر نباشد.



شکل ۲۷ ▲ مهاربند دوزنقه‌ای



## سقف‌ها در سازه‌های فولادی:

### ۱- سقف تیرچه بلوک:

تیرچه‌های این نوع سقف را با استفاده از یک خرپای پیش‌ساخته از میل‌گرد و پاشنه بتنی در کارخانه تولید می‌نمایند و سپس در کارگاه با فواصل ۵۰ سانتی بر روی تیرهای سقف قرار می‌دهند و زیر آنها را شمع‌بندی می‌نمایند. فاصله بین تیرچه‌ها را با بلوک سفالی یا بتنی و یا پلی‌استایرن (یونولیت) پر نموده سپس یک شبکه میل‌گرد نمره ۶ به عنوان حرارتی به فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی سقف اجرا می‌گردد و در نهایت داخل جان تیرچه‌ها و روی بلوک‌ها را به ضخامت حداقل ۵ سانتی‌متر بتن‌ریزی می‌نمایند. پس از بتن‌ریزی و سپری شدن مدت زمان لازم مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، به مرور شمع‌های زیر سقف را برداشته و طبقه بعدی را اجرا می‌نمایند.



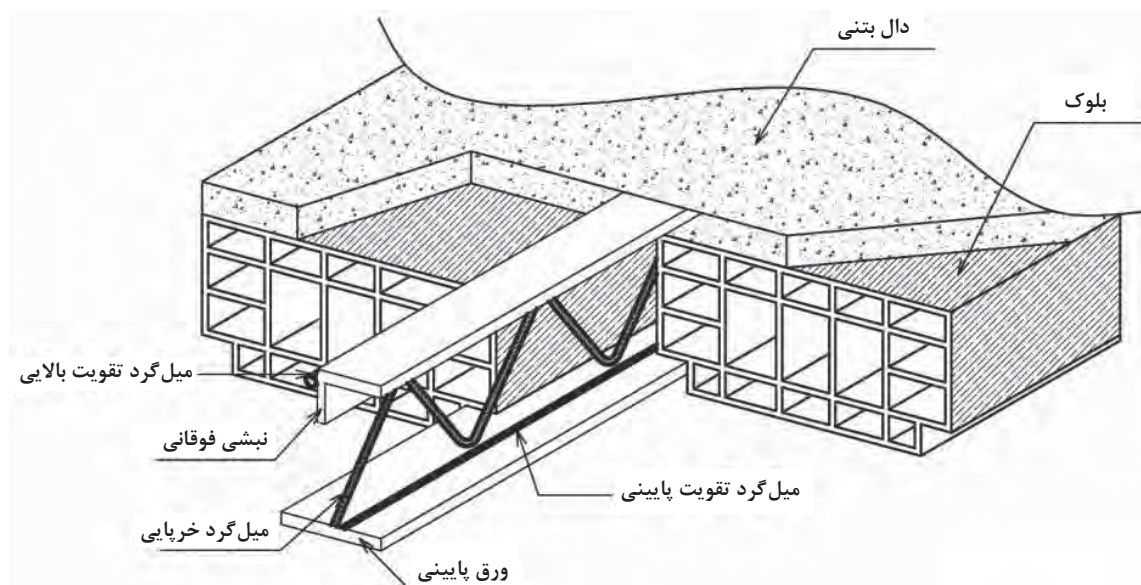
شکل ۲۸ ▲ سقف تیرچه بلوک



شکل ۲۹ ▲ سقف تیرچه و یونولیت

## ۲- سقف تیرچه با جان باز:

این نوع سقف با نام تجاری کرمیت شناخته می‌شود و عملکردی مشابه سقف تیرچه بلوک دارد. در تیرچه‌های با جان باز به جای میل‌گردهای پایینی از تسمه فولادی و علاوه بر میل‌گرد بالایی از نبشی استفاده می‌شود و پاشنه بتنی حذف می‌گردد. به دلیل خودایستایی تیرچه‌ها، این نوع سقف نیاز به شمع‌بندی زیر تیرچه ندارد و می‌توان چندین سقف را هم‌زمان اجرا نمود.



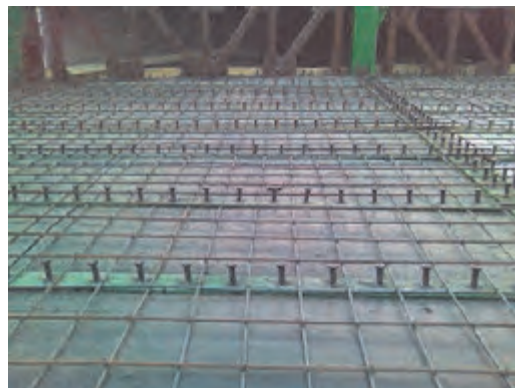
شکل ۳۰ ▲

### ۳- سقف مرکب یا کامپوزیت:

این نوع سقف تشکیل شده از تیرچه‌های فولادی و یک دال بتنی که به وسیله برشگیرهای جوش شده به تیرچه‌ها با یکدیگر درگیر و یکپارچه می‌شوند. به دلیل عملکرد ترکیبی بتن و فولاد این نوع سقف را مرکب یا کامپوزیت می‌نامند.

تیرچه‌های فلزی را با توجه به طول دهانه، فاصله بین آنها و بار سقف طراحی و اجرا می‌نمایند و

مابین آنها را قالب‌بندی می‌کنند سپس یک شبکه فولادی از میل‌گرد مطابق نقشه روی آن اجرا نموده و در نهایت یک دال بتنی به ضخامت حداقل ۸ سانتی‌متر روی تیرچه‌ها اجرا می‌گردد. به دلیل خودایستایی تیرچه‌ها در این نوع سقف نیاز به شمع‌بندی نبوده و اجرای چند سقف به طور هم‌زمان امکان‌پذیر می‌باشد. معمولاً برای ساخت تیرچه‌های فولادی از مقاطع I شکل یا لانه زنبوری و برای برشگیرها از نبشی، ناودانی یا گل‌میخ استفاده می‌شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۱ ▲



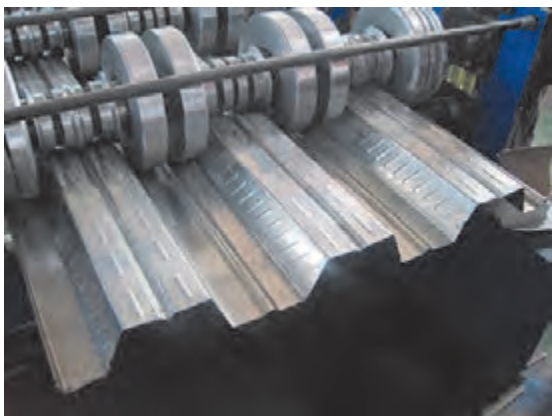
شکل ۳۲ ▲ سقف مرکب به همراه برشگیرها

#### ۴- سقف عرشه فولادی:

طراحی و عملکرد این نوع سقف تشابه زیادی با سقف مرکب دارد. در این روش از ورق‌های گالوانیزه دوزنقه‌ای شکل به عنوان قالب دائمی زیر دال استفاده می‌شود. مزیت مهم این روش نیز عدم نیاز به شمع‌بندی است. لذا می‌توان هم‌زمان چندین سقف را با هم بتن‌ریزی نمود. در این روش معمولاً از گل‌میخ‌ها به عنوان برشگیر استفاده می‌شود.



شکل ۳۳ ▲ سقف عرشه فولادی



شکل ۳۵ ▲ روش تولید ورق عرشه فولادی



شکل ۳۴ ▲ روش نصب گل‌میخ روی سقف عرشه فولادی

## اتصالات در سازه‌های فولادی

به عاملی که دو یا چند عضو را جهت انتقال نیرو، به یکدیگر مرتبط می‌سازد، اتصال گفته می‌شود.

### انواع اتصالات در سازه‌های فولادی:

الف) اتصال ساده یا مفصلی (گیرداری تا ۲۰٪)

ب) اتصال نیمه‌گیردار (گیرداری بین ۲۰٪ تا ۹۰٪)

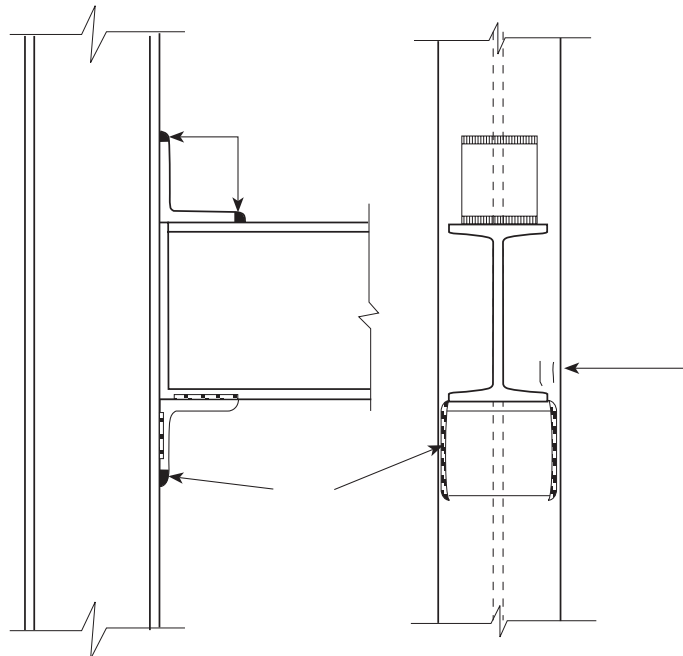
ج) اتصال صلب یا گیردار (گیرداری بیشتر از ۹۰٪)

لازم به توضیح است که تعیین درجه گیرداری اتصالات نیاز به انجام آزمایش و بررسی دقیق دارد.

**الف) اتصال ساده، مفصلی یا لولایی تیر به ستون:** در این نوع اتصال امکان چرخش تیر نسبت به ستون وجود دارد و به همین دلیل لنگر از تیر به ستون منتقل نمی‌شود. اما به دلیل مقاومت در مقابل نیروی برشی و طراحی اتصال بر این اساس، این نوع اتصال را اتصال برشی یا قیچی نیز می‌نامند. انواع اتصال ساده تیر به ستون به شرح ذیل است.

### ۱- اتصال با نبشی نشیمن:

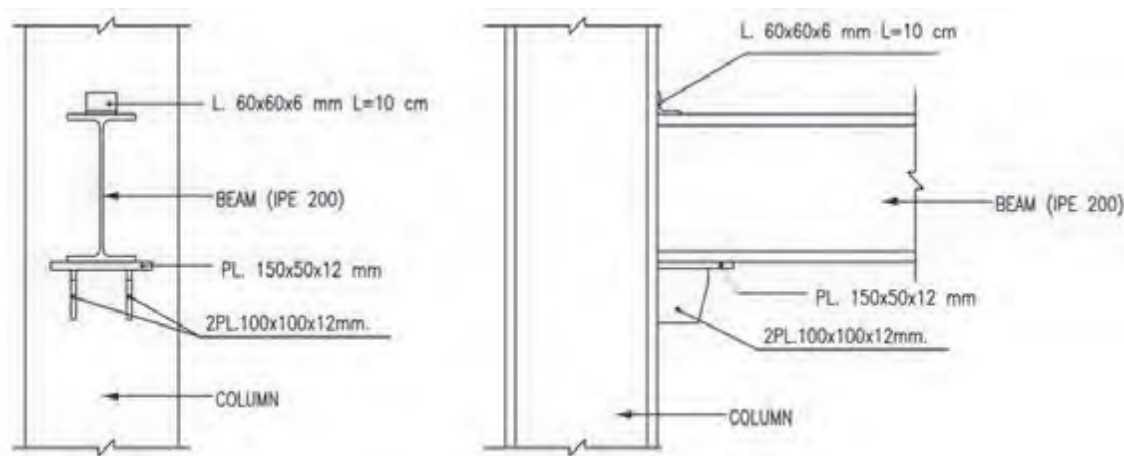
نبشی نشیمن در کارخانه و روی شاسی در تراز مورد نظر به ستون جوش می‌شود و در زمان نصب تیر، بال پایینی تیر روی آن قرار می‌گیرد. نبشی بالایی تیر، که فقط جنبه اجرایی داشته و جلوی حرکت تیر و واژگونی آن را می‌گیرد، پس از نصب تیر، بر روی بال فوقانی آن جوش می‌شود.



شکل ۳۶ ▲ اتصال با نبشی نشیمن

## ۲- اتصال با نشیمن تقویت شده یا براکت:

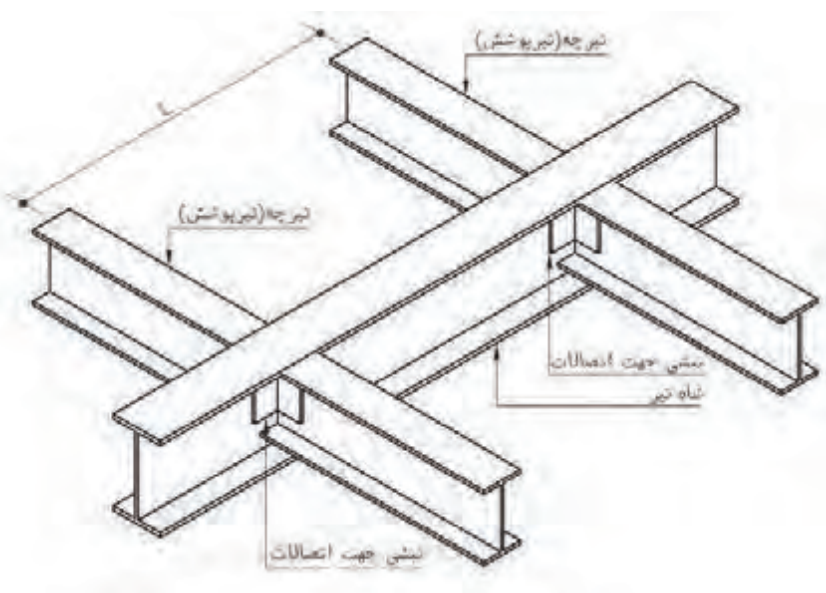
در دهانه‌های بزرگ نیروی برشی منتقل شده از تیر به ستون زیاد می‌باشد و نبشی به تنهایی توان تحمل نیروهای وارده را ندارد، لذا نبشی زیرین را به وسیله ورق‌های مستطیلی یا لچکی تقویت می‌نمایند که آن را اتصال با نبشی نشیمن تقویت شده می‌نامند. به جای نبشی نشیمن می‌توان از ترکیب ورق زیرسری و لچکی (براکت) نیز به عنوان نشیمن استفاده نمود.



شکل ۳۷ ▲ اتصال با نشیمن تقویت شده

## ۳- اتصال با جفت نبشی جان:

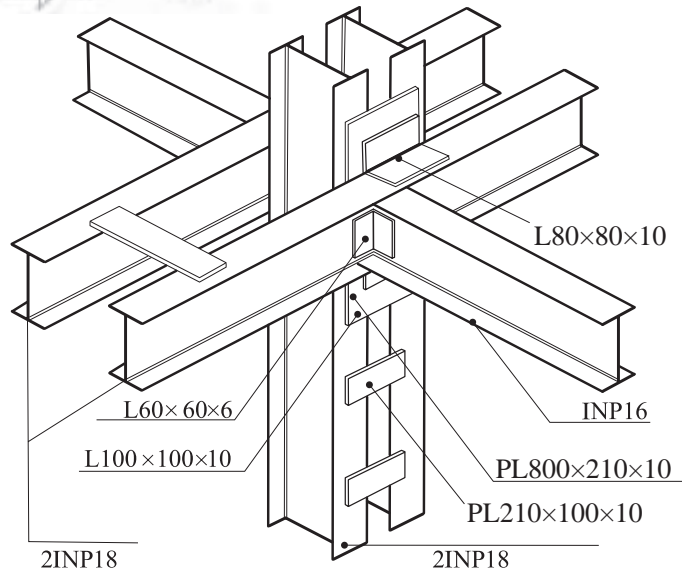
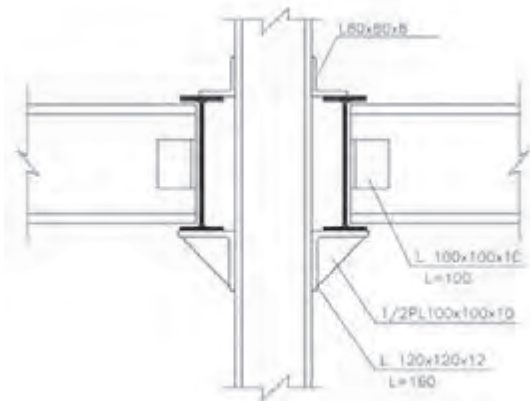
معمولاً از این نوع اتصال در اتصال تودلی تیر به تیر استفاده می‌شود. برای تأمین عملکرد مفصلی، فقط ساق‌های عمودی نبشی‌ها به جان تیر جوش داده می‌شود.



شکل ۳۸ ▲ اتصال با جفت نبشی جان

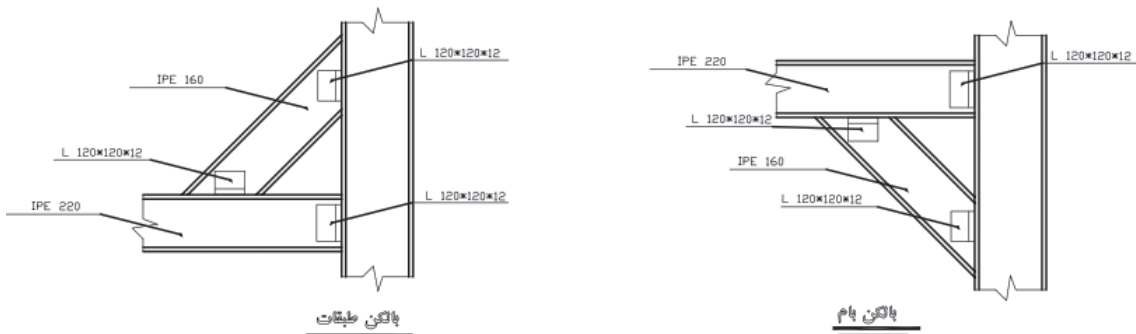
#### ۴- اتصال خورجینی:

در این نوع اتصال، شاه‌تیرها به صورت ممتد از طرفین ستون عبور می‌کنند. به دلیل اجرای سرتاسری تیر، نسبت به حالت منقطع، نمره تیر آهن مورد نیاز در طراحی کاهش می‌یابد و باعث کاهش هزینه می‌گردد. در این حالت تیرهای سرتاسری روی نبشی نشیمنی که قبلاً به ستون جوش شده قرار می‌گیرد و یک نبشی نمره پایین‌تر نیز بال فوقانی تیر را به ستون متصل می‌نماید.



شکل ۳۹ ▲ اتصال خورجینی

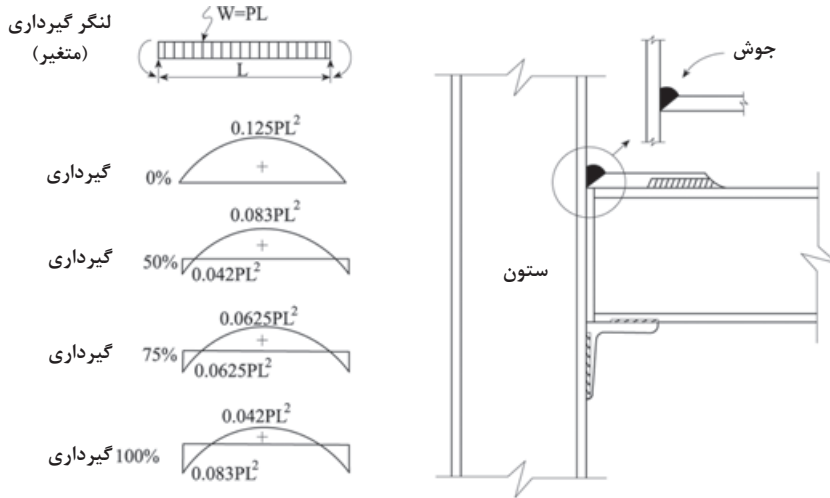
۵- اتصال تیر کنسول به ستون: این نوع اتصال به کمک اعضای مورب که اصطلاحاً دستک نامیده می‌شود، انجام می‌شود. در صورت عدم وجود محدودیت معماری، اجرای دستک در ناحیه فوقانی به دلیل رفتار کششی آن بهتر از دستک تحتانی است و در صورت عدم استفاده از دستک، باید یا تیر را به صورت پیوسته تا انتهای کنسول ادامه داد و یا اتصال تیر کنسول به ستون را از نوع گیردار اجرا نمود.



شکل ۴۰ ▲ اتصال تیر کنسول به ستون

### ب) اتصال نیمه صلب یا نیمه گیردار تیر به ستون:

اگر در یک اتصال مفصلی امکان دوران تیر نسبت به ستون را تا حدودی محدود نماییم، مقداری لنگر از تیر به ستون انتقال می یابد که اتصال نیمه گیردار را به وجود می آورد. برای اجرای این اتصال می توان از ترکیب ورق و نبشی استفاده نمود.

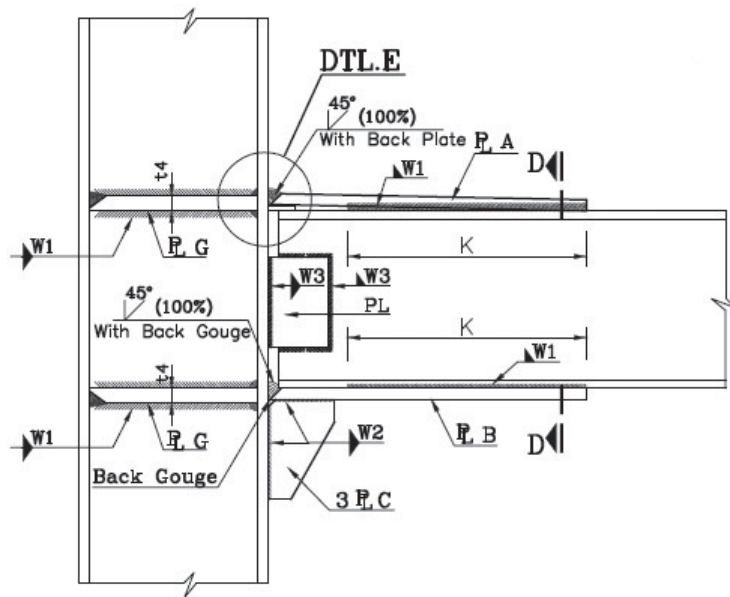


شکل ۴۱ ▲ اتصال نیمه گیردار

### ج) اتصال صلب یا گیردار یا برشی - خمشی تیر به ستون:

در این نوع اتصال، از امکان چرخش تیر نسبت به ستون به شدت کاسته می شود و تقریباً به صفر

می رسد. به همین دلیل هم لنگر و هم نیروی برشی از تیر به ستون منتقل می شود. برای طراحی و اجرای این نوع اتصالات می توان از نقشه های از پیش تأیید شده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان نیز استفاده نمود. انواع حالات مختلف این اتصال به شرح ذیل است.



تیر به ستون برای تیرهای تپ  
for bame B8-B9

شکل ۴۲  
اتصال گیردار





شکل ۴۳ ▲ ورق کله‌گاو

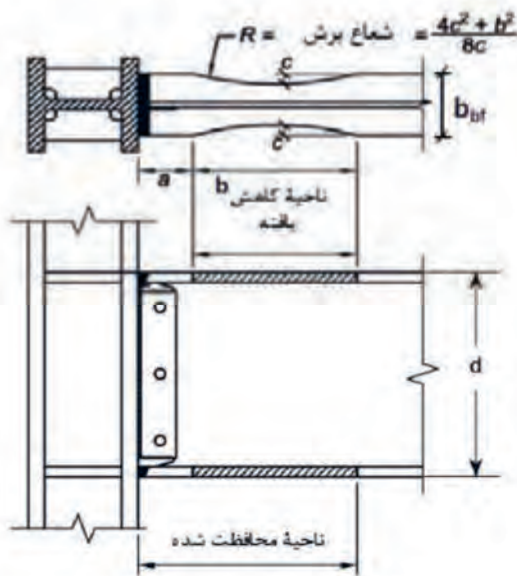


شکل ۴۴ ▲

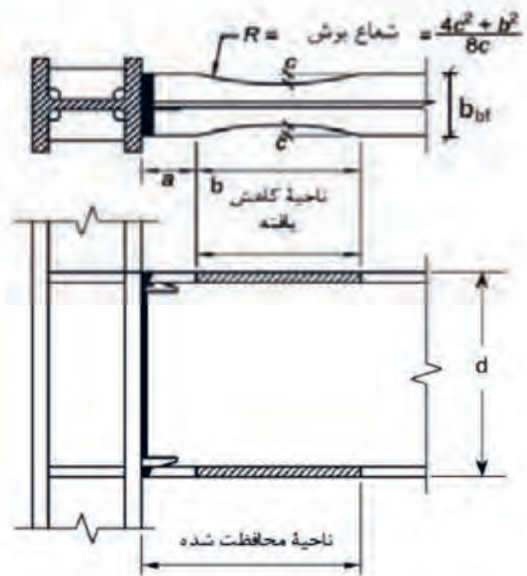
### ۱- اتصال با ورق زیرسری و روسری:

ورق زیرسری در تراز بال زیرین تیر و در هنگام ساخت ستون در کارخانه یا کارگاه به ستون جوش می‌شود. این ورق باید پهن‌تر از عرض شاه‌تیر باشد تا جوش بال پایینی تیر به آن امکان‌پذیر باشد. ورق روسری را پس از نصب تیر روی بال فوقانی آن نصب می‌نمایند. ورق بالاسری باریک‌تر از بال فوقانی تیر طراحی می‌شود تا جوشکاری ورق به بال فوقانی تیر به سهولت امکان‌پذیر شود و نیازی به جوش در وضعیت بالاسری یا زیرسقفی نباشد. به همین دلیل معمولاً این ورق به صورت دوزنقه اجرا می‌شود که به ورق کله‌گاو معروف است. (شکل‌های ۴۳ و ۴۴)

برای تحمل نیروی برشی در محل اتصال تیر به ستون، از جفت نبشی جان، نبشی نشیمن و یا نشیمن تقویت‌شده (براکت) استفاده می‌شود. در شکل‌های ۴۵ تا ۴۷ چند نمونه از اتصالات از پیش تأییدشده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران دیده می‌شود.

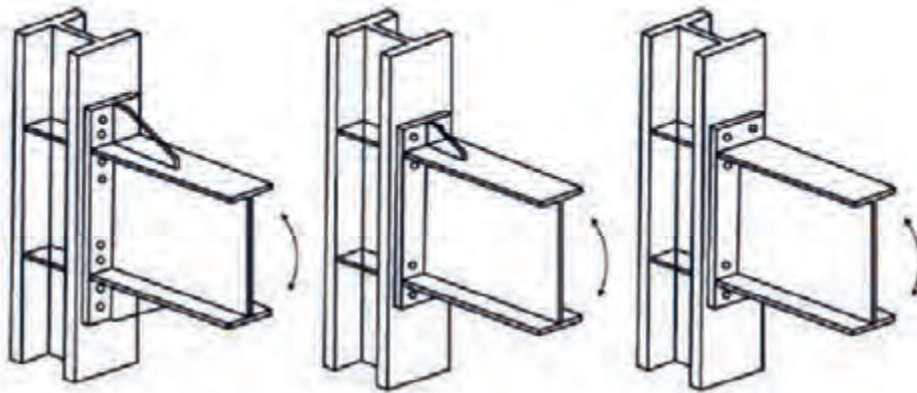


(ب) فقط برای قاب‌های خمشی متوسط



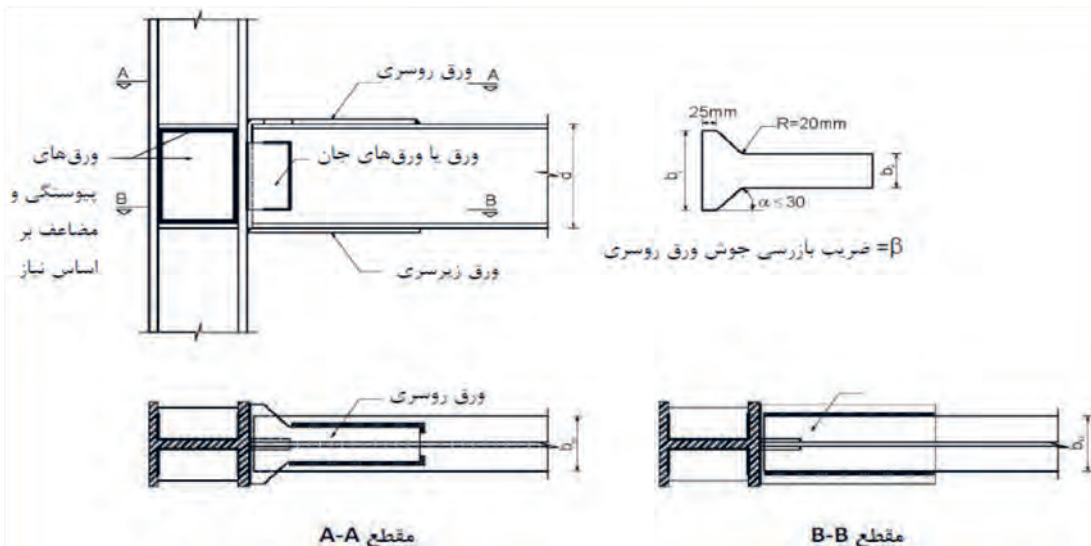
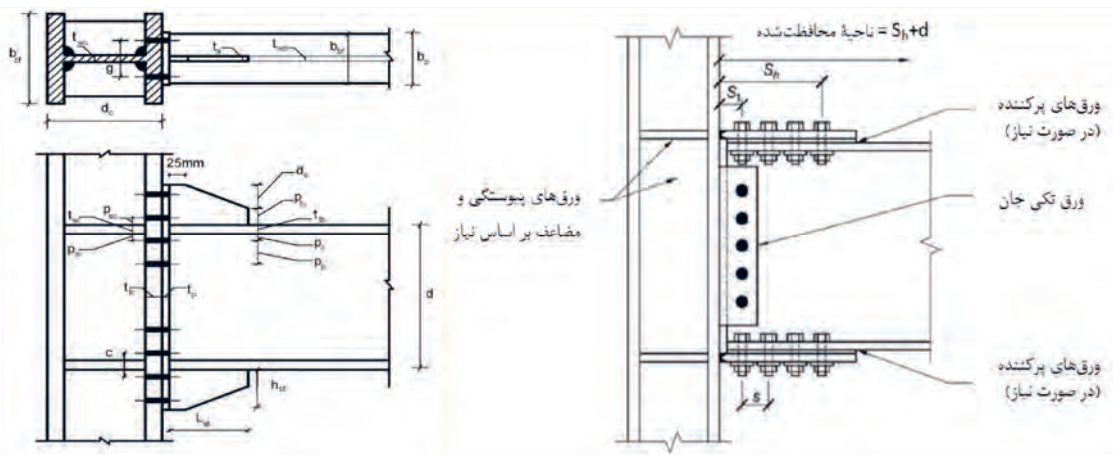
(الف) برای قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

شکل ۴۵ ▲



الف) چهاربشی بدون ورق سخت‌کننده ب) چهاربشی با ورق سخت‌کننده ب) هشت‌بشی با ورق سخت‌کننده

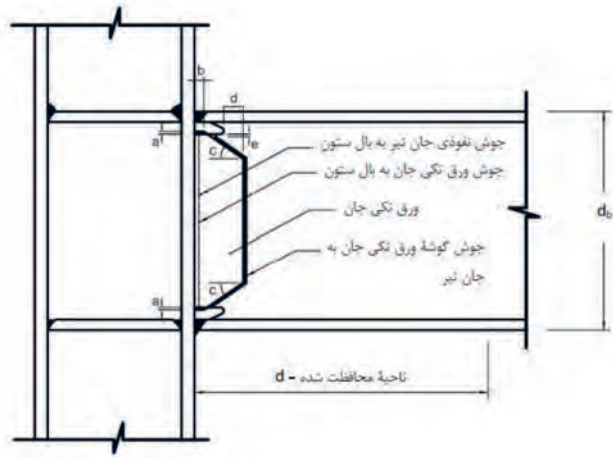
▲ شکل ۴۶



▲ شکل ۴۷ اتصالات گیردار از پیش تأییدشده



شکل ۴۸ ▲ برش کاری ورق کله‌گای



ادامه شکل ۴۷ ▲ اتصالات گیردار از پیش تأییدشده



شکل ۴۹ ▲ اتصال مستقیم ستون به کف ستون

## ۲- اتصال مستقیم:

در این حالت قسمتی از دو انتهای تیر مستقیماً در کارخانه به ستون جوش می‌شود و پس از حمل و نصب ستون‌ها، قسمت میانی تیر را در محل خود با روش‌های مختلف نظیر اتصال با ورق‌های جان و بال و یا اتصال فلنجی متصل می‌نمایند. برش دقیق تیر و گونیا بودن اتصال و اجرای جوش شیاری با نفوذ کامل، اجرای این اتصال را در کارخانه الزامی می‌نماید. از این نوع اتصال می‌توان در اتصال ستون به کف ستون نیز استفاده نمود. در شکل‌های ۴۹ و ۵۰ چند نمونه از اتصال فلنجی را مشاهده می‌کنید.

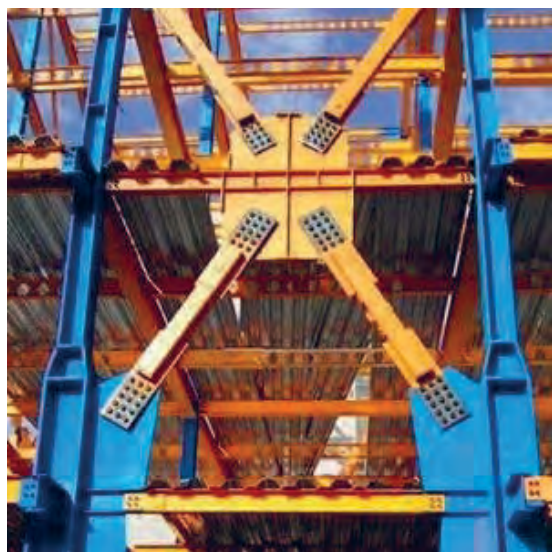
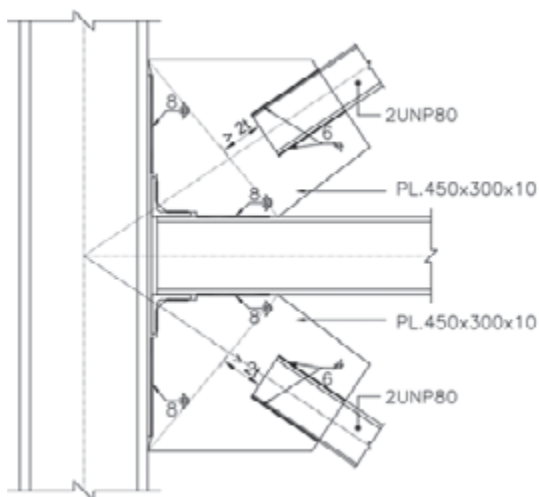


شکل ۵۰ ▲ انواع اتصال فلنجی



### اتصال مهاربندها:

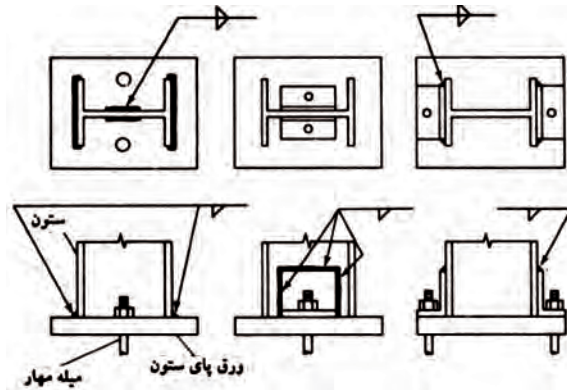
اتصال مهاربندها به ورق اتصال طوری انجام می‌شود که امکان حرکت ورق در راستای عمود بر صفحه ورق امکان پذیر باشد. این امر با رعایت فاصله انتهایی بادبند از خط تکیه‌گاهی ورق اتصال به اندازه حداقل دو برابر ضخامت ورق (۲t) مطابق شکل ۵۱ امکان پذیر می‌شود. در این حالت محورهای طولی (آکس) تیر، ستون و بادبند باید از یک نقطه عبور نمایند. در محل تقاطع بادبندهای ضربداری از ورق‌های مستطیلی استفاده می‌شود.



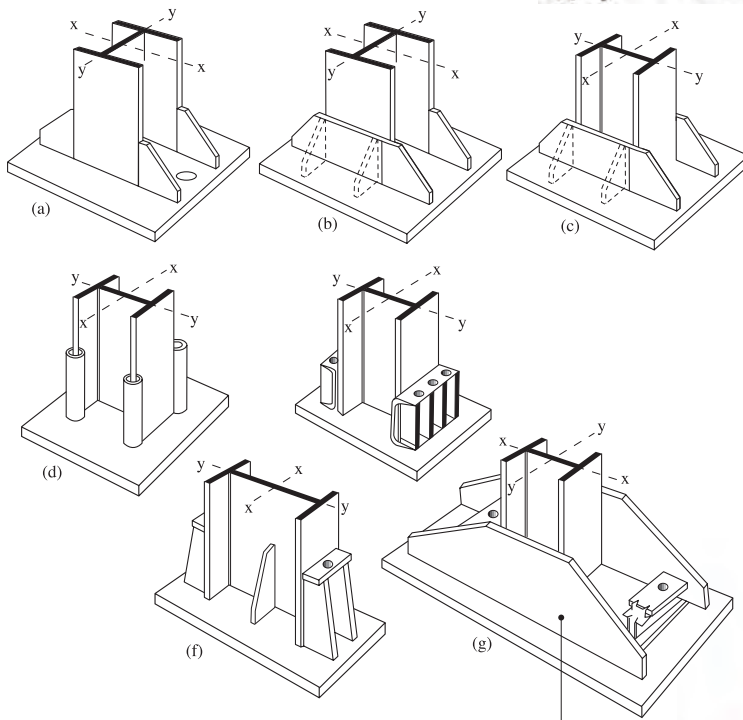
شکل ۵۱ ▲ اتصال مهاربندی

### اتصالات ستون به فونداسیون:

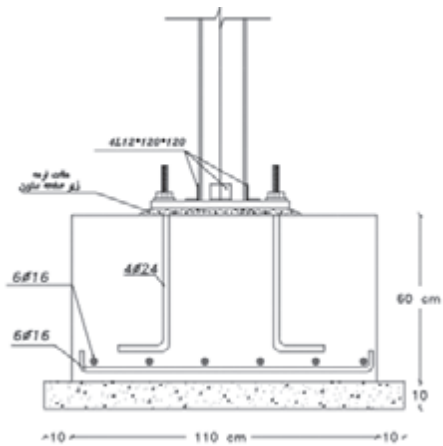
واسطه اتصال ستون فولادی به پی بتنی، صفحه کف ستون یا بیس پلینت است. صفحه کف ستون به وسیله میل مهارهایی که در اصطلاح کارگاهی بولت نامیده می‌شوند به بتن فونداسیون متصل می‌شود. در صورتی که اتصال مفصلی مورد نظر باشد، معمولاً با استفاده از نبشی و حداقل دو عدد بولت، ستون به فونداسیون متصل می‌شود (شکل ۵۲ - الف) و اگر اجرای اتصال به صورت گیردار مد نظر باشد از ورق اتصال و تعداد بولت‌های لازم بر اساس محاسبات فنی استفاده می‌شود؛ در این حالت، علاوه بر نیروهای محوری و برشی، لنگر خمشی نیز از ستون به فونداسیون انتقال می‌یابد (شکل ۵۲ - ب). صفحه کف ستون علاوه بر اینکه واسطه اتصال ستون به فونداسیون می‌شود، وظیفه پخش بارهای وارده از ستون فولادی به پی بتنی را به طوری که بتن فونداسیون قادر به تحمل آنها باشد، بر عهده دارد.



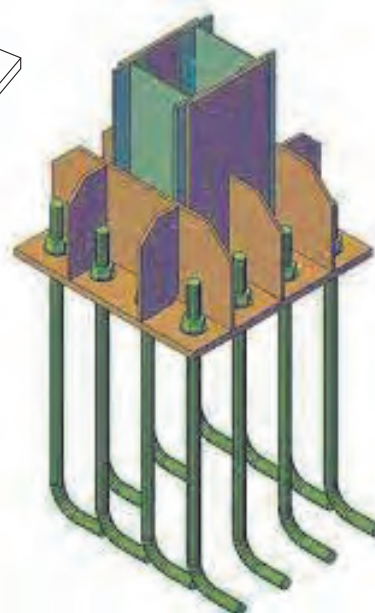
شکل ۵۲ - الف ▶ اتصال ساده ستون به ورق پای ستون



شکل ۵۲ - ب ◀ اتصال گیردار ستون به ورق پای ستون



شکل ۵۴ ▲ اتصال ساده یا مفصلی ستون به فونداسیون



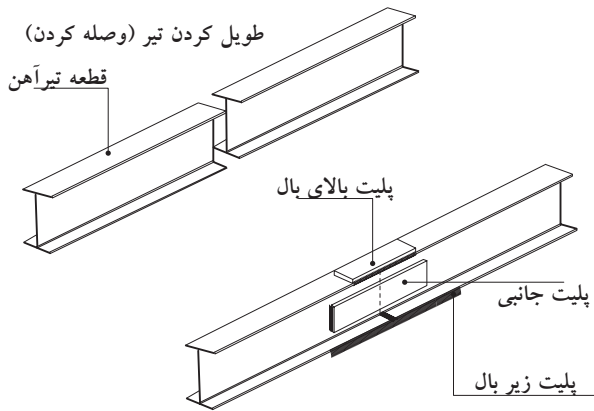
شکل ۵۳ ▲ اتصال گیردار ستون به فونداسیون

## وصله اعضا:

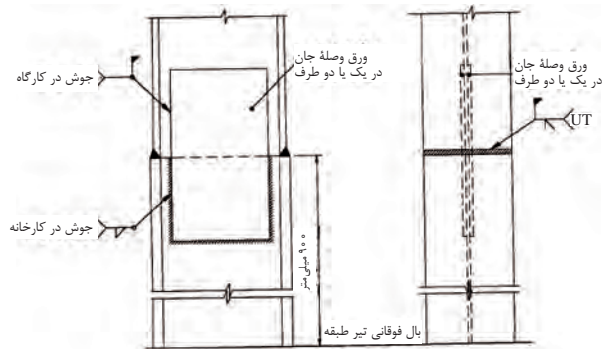
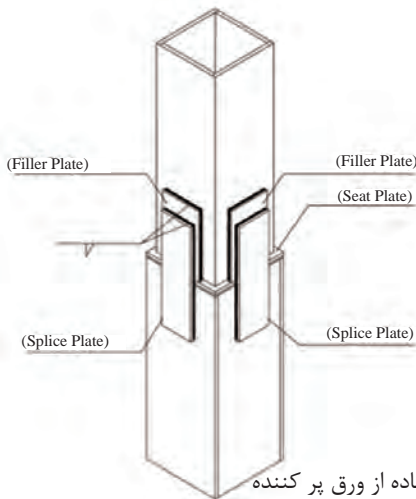
طول استاندارد پروفیل‌های موجود در بازار ۶ یا ۱۲ متر است و طول تیر، ستون و اعضای مهاربندی تابع نقشه‌های سازه‌ای است و در بیشتر مواقع، برش کاری و وصله این اعضا ضرورت می‌یابد. وصله اعضا در سه حالت زیر اتفاق می‌افتد:

۱- طول مورد نیاز برای عضو بیشتر از پروفیل‌های موجود در بازار باشد.

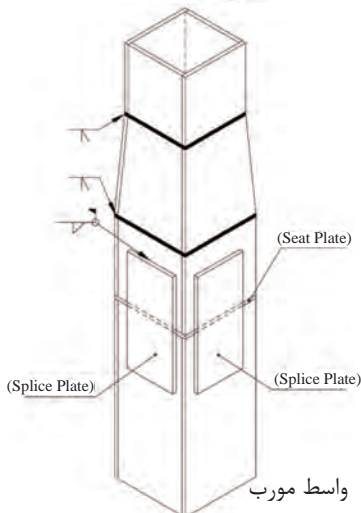
۲- جلوگیری از هدر رفتن (پرت مصالح)؛ به عنوان مثال به کمک وصله، یک تیر فولادی ۶/۵ متری را می‌توان از وصله دو قطعه ۳ و ۳/۵ متری ساخته و مورد استفاده قرار داد. (شکل‌های ۵۵ و ۵۶)



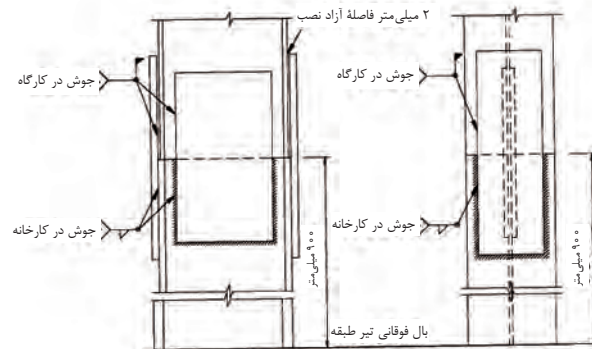
شکل ۵۵ ▲



(الف) اتصال لب‌به‌لب بال و ورق وصله جان



شکل ۵۶ ▲

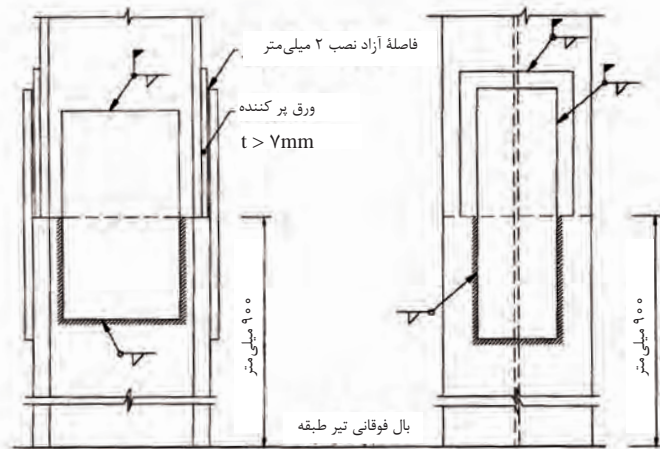


(ب) اتصال با ورق وصله بال جان

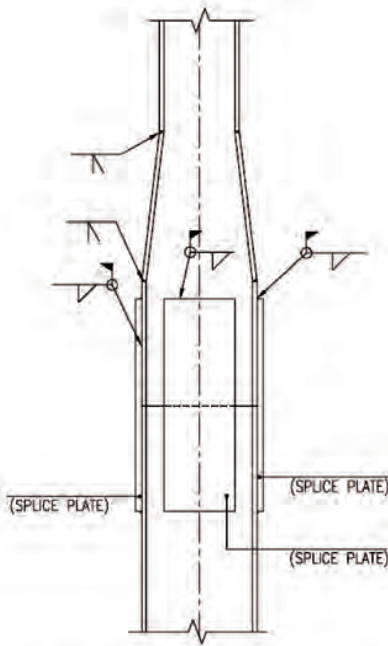


۳- تغییر مقطع عضو؛ که اغلب در ستون‌ها اتفاق می‌افتد به وسیله وصله و ورق‌های پرکننده انجام می‌شود. (شکل ۵۸)

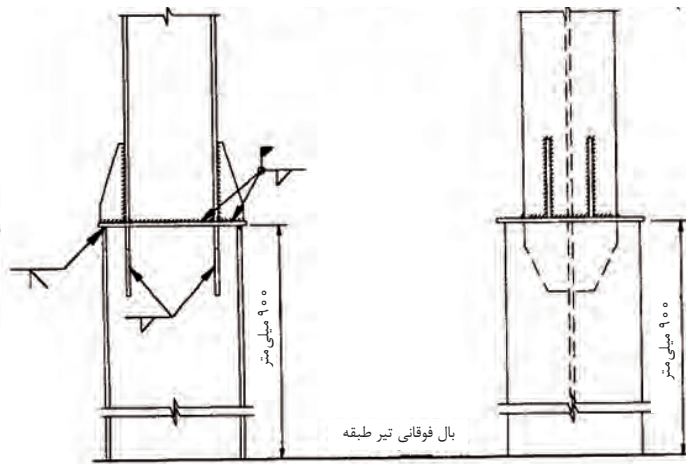
شکل ۵۷  
وصله پیچی ستون



الف) اتصال با ورق وصله بال و جان با ورق پرکننده با ضخامت بیش از ۷ میلی‌متر



پ) اتصال بدون ورق پرکننده و ورق سر (تغییر مقطع کله‌قندی)



ب) اتصال با ورق سر (صفحه تقسیم فشار)

شکل ۵۸ ▲

## انواع سامانه (سیستم) های ساختمانی

ترکیب اعضای باربر نیروهای قائم نظیر تیرها و ستون‌ها و اعضای باربر نیروهای جانبی نظیر بادبندها یا دیوارهای برشی بتنی و فولادی و نحوه اتصال آنها را که تشکیل یک قاب می‌دهند، سامانه یا سیستم ساختمانی می‌نامند.

بارهای قائم یا ثقلی شامل بارهای مرده و زنده ساختمان به ترتیب از تیرهای فرعی به شاه‌تیرها، ستون‌ها و در نهایت به فونداسیون و زمین منتقل می‌شوند.

نیروهای جانبی نظیر باد و زلزله نیز توسط مهاربندی‌ها و دیوارهای برشی و یا اتصالات گیردار تیر به ستون جذب شده و به ستون‌ها و در نهایت به فونداسیون و زمین منتقل می‌گردد.

### انواع سامانه‌های ساختمانی عبارت‌اند از:

۱- سامانه قاب با اتصالات مفصلی (ساده):

در این سامانه، اتصال تیر به ستون به صورت مفصلی می‌باشد و لنگری به ستون منتقل نمی‌شود. در این نوع قاب‌ها، نیروهای قائم توسط تیرها و ستون‌ها تحمل می‌شود و به دلیل مفصلی بودن اتصال تیر به ستون، در اثر اعمال نیروی جانبی نظیر باد و زلزله، سازه تغییر شکل زیادی داده و ناپایدار می‌شود. به همین دلیل برای مهار نیروهای جانبی باید از مهاربند در تعدادی از دهانه‌های بین ستون‌ها استفاده کرد. محل قرارگیری بادبندها معمولاً تابع ملاحظات معماری نظیر محل بازشوها و تأمین پارکینگ مورد نیاز می‌باشد. (شکل ۵۹)

۲- سامانه قاب خمشی:

در قاب‌های خمشی اتصال تیر به ستون به صورت گیردار می‌باشد. قاب خمشی می‌تواند هم نیروهای قائم و هم نیروهای جانبی را توسط تیرها و ستون‌ها تحمل نماید. در این سامانه ابعاد تیرها و ستون‌ها از طبقه بالا به پایین افزایش می‌یابد. (شکل ۶۰)



شکل ۵۹ ▲ اتصال مفصلی



شکل ۶۰ ▲ قاب خمشی





شکل ۶۱ ▲ دیوار برشی فولادی

۳- سامانه قاب دوگانه یا ترکیبی:  
در ساختمان‌های بلند مرتبه و یا ساختمان‌های نامتعارف که قاب خمشی به تنهایی تحمل نیروهای جانبی را ندارد و یا میزان تغییرشکل جانبی سازه از حد مجاز آیین‌نامه بیشتر می‌باشد، از ترکیب قاب خمشی و مهاربند، یا قاب خمشی و دیوار برشی فولادی یا بتنی استفاده می‌شود که به سامانه دوگانه یا ترکیبی معروف است.

## وسایل اتصال در سازه‌های فلزی

وسایل اتصال در سازه‌های فولادی عبارت‌اند از:

الف) جوشکاری

ب) پیچ و مهره

ج) پرچ

### الف) جوشکاری

اتصال دائمی دو قطعه به یکدیگر به وسیلهٔ گرما و فشار یا بدون فشار و یا بدون فلز پرکننده (فلز جوش) را جوشکاری می‌گویند. در این فرایند، چون جنس فلز جوش با فلز مبنا یکی است، با هم ترکیب شده و پس از سرد شدن خواص جوش با فلز مبنا یکی خواهد بود.



شکل ۶۲ ▲



▲ شکل ۶۳

در خصوص اجرای عملیات جوشکاری، مطالب مربوط به این فرایند، مطابق با نمودار روبه‌رو تشریح می‌شود.

### لوازم و تجهیزات جوشکاری:

برای انجام عملیات جوشکاری صحیح و رسیدن به اتصال جوشی مطلوب، استفاده از تجهیزات و ابزار استاندارد ضروری است. ابزار و تجهیزات استاندارد مورد نیاز در فرایند جوشکاری عبارت‌اند از: **الف) دستگاه جوش:** وظیفه تأمین انرژی لازم جهت ایجاد قوس الکتریکی را دارد. تنظیم شدت جریان و آمپرهای مختلف برای اجرای جوش به کمک این وسیله انجام می‌شود.



▲ شکل ۶۴ دستگاه جوش



▲ شکل ۶۵ لوازم جوشکاری

**ب) الکتروود:** شامل مغزی یا فلز پرکننده و روکش است و در انواع مختلف براساس مقاومت نهایی مورد نیاز جوش و وضعیت جوشکاری تولید می‌شود. مطابق استاندارد جوش آمریکا (AWS) نام‌گذاری الکتروودها را با یک کد چهار یا پنج رقمی بعد از حرف E انجام می‌دهند. در صورت چهاررقمی بودن این کد، دو رقم اول و در صورت پنج رقمی بودن آن سه رقم اول از سمت چپ، حداقل مقاومت کششی فلز الکتروود را بر حسب کیلوپوند بر اینچ مربع نشان می‌دهد که اگر در ۷۰ ضرب شود، به کیلوگرم بر سانتی متر مربع تبدیل می‌شود. به همین ترتیب، رقم سوم در کدهای چهار رقمی و رقم چهارم در کدهای پنج رقمی نشان‌دهنده وضعیت جوشکاری و آخرین رقم، با توجه به جنس روکش و نوع جریان متغیر است. به عنوان



شکل ۶۶ ▲ معرفی انواع الکتروود

مثال در الکتروود E6013 چون کد الکتروود، چهاررقمی است، عدد ۶۰ نشان‌دهنده الکتروود با مقاومت کششی ۶۰ Ksi معادل  $4200 \text{ kg/cm}^2$ ، عدد یک معرف جوشکاری در تمام وضعیت‌ها بوده و عدد ۳ بیانگر این است که الکتروود با روکش روتایلی یا اکسید تیتانیوم و با امکان جوشکاری با جریان مستقیم (یکسو) یا جریان متناوب می‌باشد.

مثال	مفهوم	رقم
$E - 60XX = 4200 \text{ kg/cm}^2$ $E - 110XX = 7700 \text{ kg/cm}^2$	حداقل مقاومت کششی	۲ یا ۳ رقم اول
تمام وضعیت‌ها = $E = XX1X$ تخت و افقی = $E = XX2X$ تخت = $E = XX3X$	وضعیت جوشکاری	رقم بعدی
به جدول زیر مراجعه شود.	نوع جریان، نوع سرباره، نوع قوس، عمق نفوذ، وجود پودر آهن و هیدروژن در روکش	رقم آخر

E XX XX	XX مقاومت نهایی مصالح الکتروود	X وضعیت	X نوع پوشش
مثال E 60 13 یا E 60 18	$70 \text{ ksi} = 4900 \text{ kg/cm}^2$ $60 \text{ ksi} = 4200 \text{ kg/cm}^2$	همه = ۱ افقی و تخت = ۲ تخت = ۳	۰ = فقط DCRP (قوس نفوذی) ۱ = AC یا DCRP (قوس نفوذی) ۲ = AC یا DCRP (قوس متوسط) ۳ = AC یا DC قطب آزاد (قوس نرم) ۴ = AC یا DC پودر آهن (قوس نرم) ۵ = DCRP کم هیدروژن ۶ = AC و DCRP (کم هیدروژن - قوس متوسط) ۷ = AC یا DC پودر آهن دار ۸ = AC یا DCRP (کم هیدروژن - پودر آهن)



شکل ۶۷ ▲ انبر جوشکاری

ج) انبر جوشکاری: انبر جوشکاری وسیله گرفتن الکتروود و اجرای جوشکاری است. انبرها را بر حسب ظرفیت جریانی که می‌توانند از خود عبور دهند، دسته‌بندی می‌کنند.



شکل ۶۸ ▲ گیره اتصال

د) گیره اتصال: این ابزار از یک سمت به کابل دستگاه جوش متصل شده و از سمت دیگر به قطعه مورد نظر برای جوشکاری وصل می‌گردد و با برقراری جریان برق، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود.



شکل ۶۹ ▲ ماسک جوشکاری

و) ماسک محافظ: در حین ایجاد قوس الکتریکی، نور شدیدی از محل قوس ساطع می‌گردد که می‌تواند آسیب شدیدی به چشم جوشکار یا افرادی که از فاصله کم نظاره‌گر عمل جوشکاری هستند برساند. همچنین گاز ساطع شده از محل حوضچه مذاب جوش می‌تواند باعث مسمومیت جوشکار گردد. پاشش ذرات جوش به سمت صورت جوشکار نیز می‌تواند آسیب‌زا باشد. ماسک محافظ وظیفه محافظت از صورت جوشکار را در برابر خطرات فوق بر عهده دارد.

### انواع روش‌های جوشکاری:

الف) جوشکاری دستی

ب) نیمه اتوماتیک

ج) اتوماتیک

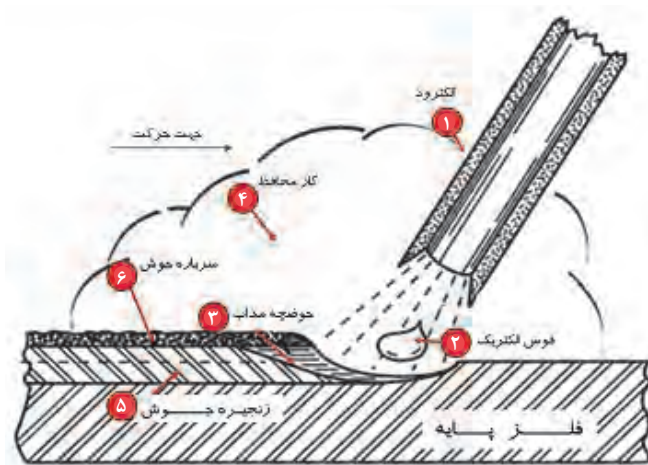
تفاوت روش‌های فوق عبارت‌اند از:

۱- هدایت الکتروود که در روش دستی به وسیله دست جوشکار و در دو روش دیگر توسط دستگاه انجام می‌شود.

- ۲- نوع الکتروود مصرفی که در روش دستی به صورت الکتروود روکش دار با طول محدود و در روش‌های دیگر الکتروود بدون روکش و با طول نامحدود به صورت قرقره می‌باشد.
- ۳- نحوه حفاظت از حوضچه مذاب در روش دستی با روکش الکتروود و در روش‌های دیگر با گاز یا پودر محافظ می‌باشد

### جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روکش دار (SMAW):

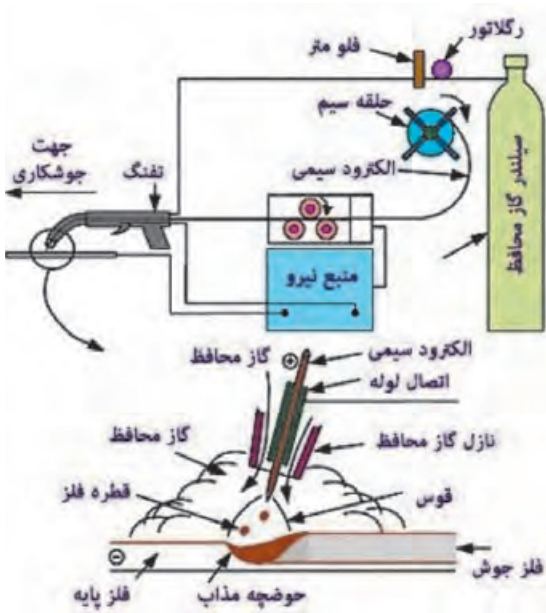
این روش که مرسوم‌ترین روش جوشکاری در کارهای ساختمانی است، به نام جوشکاری با الکتروود دستی نیز معروف است. در این روش که مناسب کارگاه‌های کوچک ساختمانی است، یک جریان برق قوی که توسط یک مبدل به نام دستگاه جوش تأمین می‌شود باعث ذوب الکتروود، روکش آن و فلز پایه



شکل ۷۰ ▲ جوش با قوس الکتریکی و الکتروود روکش دار

در محل جوش شده و باعث اتصال دو عضو به یکدیگر می‌شود. روکش الکتروود در زمان انجام عملیات جوشکاری باعث ایجاد یک سپر گازی حول حوضچه مذاب جوش شده و از ترکیب جوش با اکسیژن و نیتروژن موجود در هوا جلوگیری می‌نماید. همچنین با تشکیل لایه‌ای به نام گل جوشکاری از سرد شدن سریع جوش و به تبع آن ترک در جوش جلوگیری می‌نماید. گل جوشکاری باید پس از سرد شدن از روی جوش برداشته شود تا با جذب رطوبت باعث خوردگی اتصال نگردد.

### جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت گاز محافظ (GMAW):



شکل ۷۲ ▲ جوشکاری قوس الکتریکی تحت گاز محافظ

در این روش از الکتروود سیمی بدون روکش و یکسره که به شکل کلاف بوده و توسط یک قرقره (شکل ۷۱) حرکت می‌نماید، استفاده می‌شود. حفاظت از حوضچه مذاب در این روش بر عهده گاز یک محافظ مانند دی‌اکسید کربن می‌باشد. از این روش در کارخانه‌های ساخت سازه‌های فلزی استفاده می‌شود.



شکل ۷۱ ▲ الکتروود بدون روکش



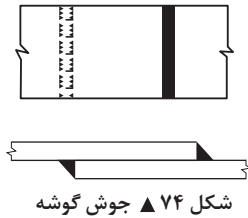
شکل ۷۳ ▲ جوشکاری قوس الکتریکی زیر پودری

## جوشکاری قوس الکتریکی تحت حفاظت پودر محافظ (SAW):

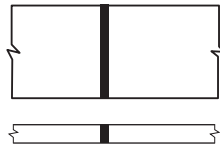
یکی از فرایندهای جوشکاری قوسی است که در آن، نوک الکتروود داخل پودری از مواد معدنی ویژه قرار می‌گیرد و قوس ایجاد شده در زیر این پودر در امتداد مسیر جوشکاری دیده نمی‌شود. جوش حاصل از این روش یکنواخت و باکیفیت می‌باشد. این روش، در جوشکاری ورق‌های ضخیم و سازه‌های بزرگ ساختمانی و صنعتی و در کارخانه ساخت سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### انواع جوش:

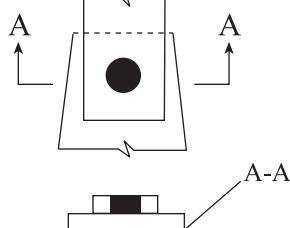
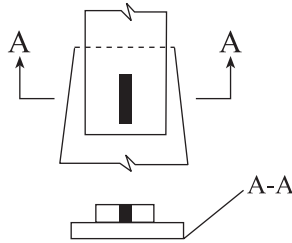
**الف) گوشه (Fillet):** به دلیل سهولت و سرعت بالای اجرا و عدم نیاز به آماده‌سازی لبه‌ها، بین ۸۰ تا ۸۵ درصد جوش‌ها به صورت جوش گوشه اجرا می‌شوند. در وضعیت‌های مختلف می‌توان از این نوع جوش استفاده نمود. این نوع جوش را با علامت اختصاری F نشان می‌دهند.



شکل ۷۴ ▲ جوش گوشه



شکل ۷۵ ▲ جوش شیاری



شکل ۷۶ ▲ جوش کام و انگشتانه

**ب) شیاری (Groove):** در اتصالات گیردار برای اطمینان از انتقال کامل لنگر بین دو قطعه از این نوع جوش استفاده می‌شود. لبه‌های قطعات جوش شونده پخ زده می‌شود و سپس جوشکاری درون درز طی چند مرحله انجام می‌شود تا درز جوش پر شود. این نوع جوش به دلیل نیاز به آماده‌سازی لبه‌ها و سختی اجرا، حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد جوش‌های ساختمانی را شامل می‌شود. این نوع جوش را با علامت اختصاری G نشان می‌دهند.

**ج) جوش کام و انگشتانه:** معمولاً در اتصالات روی هم وقتی که تأمین طول جوش به میزان کافی امکان‌پذیر نباشد از این نوع جوش‌ها استفاده می‌شود و با ایجاد سوراخ‌هایی به صورت کام و انگشتانه بر روی یکی از ورق‌ها، درون آنها را با جوش کام و انگشتانه پر می‌نمایند. جوش‌های کام و انگشتانه کمتر از ۵ درصد کاربرد دارند.

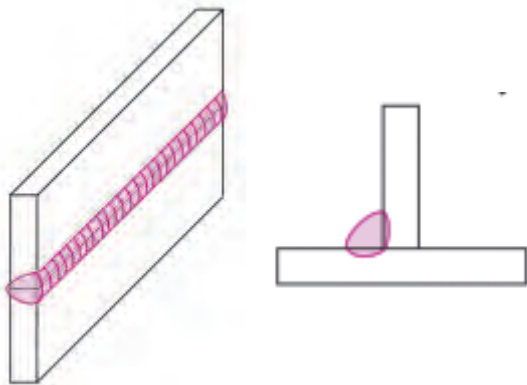
### انواع حالت یا وضعیت جوشکاری:

حالت یا وضعیت جوشکاری عبارت‌است از موقعیت قرارگیری جوشکار نسبت به قطعاتی که به یکدیگر جوش می‌شوند انواع حالات یا وضعیت‌های جوشکاری به ترتیب عبارت‌اند از:



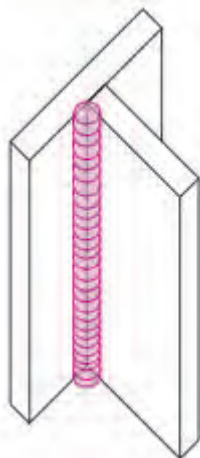
شکل ۷۷ ▲ جوشکاری در وضعیت تخت

۱) جوشکاری در حالت یا وضعیت تخت: به دلیل تسلط جوشکار بر محل جوشکاری، آسان‌ترین و بهترین روش جوشکاری است.



شکل ۷۸ ▲ جوشکاری در وضعیت افقی

۲) جوشکاری در حالت یا وضعیت افقی: جوشکاری از سمت چپ به راست و به صورت افقی انجام می‌شود.

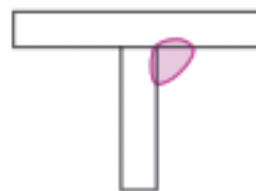


۳) جوشکاری در حالت یا وضعیت قائم یا سربالا: در این حالت جوشکاری از پایین به سمت بالا انجام می‌شود.



شکل ۷۹ ▲ جوشکاری در وضعیت قائم

۴) جوشکاری در حالت یا وضعیت زیرسقفی یا بالاسری (Over head): در این حالت چون دست جوشکار بالاتر از سر او قرار می‌گیرد، به وضعیت بالاسری معروف شده و به دلیل شره کردن جوش، معمولاً از کیفیت مناسبی برخوردار نیست و در طراحی و اجرای اتصالات سعی می‌شود از این حالت اجتناب گردد.



شکل ۸۰ ▲ جوشکاری در وضعیت زیرسقفی



با توجه به بحث انواع جوش و انواع وضعیت‌های جوشکاری، در نقشه‌های ساختمانی و صنعتی از ترکیب نوع جوش و وضعیت جوشکاری استفاده می‌کنند. به‌طور مثال ۱F جوش گوشه در وضعیت تخت را معرفی می‌نماید و یا ۳G معرف جوش شیاری در وضعیت قائم می‌باشد.



نوع جوش و وضعیت جوشکاری را برای موارد ۱F, ۲F, ۳F, ۴F, ۱G, ۲G, ۳G و ۴G با راهنمایی هنرآموز خود در یک جدول شرح دهید.

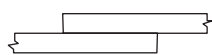
### انواع اتصالات جوشی:

منظور از اتصالات جوشی، روش‌های مختلف قرارگیری قطعات جوش‌شونده نسبت به یکدیگر می‌باشد. انواع اتصالات جوشی عبارت‌اند از:



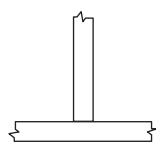
شکل ۸۱ ▲ اتصال لب به لب

**الف) اتصال لب به لب:** معمولاً برای اتصال ورق‌های مسطح با ضخامت‌های تقریباً یکسان و در امتداد هم از این اتصال استفاده می‌شود.



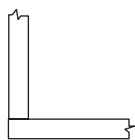
شکل ۸۲ ▲ اتصال روی هم

**ب) اتصال روی هم:** ساده‌ترین نوع اتصال است و نیازی به لبه‌سازی خاصی نداشته و اغلب با یک برش عادی توسط شعله می‌توان لبه‌ها را آماده جوشکاری کرد. همچنین امکان اتصال ورق‌ها با ضخامت‌های متفاوت را فراهم می‌کند. در اتصال مهاربندهای نبشی و ناودانی به ورق‌های اتصال پر کاربرد است.



شکل ۸۳ ▲ اتصال سپری

**ج) اتصال سپری:** برای ساخت مقاطع I و T شکل در تیرورق‌ها، اتصال سخت‌کننده‌ها، نشیمن تیرها و اتصال اعضا به یکدیگر با زاویه ۹۰ درجه، از اتصال سپری استفاده می‌شود.



شکل ۸۴ ▲ اتصال کنج

**د) اتصال گونیا (کنج):** برای ساخت مقاطع قوطی‌شکل که دارای صلبیت و مقاومت مناسب در برابر لنگر پیچشی موجود در ستون‌ها هستند از اتصال گونیا استفاده می‌شود.



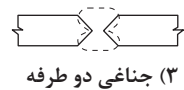
شکل ۸۵ ▲ اتصال پیشانی

**و) اتصال پیشانی:** از این اتصال در موارد خاص برای نگهداری دو یا چند ورق در یک سطح استفاده می‌شود، معمولاً این نوع اتصال نقش سازه‌ای ندارد.

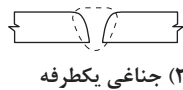


### انواع درز جوش:

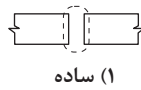
ایجاد پخ در لبه‌های قطعات جوش‌شونده برای تأمین شکل هندسی مورد نظر و قرارگیری آنها در کنار هم را درز جوش می‌نامند. در ورق‌های با ضخامت تا ۹ میلی‌متر درز ساده یا بدون پخ ایجاد می‌شود و در ورق‌های با ضخامت ۹ تا ۱۸ میلی‌متر پخ یک‌طرفه و در ورق‌های با ضخامت بیش از ۱۸ میلی‌متر پخ دوطرفه ایجاد می‌نمایند. انواع درز جوش عبارت‌اند از:



(۳) جناغی دو طرفه



(۲) جناغی یک‌طرفه

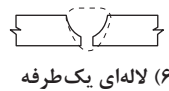


(۱) ساده

۱- درز ساده یا بدون پخ

۲- درز جناغی یک‌طرفه

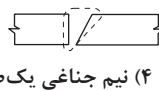
۳- درز جناغی دو طرفه



(۶) لاله‌ای یک‌طرفه



(۵) نیم جناغی دو طرفه



(۴) نیم جناغی یک‌طرفه

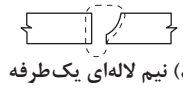
۴- درز نیم‌جناغی یک‌طرفه

۵- درز نیم‌جناغی دو طرفه

۶- درز لاله‌ای یک طرفه



(۹) نیم لاله‌ای دو طرفه



(۸) نیم لاله‌ای یک طرفه



(۷) لاله‌ای دوطرفه

۷- درز لاله‌ای دو طرفه

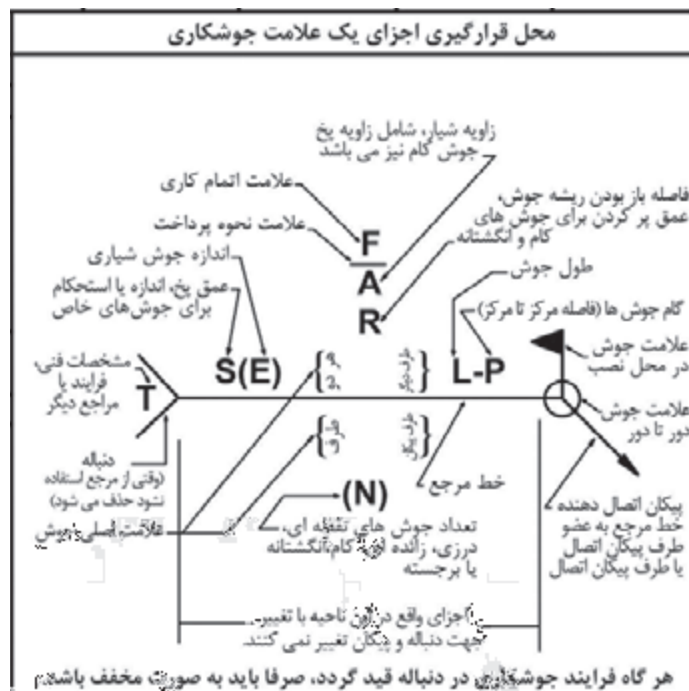
۸- درز نیم لاله‌ای یک طرفه

۹- درز نیم لاله‌ای دو طرفه

شکل ۸۶ ▲ انواع درز جوش

### علائم جوشکاری:

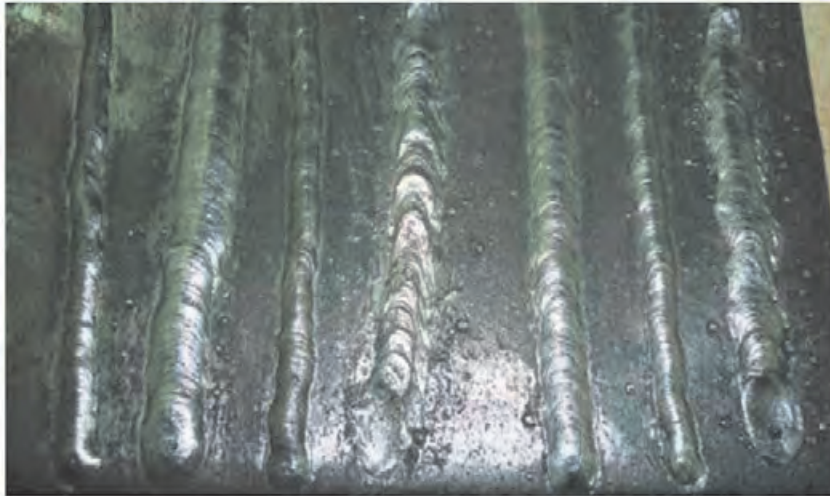
در نقشه‌های اجرایی برای بیان جزئیات جوش نظیر عمق، زاویه شیار و پخ لازم برای ورق، گام و فاصله جوش و ... از علائم استاندارد استفاده می‌شود. در شکل ۸۷ با یک نمونه از علائم استاندارد جوش آشنا می‌شوید.



شکل ۸۷ ▲ علائم جوشکاری

## انواع عیوب جوش:

عواملی نظیر عدم رعایت استانداردهای لازم در حین عملیات جوشکاری، میزان تجربه و مهارت جوشکار، کیفیت تولید، نگهداری و انتخاب صحیح الکتروود مصرفی متناسب با وضعیت و شرایط جوشکاری، وجود گل جوشکاری و... می‌تواند



منجر به عیوبی در جوش شود. شناخت عیوب جوش و برطرف نمودن آنها قبل از بهره‌برداری از سازه اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در شکل ۸۸ تعدادی از عیوب بارز جوش و دلایل ایجاد آنها به اختصار معرفی شده است.



شکل ۸۸ ▲ عیوب جوش

### عیوب جوشکاری و دلایل ایجاد آنها

عیوب جوشکاری	دلایل ایجاد
امتزاز ناقص	عدم اختلاط فلز جوش و فلز مینا که به دلایل سطح آلوده درز، نوع و اندازه نامناسب الکتروود و شدت جریان نامناسب به وجود می‌آید.
نفوذ ناقص	عدم نفوذ کامل جوش در هندسه درز که به دلایل استفاده از الکتروود بزرگ‌تر از هندسه درز، آمپراژ کم یا سرعت زیاد دست جوشکار ایجاد می‌شود.
روی هم افتادگی جوش	جاری شدن فلز جوش روی فلز مینا یا جوش پاس قبل بدون اینکه ذوب و جوش خوردن با آن ایجاد شود.
سوختگی یا بریدگی کنار جوش	شیاری در کنار جوش که به دلیل آمپراژ بالا یا طول قوس بلند در اثر ولتاژ بالا اتفاق می‌افتد.
حبس سرباره	به هر ماده غیرفلزی که عموماً ناشی از ترکیبات روکش الکتروود و به دلیل عدم دقت در پاک کردن گل جوش بین پاس‌های متوالی ایجاد می‌شود، حبس سرباره می‌گویند.
ترک در جوش	در اثر عواملی مانند انجماد و سرد شدن سریع جوش، نفوذ هیدروژن، عدم پیش‌گرمایش و کثیف بودن درز ایجاد می‌گردد.
تخلخل	تخلخل حفره‌های گازی است که به دلایل استفاده از الکتروود مرطوب، شدت جریان کم و طول قوس کوتاه در جوش ایجاد می‌شود.
معایب ابعادی جوش	عدم تأمین طول و بعد جوش مطابق نقشه

## روش‌های بازرسی جوش:

برای شناسایی صحیح عیوب جوش، روش‌ها و ابزارهای دقیقی وجود دارد که در ادامه معرفی می‌شوند:

### الف) بازرسی جوش به روش غیرمخرب (NDT):

در این روش بازرسی، بدون تخریب جوش، به عیوب سطحی و عمقی آن پی می‌برند. این روش بازرسی خود به روش‌های گوناگونی به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شود.

#### ۱- بازرسی چشمی (VT):

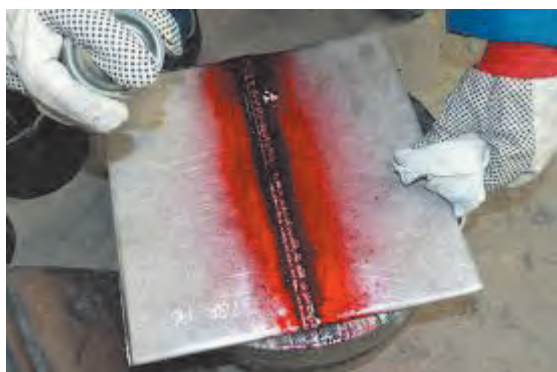
با مشاهده چشمی، عیوب ظاهری و سطحی جوش تشخیص داده شده و نسبت به اصلاح آنها اقدام می‌شود. بازرسی چشمی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها است که وابستگی زیادی به تجربه و مهارت بازرس جوش دارد. این روش بازرسی در تمامی مراحل قبل، حین و بعد از جوشکاری انجام می‌شود. در این روش بازرسی، طول جوش با متر و بعد جوش با گرده‌سنج (شکل ۸۹) اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۸۹ ▲ انواع گردہ‌سنج

#### ۲- بازرسی به وسیله مایع نافذ (PT):

در این روش با استفاده از جاذبه موئینگی، یک مایع رنگی را با قلم مو یا اسپری روی جوش پخش نموده و با نفوذ این مایع به درون ناپیوستگی‌های سطحی جوش، آن را نمایان می‌کنند. با این روش فقط می‌توان به عیوب سطحی جوش مانند ترک و تخلخل در سطح جوش پی برد و نمی‌توان عمق این معایب و یا معایب زیرسطحی جوش را تخمین زد.



شکل ۹۰ ▲ بازرسی به وسیله مایع نافذ

#### ۳- بازرسی جوش به روش اولتراسونیک (UT):

در این روش، با استفاده از امواج صوتی عیوب داخلی و زیرسطحی جوش نمایان می‌شود به طوری که اگر امواج از محیط‌های غیرهمگن عبور نمایند، روی مانیتور دستگاه محل آنها را مشاهده می‌نمایند. این روش، به نسبت روش‌های چشمی و مایع نافذ دقیق‌تر و در عین حال گران‌تر می‌باشد. (شکل ۹۱)



شکل ۹۱ ▲ بازرسی به روش اولتراسونیک



#### ۴- آزمون ذرات مغناطیسی (MT):

از روش بازرسی با استفاده از ذرات مغناطیسی برای بررسی عیوب سطحی و برخی معایب زیرسطحی نظیر ترک‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۹۲ ▲

#### ۵- آزمون رادیوگرافی (RT):

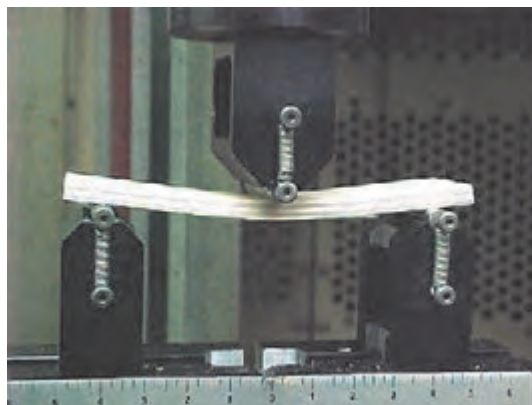
یکی از روش‌های آزمایش غیرمخرب می‌باشد که با استفاده از پرتونگاری، نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز جوش از قبیل حبس سرباره، حفره گازی، ترک در جوش، بریدگی کنار جوش، نفوذ ناقص و امتزاج ناقص را نشان می‌دهد. این شیوه پرتونگاری، وجود معایب مختلف در فلز جوش و فلز مبنا را مسجل کرده و اندازه و محل آنها را مشخص می‌نماید.

#### ب) تست‌های مخرب (DT):

از این نوع تست‌ها برای سنجش مقاومت مکانیکی قطعات جوش شده نظیر مقاومت خمشی، برشی و کششی استفاده می‌شود. قطعات جوش شده تحت اثر بار قرار می‌گیرند تا گسیخته شوند. انواع تست مخرب در شکل‌های ۹۳ الی ۹۵ نشان داده شده است.



شکل ۹۵ ▲ تست ضربه



شکل ۹۳ ▲ تست خمش



شکل ۹۴ ▲ تست کشش

به کمک هنرآموز و استادکار کارگاه خود چند خط جوش از قبل آماده شده را به صورت چشمی با هم مقایسه نموده، مشخصات و معایب ظاهری آنها را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

فعالیت  
عملی ۲



با نظر هنرآموز و به کمک استادکار، قطعات فلزی و تجهیزات جوشکاری را از انبار تحویل گرفته و انواع اتصالات جوشی، انواع جوش و انواع وضعیت‌های جوشکاری را روی آنها تمرین کنید و گزارش مبسوطی از آن تهیه و به هنرآموز خود تحویل دهید.

فعالیت  
عملی ۳



با استفاده از مایع نافذ عیوب ظاهری جوش‌های خود را کنترل نموده گزارش دهید.

فعالیت  
عملی ۴



## ب) اتصالات پیچی



اتصالات پیچ و مهره‌ای به دلایل سرعت و سهولت اجرا، عدم آلودگی صوتی و عدم نیاز به تجهیزات جوشکاری و تأمین برق کارگاهی، نسبت به جوش و پرچ، یک اتصال مناسب برای سازه‌های فولادی محسوب می‌شود.

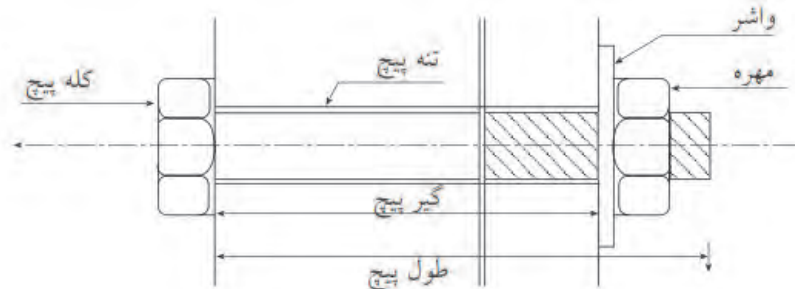
در سازه‌های موقت مثل داربست‌ها، پل‌ها و اتاق‌های اسکان موقت در مناطق زلزله‌زده می‌توان سازه را به راحتی جمع‌آوری نمود و مجدداً در محل دیگری نصب نمود. برای مونتاژ نهایی قطعات، بعد از آنکه قطعات علامت‌گذاری شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به وسیله سمبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند در جای خود ثابت می‌شوند.

### انواع پیچ

انواع متداول پیچ‌های مورد استفاده در اسکلت‌های فولادی عبارت‌اند از پیچ‌های معمولی و پیچ‌های پرمقاومت. مشخصات پیچ‌های موجود یا تولید در ایران طبق استانداردهای ISO و ASTM در جدول بالای صفحه بعد ارائه شده است. برای هر پیچ باید واشر و مهره سازگار مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۹۷ ▲



شکل ۹۶ ▲

پیچ‌ها با دو نوع عملکرد «اتکایی» و «اصطکاکی» مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از پیچ‌های پرمقاومت منطبق با استانداردهای ملی یا بین‌المللی، برای هر دو نوع اتصال و استفاده از پیچ‌های معمولی فقط در اتصالات اتکایی مجاز است. در اتصالات اتکایی ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی لازم نیست ولی در اتصالات اصطکاکی پیچ‌ها باید پیش‌تنیده گردند. حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی مطابق مقادیر جدول پایین صفحه بعد می‌باشد. برای حصول پیش‌تنیدگی استفاده از یکی از سه روش «ترک‌متر یا آچار مدرج»، «واشرهای کشش‌سنج» و «سفت‌کردن مجدد مهره» امکان‌پذیر است.



شکل ۹۸ ▲ ترک‌متر

مشخصات پیچ‌های تولید یا موجود در ایران

تنش کششی نهایی مصالخ پیچ ( $F_u$ )	تنش تسلیم مصالخ پیچ ( $F_y$ )	نام استاندارد		نوع پیچ
		ISO	ASTM	
۴۰۰ MPa	۲۴۰ MPa	-	A۳۰۷	پیچ‌های معمولی
۴۰۰ MPa	۲۴۰ MPa	۴.۶	-	
۴۲۰ MPa	۳۲۰ MPa	۴.۸	-	
۵۰۰ MPa	۳۰۰ MPa	۵.۶	-	
۵۲۰ MPa	۴۰۰ MPa	۵.۸	-	
۶۰۰ MPa	۴۸۰ MPa	۶.۸	-	
۸۰۰ MPa	-	-	A۳۲۵ $d \leq 24\text{mm}$	پیچ‌های پر مقاومت
۷۲۵ MPa	-	-	A۳۲۵ $d > 24\text{mm}$	
۱۰۰۰ MPa	-	-	A۴۹۰	
۸۰۰ MPa	-	۸.۸		
۱۰۰۰ MPa	-	۱۰.۹		
۱۲۰۰ MPa	-	۱۲.۹		

حداقل نیروی پیش‌تندگی در اتصالات اصطکاکی ( $T_b$ )

پیچ‌های نوع A۴۹۰	پیچ‌های نوع A۳۲۵	قطر اسمی پیچ (بر حسب میلی‌متر)
۱۱۴ kN	۹۱ kN	M۱۶
۱۷۹ kN	۱۴۲ kN	M۲۰
۲۲۱ kN	۱۷۶ kN	M۲۲
۲۵۷ kN	۲۰۵ kN	M۲۴
۳۳۴ kN	۲۶۷ kN	M۲۷
۴۰۸ kN	۳۲۶ kN	M۳۰
۵۹۵ kN	۴۷۵ kN	M۳۶

## مشخصات و فواصل سوراخ‌ها در اتصالات پیچی

در اتصالات پیچی لازم است قطعات فولادی به نحو صحیح و متناسب با قطر پیچ سوراخ شوند. دقت در سوراخ کاری و سالم بودن بدنه سوراخ و نیز رعایت فواصل سوراخ‌ها از لبه قطعه و نیز از یکدیگر، نقش مهمی در میزان مقاومت و باربری اتصالات پیچی ایفا می‌کند.

### انواع سوراخ در اتصالات پیچی

انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی به شرح زیر می‌باشد:



۱) سوراخ استاندارد

۲) سوراخ بزرگ شده

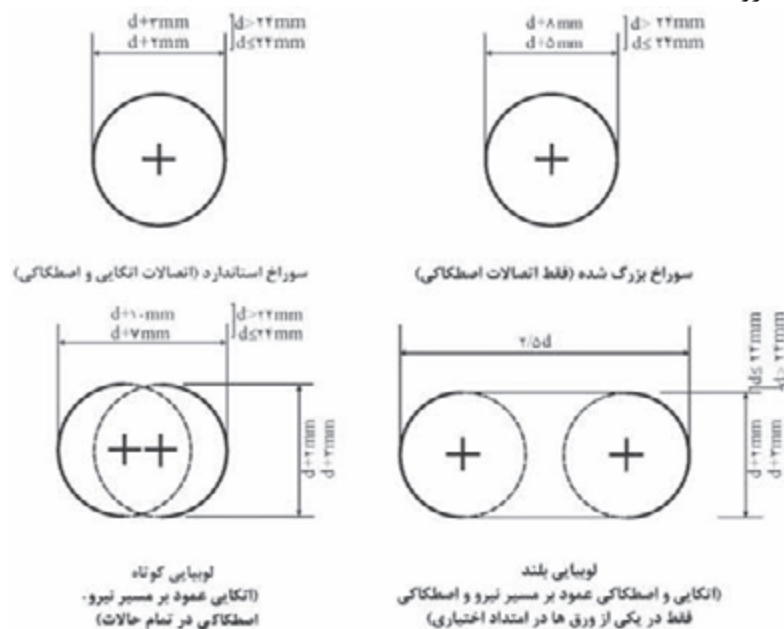
۳) سوراخ لوبیایی کوتاه

۴) سوراخ لوبیایی بلند

شکل ۹۹ ▲ انواع سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی

### محدودیت ابعاد اسمی سوراخ‌ها و دامنه کاربرد آنها

- سوراخ‌های بزرگ شده فقط در اتصالات اصطکاکی مجاز است.
- سوراخ لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات اصطکاکی مجاز هستند ولی در اتصالات اتکایی، امتداد طولی سوراخ باید عمود بر امتداد نیرو باشد.



- سوراخ لوبیایی بلند فقط در امتداد عمود بر مسیر نیرو در اتصالات اتکایی مجاز هستند. در اتصالات اصطکاکی در تمام امتدادها مجاز بوده لیکن باید فقط در یکی از ورق‌های اتصال وجود داشته باشد.

- در ورق کف ستون‌ها، ضمن رعایت رواداری‌های مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان، حداکثر قطر سوراخ مساوی  $d+6$  میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱۰۰ ▲

### حداقل فواصل سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی

فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌های استاندارد، سوراخ‌های بزرگ شده و سوراخ‌های لوبیایی نباید از ۳ برابر قطر وسیله اتصال کمتر باشد.



## ج) پرچ

پرچ به صورت یک استوانه فولادی است. یک سر پرچ دارای کلاهک و سمت انتهایی آن که دم‌پرچ نامیده می‌شود حرارت داده شده و پس از قرارگیری در سوراخ، با ضربه چکش تغییر شکل پیدا کرده و افزایش عرض می‌یابد تا قطر آن بیش از قطر سوراخ شود. پس از سرد شدن پرچ و کاهش طول آن، ورق‌ها به هم فشرده شده و اتصال کامل می‌گردد. به دلیل برخی مشکلات اجرایی نظیر نیاز به گرمایش پرچ، سروصدای زیاد در زمان اجرا و نیاز به نیروی انسانی ماهر جهت نصب پرچ و فراگیر شدن استفاده از روش‌های جوشکاری و پیچ و مهره، استفاده از اتصالات پرچی کاهش یافته است. قطر سوراخ پرچ کاری باید ۲ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پرچ باشد.



شکل ۱۰۱ ▲

## اخلاق حرفه‌ای در اجرای سازه‌های فولادی

عدم رعایت اصول و ضوابط فنی و اخلاق حرفه‌ای منجر به خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری می‌شود که برخی از آنها را در تصاویر صفحات بعد ملاحظه می‌نمایید. در برخی از این تصاویر مشاهده می‌شود که رعایت نکات بسیار ساده می‌توانست از خسارات بسیار بزرگ جلوگیری نماید بنابراین لازم است تا تمامی اصول و ضوابط فنی و اخلاق حرفه‌ای در اجرای سازه‌های فولادی رعایت شود.

با راهنمایی هنرآموز خود هر یک از اشکال صفحات آینده را مورد بررسی قرار داده و درباره علت خرابی در هر کدام از شکل‌ها بحث کنید.

فعالیت  
کلاسی ۲





.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....

## ارزشیابی شایستگی اجرای سازه‌های فولادی

### شرح کار:

مطابق جدول تیر لانه‌زنبوری و با استفاده از وسایلی نظیر فیبر، ورق گالوانیزه و یا مقوا اقدام به تهیه شابلون لانه‌زنبوری نموده و همچنین با استفاده از وسایل جوشکاری (دستگاه جوش - ماسک - انبر - کابل - الکتروود - قطعات فلزی و ...) اقدام به جوشکاری در حالت‌های مختلف نظیر تخت - افقی - قائم - زیرسطحی برای انواع اتصال جوشی نماید.

### استاندارد عملکرد:

با استفاده از وسایل جوشکاری مانند دستگاه جوش - الکتروود و ... و معیارهای AWS و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، جوش‌های مختلف را اجرا نماید.

### شاخص‌ها:

رعایت ابعاد شابلون لانه‌زنبوری بر اساس جداول مربوطه - رعایت بُعد و طول جوش مطابق نقشه - یکنواختی جوش و بدون عیوب ظاهری - ارائه حضور کار به هنرآموز در مدت زمان ۴ ساعت.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: ایجاد یک اتصال جوشی با نظر هنرآموز در فضای کارگاه با رعایت ایمنی و بدون عیوب ظاهری.

### ابزار و تجهیزات:

دستگاه جوش - ماسک - دستکش - کابل - انبر - الکتروود - قطعات فلزی.

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی نقشه	۲	
۲	تهیه وسایل و تجهیزات	۲	
۳	آماده‌سازی قطعات	۲	
۴	اجرای جوش مطابق نقشه	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



## پودمان ۵

# آزمایشگاه خاک و بتن



## استاندارد عملکرد

انجام عملیات آزمایش‌های مصالح ساختمانی مطابق دستورالعمل‌های استاندارد ملی ایران

### مقدمه

مصالح مورد استفاده در ساختمان به صورت طبیعی یا مصنوعی بوده که از یک یا چند نوع ماده و به صورت درجا یا پیش‌ساخته تشکیل شده است. رعایت استانداردهای فنی و زیست محیطی دو اصل تفکیک‌ناپذیر در تولید و مصرف مصالح ساختمان است. در این راستا استانداردها و ضوابطی تعیین و تبیین شده و در جهت کنترل و تأیید مصالح و انطباق آنها با این استانداردها آزمایش‌هایی در نظر گرفته شده و شرایط و نحوه انجام آنها نیز توسط مراجع ذیصلاح تدوین گردیده است.

برای به دست آوردن اطلاعات کاملی از مصالح مورد استفاده در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی، باید آزمایشات مختلفی بر روی آنها انجام داد. در این پودمان به برخی از آزمایشات رایج در خصوص مصالح ساختمانی، مصالح تشکیل دهنده بتن، بتن تازه و بتن سخت شده می‌پردازیم.

مطابق مفاد نشریه ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مشخصات فیزیکی و مکانیکی مصالح باید منطبق با استانداردهای ایرانی مورد تدوین یا تجدید نظر شده باشد و تا زمانی که استاندارد ایرانی در برخی از موارد تعیین نشده باشد، در درجه اول استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) و در صورت نبودن استاندارد بین‌المللی، به ترتیب استانداردهای آمریکا (ASTM)، بریتانیا (BS)، آلمان (DIN)، ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

### نمونه‌برداری از مصالح

منظور از نمونه‌برداری از مصالح، برداشت بخشی از کل مصالح، می‌باشد به طوری که نسبت و توزیع ذرات مورد آزمون در کل و بخش برداشته شده یکسان باشد و بتوان گفت که مشت نمونه خروار است. در کارهای ساختمانی برای اطمینان از استفاده از مصالح استاندارد و تأمین مشخصات فنی قابل قبول، آزمون‌هایی بر روی آنها صورت می‌گیرد، که برای این کار نیاز به نمونه‌گیری از آنها وجود دارد. معمولاً نمونه‌هایی از شن، ماسه، آجر، بلوک سیمانی یا سفالی، گچ، سیمان، آهک، مصالح چوبی، شیشه، پلاستیک‌های ساختمانی، میلگرد، سنگ، خاک، قیر، آسفالت، بتن و سایر مصالح طبیعی و مصنوعی برداشت می‌شود. در استانداردهای مختلف، برای هر کدام از مصالح، ترتیب و توالی نمونه‌برداری تعیین و ابلاغ شده است که کلیه عوامل شاغل در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی ملزم به رعایت آن می‌باشند.

#### روش نمونه‌برداری

انتخاب روش نمونه‌برداری به طور معمول بر حسب شکل و حالت فیزیکی مصالح تعیین می‌شود که بر اساس یکی از روش‌های زیر صورت می‌پذیرد.

**نمونه‌برداری تصادفی:** در این روش کلیه مصالح برای ظاهر شدن در نمونه، شانس مساوی خواهند داشت. مقدار مناسب مصالح به طور تصادفی از محل‌های مختلف در سرتاسر محموله انتخاب می‌شود بدون آنکه هیچ‌گونه ملاحظه‌ای در مورد شرایط یا کیفیت مصالح انتخابی، صورت پذیرد.

**نمونه برداری نماینده:** هنگامی که نمونه برداری تصادفی غیر عملی و نامناسب باشد، روش نمونه برداری نماینده باید مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال وقتی که مصالح محموله بزرگی تشکیل می‌دهند و یا دسترسی به مقدار محدودی از محموله میسر است، از این روش استفاده می‌شود.

**تقسیم نمونه:** وقتی نمونه‌ها بیش از مقدار مورد نیاز برای آزمون باشند کل نمونه‌ها در کنار یکدیگر قرار داده شده و مقدار نمونه لازم به صورت تصادفی برداشته شود.

در این قسمت نحوه نمونه برداری از برخی از مصالح مطابق استاندارد ملی ایران ارائه می‌گردد.

حداقل نمونه‌های مورد نیاز	
تعداد نمونه	نوع آزمون
۱۰	ویژگی‌های هندسی
۱۰	مقاومت فشاری
۱۰	جذب آب
۵	یخ زدگی
۵	نمک‌های محلول در آب

### آجر:

حداقل تعداد نمونه لازم از هر محموله ۱۵۰۰۰ عددی یا کمتر از آن برای آزمون‌های مختلف به تعداد تعیین شده در جدول روبه‌رو خواهد بود.

### نمونه برداری از میلگردهای ساختمانی:

تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشد که نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی آنها معرف کیفیت کل آرماتور مصرفی و حداقل به میزان ذکر شده در (الف) تا (پ) زیر باشند:

(الف) به ازای هر ۵۰۰۰۰ کیلوگرم وزن میلگرد و کسر آن یک سری نمونه

(ب) از هر قطر یک سری نمونه

(پ) از هر نوع فولاد یک سری نمونه

هر نمونه شامل حداقل ۵ آزمون (به طول ۱ متر) می‌باشد.

### نمونه برداری از بتن:

مقصود از هر نمونه برداری از بتن، تهیه حداقل دو آزمون یکسان، که در زمان و شرایط یکسانی تولید و نگهداری شده اند، می‌باشد. به عبارت دیگر، نمونه برداری عبارت است از میانگین نتایج دو یا چند آزمون مشروط بر آنکه این آزمون‌ها همزمان تهیه و در شرایط یکسان نمونه گیری و متراکم و عمل آوری شده و تحت آزمایش قرار گرفته باشند. همچنین نتایج آزمون‌ها باید به اندازه کافی به یکدیگر نزدیک بوده و بیش از حد مشخصی (۵ درصد میانگین دو آزمون) از یکدیگر دور نباشد.

اگر در مراحل بین نمونه گیری تا انجام آزمایش یک آزمون، وضعیتی مغایر با شرایط لازم به وجود آید، نتیجه آن آزمون قابل استناد نبوده و نباید در میانگین گیری وارد شود. بنابراین اکیدا توصیه می‌شود که در هر بار نمونه برداری، حداقل ۳ آزمون به جای ۲ آزمون تهیه شود.

برای دال‌ها و دیوارها، یک نمونه برداری از هر ۳۰ مترمکعب بتن یا ۱۵۰ متر مربع سطح

برای تیرها و کلاف‌ها، یک نمونه برداری از هر ۱۰۰ متر طول

برای ستون‌ها، یک نمونه برداری از هر ۵۰ متر طول

حداقل یک نمونه برداری از هر رده بتن در هر روز

حداقل ۶ نمونه برداری از کل هر سازه

## نمونه آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در موعدهای خاصی مانند زمان باز کردن قالبها و غیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمونهای متعارف ارزیابی مقاومت، آزمونهایی از بتن گرفته می‌شوند و در موعدهای مورد نظر تحت آزمایش قرار می‌گیرند. این آزمونها به آزمونهای آگاهی موسوم‌اند. از جمله نمونه‌های آگاهی عبارت‌اند از ۳، ۴ و ۷ روزه.

## نمونه شاهد

آزمون شاهد به آزمونهای گفته می‌شود که در کارگاه باقی می‌ماند تا در صورتی که نمونه ۲۸ روزه جواب نداد، مقاومت آنرا ۹۰ روزه بسنجند.

## مصالح سنگی بتن

مصالح سنگی از درشت دانه تا ریزترین دانه‌ها به ترتیب با شن، ماسه، لای و رس نام‌گذاری می‌شوند. حدود ۶۵ الی ۷۵ درصد حجم بتن را مصالح سنگی تشکیل می‌دهند. عمده مصالح سنگی مورد استفاده در بتن به دو دسته درشت دانه (شن) و ریز دانه (ماسه) تقسیم‌بندی می‌شوند چرا که مقادیر لای و رس در بتن با توجه به خصوصیات پروژه محدود می‌باشد. دانه‌های کوچک‌تر از ۴/۷۶ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۴/۷۶ تا ۶۳ میلی‌متر را شن می‌نامند. به صورت تقریبی مرز بین شن و ماسه ۵ میلی‌متر (الک نمره ۴) در نظر گرفته می‌شود.

### اندازه الک‌های استاندارد:

استاندارد ASTM، الک‌های درشت‌دانه را با اندازه داخلی چشمه‌های الک بر حسب اینچ و الک‌های ریزدانه که امکان اندازه‌گیری چشمه‌های آن وجود ندارد را با نمره الک معرفی می‌نماید. منظور از نمره الک، تعداد چشمه‌های الک در یک اینچ طولی آن می‌باشد. به طور مثال الک ۳ اینچ دارای چشمه‌هایی به ابعاد ۳ اینچ در ۳ اینچ معادل ۷۵ میلی‌متر در ۷۵ میلی‌متر می‌باشد و الک نمره ۱۰۰ دارای ۱۰۰ چشمه در هر اینچ طولی آن می‌باشد و در هر اینچ مربع آن دارای تعداد  $100 \times 100 = 10000$  چشمه می‌باشد. اندازه الک با اندازه چشمه‌های آن رابطه مستقیم و با تعداد چشمه‌ها رابطه معکوس دارد و نمره الک با تعداد چشمه‌های آن رابطه مستقیم و با اندازه چشمه‌ها رابطه معکوس دارد.

ریزدانه		درشت‌دانه	
اندازه سوراخ	نام الک	اندازه سوراخ	نام الک
۴/۷۵ میلی‌متر	نمره ۴	۷۵ میلی‌متر	۳ اینچ
۲/۳۶ میلی‌متر	نمره ۸	۶۳ میلی‌متر	۲-۱ اینچ
۱/۱۸ میلی‌متر	نمره ۱۶	۵۰ میلی‌متر	۲ اینچ
۶۰۰ میکرون	نمره ۳۰	۳۷/۵ میلی‌متر	۱-۱/۲ اینچ
۳۰۰ میکرون	نمره ۵۰	۲۵ میلی‌متر	۱ اینچ
۱۵۰ میکرون	نمره ۱۰۰	۱۹ میلی‌متر	۳/۴ اینچ
۷۵ میکرون	نمره ۲۰۰	۱۲/۵ میلی‌متر	۱/۲ اینچ
		۹/۵ میلی‌متر	۳/۸ اینچ



## نمونه‌برداری از مصالح سنگی



شکل ۱ ▲

ترتیب و توالی نمونه‌برداری از مصالح سنگی بسته به نوع آزمایش مورد نظر متفاوت است. جهت برخی از آزمایش‌ها به ازای هر محموله وارده به کارگاه، هفته‌ای یک‌بار، روزانه یک‌بار و در صورت مشاهده موارد مشکوک و ... نیاز به تهیه نمونه‌های آزمایشگاهی خواهد بود.

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۴۶ برای نمونه‌برداری از سنگ‌دانه‌ها از روش‌های استفاده از دستگاه مقسم و روش تریب (چهار قسمتی) استفاده می‌شود.

### ۱- دستگاه مقسم مکانیکی

دستگاه مقسم باید دارای دهانه‌هایی به تعداد زوج باشد و حداقل تعداد دهانه‌ها ۸ عدد است. عرض دهانه‌ها به اندازه سنگ‌دانه‌ها بستگی دارد. مقسم باید مجهز به دو ظرف باشد که دو نیمه نمونه‌ها را پس از تقسیم در خود جای دهد. همچنین باید به یک قیف و یک تشت لبه صاف جهت ریختن مصالح در مقسم مجهز باشد.

### وسایل مورد نیاز

وسیله توزین نظیر ترازو یا باسکول، دستگاه مقسم مکانیکی با ملحقات به‌طور کامل

### روش انجام آزمایش

نمونه اولیه کاملاً خشک را توسط تشت به‌صورت یکنواخت درون قیف مقسم بریزید به طوری که تقریباً مقادیر مساوی از میان هر دهانه عبور کند و میزان ورود مصالح به دستگاه طوری باشد که عبور آزاد از میان دهانه‌ها به درون دستگاه امکان‌پذیر باشد.



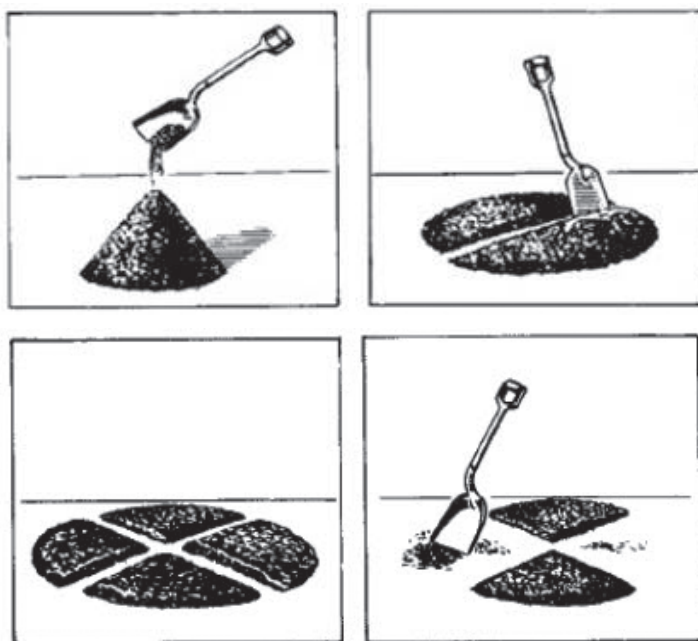
شکل ۲ ▲ دستگاه مقسم



نمونه موجود در یکی از ظرف‌های دستگاہ را دوبارہ به مقسم وارد کنید و این کار را به تعداد لازم تکرار کنید تا نمونه به اندازه مشخص شدہ جهت آزمون کاهش یابد. برای انجام آزمایش از ۸۰ کیلوگرم مصالح نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه کنید.

آزمایش نمونه برداری از مصالح سنگی با دستگاہ مقسم را با توجه به دستورالعمل مربوطہ به کمک هنرآموز خود انجام دهید

## ۲- روش چهارقسمتی (تربیع)



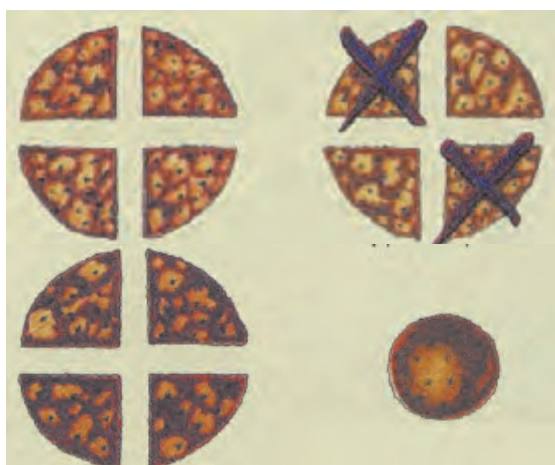
شکل ۳ ▲ روش چهارقسمتی (تربیع)

### وسایل مورد نیاز:

وسیله توزین نظیر ترازو یا باسکول، خاک‌انداز لبه صاف، بیلچه یا ماله، برس یا جاروی کوچک

### نحوه انجام آزمایش:

نمونه اولیه را روی یک سطح تخت، تراز، تمیز و سخت قرار دهید که در آنجا مواد هدر نرود و مواد خارجی به طور اتفاقی به آن اضافه نشود. مواد را با سه بار زیرورو کردن کل نمونه کاملاً مخلوط کنید.



شکل ۴ ▲ روش چهارقسمتی (تربیع)

پس از زیرورو کردن، کل نمونه را با بیلچه به شکل یک توده مخروطی در آورید. به این ترتیب که هر بیلچه پر را روی مواد قبلی بریزید. توده مخروطی را به دقت به ضخامت و قطر یکنواخت تخت کنید. این کار را با یک بیلچه و با وارد آوردن فشار به قله مخروط انجام دهید به طوری که نمونه اصلی حفظ گردد. قطر نمونه باید حدود ۴ یا ۸ برابر ضخامت آن باشد. توده تخت شده را با یک بیلچه یا ماله به چهار قسمت به ترتیبی تقسیم کنید که هر بخش یک چهارمی توده حاصل، حاوی موادی باشد که در ابتدا در آن بوده است. دو ربع زوج یا فرد را کنار بگذارید و محل‌های خالی شده را با برس تمیز کنید. به طور پیوسته مواد باقی مانده را مخلوط و چهار قسمتی کنید تا نمونه به اندازه مورد نظر کاهش یابد.

در صورتی که سطح ناهموار باشد نمونه آزمایشی را روی یک پارچه کتانی قرار دهید و با استفاده از بیلچه و یا با بالا آوردن گوشه‌های پارچه و ریختن نمونه به گوشه مقابل پارچه و غلطاندن، مواد را مخلوط کنید. برای انجام آزمایش از ۴۰ کیلوگرم مصالح، نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه کنید.

آزمایش نمونه‌برداری از مصالح سنگی به روش چهارقسمتی (تربیع) را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

نکته



فعالیت  
عملی ۲



## تعیین درصد رطوبت سنگ‌دانه‌ها

این آزمایش برای تعیین درصد رطوبت قابل تبخیر در سنگ‌دانه به کار می‌رود. تعیین رطوبت سطحی و مقدار جذب آب دانه‌ها در بتن از این نظر لازم است که مقدار آب مصرفی در بتن کنترل شده و وزن صحیح مصالح و نسبت آب به سیمان در هنگام اختلاط بتن مشخص باشد.

چهار حالت مختلف رطوبت مصالح سنگی به شرح زیر می‌باشد:

**خشک شده در کوره (Oven - dride):** تمام منافذ درونی و بیرونی کاملاً خشک است.

**خشک شده در هوا (Air - dride):** در این حالت سطح سنگ‌دانه معمولاً خشک است و مقداری آب در منافذ آن وجود دارد.

**اشباع با سطح خشک (Saturated - surface dry):** در این حالت تمام منافذ پر از آب است، سطح سنگ‌دانه‌ها خشک است. این حالت از سنگ‌دانه‌ها به SSD معروف است.

**اشباع یا مرطوب (Saturated):** در این حالت علاوه بر اینکه تمام منافذ پر از آب است سطح دانه‌ها هم مرطوب است.

### وسایل مورد نیاز:

ترازو با دقت ۰/۱ گرم، منبع گرما (Oven یا گرم‌چال)، ظرف نمونه، همزن منبع گرما کوره الکتریکی (Oven) است مجهز به تهویه که بتواند دمای اطراف نمونه را در حدود  $\pm 5$  درجه سانتی‌گراد به طور ثابت نگه دارد.



شکل ۵ ▲ دستگاه گرم‌چال (Oven)

**ظرف نمونه:** ظرفی که نمونه در آن ریخته می‌شود باید از جنسی باشد که تحت تأثیر دما قرار نگیرد و گنجایش آن برای نمونه کافی بوده و خطر ریختن نداشته باشد. عمق ظرف از ۱/۵ برابر بعد جانبی ظرف، تجاوز نکند. در صورت استفاده از یک کوره الکتریکی، ظرف باید غیرفلزی باشد.

### نحوه انجام آزمایش مصالح سنگی درشت‌دانه:

نمونه‌برداری باید به نحوی انجام شود که نمایشگر مقدار رطوبت در دیوی مورد نظر باشد و قبل از وزن کردن نمونه باید از کاهش رطوبت آن جلوگیری شود.

ظرف مناسبی انتخاب نموده و آنرا با دقت وزن کرده و یادداشت نمایید. (A)

نمونه را در حالت طبیعی در ظرف ریخته با دقت وزن کنید. (B)

نمونه را با استفاده از کوره الکتریکی کاملاً خشک کنید و سپس وزن کنید. (C)

نمونه را بعد از خشک کردن و وزن کردن در محیط آزمایشگاه قرار داده تا

دمای محیط را به خود بگیرد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در حوضچه آب قرار داده و بعد از گذشت ۲۴ ساعت نمونه را خارج کرده و با حوله یا پارچه جاذب آب آنقدر خشک کنید تا سطح آن درخشان شود و به حالت اشباع با سطح خشک (SSD) برسد و سپس نمونه را وزن کنید. (D) درصد رطوبت طبیعی و جذب آب سنگ‌دانه‌ها از روابط زیر به دست می‌آید.

$$P = \frac{(B - C)}{(C - A)} \times 100$$

$$E = \frac{(D - C)}{(C - A)} \times 100$$

B: وزن ظرف و نمونه در حالت مرطوب (طبیعی)

C: وزن ظرف و نمونه خشک‌شده در کوره

A: وزن ظرف

D: وزن ظرف و نمونه در حالت SSD (اشباع با سطح خشک)

P: مقدار رطوبت طبیعی نمونه بر حسب درصد

E: مقدار جذب آب نمونه بر حسب درصد

اگر سنگ‌دانه‌ها دارای خلل و فرج باشند باعث می‌شود آب به روزنه‌های آن نفوذ کرده و کرائی بتن کاهش پیدا کند و همچنین مشکل یخ‌زدگی آب داخل خلل و فرج نیز به وجود می‌آید و در حالت کلی اگر جذب آب زیاد شود، عوارض و اشکالات زیر پدید می‌آید:

- چسبندگی مواد تشکیل‌دهنده بتن کاهش پیدا می‌کند.

- مقاومت بتن در برابر یخ‌زدگی کاهش پیدا می‌کند.

- پایداری شیمیایی بتن کم می‌شود.

- مقاومت در برابر سایش کم می‌شود.

آزمایش تعیین درصد رطوبت مصالح درشت‌دانه را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

فعالیت  
عملی ۳



## وزن مخصوص سنگ‌دانه‌ها

نسبت وزن به حجم مصالح را وزن مخصوص مصالح می‌نامیم در مصالح ساختمانی وزن مخصوص به سه صورت بیان می‌شود.

وزن مخصوص مطلق، وزن مخصوص ظاهری و وزن مخصوص انبوهی

در طرح اختلاط بتن به روش وزنی از وزن مخصوص ظاهری استفاده می‌شود و در طرح اختلاط به روش حجمی، وزن مخصوص انبوهی کاربرد دارد.

**وزن مخصوص مطلق:** نسبت وزن مواد جامد نمونه به حجم بدون منفذ (حجم خالص مواد جامد) را وزن مخصوص مطلق می‌نامند.

**وزن مخصوص ظاهری:** اگر حجم مواد جامد به گونه‌ای در نظر گرفته شود که فقط منافذ غیر قابل نفوذ را در برگیرد، وزن مخصوص حاصل را وزن مخصوص ظاهری می‌نامند.

**وزن مخصوص انبوهی:** اگر حجم مواد جامد به نحوی در نظر گرفته شود که علاوه بر منافذ غیر قابل نفوذ، لوله‌های مویینه را هم در برگیرد وزن مخصوص حاصل را وزن مخصوص انبوهی می‌نامند.

این کمیت به صورت جرم بر واحد حجم، یعنی کیلوگرم بر مترمکعب ( $\text{kg/m}^3$ ) یا گرم بر سانتیمتر مکعب ( $\text{gr/cm}^3$ ) بیان می‌شود.

مصالح سنگی در محل نگهداری یا دپو معمولاً دارای رطوبت سطحی یا جذب شده می‌باشند. در حالی که در این آزمایش وزن مخصوص مصالح در حالت خشک تعیین می‌گردد. مقداری مصالح خشک شده در هوا را انتخاب کرده از الک شماره ۴ رد می‌کنیم. مصالح باقیمانده روی الک را به عنوان مصالح درشت‌دانه (شن) مورد استفاده قرار می‌دهیم. در این آزمایش چگالی به دو صورت متراکم و غیر متراکم محاسبه می‌شود.

### آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی متراکم

#### وسایل مورد نیاز

مخزن استوانه‌ای، ترازو، بیل یا بیلچه مناسب، میله تراکم استاندارد

#### روش انجام آزمایش

ابتدا مخزن استوانه‌ای خالی را وزن کرده و مقدار به‌دست آمده به‌عنوان جرم ظرف خالی  $m_1$  تعیین می‌شود. سپس مخزن را به‌طور کامل با آب پر کنید و آنرا وزن کنید تا جرم ظرف و آب  $m_2$  تعیین شود.

از اختلاف دو مقدار  $m_1$  و  $m_2$ ، حجم استوانه به‌دست می‌آید.



شکل ۶ ▲ آزمایش چگالی سنگ‌دانه‌ها

در مرحله بعد،  $\frac{1}{3}$  ارتفاع ظرف را با مصالح سنگی پر کرده، سطح مصالح را با انگشت یا میله صاف کنید. با

۲۵ ضربه توسط میله استاندارد با قطر ۱۶ میلی‌متر تمام سطح آنرا بکوبید تا دانه‌ها متراکم شوند. کوبیدن

اولین لایه نباید به‌نحوی انجام شود که میله به شدت با کف ظرف برخورد کند. در مرحله بعد  $\frac{2}{3}$  ارتفاع

ظرف را پر کرده و صاف کردن سطح و تراکم را تکرار کنید، ظرف را پر کرده و مانند لایه اول و دوم دانه‌ها را بکوبید. ظرف پر شده را وزن کنید، تا جرم ظرف با دانه‌ها  $m_3$  تعیین گردد.

از اختلاف دو مقدار  $m_1$  و  $m_3$ ، جرم دانه‌ها به‌دست می‌آید.



آزمایش چگالی سنگ‌دانه‌ها را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید

## آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیر متراکم

### وسایل مورد نیاز

مخزن استوانه‌ای، ترازو، بیل یا بیلچه مناسب

### روش انجام آزمایش

مصالح خشک رد شده از الک نمره ۴ را به وسیله بیلچه از ارتفاع ۵ سانتی‌متر درون ظرف می‌ریزیم و بدون ضربه و ویبره کردن تمام ظرف را پر می‌کنیم. سطح مصالح را با دست صاف می‌کنیم. ظرف پر شده را وزن نموده، تا مقدار  $m_3$  حاصل شود. از اختلاف دو مقدار  $m_3$  و  $m_1$ ، جرم دانه‌ها به دست می‌آید.



شکل ۷ ▲

### محاسبات:

با داشتن جرم و حجم دانه‌ها مقدار چگالی ( $\rho$ ) آن بر حسب  $\frac{kg}{cm^3}$  به دست می‌آید.

$$M = m_3 - m_1$$

$$V = m_2 - m_1$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

آزمایش تعیین وزن مخصوص مصالح سنگی غیر متراکم را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.



## آزمایش دانه‌بندی

بر حسب تعریف، آزمایش دانه‌بندی عبارت‌است از تعیین درصد وزنی و توزیع اندازه دانه‌های سنگی و ترسیم منحنی آن.

اهمیت پی‌بردن به توزیع اندازه دانه‌ها به قدری است که این آزمایش (دانه‌بندی) در اکثر پروژه‌های عمرانی و تحقیقاتی به عنوان یک آزمایش ضروری انجام می‌شود. دانه‌بندی مناسب سبب کاهش فضای خالی بین ذرات بتن و در نتیجه کاهش مصرف سیمان و آب و همچنین افزایش مقاومت آن می‌گردد. روش انجام آزمایش دانه‌بندی، به اندازه دانه‌ها بستگی دارد. آزمایش دانه‌بندی به سه روش عمده انجام می‌شود:

الف- الک ب- هیدرومتری پ- ترکیبی از هر دو

برای دانه‌بندی مصالح سنگی درشت‌تر از الک نمره ۲۰۰ و برای مصالح ریزتر از الک نمره کمتر از ۲۰۰، از روش هیدرومتری استفاده می‌شود. در صورتی که نمونه مورد آزمایش شامل ذرات ریز و درشت‌تر از الک نمره ۲۰۰ باشد روش ترکیبی استفاده می‌شود. با استفاده از الک نمره ۲۰۰ سنگ‌دانه‌ها و فیلرها را از هم جدا کرده و برای هر کدام آزمایش دانه‌بندی متناسب انجام می‌شود. و در انتها نتایج حاصل با یکدیگر تلفیق می‌شوند.

با توجه به اینکه در دانه‌های مورد استفاده در بتن (شن و ماسه)، ذرات کمتر از نمره ۲۰۰ حداکثر ۵ درصد وزن کل دانه‌ها را تشکیل می‌دهند بنابراین در مورد مصالح سنگی از آزمایش الک جهت دانه‌بندی استفاده می‌شود. نتایج حاصل از منحنی دانه‌بندی و دانستن بزرگ‌ترین اندازه دانه‌های مورد مصرف در بتن، روی مقادیر مورد نیاز سیمان، آب، مقدار آب انداختن بتن، نحوه درجا ریختن و پرداخت سطح بتن، دوام و پوکی بتن و همچنین خواص بتن تازه و سخت شده اثر دارد.

ابتدا آزمایش دانه‌بندی مصالح انجام می‌شود و بر اساس نتایج آن، منحنی دانه‌بندی، رسم می‌گردد.

### وسایل مورد نیاز

گرم‌خانه (Oven)، ترازو، دستگاه لرزاننده مکانیکی الک‌ها یا (Shaker)، سینی زیر الک، فرچه یا مسواک

برای تمیز کردن الک و انواع الک‌های استاندارد ۱۰۰، ۵۰، ۳۰، ۱۶، ۸، ۴، ۳، ۱، ۱/۴، ۱/۲، ۳/۸، ۱/۲، ۳/۴، ۱، ۱/۴

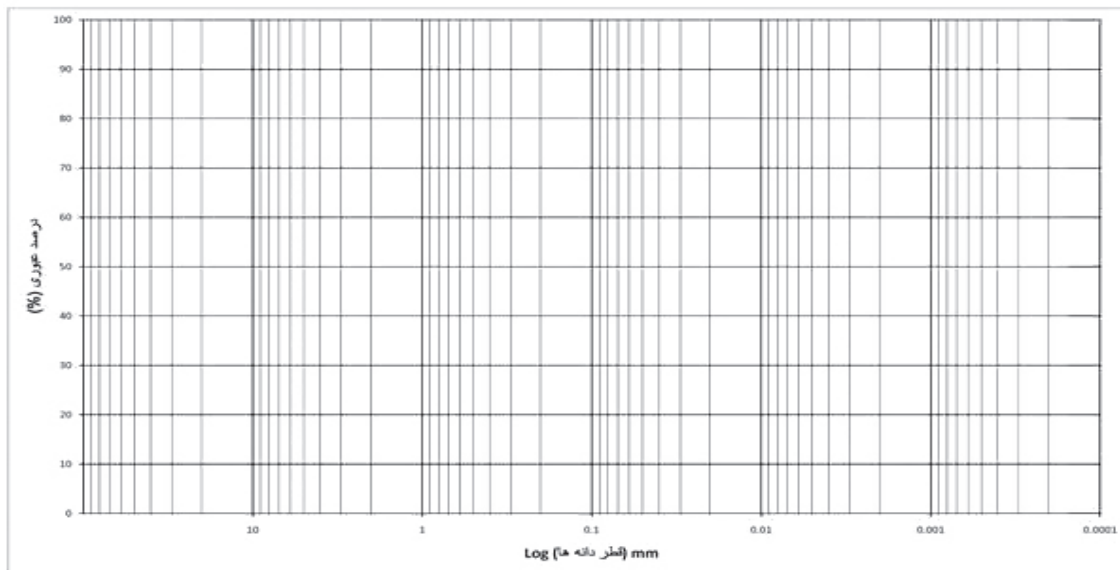
توضیح اینکه برای نشان دادن نمره الک از نماد (#) استفاده می‌شود.

### روش انجام آزمایش

در این آزمایش، الک‌ها به ترتیب از بالا به پایین و با توجه به اندازه چشمه الک، از درشت به ریز و در پایین‌ترین قسمت، سینی (زیر الک) قرار دهید. دانه‌بندی درشت دانه (شن) با سری الک‌های #۴، #۸،

۱، ۱/۴، ۱/۲، ۳/۴، ۱، ۱/۴ و ریزدانه (ماسه) با سری الک‌های ۱۰۰، ۵۰، ۳۰، ۱۶، #۸، #۴ انجام می‌شود.

از حدود ۲۰ کیلوگرم شن، و با استفاده از یکی از روش‌های تهیه نمونه (دستگاه مقسم یا روش چهار قسمتی)، حدود ۵ کیلوگرم از آنرا انتخاب کنید و تا رسیدن به وزن ثابت (حالت خشک) در کوره الکتریکی و در دمای  $105 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد قرار دهید و وزن آنرا به دست آورید و به عنوان وزن کل مصالح سنگی یادداشت کنید. برای آزمایش روی ماسه، از حدود ۴ کیلوگرم ماسه نمونه‌ای با وزن حدود ۱ کیلوگرم تهیه کنید.



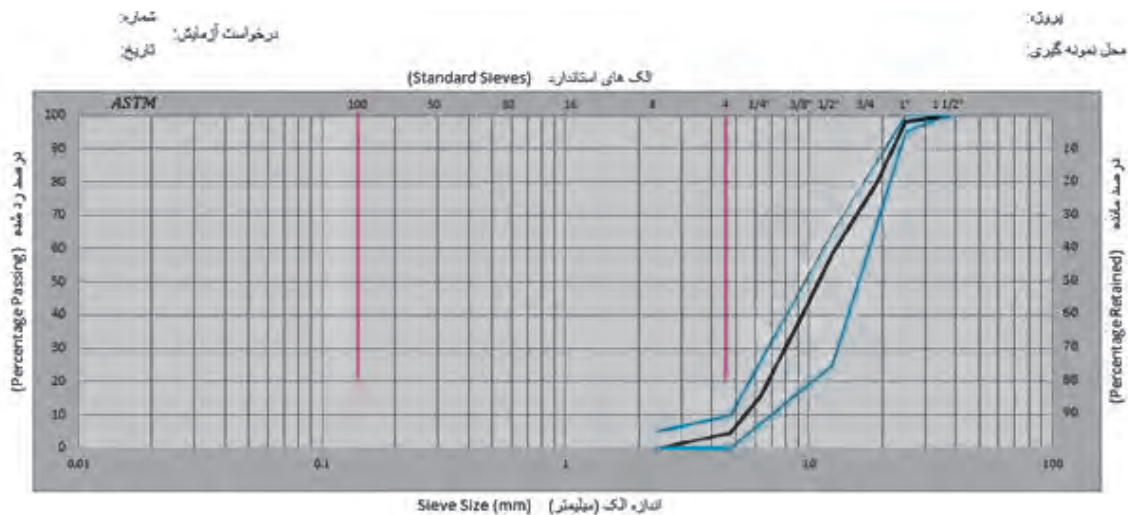
شکل ۸ ▲ منحنی دانه‌بندی (فرم خام)

سنگ‌دانه‌ها را از بالا و به آرامی روی مجموعه الک‌ها بریزید. با لرزاندن الک‌ها، مقداری از سنگ‌دانه‌ها از هر الک عبور کرده و مقداری روی آن باقی می‌ماند. لرزاندن الک‌ها را به مدت کافی و با استفاده از لرزاننده مکانیکی الک یا به صورت دستی، اجرا نمایید.

در صورت لرزاندن دستی الک‌ها، هم‌زدن و دست‌زدن مستقیم به سنگ‌دانه‌ها مجاز نمی‌باشد.

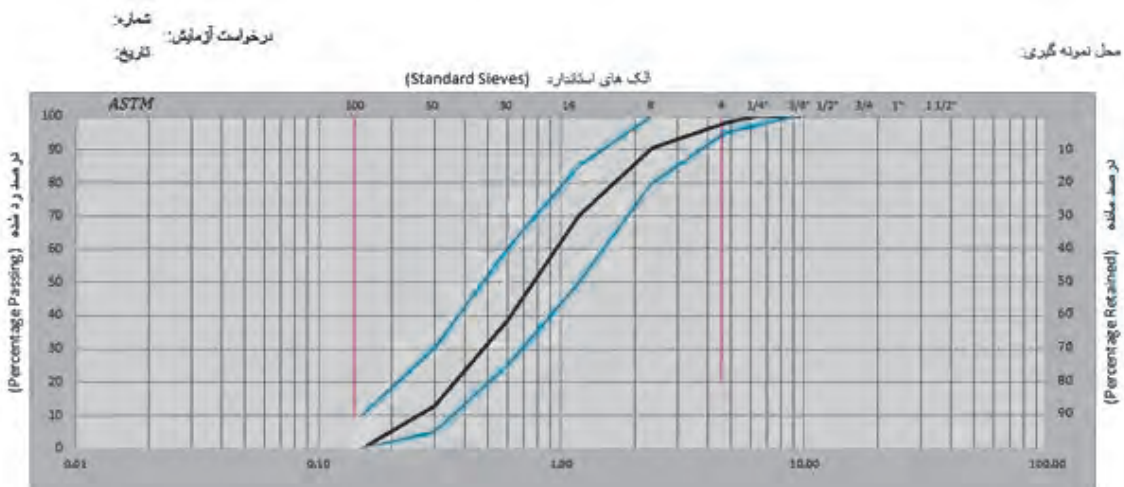
سنگ‌دانه‌ها با توجه به اندازه و قطر، روی الک‌های مختلف باقی می‌ماند و درصد وزنی مانده روی هر الک به دست می‌آید. درصد تجمعی رد شده از هر الک را محاسبه کنید و با داشتن اندازه الک و درصد رد شده از آن یک نقطه را روی منحنی دانه‌بندی مشخص کنید و این کار را برای هر الک انجام دهید.

اکنون نقاط مشخص شده را به یکدیگر متصل کنید تا منحنی تکمیل شود.



شکل ۹ ▲ منحنی دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه بتن





شکل ۱۰ ▲ منحنی دانه‌بندی مصالح ریزدانه بتن

آزمایش دانه‌بندی را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

فعالیت  
عملی ۶



## گیرش سیمان

در ساخت سازه‌های بتنی، زمان کار کردن با بتن و باز کردن قالب‌ها و برچیدن پایه‌های اطمینان به زمان گیرش بتن بستگی دارد که خود نیز به زمان گیرش سیمان وابسته است. بنابراین دانستن زمان گیرش سیمان بسیار مهم است و نشان‌دهنده کیفیت سیمان نیز می‌باشد.

گیرش واژه‌ای است برای توصیف سفت شدن خمیر سیمان و به‌طور کلی به تغییر وضعیت ژل سیمان از حالت خمیری به حالت جامد گفته می‌شود.

با مخلوط کردن آب و سیمان، واکنش هیدراتاسیون آغاز شده و با گذشت زمان کامل می‌شود. با پیشرفت هیدراتاسیون میزان شکل‌پذیری و کارایی مخلوط بتن کاهش می‌یابد و با تکمیل آن امکان شکل‌دادن و پرداخت بتن وجود نخواهد داشت. آزمایش زمان گیرش سیمان، زمان و فرصت موجود برای کار بر روی مخلوط بتن تازه شامل اختلاط، حمل، ریختن، تراکم و پرداخت بتن را مشخص می‌کند. گیرش سیمان شامل گیرش کاذب، گیرش اولیه و گیرش نهایی می‌باشد. گیرش اولیه برای تولید و حمل بتن تازه و کیفیت سیمان‌های مصرفی در کارگاه کاربرد دارد زیرا سیمان‌های فاسد دارای زمان گیرش بیش از حد متعارف می‌باشند. گیرش ثانویه حداکثر زمانی که می‌توان بر روی بتن تازه کار کرد را نشان می‌دهد.

**گیرش کاذب (False Setting):** این گیرش ناشی از واکنش آب و گچ موجود در سیمان است. در کارخانه تولید سیمان، برای ایجاد چسبندگی در سیمان و کندی گیرش سیمان، در هنگام آسیاب کردن کلینکر سنگ گچ به آن می‌افزایند و با هم آسیاب می‌کنند. با حرارت‌زایی همراه نیست و با ویبره مجدد از بین می‌رود. بعد از این مرحله سیمان به سخت شدن و تکمیل هیدراتاسیون ادامه می‌دهد.

**گیرش اولیه (Initial Setting):** از لحظه اختلاط آب و سیمان کریستال‌های ناشی از هیدراتاسیون تشکیل و با گذشت زمان رشد و افزایش می‌یابد و در نتیجه روانی خمیر سیمان رو به کاهش خواهد بود. گیرش اولیه زمانی است که سوزن ویکا (Vicat) بعد از ۳۰ ثانیه از زمان رها کردن ۳۵ میلی‌متر در ملات فرو برود. نکته‌ای که قابل تذکر است، این است که سرعت گیرش و سرعت سخت شدن کاملاً از هم مستقل هستند.

**گیرش ثانویه یا نهایی (Final Setting):** گیرش ثانویه زمانی است که هیدراتاسیون سیمان تکمیل و خمیر سیمان کاملاً سخت شده و روانی خود را از دست داده و هنگامی خواهد بود که سوزن ویکا (Vicat) درون خمیر سیمان فرو نرود.

میزان آب در زمان گیرش سیمان و بتن تأثیر دارد. بنابراین لازم است قبل از آزمایش تعیین زمان گیرش، برای هر سیمان، میزان آب متعارف یا غلظت نرمال خمیر سیمان را تعیین کرد. در این حالت برای هر سیمان درصد آب مورد استفاده، طوری تعیین می‌شود که تمام سیمان‌ها با آن مقدار آب دارای حالت خمیری و روانی یکسانی باشند.

برای آزمایش زمان گیرش و غلظت نرمال سیمان از دستگاه ویکا استفاده می‌شود. این دستگاه تشکیل شده است از یک پایه که در قسمت پایین آن یک صفحه صاف وجود دارد که قالب ویکا روی آن صفحه قرار می‌گیرد. روی پایه میله‌ای متحرک به وزن ۳۰۰ گرم قرار دارد. در پایین میله متحرک یک پیچ قرار دارد که می‌توان سوزن دستگاه را توسط آن آزاد کرد. قالب ویکا از یک حلقه به شکل مخروط ناقص به ارتفاع ۴۰ میلی‌متر تشکیل شده است. برای آزمایش‌های مختلف سوزن ویکا با قطرهای متفاوت را می‌توان روی دستگاه نصب کرد.

### تنظیم سوزن و میله دستگاه ویکا:

ابتدا قالب مخروطی را زیر سوزن دستگاه قرار می‌دهیم و سوزن را پایین می‌آوریم تا بر روی لبه ظرف قرار گیرد. سپس پیچ مربوط به درجه متصل به میله متحرک را باز کرده و درجه را روی صفر تنظیم می‌نمائیم و سپس این پیچ را محکم نموده و پیچ مربوط به حرکت میله را نیز می‌بندیم. در این حالت دستگاه آماده به کار است.

## آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان

به این آزمایش، تعیین میزان آب متعارف نیز گفته می‌شود. این آزمایش به‌تنهایی اهمیت چندانی ندارد ولی برای تعیین زمان‌های گیرش اولیه و نهایی و همچنین آزمایش سلامت سیمان کاربرد دارد. بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۹ میزان آب متعارف مربوط به خمیری است که سوزن با قطر ۱۰ میلی‌متر (میلهٔ آب‌سنج) به میزان ۳۵ میلی‌متر در آن خمیر فرو رود.

اگر میله پس از آزاد شدن در مدت ۳۰ ثانیه در فاصله ۵ میلی‌متری کف قالب قرار گیرد، غلظت خمیر نرمال است. در غیر این صورت برای رسیدن به چنین مخلوطی لازم است خمیرهای جدید سیمان با درصد‌های مختلف آب ساخته شوند تا به وسیله رسم منحنی تغییرات (غلظت خمیر) بر حسب «فاصله میله از کف قالب» مقدار نظیر فاصله ۵ میلی‌متر به دست می‌آید که برابر غلظت نرمال خمیر سیمان است. توجه شود که برای رسم منحنی، آزمایش بایستی حداقل سه مرتبه تکرار گردد.

ضمناً مقدار آب خمیر نرمال عموماً بین ۳۳-۲۶ درصد وزن سیمان خشک می‌باشد. برطبق بند ۴ استاندارد شماره ۳۹۲ ایران درجه حرارت سیمان، آب و اتاق آزمایش در حین تهیه خمیر سیمان و قالب‌گیری بایستی بین ۱۷/۷ و ۲۳/۳ درجه سانتی‌گراد باشد، آن‌گاه قالب سیمانی که برای آزمایش تهیه می‌شود بایستی در تمام مدت آزمایش در حرارت  $1/1 \pm 18/9$  درجه سانتی‌گراد و در فضایی که دارای حداقل ۹۰ درصد رطوبت نسبی باشد و از جریان هوا دور باشد نگهداری شود. قطر میله ویکا ۱۰ میلی‌متر و طول آن ۵ سانتی‌متر است. باید توجه داشت که محل میله رها شده باید در وسط قالب ویکا باشد.

### وسایل مورد نیاز

دستگاه ویکا، ترازو با دقت ۰/۱ گرم، مزور یا استوانه مدرج و بشر، لگن و دستکش، کاردک و وکرنومتر و ۵۰۰ گرم سیمان رد شده از الک نمرة ۱۶.

### روش انجام آزمایش

مقدار ۵۰۰ گرم سیمان مورد نظر را نمونه‌برداری کرده حدود ۲۵٪ وزن سیمان آب مناسب برای اختلاط توزین نمایید.

میله آب‌سنج را روی صفحه دستگاه قرار داده و عقربه متحرک روی صفحه مدرج دستگاه را روی عدد صفر تنظیم کرده در این صورت می‌توان فاصله سر میله را از صفحه دستگاه به‌وسیله عقربه تعیین نمود. آب توزین شده را همراه با نمونه سیمان در یک ظرف با فضای کافی، توسط یک قاشق به‌هم زده و پس از اینکه آب با سیمان مخلوط شد (به‌طوریکه آب به صورت آزاد دیده نشود) توسط دستکش لاستیکی به خوبی مالش داده و پس از کسب روانی، آنرا به شکل گلوله‌ای درآورده و در فاصله تقریباً ۱۵ سانتی‌متری، ۶ بار از یک دست به‌دست دیگر پرتاب نمایید. توجه داشته باشید زمان تهیه خمیر از لحظه افزودن آب به سیمان تا آغاز ریختن خمیر در قالب نباید از  $\frac{1}{4} \pm 4$  دقیقه بیشتر شود.

پس از تهیه خمیر سیمان، آنرا به آرامی وارد قالبی که در دست دیگر قرار دارد نموده به‌طوریکه هیچ‌گونه فشاری به خمیر سیمان وارد نگردد، سپس قالب را از طرف دیگر به آرامی ولی با سرعت عمل بر روی صفحه کاملاً صاف قرار داده، بعد از تماس قالب با صفحه صاف قسمت اضافی خمیر را بریده و توسط ماله سطح آنرا با سطح قالب یکسان نمایید. تمام این کارها باید حداکثر در مدت ۳۰ ثانیه انجام شود. با باز کردن پیچ به مدت ۳۰ ثانیه میله ویکا در خمیر نفوذ می‌کند که باید موقعیت آنرا قرائت و یادداشت نمایید. هنگام آزمایش نباید هیچ لرزشی در دستگاه آزمایش ایجاد شود. اگر میله پس از آزاد شدن در مدت ۳۰ ثانیه در فاصله ۵ میلی‌متری کف قالب قرار گیرد، غلظت خمیر نرمال است. در غیر این صورت این آزمایش را حداقل سه بار با درصدهای مختلف آب انجام دهید و با رسم منحنی غلظت نرمال را محاسبه کنید.

ظروف و دیگر وسایل آزمایش باید کاملاً تمیز و خشک باشند و تمام آب توزین شده با سیمان مخلوط گردد.

نکته



عمل نفوذ میله در خمیر در فاصله زمانی کمی پس از وارد کردن خمیر در قالب صورت گیرد.



آزمایش تعیین غلظت نرمال خمیر سیمان را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

## آزمایش زمان گیرش سیمان



شکل ۱۱ ▲

این آزمایش جهت یافتن زمان گیرش اولیه و نهایی سیمان صورت می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً اشاره گردید با استفاده از دستگاه ویکا به انجام این آزمایش می‌پردازیم. در این آزمایش قطر سوزن ویکا ۱ میلی‌متر و طول آن ۵ سانتی‌متر است. باید توجه داشت که محل سوزن رها شده از دیواره‌ها و نقاط مختلف آزمایش، ۶ میلی‌متر فاصله داشته باشد تا سیمان مقاومت کاذب نداشته باشد.

### وسایل مورد نیاز

دستگاه ویکا، ترازو با دقت ۰/۱ گرم، مزور (استوانه مدرج) و بشر، لگن و دستکش، کاردک و کرنومتر و ۳۰۰ گرم سیمان رد شده از الک نمره ۱۶.

### روش انجام آزمایش

آب توزین شده در ظرفی با فضای کافی با نمونه سیمان مخلوط می‌شود، (میزان آب لازم، حاصل از نتیجه آزمایش غلظت نرمال است). در ابتدا مقدار آب لازم را با نمونه سیمان در لگن ریخته و کرنومتر را روشن می‌کنیم، و به مدت ۳ دقیقه با هم ورز می‌دهیم (در این حین سیمان یک گیرش کاذب دارد)، پس از کسب روانی آنرا گلوله می‌کنیم و در فاصله ۱۵ سانتی‌متری ۶ بار از یک دست به دست دیگر می‌دهیم.

زمان تهیه خمیر از زمان افزودن آب تا آغاز ریختن خمیر در قالب نباید از ۴/۲۵ دقیقه بیشتر شود.



سپس نمونه را بدون آنکه فشاری به آن وارد شود در قالب ویکا قرار داده و آنرا از طرف دیگر به آرامی ولی با سرعت عمل روی صفحه صاف قرار می‌دهیم و مقدار اضافی را برمی‌داریم (این مرحله باید در کمتر از ۳۰ ثانیه انجام شود). سپس کرنومتر را صفر می‌کنیم و بعد از گذشت ۳۰ دقیقه، اولین سوزن را رها می‌کنیم. برای اتمام آزمایش زمان گیرش اولیه، می‌بایست سوزن ویکا به اندازه ۳۵ میلی‌متر در قالب پایین بیاید.



شکل ۱۲ ▲

اگر این مرحله از رهاسازی سوزن نتیجه نداد و عدد بیشتری را نشان داد، به فاصله زمانی ۱۵ دقیقه سوزن را در نقطه‌ای دیگر به فاصله ۶ میلی‌متر از نقطه قبل رها می‌کنیم تا به نتیجه دلخواه برسیم. در صورتی که در تلاش آخر عدد ۳۵ را نشان داد یعنی زمان رهاسازی سوزن ویکا زمان گیرش اولیه است و اگر کمتر از عدد ۳۵ را نشان داد با رسم منحنی و استفاده از روش درون یابی زمان لازم برای رسیدن به عدد ۳۵ را محاسبه می‌کنیم.

پس از یافتن زمان گیرش اولیه، عمل رها سازی سوزن را هر ۱۵ دقیقه تکرار کنید. برای تعیین زمان گیرش نهایی باید از سوزن فلزی کلاهک‌دار مطابق شکل (۱۲) استفاده شود.

سیمان وقتی به گیرش نهایی خود می‌رسد، که اگر سوزن را در تراز خمیر سیمان روی قالب قرار داده و به وسیله باز کردن پیچ آنرا روی خمیر فرود آوریم، فقط اثر کمی بر روی سیمان بگذارد. زمان گیرش اولیه و نهایی اکثر سیمان‌های پرتلند، تقریباً با فرمول زیر با یکدیگر مرتبط‌اند.

$$\text{(زمان گیرش اولیه به دقیقه)} \times 1/2 + 90 = \text{زمان گیرش نهایی به دقیقه}$$

زمان مجاز گیرش اولیه و ثانویه سیمان بین ۴۵ تا ۳۷۵ دقیقه متغیر است.

نکته



آزمایش زمان گیرش سیمان را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید

فعالیت  
عملی ۸



## آزمایش هم‌ارزی یا ارزش ماسه‌ای (Sand Equivalent)

آزمایش هم‌ارزی ماسه‌ای (SE) به آزمایش درصد تمیزی ماسه هم معروف است و به منظور تعیین نسبت ذرات ریز لای و رس در ماسه یا مصالح سنگی ریزدانه به کار می‌رود و عملاً برای تعیین نسبت حجم ماسه به کل حجم مصالح ریزدانه و به طور خلاصه تعیین می‌نماید که ماسه تا چه حد تمیز است. هرچه درصد ریزدانه داخل ماسه‌ها کمتر باشد، ماسه تمیزتر و دارای کیفیت بهتر می‌باشد. برای ساخت بتن حداقل ارزش ماسه‌ای ۷۵ درصد می‌باشد. در کارهای با حساسیت و اهمیت بیشتر که نیاز به بتن با کیفیت و مقاومت بالاتری وجود دارد، استفاده از ماسه تمیزتر با ارزش ماسه‌ای بالاتر نیاز خواهد بود.



شکل ۱۳ ▲

ماسه به عنوان یک جسم پُرکننده که حدود ۳۰ درصد از مصالح بتن را تشکیل می‌دهد، نقش به‌سزایی در تولید بتن دارا می‌باشد. این موضوع زمانی نقش خود را بیشتر نشان می‌دهد که مصالح ریزدانه در طراحی بتن اهمیت بیشتری داشته باشد. اهمیت ماسه در سازه‌های بتنی که دوام آنها به دلیل قرارگیری در معرض نفوذ سیالات مضر و نیز محیط‌های مهاجم مورد تهدید قرار می‌گیرد بیشتر است. مصالح ریزدانه مناسب نقش مهمی در بهبود دوام بتن دارد. مصالح ریزدانه لای و رس در فرآیند هیدراتاسیون تأثیرگذار بوده و سبب افزایش نسبت آب به سیمان در بتن می‌گردد که مطلوب نبوده، بنابراین مقدار آنها در ماسه محدود می‌نمایند.

### وسایل مورد نیاز:

الک نمره ۴، سینی (زیر الک)، فرچه، ترازو، استوانه مدرج با ارتفاع ۱۵ اینچ، درپوش استوانه، خط‌کش فلزی، قیف، سنبه فلزی نشانه‌دار، زمان‌سنج و محلول شستشو (استوکس).

**محلول استوکس:** این محلول شامل مواد شیمیایی زیر می‌باشد:

کلو کلسیم خشک: ۴۵۴ گرم

گلیسرین: ۲۰۵۰ گرم

آلدئید فرمیک: ۴۰ درصد ۴۷ گرم

### نحوه انجام آزمایش:

مقدار ۱۱۰ گرم ماسه نمونه را آماده می‌کنیم. استوانه مدرج را با محلول شستشو، تا ارتفاع ۴ اینچ پر می‌کنیم، با استفاده از قیف ماسه را به درون استوانه می‌ریزیم و به مدت ۱۰ دقیقه استوانه مدرج را بدون حرکت روی میز قرار می‌دهیم این کار به این دلیل است که نمونه آزمایش کاملاً خیس بخورد زیرا محلول استوکس باعث تورم ذرات رس و جدایی آنها از ذرات ماسه می‌گردد. سپس درپوش استوانه مدرج را گذاشته و آنرا به مدت ۳۰ ثانیه و به تعداد ۹۰ بار به صورت افقی تکان می‌دهیم، بعد از تکان دادن آن دیواره استوانه را با محلول شسته و ارتفاع محلول را به ۱۵ اینچ می‌رسانیم و سپس استوانه را در یک جای آرام قرار داده و بعد از ۲۰ دقیقه ارتفاع کل نمونه و ارتفاع ماسه را اندازه‌گیری می‌کنیم.

H<sub>1</sub>: ارتفاع کل

H<sub>2</sub>: ارتفاع ماسه

$$SE = \frac{H_2}{H_1} \times 100$$

اندازه‌گیری به دو روش انجام خواهد گرفت:

۱- **روش چشمی:** در این روش ارتفاع کل و ماسه به صورت چشمی قرائت می‌شود که روش به دلیل ناهموار بودن سطوح مرزی قرائت با خطا همراه است.



شکل ۱۴ ▲



**۲- روش دستگاهی:** در این روش ابتدا قبل از انجام آزمایش ارتفاع سنبه را داخل استوانه ثبت کرده و سپس آنرا بعد از ته‌نشینی نمونه داخل استوانه قرار داده و عدد به دست آمده را از عدد قبلی کم کرده و در فرمول قرار می‌دهیم.

آزمایش هم‌ارز ماسه‌ای را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

فعالیت  
عملی ۹



## آزمایش اسلامپ



شکل ۱۵ ▲

آزمایش اسلامپ معیاری برای ارزیابی میزان کارایی و روانی بتن تازه است. روانی بتن یعنی قابلیت بتن تازه مخلوط شده برای جریان یافتن است. کلمه کارایی به سهولت در ریختن، قابلیت تراکم، سهولت در پرداخت بتن و مقاومت در برابر جدا شدگی اطلاق می‌شود. با هیچ آزمایشی نمی‌توان میزان کارایی بتن را به صورت مستقیم تعیین کرد، اما برخی از آزمایش‌ها به صورت غیر مستقیم و با تقریب میزان کارایی بتن را نشان می‌دهند، یکی از این آزمایشات آزمایش اسلامپ است.

### وسایل مورد نیاز:

قالب اسلامپ، صفحه زیر قالب، میله تراکم، خط‌کش فلزی، ماله و کمچه، بتونیر ۱۵۰ لیتری



**قالب اسلامپ:** یک قالب فلزی به شکل مخروط ناقص با قطر قاعده ۸ و قطر فوقانی ۴ و ارتفاع ۱۲ اینچ است. سطوح پایین و بالای قالب باید موازی باشد. قالب باید دارای دستگیره و جای پا باشد.

**میله تراکم:** یک میله فولادی به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۶۰۰ میلی‌متر که نوک آن به شکل نیم‌کره با قطر ۱۶ میلی‌متر گرد شده است.

**صفحه زیر قالب:** صفحه‌ای به شکل مربع با ابعاد ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است. این صفحه می‌تواند فلزی، شیشه‌ای و یا بتن نفوذناپذیر باشد. نوع فلزی آن بهتر است.



شکل ۱۶ ▲

### نحوه انجام آزمایش:

ابتدا با استفاده از نسبت‌های تعیین شده در طرح اختلاط مقادیر شن و ماسه و سیمان و آب را به همان مقدار وزن کرده و شن و ماسه و سیمان را داخل بتونیر ریخته، خوب با هم مخلوط کرده و سپس آب را به آن اضافه کرده و خوب به هم می‌زنیم تا دانه‌های ریز و درشت با هم مخلوط شوند، و پس از آماده شدن مخلوط، قالب اسلامپ را مرطوب نموده و روی صفحه، قرار دهید. پای خود را بر روی تکیه‌گاه‌های دو طرف قالب قرار دهید و نمونه‌ای از مخلوط را که نماینده تمام مخلوط باشد انتخاب کنید و آنرا در ۳ لایه درون قالب اسلامپ بریزید و هر لایه را با ۵ ضربه به وسیله میله تراکم بکوبید. ارتفاع هر لایه پس از تراکم باید تقریباً یک سوم ارتفاع قالب باشد. برای لایه زیرین لازم است که میله را قدری به سمت داخل کج کرده و بعضی از ضربه‌ها را به‌طور مارپیچی از محیط به سمت مرکز وارد نمایید. در لایه زیرین ضربه‌ها باید تا عمق آن لایه نفوذ کنند و ۲ لایه دیگر را به ترتیبی متراکم کنید که ضربه‌ها اندکی در لایه قبلی نفوذ نماید. قبل از متراکم ساختن لایه فوقانی باید قالب را به اندازه کافی از بتن پر نمود. چنانچه پس از متراکم ساختن لایه فوقانی سطح بتن پایین‌تر از لبه‌های قالب قرار گیرد مجدداً مقداری بتن روی آن ریخته و سطح قالب را با میله توسط حرکات اراه‌ای و غلطکی صاف کنید. دستگیره‌های مخروط اسلامپ را بگیرید و آنرا به آرامی بالا بکشید. بالا کشیدن قالب باید ظرف ۵ تا ۱۰ ثانیه بدون اینکه حرکت جانبی یا چرخشی به قالب و بتن وارد شود انجام گیرد. سپس قالب را در کنار بتن قرار دهید و میله اسلامپ را بر روی آن بگذارید و اسلامپ را با محاسبه تفاضل ارتفاع قالب از بالاترین ارتفاع سطح بتن تعیین کنید. این مقدار باید با دقت نزدیک به ۵ میلی‌متر محاسبه گردد. چنانچه پس از برداشتن قالب، بتن در هم فرو ریخته و یا از یک طرف بریزد باید از نتیجه آزمایش صرف نظر کرده و نسبت به انجام آزمایش مجدد با استفاده از بخش دیگری از نمونه بتن اقدام کرد. اگر دوباره چنین وضعیتی اتفاق افتاد، نتیجه می‌گیریم که بتن از حالت خمیری و چسبندگی لازم برای انجام آزمایش اسلامپ برخوردار نیست.



این آزمایش برای بتن‌هایی استفاده می‌شود که حداکثر قطر سنگ‌دانه‌های مصرف شده در آن از ۴۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

نکته



فعالیت  
عملی ۱۰



آزمایش اسلامپ را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

## آزمایش مقاومت فشاری بتن



▲ شکل ۱۷



▲ شکل ۱۸



▲ شکل ۱۹

جهت تعیین مقاومت فشاری نمونه‌های بتن، هر نمونه‌برداری شامل تهیه حداقل دو نمونه می‌باشد ولی معمولاً پنج نمونه تهیه نموده، دو نمونه را ۷ روزه و دو نمونه را ۲۸ روزه شکسته و از هر نمونه میانگین گرفته می‌شود و یک نمونه به عنوان شاهد باقی می‌ماند تا در صورتی که نمونه ۲۸ روزه جواب نداد، مقاومت آنرا ۹۰ روزه بسنجند.

نتایج این آزمایش می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای کنترل کیفیت بتن، نسبت‌های اختلاط آن، روش مخلوط کردن و ریختن بتن و مطابقت آن با مشخصات و همچنین ارزیابی اثرات مواد افزودنی و موارد مشابه دیگر روی بتن، به کار برده شود.

آزمایش مقاومت فشاری در استاندارد ASTM روی نمونه‌های استوانه‌ای  $۱۵۰ \times ۳۰۰$  میلی‌متری ( $۶ \times ۱۲$  اینچ) و در استاندارد BS روی نمونه‌های مکعبی  $۱۵۰$  میلی‌متری ( $۶$  اینچی) انجام می‌شود.

### وسایل مورد نیاز:

قالب مکعبی، قالب استوانه‌ای، میله تراکم، خط‌کش فلزی، کولیس، ماله و کمچه، بتونیر  $۱۵۰$  لیتری، دستگاه جک فشاری هیدرولیک (جک بتن شکن) جک فشاری هیدرولیک دارای دو فک تحتانی و فوقانی می‌باشد که نمونه بتنی ما بین آن دو قرار می‌گیرد. فک تحتانی ثابت و فوقانی متحرک است. مقدار بار اعمال شده نیز توسط گیج مدرجی که روی بدنه دستگاه است، قابل رؤیت است البته برخی از جک‌ها از نوع دیجیتال هستند.



شکل ۲۰ ▲

قالب مکعبی بتن به ابعاد ۱۵ سانتی متر  
 قالب استوانه‌ای با قطر ۶ و ارتفاع ۱۲ اینچ (۱۵ و ۳۰ سانتی متر)  
 قالب‌ها معمولاً از جنس فولاد، چدن، برنج و انواع پلاستیک ساخته می‌شوند.  
 به منظور جلوگیری از چسبندگی بتن به جدار قالب، باید جداره‌های داخلی  
 آنها با یک لایه نازک روغن معدنی آغشته گردد.

### نحوه انجام آزمایش:

با استفاده از نسبت‌های تعیین شده در طرح اختلاط  
 مقادیر شن و ماسه و سیمان و آب را به همان مقدار وزن  
 کرده و شن و ماسه و سیمان را داخل بتونیر ریخته، با  
 هم مخلوط کرده و سپس آب را به آن اضافه می‌نمایند و  
 خوب هم می‌زنند تا دانه‌های ریز و درشت با هم مخلوط  
 شوند، و پس از آماده شدن مخلوط بتن، آنرا به شرح ذیل  
 مورد آزمایش قرار می‌دهند. در ابتدا به منظور جلوگیری  
 از چسبندگی بتن به جداره قالب، باید جداره‌های داخلی  
 آنها با یک لایه نازک روغن معدنی آغشته گردد.

در استاندارد ASTM قالب استوانه‌ای را برای بتن‌های  
 با اسلامپ بالا در سه لایه و هر لایه را با ۲۵ ضربه  
 به وسیله میله اسلامپ متراکم می‌نمایند و بتن‌های با  
 اسلامپ پایین را در دو لایه و با ویبره‌های داخلی و  
 خارجی متراکم می‌کنند و سطح بالای استوانه بتنی را

با ماله صاف می‌کنند. و معمولاً به دلیل ناهمواری سطوح تحتانی و فوقانی نمونه بتنی، دو روش سایش و پوشش  
 سطح، برای ایجاد سطوح صاف به کار می‌روند. روش اول روشی مناسب ولی گران است. در روش دوم که پوششی  
 روی سطح گذاشته می‌شود. سه نوع ماده قابل استفاده است، خمیر سیمان سخت شده، که روی بتن تازه گذاشته  
 می‌شود، مخروطی از گوگرد و مصالح دانه‌ای (نظیر رس حرارت‌دیده)، و یا یک پوشش گچی با مقاومت بالا که روی  
 بتن سخت شده به کار می‌روند.

شرایط نگهداری نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد در آزمایشگاه بدین ترتیب است که به منظور جلوگیری از کاهش  
 رطوبت نمونه‌ها، آنها را به مدت ۲۰ تا ۴۸ ساعت در دمای  $23 \pm 1/7$  درجه سانتی‌گراد نگهداری نموده سپس قالب  
 آنها را باز کرده و تا زمان انجام آزمایش، در رطوبت کامل و یا در آب آهک اشباع نگهداری می‌نمایند.

استاندارد BS، پر کردن قالب را در لایه‌هایی با ضخامت تقریبی ۵ سانتی‌متر توصیه می‌کند و تراکم هر  
 لایه در مکعب‌های ۱۵ سانتی‌متری با ۳۵ ضربه و در مکعب‌های ۱۰ سانتی‌متری با ۲۵ ضربه توسط یک  
 میله فولادی با مقطع مربعی شکلی به ابعاد ۲۵ میلی‌متر، صورت می‌گیرد. بعد از پرداخت کردن سطح  
 بالای نمونه به وسیله ماله، اگر قرار است نمونه پس از ۷ روز یا بیشتر شکسته شود، باید در دمای  $20 \pm 5$   
 درجه سانتی‌گراد نگهداری شود و اگر زمان انجام آزمایش کمتر از ۷ روز باشد، نمونه باید در دمای  $20 \pm 2$   
 درجه سانتی‌گراد نگهداری شود در این حالت رطوبت نسبی نباید کمتر از ۹۰ درصد باشد. پس از ۲۴ ساعت  
 قالب‌ها را باز کرده و تا زمان انجام آزمایش، در مخزن عمل‌آوری نگهداری می‌نمایند.

سطح بالای استوانه بتنی که توسط ماله صاف می‌گردد، معمولاً جهت انجام آزمایش به اندازه کافی یکنواخت نیست و باید اقدامات دیگری بر روی آن انجام گیرد. بدین منظور دو روش سایش و پوشش سطح، برای ایجاد سطوح صاف به کار می‌روند. روش اول روشی مناسب ولی گران است. در روش دوم که پوششی روی سطح گذاشته می‌شود. سه نوع ماده قابل استفاده است خمیر سیمان سخت شده، که روی بتن تازه گذاشته می‌شود، مخروطی از گوگرد و مصالح دانه‌ای (نظیر رس حرارت دیده)، و یا یک پوشش گچی با مقاومت بالا که روی بتن سخت شده به کار می‌روند.

این مشکل در نمونه‌های مکعبی با چرخاندن نمونه و قرارگیری سطوح صاف نمونه بین دو فک دستگاه مرتفع می‌گردد.

دستگاه را تحت بارگذاری یکنواخت قرار داده، به طوری که سرعت ازدیاد فشار در ثانیه ثابت باشد به محض شکستن قسمتی از نمونه، بارگذاری دستگاه متوقف شده حداکثر نیروی وارده بر سطح تماس نمونه، بر روی نمایشگر دستگاه بر حسب ton نشان داده می‌شود، با داشتن حداکثر نیروی وارده و سطح بارگذاری شده می‌توان مقاومت فشاری آزمونه‌ها را تعیین کرد.



شکل ۲۱ ▲

$P$ : حداکثر نیروی وارد بر آزمونه بر حسب کیلو نیوتن  
 $A$ : مساحت مقطع آزمونه بتن بر حسب میلی متر مربع  
 $\delta$ : مقاومت فشاری آزمونه بر حسب مگا پاسکال MPa  
 بتنی قابل قبول است که هم خود بتن و هم مصالح تشکیل دهنده آن، ضوابط الزامی مربوطه را برآورده سازند.

به طور کلی پذیرش بتن منوط به برآورده شدن کلیه شرایط زیر است:

الف) ضوابط مربوط به مصالح تشکیل دهنده آن

ب) ضوابط مربوط به بتن ساخته شده، از جمله شامل ضوابط مربوط به بتن تازه (نظیر آزمایش کارآیی)، بتن سخت شده (نظیر آزمایش تعیین مقاومت فشاری ۲۸ روزه)، دوام (نظیر حداکثر نسبت آب به سیمان) و ضوابط مربوط به مشخصات خاص بتن ناشی از روش خاص اجرای بتن (نظیر ضوابط مربوط به بتن‌های پمپی یا بتن برای بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از ترمی)

پ) ضوابط مربوط به تک‌تک مراحل اجرای کار، شامل حمل (انتقال)، ریختن (جای دادن)، تراکم (از جمله لرزاندن)، پرداخت سطحی و عمل‌آوری و مراقبت و محافظت (از جمله تأمین رطوبت و دمای مناسب) ضوابط اخیر می‌باید در مشخصات فنی پروژه دقیقاً قید شده و در عمل نیز برآورده و کنترل شوند.

آزمایش مقاومت فشاری بتن را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.



## آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن



شکل ۲۲ ▲

خرابی بتن سازه ممکن است ناشی از اثرات شیمیایی، فیزیکی و محیطی بر خود بتن یا آسیب ناشی از خوردگی میلگرد در آن باشد. مشخصات مواد و شرایطی که در مقابل این خرابی مقاوم، یا در وسعت آن موثر هستند، باید مورد بررسی قرار گیرد. دلایل اصلی متلاشی شدن بتن عبارت‌اند از: حمله سولفات‌ها، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، ذوب و انجماد، سایش و آتش‌سوزی.

خوردگی آرماتور یک فرآیند الکترو شیمیایی است که مستلزم وجود رطوبت و اکسیژن است. بنابراین، وجود رطوبت و توانایی آن در ورود به بتن و حرکت در آن ویژگی‌های مهمی است زیرا هم سولفات و هم کلریدها برای انجام واکنش‌ها به رطوبت نیاز دارند و نمی‌توانند در بتن خشک اثرگذار باشند لذا آزمون‌هایی که جذب آب یا نفوذپذیری و میزان رطوبت را ارزیابی می‌کنند با توجه به دوام و پایداری بتن، اهمیت زیادی دارند.

بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در تمامی بتن‌های مسلح سازه‌ای که تا فاصله ۵۰۰ متر از حاشیه سواحل خلیج فارس و دریای عمان قرار دارند، به منظور کنترل دوام بتن، انجام آزمایش نفوذ تسریع شده یون کلراید و مقاومت الکتریکی اکیداً توصیه می‌گردد. حداکثر میزان مجاز شار عبوری در این آزمایش در بتن‌های فوق برابر با ۲۰۰۰ کولن می‌باشد.

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن، از جمله آزمایش‌های غیرمخرب بتن است که به دلیل سادگی، سرعت و اقتصادی بودن، بر کاربرد آن افزوده است. این آزمایش با ارائه مقاومت الکتریکی بتن موجود، برای آزمون‌های آزمایشگاهی مکعبی، استوانه‌ای یا منشوری و مکعب مستطیل، به طراحان و کارشناسان امکان تصمیم‌گیری در زمینه طرح‌های مقاوم سازی و تقویت و یا صحت‌سنجی عملیات اجرایی را می‌دهد. سهولت یا سختی عبور جریان الکتریکی از بتن اشباع می‌تواند نشانه‌ای از نفوذپذیری آن در برابر آب و به ویژه انتشار و مهاجرت یونی باشد مخصوصاً اگر از آب نمک، اشباع گردد. افزایش نفوذپذیری سبب کاهش پایداری و دوام بتن می‌گردد.

در نتایج حاصل از آزمایش مقاومت الکتریکی بتن موارد زیر موثر است:

- میزان رطوبت و درجه اشباع بتن
- نوع جریان و فرکانس مصرفی
- شکل و اندازه نمونه
- افزودنی‌های شیمیایی بتن
- مقاومت الکتریکی سنگ‌دانه‌های موجود در بتن



شکل ۲۳ ▲

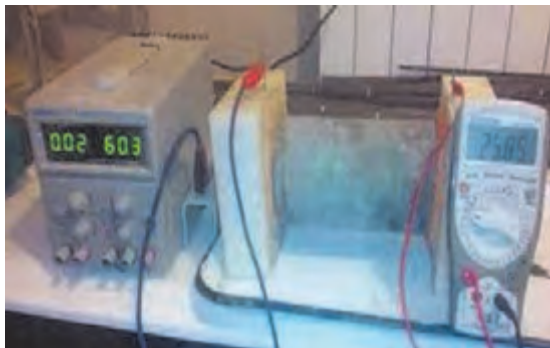
مقاومت الکتریکی و ارتباط آن با احتمال خوردگی بتن پیشنهاد نموده است که در جدول زیر مشاهده می‌شود.

ارتباط مقاومت الکتریکی بتن و احتمال خوردگی				
مقاومت الکتریکی بتن بر حسب اهم	کمتر از ۵۰	۵۰ تا ۱۰۰	۱۰۰ تا ۲۰۰	بیش از ۲۰۰
نفوذ پذیری و احتمال خوردگی	خیلی زیاد	زیاد	کم	ناچیز

### روش انجام آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن به روش دو نقطه‌ای و سایر مورد نیاز:

کولیس، خط کش، اهم متر، صفحه مربعی مسی یا برنجی به ابعاد ۱۵ سانتی متر، سیم رابط، گیره سیم نحوه انجام آزمایش:

نمونه مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتی متر را تهیه می‌کنیم و به مدت یک هفته درون آب نگهداری نموده تا به حالت اشباع برسد. پس از خارج کردن نمونه از آب، ابتدا ابعاد آنرا اندازه‌گیری می‌کنیم، دو صفحه مسی یا برنجی را بر دو سطح مقابل مکعب به کمک خمیر سیمان تازه می‌چسبانیم و با اعمال یک جریان متناوب با فرکانس مشخص مقاومت الکتریکی بتن به دست می‌آید. با داشتن مقاومت الکتریکی حاصل از عبور جریان الکتریسیته، سطح بتن و فاصله بین دو صفحه فلزی، مقاومت ویژه الکتریکی را به دست می‌آوریم.



شکل ۲۴ ▲

$$\rho = R \frac{A}{L}$$

R : مقاومت الکتریکی نشان داده شده توسط اهم متر  
 A : مساحت مقطع بتن (صفحه مسی) بر حسب متر مربع  
 L : فاصله دو صفحه مسی بر حسب متر  
 ρ : مقاومت الکتریکی ویژه بر حسب اهم در متر

با افزایش نسبت آب به سیمان مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد.  
جهت قالب‌گیری تأثیر چندانی بر مقاومت الکتریکی نمونه ندارد.  
میزان مقاومت الکتریکی در روش دو نقطه‌ای به شکل آزمون ارتباطی ندارد.  
طول نمونه تأثیری بر مقاومت الکتریکی ندارد.

بیشتر  
بدانیم



آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن را با توجه به دستورالعمل مربوطه به کمک هنرآموز خود انجام دهید.

فعالیت  
عملی ۱۲



### ارزشیابی شایستگی آزمایشگاه خاک و بتن

#### شرح کار:

با استفاده از وسایل آزمایشگاهی و دستورالعمل استاندارد، آزمایش‌های لازم را انجام دهد.

#### استاندارد عملکرد:

انجام آزمایش‌های مصالح ساختمانی مطابق دستورالعمل‌های استاندارد ملی ایران

#### شاخص‌ها:

دقت اندازه‌گیری - رعایت نکات ایمنی - استفاده صحیح از وسایل آزمایشگاهی - مدیریت زمان آزمایش - تطابق با دستورالعمل - تهیه گزارش و نتیجه‌گیری - ارائه حضور کار به هنرآموز در مدت زمان لازم مطابق استاندارد.

#### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: انجام آزمایش‌های مورد نظر در فضای آزمایشگاهی با تجهیزات استاندارد به کمک دو کارگر - انجام محاسبات لازم.

#### ابزار و تجهیزات:

- ترازو - دستگاه مقسم - دستگاه گرم‌چال - همزن برقی - لرزاننده مکانیکی - مجموعه الک‌های استاندارد - دستگاه ویکا - کرنومتر - قالب اسلامپ - بتونیر ۱۵۰ لیتری - قالب مکعبی و استوانه‌ای بتن - جک فشاری هیدرولیک - اهم‌متر - مخزن استوانه‌ای - میله تراکم استاندارد - خط‌کش فلزی - کولیس - بشر - استوانه مدرج - برس.  
- وسایل محاسباتی شامل ماشین حساب علمی.  
- وسایل تحریر اداری - رایانه به همراه چاپگر.

#### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنر جو
۱	انتخاب وسایل و تهیه نمونه مصالح	۲	
۲	انجام آزمایش	۲	
۳	ثبت مشاهدات و نتایج	۲	
۴	تهیه گزارش و نتیجه‌گیری	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، کفش، کلاه، دستکش، دقت اجرا، جمع‌آوری نخاله و ملات اضافی، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنر جو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

- ۱- استاندارد شایستگی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۲.
- ۲- استاندارد ارزشیابی حرفه ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
- ۳- راهنمای برنامه درسی ساختمان، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.
- ۴- آئین نامه بتن ایران «آبا»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه شماره ۲۰، تجدید نظر اول، تهران، ۱۳۷۹.
- ۵- تفسیر آئین نامه بتن ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، ۱۳۸۰.
- ۶- مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه شماره ۵۵، تجدید نظر دوم، تهران، ۱۳۸۳.
- ۷- مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم، طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۹۲.
- ۸- مقررات ملی ساختمان، مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۹۲.
- ۹- طسوجی، محمدابراهیم، طرح و کنترل مخلوط‌های بتن، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۶۶.
- ۱۰- پیدایش، منصور و همکار، فناوری ساختمان‌های بتنی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
- ۱۱- طاحونی، شاپور و همکاران، فناوری ساختمان‌های فلزی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

و سایت‌های اینترنتی معتبر و منابع مختلف دیگر.







سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

#### اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب فناوری‌های ساختمان رشته ساختمان کد ۲۱۳۳۹۸

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	عباس برزویی	مازندران	۱۶	مرتضی انصاری اردلی	چهارمحال و بختیاری
۲	علیرضا حلیمی	اصفهان	۱۷	محمدباقر قویدل	کرمان
۳	حمید ملکی	آذربایجان شرقی	۱۸	مرتضی دادخواه	خراسان رضوی
۴	سعید فراهی شهری	سیستان و بلوچستان	۱۹	مهدی حاجی زاده	فارس
۵	محمدرضا اسکندری	مرکزی	۲۰	علی اکبر فتحعلی لوی اصل	آذربایجان غربی
۶	فریدون مهدوی	قزوین	۲۱	سعید نظری	البرز
۷	فریبرز حسن پور	سیستان و بلوچستان	۲۲	سیدمهدی ساداتی	قم
۸	آراسته دیانت	کردستان	۲۳	مالک موحدزاده	بوشهر
۹	محمد فائق نژاد	خراسان جنوبی	۲۴	عباس آخوندی	همدان
۱۰	علی همتی	گیلان	۲۵	علیرضا طیبی نژاد	خوزستان
۱۱	محمد اسکندری	شهرستانهای تهران	۲۶	مرتضی شهبواری گوغری	کرمان
۱۲	ایرج محمدی	کرمانشاه	۲۷	حسین رجبی	اردبیل
۱۳	محمدعلی زارع	یزد	۲۸	هادی ریاحی	گلستان
۱۴	مجتبی سبحانی	شهرستانهای تهران	۲۹	منصور فریدی	قزوین
۱۵	ابوالفضل عرب	سمنان	۳۰	مهدی جهانگیری	اردبیل



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره‌ی مطالب این کتاب از طریق نامه  
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دخترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش