بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

# تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری

رشتهٔ متالورژی

گروه مواد و فراوری

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

دانلود سوالات آزمون

راهنمای کامل آزمون

**وزارت آموزش و پرورش**
**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

**نام کتاب:** تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری ـ۲۱۰۵۳۳

**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:** حسن حامد، حسن طبیب‌زاده، امیر ریاحی، محمد معتمدی، میثم بهربر، جمشید علیمحمدی و غلامرضا خلج (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
امیر ریاحی، حسن طبیب‌زاده، میثم بهربر، رضا نظری و جمشید علیمحمدی (اعضای گروه تألیف)

**مدیریت آماده‌سازی هنری:** ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

**شناسه افزوده آماده‌سازی:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ سمیه نصری (طراح جلد) ـ نگار گنجی (صفحه‌آرا)

**نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
**تلفن:** ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

**وب سایت:** www.chap.sch.ir ، www.irtextbook.ir

**ناشر :** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن :**۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰،
**صندوق پستی:** ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

**چاپخانه:** شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

**سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ نهم ۱۴۰۳

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 به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، 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.

**شابک ۴- ۲۵۷۸ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸** **ISBN 978 – 964 – 05 – 2578–4**



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن‌را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان‌شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت‌تان این است که کار بکنید. این عبادت است.

**امام‌خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)**

# فهرست


**پودمان اول: ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری** **۹**

۱ــ۱ــ روش‌های تولید قطعات فلزی ۱۱

۱ــ۲ــ روش‌های ریخته‌گری ۱۴

۱ــ۳ــ مواد اولیه قالب‌گیری ۱۹

۱ــ۴ــ توزین ماسه قالب‌گیری، چسب و مواد افزودنی ۲۳

۱ــ۵ــ توزین ماسه و مواد افزودنی (کار کارگاهی) ۲۴

۱ــ۶ــ نحوهٔ کار با مخلوط‌کن ماسه قالب‌گیری ۲۶

۱ــ۷ــ مخلوط‌کردن ماسه و افزودنی‌ها (کار کارگاهی) ۲۷

۱ــ۸ــ تحلیل علت افزودن مواد افزودنی به ماسه قالب‌گیری ۲۹

۱ــ۹ــ شرایط و روش‌های نگهداری مخلوط ماسه قالب‌گیری ۳۰

۱ــ۱۰ــ نگهداری مخلوط ماسه (کار کارگاهی) ۳۲

**پودمان دوم: قالب‌گیری ماسه‌تر** **۳۵**

۲ــ۱ــ ابزار و تجهیزات قالب‌گیری ۳۷

۲ــ۲ــ انواع مدل ۴۱

۲ــ۳ــ روش و مراحل قالب‌گیری درجه زیرین ۴۶

۲ــ۴ــ قالب‌گیری درجه زیرین (کار کارگاهی) ۴۸

۲ــ۵ــ کار عملی۳: اجرای قالب‌گیری (کار کارگاهی) ۴۹

۲ــ۶ــ نحوه قراردادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم ۵۶

۲ــ۷ــ قرار دادن درجه رویی و نیمه‌رویی مدل (کار کارگاهی) ۵۷

۲ــ۸ــ اجزای سیستم راهگاهی ۵۸

۲ــ۹ــ انواع سیستم راهگاهی و روش‌های تعبیه و نحوه آخالگیری ۶۲

۲ــ۱۰ــ انواع و اجزای تغذیه و وظایف آنها ۶۴

۲ــ۱۱ــ نحوه قرار دادن اجزای سیستم راهگاهی و تغذیه در قالب ۶۹

۲ــ۱۲ــ تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه (کار کارگاهی) ۶۹

۲ــ۱۳ــ تحلیل عملکرد انواع سیستم راهگاهی ۷۰

۲ــ۱۴ــ نحوه پر کردن درجه رویی و جدا کردن آن ۷۰

۲ــ۱۵ــ پر کردن درجه رویی (کار کارگاهی) ۷۰

۲ــ۱۶ــ نحوه خارج کردن مدل از قالب ۷۱

۲ــ۱۷ــ خارج کردن مدل (کار کارگاهی) ۷۲

۲ــ۱۸ــ نحوه خشک کردن و جفت کردن دو نیمه قالب ۷۳
۲ــ۱۹ــ خشک کردن قالب و جفت کردن آنها (کار کارگاهی) ۷۶

**پودمان سوم: ماهیچه‌گیری** **۷۹**
۳ــ۱ــ۱ــ ماهیچه و کاربرد آن ۸۱
۳ــ۱ــ۲ــ مواد اولیهٔ ماهیچه‌سازی ۸۳
۳ــ۱ــ۳ــ روش تفکیک و توزین مواد اولیهٔ ماهیچه‌گیری ۸۸
۳ــ۱ــ۴ــ توزین ماسه و چسب و مواد افزودنی (کار کارگاهی) ۸۹
۳ــ۱ــ۵ــ نحوه مخلوط کردن مواد اولیه ماهیچه‌گیری ۹۱
۳ــ۱ــ۶ــ انجام مخلوط کردن ماسه ماهیچه و مواد افزودنی (کار کارگاهی) ۹۳
۳ــ۱ــ۷ــ تحلیل علت افزودن مواد افزودنی به ماسه ماهیچه ۹۵
۳ــ۱ــ۸ــ روش‌های استحکام بخش و نگهداری مخلوط ماسه ماهیچه ۹۶
۳ــ۱ــ۹ــ انجام استحکام بخشی و نگهداری مخلوط ماسه ماهیچه (کار کارگاهی) ۹۹
۳ــ۲ــ۱ــ انواع ماهیچه و قالب ماهیچه ۱۰۲
۳ــ۲ــ۲ــ روش‌های ماهیچه‌سازی‌هات باکس ۱۰۶
۳ــ۲ــ۳ــ نحوه پرکردن جعبه ماهیچه ۱۰۷
۳ــ۲ــ۴ــ پرکردن جعبه ماهیچه (کار کارگاهی) ۱۱۰
۳ــ۲ــ۵ــ نحوه حرارت دادن قالب ماهیچه ۱۱۱
۳ــ۲ــ۶ــ انجام حرارت دادن قالب ماهیچه (کار کارگاهی) ۱۱۲
۳ــ۲ــ۷ــ تحلیل زمان و دمای حرارت دادن قالب ماهیچه ۱۱۴
۳ــ۲ــ۸ــ نحوه خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه ۱۱۴
۳ــ۲ــ۹ــ خارج کردن ماهیچه (کار کارگاهی) ۱۱۵
۳ــ۲ــ۱۰ــ نحوه پوشان‌دهی ماهیچه ۱۱۶
۳ــ۲ــ۱۱ــ پوشان‌دهی (کار کارگاهی) ۱۱۹
۳ــ۲ــ۱۲ــ شرایط نگهداری و نحوهٔ چیدمان ماهیچه‌ها ۱۲۰
۳ــ۲ــ۱۳ــ نگهداری ماهیچه (کار کارگاهی) ۱۲۱

**پودمان چهارم: ذوب فلزات** **۱۲۵**
۴ــ۱ــ۱ــ راه‌اندازی کوره ۱۲۷
۴ــ۱ــ۲ــ انواع فلزات ۱۲۸

۴ــ۱ــ۳ــ ابزار و تجهیزات ذوب ۱۳۰
۴ــ۱ــ۴ــ مواد اولیه جهت ذوب فلز ۱۳۲
۴ــ۱ــ۵ــ روش‌های خشک کردن مواد اولیه ۱۳۴
۴ــ۱ــ۶ــ آماده کردن مواد اولیه و تجهیزات ذوب (کار کارگاهی) ۱۳۵
۴ــ۱ــ۷ــ نحوه روشن کردن کوره ۱۳۷
۴ــ۱ــ۸ــ روشن کردن کوره (کارکارگاهی) ۱۴۱
۴ــ۱ــ۹ــ نحوه شارژ کوره ۱۴۲
۴ــ۱ــ۱۰ــ شارژ کردن کوره (کار کارگاهی) ۱۴۴
۴ــ۱ــ۱۱ــ نحوه‌اندازه‌گیری دمای مذاب ۱۴۶
۴ــ۱ــ۱۲ــاندازه‌گیری دمای مذاب (کار کارگاهی) ۱۴۸
۴ــ۲ــ۱ــ نحوه خاموش کردن کوره ذوب ۱۵۰
۴ــ۲ــ۲ــ خاموش کردن کوره (کار کارگاهی) ۱۵۱
۴ــ۲ــ۳ــ مواد سرباره‌گیر و روش اضافه نمودن آنها ۱۵۲
۴ــ۲ــ۴ــ افزودن مواد سرباره گیر (کار کارگاهی) ۱۵۳
۴ــ۲ــ۵ــ روش‌های اعمال پوشان به سرباره گیر ۱۵۵
۴ــ۲ــ۶ــ جمع‌آوری سرباره (کار کارگاهی) ۱۵۷

**پودمان پنجم: ذوب‌ریزی** **۱۶۱**
۵ــ۱ــ روش‌های انتقال مذاب ۱۶۳
۵ــ۲ــ روش‌های پیشگرم کردن بوته و پاتیل ۱۶۸
۵ــ۳ــ انتقال پاتیل به کوره (کار کارگاهی) ۱۷۰
۵ــ۴ــ انواع مواد واسطه و روش‌های افزودن آنها به مذاب ۱۷۰
۵ــ۵ــ افزودن مواد واسطه (کار کارگاهی) ۱۷۷
۵ــ۶ــ نمونه‌گیری از مذاب پس از سرباره‌گیری ۱۷۸
۵ــ۷ــ شلاکه‌گیری و نمونه‌گیری از مذاب (کار کارگاهی) ۱۷۹
۵ــ۸ــ مواد عایق و گرمازا ۱۸۰
۵ــ۹ــ افزودن مواد عایق و گرمازا (کار کارگاهی) ۱۸۲
۵ــ۱۰ــ روش‌های انتقال پاتیل یا بوته مذاب به محل ذوب ریزی ۱۸۲
۵ــ۱۱ــ انتقال پاتیل به محل باررریزی (کار کارگاهی) ۱۸۳
**منابع و مآخذ:** **۱۸۵**

## سخنی با هنرجویان عزیز

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی درنظر گرفته شده‌است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲ـ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشتهٔ متالورژی تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا گیرید.

کتاب درسی تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری شامل ۵ پودمان است و هر پودمان دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن پودمان را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی شما می‌توانید از بستهٔ آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بستهٔ 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 به‌کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدّی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما درنظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشتهٔ خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی‌تان، 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**

## سخنی با هنرآموزان و هنرجویان

رشتهٔ متالورژی یکی از رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای است که در گروه فراوری و مواد قرار دارد. این رشته دارای ۶ درس است. که به ترتیب عبارت‌اند از: تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری، مدل‌سازی و ماهیچه‌ها، تکمیل کاری قطعات فلزی، عملیات ذوب ریخته‌گری، قالب‌گیری و آلیاژسازی، عملیات تغییر خواص متالورژیکی فلزات. درس «تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری» در سال دهم ارائه در هفته به مدت ۸ ساعت که در حدود ۳ ساعت تئوری و ۵ ساعت عملی و در سال به صورت سالی واحدی ارائه می‌شود.

نحوهٔ ارزشیابی این درس به صورت تکوینی در مراحل هر واحد شایستگی توسط هنرآموزان و به صورت تراکمی‌در پایان هر واحد شایستگی توسط هنرآموز و با همکاری دنیای کار انجام خواهد شد. ارزشیابی هر واحد شایستگی به صورت پرسش، مشاهده عملکرد، نمونه کار به همراه گزارش کار و فهرست وارسی انجام خواهد شد.

این درس شامل شایستگی‌های فنی ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری، قالب‌گیری ماسه‌تر، ساخته مخلوط ماسه ماهیچه، ماهیچه‌گیری‌هات باکس، راه‌اندازی کوره، سرباره‌گیری ذوب کوره و ذوب‌گیری از کوره و شلاله‌گیری ذوب پاتیل است. همچنین دارای شایستگی‌های غیر فنی و پایه است که همراه با شایستگی‌های فنی تدریس می‌شود.

در این درس هنرجویان با روش‌های مختلف تولید قطعات فلزی، انواع محصولات فلزی و مشاغل مربوط به رشته متالورژی به صورت کلی آشنا شده و می‌تواند نقش مهمی در جذب هنرجویان در رشته متالورژی داشته باشد.

با توجه به اینکه یکی از موضوعات مورد تأکید در این کتاب، فعال بودن هنرجویان و نقش داشتن آنها در تولید مفاهیم است، لازم است که هنرآموزان محترم از افزودن مطالب اضافی به مباحث کتاب که به شکل مبسوط در سال‌های آتی به آنها پرداخته خواهد شد، جداً بپرهیزند تا نقش فعالی که هنرجویان در تولید مفاهیم می‌توانند داشته باشند سبب رشد عقلی و مهارتی آنها شود که‌این موضوع خود یکی از هدف‌های اصلی آموزش در دوره‌های عمومی‌و متوسطه است. بهتر است هنرآموزان محترم، موضوعات درسی را به گونه‌ای طرح کنند که اکثر هنرجویان در فرایند آموزش و یادگیری درگیر شوند و مهارت‌های علمی‌و عملی آنها رشد یابد.

انتظار می‌رود هنرآموزان گرامی‌هر جا که لازم می‌دانند با تکیه بر تجربه خود و دیگر هنرآموزان فعالیت‌هایی را که به یادگیری بهتر هنرجویان کمک می‌کند طراحی کنند و آنها را به طور گروهی بر انجام فعالیت‌ها ترغیب نمایند و از آنان بخواهند که گزارش کار، پیشنهادها و نتایجی را که از فعالیت می‌گیرند در دفتر خود ثبت و به کلاس ارائه کنند چگونگی ارائه‌این گزارش می‌تواند به عنوان یکی از ملاک‌های ارزشیابی مورد توجه قرار گیرد.

گروه فراوری مواد و رشته متالورژی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌و حرفه‌ای و کاردانش همواره از دریافت نظرات ارزشمند هنرآموزان محترم، صاحب‌نظران و هنرجویان جهت رفع نارسایی‌های احتمالی به گرمی‌استقبال می‌کنند. نظرهای اصلاحی خود را به نشانی الکترونیکی info @ tvoccd.sch.ir ارسال نمایید.

**گروه فراوری مواد، رشته متالورژی**

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

# پودمان ۱

# ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری





برای تولید قطعات فلزی روش‌های مختلفی وجود دارد. این روش‌ها شامل ماشین‌کاری، آهنگری، نوردکاری، فشارکاری، جوشکاری، متالورژی پودر، ورق‌کاری و ریخته‌گری است. به غیر از روش ریخته‌گری، بقیه روش‌های تولید قطعات فلزی در حالت جامد است. یعنی قطعه از فلز در حالت جامد ساخته می‌شود. تنها در روش ریخته‌گری قطعه از مذاب فلز تولید می‌شود. در این روش، ابتدا فلز را به وسیله حرارت دادن در کوره ذوب می‌نمایند. سپس مذاب فلز در قالبی به شکل قطعه نهایی ریخته می‌شود. پس از انجماد مذاب در قالب، قطعه از قالب خارج می‌شود. معمولاً قالب‌های ریخته‌گری از مواد با نقطه ذوب بسیار بالا مانند مواد دیرگداز یا بعضی فلزات با نقطه ذوب بالا ساخته می‌شوند. یکی از متداول‌ترین مواد دیرگداز ماسه است که در ساخت قالب ریخته‌گری استفاده می‌شود. با استفاده از ماسه، چسب، مواد افزودنی و مخلوط‌کن ماسه، مخلوط ماسه قالب‌گیری تهیه می‌شود. سپس با استفاده از مخلوط ماسه قالب‌گیری، قالب ریخته‌گری ساخته می‌شود.

# واحد یادگیری ۱

## شایستگی ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری

جهت تهیه قالب با کیفیت مناسب، لازم است که کلیه ملزومات و مواد اولیه ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری در دسترس و آماده به کار باشند به همین منظور باید ابزار و ملزومات قالب‌گیری سالم، تمیز و شرایط لازم جهت انجام کار را داشته باشند. در این واحد یادگیری ابتدا انواع مواد اولیه قالب‌گیری و تجهیزات توزین معرفی و مشخصات و کاربرد آنها توضیح داده می‌شوند. سپس روش‌های توزین ماسه و چسب و مواد افزودنی، مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها و نگهداری مخلوط ماسه قالب‌گیری توضیح داده شده و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

تهیه مخلوط ماسه با استفاده از ماسه، چسب، مواد افزودنی و ...، مخلوط‌کن ماسه، مطابق با استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط.

## پیش‌نیاز و یادآوری

آشنایی با انواع ماسه، سیمان، گچ و مواد معدنی، انواع چسب‌های صنعتی و معمولی

## روش‌های تولید قطعات فلزی

به شکل قطعات زیر با دقت توجه کنید.



گفتگوکنید

**به صورت گروه‌های پنج نفره در مورد روش‌های تولید این قطعات فلزی بحث کنید و جدول زیر را تکمیل کنید و نتایج را مورد بحث و بررسی قرار دهید.**

| نام قطعه | کاربرد | روش تولید | نام قطعه | کاربرد | روش تولید |
|---|---|---|---|---|---|
| شیر آب | | | کابل | | |
| سه راهی | | | ورق بدنه ماشین | | |
| زانویی | | | ریل راه آهن | | |
| شیر گاز | | | پروفیل در و پنجره | | |
| پره‌های شوفاژ | | | تیرآهن | | |
| سیلندر خودرو | | | تیغ چرخ گوشت | | |
| لوله آب | | | صفحه مشبک چرخ گوشت | | |
| آچار | | | حلزونی چرخ گوشت | | |
| انبردست | | | شعله پخش‌کن گاز | | |

فیلم آموزشی

**روش‌های مختلف تولید قطعات فلزی**

فعالیت

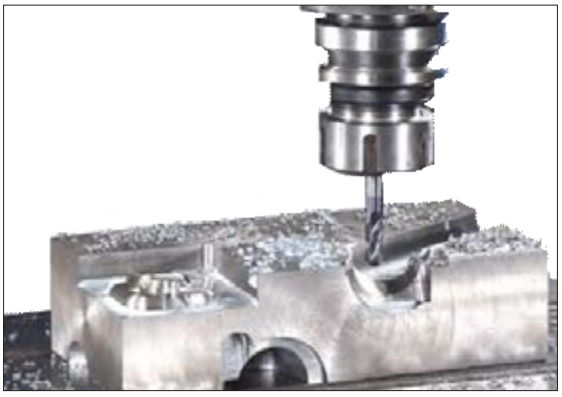
**به صورت بحث گروهی نام روش‌های تولید و محصولات آنها را بنویسید.**

## روش‌های ساخت قطعات فلزی

قطعات فلزی به روش‌های مختلفی ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از ریخته‌گری، ماشین‌کاری، آهنگری، ورق‌کاری، نوردکاری، فشارکاری، جوشکاری و متالورژی پودر

### ماشین‌کاری

در این روش قطعاتی از فلز به شکل‌های ساده‌ای مثل میلگرد یا صفحات فلزی و ... با روش‌های متفاوتی براده‌برداری می‌شوند و به شکل دقیق قطعه در می‌آیند.



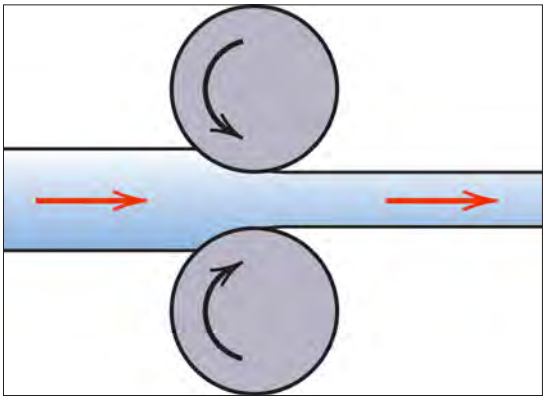
### آهنگری (پتک‌کاری)

در این روش معمولاً قطعات استوانه‌ای یا مکعب‌مستطیل از فلز به نام لقمه را تا دمای بالایی گرم می‌کنند و سپس با قرار دادن قطعهٔ گداخته‌شده بر روی سندان و وارد کردن ضربات چکش یا پتک، آن را به شکل مورد نظر شکل می‌دهند.



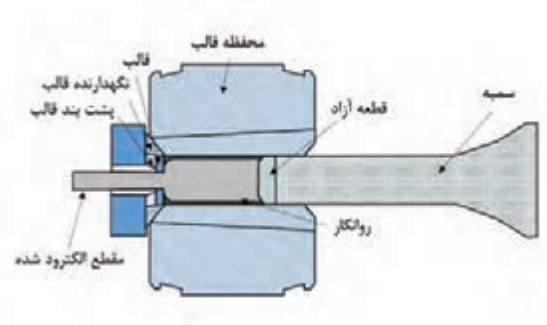
### نوردکاری

تغییر شکل فلزات بر اثر عبور از بین دو استوانه فلزی (غلتک) دوّار را نوردکاری گویند. در این روش شمش‌های تولید شده بر اثر عبور از بین غلتک‌های نوردی مختلف بدون آنکه ذوب شوند به شکل مورد نظر تبدیل می‌شوند مانند ورق و میلگرد آج‌دار و ... عملیات نورد ممکن است به صورت گرم یا سرد انجام شود.



### فشارکاری (اکستروژن)

فرایندی است که به وسیلهٔ آن سطح مقطع بلوکی از فلز بر اثر اعمال فشار کاهش می‌یابد. مثال: برای تولید میلگرد بدون آج، شمش گرم از قالبی با سطح مقطع میلگرد با اعمال نیروی فشاری بسیار زیاد خارج می‌شود.



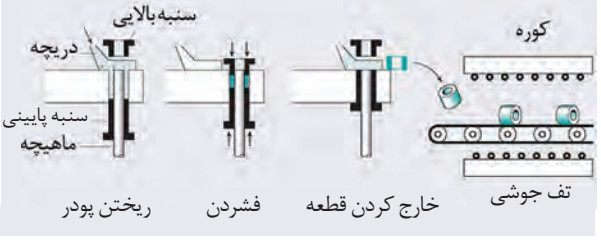
## جوشکاری

در روش جوشکاری با استفاده از جریان الکتریسیته یا حرارت، لبه های دو فلز اصلی و فلز پرکننده را، که معمولاً از همان جنس است، ذوب و به این طریق دو قطعه را به هم متصل می‌کنند.



## متالورژی پودر

در این روش پودر فلزات و آلیاژها تهیه می‌گردد و با نسبت‌های مناسب مخلوط و در داخل قالبی ریخته می‌شوند، سپس با اعمال فشار پودر در داخل قالب فشرده می‌شود و پس از خروج قطعهٔ فشرده شده از قالب، آن را در کوره حرارت می‌دهند و بدون آنکه در قطعه ذوب صورت گیرد ذرات پودر به هم اتصال می‌یابند و قطعه شکل می‌گیرد.




## ورق‌کاری

به مجموعه عملیاتی مانند برش‌کاری، خم‌کاری، فرایندهای اتصال و مونتاژ ورق‌ها اطلاق می‌شود که به منظور فرم دادن آنها انجام می‌گیرد، مانند کابینت فلزی، کانال کولر، مخازن و .... .



## ریخته‌گری

ریخته‌گری یکی از روش‌های تولید قطعات فلزی است که شامل تهیهٔ مذاب از فلز مورد نظر و ریختن آن در محفظه‌ای به نام قالب است، به گونه‌ای که پس از انجماد مذاب، شکل، اندازه و خواص مورد نظر تأمین شود.



گفتگوکنید

**کدام روش تولید به عنوان مرحلهٔ اولیه تولید در سایر روش‌ها مطرح است؟**
**در روش ریخته‌گری چه نوع محصولاتی تولید می‌شود؟**

## روش‌های ریخته‌گری

آیا همهٔ قطعات به یک روش، ریخته‌گری می‌شوند؟
آیا نوع فلز، شکل، ابعاد و تعداد قطعه، هر کدام به تنهایی می‌تواند در انتخاب روش ریخته‌گری مؤثر باشد؟

فیلم آموزشی

**روش‌های مختلف ریخته‌گری براساس نوع قالب و قطعات تولیدی آنها**

فعالیت

**بر اساس قابلیت تخریب، قالب‌ها را تقسیم بندی کنید.**




### قالب ریخته‌گری

قالب ریخته‌گری محفظه‌ای است که درون موادی از قبیل ماسه، گچ، فلز و ... تعبیه می‌شود، به گونه‌ای که مذاب پس از پر کردن این محفظه و انجماد در آن، شکل محفظه را به خود می‌گیرد. قالب در ریخته‌گری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تا حدی که می‌توان گفت ساخت و تهیهٔ قطعهٔ ریختگی سالم با مشخصات مطلوب، با استفاده از قالب مناسب امکان‌پذیر است.

به طور کلی، از نظر متالورژیکی و جنبه های اقتصادی، قالب‌ها به دو دستهٔ دائمی و موقت تقسیم می‌شوند.

#### ۱ قالب‌های دائمی

قالب‌هایی که در ساخت قطعات ریختگی، به طور مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرند، قالب‌های دائمی نامیده می‌شوند. جنس این قالب‌ها، فلزی است و معمولاً از چدن، فولاد و برنز ساخته می‌شود. انتخاب جنس قالب براساس مواردی همچون بالا بودن نقطهٔ ذوب جنس قالب نسبت به فلز یا آلیاژ ریختگی، داشتن کمترین تغییرات ابعادی و مقاومت به سایش مطلوب صورت می‌گیرد. قالب‌های دائمی، ممکن است به روش ریخته‌گری ساخته شوند و سپس به منظور دست‌یابی به ابعاد نهایی آنها را ماشین‌کاری و پرداخت‌کاری کنند. این قالب‌ها معمولاً برای ساخت قطعاتی از جنس فلزات و آلیاژهای غیرآهنی از قبیل آلومینیوم، منیزیم، روی، سرب، مس و آلیاژهای آنها و نیز برای ساخت قطعاتی از جنس چدن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**مزایا:** بالا بودن سرعت تولید، دقت ابعادی و نیز ایجاد مشخصات متالورژیکی مطلوب.
**محدودیت‌ها:** محدودیت‌های استفاده از قالب‌های دائمی عبارت‌اند از: هزینه‌های بالای ساخت قالب، مناسب نبودن برای ریخته‌گری فلزاتی با نقطهٔ ذوب بالا (به عنوان مثال فولادها)، اقتصادی نبودن در تولید قطعات بزرگ و به تعداد کم و نیز قطعاتی با شکل‌های پیچیده.
قالب‌های دائمی از نظر پر شدن توسط مذاب به سه دسته قالب‌های ریژه، (ثقلی یا وزنی)، تحت فشار و گریز از مرکز تقسیم می‌شوند.

### ۲ قالب‌های موقت

قالب‌هایی که پس از هربار ریخته‌گری به هنگام خروج قطعه خراب می‌شوند، قالب‌های موقت نام دارند. این قالب‌ها که مواد سازندهٔ آنها عموماً به صورت مخلوطی از ذرات یک ماده دیرگداز (ماسه)، چسب و مواد دیگر هستند به سه طریق ممکن است ساخته شوند:
ـ توسط کوبیدن و متراکم کردن مخلوطی به صورت تر در اطراف مدل؛
ـ با اعمال جریان آزاد مخلوطی به صورت خشک در اطراف مدل (قالب‌گیری پوسته‌ای)؛
ـ به وسیله جاری کردن آزاد مخلوطی به صورت دوغاب مایع در اطراف مدل (قالب‌گیری دقیق).
به طور کلی روش ساخت قالب و تجهیزاتی که برای این کار مورد نیاز است، با توجه به مواد قالب‌گیری تعیین می‌شود. برای مثال در قالب‌گیری ماسه‌ای به روش تر، که از قدیمی‌ترین روش‌های قالب‌گیری است، از مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری شامل ماسه، چسب، آب و مواد افزودنی، برای تهیه و ساخت قالب استفاده می‌شود. با توجه به طبیعت این مخلوط، بدیهی است که برای شکل دادن به مواد قالب، باید مخلوط مورد نظر در اطراف مدل کوبیده و متراکم شود. تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز برای ساخت این قالب‌ها نیز بر همین اساس ساخته می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال در روش دستی عمل کوبیدن توسط ابزاری به نام کوبه صورت می‌گیرد، در صورتی که در روش‌های ماشینی این عمل به صورت سیستم‌های ضربه ای، فشاری، ارتعاشی و ... یا ترکیبی از این روش‌ها انجام می‌شود.

#### مشخصات عمومی قالب‌های موقت

برای تهیه و ساخت قطعات ریختگی سالم و بدون عیب، مخلوط مواد قالب‌گیری باید دارای خواص عمومی زیر باشد:
**ـ قابلیت شکل‌پذیری:** هر چند در ساخت قالب، نحوهٔ شکل دادن مخلوط قالب‌گیری با توجه به ماهیت این مواد متفاوت است، دارا بودن قابلیت شکل‌پذیری و حفظ نمودن آن، به عنوان مهم‌ترین ویژگی مواد قالب‌گیری در تمام روش‌ها مطرح است. در میان مواد قالب‌گیری مورد استفاده در ساخت قالب‌های موقت، ماسهٔ قالب‌گیری به دلیل سهولت شکل‌پذیری، که قدیمی‌ترین روش قالب‌گیری است، بخش مهمی از فرایند ریخته‌گری را به خود اختصاص داده است.
**ـ دیرگدازی:** با توجه به اینکه مذاب فلز از درجهٔ حرارت بارریزی تا انجماد در تماس مستقیم با قالب است دیرگدازی یا نسوز بودن مواد قالب جهت تولید قطعه‌ای سالم امری لازم و ضروری است. قابل ذکر است دیرگدازی علاوه بر ذرات ماسه مواد چسب را هم شامل می‌شود.
**ـ استحکام مکانیکی:** مخلوط مواد قالب‌گیری، پس از شکل‌گیری باید از استحکام کافی برخوردار باشد، به گونه‌ای که هنگام جابه جایی و انتقال به محل بارریزی، شکل ایجاد شده را حفظ نماید. همچنین هنگام بارریزی، در اثر تماس با مذاب داغ، مقاومت خوبی را در مقابل سایش از خود نشان دهد و در اثر فشار فلز مذاب (نیروی ارشمیدس) دچار تغییر شکل و ابعاد نگردد.

ـ **حداقل تغییرات ابعادی در درجه حرارت‌های بالا:** با توجه به اینکه دیواره‌های قالب در اثر مجاورت با مذاب داغ، به سرعت گرم می‌شوند، در صورتی که مواد قالب از ضریب انبساط مطلوبی برخوردار نباشند، سطح قالب در اثر انبساط سریع، دچار بادکردگی، ترک یا شکست می‌شود.

ـ **قابلیت نفوذ گاز:** علاوه بر هوای موجود در محفظهٔ قالب، مخلوط مواد قالب‌گیری نیز حاوی ترکیباتی است که در تماس با مذاب تبخیر می‌شود و به صورت گاز بخشی از محفظهٔ قالب را اشغال می‌کند. با توجه به این امر مواد قالب‌گیری باید دارای خاصیت نفوذپذیری مطلوب باشند.

ـ **داشتن انتقال حرارت مطلوب:** به طور کلی انجماد فلز مذاب در داخل قالب، مستلزم خروج حرارت مذاب از طریق مواد قالب است. با توجه به اینکه سرعت انتقال حرارت نقش بسیار مؤثری در مشخصات و خواص متالورژیکی و مکانیکی قطعهٔ ریختگی بر عهده دارد، در انتخاب مواد قالب‌گیری باید به این نکته مهم توجه گردد.

ـ **قابلیت متلاشی شدن:** با توجه به اینکه قالب پس از بارریزی و جامدشدن قطعه، باید تخریب شود؛ مواد قالب‌گیری باید به هنگام خروج قطعه از قالب به راحتی از هم متلاشی شود.

ـ **اقتصادی بودن:** ارزش اقتصادی همواره به عنوان عاملی مهم در فرایند تولید به شمار می‌رود، به همین جهت در دسترس بودن مواد قالب در طبیعت و نیز قابلیت استفادهٔ مجدد این مواد از مشخصات مهم قالب‌های موقت است.

فرایندهای ریخته‌گری متنوع است و متناسب با نحوهٔ کاربرد، تقسیم بندی‌های مختلفی در آنها صورت می‌گیرد. به طور کلی می‌توان روش‌های ریخته‌گری را به دو گروه اصلی تقسیم نمود.

الف) ریخته‌گری در قالب‌های موقت

ب) ریخته‌گری در قالب‌های دائم

## الف) ریخته‌گری در قالب‌های موقت

### ۱ ریخته‌گری در قالب‌های ماسه‌ای تر

در میان روش‌های ریخته‌گری در قالب‌های موقت، ریخته‌گری در قالب‌های ماسه‌ای‌تر بیشترین کاربرد را دارد. اجزای تشکیل‌دهندهٔ این قالب‌ها عبارت‌اند از: ماسه، چسب، آب و دیگر افزودنی‌های لازم. (اصطلاح ماسهٔ تر به این مفهوم است که قالب دارای رطوبت است.) کلیه آلیاژهای آهنی و غیرآهنی را می‌توان توسط این روش تولید نمود.

### ۲ ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای خشک

قالب‌های تهیه شده به روش ماسهٔ تر را به منظور تولید قطعه‌های بزرگ و نیز بهبود بخشیدن، به برخی خاصیت‌های قطعه‌های ریختگی خشک می‌کنند. در صنعت، قالب‌ها را براساس میزان خشک کردن به دو صورت خشک‌شده سطحی و کاملاً خشک تقسیم می‌کنند.

**ـ قالب‌های خشک شده سطحی**

قالب‌های خشک شدهٔ سطحی قالب‌هایی هستند که فقط لایه‌ای از سطح قالب، به عمق کم، خشک شده باشد. در این روش، معمولاً قالب‌ها توسط مشعل خشک می‌شوند و عمق لایهٔ خشک‌شده کمتر از ۱۲ میلی‌متر است.

**ـ قالب‌های ماسه‌ای کاملاً خشک**

قالب‌های ماسه‌ای کاملاً خشک که به آنها اختصاراً «قالب‌های خشک» نیز گفته می‌شود، به قالبی اطلاق می‌گردد که حداقل عمق ماسه خشک‌شدهٔ آن از ۱۲میلی‌متر بیشتر باشد و عموماً این قالب‌ها کاملاً خشک شده و عاری از رطوبت‌اند.

### ۳ ریخته‌گری در قالب‌های $CO_2$ (دی اکسید کربن)

در فرایند دی اکسید کربن، به جای استفاده از خاک (بنتونیت، ...) به منظور چسب، از سیلیکات سدیم

استفاده می‌شود. قالب و ماهیچه نیز توسط گاز $CO_2$ خشک و مستحکم می‌شود.

توسط این روش می‌توان قالب یا ماهیچه را با سرعت زیاد و در عرض چند دقیقه تولید نمود. قالب‌ها دارای استحکام بالایی هستند و نیازی به خشک کردن ندارند. بیشتر قطعه‌هایی که در روش‌های دیگر به تجهیزات و درجه‌های مخصوص نیاز دارند، به منظور حذف این تجهیزات به این روش تولید می‌شوند. استحکام نسبتاً بالای این روش، این امکان را به وجود می‌آورد تا در برخی موارد بتوان حتی قالب‌های بدون درجه تهیه و از آنها استفاده نمود.

روش دی اکسید کربن برای تمام آلیاژهای معمول ریختگی نظیر آلومینیوم، منیزیم و به طور وسیع فولادها، چدن‌ها و آلیاژهای مس مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این روش جهت تولید قطعه‌ای با وزن کمتر از یک کیلوگرم تا چندین تن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### ۴ ریخته‌گری در قالب‌های پوسته‌ای

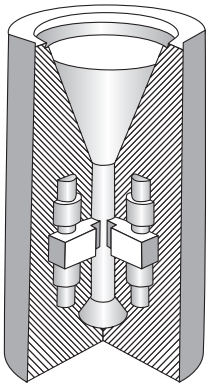
ریخته‌گری در قالب‌های پوسته‌ای به فرایندی اطلاق می‌شود که در آن قالب از مخلوط ماسه با یک چسب رزینی (گرماسخت) به روی مدل فلزی گرم شده شکل می‌گیرد. هنگامی که مخلوط ماسه در اثر تماس با مدل فلزی گرم شد، رزین ذوب می‌شود و اطراف ذرات ماسه را می‌گیرد و باعث چسبیدن ذرات ماسه به یکدیگر می‌شود. بدین طریق یک نیمه قالب کاملاً سخت و مستحکم، تهیه می‌شود.

روش قالب‌گیری پوسته‌ای به منظور تولید انبوه قطعات آهنی و غیرآهنی، از چند گرم تا ۲۰۰ کیلوگرم به کار می‌رود. حتی در برخی موارد محدود، قطعاتی تا وزن ۵۰۰ کیلوگرم نیز به این روش تولید شده است.

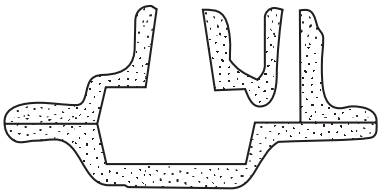
### ۵ روش ریخته‌گری دقیق

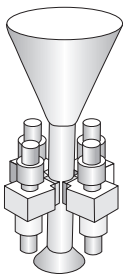
ریخته‌گری دقیق به روشی اطلاق می‌شود که در آن قالب با استفاده از پوشاندن مدل‌های از بین رونده توسط دوغاب سرامیکی ایجاد می‌شود. مدل (که معمولاً از موم یا پلاستیک است) توسط سوزاندن یا ذوب کردن، از محفظهٔ قالب خارج می‌شود.

در روش قالب‌گیری در ماسه، مدل‌های چوبی یا فلزی به منظور تعبیهٔ شکل قطعه در داخل مواد قالب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این گونه روش‌ها مدل‌ها قابلیت استفادهٔ مجدد دارند ولی از قالب فقط یک بار استفاده می‌شود. در روش دقیق، هم از مدل و هم از قالب فقط یک بار استفاده می‌شود.



الف) بارریزی





ب) جداسازی قالب از قطعه

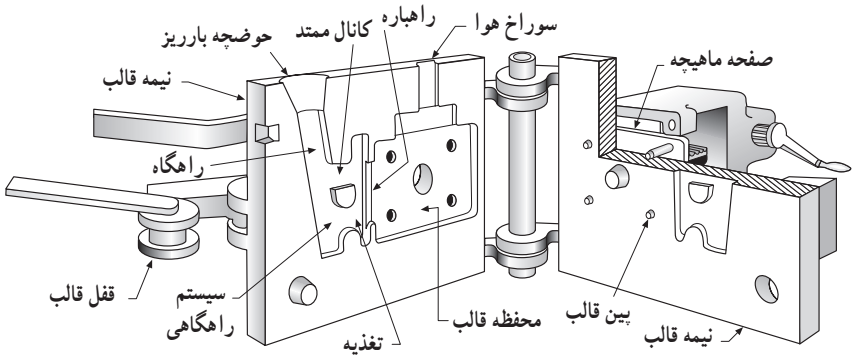



ج) یک قطعه‌کار

## ب) ریخته‌گری در قالب‌های دائمی

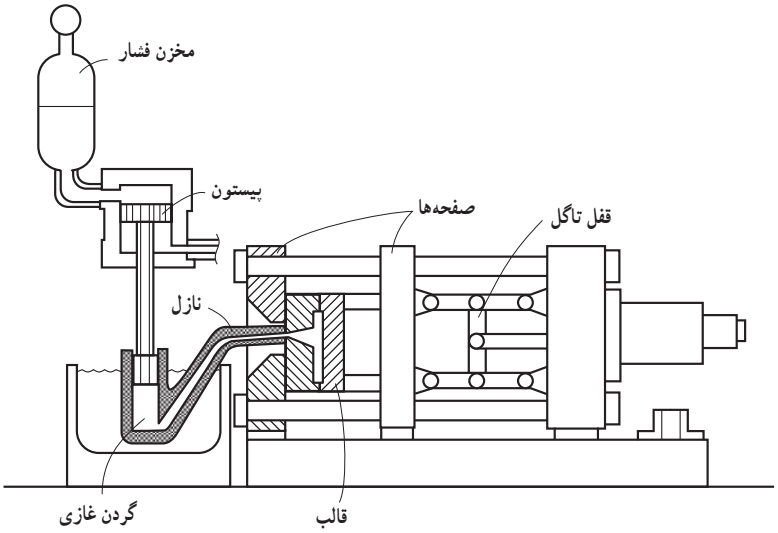
### ۱ ریخته‌گری در قالب‌های ریژه (روش ثقلی)

ریخته‌گری در قالب ریژه، روشی است که در آن مذاب براساس وزن (نیروی ثقل) قالب را پر نماید.
فرایند ریخته‌گری در قالب‌های ریژه برای تولید قطعات در تعداد زیاد و ضخامت دیوارهٔ نسبتاً یکنواخت، مناسب است.



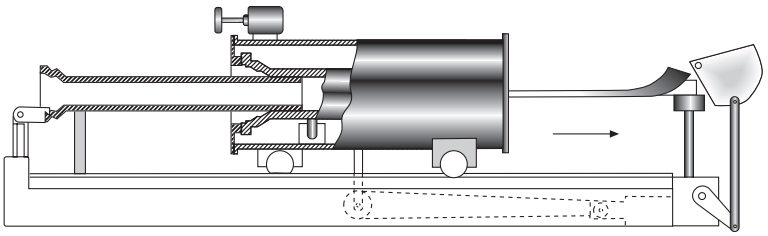

### ۲ ریخته‌گری تحت فشار

ریخته‌گری تحت فشار به روشی اطلاق می‌شود که در آن مذاب تحت فشار معین، محفظهٔ قالب را پر کند. فشار در این روش متغیر است و به عوامل مختلف بستگی دارد.
در این روش از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. تفاوت اساسی روش‌های تحت فشار و ریژه در نحوهٔ پر کردن قالب است. در روش ریژه پر شدن قالب براساس نیروی ثقلی مذاب (وزن مذاب) است، در حالی که در ریخته‌گری تحت فشار پر شدن قالب در اثر فشار وارد بر مذاب است و انجماد نیز تحت فشار انجام می‌گیرد. به همین دلیل در روش ریخته‌گریِ تحت فشار، تولید قطعات پیچیده نیز امکان‌پذیر است، ضمناً خواص مکانیکی بهتری نسبت به ریخته‌گری در قالب‌های ریژه دارد.



### ۳ ریخته‌گری گریز از مرکز

روش ریخته‌گری گریز از مرکز به روشی گفته می‌شود که در آن قالب تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز پر می‌شود.
به طور کلی در فرایند ریخته‌گریِ گریز از مرکز دو روش وجود دارد که عبارت‌اند از:
- روش ریخته‌گری گریز از مرکز افقی؛
- روش ریخته‌گری گریز از مرکز عمودی.



## مواد اولیه قالب‌گیری

مادهٔ تشکیل‌دهنده قالب ماسه‌ای چه چیزی است؟
آیا از هر ماسه‌ای می‌توان برای قالب‌گیری استفاده نمود؟
آیا شکل ذرات ماسه می‌تواند در انتخاب آن مؤثر باشد؟ اندازهٔ ذرات چطور؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

فعالیت

**با مشاهدهٔ انواع مختلف ماسه، که در کلاس فراهم شده است، به بررسی ظاهری آنها (با ذره‌بین) اقدام و جدول زیر را کامل کنید.**

| نوع | رنگ | شکل دانه‌بندی (کروی، گوشه‌دار) | اندازه ذرات | سایر مشخصات |
|---|---|---|---|---|
| ماسه دریا | | | | |
| ماسه شسته | | | | |
| ماسه سیلیسی | | | | |
| خاک رس | | | | |
| ماسه زیرکنی | | | | |
| ماسه اولیوینی | | | | |
| ماسه کرومیتی | | | | |
| ماسه طبیعی | | | | |

کدام یک از این ماسه‌ها برای ریخته‌گری مناسب است؟ چرا؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

گفتگوکنید

**در مورد سؤالات زیر به صورت گروهی بحث کنید.**
**آیا به نظر شما ماسه به تنهایی استحکام کافی را برای ساخت قالب دارد؟ چرا؟**
**در ساخت قالب ریخته‌گری، اتصال ذرات ماسه چگونه انجام می‌شود؟**

فعالیت

**(ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری از ماسه به تنهایی، با آب، با چسب و مقایسه استحکام ماسه)**
**به صورت گروهی مشاهدات خود را در جدول زیر بنویسید و آن را کامل کنید.**

| نام مواد | نتیجه | علت |
|---|---|---|
| ماسه + ..... | | |
| ماسه + ..... | | |
| ماسه + ..... | | |
| ماسه + ..... + ..... | | |

فیلم آموزشی

**اهمیت خروج گاز و استحکام در مخلوط ماسه قالب‌گیری**

فعالیت

**میزان چسب در مخلوط ماسه قالب‌گیری چه تأثیری در خواص و کارکرد مخلوط قالب‌گیری دارد؟**

| میزان چسب | قابلیت نفوذ گاز | استحکام | دلیل |
|---|---|---|---|
| کم | | | |
| زیاد | | | |
| مطلوب | | | |

آیا برای ساخت مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، فقط از ماسه و چسب استفاده می‌شود؟
برای بهبود خواص مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، علاوه بر ماسه و چسب، از چه مواد دیگری استفاده می‌شود؟

فعالیت

**ریخته‌گریِ دو قالب ماسه‌ای، یکی با ماسه و چسب، دیگری با ماسه، چسب و خاک اره و آرد حبوبات؛ مقایسه قابلیت تخریب و قابلیت نفوذ گاز آنها با یکدیگر پس از ریخته‌گری.**
**براساس مشاهدات خود جدول زیر را تکمیل کنید:**

| قالب | ماسه و چسب | ماسه، چسب و خاک اره و آرد حبوبات |
|---|---|---|
| قابلیت تخریب قالب | کم ☐ زیاد ☐ | کم ☐ زیاد ☐ |
| قابلیت نفوذ گاز | کم ☐ زیاد ☐ | کم ☐ زیاد ☐ |

فعالیت

**هدف از افزودن مواد زیر به مخلوط ماسه قالب‌گیری را به صورت بحث گروهی بررسی و جدول زیر را به هم ربط دهید.**

| نوع ماده | نقش (هدف از افزودن) |
|---|---|
| ملاس | افزایش استحکام تر و خشک |
| آرد حبوبات | بالا بردن استحکام در درجه حرارت بالا |
| اکسید آهن | بهبود کیفیت سطح تمام شده و مقاومت به نفوذ مذاب |
| پودر سیلیس | جلوگیری از انجام واکنش‌های فلز -قالب |
| پودر زغال چوب | بهبود قابلیت از هم پاشیدگی و جلوگیری از عیوب ناشی از انبساط قالب |
| گوگرد | قابلیت نفوذ گاز |
| اسید بوریک | |
| خاک اره | |

## ماسه

یکی از اجزای اصلی در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، ذرات دیرگداز ماسه است. به طور کلی ماسه ذرات ریزی از مواد معدنی است که قطر آن در محدودهٔ ۲ ـ ۰/۰۵ میلی‌متر است. ذراتی که قطر آنها کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر باشد، خاک نامیده می‌شود. ماسهٔ قالب‌گیری که در ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرد به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند:

### الف) ماسهٔ طبیعی

این ماسه‌ها که جزء دیرگداز آن سیلیس ($SiO_2$) است، در طبیعت به صورت مخلوط با خاک رس (چسب طبیعی) یافت می‌شود. علاوه بر خاک رس، معمولاً ترکیبات دیگری نیز در این ماسه‌ها وجود دارند که عبارت‌اند از: اکسید آلومینیوم، اکسید آهن، اکسیدتیتانیم، اکسید کلسیم، اکسید منیزیم، اکسید پتاسیم و اکسید سدیم. مخلوط ماسهٔ طبیعی به صورت از پیش آماده در طبیعت وجود دارد و برای استفاده از آن تنها باید آب اضافه کرد. این نوع ماسه، به دلیل پایین بودن نقطهٔ دیرگدازی، تنها در ریخته‌گری فلزات و آلیاژهای غیرآهنی با درجهٔ حرارت‌های باریزی پایین (از قبیل آلومینیوم، برنج، برنز و ...) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ب) ماسهٔ مصنوعی

این نوع ماسه‌ها معمولاً از شکستن، خرد کردن و غربال نمودن سنگ‌های سیلیسی، زیرکنی، کرومیتی و اولیوینی به دست می‌آید، که برای ایجاد قابلیت شکل‌پذیری، به آنها چسب افزوده می‌شود.

دلایل مهم استفاده از این ماسه‌ها به جای ماسه‌های طبیعی عبارت‌اند از: دستیابی به دیرگدازی بالاتر، کنترل مشخصات فیزیکی و مکانیکی مخلوط ماسه به منظور تأمین خواص مورد نیاز، قابلیت بازسازی و استفادهٔ مجدد. شکل، اندازه و چگونگی توزیع و پخش ذرات ماسه از جمله ویژگی‌های مهمی است که خواص ماسه از قبیل دیرگدازی، قابلیت نفوذ گاز، استحکام و صافی سطوح را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شکل ذرات ماسه، از لحاظ قابلیت نفوذ گاز و استحکام قالب دارای اهمیت بیشتری است. ذرات ماسه معمولاً به شکل کروی، گوشه‌دار یا حالتی بین این دو شکل است. ماسه‌های کروی با وجود داشتن قابلیت نفوذ عالی، از استحکام و قابلیت شکل‌پذیری مطلوبی برخوردار نیستند. در حالی که ماسه‌های گوشه‌دار از این نظر عکس ماسه‌های کروی هستند، هر چند ماسه‌های کروی عموماً به انواع دیگر ترجیح داده می‌شوند، ولی به دلیل فراهم نمودن مجموعهٔ مناسبی از خواص ذکر شده از ماسه‌هایی با شکل‌های مختلف استفاده می‌شود.

اندازه و نحوهٔ توزیع ذرات ماسه، بسیاری از خواص قالب، به ویژه قابلیت نفوذ، صافی سطوح، استحکام و دیرگدازی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. هر چند با استفاده از ذرات ریز ماسه استحکام و قابلیت ایجاد سطوح صاف افزایش می‌یابد ولی خواصی همچون قابلیت نفوذ گاز و دیرگدازی کاهش پیدا می‌کنند. با توجه به اینکه یک قالب ریخته‌گریِ مناسب باید تمامی خواص مذکور را در حد مطلوب دارا باشد، لذا در عمل معمولاً ماسه مصنوعی مورد استفاده شامل اندازه‌های مختلفی از ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر است.

### چسب

به منظور اتصال و چسبیدن ذرات مواد دیرگداز (ماسه) به یکدیگر به صورت تر یا خشک از موادی به نام چسب استفاده می‌گردد. از آنجایی که چسب‌ها، دیرگدازی بالایی ندارند، برای رسیدن به استحکام و خودگیری مخلوط ماسه باید از حداقل مقدار چسب استفاده گردد. علاوه بر این، حفظ خاصیت چسبندگی در حضور مذاب، نداشتن تولید گاز و نیز قابلیت استفادهٔ مجدد از مشخصات مهم چسب است.

به طور کلی موادی که از آنها به منظور چسب در مخلوط قالب‌گیری استفاده می‌شود عبارت‌اند از خاک‌ها، انواع مختلفی از روغن‌ها و رزین‌ها (صمغ‌های آلی)، چسب ژلاتینی و سیلیکات‌ها.

### مقدار چسب در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری

چسب‌ها معمولاً به شکل مایع و نیز به صورت ذرات بسیار ریزی در مقایسه با ماسه مورد استفاده قرار می‌گیرند. میزان مطلوب چسب مقداری است که بتواند فیلم نازکی در اطراف ذرات ماسه تشکیل دهد. دستیابی به چنین پوشش یکنواختی از اهداف اولیه در عملیات آماده‌سازی ماسه قالب‌گیری است. افزایش ضخامت لایهٔ چسب، خواص عمومی مخلوط ماسه، به ویژه قابلیت نفوذ گاز و استحکام را، کاهش می‌دهد. چسب‌هایی از جنس خاک، نظیر کائولینیت، معمولاً در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد و مونت موریلونیت، در حدود ۳ تا ۵ درصد به مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری اضافه می‌گردد.

### خاک‌ها

در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری از خاک به منظور چسب استفاده می‌شود. در ماسه‌های طبیعی خاک به همراه ماسه در طبیعت وجود دارد، در حالی که در ماسه‌های مصنوعی خاک‌های کنترل شده‌ای از نظر کیفیت و نیز مقدار، به طور جداگانه به ماسه اضافه می‌گردند. خاک‌ها پس از مخلوط شدن با ماسه، فیلم نازکی به ضخامت (۱ـ۰/۰۱) میکرون تشکیل می‌دهند که با افزودن آب به آنها، خاصیت شکل‌پذیری و چسبندگی پیدا می‌کنند. در اثر خشک شدن مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، آب جذب شده خارج می‌شود و موجب انقباض شبکهٔ ساختمانی چسب می‌گردد و در پی آن اتصال محکمی در حالت خشک بین ذرات مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری حاصل می‌گردد.

اجزای معدنی اصلی تشکیل دهنده در خاک‌ها عبارت‌اند از کائولینیت (جزء اصلی و مهم خاک چینی و خاک‌های نسوز)، مونت موریلونیت (جزء اصلی معدنی بنتونیت‌ها) و ایلیت (این خاک‌ها از هوادهی میکا تولید می‌شوند و منبع اصلی چسبندگی در ماسه‌های طبیعی هستند).

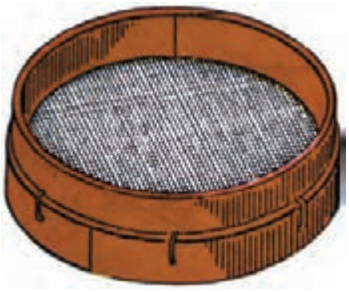
چسب‌های آلی، به دلیل ویژگی‌هایی که دارند، بیشتر در ماهیچه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند، که در قسمت مربوط به ماهیچه‌ها توضیح داده خواهد شد.

### افزودنی‌ها

علاوه بر اجزای اصلی ماسه و چسب، معمولاً مواد دیگری جهت بهبود خواص مخلوط ماسه، به آن اضافه می‌گردد که عبارت‌اند از: آرد حبوبات، خاک اره، ملاس، پودر زغال چوب و... .

## توزین ماسه قالب‌گیری، چسب و مواد افزودنی

برای مخلوط کردن ماسه و یکنواخت کردن آن از چه وسیله‌ای استفاده می‌کنند؟
برای جدا کردن اشیا و مواد ناخواسته از ماسه از چه وسیله‌ای استفاده می‌کنند؟



### تجهیزات آماده‌سازی ماسه

۱ **سرند دستی:** برای مخلوط کردن ماسه و یکنواخت کردن آن و همچنین جدا کردن مواد و اشیای اضافی داخل ماسه از سرند (غربال) استفاده می‌شود.

۲ **سرند برقی:** برای آماده‌سازی اولیه ماسه و جدا کردن اشیا و مواد ناخواسته به کار می‌رود و قابلیت سرند سریع ماسه‌های ریخته‌گری و امکان حرکت در تمام طول ماسه‌دان را دارد.



### تجهیزات توزین ماسه

به نظر شما جهت توزین اجزای مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟

۱ **باسکول:** جهت توزین قطعات سنگین و مواد شارژ، نظیر شمش‌ها و...، از یک کفهٔ مستوی و اهرم شاخص با دقت در حد ۱۰۰ گرم تشکیل شده است.

۲ **ترازوی دو کفه‌ای:** از آن جهت توزین مواد افزودنی تا ۱۰ کیلوگرم استفاده می‌شود.
۳ **ترازوی یک کفه‌ای:** از آن جهت توزین مواد تا ۵ کیلوگرم استفاده می‌شود.

**نحوه توزین اجزای مخلوط ماسه قالب‌گیری**

ابتدا نوع ماسه و چسب مورد نیاز و مواد افزودنی مطابق با نوع قالب‌گیری انتخاب می‌شود. سپس با توجه به درصد اجزای مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، مقدار ماسه، چسب و مواد افزودنی جداگانه محاسبه و با استفاده از ابزار توزین متناسب با وزن مواد، توزین می‌شود.

**تذکر**: دقت شود در هنگام توزین، با توجه به ظرفیت ابزار توزین، از آنها استفاده گردد تا از دقت ابزار توزین کاسته نشود.

## توزین ماسه و مواد افزودنی (کار کارگاهی)

کار عملی

**تفکیک و توزین مواد اولیه ماسه قالب‌گیری**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

**نحوه تفکیک:**

۱ ماسهٔ مورد نیاز براساس نوع جنس (سیلیسی، کرومیتی، الیوینی و طبیعی و ...)، اندازهٔ دانه و ... را دسته‌بندی کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با ماسه از ماسک تنفسی مناسب و دستکش کار استفاده کنید.

۲ چسب‌ها باید براساس نوع جنس و کاربرد (بنتونیت، سیمان پرتلند، سیمان شیمیایی، روغن‌ها، رزین‌ها، قیر، ملاس‌ها، آرد حبوبات، و...) دسته‌بندی شوند. در روش قالب‌گیری به روش $CO_2$ از چسب سدیم سیلیکات، از سیمان پرتلند برای ساخت قالب‌های مورد استفاده در تولید قطعات بزرگ چدنی یا فولادی یا فلزات غیر آهنی، به خصوص هنگامی که صافی سطح مورد نظر باشد، رزین‌های فوران به همراه یک اسید (کاتالیزور) برای قالب‌گیری به روش کلد باکس، خاک‌ها مانند کائولین و بنتونیت‌ها به عنوان مواد چسبی در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری به روش تر استفاده می‌شوند.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام کار با انواع چسب‌ها از دستکش کار، عینک محافظ و ماسک مناسب استفاده کنید. همچنین از نزدیک کردن شعله به آنها خودداری کنید.

۳ مواد افزودنی را براساس نوع و کاربرد (خاک اره، پودر زغال، قطران زغال سنگ، آرد حبوبات و...) دسته‌بندی کنید.

۴ قبل از توزین ماسه با استفاده از سرند دستی یا برقی (براساس میزان ماسهٔ مورد نیاز) اشیا و مواد ناخواسته را از ماسه جدا کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام استفاده از سرند برقی نکات ایمنی مربوط به دستگاه را رعایت کنید.

۵ نوع چسب و مواد افزودنی را متناسب با مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری انتخاب کنید.

**توزین:**

۱ باسکول: ابتدا نشانگر صفحهٔ نمایش آن توسط فشردن کلید صفر شود، سپس نسبت به توزین مواد اولیه اقدام کنید.

۲ ترازوی دو کفه‌ای: ترازو به صورتی که دو کفه در یک سطح قرار گیرند تنظیم شود. در یک کفه وزنه‌گذاری به اندازهٔ نیاز صورت می‌گیرد، سپس در کفهٔ دیگر مواد اولیهٔ مورد نیاز را تا وزن حداکثر ۱۰ کیلوگرم قرار می‌دهیم تا تعادل برقرار شود.

۳ ترازوی یک کفه‌ای: ابتدا وضعیت ترازو را در حالتی قرار می‌دهیم که نشانگر عدد صفر را نشان دهد، سپس نمایشگر وزن را روی عدد مورد نظر قرار داده و در کفهٔ ترازو مواد مورد نیاز را تا برقراری تعادل قرار می‌دهیم. از این ترازو برای توزین حداکثر تا ۵ کیلوگرم استفاده می‌شود.

△ **نکات ایمنی:** حمل و نقل مواد جهت توزین به صورت ایمن و صحیح انجام شود.

◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار از پراکنده کردن مواد در محیط زیست خودداری شود و در پایان نسبت به نظافت محیط کار اقدام کنید.

گفتگو کنید

**مقدار یک کیلوگرم مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری تر را با ۵ درصد بنتونیت و ۸ درصد رطوبت و ۱ درصد خاک اره تفکیک و توزین نموده و مقادیر هرکدام از اجزا را بر حسب گرم بنویسید.**

فعالیت

**مقدار ۱ کیلوگرم مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری $CO_2$ را با ۶ درصد چسب و ۱ درصد افزودنی تفکیک و توزین نموده و مقادیر هرکدام از اجزا را بر حسب گرم بنویسید.**

فعالیت

**مقدار ۱ کیلوگرم مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری به روش کلد باکس را با ۲ درصد چسب و یک درصد اسید تفکیک و توزین نموده و مقادیر هرکدام از اجزا را بر حسب گرم بنویسید.**

## ارزشیابی توزین ماسه و مواد افزودنی:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب‌شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | تفکیک مواد اولیه مخلوط ماسه | ۰ـ ۵ | |
| | توزین ماسه و مواد افزودنی | ۰ـ ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، مدیریت منابع، کار گروهی، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | | قبول ☐ | |
| | | غیر قابل قبول ☐ | |

## نحوهٔ کار با مخلوط‌کن ماسه قالب‌گیری

به نظر شما چه روشی برای مخلوط کردن ماسه، چسب و افزودنی‌ها مناسب است؟ به صورت دستی؟ یا با استفاده از مخلوط‌کن؟

آیا ترتیب افزودن اجزای ماسهٔ قالب‌گیری و زمان مخلوط‌کردن، در تولید مخلوط ماسه قالب‌گیری با کیفیت نقش دارد؟

آیا مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری هم از این قاعده پیروی می‌کند؟ چرا؟

گفتگوکنید

**ترتیب افزودن اجزای ماسهٔ قالب‌گیری و زمان مخلوط کردن در تولید مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری**

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....





دستگاه مخلوط‌کن ماسه دارای ظرفیت‌های مختلف است، با قابلیت مخلوط کردن کامل مواد و قیفِ افزودن چسب‌های مایع، درِ محافظ مجهز به میکروسوئیچ حفاظتی و دریچهٔ تخلیهٔ مواد مخلوط شده. همچنین دارای موتور گیربکس سه فاز با توان‌های مختلف و تابلوی برق مجهز به تایمر تنظیم اتوماتیک زمان کار است که در دو نوع مختلف موجود است:

۱ مخلوط‌کن با دو غلتک دَوَرانی همراه با قیف برای مخلوط کردن ماسه $CO_2$ و کلد باکس.

۲ مخلوط‌کن با یک تیغهٔ S شکل برای مخلوط کردن ماسهٔ تر.

باید در تهیهٔ مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری ترتیب افزودن مواد رعایت گردد (ماسه، مواد افزودنی، چسب). چنانچه این ترتیب رعایت نگردد یعنی جای چسب با مواد افزودنی عوض شود در این حالت مخلوط ماسه به صورت گلوله‌ای نمی‌تواند با مواد افزودنی به طور یکنواخت مخلوط گردد. همچنین در روش کلد باکس پس از افزودن ماسه و مواد افزودنی ابتدا اسید اضافه می‌گردد و در نهایت چسب اضافه می‌شود، زیرا اگر اسید بعد از چسب اضافه شود باعث خشک شدن سریع مخلوط و غیریکنواخت شدن ماسهٔ مخلوط قالب‌گیری می‌گردد.

براساس نوع ماسه چسب و زمان مخلوط کردن متفاوت است و مستقیماً در کیفیت مخلوط ماسه، تأثیر می‌گذارد. برای درک بهتر لازم است با روش تولید انواع مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، بیشتر آشنا شویم.

۱ **مخلوط ماسه تر:** در ماسه‌های طبیعی به علت دارا بودن خاک رس نیازی به افزودن چسب نیست، بنابراین پس از روشن کردن مخلوط‌کن، ماسهٔ وزن شده در داخل آن ریخته می‌شود، سپس مواد افزودنی به میزان ۱ درصد به آن اضافه می‌گردد و پس از مخلوط شدن کامل، آب به میزان ۴ تا ۶ درصد به آرامی به مخلوط ماسه افزوده می‌شود و عمل مخلوط کردن تا یکنواخت شدن مخلوط ماسه ادامه می‌یابد.

در ماسه‌های مصنوعی، پس از ریختن ماسه داخل مخلوط‌کن، بنتونیت در حدود ۳ تا ۵ درصد و مواد افزودنی به میزان ۱ درصد اضافه می‌گردد و پس از مخلوط شدن کامل، حدود ۴ تا ۶ درصد آب به آن افزوده می‌شود و عمل مخلوط کردن تا یکنواخت شدن مخلوط ماسه ادامه می‌یابد



۲ **مخلوط ماسه $CO_2$:** در روش $CO_2$ پس از روشن کردن مخلوط‌کن، ماسهٔ وزن شده در داخل آن ریخته می‌شود، سپس چسب سدیم سیلیکات به مقدار ۳ تا ۶ درصد وزنی ماسه، بسته به شکل و اندازهٔ ماسه، از طریق قیف مخصوص به آرامی به ماسهٔ داخل میکسر افزوده می‌گردد. زمان مخلوط کردن چسب با ماسه محدود و حداکثر ۶ دقیقه است.

۳ **مخلوط ماسه کلد باکس:** در این روش از چسب فوران به علاوه اسید (کاتالیزور) دی فنیل متان دی ایزوسیانات رها در حلّال آبی به نسبت تقریبیِ ۲ به ۱ استفاده می‌شود. این نسبت، بسته به استحکام مورد نیاز در قالب و نوع مذاب، متفاوت است. در این روش پس از روشن کردن مخلوط‌کن، ماسه وزن شده را در داخل آن می‌ریزیم و اسید را به مخلوط‌کن اضافه می‌کنیم. سپس چسب را به مقدار لازم به ماسه می‌افزاییم. زمان مخلوط کردن محدود است و باید مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری بلافاصله مورد استفاده قرار گیرد.

۴ **مخلوط ماسه هات باکس:** در این روش از ماسهٔ سیلیسی یا زیرکنی با درجهٔ خلوص زیاد و مواد آلی و خاک رس کم استفاده می‌شود که همراه با مقدار تقریبی ۲ درصد وزن ماسه، رزین فنل فرمالدئید به عنوان چسب و ۰/۵ درصد وزن ماسه، هگزامین به عنوان فعال کننده و ۰/۱ درصد وزن ماسه، کلسیم استئارات و روی به عنوان مواد روان‌کننده به کار می‌رود. ترکیبات فوق در درجه حرارت بین ۱۲۰ تا ۱۳۵ درجهٔ سیلسیوس با هم مخلوط می‌شوند. رزین اوره فرمالدئید، همراه با یک اسید به عنوان فعال‌کننده نیز به کار می‌رود. از این ماسه، تحت عنوان ماسهٔ چراغی، در صنعت استفاده می‌شود و آن را به صورت آماده در دانه‌بندی‌های مختلف عرضه می‌کنند.

## مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها (کار کارگاهی)

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

کار عملی

**راه‌اندازی و کار با مخلوط‌کن ماسه**

۱ ابتدا از سلامت و تمیزی دستگاه مخلوط‌کن اطمینان حاصل کنید.

۲ دستگاه را روشن کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام روشن کردن میکسر از وارد کردن دست به داخل آن خودداری گردد.

۳ از بسته بودن دریچهٔ تخلیهٔ مخلوط‌کن اطمینان حاصل کنید.

کار عملی

**نحوه اضافه کردن مواد**

۱ پس از اطمینان از بسته بودن دریچهٔ تخلیهٔ مخلوط‌کن، ماسه و مواد افزودنی را به طور آهسته به آن اضافه کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** از داخل کردن دست خود حین کار کردن میکسر به داخل آن خودداری کنید.

۲ پس از مخلوط شدن ماسه و مواد افزودنی در روش ماسهٔ تر، در صورت نیاز بنتونیت اضافه کنید و پس از مخلوط شدن کامل، آب را به آرامی روی سطح ماسه بپاشید. اما در روش $CO_2$ از طریق قیف مخصوص، چسب را اضافه نمایید. (در ساخت مخلوط ماسه به روش کلد باکس ابتدا اسید و سپس چسب اضافه می‌شود).

△ **نکات ایمنی:** در هنگام اضافه کردن چسب یا اسید از دستکش استفاده کنید و مراقب پاشش آن به صورت خود باشید. توجه شود اسید روی چسب ریخته نشود.

۳ پس از اضافه کردن چسب، زمان لازم را جهت مخلوط شدن کامل و یکنواخت رعایت کنید.

**توجه:** در ساخت مخلوط ماسهٔ هات باکس بعد از افزودن چسب و گذشت زمان لازم، فعال‌کننده و روان‌کننده را اضافه نمایید.

۴ مخلوط‌کن را پس از گذشت زمان لازم، خاموش کنید.

△ **نکات ایمنی:** در تمام مراحل فوق باید درِ تخلیهٔ مخلوط‌کن بسته باشد.

۵ ظرف نگهداری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری را در زیر دریچهٔ تخلیه قرار دهید.

۶ دریچهٔ تخلیه را باز کنید.

۷ مخلوط‌کن را مجدداً روشن کنید.

△ **نکات ایمنی:** از داخل کردن دست به داخل دریچهٔ تخلیه، در هنگام روشن بودن مخلوط‌کن خودداری کنید.

۸ پس از تخلیهٔ کامل، مخلوط‌کن را خاموش و سپس تمیز کنید.

◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از آمیخته شدن مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری با محیط زیست جلوگیری شود.

فعالیت

**با استفاده از ماسه، چسب و مواد افزودنیِ تفکیک و توزین شده (در مرحلهٔ قبل) و با استفاده از مخلوط‌کن ماسه، مقدار ۱ کیلوگرم مخلوط ماسهٔ قالب‌گیریِ تر، $CO_2$، و کلد باکس آماده کنید.**
**آیا مخلوط ماسهٔ قالب‌گیریِ آماده شده کیفیت لازم را دارد؟ در غیر این صورت چه مسائلی باعث افت کیفیت مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری شده است؟**

| نوع عیب | بلی | خیر | علت |
|---|---|---|---|
| گلوله‌ای شدن مخلوط ماسه | | | |
| خشک شدن مخلوط ماسه | | | |
| غیر یکنواخت بودن مخلوط ماسه | | | |

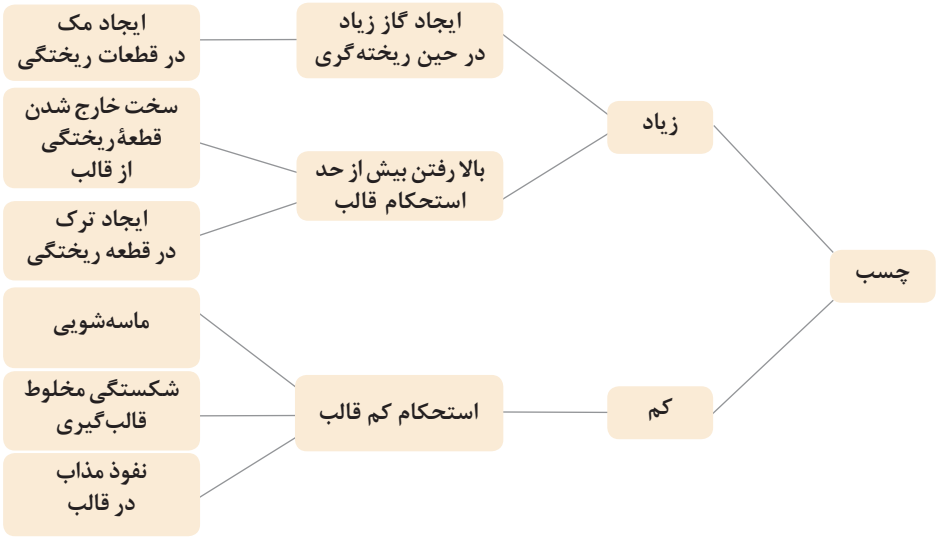
## ارزشیابی مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | راه‌اندازی مخلوط‌کن ماسه | ۰_۵ | |
| | ترتیب افزودن ماسه و افزودنی‌ها | ۰_۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، مدیریت منابع، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰_۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

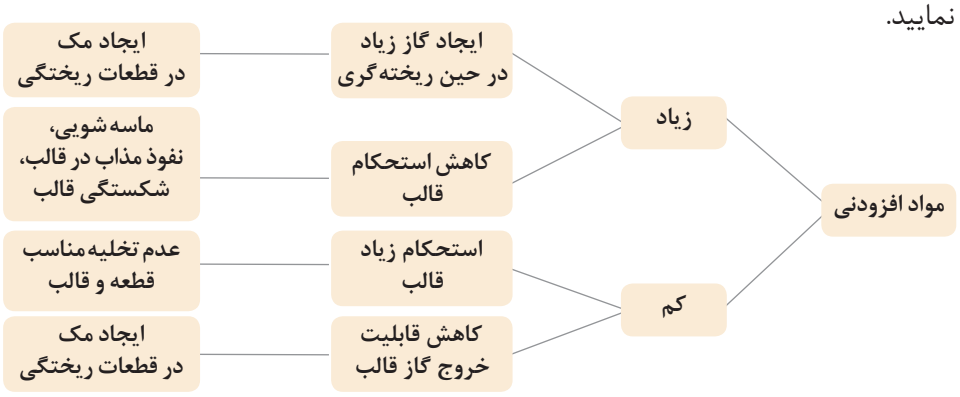
| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## تحلیل علت افزودن مواد افزودنی به ماسه قالب‌گیری

آیا اجزای مخلوط ماسه قالب‌گیری را می‌توان به هر نسبتی با هم مخلوط کرد؟
به نظر شما چگونه می‌توان خواص ماسهٔ قالب‌گیری را بهبود بخشید؟
با استفاده از مواد افزودنی از قبیل خاک اره، آرد حبوبات، ملاس چغندر قند و ... با مقدار مناسب می‌توان خواص عمومی قالب را از قبیل قابلیت خروج گاز و قابلیت فروپاشی، بهبود بخشید. گفتنی است در صورت استفاده بیش از حد از این مواد، خواص عمومی قالب کاهش می‌یابد.
همچنین استفادهٔ بیش از حد از چسب‌ها یا کاهش مقدار آنها در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، باعث کاهش کیفیت قالب و قطعهٔ تولید شده می‌گردد. به این صورت که با افزایش چسب در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، خواص عمومی مخلوط، به ویژه قابلیت نفوذ گاز، کاهش و استحکام، افزایش پیدا می‌کنند. از طرفی با کاهش مقدارِ چسب در مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، استحکام قالب کاهش می‌یابد و باعث ایجاد عیوبی در قطعات نظیر ماسه‌شویی، شکستگی قالب، نفوذ مذاب و ... می‌گردد.




با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، ضمن تعامل با یکدیگر، تأثیر مقدار چسب را بر روی کیفیت قالب و قطعهٔ تولید شده بررسی نمایید.



با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، ضمن تعامل با یکدیگر، تأثیر مقدار مواد افزودنی را بر روی کیفیت قالب و قطعهٔ تولید شده بررسی نمایید.

## شرایط و روش‌های نگهداری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری

### استحکام‌بخشی انواع مخلوط ماسه و عوامل سخت‌کنندهٔ آنها

فعالیت

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را تکمیل کنید.**

| نوع مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری | عامل سخت کننده | روش استحکام بخشی |
|---|---|---|
| مخلوط ماسه قالب‌گیری تر | | |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری $CO_2$ (ماسه سیلیسی+ چسب سدیم سیلیکات ) | | |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری (COLD BOX) | | |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری (HOT BOX) | | |

آیا می‌توان مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری را برای تمام روش‌های قالب‌گیری به میزان زیاد تهیه نمود؟
آیا می‌توان مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری را برای تمام روش‌های قالب‌گیری به مدت طولانی نگهداری کرد؟

### نگهداری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری در زمان‌های طولانی

فعالیت

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را تکمیل کنید.**

| نوع مخلوط ماسه قالب‌گیری | روش نگهداری نادرست | روش نگهداری درست |
|---|---|---|
| مخلوط ماسهٔ تر قالب‌گیری | | |
| مخلوط ماسه قالب‌گیری $CO_2$ | | |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری کلدباکس | | |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری هات باکس | | |

در حین ساخت قالب با استفاده از مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، باید به طریقی استحکام لازم را جهت حفظ شکل مورد نظر به دست آورد که بتوان فضای خالی درون قطعات ریختگی را ایجاد کرد. برای این منظور روش‌های متفاوتی، بسته به نوع و جنس مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، وجود دارد که در جدول زیر آمده است.

| نوع مخلوط ماسه قالب‌گیری | تجهیزات | عامل سخت کننده | روش استحکام بخشی |
|---|---|---|---|
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیریِ تر | تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل | حرارت | برای استحکام‌بخشی مخلوط ماسه از تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل گاز استفاده می‌شود زمان حرارت‌دهی، بسته به حجم و ابعاد قالب، متفاوت است. در صورت حرارت‌دهی بیش از حد قالب پوک می‌شود. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری $CO_2$ (ماسهٔ سیلیسی+ چسب سیلیکات سدیم ) | مخزن گاز $CO_2$، مانومتر، المنت‌های گرم‌کننده و شلنگ رابط با کلاهک‌های دوشی‌شکل برای سطوح بزرگ با عمق کم و لوله‌ای‌شکل برای عمق زیاد | گاز $CO_2$ | برای استحکام بخشی این مخلوط ماسه از گاز $CO_2$ استفاده می‌شود. مدت زمان دمیدن گاز به درون مخلوط ماسه بسته به مقدار چسب و ابعاد قالب، محدود بوده (حداکثر ۶ دقیقه) چنانچه زمان گازدهی کم باشد استحکام کافی به دست نمی‌آید و چنانچه زمان زیاد باشد باعث پوک شدن و پودر شدن مخلوط ماسه قالب می‌گردد. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری کلدباکس | - | اسید به عنوان کاتالیزور | برای استحکام‌بخشی مخلوط ماسه آن را در فضای آزاد قرار می‌دهیم یا می‌توانیم هوادهی کنیم. در این روش عامل سخت‌کنندهٔ ماسهٔ قالب‌گیری یک اسید به عنوان کاتالیزور است. با توجه به نسبت چسب و اسید، زمان خودگیری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری متفاوت است. در صورت اضافه نمودن بیش از حد اسید یا کافی نبودن مقدار چسب، قالب ساخته‌شده استحکام کافی را نخواهد داشت و بالعکس در صورت کم بودن اسید یا زیاد بودن چسب، زمان خودگیری بالا می‌رود و حین ریخته‌گری گاز زیادی از قالب متصاعد می‌شود که می‌تواند عیوبی نظیر مک‌های گازی را در قطعات ایجاد کند. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری هات باکس | تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل گاز یا المنت | حرارت | برای استحکام‌بخشی مخلوط ماسه، از تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل گاز استفاده می‌شود. زمان حرارت‌دهی، بسته به حجم و ابعاد قالب، متفاوت است. در صورت حرارت‌دهی بیش از حد قالب پوک می‌شود. |

### نگهداری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری

مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری باید به مقدار مورد نیاز جهت ساخت قالب آماده گردد، اما گاهی ممکن است نیاز باشد مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری برای استفاده‌های بعدی نگهداری شود. روش‌های نگهداری مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری به قرار زیر است.

| نوع مخلوط ماسه قالب‌گیری | روش نگهداری |
|---|---|
| مخلوط ماسهٔ تر قالب‌گیری | مخلوط ماسهٔ تر نیاز به نگهداری خاصی ندارد و فقط میزان رطوبت آن باید کنترل شود. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری $CO_2$ | مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری $CO_2$ با پارچهٔ مرطوب یا نایلون پوشانده می‌شود تا از تأثیر گاز $CO_2$ موجود در هوا بر مخلوط ماسه جلوگیری شود و یا آن را در مخازن مخصوص دردار برای زمان محدود نگهداری می‌کنند. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری کلدباکس | مخلوط ماسهٔ قالب گیری کلد باکس را به دلیل اینکه در هوا خودگیر می‌شود، نمی‌توان نگهداری نمود. |
| مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری‌هات باکس | مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری هات باکس، به دلیل این که بر اثر حرارت خودگیر می‌شود، را باید دور از حرارت نگاه داشت. |

## نگهداری مخلوط ماسه (کار کارگاهی)



⚠ **نکات ایمنی**: در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

فعالیت



**نگهداری مخلوط ماسه با توجه به نوع مخلوط و شرایط لازم**

**روش ماسه تر**

۱ مقداری مخلوط ماسهٔ تر را در یک محفظهٔ مکعبی چوبی یا فلزی کوچک بریزید.

۲ با کوبه ماسه را متراکم کنید.

۳ پس از صاف کردن سطح ماسه توسط کارد تسمه، به وسیلهٔ سیخ هوا کانال‌های عبور گاز را به طور یکنواخت در سطح ماسه ایجاد کنید.

۴ با استفاده از مشعل، سطح قالب را به طور کامل خشک کنید (دقت کنید حرارت دادن زیاد مخلوط ماسهٔ تر سبب پوک شدن قالب می‌گردد).

**روش $CO_2$**

۱ مقداری مخلوط ماسهٔ $CO_2$ را در یک محفظه مکعبی چوبی یا فلزی کوچک بریزید.

۲ با کوبه ماسه را متراکم کنید.

۳ پس از صاف کردن سطح ماسه توسط کارد تسمه، به وسیلهٔ سیخ هوا کانال‌های عبور گاز $CO_2$ را به طور یکنواخت در سطح ماسه ایجاد کنید.

۴ با استفاده از سیستم گازدهی عمل دمش گاز $CO_2$ را با تجهیزات مناسب انجام دهید.

۵ ماسهٔ اضافه را در مخزن دردار یا درون پارچهٔ مرطوب یا نایلون نگهداری کنید.

**روش کلد باکس**

۱ مخلوط ماسه را در یک محفظهٔ مکعبی چوبی یا فلزی کوچک بریزید.

۲ با کوبه ماسه را متراکم کنید.

۳ با کارد تسمه سطح ماسه را صاف کنید.

۴ با گذشت زمانی اندک و خودگیری اولیه، آن را از روی صفحهٔ زیر درجه خارج کنید.

۵ مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری خارج شده را در معرض هوا جهت خودگیری کامل قرار دهید (در این روش نگهداری ممکن نیست.)

△ **نکات ایمنی:** در تمام مراحل، استفاده از دستکش و ماسک تنفسی الزامی است، به خصوص هنگام کار با اسید.

◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از آمیخته شدن مخلوط ماسهٔ ماهیچه با محیط زیست جلوگیری کنید و از ریختن مخلوط ماسهٔ اضافی در محیط کار و اطراف آن خودداری شود.

فعالیت

**مخلوط ماسهٔ تر، مخلوط ماسه قالب‌گیری $CO_2$ و مخلوط ماسه قالب‌گیری کلد باکسِ ساخته شده را درون سه محفظهٔ استوانه‌ای بریزید و با تجهیزات مناسب، به آنها استحکام دهید سپس نتایج حاصل از هر کدام را در جدولی مانند جدول زیر وارد نمایید.**

| نوع عیب | بلی | خیر | علت |
|---|---|---|---|
| پوک شدن مخلوط قالب‌گیری | | | |
| تخلخل در سطوح مخلوط قالب‌گیری | | | |
| استحکام غیر یکنواخت | | | |

## ارزشیابی نگهداری مخلوط ماسه:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | استحکام بخشی مخلوط ماسه | ۵ـ۰ | |
| | نگهداری مخلوط ماسه | ۵ـ۰ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، مدیریت منابع، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ماسه‌های برگشتی، مدیریت زمان | ۱۰ـ۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | ☐ قبول |
| | ☐ غیر قابل قبول |

# ارزشیابی شایستگی ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری

**شرح کار:**

۱ـ افزودن مواد افزودنی به میکسر به ترتیب اولویت مطابق دستورالعمل و میکس‌کردن مخلوط ماسه در زمان مشخص

۲ـ بررسی وضعیت نهایی ماسه قالب‌گیری از لحاظ استحکام و یکنواختی مخلوط ماسه

**استاندارد عملکرد:**

تهیه مخلوط ماسه با استفاده از ماسه، چسب، میکسر، موادافزودنی و ... براساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه

**شاخص‌ها:**

۱ـ افزودن مواد

۲ـ کیفیت نهایی ماسه قالب‌گیری

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

۱ـ کارگاه ریخته‌گری (زمان ۵۰ دقیقه)

۲ـ مواد مصرفی: ماسه، چسب، افزودنی‌های موردنیاز

۳ـ ابزار و تجهیزات: میکسر ماسه، ترازو (ابزار توزین)، زمان‌سنج، ابزار حمل و نقل ماسه

۴ـ تجهیزات ایمنی: ماسک، عینک، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، کفش ایمنی

ابزار و تجهیزات: میکسر ماسه، ابزار توزین، زمان‌سنج، ابزار حمل و نقل ماسه، تجهیزات ایمنی: عینک، دستکش، ماسک، لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، تجهیزات اطفاء حریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | توزین ماسه و مواد افزودنی | ۱ | |
| ۲ | مخلوط کردن ماسه | ۲ | |
| ۳ | نگهداری مخلوط ماسه | ۱ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی ایمنی بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: لباس کار، ماسک، دستکش، کفش ایمنی، عینک، کلاه ایمنی، تجهیزات اطفاء حریق، آگاهی‌های ایمنی<br>۲ـ نگرش: علاقه به کار، دقت کافی<br>۳ـ توجهات زیست‌محیطی: تهویه مناسب، جداسازی ماسه‌های برگشتی، رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی‌های غیرفنی: مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مهارت گوش دادن | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۲

# قالب‌گیری ماسه تر





پس از ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری، مرحله بعد ساخت قالب ماسه‌ای است. برای ساخت قالب ماسه‌ای از مدل، درجه و ابزار قالب‌گیری استفاده می‌شود. مدل، قطعه‌ای چوبی یا فلزی به شکل قطعه نهایی با ابعاد کمی‌بزرگ‌تر است. مدل درون درجه روی صفحه زیر درجه قرار داده می‌شود، سپس مخلوط ماسه قالب‌گیری روی آن ریخته شده و با استفاده از ابزار قالب‌گیری ماسه اطراف مدل متراکم می‌گردد. پس از ایجاد کانال عبور مذاب، جهت هدایت مذاب به داخل محفظه قالب، مدل از ماسه متراکم شده خارج و قالب ایجاد می‌گردد. که پس از ریختن مذاب و انجماد آن قطعه نهایی حاصل می‌گردد.

# واحد یادگیری ۲

## شایستگی قالب‌گیری ماسه تر

جهت ریخته‌گری قطعه در قالب ماسه‌ای تر لازم است ابتدا قالب با استفاده از مخلوط ماسه تر، مدل، درجه و ابزار مربوطه ساخته شود. در این واحد یادگیری، ابتدا انواع مدل و ابزار و تجهیزات قالب‌گیری، معرفی و مشخصات و کاربرد آنها توضیح داده می‌شود. سپس روش‌های قالب‌گیری درجه‌های زیرین و رویی و اجزا و نحوه تعبیه سیستم راهگاهی و نحوه خارج کردن مدل و خشک و جفت کردن قالب توضیح داده شده و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

تهیه قالب ماسه تر با استفاده از درجه، مخلوط ماسه، ابزار قالب‌گیری ،مدل و ... براساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه.

## پیش‌نیاز و یادآوری

ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری

## ابزار و تجهیزات قالب‌گیری

به قطعات زیر توجه کنید:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| دریچهٔ آب | شعله پخش‌کن گاز | بست داربست | کاسهٔ چرخ | گلولهٔ آسیاب | سیلندر خودرو |
| وزنهٔ آسانسور | قابلمهٔ چدنی | شیر آب آتش نشانی | پرهٔ رادیاتور | شیر آب معمولی | رینگ |
| لوله چدنی فاضلاب | وزنهٔ ترازو | دیسک ترمز | دستگیرهٔ در | | |

ـ در بین قطعات ریختگی در جدول بالا، کدام یک در قالب ماسه‌ای تولید شده‌اند، آنها را نام ببرید؟
ـ هزینهٔ ساخت قالب ماسه‌ایِ تر در مقایسه با سایر روش‌های ریخته‌گری چگونه است؟
ـ آیا قالب ماسه‌ایِ تر قابلیت تولید قطعات پیچیده را دارد؟ قابلیت تولید قطعات به تعداد زیاد را چطور؟
ـ به نظر شما قالب ماسه‌ایِ تر، قابلیت ریخته‌گری انواع فلز را دارد؟ دقت ابعادی قطعات ریختگی در قالب ماسه‌ایِ تر چگونه است؟ آیا قطعات نازک و طویل را می‌توان با قالب ماسه‌ایِ تر تولید کرد؟
ـ کیفیت سطح و عیوب در قالب ماسه‌ایِ تر چگونه است؟

گفتگوکنید

**به صورت گروهی و با راهنمایی هنرآموز مزایا و محدودیت‌های قالب ماسه‌ای را در جدول زیر تکمیل کنید.**

| نوع قالب | قابلیت ریخته‌گری انواع فلز | قابلیت تولید قطعات بزرگ یا کوچک | قابلیت تولید تعداد قطعات زیاد یا کم | سهولت تولید | هزینه ساخت قالب | قابلیت تولید قطعات پیچیده | قابلیت انعطاف زیاد | نیاز به خشک کردن عمقی | دقت ابعادی خوب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ماسه‌ای تر | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ پایین ☐ بالا | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ دارد ☐ ندارد |

| نوع قالب | عیوب سطحی قطعه‌های ریختگی | دقت ابعادی با افزایش وزن قطعه | استحکام قالب جهت تولید قطعه‌های بسیار بزرگ | شسته شدن برآمدگی‌های نازک و طویل توسط مذاب | صافی سطح | ترک خوردن قالب |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ماسه‌ای تر | ☐ کم ☐ زیاد | ☐ کم ☐ زیاد | ☐ دارد ☐ ندارد | ☐ کم ☐ زیاد | ☐ کم ☐ زیاد | ☐ دارد ☐ ندارد |

تعداد زیادی از قطعات ریختگی به روش ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای تولید می‌شوند، مانند دریچهٔ آب، شعله پخش‌کن گاز، پنجرهٔ گاز، قابلمهٔ چدنی، شیر آب آتش‌نشانی، بست داربست، وزنهٔ آسانسور، وزنه‌های مورد استفاده در ورزش‌های مختلف، وزنهٔ ترازو، سیلندر خودرو، صفحهٔ کلاچ، دیسک ترمز و کاسه چرخ.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بسیاری از قطعات ریختگی به روش ریخته‌گری در قالب ماسه‌ایِ تر ساخته می‌شوند. همچنین کلیهٔ آلیاژهای آهنی و غیرآهنی را می‌توان به این روش تولید نمود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ریخته‌گری در قالب‌های ماسه‌ایِ تر بیشترین کاربرد را در میان روش‌های ریخته‌گریِ در قالب‌های موقت دارد.

ـ چگونه می‌توان قالب ماسه‌ای تهیه کرد؟
ـ آیا می‌توان با استفاده از ابزار دستی، شکل قطعه را در ماسه ایجاد کرد؟
ـ اگر شکل قطعه پیچیده باشد چطور؟
ـ آیا می‌توان به صورت ماشینی (اتوماتیک) شکل قطعه را در ماسه ایجاد کرد؟

گفتگوکنید

**به صورت بحث گروهی نام ابزار را بیان کنید و کاربرد آنها را بنویسید.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **تصویر** | ۱  | ۲  | ۳-۱  | ۳-۲  |
| **نام و کاربرد** | ..... | ..... | ..... | ..... |
| **تصویر** | ۴  | ۵  | ۶  | ۷  |
| **نام و کاربرد** | ..... | ..... | ..... | ..... |
| **تصویر** | ۸  | ۹  | ۱۰  | ۱۱  |
| **نام و کاربرد** | ..... | ..... | ..... | ..... |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| تصویر |  ۱۲ |  ۱۳ |  ۱۴ |  ۱۵ |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  ۱۶ |  ۱۷ |  ۱۸ |  ۱۹ |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  ۲۰ |  ۲۱ |  ۲۲ |  ۲۳ |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  ۲۴ |  ۲۵ | | |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... | ..... |

جهت قالب‌گیری ماسهٔ تر، از تجهیزات زیر استفاده می‌شود:

۱ **درجه:** کوبیدن ماسه و قالب‌گیری، در داخل درجه انجام می‌گیرد و وظیفهٔ آن حفظ و نگهداری ماسه است. درجه به شکل قاب است و از جنس چوب، آلومینیوم و فولاد ساخته می‌شود و معمولاً از دو لنگهٔ (تا) زیری و رویی تشکیل شده است. این لنگه‌ها به وسیلهٔ دو یا چند میله به نام (پین) با یکدیگر جفت می‌شوند.

۲ **صفحهٔ زیر درجه‌ای:** از این صفحه، برای قراردادن درجه بر روی آن استفاده می‌شود و هنگام قالب‌گیری، سبب ایجاد سطح صاف در ماسه می‌شود. جنس آن چوبی یا فلزی است و ابعاد آن کمی‌بزرگ تر از ابعاد درجه است.

۳ **کوبه:** از این ابزار برای کوبیدن و فشرده کردن ماسه استفاده می‌شود. کوبه دارای دو سرِ تخت و گوه‌ای شکل است و از جنس چوب سخت یا از آلومینیوم و فولاد ساخته می‌شود.

برای کوبیدن ماسه در حجم زیاد، از کوبه های بادی استفاده می‌شود.

۴ **کارد تسمه:** از این وسیله، برای تراشیدن ماسه‌های اضافی پشت درجه و صاف کردن سطح ماسه، استفاده می‌شود. کارد تسمه، از یک منشور مثلث القاعده با دو دسته در طرفین آن ساخته شده است. طول منشور، کمی بزرگ‌تر از عرض درجه است.

۵ **فرچهٔ مویی:** وسیله‌ای برای زدودن و تمیز کردن ماسه‌های ریخته شده در اطراف درجه و میز کار است.

۶ **قلم آب:** برای خارج کردن مدل، ماسه‌های اطراف آن را با قلم آب خیس می‌کنند. این عمل، از خرد شدن و فروریختن لبه‌های محفظهٔ قالب جلوگیری می‌کند.

۷ **ابزار قاشقی:** برای ایجاد حوضچهٔ بارریز، حوضچهٔ پای راهگاه، راهبار، راهباره و همچنین تعمیر و ترمیم قالب، از ابزار قاشقی استفاده می‌شود که از یک دسته با دوسرِ پهن تشکیل یافته است. یک سرِ آن به شکل قاشق و سرِ دیگر آن تخت و به شکل‌های مستطیلی و برگ بیدی وجود دارد و جنس آن از فولاد است.

۸ **ابزار گوشه:** از این ابزار برای ترمیم گوشه‌های قالب استفاده می‌شود. جنس آن فولادی و به شکل‌های گوناگون، محدّب، مقعّر و زاویهٔ ۹۰ درجه وجود دارد.

۹ **ابزار پاشنه:** این ابزار در خارج کردن ماسه‌های اضافی قالب و ترمیم آن به کار می‌رود و به شکل‌های تخت، قوس‌دار و گرد وجود دارد. جنس آنها از فولاد است.

۱۰ **سوزن خط‌کش:** میلهٔ فولادی نوک تیز است، که از آن برای خط‌کشی روی قالب و خالی کردن گوشه‌های قالب استفاده می‌شود.

۱۱ **فوتک:** برای خارج کردن ماسه و مواد اضافی از داخل قالب و زدودن آنها از سطح درجه، از فوتک استفاده می‌شود.

۱۲ **آب پاش:** از این ابزار برای جبران رطوبت از دست رفتهٔ مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری استفاده می‌شود.

۱۳ **مدل لق کن:** ابزاری است که جهت لق کردن مدل به منظور تسهیل در خارج کردن آن از قالب به کار می‌رود.

۱۴ **میله و پیچ مدل درآور:** ابزاری است که برای خارج کردن مدل از قالب ماسه‌ای به کار می‌رود.

۱۵ **سیخ هواکش:** از این ابزار برای ایجاد سوراخ و منافذ در قالب استفاده می‌شود. تا گازهای حاصل از ریختن مذاب در قالب به آسانی خارج شوند. جنس آنها فولادی یا برنجی است.

۱۶ **لوله راهگاه:** معمولاً به شکل مخروط ناقص است و از جنس فلز، چوب و ... ساخته می‌شود.اندازهٔ قطر و ارتفاع این لوله با مدل و درجه متناسب است.

۱۷ **پودر جدایش(تالک):** از آن برای جلوگیری از چسبیدن مدل به قالب یا دو سطح قالب بر هم استفاده می‌شود.

۱۸ **جعبه ابزار:** جعبه‌ای شامل مجموعه ابزارهایی است که هنگام قالب‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۹ **میز قالب‌گیری:** میزی است در نزدیک ماسه‌دان برای قالب‌گیری ایستاده، تا انتقال ماسهٔ آماده شده از ماسه‌دان بر روی آنها به آسانی انجام گیرد و تشکیل شده است از پایه، صفحهٔ فلزی، قاب فلزی، کشوی ابزار و صفحهٔ زیرین میز.

۲۰ **کیسهٔ پودر:** از این ابزار جهت نگهداری و پاشش پودر جدایش بر روی سطح مدل و قالب، استفاده می‌شود و جنس آن از پارچه کتان است.

۲۱ **الک:** جهت جدا کردن ماسه با دانه بندی مختلف برای قالب‌گیری از الک استفاده می‌شود.

۲۲ **مالهٔ قالب‌گیری:** جهت صاف کردن سطوح قالب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲۳ **بیل ریخته‌گری:** از آن برای آماده کردن ماسه و انتقال آن به داخل درجهٔ قالب‌گیری استفاده می‌شود.

۲۴ **بیلچه:** برای ریختن ماسه در داخل درجهٔ قالب‌گیری یا در جعبهٔ ماهیچه از این ابزار استفاده می‌شود.

۲۵ **کف‌کوب:** کاربرد این ابزار در کوبیدن کف قالب است که از یک دسته و یک سرِ تخت تشکیل یافته است. سرِ تخت آن قابل تعویض است و دراندازه‌های مختلف وجود دارد و معمولاً از جنس فولاد ساخته می‌شود.

## انواع مدل

آیا می‌توان با استفاده از خود قطعه، شکل محفظهٔ قالب را در ماسه ایجاد کرد؟
آیا می‌توان با استفاده از مواد با جنس دیگر و شکل مشابه قطعه، فضای خالی در قالب ماسه‌ای را ایجاد نمود؟
تفاوت مدل، که برای به وجود آوردن محفظهٔ قالب از آن استفاده می‌شود، با قطعه چیست؟

فیلم آموزشی

**قالب‌گیری مدل و تهیه قالب و ریخته‌گری و تولید قطعه**

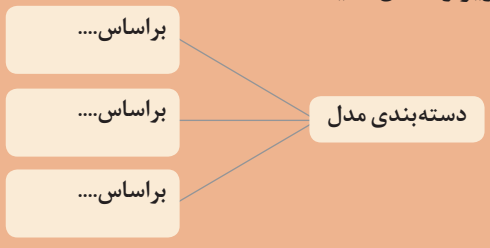
به نظر شما انتخاب جنس مدل به چه عواملی بستگی دارد؟
آیا تعداد قطعات مورد نیاز، دقت ابعادی، روش تولید و اندازه و شکل قطعه در انتخاب جنس مدل تأثیر دارد؟
مدل‌ها را چگونه تقسیم بندی می‌کنند؟

فیلم آموزشی

**انواع مدل و تقسیم بندی مدل‌ها**

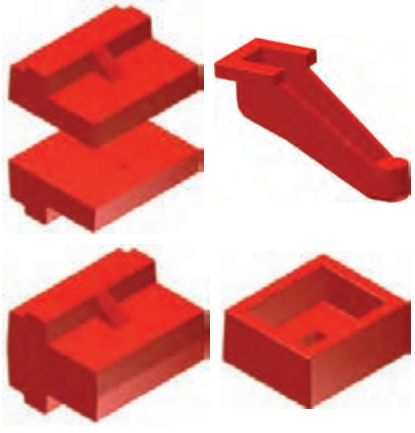
فعالیت

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را کامل کنید:**




فعالیت

**با توجه به انواع مدل با جنس و شکل و سطح جدایش متفاوت به همراه قطعهٔ نهایی ریخته شدهٔ آن که در کلاس ارائه شده، بحث گروهی صورت پذیرد.**



با توجه به مشاهدات، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
ـ مدل‌ها از چه جنسی می‌توانند باشند؟
ـ آیا مدل یک مکعب توپر با مدل یک مکعب توخالی یکسان است؟ چرا؟
مدل‌های شکل مقابل را مشاهده کنید.
ـ تفاوت مدل‌ها را از نظر ظاهری بیان کنید. این مدل‌ها را از لحاظ شیب دیواره‌ها مقایسه کنید. آیا شیب آنها یکسان است؟
ـ در مدل دو تکه آیا شیب دو طرف در یک جهت است؟ به صفحه‌ای که دو نیمهٔ مدل (دو نیمهٔ قالب) روی هم قرار می‌گیرند چه می‌گویند؟
ـ کدام یک از سطوح مدل‌های فوق در فصل مشترک دو نیمهٔ قالب قرار می‌گیرند؟ آیا این سطوح در مدل‌های مقابل به صورت تخت هستند؟

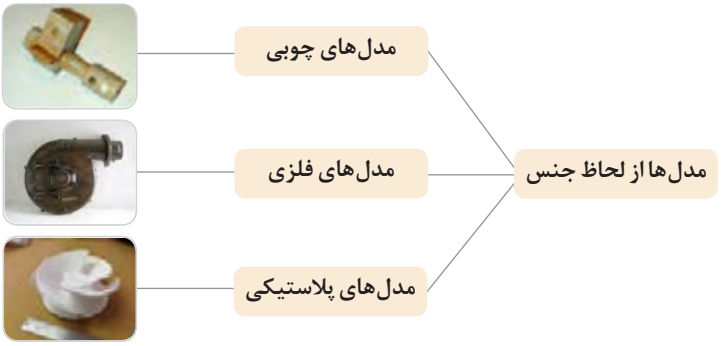
## مدل

برای ایجاد فضای خالی در قالب ماسه‌ای به شکل قطعه مورد نظر، از وسیله‌ای به نام مدل استفاده می‌شود. «مدل» جسمی‌است که از چوب، فلز یا مواد مناسب دیگر از قبیل موم، پلی استیرن یا رزین اپوکسی ساخته می‌شود و با قراردادن آن در داخل مواد قالب‌گیری (ماسه)، محفظهٔ قالب که تضمین کنندهٔ صحت شکل و اندازهٔ قطعه ریختگی است، ایجاد می‌گردد. مدل ریختگی از لحاظ شکل شبیه قطعه است، با ابعاد کمی بزرگ‌تر از قطعه، جهت جبران انقباضات ناشی از مذاب در حین انجماد.

## انواع مدل

مدل‌ها را می‌توان به روش‌های مختلفی دسته‌بندی نمود:

### ۱ انواع مدل از لحاظ جنس

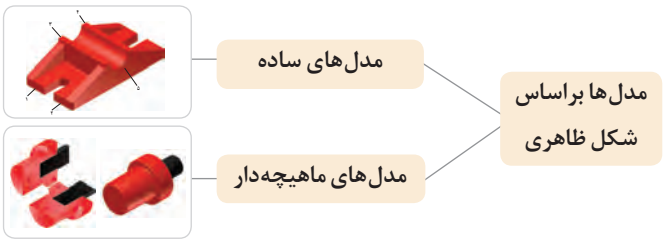



**مدل‌های چوبی:** چوب به دلیل داشتن ویژگی‌هایی از قبیل سهولت در شکل‌پذیری، استحکام خوب و ارزان بودن، متداول‌ترین ماده در ساخت مدل است. و از این ماده برای ساخت مدل‌های اولیه (مادر) و نیز برای تولید قطعات به تعداد محدود استفاده می‌شود. عیب اصلی چوب، انبساط و انقباض و تغییر شکل و ابعاد آن در اثر جذب رطوبت است. عیب دیگر، اینکه چوب دارای دوام کم و در نتیجه ناپایداری دقت اولیه است.

**مدل‌های فلزی:** معمولاً از جنس آلیاژهای آلومینیوم، چدن خاکستری، فولاد، منیزیم و مس ساخته می‌شوند و غالباً برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها یا به طور مستقیم از طریق ماشین‌کاری تهیه می‌شوند یا با استفاده از مدل‌های چوبی (مدل اولیه یا مادر) ریخته‌گری می‌شوند. مدل‌های فلزی در مقایسه با نوع چوبی، از دقت ابعادی بیشتر، استحکام و دوام بالاتر (در مقابل سایش) و نیز عدم جذب رطوبت محیط برخوردار هستند.

**مدل‌های پلاستیکی:** این مدل‌ها از انواع رزین‌ها ساخته می‌شوند و دارای استحکام فشاری بیشتری نسبت به مدل‌های چوبی هستند. در مقابل مواد شیمیایی مقاوم‌اند و چسبندگی آنها به مواد قالب‌گیری کم است. از ویژگی‌های مهم این مواد، پایداری ابعادی و نیاز کمتر داشتن به مهارت در مقایسه با ساخت مدل‌های فلزی است. برای ساخت مدل‌های پلاستیکی ابتدا یک قالب گچی مناسب از روی مدل اولیهٔ چوبی تهیه می‌شود. پس از پوشش دادن سطح قالب با مواد مخصوص جهت جلوگیری از چسبیدن مواد به قالب، مواد پلاستیکی به داخل قالب ریخته می‌شود و مدت ۲ تا ۱۲ ساعت در درجهٔ حرارت اتاق قرار می‌گیرد تا سخت شود.

## ۲ انواع مدل از لحاظ شکل ظاهری




**مدل‌های ساده:** این مدل‌ها از نظر شکل ظاهری کاملاً شبیه قطعهٔ ریختگی هستند و با استفاده از مدل قسمت‌های داخلی و خارجی قطعه قالب‌گیری می‌شوند.

**مدل‌های ماهیچه‌دار:** این نوع مدل‌ها شباهت چندانی به قطعهٔ ریختگی ندارند. یکی از علت‌های آن وجود زائده‌هایی به نام تکیه‌گاه یا ریشهٔ ماهیچه است.

## ۳ انواع مدل براساس سطح جدایش آن

مدل‌ها براساس سطح جدایش به شش دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

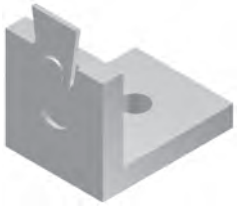
۱ـ مدل یک تکه، ۲ـ مدل دو تکه (چند تکه)، ۳ـ مدل با قطعه آزاد، ۴ـ مدل صفحه‌ای، ۵ـ مدل با سیستم راهگاهی، ۶ـ مدل‌های مخصوص.



**مدل یک تکه:** این مدل به صورت یک پارچه یا یک تکه ساخته می‌شود. براساس شکل و چگونگی شیب آن، ممکن است در یک لنگهٔ درجه یا در دو لنگهٔ درجه قرار گیرد. در اغلب این مدل‌ها، سطح جدایش یا محل تغییر شیب مدل، در قسمت فوقانی آن تعبیه می‌شود، یعنی مدل دارای شیب یک طرفه است. سطح جدایش مدل که معمولاً قالب توسط آن به دو قسمت تقسیم می‌شود در این مدل‌ها به صورت یکنواخت یا غیریکنواخت است.

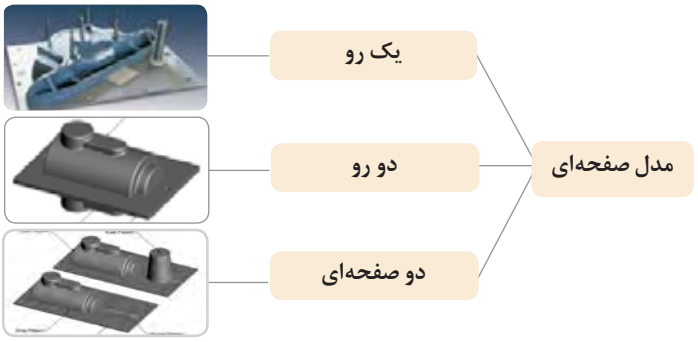


**مدل دو یا چند تکه:** در صورتی که طرح و شکل قطعه پیچیده باشد به گونه‌ای که قالب‌گیری آن در یک لنگهٔ درجه مشکل و غیرممکن باشد یا تعداد قطعات مورد نیاز، زیاد باشد مدل را دو یا چند تکه می‌سازند. در این نوع مدل‌ها، خط جدایش یا محل تغییر شیب در امتداد سطح جدایش دولنگهٔ درجه است. به این صورت که یک تکه در درجهٔ بالایی و تکهٔ دیگر در درجهٔ پایینی قرار می‌گیرد. مدل‌های دو یا چند تکه به وسیله پین‌های چوبی یا فلزی به هم متصل می‌شوند.



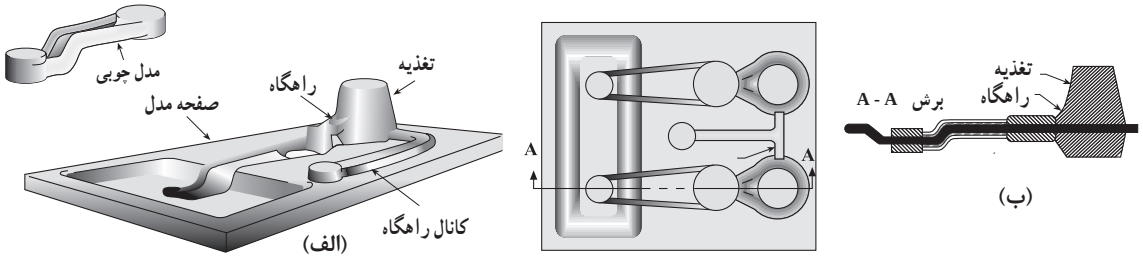
**مدل با قطعه آزاد:** ساختمان بعضی از قطعات دارای زوائدی هستند که قالب‌گیری مدل آنها به صورت یک‌تکه امکان‌پذیر نیست. در این صورت این‌گونه قسمت‌ها به صورت قطعهٔ آزاد روی مدل تعبیه می‌شود. به طوری‌که به هنگام خارج نمودن مدل از ماسه ابتدا قسمت اصلی مدل خارج می‌شود و سپس قطعه‌های آزاد را به وسیله ابزار مخصوص خارج می‌سازند.

**مدل صفحه‌ای:** برای تولید انبوه قطعات ریختگی به روش دستی یا ماشینی در ماسه از مدل صفحه‌ای استفاده می‌شود. مدل صفحه‌ای به صورت یک رو، دو رو و دوصفحه‌ای ساخته می‌شود.

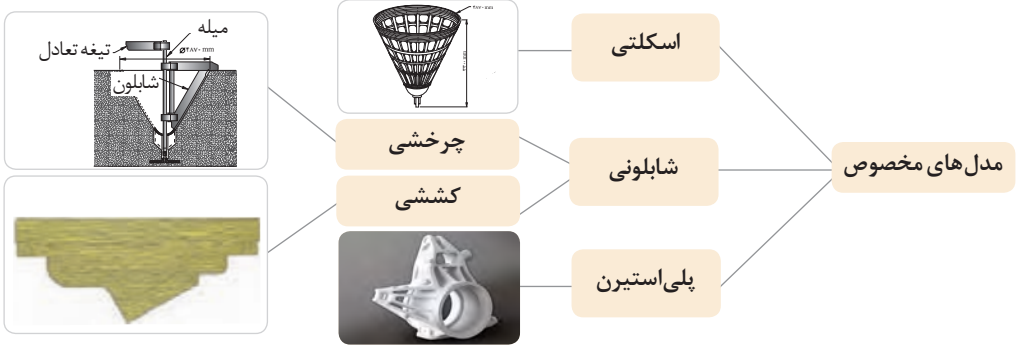



در نوع یک رو، مدل در یک طرف صفحه قرار می‌گیرد، در حالی‌که در نوع دو رو نصف مدل در یک طرف صفحه و نصف دیگر در طرف دیگر صفحه قرار دارد. در نوع دو صفحه‌ای دو قسمت مدل در دو صفحهٔ جداگانه قرار می‌گیرند و هر یک از این صفحه‌ها در درجهٔ جداگانه و به طور هم‌زمان قالب‌گیری می‌شوند. جنس این مدل‌ها ممکن است از چوب یا فلز باشد. این روش برای تولید انبوه و نیز قطعات نسبتاً بزرگ به کار می‌رود.

**مدل با سیستم راهگاهی:** اغلب مدل‌های صفحه‌ای دارای سیستم راهگاهی و تغذیه هستند. چنانچه مدل فاقد سیستم راهگاهی باشد، توسط قالب‌گیر به طور دستی در قالب ایجاد می‌گردد یا اینکه به صورت قطعه‌های آزاد و جداگانه‌ای ساخته می‌شود. مهم‌ترین مزیت همراه بودن سیستم راهگاهی و تغذیه با مدل، دستیابی به خواص مطلوب و در نتیجه تولید قطعه‌های سالم است.




**مدل مخصوص:** در مواردی که مدل‌های ذکر شده در قسمت‌های قبل برای قالب‌گیری مناسب نباشند یا اینکه قطعهٔ مورد نظر به اندازه‌ای بزرگ باشد که تهیه و ساخت مدل آن مشکل و پرهزینه باشد از مدل مخصوص استفاده می‌شود. از جمله: مدل اسکلتی، شابلونی و پلی استیرن.



**مدل اسکلتی:** این مدل عمدتاً برای تهیهٔ قطعات بسیار بزرگی به کار می‌رود که به جای ساختن مدل کامل، از اسکلت آن استفاده شود، مانند مدلی که برای ریخته‌گری یک زنگ بزرگ (ناقوس کلیسا) به کار می‌رود.

**مدل شابلونی:** استفاده از این مدل در تهیهٔ قطعه‌ها بیشتر به عنوان یک فرایند قالب‌گیری مطرح است تا این که در مدل‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در هر حال این نوع مدل شامل دو نوع چرخشی و کششی است. نوع چرخشی برای تهیهٔ قطعه‌های استوانه‌ای شکل یا قطعه‌های متقارن مورد استفاده قرار می‌گیرد. از شابلون کششی به منظور قالب‌گیری قطعه‌های با مقطع‌های قائم یا انحنادار و با جداره یکنواخت استفاده می‌شود.

**مدل پلی استیرن یا فومی:** مدل قطعهٔ مورد نظر همراه با اجزای سیستم راهگاهی و تغذیه از مواد اسفنجی پلی‌استیرن تهیه می‌گردد و تمام این مدل در ماسه، قالب‌گیری می‌شود. به هنگام تماس مذاب با مواد پلی‌استیرن، این مواد تبخیر می‌شود و می‌سوزد که به این وسیله محفظهٔ قالب برای پر شدن مذاب ایجاد می‌گردد. از ویژگی‌های این مدل، حذف مهارت در قالب‌گیری و محدودیت‌های مربوط به طراحی قطعه است.

فعالیت

**به قطعات ریختگی جدول زیر توجه نمایید و براساس نوع مدلِ به کار رفته در تولید این قطعات، جدول را کامل کنید.**

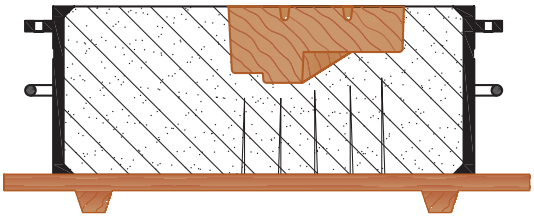
| قطعه ریختگی | نوع مدل |
|---|---|
| شیرآب | |
| کوبه | |
| شعله پخش‌کن | |
| پنجره گاز | |
| سیلندر ماشین | |
| ناقوس کلیسا | |
| دیسک ترمز اتومبیل | |
| سه راهی | |
| زانویی | |
| درپوش فاضلاب | |
| پولی | |

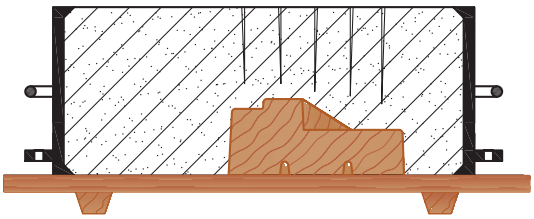
## روش و مراحل قالب‌گیری درجهٔ زیرین

آیا همهٔ انواع مدل را به یک روش، قالب‌گیری می‌کنند؟ به چه دلیل؟

فیلم آموزشی

**مراحل قالب‌گیری یک قطعه با سطح جدایش یکنواخت (مدل دو تکه)**

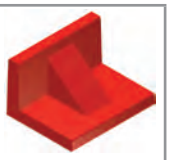
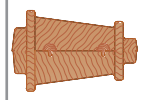
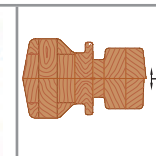
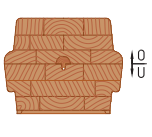
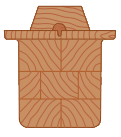




فعالیت

**در گروه‌های ۵ نفره، براساس مشاهدات خود، مراحل قالب‌گیری درجه زیرین را بنویسید.**

نوع مدل در نحوه قالب‌گیری بسیار مهم است به طوری که بسته به نوع مدل، روش قالب‌گیری مدل متفاوت است. به عنوان مثال روش قالب‌گیری مدل یک تکه با دوتکه متفاوت است. همچنین مدل‌های با سطح جدایش غیر یکنواخت، مدل‌های با ماهیچه برگردان، مدل‌های با قطعه آزاد، مدل با ماهیچه افقی با دو تکیه‌گاه، مدل با ماهیچه تعادلی، مدل با ماهیچه عمودی با دو تکیه‌گاه، مدل با ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین یا در بالا، مدل با ماهیچه پوششی، مدل با ماهیچه چکمه‌ای، مدل با ماهیچه دور و مدل‌های چند تکه متفاوت است.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  | |
| مدل یک تکه | مدل دوتکه | مدل با سطح جدایش غیریکنواخت | مدل‌های با ماهیچه برگردان | مدل با ماهیچه افقی با دوتکیه‌گاه | مدل با ماهیچه تعادلی | مدل با ماهیچه عمودی با دوتکیه‌گاه |
|  |  |  |  |  |  | |
| مدل با ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین | مدل با ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا | مدل با ماهیچه پوششی | مدل با ماهیچه چکمه‌ای | مدل با ماهیچه دور | مدل چند تکه | |

## قالب‌گیری درجه زیرین

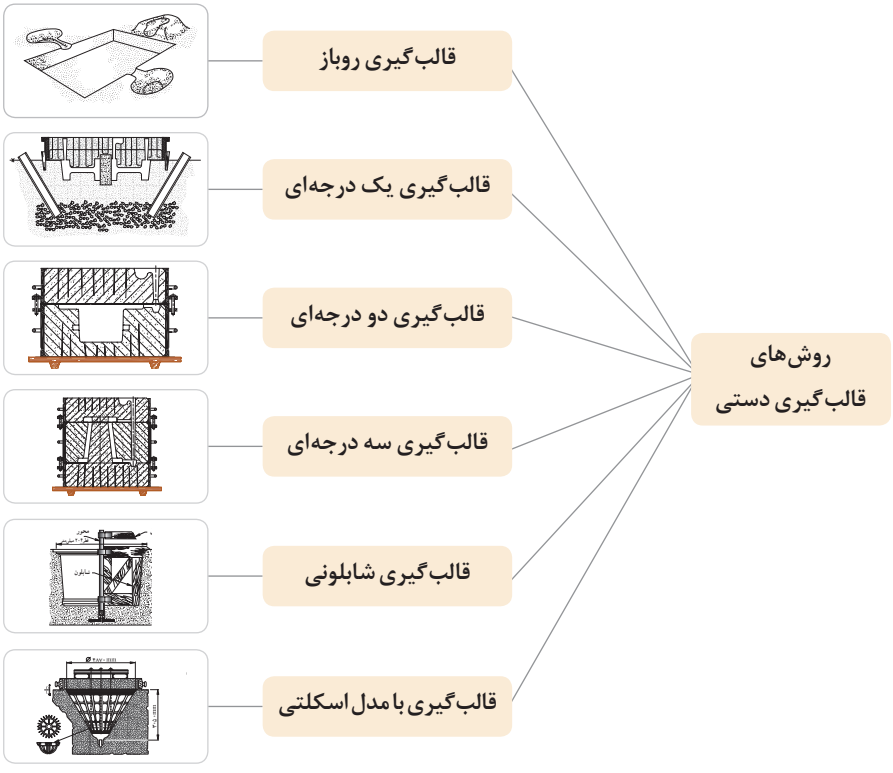
برای قالب‌گیری درجهٔ زیرین، ابتدا مدل یک تکه یا نیمه زیرین مدل در مدل‌های دوتکه، با درنظر گرفتن جهت صحیح شیب (سطح بزرگ‌تر) و سطح جدایش، به همراه درجهٔ زیرین، روی صفحهٔ زیر درجه قرارداده می‌شود. روی مدل پودر جدایش پاشیده می‌شود. سپس با استفاده از ماسهٔ الک شده، روی مدل به ضخامت ۲ سانتی متر پوشانده می‌شود. در ادامه، ماسهٔ قالب‌گیری به درجه اضافه می‌شود و پس از آن عملیات کوبش ماسه صورت می‌گیرد و در مرحله بعد سطح قالب زیرین صاف می‌شود و منافذ خروج گاز در آن ایجاد می‌گردد. این منافذ، خروج گازهایِ بوجود آمده در هنگام مذاب‌ریزی را آسان‌تر می‌کند. در انتها قالب زیرین برگردانده می‌شود و روی سطح آن پودر جدایش پاشیده می‌شود. این عمل از چسبیدنِ ماسه درجه‌های رویی و زیرین به یکدیگر جلوگیری می‌کند.

روش‌های قالب‌گیری با ماسه عبارت‌اند از:

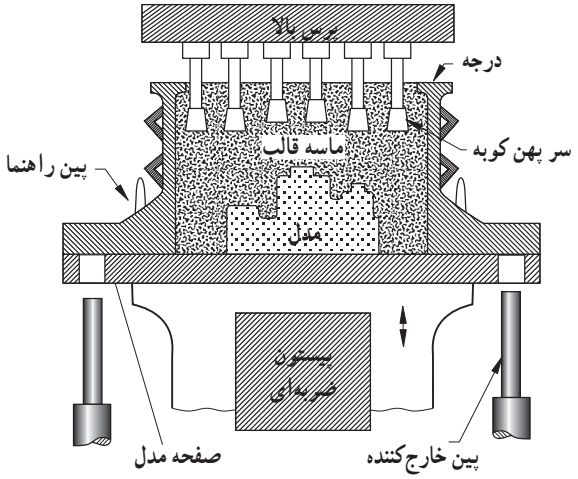
۱ **روش قالب‌گیری دستی:** کلیهٔ مراحل قالب‌گیری شامل کوبیدن ماسه، خارج کردن مدل و تخلیه تماماً توسط دست انجام می‌شود.

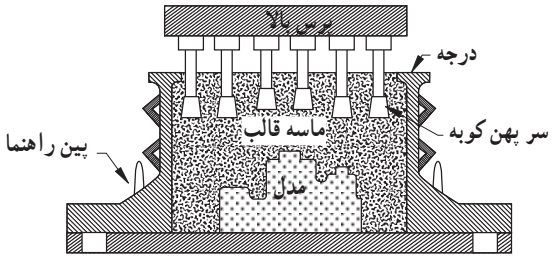
این روش برای ساخت قطعه به تعداد محدود به کار می‌رود. تولید انبوه با این روش، اقتصادی نیست و دقت ابعادی در آن کم است.

قالب‌گیری دستی به چند روش تقسیم می‌شود که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:



۲ **روش قالب‌گیری ماشینی:** در این روش کلیهٔ مراحل قالب‌گیری که عبارت‌اند از کوبیدن ماسه، خارج کردن مدل و تخلیهٔ قالب به طور کامل یا قسمتی از آن، توسط ماشین انجام می‌شود.




## ۲ـ۴ـ قالب‌گیری درجه زیرین (کار کارگاهی)

**△ نکات ایمنی:**

ـ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس‌کار، کفش‌ایمنی، دستکش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک‌ایمنی الزامی‌است.

ـ در هنگام حمل ابزار ، تجهیزات و مدل، احتیاط نمایید تا موجب آسیب دیدن به خود و دیگران نگردد.

کار عملی

**آماده کردن ابزارآلات مورد نیاز و تجهیزات لازم برای قالب‌گیری**

۱ **درجه:** ابتدا با توجه به ابعاد و اندازهٔ مدل، درجه مناسب را انتخاب کنید. سپس درجهٔ مورد نظر را از لحاظ سالم بودن بدنه، نداشتن شکستگی بدنه و پین‌ها و محل قرارگیری آنها، و جفت شدن کامل دو درجه کنترل کنید. درصورت معیوب بودن درجه، آن را مورد استفاده قرار ندهید و درجهٔ سالم دیگری را انتخاب کنید، سپس سطح داخلی و خارجی آن را با برس سیمی‌تمیز کنید.

۲ **صفحه زیر درجه:** صفحهٔ زیر درجه را متناسب با درجهٔ مربوطه انتخاب نمایید و آن را از لحاظ صافی سطح، موج دار نبودن و نداشتن شکستگی کنترل کنید.

۳ **کوبه**

ـ **کوبهٔ دستی:** کوبه را از لحاظ سالم بودن (نداشتن شکستگی و ترک روی قسمت تخت آن) کنترل نمایید و از کوبه‌های معیوب استفاده نکنید.

ـ **کوبهٔ بادی:** ابتدا از لحاظ ظاهری، سلامت کوبه را کنترل و سپس کوبه را با استفاده از هوای فشرده راه‌اندازی کنید و پس از اطمینان از سالم بودنش، آن را مورد استفاده قرار دهید.

△ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوبه بادی نکات ایمنی مربوط به پمپ باد و کوبه را رعایت کنید.

۴ **کارد تسمه:** کارد تسمه را از لحاظ صاف بودن تیغه کنترل کنید.

۵ **ابزار قاشقی:** ابزار قاشقی را از لحاظ سالم بودن، کج نبودن لبه ها و تمیز بودن کنترل کنید.

۶ **لوله راهگاه:** لولهٔ راهگاه متناسب با درجه را انتخاب کنید و از لحاظ مخروطی و صاف بودن سطح خارجی آن اطمینان حاصل کنید.

۷ **فوتک**: فوتک را از لحاظ سالم بودن آکاردئونی و نداشتن پارگی پوسته فوتک کنترل کنید.

△ **نکته‌ایمنی:** در هنگام کار با فوتک از گرفتن خروجی فوتک به طرف دیگران خودداری کنید، زیرا در صورت وجود احتمالی ماسه، در فوتک باعث آسیب رساندن به شخص مقابل شود.

۸ **کیسه پودر:** از سالم بودن کیسه پودر و نبودن سوراخ در آن اطمینان حاصل کنید.

△ **نکته‌ایمنی:** کیسهٔ حاوی پودر را بی جهت تکان ندهید، چون باعث پراکنده نمودن ذرات پودر در هوای اطراف شده و ممکن است وارد مجرای تنفسی گردد.

۹ **الک:** ابتدا از سلامت توری الک اطمینان حاصل کنید و در صورت پاره بودن توری آن، از الک استفاده نکنید.

۱۰ **پمپ باد:** ابتدا سطح روغن پمپ باد را کنترل کنید و پس از اطمینان از سالم بودن فشارسنج و کارکرد اتومات، پمپ باد را راه‌اندازی نمایید.

۱۱ **ابزارهای دیگر:** ابزارهای دیگر شامل سیخ هوا، مدل لق‌کن، پیچ مدل درآور و ... را از لحاظ سالم بودن ظاهری و تمیزی کنترل کنید.

کار عملی

**آماده‌سازی مدل**

مدل را از لحاظ سالم بودن (نداشتن شکستگی و تَرَک)، کیفیت سطح، شیب و سطح جدایش کنترل نمایید. در صورتی که مدل دو یا چند تکه باشد از جفت شدن کامل نیمه‌های مدل اطمینان حاصل کنید. در صورت نیاز، مدل را از لحاظ وجود اضافات ماسهٔ قالب‌گیری چسبیده روی آن، با فرچه تمیز نمایید.

◇ **نکته زیست محیطی:** اضافات ناشی از آماده‌سازی ابزار و تجهیزات را در محل مشخص جمع‌آوری نمایید و از آلوده‌سازی محیط اطراف خودداری کنید.

فعالیت

**ابزار و تجهیزات قالب‌گیری موجود در کارگاه را آماده‌سازی نمایید.**

## کار عملی ۳: اجرای قالب‌گیری (کار کارگاهی)

△ **نکات ایمنی:**

ـ در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس‌کار، کفش ایمنی، دست‌کش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.
ـ در هنگام حمل ابزار، تجهیزات و مدل، احتیاط نمایید تا موجب آسیب رسیدن به خود و دیگران نگردد.
ـ از ریختن ماسه با دست در داخل درجه خودداری شود.
ـ جهت تخلیهٔ محفظهٔ قالب، حتماً از فوتک استفاده شود و از فوت کردن با دهان جلوگیری گردد.
ـ هنگام استفاده از بیل یا بیلچه جهت حمل ماسه، مواظب اطرافیان خود باشید و از پرت کردن آنها خودداری نمایید.
ـ در هنگام استفاده از کوبه، مراقب دستان خود باشید.
ـ در هنگام کار با فوتک، مواظب چشمان خود باشید که پودر به آنها آسیب نرساند.

کار عملی

## قالب‌گیری زیرین

نحوه قالب‌گیری درجهٔ زیرین برای کلیهٔ مدل‌ها، که عبارت‌اند از مدل یک تکه، مدل با ماهیچهٔ سرخود، مدل با سطح جدایش غیریکنواخت، مدل دو تکهٔ متقارن، مدل دو تکهٔ غیرمتقارن، مدل دو تکه با ماهیچهٔ برگردان، مدل با قطعهٔ آزاد، مدل با ماهیچهٔ افقی با دو تکیه گاه، مدل با ماهیچهٔ تعادلی، مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت، مدل با ماهیچهٔ عمودی با دو تکیه‌گاه، مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه گاه در پایین، مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا، مدل با ماهیچهٔ پوششی، مدل با ماهیچهٔ چکمه‌ای، مدل با ماهیچهِ دور (پیرامون)، مدل با نسبت ارتفاع به قطر زیاد به شرح زیر صورت می‌گیرد:

۱ مدل یا نیمه مدل را با در نظر گرفتن جهت شیب (سطح بزرگ‌تر) روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید.

۲ درجهٔ زیرین را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید.

برای چسبیدن ماسه به دیواره‌های درجه بهتر است با قلم آب سطوح داخلی آن را مرطوب کنید.

۳ روی مدل را با ماسهٔ الک شده به اندازهٔ ۲ سانتی متر بپوشانید.

۴ ماسه را به وسیله بیلچه در داخل درجه بریزید، به طوری که نیمی از درجه پر شود.

۵ کوبه را از طرف گوه‌ای شکل طوری در دست بگیرید که با خط قائم زاویه‌ای حدود ۱۵ درجه بسازد. عمل کوبیدن ماسه را از کنار دیوارهٔ درجه و در جهت حرکت عقربه های ساعت شروع کنید و تا وسط درجه ادامه دهید.

توجه: دقت شود عمل کوبیدن در تمام سطح به طور یکنواخت انجام گیرد، به طوری که فشردگی ماسه در همه جا یکسان باشد.

۶ پس از کوبیدن کامل، برای بار دوم مقداری ماسه به درجه اضافه کنید، به طوری که درجه کاملاً پر شود. عمل کوبیدن را مانند مرحلهٔ قبل، با طرف گوه‌ای شکل کوبه ادامه دهید.

۷ برای بار سوم مقداری ماسه به درجه اضافه کنید به طوری که مقدار ماسهٔ اضافه شده حدوداً چند سانتی متر از لبهٔ درجه بالاتر باشد. کوبه را از طرف سرِ تخت به طور عمودی در دست بگیرید. عمل کوبیدن را مانند مراحل قبل انجام دهید.

توجه: پس از کوبیدن به وسیله سرِ تخت کوبه، نباید مجدد ماسه اضافه گردد زیرا ماسه‌ها به هم نمی‌چسبند.

۸ پس از کوبیدن نهایی، ماسه‌های اضافهٔ روی درجه را به وسیلهٔ کارد تسمه بتراشید تا سطح، کاملاً صاف شود.

۹ با استفاده از سیخ هواکش، منافذ خروج گاز در اطراف مدل ایجاد کنید. هنگام ایجاد منافذ باید توجه داشت که سیخ هوا به مدل اصابت نکند.

۱۰ قالب زیرین (درجهٔ همراه با ماسه) را به همراه صفحهٔ زیر درجه برگردانید. مقدار فشردگی ماسه در نقاط مختلف را با استفاده از دستگاه سختی سنج ماسه اندازه‌گیری کنید.

توجه: در صورت نبودن سختی سنج ماسه، مقدار فشردگی ماسه را به صورت تجربی با فشار دادن انگشت شَست روی ماسه، تست نمایید. اگر میزان فرو رفتگی اثر انگشت در تمام سطح به یک‌اندازه باشد، یکنواختی در کوبش را نشان می‌دهد.

### نکاتی در مورد قالب‌گیری درجه زیرین مدل با سطح جدایش غیر یکنواخت:

**روش استفاده از زیر سری:**


مدل

۱ مدل را با استفاده از زیر سری (قطعهٔ چوبی کمکی برای قالب‌گیری مدل) روی صفحهٔ روبه رو درجه قرار دهید و سپس قالب‌گیری نمایید.

۲ پس از قالب‌گیری، ماسه‌های اضافه را به کمک ابزار لازم، جهت ایجاد سطح جدایش، ساده کنید و قطعهٔ کمکی را بردارید.

**ـ روش استفاده از پس قالب گچی**

۱ مدل را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. برای استقرار کامل مدل، از ماسه به منظور زیرسری استفاده کنید.

۲ لنگه رویی درجه را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. به سطح ماسهٔ کمکی (زیر سری) و مدل پودر جدایش بپاشید. درجه را قالب‌گیری کنید.

۳ قالب را با صفحهٔ زیر درجه، ۱۸۰ درجه بچرخانید و روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. ماسهٔ کمکی (زیرسری) را بردارید. و سطح کار را با ابزار، ساده کنید.

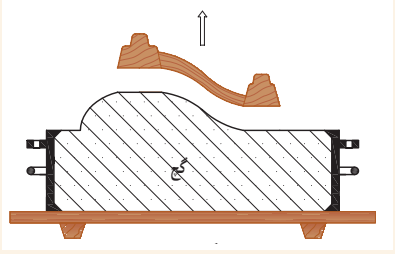
۴ لنگه رویی درجه را روی قالب زیرین قرار دهید.

**توجه:** در این مرحله به جای لنگهٔ رویی درجه می‌توان از یک قاب چوبی به اندازهٔ ابعاد درجه استفاده کرد.

۵ مدل را با روغن یا گریس چرب کنید. (این عمل موجب می‌شود تا گچ به مدل نچسبد). دوغاب گچ را آماده کنید. اطراف دو درجه را با ماسهٔ تر بپوشانید. (جهت جلوگیری از خروج دوغاب گچ). دوغاب گچ را در داخل درجه بریزید و صبر کنید تا گچ کاملاً سفت شود.

۶ پس از اطمینان از سفت‌شدن گچ، دو لنگهٔ قالب را ۱۸۰ درجه بچرخانید.

۷ قالب رویی را بردارید و ماسهٔ آن را تخلیه کنید. مدل را به آرامی از روی گچ بردارید. به این ترتیب پس قالب گچی ساخته می‌شود.




**توجه:** پس قالب گچی زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که کاملاً خشک شده باشد. بنابراین پس قالب‌های ساخته شده را جهت قالب‌گیری برای جلسات بعدی نگهداری کنید.

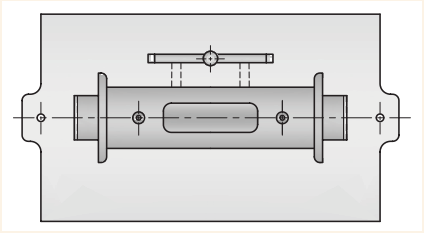
۸ پس از خشک شدن پس‌قالب گچی، مدل را روی پس‌قالب قرار دهید. درجهٔ زیرین متناسب با پس قالب را روی آن قرار دهید و قالب‌گیری کنید.

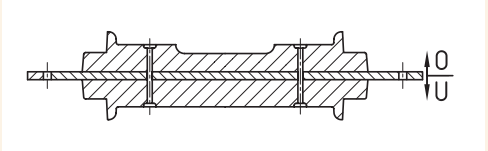
۹ دولنگهٔ قالب را با هم به اندازهٔ ۱۸۰ درجه برگردانید.

۱۰ پس قالب را بلند کنید و در محل مناسب قرار دهید.

**مدل دو تکه غیر متقارن**

هنگام قالب‌گیری مدل‌های دوتکهٔ غیر متقارن معمولاً نیمهٔ (تکه) پیچیده و بزرگ‌تر را در درجهٔ زیرین، قالب‌گیری می‌کنند. اغلب جهت سهولت قالب‌گیری و بهترشدن کیفیت، محفظهٔ قالب مدل‌های دو تکه را روی صفحهٔ فلزی نصب می‌کنند، که به آن مدل صفحه‌ای می‌گویند.





۱ مدل صفحه‌ای را بین دو لنگهٔ درجه قرار دهید و قالب‌گیری نمایید.

**توجه:** پین دو لنگه درجه باید از سوراخ‌های تعبیه شده در صفحه مدل عبور نماید.

**مدل دو تکه با ماهیچه برگردان**

قطعاتی مثل پولی و مشابه آن را می‌توان با روش‌های مختلف از قبیل ماهیچه برگردان، سه درجه‌ای یا ماهیچهٔ خشک قالب‌گیری نمود. انتخاب روش به تعداد قطعهٔ مورد نیاز بستگی دارد. برای تعداد کم، روش ماهیچه برگردان و سه درجه‌ای مناسب تر است. در اینجا قطعه به روش ماهیچه برگردان قالب‌گیری می‌شود.

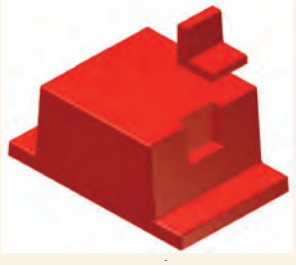


۱ نیمهٔ مدل را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. لولهٔ راهگاه را در محل مناسب قرار دهید. سپس درجهٔ رویی را قالب‌گیری نمایید.

۲ لولهٔ راهگاه را خارج نمایید و قالب رویی را با صفحهٔ زیر درجه برگردانید. آنگاه اطراف مدل را تا سطح جدایش مدل، ساده و پرداخت نمایید.

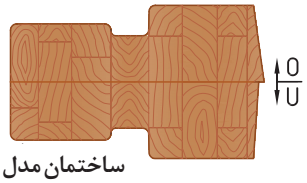
**مدل با قطعه آزاد**

مدل را با قطعات آزاد از طرف سطح جدایش، روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید و سپس قالب‌گیری کنید.



**مدل با ماهیچهٔ تعادلی**

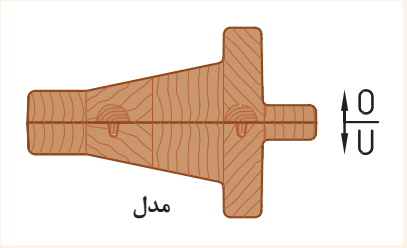
برای قطعاتی که دارای سوراخ راه به‌در نیستند و باید به طور افقی قالب‌گیری شوند، از ماهیچهٔ افقی با یک تکیه‌گاه استفاده می‌گردد. برای جلوگیری از سقوط ماهیچه به درون قالب، وزن تکیه‌گاه باید حداقل برابر وزن قسمت اصلی ماهیچه (جان ماهیچه) باشد. برای اطمینان، معمولاً وزن تکیه‌گاه کمی بیشتر از قسمت اصلی ماهیچه در نظر گرفته می‌شود.



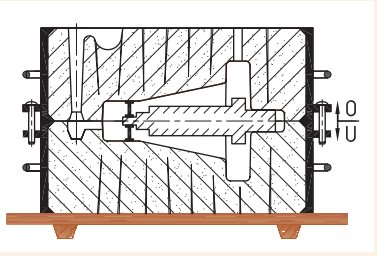
ساختمان مدل

### مدل ماهیچه‌دار با استفاده از چپلت

شکل بعضی از ماهیچه‌ها به گونه‌ای است که فاقد تکیه‌گاه کافی برای استقرار آنها در محفظهٔ قالب است یا فاقد تکیه‌گاه‌اند. در این صورت هنگام ماهیچه‌گذاری در محفظهٔ قالب، جهت استقرار یا جلوگیری از بلند شدن آن هنگام مذاب‌ریزی، از وسایلی به نام چپلت (پل) استفاده می‌شود.اندازهٔ چپلت متناسب با اندازهٔ ماهیچه و ضخامت قطعه است و معمولاً از جنس مذاب تهیه می‌شود.



مدل




### مدل با ماهیچهٔ عمودی با دو تکیه‌گاه

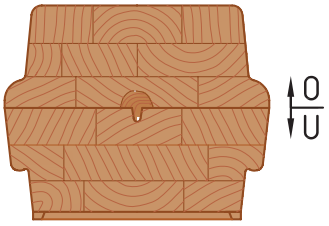
قطعاتی که دارای سوراخ و شکاف طولی راه به‌در هستند، باید به طور ایستاده قالب‌گیری شوند. مدل این قطعات با ماهیچهٔ عمودی با دو تکیه‌گاه طراحی و ساخته می‌شود.

نیمهٔ اصلی مدل را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید و سپس قالب‌گیری کنید.

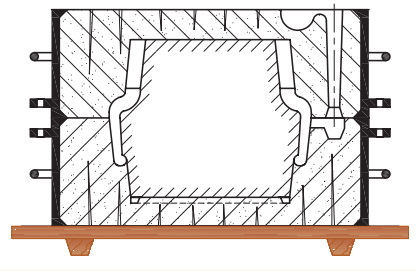

مدل چوبی

### مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین

برای قطعات با سوراخ راه‌به‌در با نسبت قطر به ارتفاع زیاد و همچنین برای قطعاتی که دارای شکاف یا سوراخ راه‌به‌در (سرتاسری) نیستند و به صورت ایستاده قالب‌گیری می‌شوند از ماهیچهٔ سرتخت (ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین) استفاده می‌شود.



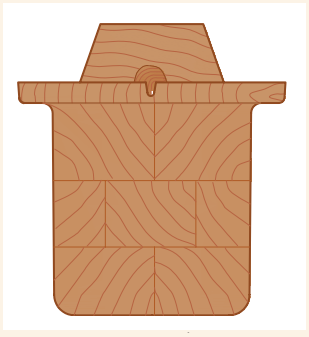
رسم ساختمان مدل

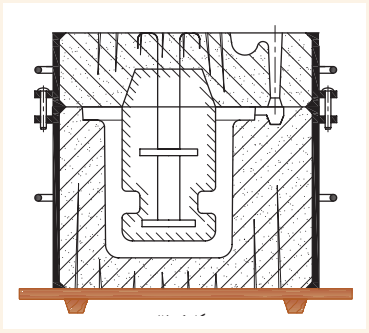


### مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا

مدلِ قطعاتی به شکل پیستون که دارای سوراخ و شکاف یک طرفه‌اند و باید به صورت عمودی قالب‌گیری شوند، با استفاده از ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا طراحی می‌شود که به آن ماهیچهٔ معلق (آویز) می‌گویند.

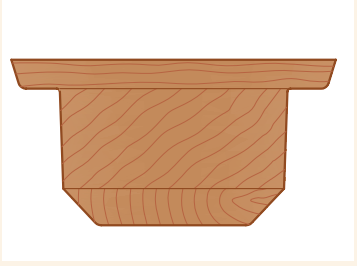
ـ نیمهٔ اصلی مدل را در درجهٔ زیرین قالب‌گیری کنید.

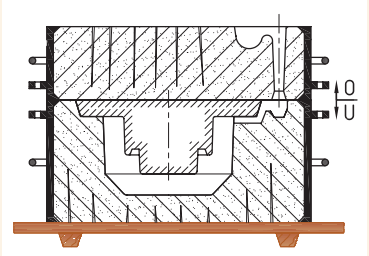




### مدل با ماهیچهٔ پوششی

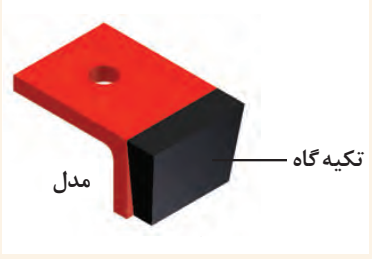
مدلِ بعضی از قطعات با ماهیچهٔ پوششی طراحی می‌شود. این نوع ماهیچه‌ها هنگام قرار گرفتن در قالب، محفظه آن را کاملاً می‌پوشانند. بعضی اوقات در قالب‌گیری مدل این قطعات نیازی به استفاده از قالب رویی نیست، چون ریشهٔ ماهیچه وظیفه قالب رویی را هم انجام می‌دهد. در قالب‌گیری به هنگام ایجاد راهبار، باید دقت شود تا راهبار به محفظهٔ قالب متصل گردد.

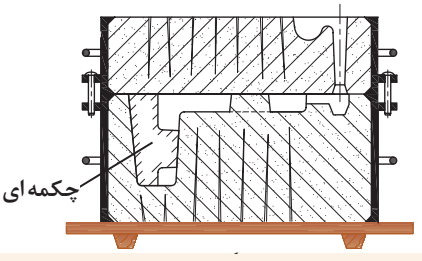





### مدل با ماهیچهٔ چکمه‌ای

بعضی از قطعات در دیواره‌های جانبی خود دارای حفره، شکاف و سوراخ‌اند. در هنگام طراحی و ساخت مدل این قطعات، برای آسانتر شدن قالب‌گیری، تکیه‌گاه ماهیچهٔ آنها را تا سطح جدایش مدل، ادامه می‌دهند. این نوع ماهیچه را چکمه‌ای می‌نامند.

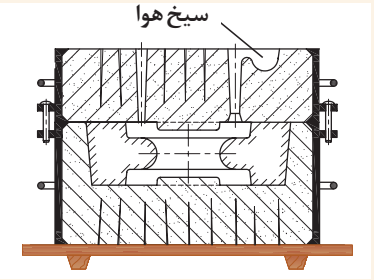


### مدل با ماهیچهٔ دور (پیرامون)

برای سرعت عمل در قالب‌گیری و بهبود کیفیت سطوح قطعاتی مانند قرقره، پولی و ...، می‌توان از روش قالب‌گیری مدل با ماهیچهِ دور به جای قالب‌گیری با ماهیچهٔ برگردان استفاده نمود.

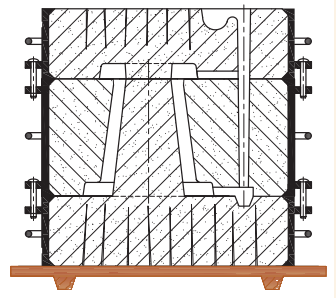





### مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد

مدل‌هایی که نسبت ارتفاع به قطر آنها زیاد است، به صورت عمودی ریخته‌گری می‌شوند. در ریخته‌گریِ این نوع قطعات برای اطمینان از پر شدن قالب، در هنگام مذاب‌ریزی از راهگاه پله‌ای استفاده می‌شود. برای این منظور معمولاً از سه لنگه درجه استفاده می‌شود.





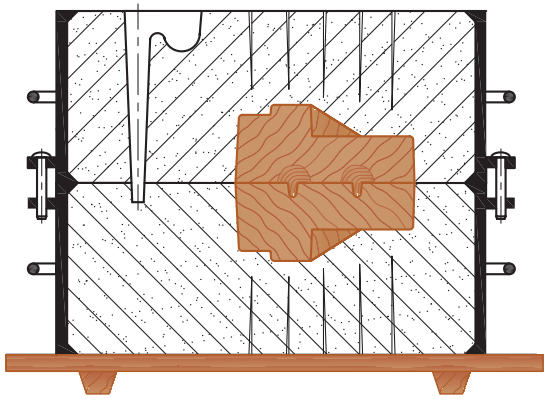
### ارزشیابی قالب‌گیری درجه زیرین:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده کردن ابزار و تجهیزات لازم | ۰ـ۲ | |
| | آماده‌سازی مدل | ۰ـ۲ | |
| | انجام قالب‌گیری | ۰ـ۶ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی،مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوه قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم

پس از قالب‌گیری درجهٔ زیرین، نیمه دیگر مدل و درجهٔ رویی در محل خود قرار داده می‌شود.
ـ آیا درجهٔ رویی را می‌توان به هر صورت روی درجهٔ زیرین قرار داد؟
ـ آیا نیمهٔ دیگر مدل را می‌توان به هر صورت روی نیمهٔ زیرین مدل قرار داد؟
ـ پین‌ها در مدل دو تکه چه نقشی دارند؟ در صورت نبود پین چه مشکلی ایجاد خواهد شد؟



گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

در صورتی که مدل دو تکه است، ابتدا نیمهٔ رویی مدل به طور صحیح روی نیمهٔ زیرین مدل قرارداده می‌شود و سپس درجهٔ رویی طوری روی قالبِ زیرین قرار داده می‌شود که پین‌ها بدون لقی در محل خود قرار گیرند. در ادامه، پودر جدایش روی سطح مدل و قالب زیرین پاشیده می‌شود. در صورتی که مدل یک تکه باشد درجهٔ رویی روی قالب زیرین قرار داده می‌شود و سپس روی سطح قالب زیرین، جهت جلوگیری از چسبندگی دو نیمهٔ قالب بر هم، پودر جدایش پاشیده می‌شود.
نقش پین‌ها در مدل‌های دو تکه جلوگیری از حرکت دو نیمهٔ مدل روی هم در هنگام قالب‌گیری است. و در صورت نبودن پین‌ها هنگام کوبیدن ماسهٔ نیمه رویی، نیمه‌رویی مدل جابه جا می‌شود و شکل واقعی قطعه تغییر خواهد کرد.

# قرار دادن درجه رویی و نیمه رویی مدل (کار کارگاهی)

فعالیت کارگاهی

**قرار دادن درجهٔ رویی روی درجهٔ زیرین و جفت کردن دو نیمهٔ مدل**

**⚠ نکات ایمنی:**

ـ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس‌کار، کفش ایمنی، دست‌کش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

ـ در هنگام جابه‌جایی مدل و درجه رویی به خود و دیگران آسیب نرسانید.

۱ نیمه رویی مدل را (در صورت وجود) با توجه به پین‌ها روی نیمهٔ زیرین قرار دهید.

۲ درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.

۳ بر سطح قالب و نیمهٔ رویی مدل، پودر جدایش بپاشید.

فعالیت کارگاهی

**نکاتی در مورد مدل‌ها**

**مدل دو تکه با ماهیچه برگردان**

ـ بر سطح قالب، پودر جدایش بپاشید و نیمهٔ دیگر مدل را که دارای پین است، بر روی نیمهٔ زیرین مدل قرار دهید. اطراف دو نیمهٔ مدل را با ماسهٔ الک شده به شکل ماهیچه، فرم دهید، سپس درجه زیرین را روی قالب رویی قرار دهید، در ادامه بر سطح ماهیچه برگردان و مدل، پودر جدایش بپاشید.

**مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد**

ـ بر روی سطح قالب زیرین پودر جدایش بپاشید. نیمهٔ مدل مخروطی شکل را با رعایت شیب، روی قالب زیرین قرار دهید. داخل مدل را از ماسه پر کنید. ماسهٔ داخل مدل را بکوبید. سطح آن را صاف کنید و پودر جدایش بر روی آن بپاشید.

**توجه:** ماسهٔ داخل مدل را ماهیچهٔ تر می‌گویند.

درجهٔ میانی را روی قالب زیرین قرار دهید.

## ارزشیابی قرار دادن درجه رویی و نیمه رویی مدل:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | قرار دادن نیمه رویی مدل و جفت کردن دو نیمه | ۰ـ ۵ | |
| | قرار دادن درجه رویی روی درجه زیرین | ۰ـ ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی،مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## اجزای سیستم راهگاهی

مذاب چگونه وارد محفظهٔ قالب می‌شود؟





گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری دربارهٔ تصاویر فوق :.....**

کدام یک از روش‌های نشان داده شده در تصویر برای هدایت مذاب درون قالب مناسب است؟ چرا؟

در فیلم نمایش داده شده جریان حرکت مذاب از لحاظ آشفتگی و تلاطم در دو قالب چگونه است؟

در کدام یک از روش‌های ریختن مذاب، ناخالصی‌ها و ذرات جامد معلق کمتری وارد قالب می‌شود؟

در کدام یک از روش‌های ریختن مذاب، جذب هوا، اکسید شدن مذاب و شسته شدن دیوارهٔ قالب کمتر است؟

به تصویر زیر توجه کنید:

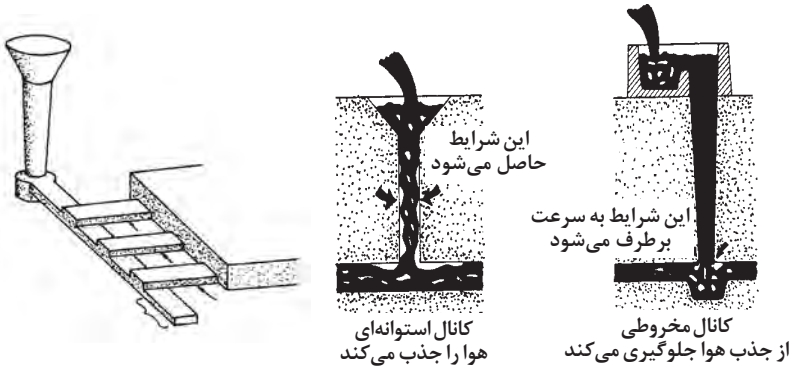
بودن یا نبودن اجزای سیستم راهگاهی چه تأثیری در سلامت قطعهٔ ریختگی نهایی دارد؟

اجزای سیستم راهگاهی نمایش داده شده در تصویر را نام ببرید. این اجزاء چه وظایفی دارند، آنها را توضیح دهید.

مقطع اجزای سیستم راهگاهی نشان داده شده در تصویر چه شکلی دارد، آن را بنویسید.

آیا وزن سیستم راهگاهی و اجزای آن، به هر میزان (حتی بیشتر از وزن قطعه) می‌تواند باشد؟ توضیح دهید.






گفتگوکنید

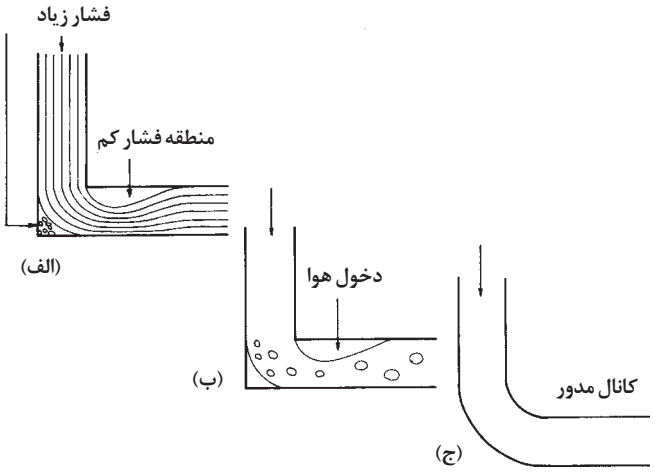
**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد تصاویر فوق: .....**

با توجه به تصاویر، نحوهٔ ریزش آب از شیر را توضیح دهید و ترسیم کنید.

در کدام یک از راهگاه‌های بارریز، آشفتگی مذاب و ورود و جذب هوا در قالب کمتر است؟ چرا؟

به نظر شما سیستم‌های راهگاهی به کدام قسمت محفظهٔ قالب (قطعه) متصل می‌گردد؟ چرا؟

به تصویر زیر توجه کنید:
با توجه به تصویر، در کدام یک از نحوه اتصال اجزای سیستم راهگاهی، جریان مذاب آرام و یکنواخت است؟ چرا؟
در کدام یک از نحوهٔ اتصال اجزای سیستم راهگاهی، جذب هوا در مذاب کمتر است؟




## سیستم راهگاهی

مذاب از طریق سیستم راهگاهی به داخل محفظهٔ قالب هدایت می‌شود.

معمولاً به مجموعهٔ کانال‌ها و مجراهایی که مذاب را از حوضچهٔ بارریز به محفظهٔ قالب هدایت می‌کند، «سیستم راهگاهی» می‌گویند. وظایف سیستم راهگاهی عبارت‌اند از:

ـ تنظیم سرعت و جریان مذاب به گونه‌ای که پر شدن کامل قالب، قبل از انجماد، تضمین گردد؛

ـ ایجاد جریانی آرام و یکنواخت با حداقل آشفتگی و تلاطم در قالب، به منظور جلوگیری از جذب هوا، اکسید شدن فلز مذاب و شستن جداره‌های قالب؛

ـ ایجاد شیب دمایی مناسب از قطعه به تغذیه و در مواردی که از تغذیه استفاده نمی‌شود از قطعه به طرف مجرای ورود مذاب به قالب؛

ـ جلوگیری از ورود آخال‌ها، اکسیدهای سرباره‌ای، ذرات و مواد قالب، از طریق کنترل تلاطم و آشفتگی مذاب یا با استفاده از مواد و روش‌های تکنیکی از قبیل استفاده از صافی‌ها، تله‌های سرباره گیر، فشارگیرها و ...؛

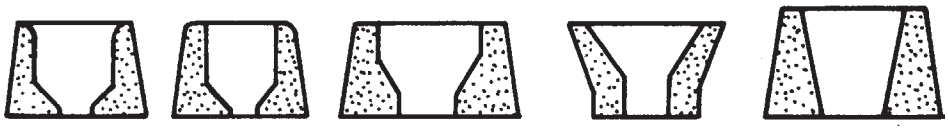
ـ اقتصادی بودن سیستم، با توجه به راندمان ریختگی و نیز هزینه‌های تمیز کاری.

## اجزای سیستم راهگاهی

اجزای سیستم راهگاهی عبارت‌اند از حوضچهٔ بارریز، راهگاه بارریز، حوضچه پای راهگاه، راهبار، راهباره، کانال ممتد.

**حوضچهٔ بارریز:** این جزء در بالای سیستم راهگاهی قرار دارد و کار آن جلوگیری از ریختن مذاب به اطراف، کاهش فشار مذاب و ممانعت از ورود سرباره به داخل محفظهٔ قالب است و دو شکل قیفی و گلابی دارد. برای ایجاد این حوضچه، قبل از خارج کردن لولهٔ راهگاه به وسیلهٔ ابزار قاشقی در پشت تای درجهٔ رویی، شکل مورد نظر تعبیه می‌گردد.

**راهگاه بارریز:** مجرایی است عمودی که سطح مقطع آن از بالا به پایین کاهش می‌یابد (مخروطی ). راهگاه از طرف سطح بزرگ‌تر به حوضچهٔ بارریز و از طرف سطح



حوضچه‌های بارریز

کوچک‌تر از طریق حوضچهٔ دیگری به نام حوضچهٔ پای راهگاه به کانال اصلی یا راهبار متصل می‌شود.

دلیل مخروطی شکل بودن کانال راهگاه، با مشاهدهٔ جریان آب از یک شیر باز به خوبی روشن می‌گردد. به این ترتیب که با دور شدن آب از محل اتصال به شیر، به دلیل افزایش سرعت جریان، سطح مقطع آب نیز کاهش پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه مذاب در داخل راهگاه بارریز نیز با چنین حالتی جریان دارد، از این رو به منظور پر نگه داشتن راهگاه و در نتیجه جلوگیری از ورود هوا به داخل آن، لازم است تا راهگاه بارریز به صورت مخروطی شکل در نظر گرفته شود و درصورت انتخاب شکل استوانه‌ای برای راهگاه بارریز، ضمن حبس شدن حباب‌های هوا در طول راهگاه، به ایجاد آشفتگی در مذاب و جذب هوا درآن منجر گردد.

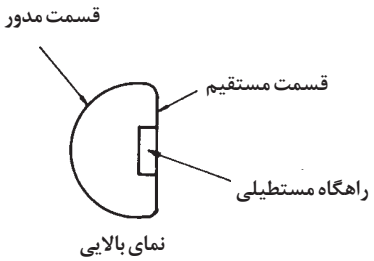
سطح مقطع راهگاه بارریز باید تا قطر ۲۰ میلی‌متر به شکل دایره باشد. برای راهگاه‌های بزرگ‌تر، از سطح مقطع مستطیلی نیز استفاده می‌شود. هنگام استفاده از راهگاه بارریز با سطح مقطع مستطیل شکل، برای جلوگیری از ایجاد تلاطم و آشفتگی در گوشه‌های تیز، این راهگاه باید به گونه‌ای مناسب طراحی شود تا از ورود هوا به داخل راهگاه بارریز جلوگیری به عمل آید.

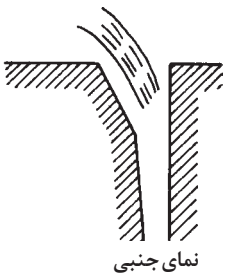
گفتنی است که راهگاه بارریز با سطح مقطع دایره‌ای شکل، به دلیل اینکه دیرتر از نوع مستطیلی شکل سرد می‌شود، عمل مذاب رسانی به قطعه ریخته شده را به هنگام سرد شدن، به طور مطلوب‌تر انجام می‌دهد. این در حالی است که از نظر کاهش تلاطم جریان مذاب و در نتیجه جلوگیری از ایجاد هوای حبس شده در مذاب، راهگاه بارریز مستطیلی بهتر از نوع دایره‌ای عمل می‌کند. راهگاه در اثر خارج کردن لوله راهگاه از ماسهٔ قالب، ایجاد می‌شود.

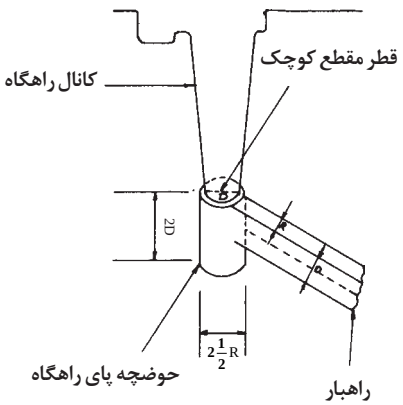
**حوضچهٔ پای راهگاه بارریز:** حوضچه‌ای است که در پایین راهگاه و در سطح درجهٔ زیرین ایجاد می‌شود. علت ایجاد حوضچهٔ پای راهگاه این است که سرعت مذاب در پایین راهگاه بارریز به بیشترین مقدار خود می‌رسد و این امر ممکن است تلاطم و آشفتگی جریان مذاب در راهبار و درنتیجهٔ آن، تخریب قالب و جذب هوا را به دنبال داشته باشد. بنابراین با ایجاد حوضچهٔ پای راهگاه از تلاطم مذاب جلوگیری می‌شود و مذاب با سرعتی مناسب و از طریق راهبار وارد قالب می‌شود.

**راهبار (کانال اصلی):** با توجه به اینکه مذاب در انتهای راهگاه بارریز دارای سرعت زیادی است و انتقال مستقیم چنین مذابی به درون قالب، تلاطم و آشفتگی جریان و در نتیجه جذب هوا و تخریب سطوح قالب را به دنبال خواهد داشت، برای جلوگیری از ایجاد چنین شرایط نامطلوبی،



مذاب قبل از ورود به قالب، از یک کانال اصلی، جریان داده می‌شود. این کانال مستقیم که از حوضچهٔ بارریز جدا می‌شود، «راهبار» نام دارد.

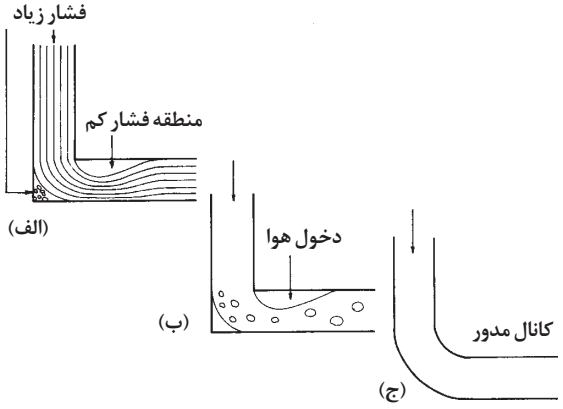
راهبار معمولاً روی سطح جدایش در تای رویی یا در تای زیرین درجه‌ایجاد می‌شود. شکل مقطع آن معمولاً مثلثی، ذوزنقه‌ای، مستطیلی و نیم دایره‌ای است.

**راهباره (کانال فرعی):** کانالی است که از راهبار منشعب می‌شود و مذاب را به محفظهٔ قالب هدایت می‌کند و تعداد آنها معمولاً بیش از یکی است.

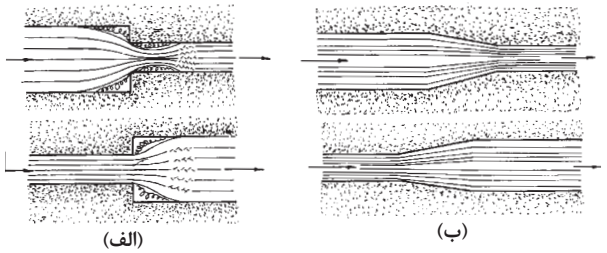
**کانال ممتد:** معمولاً راهبار بعد از آخرین راهبارهٔ انشعابی از آن، کمی امتداد پیدا می‌کند تا به این وسیله مواد ناخواستهٔ موجود در مذاب و سایر آشفتگی‌ها، به این قسمت انتهایی کشیده شود و از ورود آنها به داخل محفظهٔ قالب جلوگیری گردد. این قسمت انتهایی راهبار، «کانال ممتد» نامیده می‌شود.

**طرح مناسب با اتصال اجزای سیستم راهگاهی:** یکی از وظایف مهم سیستم راهگاهی، ایجاد جریانی آرام و یکنواخت با حداقل تلاطم و آشفتگی است. درصورتی که اجزای مختلف سیستم راهگاهی با گوشه‌هایی تیز به یکدیگر مرتبط گردند، به دلیل ایجاد تلاطم و آشفتگی در جریان مذاب در اثر تغییر مسیر ناگهانی در محل گوشه‌ها، جذب هوا و سایر گازهای ایجاد شده در قالب تسهیل می‌شود.

همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، تغییر مسیر جریان در محل گوشه‌ها به ایجاد مناطقی با فشار کمتر از فشار اتمسفر منجر می‌گردد، در نتیجه هوا و گازهای موجود در قالب، وارد مذاب می‌شوند. برای رفع این مشکل باید محل اتصال، مطابق شکل، به صورت مدوّر در نظر گرفته شود. همچنین محل اتصال راهبار به راهباره‌ها نیز به گونه‌ای طراحی گردد که از تغییر ناگهانی سرعت مذاب و در نتیجه جذب هوا و ایجاد جریانی متلاطم، جلوگیری به عمل آید.



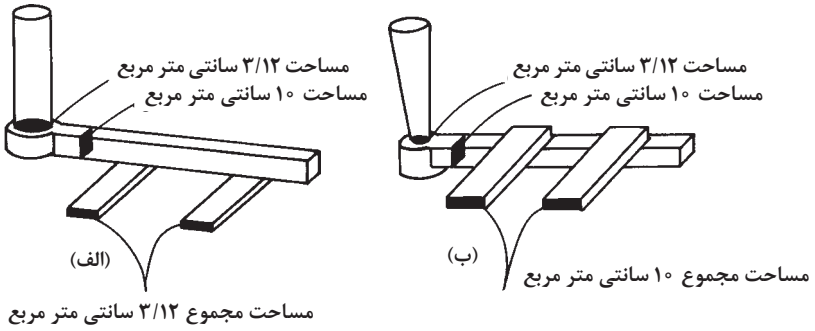

تأثیر گوشه‌های تیز در تلاطم مذاب




طراحی محل اتصال اجزای سیستم راهگاهی الف) طراحی نادرست ب)طراحی درست

## انواع سیستم راهگاهی و روش‌های تعبیه و نحوهٔ آخال‌گیری

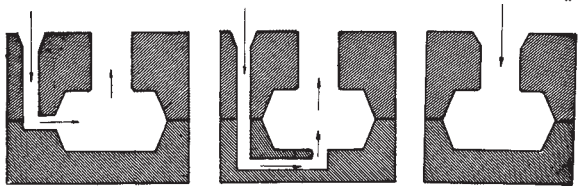
با توجه به نوع فلز ریختگی و شکل و ابعاد قطعهٔ ریختگی، انواع مختلفی از سیستم راهگاهی وجود دارد.



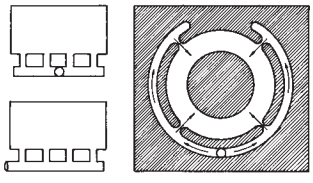

گفتگو کنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد تصویر نمایش داده شده:.....**

با توجه به تصویر چند نوع سیستم راهگاهی وجود دارد؟ آنها را نام ببرید.
در هرکدام از سیستم‌های راهگاهی نسبت سطوح مقاطع اجزای سیستم راهگاهی چگونه است؟
در کدام یک از سیستم‌ها جریان مذاب آرام‌تر و فرصت کافی برای جدا شدن آخال و مواد ناخواسته وجود دارد؟
در کدام یک از سیستم‌های راهگاهی جریان مذاب به یک‌اندازه از طریق راهباره‌ها وارد قالب می‌شود؟
در کدام یک از سیستم‌های راهگاهی زمان تماس مذاب با هوا بیشتر است؟
به تصویر زیر توجه کنید:



روش‌های تعبیهٔ سیستم راهگاهی نشان داده شده را، نام ببرید.
در کدام یک از روش‌ها در حین ذوب ریزی امکان تخریب کف قالب وجود دارد؟
در کدام یک از روش‌ها جریان مذاب، آشفته و متلاطم و جذب گاز و هوا در مذاب بیشتر است؟
در کدام یک از روش‌ها، سیستم راهگاهی ساده تر و میزان مذاب مصرفی کمتر است؟
به تصویر زیر توجه کنید:



دلیل استفاده از سیستم راهگاهی مرکب در ریخته‌گری قطعات چیست؟
با توجه به تصویر نشان داده شده چند نوع سیستم راهگاهی مرکب وجود دارد؟

فیلم آموزشی

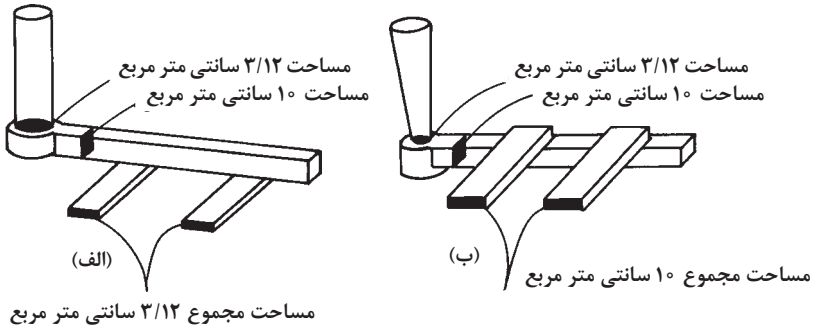
**(انیمیشن) در ارتباط با روش‌های آخال گیری در سیستم راهگاهی**

## انواع سیستم‌های راهگاهی

یکی از شرایط لازم برای عملکرد درست یک سیستم راهگاهی، این است که سطوح مقاطع مربوط به راهگاه بارریز، راهبار و راهباره‌ها، دارای نسبت مناسبی باشند. این نسبت که نسبت راهگاهی نام دارد، در حقیقت نشان دهندهٔ نسبت سطح مقطع راهگاه بارریز به سطح مقطع راهبار به مجموع سطوح مقاطع راهباره‌هاست و به صورت زیر بیان می‌گردد.

$A_S:A_R:A_G$، که در آن: $A_S$ سطح مقطع راهگاه بارریز، $A_R$ سطح مقطع راهبار و $A_G$ مجموع سطوح مقاطع راهباره‌هاست.

هرچند در ریخته‌گری فلزات و آلیاژها ممکن است نسبت‌های راهگاهی مختلفی مورد استفاده قرار گیرند ولی از جهت نوع رابطه میان سطوح مقاطع اجزای سیستم راهگاهی، این نسبت‌ها به دوگروه اصلی فشاری و غیر فشاری تقسیم می‌گردند. هرگاه در یک سیستم راهگاهی، مجموع سطوح مقاطع راهباره‌ها از سطح مقطع راهگاه بارریز کمتر باشد، سیستم، از نوع فشاری و چنانچه عکس حالت یاد شده وجود داشته باشد، سیستم، از نوع غیر فشاری است. در سیستم راهگاهیِ فشاری، همواره، فشاری در پشت مذاب وجود دارد. اما در نوع غیر فشاری، فشار مذاب در راهگاه بارریز گرفته می‌شود و فشار چندانی بر روی مذاب موجود در سیستم راهگاهی اعمال نمی‌گردد.




## روش‌های تعبیه سیستم‌های راهگاهی

براساس نوع فلز یا آلیاژ، شکل، ابعاد و وزن قطعهٔ ریختگی و نیز مواد قالب، تعبیهٔ سیستم راهگاهی ممکن است به سه طریق صورت گیرد. که عبارت‌اند از: راهگاه گذاری از بالا، راهگاه گذاری در سطح جدایش و راهگاه گذاری از پایین

۱ **روش راهگاه گذاری از بالا:** در این روش که انواع مختلف آن به طور شماتیک در شکل زیر نشان داده شده است. مذاب از قسمت فوقانی، مستقیما وارد قالب می‌شود.

با توجه به نحوهٔ انتقال مذاب به داخل قالب، در هنگام استفاده از چنین روشی، همواره باید به دو نکتهٔ اساسی توجه شود:

الف: به دلیل ریزش مستقیم مذاب و امکان تخریب قالب (کف)، قالب باید از استحکام کافی برخوردار باشد.

ب: به دلیل ایجاد جریان آشفته و متلاطم، عیوبی همچون جذب هوا و گاز و نیز اکسید شدن فلز تشدید می‌گردد.

۲ **روش راهگاه گذاری در سطح جدایش:** در این روش مذاب از ارتفاع کمتری ( از سطح جدایش قالب) وارد محفظهٔ قالب می‌شود. بنابراین مشکلات مربوط به روش راهگاه گذاری از بالا کاهش می‌یابد.

۳ **روش راهگاه گذاری از پایین:** در این روش، مذاب از پایین ترین نقطهٔ قالب وارد آن می‌شود. به همین دلیل مهم‌ترین ویژگی آن ایجاد جریانی آرام و با حداقل تلاطم و آشفتگی از مذاب است.

### سیستم‌های راهگاهی مرکب

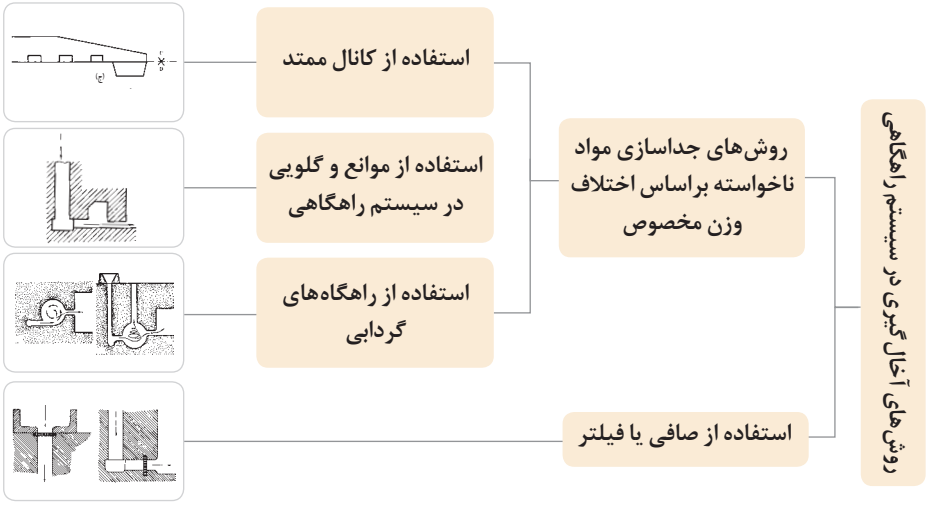
آیا به نظر شما برای ریخته‌گری قطعات بزرگ می‌توان از سیستم‌های راهگاهی معمول استفاده کرد؟

در قطعات بزرگ، به دلیل طولانی بودن مسیر جریان مذاب در محفظهٔ قالب، پر شدن آن با سیستم راهگاهی ساده به طور مطلوب صورت نمی‌گیرد. لذا با استفاده از یک سیستم راهگاهی پیچیده، مذاب از طریق چند راهبارهٔ مجزا به قسمت‌های مختلف قالب هدایت می‌شود که محفظهٔ قالب را به طور کامل پر می‌کند. این راهگاه‌ها، که در ساخت و ایجاد آنها ممکن است یکی از انواع راهگاه‌های ساده (از بالا، از پایین، در سطح جدایش) مورد استفاده قرار گیرد، «راهگاه‌های مرکب» نامیده می‌شوند.

راهگاه‌های مرکب در دو نوع افقی و عمودی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع عمودی آن را سیستم راهگاهی پله‌ای نیز می‌گویند.

### روش‌های آخال‌گیری در سیستم‌های راهگاهی

یکی از وظایف و نقش‌های بسیار مهم سیستم‌های راهگاهی، داشتن قابلیت آخال‌گیری است.

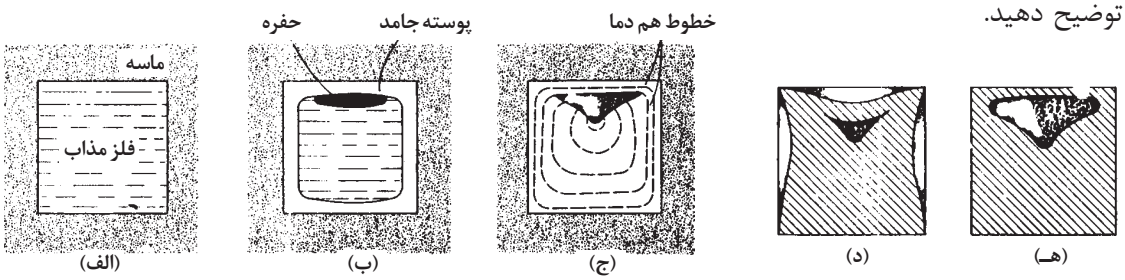



## انواع و اجزای تغذیه و وظایف آنها

برای جبران انقباض قطعه در حین ریخته‌گری، از مقداری مذاب اضافی به عنوان تغذیه استفاده می‌شود.

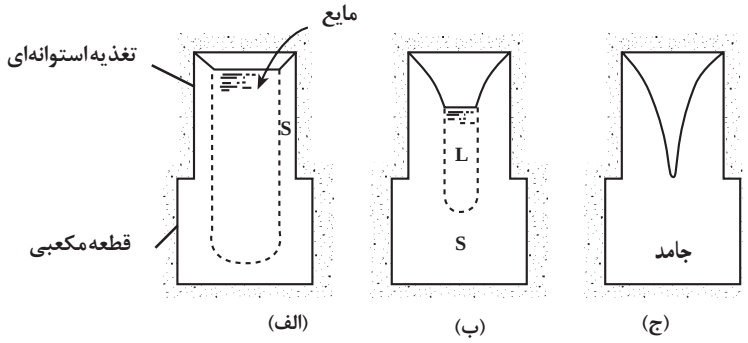
به تصویر زیر توجه کنید:

با توجه به تصویر، چند نوع انقباض از زمان ریختن مذاب به داخل قالب تا انجماد کامل آن وجود دارد؟ آنها را توضیح دهید.



با توجه به انقباضاتی که از لحظهٔ ذوب ریزی در قالب تا انجماد قطعه اتفاق می‌افتد، برای اینکه قطعهٔ ریخته شده به اندازهٔ مورد نیاز درآید چه باید کرد؟

به تصویر زیر توجه کنید:




با توجه به تصویر، چه عیوبی در قطعه در اثر انقباض ایجاد می‌شود؟

عیوب ایجاد شده در اثر انقباض در کدام قسمت قطعه‌ایجاد می‌شود؟ به چه علت؟

به چه روش‌هایی این انقباض‌ها را می‌توان جبران کرد؟

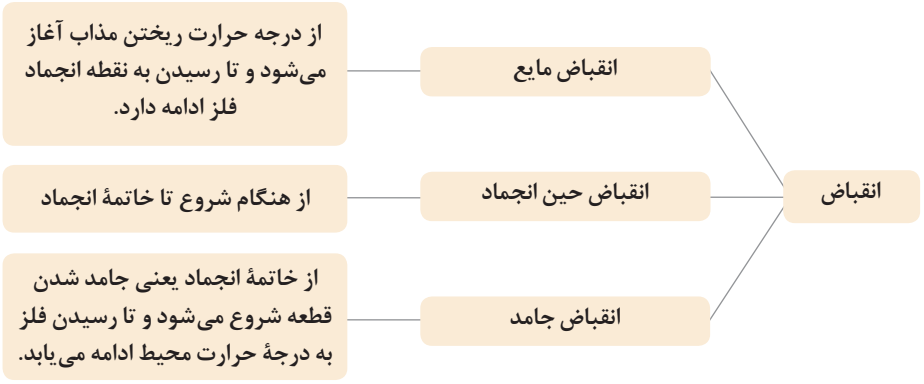
تغذیه چیست چرا از آن استفاده می‌شود؟ محل مناسب جهت تعبیهٔ تغذیه کدام قسمت قالب است؟

فیلم آموزشی

## انواع تغذیه و تقسیم بندی آنها.

### تغذیه

مذاب پس از آنکه به درون قالب ریخته می‌شود، با گذشت زمان به تدریج دمای آن به دلیل تماس آن با دیوارهٔ قالب و خارج شدن حرارت از دیوارهٔ قالب به بیرون، کاهش می‌یابد و در نهایت به شکل قطعه، منجمد می‌شود. مذاب، در ضمن سرد شدن، در سه حالت آن، حین انجماد و جامد، منقبض می‌شود. همان‌طور که می‌دانید، فلزهای خالص در یک درجهٔ حرارت ثابت ذوب و منجمد می‌شوند و درحین انجماد دمای آنها ثابت است. اما در آلیاژها، که مخلوطی از فلزات و عناصر آلیاژی مختلف‌اند، ذوب و انجماد در یک دمای ثابت صورت نمی‌پذیرد و در حین ذوب شدن یا منجمد شدن دما در حال تغییر است. که به محدودهٔ دمایی بین نقطهٔ ذوب و نقطهٔ انجماد «دامنهٔ انجماد» گفته می‌شود.




برای تولید قطعه دراندازهٔ واقعی، باید به طریقی انقباضات ذکر شده را جبران نمود.




با توجه به موارد ذکر شده، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در اکثر قطعات ریختگی برای جبران انقباض‌های به‌وجود آمده در مراحل سرد شدن مذاب، از درجهٔ حرارت ریختن تا جامد شدن کامل قطعه، از یک کانال اضافی از مذاب به نام تغذیه استفاده می‌شود. مهم‌ترین وظیفهٔ تغذیه آن است که فلز را در خود تا هنگامی که قطعهٔ ریختگی کاملاً جامد نشده به صورت مذاب نگه دارد. در چنین صورتی تغذیه نه تنها می‌تواند حفره‌های انقباضی مربوط به مرحلهٔ سرد شدن مذاب تا شروع انجماد (انقباض مذاب) را جبران کند بلکه حفره‌های انقباضی ایجاد شده در مرحلهٔ انجماد را نیز پر کند. مدل ساز می‌تواند انقباض قطعهٔ در حالت جامد را، که در حقیقت کوچک شدن همه جانبهٔ قطعهٔ ریختگی است، با بزرگ‌تر در نظر گرفتن مدل جبران کند. در هر صورت به درستی کنترل نشدن انقباضِ فلز در حالت جامد، می‌تواند معایبی نظیر اختلاف ابعادی با قطعهٔ مورد نظر، تابیدن و به وجود آمدن ترک‌های حرارتی در قطعات ریختگی را به دنبال داشته باشد.

عیوب انقباضی ممکن است به صورت عیوب انقباضی داخلی (حفره)، انقباضِ داخلی (حفره) همراه با مقعر شدن یا سوراخ شدن سطح در قطعات به‌وجود آید. به‌وجود آمدن این عیوب بستگی به نوع آلیاژ دارد.

به منظور محدود کردن و رفع عیوب ناشی از انقباض در قطعه‌های ریختگی از تغذیه استفاده می‌شود. وظیفهٔ اصلی تغذیه، متمرکز کردن انقباض مذاب و فراهم آوردن امکان مذاب‌رسانی به قسمت‌های درحال انجماد در داخل قالب (قطعه ریخته شده) است.

## محل تغذیه

با توجه به وظیفهٔ تغذیه در رساندن مذاب کافی به نواحیِ در حال انجماد، محل و موقعیت قرار گرفتن تغذیه، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از طرف دیگر، برای تعیین محل صحیح تغذیه، شرط اصلی مشخص کردن جهت انجماد مذاب در قالب است؛ چرا که براساس تعریف انجماد باید از دورترین قسمت قطعه نسبت به تغذیه آغاز شود و به صورت جهت دار ادامه یابد و در تغذیه ختم شود. در این صورت تغذیه می‌تواند وظیفهٔ خود را به خوبی ایفا کند و انقباض در هر مرحلهٔ انجماد به وسیلهٔ مذاب موجود در تغذیه جبران گردد.

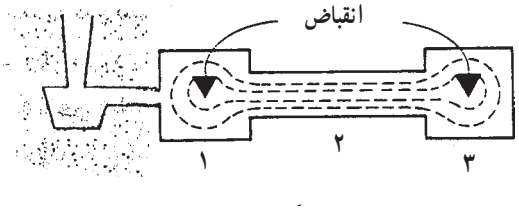
اگرچه تصمیم‌گیری در این مورد که تغذیه در چه نقطه‌ای از قطعه ریختگی قرار گیرد مشکل است، اما راهنمایی ساده آن است که تغذیه در مجاورت نقاطی از قطعهٔ ریختگی قرار داده می‌شود که از نقاط دیگر گرم‌تر باشد. نقاط گرم، محل‌هایی هستند که در مراحل سرد شدن مذاب و انجماد فلز از نقاط دیگرِ قطعه گرم ترند و مذاب در این نقاط دیرتر از قسمت‌های دیگر قطعه جامد می‌شود. در عمل می‌توان ضخیم ترین قسمتِ یک قطعه ریختگی را گرم ترین نقطهٔ قطعه در نظر گرفت. در بیشتر مواقع می‌توان نقاط گرم قطعهٔ ریختگی را با مطالعهٔ طرح و شکل آن پیش بینی کرد.

نقاط گرم در یک قطعهٔ ریختگی به دو دلیل به‌وجود می‌آیند:

۱ در این نقاط حجم مذاب از نقاط دیگرِ قطعه بیشتر است.

۲ گوشه‌هایی که در مجاورت این نقاط‌اند از نوع گوشه‌های داخلی است و انتقال حرارت در این نوع گوشه‌ها به کندی انجام می‌شود.

در قطعهٔ ریختگی مطابق شکل روبه‌رو، محل‌های گرم، نقاط (۱) و (۳) هستند. در شرایط معمولی، قطعه در قسمت (۲) زودتر از قسمت‌های دیگر جامد می‌گردد. درحالی که قسمت (۱)، که در مجاورت راهگاه ورود مذاب قرار دارد، از قسمت‌های دیگر دیرتر جامد می‌شود.




## اجزای تغذیه

تغذیه از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود. این دو قسمت عبارت‌اند از: منبع تغذیه و گلویی تغذیه.

**ـ منبع تغذیه:** منبع تغذیه به محلی اطلاق می‌شود که مذاب لازم را برای جبران انقباضات حجمی مذاب و ضمن انجماد فراهم آورد. مهم‌ترین وظیفهٔ منبع تغذیه آن است که فلز را تا زمانی که قطعهٔ ریختگی کاملاً منجمد نشده، در خود به صورت مذاب گرم نگهداری نماید. منبع تغذیه مناسب باید سه شرط اصلی داشته باشد:

الف) به مقدار مناسب باشد.

ب) در محل مناسب قرار گیرد.

ج)در زمان مناسب منجمد شود.

علاوه بر موارد فوق باید به چند نکته دیگر اشاره نمود:

۱ تعداد و اندازهٔ منابع تغذیه باید حداقل باشد تا بازده ریختگی افزایش و قیمت تمام شده کاهش یابد.

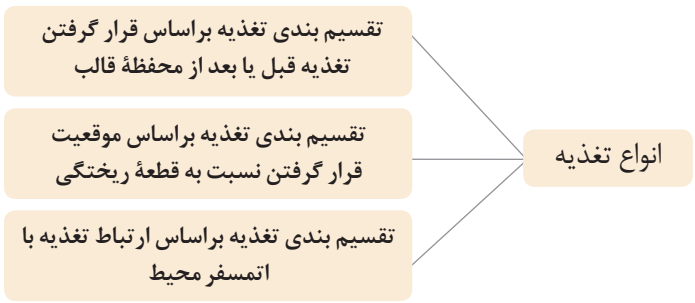
۲ محل منبع تغذیه باید به گونه‌ای انتخاب گردد که به ایجاد عیوب دیگر در قطعهٔ ریختگی نینجامد.

۳ اتصال منبع تغذیه به قطعهٔ ریختگی باید به گونه‌ای باشد که پس از ریخته‌گری به راحتی از قطعه جدا شود و هزینهٔ تمام کاری را افزایش ندهد.

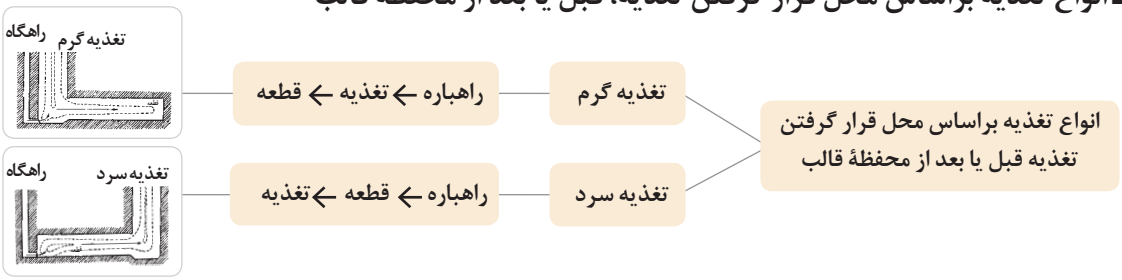
**ـ گلویی تغذیه:** به محل اتصال قطعه به تغذیه، «گلویی تغذیه» گفته می‌شود. مذاب رسانی صحیح و انجماد جهت‌دار از قطعه به تغذیه هنگامی امکان‌پذیر می‌شودکه زمان انجماد گلویی بین زمان انجماد قطعه و تغذیه قرار گیرد. چنانچه گلویی زودتر از زمان لازم منجمد شود، بدون توجه به حجم تغذیه، رابطهٔ تغذیه و قطعه قطع می‌شود. بنابراین اندازهٔ گلویی تغذیه باید به گونه‌ای باشد که تا زمان انجماد کامل قطعه منجمد نشود.

## انواع تغذیه

تغذیه‌ها براساس محل قرار گرفتن‌شان و ارتباط با سیستم راهگاهی، به سه دستهٔ بزرگ تقسیم می‌شوند.



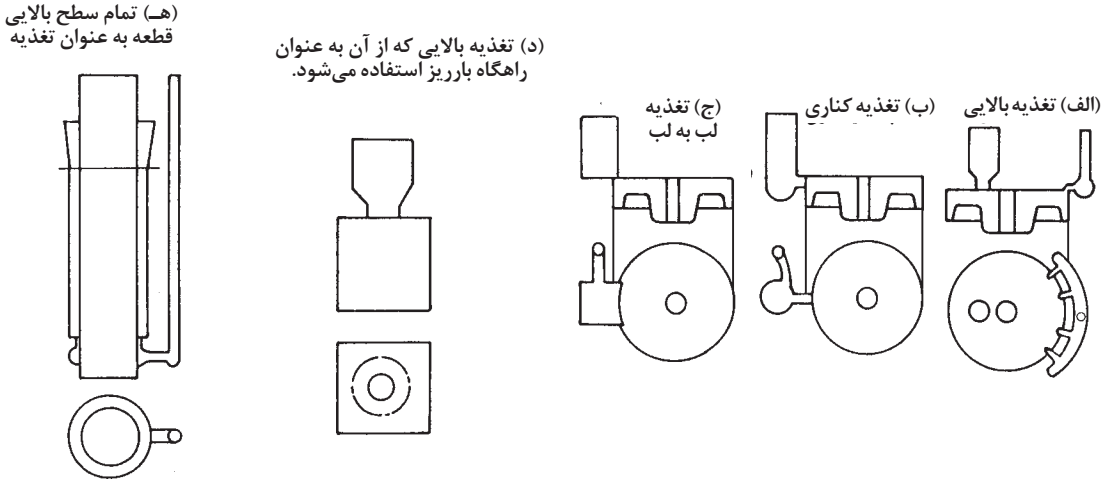
### ـ انواع تغذیه براساس محل قرار گرفتن تغذیه، قبل یا بعد از محفظهٔ قالب




تغذیهٔ گرم به این مفهوم است که گرم‌ترین مذاب در آخرین مرحلهٔ بارریزی، در تغذیه قرار دارد. در تغذیهٔ سرد، مذاب پس از قطعه وارد تغذیه می‌شود. در این حالت مذاب داخل تغذیه نسبت به قطعه سردتر است. در هر دو نوع تغذیه شیب دمایی باید از قطعه به تغذیه باشد. منبع تغذیه در تغذیهٔ گرم، نسبت به تغذیهٔ سرد، کوچک تر است. چرا که تغذیه سرد باید بتواند تغییر شیب دمایی لازم را در زمان معین و در حد مطلوب ایجاد نماید.

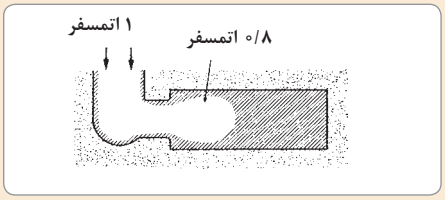
### ـ انواع تغذیه براساس موقعیت قرار گرفتن تغذیه، نسبت به قطعه

در این نوع تقسیم بندی، انواع تغذیه براساس موقعیت تغذیه با قطعه مشخص می‌شود.

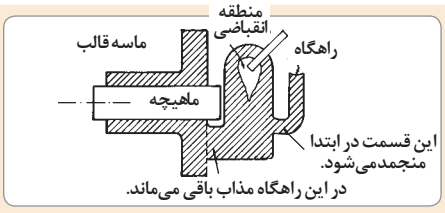



### ـ انواع تغذیه براساس ارتباط تغذیه با اتمسفر محیط

**تغذیهٔ باز:** در بیشتر تغذیه‌ها، قسمت بالای منبع تغذیه با هوای محیط در تماس است. در این صورت فشار هوا به کمک وزن فلز می‌تواند مذاب را از داخل تغذیه به طرف قطعهٔ ریختگی هدایت کند.




**تغذیهٔ کور:** سطح بالایی این نوع تغذیه، بر خلاف تغذیهٔ باز با ماسه پوشش داده شده است. به عبارت دیگر، در این نوع تغذیه تمام اطراف تغذیه به جز محل اتصال یا قطعهٔ ریختگی، با ماسه احاطه شده است.



## نحوهٔ قرار دادن اجزای سیستم راهگاهی و تغذیه در قالب

برای ایجاد سیستم راهگاهی در قالب، روش‌های متفاوتی از جمله استفاده از ابزار قالب‌گیری وجود دارد.
به نظر شما نحوهٔ ایجاد راهگاه در قالب چگونه است؟
نحوهٔ ایجاد حوضچهٔ پای راهگاه، راهبار و راهباره و ... را توضیح دهید.
آیا همواره به ایجاد راهباره نیاز است؟ توضیح دهید؟
برای ایجاد اجزای سیستم راهگاهی در قالب، پس از قالب‌گیری درجهٔ زیرین، ابتدا لولهٔ راهگاه در محل مناسب روی قالب‌زیری قرار داده می‌شود. پس از قالب‌گیری قالب رویی، لولهٔ راهگاه از محل خود خارج می‌شود. پس از جابه‌جا کردن قالب رویی، با استفاده از ابزار قالب‌گیری مانند ابزار قاشقی حوضچهٔ پای راهگاه، راهبار و راهباره در قالب زیرین ایجاد می‌شود. البته در مدل‌های صفحه‌ای، معمولاً راهبار و راهباره روی مدل تعبیه می‌شود. برای ایجاد راهبار و راهباره می‌توان از مدل آنها نیز استفاده کرد و همراه با مدل قالب‌گیری نمود.

## تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه (کار کارگاهی)

کار عملی

**ایجاد راهگاه**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس‌کار، کفش ایمنی، دست‌کش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

**نحوهٔ تعبیه سیستم راهگاهی برای کلیهٔ مدل‌ها**

ـ لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.

**یک نکته در مورد مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد**

ـ لوله راهگاه را، حداقل به اندازهٔ ارتفاع دو لنگهٔ درجهٔ رویی، در محل مناسب قرار دهید.

**ارزشیابی تعبیه سیستم راهگاهی:**

| | عنوان | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | تعیین محل مناسب راهگاه | ۰ـ ۵ | |
| | قرار دادن لوله راهگاه | ۰ـ ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| | جمع نمره از ۲۰ | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | | قبول ☐ غیر قابل قبول ☐ | |

## تحلیل عملکرد انواع سیستم راهگاهی

با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، نحوهٔ پرشدن قالب را، با استفاده از سیستم‌های راهگاهی فشاری و غیر فشاری، مورد بررسی قرار دهید.
با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، نحوهٔ پرشدن قالب را، با استفاده از انواع سیستم‌های راهگاهی در محل‌های مختلف در قالب، مورد بررسی قرار دهید.
با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، نحوهٔ پرشدن قالب را، با استفاده از انواع سیستم‌های راهگاهی و تغذیه در محل‌های مختلف، مورد بررسی قرار دهید.
با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، نحوهٔ تفاوت تغذیه گرم و سرد را مورد بررسی قرار دهید.
با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، نحوهٔ عملکرد مبرد را مورد بررسی قرار دهید.

## نحوهٔ پرکردن درجهٔ رویی و جدا کردن آن

پس از تعبیهٔ سیستم راهگاهی، درجهٔ رویی قالب‌گیری می‌شود.
به نظر شما، نحوهٔ کوبش و ریختن ماسه در درجهٔ رویی چگونه است؟
نحوهٔ ایجاد منافذ خروج گاز در قالب چگونه است؟
برای قالب‌گیری درجهٔ رویی، ابتدا با استفاده از ماسهٔ الک شده روی مدل به ضخامت ۲ سانتی متر پوشانده می‌شود.
در ادامه، ماسه قالب‌گیری به درجه اضافه می‌گردد و پس از آن عملیات کوبش ماسه انجام می‌شود. در مرحلهٔ بعد سطح قالب زیرین صاف می‌گردد و منافذ خروج گاز در آن ایجاد می‌شود. این منافذ، خروج گازهای به‌وجود آمده در هنگام ذوب ریزی را آسان‌تر می‌کند. در انتها لولهٔ راهگاه از قالب رویی خارج می‌شود. سپس قالب رویی از روی قالب زیرین برداشته می‌شود.

## پر کردن درجه رویی (کار کارگاهی)

کار عملی

**پر کردن و قالب‌گیری درجهٔ رویی**

⚠ **نکات ایمنی**: در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس‌کار، کفش‌ایمنی، دست‌کش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ درجهٔ رویی را قالب‌گیری کنید.
۲ کانال خروج هوا و حوضچهٔ بارریز را ایجاد کنید.
۳ لولهٔ راهگاه را خارج کنید.
۴ قالب رویی را بلند کنید و سپس برگردانید و آن را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید.

**نکات قالب‌گیری درجهٔ رویی**

**مدل دو تکه با ماهیچهٔ برگردان**

ـ درجهٔ زیری را قالب‌گیری کنید. کانال خروج هوا را ایجاد کنید. قالب زیری را بلند کنید و برگردانید و روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید.

**مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد**

ـ درجهٔ میانی را قالب‌گیری کنید. بر سطح آن پودر جدایش بپاشید. تکهٔ دیگر مدل را در محل خود قرار دهید. درجهٔ رویی را روی قالب میانی قرار دهید.

**توجه:** برای اینکه درجه‌ها در یک راستا قرار گیرند بهتر است از پین سرتاسری استفاده کنید.

ـ درجه رویی را قالب‌گیری کنید. کانال خروج هوا و حوضچهٔ بارریز را ایجاد کنید. لوله راهگاه را خارج کنید. قالب رویی را بلند کنید و برگردانید و آن را روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید.

**ارزشیابی پرکردن درجه رویی:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | قالب‌گیری درجه رویی | ۰ـ۶ | |
| | ایجاد کانال خروج هوا و حوضچه بارریز و خارج کردن لوله راهگاه | ۰ـ۲ | |
| | جدا کردن دو نیمه قالب | ۰ـ۲ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | | قبول ☐<br>غیر قابل قبول ☐ | |

## نحوه خارج کردن مدل از قالب

پس از قالب‌گیری درجهٔ رویی و زیری، مدل با استفاده از ابزار مناسب از قالب خارج می‌شود.

به نظر شما نحوهٔ لق کردن مدل چگونه است؟

مدل چگونه از قالب خارج می‌شود؟

### خارج کردن مدل از قالب

برای خارج کردن مدل از قالب، ابتدا اطراف مدل، روی قالب با قلم آب مرطوب می‌شود. این عمل سبب چسبیدن ماسهٔ اطراف مدل به ماسهٔ قالب می‌گردد و از چسبیدن ماسه به مدل جلوگیری می‌شود. سپس با استفاده از مدل لق کن، مدل در قالب ماسه‌ای لق می‌شود، به طوری که قالب تخریب نگردد. در مرحلهٔ بعد، مدل با مدل درآور خارج می‌شود. پس از خارج کردن مدل از قالب، محفظهٔ قالب با فوتک تمیز می‌گردد و چنانچه قسمتی از قالب نیاز به بازسازی داشته باشد آن قسمت با ابزار قالب‌گیری ترمیم می‌شود.

## خارج کردن مدل (کار کارگاهی)

فعالیت کارگاهی

**خارج کردن مدل و سیستم راهگاهی از قالب و تمیزکاری و تعمیر قالب**

⚠ **نکات ایمنی**: در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دست‌کش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

**نحوهٔ خارج کردن مدل از قالب برای کلیهٔ مدل‌ها**

۱ به وسیلهٔ ابزار، حوضچهٔ پای راهگاه، راهبار و راهباره را روی قالب زیرین ایجاد کنید.

۲ اطراف مدل را با قلم آب مرطوب نمایید و با استفاده از مدل لق کن، مدل را در قالب ماسه‌ای لق، و با مدل درآور، مدل را از ماسه خارج کنید.

۳ محفظهٔ قالب را با فوتک تمیز، و در صورت نیاز قالب را ترمیم کنید.

**نکات خارج کردن مدل از قالب**

**مدل دو تکه غیر متقارن:**

ـ مدل صفحه‌ای را از روی قالب بردارید. محفظهٔ قالب را با فوتک تمیز نمایید. در صورت نیاز قالب را ترمیم کنید.

ـ نیمهٔ مدل را از قالب خارج کنید. قالب زیرین را مجدد روی قالب رویی قرار دهید. قالب را ۱۸۰ درجه بچرخانید. قالب رویی را بلند کنید و روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. نیمهٔ دیگر مدل را خارج کنید.

**مدل با قطعه آزاد**

قبل از خارج کردن مدل، قطعات آزاد را با استفاده از ابزار مناسب از قالب خارج کنید.

**مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد**

ـ به وسیله ابزار، حوضچهٔ پای راهبار را روی قالب رویی ایجاد کنید. اطراف مدل را با قلم آب مرطوب نمایید. با استفاده از مدل لق کن، تکهٔ مدل را در قالب ماسه‌ای لق کنید. با مدل درآور مدل را از ماسه خارج نمایید. قالب میانی را از روی قالب زیرین بردارید و روی صفحهٔ زیر درجه قرار دهید. راهبار دیگری را روی قالب زیرین ایجاد کنید. نیمهٔ دیگر مدل را از روی ماهیچهٔ ایستاده (ماهیچهٔ تر) خارج کنید. محفظهٔ قالب را با فوتک تمیز کنید. در صورت نیاز قالب را ترمیم کنید.

**ارزشیابی خارج کردن مدل:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | خارج کردن مدل و سیستم راهگاهی از قالب | ۰ـ۶ | |
| | تمیز کاری و تعمیر قالب | ۰ـ۴ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوه خشک کردن و جفت کردن دو نیمه قالب

پس از خارج کردن مدل، سطح دو نیمهٔ قالب خشک می‌شود.
چه روش‌هایی برای خشک کردن سطح قالب وجود دارد؟ چه تجهیزاتی برای خشک کردن سطح قالب لازم است؟
زمان لازم برای خشک کردن سطح قالب به چه میزان است؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

چه روش‌هایی برای اعمال پوشان به قالب وجود دارد؟ دلیل استفاده از پوشان در قالب چیست؟
مواد مورد استفاده برای پوشش قالب چه خواصی باید داشته باشد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

به نظر شما در کدام قسمت قالب از فیلتر استفاده می‌شود؟
جنس فیلتر از چیست؟ وظیفه اصلی فیلتر در قالب چیست؟
نبودن فیلتر در قالب چه عیبی در قطعهٔ ریختگی ایجاد می‌کند؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

به نظر شما روش قرار دادن صحیح انواع ماهیچه در قالب چگونه است؟
در صورتی که ماهیچه به درستی در محل خود قرار داده نشود چه اشکالی به وجود می‌آید؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

به نظر شما نحوهٔ صحیح جفت کردن دو نیمهٔ قالب چگونه است؟
در صورتی که دو نیمهٔ قالب درست در محل خود قرار نگیرند چه اتفاقی می‌افتد؟
روش‌های صحیح محکم کردن دو نیمهٔ قالبِ جفت شده را بنویسید؟ در صورتی که دو نیمهٔ قالب جفت شده، محکم نشوند چه اتفاقی می‌افتد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

قالب‌های تهیه شده به روش ماسهٔ تر را به منظور تولید قطعه‌های بزرگ و نیز بهبود بخشیدن به برخی خاصیت‌های قطعه‌های ریختگی خشک می‌کنند. در صنعت، قالب‌ها را براساس میزان خشک کردن به دو صورت خشک کردن سطحی و کاملاً خشک، تقسیم می‌کنند.

ـ **قالب‌های خشک شدهٔ سطحی:** قالب‌هایی هستند که فقط لایه‌ای از سطح آنها به عمق کم خشک شده باشند. قالب‌های بزرگ و قالب‌های یک تا زمین معمولاً به صورت سطحی خشک می‌شوند و بلافاصله بارریزی صورت می‌گیرد تا از نفوذ رطوبت جلوگیری به عمل آید. در این روش معمولاً قالب‌ها توسط مشعل خشک می‌شوند و عمق لایهٔ خشک شده کمتر از ۱۲ میلی‌متر است.

ـ **قالب‌های ماسه‌ای کاملاً خشک:** به قالب‌هایی اطلاق می‌گردد که حداقل عمق ماسهٔ خشک شدهٔ آنها از ۱۲ میلی‌متر بیشتر باشد و عموماً عاری از رطوبت‌اند. در این روش اصولاً قالب‌ها با همان شرایط روش ماسهٔ تر تهیه می‌شوند و سپس در کوره‌های مخصوص در درجهٔ حرارت ۱۵۰°C تا ۳۷۰°C به مدت ۸ تا ۴۸ ساعت خشک می‌شوند. زمان و درجه حرارت خشک کردن بستگی به چسب، رطوبت قالب و نیز عمق لایهٔ خشک شده دارد. با کمک این روش می‌توان قطعه‌های ریختگی متوسط تا بزرگ نظیر غلتک‌های بزرگ، چرخ دنده‌ها و پوسته‌های قطعات ماشینی را تولید نمود.

## روش خشک کردن سطح قالب ماسه‌ای تر

برای خشک کردن سطح قالب ماسه‌ای معمولاً از مشعل گازی استفاده می‌شود. به طوری که شعلهٔ مشعل به صورت ملایم به سمت سطح قالب قرار داده می‌شود و این عمل در زمان مناسب جهت خشک کردن لایهٔ سطحی قالب انجام می‌شود. چنانچه به اعمال پوشان در روی سطح قالب نیاز نباشد، دو نیمهٔ قالب بلافاصله پس از خشک کردن جفت می‌شوند و بارریزی انجام می‌گیرد. در غیر این صورت مجدداً رطوبت هوا جذب قالب می‌گردد.

**تذکر:** چنانچه قالب، خشک نشده باشد، هنگام بارریزی رطوبت موجود در ماسه به طور سریع تبخیر می‌شود و به پاشیدن مذاب به اطراف و در نتیجه آسیب رساندن به اطرافیان و معیوب شدن قطعه منجر می‌گردد.

## پوشش قالب ماسه‌ای

مشخصات فلز مذاب، به ویژه هنگامی‌که از درجهٔ حرارت بالا وارد قالب می‌شود، به گونه‌ای است که ممکن است فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی میان مذاب و مواد قالب یا ماهیچه را به دنبال داشته باشد و از تولید قطعهٔ سالم و بدون عیب جلوگیری نماید. بنابراین بدیهی است که برای جلوگیری از ایجاد عیوب سطحی در قطعهٔ ریختگی باید به طریقی از انجام فعل و انفعال میان فلز مذاب و قالب یا ماهیچه ممانعت به عمل آورد.

مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از عیوب سطحی، پوشش دادن سطوح قالب و ماهیچه با مواد دیرگداز معینی است که ضمن اقتصادی بودن، از تماس فلز مذاب با قالب و ماهیچه و در نتیجه انجام دادن فعل و انفعالات فیزیکی شیمیایی میان آنها جلوگیری می‌نماید.

## مواد پوشش در قالب‌های ماسه‌ای تر

به طور کلی مواد پوشش قالب و ماهیچه را می‌توان به دو گروه جامد و مخلوط مایع تقسیم نمود.

مواد پوششِ جامد، که بیشتر در قالب ماسه‌ای تر به کار می‌روند، شامل مواد دیرگدازی همچون مواد سیلیکاتی، مواد کربنی و مواد اکسیدی است. این مواد با استفاده از غربال‌های بسیار ریز یا کیسهٔ پودر به سطح قالب پاشیده می‌شود، یا با ابزار و وسایل مخصوص به سطح قالب پوشش داده می‌شود و پودر اضافی توسط فوتک یا

هوای فشرده از محفظه قالب خارج می‌گردد. یادآوری می‌شود، پس از پوشش دادن قالب با این روش، لازم است مدل مجدداً درون محفظهٔ قالب قرار داده شود تا قسمت‌های ظریف و پستی و بلندی‌های مدل در داخل قالب از بین نرود.

مواد پوششی مخلوط مایع اصولاً در قالب‌های ماسه‌ای خشک و نیز ماهیچه‌ها به کار می‌رود. روش‌های پوشش دادن قالب توسط مواد پوششی مخلوط مایع را می‌توان به سه دستهٔ اصلی تقسیم نمود، که عبارت‌اند از پوشش با استفاده از قلم مو و اسفنج، روش پاشیدن و روش غوطه‌وری. روش غوطه‌وری برای پوشش دادن ماهیچه‌ها به کار می‌رود.

## استفاده از صافی یا فیلتر

جداسازی مواد ناخواسته با استفاده از کانال ممتد، موانع و گلویی در سیستم راهگاهی و راهگاه‌های گردابی مستلزم سبک‌تر بودن این مواد در مقایسه با مذاب و در نتیجه قابلیت شناور شدن آنها در مذاب است. بنابراین طبیعی است که این گونه روش‌ها در ریخته‌گری آلیاژهای سبک، که در آنها مواد ناخواسته معمولاً شرایط یاد شده را ندارند، از کارآیی مطلوبی برخوردار نخواهند بود. از این رو در ریخته‌گری این آلیاژها، علاوه بر رعایت اصول کلی بیان شده، از فیلترهای تصفیه و توری‌های سیمی در قسمت‌های مختلف سیستم راهگاهی استفاده می‌شود تا صِرفاً مذاب عاری از مواد ناخواسته وارد محفظهٔ قالب گردد.

## قرار دادن ماهیچه درون قالب

پس از خارج کردن مدل از قالب و اعمال پوشان، در صورت وجود ماهیچه با توجه به تکیه‌گاه آن در محل مخصوص، در محفظهٔ قالب قرار داده می‌شود. در ماهیچه‌های افقی در طرفین تکیه‌گاه‌ها فضایی بین ماسهٔ قالب و ماهیچه وجود دارد که‌این فضای خالی در هنگام طراحی جعبهٔ ماهیچه و مدل در نظر گرفته می‌شود و موجب می‌گردد که درجهٔ رویی راحت تر بر روی درجهٔ زیرین قرار گیرد و همچنین گازهای به‌وجود آمده در ماهیچه در اثر بارریزی، از آن خارج می‌گردند و به‌این قسمت هدایت می‌شوند. سایر ماهیچه‌ها نیز، با توجه به تکیه‌گاه‌ها، در محفظهٔ قالب طوری قرار می‌گیرد که هنگام جفت کردن دو نیمهٔ قالب آسیبی به قالب و در نهایت به قطعهٔ ریخته شده وارد نشود.

## جفت کردن ومحکم کردن دو نیمه قالب

پس از قرار دادن ماهیچه در قالب ( در صورت وجود)، نیمهٔ رویی قالب کنترل می‌شود تا از باز بودن مسیر راهگاه اطمینان حاصل گردد. سپس نیمهٔ رویی قالب به طور صحیح روی نیمهٔ زیرین قالب قرار داده می‌شود، آنچنان که پین‌های دو درجه دقیقاً در محل خود قرار گیرند تا از آسیب رسیدن به قالب و ماهیچه و در نهایت به قطعهٔ ریختگی جلوگیری شود. پس از قرار دادن دو نیمهٔ قالب روی هم باید از جفت شدن دو نیمهٔ قالب بر روی هم اطمینان حاصل شود. در غیر این صورت مذاب از بین دو نیمهٔ قالب به بیرون خارج می‌شود و در نتیجه قطعهٔ ریختگی معیوب خواهد شد. پس از جفت شدن صحیح دو نیمهٔ قالب، آنها به وسیله چفت و بست یا وزنه گذاری دو نیمهٔ قالب محکم می‌شوند تا از بلند شدن نیمهٔ رویی قالب در هنگام بارریزی به علت فشار ناشی از مذاب و گازهای حاصل جلوگیری به عمل آید. در غیر این صورت مذاب از فصل مشترک دو نیمهٔ قالب خارج می‌شود و قطعهٔ ریختگی معیوب و ناقص خواهد شد. از طرف دیگر ممکن است به علت خروج ناگهانی مذاب از قالب، افراد دچار آسیب شوند.

## خشک کردن قالب و جفت کردن آنها (کار کارگاهی)

کار عملی

**خشک کردن سطح قالب، اعمال پوشان، قرار دادن ماهیچه و جفت کردن و محکم کردن دو نیمهٔ قالب**

**⚠ نکات ایمنی:**

ـ در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دست‌کش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است؛

ـ رعایت نکات ایمنی کار با مشعل گاز الزامی است.

ـ رعایت نکات ایمنی در حین حمل دو نیمهٔ قالب و احتیاط در مورد آن، الزامی است.

۱ سطح قالب را به وسیلهٔ مشعل خشک کنید.

۲ پس از خشک کردن سطحی، به وسیلهٔ کیسهٔ پودر پوشان، سطح قالب را پوشش دهید، سپس مدل را مجدد در محل خود قرار دهید.

۳ پس از خارج کردن دوباره مدل، تای رویی قالب را با رعایت اصول ایمنی روی تای زیرین قرار دهید.

۴ دو نیمهٔ قالب را با استفاده از چفت و بست محکم کنید.

**نکات**

**مدل با قطعهٔ آزاد**

مدل را بدون قطعهٔ آزاد، مجدد در محل خود، درون قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ افقی با دو تکیه‌گاه**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ تعادلی**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمه زیرین قالب قرار دهید.

**مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، یک عدد چپلت مناسب را در قالب زیرین در محل خود قرار دهید، سپس ماهیچه را، با توجه به تکیه گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید. جهت جلوگیری از بلند شدن ماهیچه، چپلت دیگری به اندازه چپلت زیرین در روی آن قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ عمودی با دو تکیه‌گاه**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه قانجاق دار را با توجه به تکیه گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ رویی قالب قرار دهید و محکم کنید. تای رویی قالب را با دقت و با رعایت اصول ایمنی برگردانید و آن را، با توجه به ارتفاع بلند ماهیچه، روی نیمهٔ زیرین قرار دهید. دقت کنید ماهیچه صدمه‌ای به قالب وارد نکند. برای این منظور از پین بلند یا راهنما استفاده کنید تا ماهیچه با دیواره‌های قالب برخورد نداشته باشد و در محل خود قرار گیرد.

**مدل با ماهیچهٔ پوششی**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ چکمه‌ای**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه‌گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل با ماهیچهٔ دور (پیرامون)**

پس از خارج کردن دوبارهٔ مدل، ماهیچه را با توجه به تکیه گاه‌های آن، در محل خود در نیمهٔ زیرین قالب قرار دهید.

**مدل‌های با نسبت ارتفاع به قطر زیاد**

قالب میانی را روی قالب زیرین قرار دهید. سپس قالب رویی را با دقت و رعایت اصول ایمنی روی قالب میانی قرار دهید. در هنگام جفت کردن قالب‌ها بهتر است از پین‌های سرتاسری استفاده شود تا صدمه‌ای به قالب نرسد.

## ارزشیابی خشک کردن قالب و جفت کردن آنها:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | خشک کردن و پوشان‌دهی سطح قالب | ۰ـ۵ | |
| | قرار دادن ماهیچه در قالب و جفت کردن و محکم کردن دو نیمه قالب | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

# ارزشیابی شایستگی قالب‌گیری ماسه تر

**شرح کار:**
۱ـ بررسی ظاهری مدل از لحاظ تمیزی، حفره و ترک و ... و قرار دادن صحیح مدل داخل درجه و اعمال پودر جدایش
۲ـ تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه به‌طور صحیح
۳ـ قرار دادن صحیح ماهیچه در قالب بدون صدمه دیدن قالب و ماهیچه و جفت کردن صحیح دونیمه قالب و محکم کردن آنها
۴ـ بررسی و کنترل کیفیت قالب از لحاظ استحکام و عدم شکستگی و ظاهری و تمیزی و کیفیت پوشان از لحاظ یکنواختی و خشک بودن و اعمال کامل پوشان

**استاندارد عملکرد:**
تهیه قالب ماسه تر با استفاده از درجه، مخلوط ماسه، ابزار قالبگیری، مدل و ... براساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه

**شاخص‌ها:**
۱ـ قرار دادن مدل داخل درجه
۲ـ تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه
۳ـ ماهیچه‌گذاری و جفت کردن
۴ـ کیفیت نهایی قالب و پوشان

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

۱ـ کارگاه ریخته‌گری (زمان ۱۵۰ دقیقه)
۲ـ مواد مصرفی: مخلوط ماسه قالب‌گیری، ماهیچه، پودر جدایش، پوشان، فیلتر، چپلت، قانجاق
۳ـ ابزار و تجهیزات: مدل، درجه، صفحه زیر درجه، ابزار قالب‌گیری، ابزار اعمال پوشان، میکسر رنگ، تجهیزات حرارت‌دهی، چکش لاستیکی، ابزار جفت کردن قالب‌ها
۴ـ تجهیزات ایمنی: ماسک، عینک، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، کفش ایمنی
ابزار و تجهیزات: ابزار قالب‌گری شامل سیخ هوا، کارد تسمه، کوبه، برس، قلم‌آب، لوله راهگاه، چکش لاستیکی، ابزار اعمال پوشان شامل (قلم‌مو، اسپری) درجه، مدل، صفحه زیر درجه، ابزار قاشقی، میکسر رنگ، گیره و پیچ و مهره، مشعل
تجهیزات ایمنی: دستکش، عینک، کلاه ایمنی، لباس کار، کفش ایمنی، ماسک، تجهیزات اطفاء حریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | قالب‌گیری درجه زیرین | ۱ | |
| ۲ | قرار دادن درجه رویی و نیمه‌رویی مدل | ۱ | |
| ۳ | تعبیه سیستم راهگاهی | | |
| ۴ | پرکردن درجه رویی | | |
| ۵ | خارج کردن مدل | | |
| ۶ | خشک کردن قالب و جفت کردن آنها | ۲ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی ایمنی بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: لباس کار، ماسک، دستکش کفش ایمنی عینک کلاه ایمنی تجهیزات اطفاء حریق، آگاهی‌های ایمنی<br>۲ـ نگرش: دقت‌کافی، علاقه به کار، دقت کافی<br>۳ـ توجهات زیست‌محیطی: تهویه مناسب، جداسازی ماسه‌های برگشتی، رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی‌های غیرفنی: مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مهارت گوش دادن | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۳

# ماهیچه‌گیری





برای ساخت قطعات توخالی مانند شیر آب، به روش ریخته‌گری پس از ساخت قالب به شکل شیر برای ایجاد محفظه توخالی از قطعه‌ای به نام ماهیچه در قالب استفاده می‌شود. ماهیچه مانند قالب از مواد دیرگداز مانند ماسه و فلز ساخته می‌شود. اما با توجه به اینکه تخلیه ماهیچه فلزی از قطعه مشکل است معمولاً از ماهیچه ماسه‌ای استفاده می‌شود. اجزای تشکیل دهنده ماهیچه ماسه‌ای شامل، ماسه، چسب و مواد افزودنی است که نوع ماسه ، چسب و مواد افزودنی ماسه ماهیچه با ماسه قالب‌گیری متفاوت است. در ابتدا با استفاده از مخلوط‌کن ماسه ماهیچه تهیه و سپس با استفاده از قالب ماهیچه، ماهیچه ساخته می‌شود. ماهیچه ساخته شده در محل خود درون قالب قرار داده می‌شود و پس از محکم کردن دو نیمهٔ قالب، مذاب به درون قالب ریخته می‌شود. پس از انجماد مذاب، قطعه را از قالب خارج کرده و ماهیچه از داخل آن تخلیه می‌شود. به این ترتیب قطعه توخالی ریخته‌گری می‌شود.

# واحد یادگیری ۳ـ۱

## شایستگی ساخت مخلوط ماهیچه

جهت تهیهٔ ماهیچه با کیفیت مناسب لازم است که کلیه ملزومات و مواد اولیه ساخت مخلوط ماسه ماهیچه در دسترس و آماده به کار باشد به همین منظور باید ابزار و ملزومات ماهیچه سازی سالم ، تمیز و دارای شرایط لازم جهت کار باشد.در این واحد یادگیری ابتدا انواع مواد اولیه ماهیچه سازی و تجهیزات توزین معرفی و مشخصات و کاربرد آنها توضیح داده می‌شود. سپس روش‌های توزین ماسه و چسب و مواد افزودنی، مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها و نگهداری مخلوط ماسه ماهیچه توضیح داده شده و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

با استفاده از ماسه، چسب، مواد افزودنی و ... مخلوط ماسه ماهیچه در زمان مشخص مطابق با استانداردهای مربوطه تهیه می‌شود.

## پیش‌نیاز و یادآوری

ساخت مخلوط ماسه قالب‌گیری

## ماهیچه و کاربرد آن

به شکل قطعات ریخته شدهٔ زیر با دقت توجه کنید. آیا می‌توانید تفاوت‌های آنها را از لحاظ کاربرد و فضاهای خالی داخلی تعبیه شده توضیح دهید؟



نمونه‌های دیگری از قطعات با محفظهٔ خالی و سوراخ دار را در اطراف خود نام ببرید.
آیا فضاهای خالی داخلی تعبیه شده در هر یک از این قطعات به یک روش، ایجاد شده‌اند؟
چگونه می‌توان این محفظه‌های خالی را در این قطعات به وجود آورد؟
آیا همهٔ محفظه‌های خالی در قطعات فوق با دریل به‌وجود آمده‌اند؟
به نظر شما محفظهٔ خالی در این قطعات چگونه ایجاد شده است؟
محفظهٔ خالی وسط ژله چگونه‌ایجاد شده است؟ اگر به جای ژله، سرب مذاب ریخته شود بازهم محفظهٔ خالیِ موردنظر ایجاد می‌شود؟ آیا می‌توان قطعات فلزی توخالی را به همین روش تولید کرد؟

فیلم آموزشی

**نحوهٔ ایجاد محفظه‌های خالی در قطعات ریختگی (قطعات توخالی)**

گفتگوکنید

**بحث گروهی: در ارتباط با نحوه ایجاد محفظه تو خالی در قطعات ریختگی**

**نتیجه گیری:** .....

به نظر شما محفظه خالی در قطعه سربی از چه روشی ایجاد می‌شود؟

فعالیت

**جدول زیر به صورت گروهی کامل شود و نتایج مورد بحث و بررسی قرار گیرد.**

| جنس ماهیچه | امکان استفاده به عنوان ماهیچه (بلی/خیر) | علت استفاده / عدم استفاده |
|---|---|---|
| چوب | | |
| پلاستیک | | |
| آهن | | |
| ماسه | | |
| فوم | | |

مجدداً به قطعات شیر و زانویی توجه کنید:
آیا ماهیچهٔ این قطعات می‌تواند از جنس فلز باشد؟ آیا می‌توان بعد از تولید این قطعات، ماهیچهٔ فلزی آنها را خارج کرد؟
جهت خارج کردن ماهیچه و ایجاد فضای خالی در قطعه، جنس ماهیچه از چه ماده‌ای می‌تواند باشد؟
اگر ماهیچهٔ آنها از جنس ماسه باشد چطور؟

**ماهیچه**

قسمتی از قالب را که سبب به‌وجود آمدن محفظهٔ توخالی در قطعه می‌شود «ماهیچه» می‌نامند. در بسیاری از قطعات ریختگی برای به‌وجود آوردن محفظهٔ توخالی از ماهیچه استفاده می‌شود و می‌تواند به انواع و به شکل‌های مختلف، متناسب با شکل قطعه باشد. بنابراین ماهیچه قسمتی از قالب یا مستقل از قالب است که از استحکام کافی برخوردار است. برای ایجاد شکاف، فضای خالی و به طور کلی قسمت‌هایی از قطعهٔ ریختگی که در حالت معمولی، قالب‌گیری آن مشکل یا غیرممکن است، به کار می‌رود. همچنین در قطعاتی که نمی‌توان محفظهٔ داخلی آنها را با سوراخ‌کاری ایجاد نمود یا انجام عملیات سوراخ‌کاری آنها هزینهٔ بالایی دارد، می‌توان از ماهیچه استفاده کرد.
ماهیچه ممکن است به دلایل مختلفی در قالب، مورد استفاده قرار گیرد. در قطعات توخالی نقش ماهیچه‌ها ایجاد محفظه‌های داخلی اصلی در قطعه است. در قطعاتی که زایده‌های خارجی آنها در یک سطح قرار ندارند از ماهیچه به جای قطعهٔ آزاد مدل استفاده می‌شود.
از موارد دیگر کاربرد ماهیچه‌ها استفاده از آنها برای ایجاد فرو رفتگی‌های عمیقی (سوراخ‌ها) است که خروج مدل از قالب در آنها مشکل است. همچنین در قطعاتی با شکل‌های پیچیده و در مواردی که استحکام زیاد قالب موردنظر باشد از ماهیچه به عنوان قسمتی از قالب یا تمام آن استفاده می‌شود. همچنین از ماهیچه‌ها می‌توان به عنوان بعضی از اجزای سیستم راهگاهی استفاده نمود.
بر اساس نوع قالب و روش تولید، در ساخت ماهیچه‌ها، علاوه بر استفاده از ماسهٔ ماهیچه، ممکن است از مواد دیگری مانند فلز و سرامیک نیز استفاده شود. از آنجایی که دستیابی به پیچیده ترین شکل‌ها در قطعات ریختگی نیازمند قابلیت از هم پاشیدگی ماهیچه پس از پر شدن قالب از مذاب است، از این رو در میان مواد ذکر شده ماهیچه‌های فلزی، که بیشتر در قالب‌های دائمی‌به کار می‌روند از نظر شکل محدود می‌گردند.

## مواد اولیهٔ ماهیچه‌سازی

فعالیت

آیا از هر ماسه‌ای می‌توان برای ساخت ماهیچه استفاده کرد؟
به نمونه‌های ماسه‌ای که در کلاس فراهم شده است دقت کنید و جدول زیر را تکمیل نمایید:

| ردیف | ماسهٔ قالب‌گیری | ماسهٔ ماهیچه‌گیری | نسبت‌اندازهٔ دانهٔ ماهیچه‌گیری به قالب‌گیری (درشت‌تر / ریزتر) | شکل دانه‌ها با استفاده از ذره‌بین (گرد، گوشه‌دار) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ماسهٔ سیلیسی | ماسهٔ سیلیسی | | |
| ۲ | ماسهٔ کرومیتی | ماسهٔ کرومیتی | | |
| ۳ | ماسهٔ زیرکنی | ماسهٔ زیرکنی | | |
| ۴ | ماسهٔ دریایی | ماسهٔ دریایی | | |
| ۵ | ماسهٔ الوینی | ماسهٔ الوینی | | |
| ۶ | ماسهٔ شاموتی | ماسهٔ شاموتی | | |
| ۷ | ماسهٔ طبیعی | ماسهٔ طبیعی | | |

معمولاً برای ساخت ماهیچه از ماسه با اندازهٔ ذرات ..... و با شکل ..... استفاده می‌شود.
آیا جهت ساخت ماهیچه می‌توان به تنهایی از ماسه استفاده کرد؟ چرا؟ آیا از این ماهیچه‌ها می‌توان در ساخت قطعات استفاده کرد؟ اگر جواب منفی است برای استحکام بخشیدن به مخلوط ماسه چه باید کرد؟
آیا لازم نیست از موادی جهت اتصال ذرات ماسه به یکدیگر استفاده کرد؟ آیا می‌توان شبیه ساخت مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری از چسب‌های مخصوص قالب‌گیری استفاده کرد؟

فعالیت

**با تعامل با یکدیگر جدول زیر را کامل کنید.**

| ردیف | نام چسب | امکان استفاده در ساخت ماهیچه (بلی/خیر) | نوع ماهیچه |
|---|---|---|---|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |

**سهولت تخلیهٔ ماهیچه از قطعه ریختگی چقدر اهمیت دارد؟**
**اگر ماهیچه از قطعهٔ ریختگی به راحتی تخلیه نشود چه اتفاقی می‌افتد؟**

سه قطعه زانویی یک اینچی ریخته‌گری شده بدون تخلیهٔ ماهیچه که ماهیچه آن با استفاده از مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌گیری (ماسهٔ سیلیسی+ چسب سیلیکات سدیم+گاز $CO_2$) با مقدار چسب مناسب ،کم و زیاد ساخته شده در کلاس ارائه می‌شود.

فعالیت

**ماهیچهٔ سه قطعه را تخلیه، و جدول زیر را کامل کنید.**

| ردیف | مقدار چسب | قابلیت خرد شوندگی و تخلیه | استحکام ماهیچه با استفاده از دستگاه | نوع عیب ایجاد شده در قطعه (نفوذ مذاب، شکستگی ماهیچه، ترک در قطعه) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | کم | | | |
| ۲ | مناسب | | | |
| ۳ | زیاد | | | |

با توجه به فعالیت انجام شده مقدار چسب در ماسهٔ ماهیچه‌گیری باید ..... مقدار چسب در ماسه قالب‌گیری باشد.

ماهیچه، علاوه بر استحکام، باید پس از ریخته‌گری به راحتی نیز تخلیه گردد.

چه موادی باید به مخلوط ماسهٔ ماهیچه اضافه شود تا ماهیچه با حفظ استحکام در حین بار ریزی، پس از ریخته‌گری به راحتی از قطعه تخلیه گردد؟

فعالیت

**با استفاده از ماسهٔ سیلیسی و چسب سیلیکات سدیم و خاک اره یک عدد ماهیچه مربوط به قطعه زانویی یک اینچ ساخته شود و قطعهٔ آن ریخته‌گری گردد. مجدداً این عمل را بدون خاک اره تکرار کنند و ماهیچه‌ها را از قالب تخلیه نمایند.**

**با توجه به فعالیت و بحث گروهی، جدول زیر را تکمیل کنید**

| ردیف | نوع مخلوط ماسه | قابلیت فروپاشی |
|---|---|---|
| ۱ | با خاک اره | |
| ۲ | بدون خاک اره | |

در صورتی که در حین ریختن مذاب در قالب از ماهیچه گاز متصاعد شود، چه مشکلی در قطعهٔ ریختگی ایجاد می‌کند؟ به چه طریق می‌توان گاز ناشی از ماهیچه را خارج کرد؟

آیا می‌توان گاز ناشی از ماهیچه را مانند روش‌های خروج گاز از قالب (کانال‌های خروج هوا و ....) خارج نمود؟



فیلم آموزشی

**ساخت ماهیچهٔ داخلی یک قطعه، یک بار با پودر زغال و بار دیگر بدون پودر زغال و قرار دادن آنها در قالب و ریخته‌گری قالب‌ها و نشان دادن تفاوت‌های ظاهری این دو قطعه.**

فعالیت

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را تکمیل کنید.**

| ردیف | نوع مخلوط ماسه ماهیچه‌گیری | کیفیت ظاهری قطعه ریختگی | قابلیت خروج گاز از ماهیچه |
|---|---|---|---|
| ۱ | با پودر زغال | | |
| ۲ | بدون پودر زغال | | |

## نسبت اجزای مخلوط ماسهٔ ماهیچه

در تهیهٔ بتن از ماسه، سیمان و آب، با نسبت معین استفاده می‌شود. در صورتی که مقدار سیمان کمتر از مقدار معین باشد چه مشکلی به‌وجود می‌آید؟ اگر مقدار سیمان بیشتر از مقدار معین باشد چه اشکالی به‌وجود می‌آید؟ به همین ترتیب در مورد آب و ماسه چطور؟

فعالیت

**با توجه به موارد فوق جدول زیر را تکمیل نمایید.**

| ردیف | نام ماده | نتیجه | | |
|---|---|---|---|---|
| | | مقدار زیاد | مقدار مناسب | مقدار کم |
| ۱ | سیمان | | | |
| ۲ | ماسه | | | |
| ۳ | آب | | | |

با توجه به موارد فوق آیا می‌توان اجزای مخلوط ماسهٔ ماهیچه را به هر نسبتی مخلوط کرد؟
اگر مقدار چسب زیاد باشد چه اشکالی به‌وجود می‌آید؟ در صورتی که مقدار چسب کم باشد چه مشکلی ایجاد می‌شود؟ در مورد مواد افزودنی چطور؟

فعالیت

**استحکامِ سه عدد ماهیچه استوانه‌ای شکل با مقدار چسب (سیلیکات سدیم) کم، مناسب و زیاد که در کلاس ارائه شدهٔ را با یکدیگر مقایسه کنید.**
**با توجه به موارد فوق جدول زیر را تکمیل نمایید.**

| ردیف | مقدار چسب | مقدار ظاهری استحکام | علت |
|---|---|---|---|
| ۱ | کم | | |
| ۲ | مناسب | | |
| ۳ | زیاد | | |

با توجه به مطالب بیان شده، مشخص است که مخلوط ماسهٔ ماهیچه از ماسه، چسب و مواد افزودنی تشکیل شده است.

**مخلوط ماسه ماهیچه**

اغلب ماهیچه‌ها از مخلوط ماسهٔ ماهیچه، شامل ذرات ماسه، چسب‌های آلی و مواد افزودنی ساخته می‌شوند. یک مخلوط ماسهٔ ماهیچه باید دارای مشخصات و خواص معینی باشد تا ماهیچه‌های تولید شده توسط آن دارای خواصی از قبیل موارد زیر باشد: استحکام کافی در حالت تر و خشک، دیرگدازی، مقاومت کافی در مقابل فرسایش مذاب، برخورداری از کمترین تغییرات حجمی(انقباض و انبساط)، حداقل تولید گاز به هنگام تماس با مذاب، قابلیت از هم پاشیدگی خوب در حین و پس از انجماد مذاب و در نتیجه کاهش تنش‌های وارده به قطعه و همچنین سهولت خروج ماهیچه از قطعه به هنگام تخلیه، ایجاد صافی سطح مناسب در قطعه، جذب نکردن رطوبت در قالب، نفوذ پذیری و قابلیت عبور گاز مناسب.

به طور کلی تأمین چنین خواصی به مشخصات ذرات ماسه، چسب مصرفی و مواد افزودنی بستگی دارد.

۱ **ماسه ماهیچه:** همان‌طور که بیان شد، عموماً ماهیچه‌ها از جنس ماسهٔ سیلیسی هستند، ولی از جنس ماسه‌های زیرکنی، الوینی، کرومیتی و شاموتی نیز می‌تواند باشد. از ویژگی‌های بارز ماسه‌های مصرفی برای ساخت ماهیچه، شکل واندازهٔ ذرات آنهاست، به این گونه که ذرات درشت و کروی برای ساخت ماهیچه به دلیل داشتن قابلیت نفوذ گاز بیشتر، ترجیح داده می‌شود. معمولاً ماسه‌ای که دارای بیش از ۵ درصد خاک (ذرات ریز) باشد به دلیل کاهش یافتن قابلیت از هم پاشیدگی آن برای ساخت ماهیچه مناسب نیست. علاوه بر این، داشتن خواص دیگری از قبیل دیرگدازی، پایداری ابعادی و شیمیایی و قابلیت انتقال حرارت نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

۲ **چسب:** چسب‌های مورد استفاده در تهیهٔ ماهیچه‌ها، براساس روش ماهیچه سازی و خواص مورد نیاز دارای انواع مختلفی هستند.

با توجه به اینکه خواص مخلوط ماسهٔ ماهیچه به مقدار زیادی به نوع چسب مصرفی در آن بستگی دارد، از این رو چسب‌ها باید دارای مشخصات معینی باشند که عبارت‌اند از:

ـ تأمین استحکام کافی در حالت تر و خشک، با توجه به نوع،اندازه و وزن ماهیچه؛

ـ حداقل تولید گاز به هنگام تماس با مذاب؛

ـ قابلیت از هم پاشیدگی خوب به هنگام انجماد مذاب، جهت جلوگیری از ایجاد تنش و ترک در قطعه ریختگی؛

ـ حداقل جذب رطوبت؛

ـ حفظ نمودن شکل ماهیچه به هنگام پخت آن؛

ـ قابلیت توزیع یکنواخت در مخلوط ماسه؛

ـ نداشتن چسبندگی به قالب ماهیچه؛

ـ اقتصادی بودن.

به طور کلی چسب‌های متداول در ماهیچه‌سازی را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

ـ چسب‌هایی که در درجهٔ حرارت اتاق خودگیر و سخت می‌شوند؛

ـ چسب‌هایی که برای خودگیری و سخت‌شدن به حرارت نیاز دارند؛

ـ خاک‌ها.

**الف: چسب‌هایی که در درجهٔ حرارت اتاق خودگیر و سخت می‌شوند** (سیلیکات سدیم، سیمان پرتلند و .....)

سیلیکات سدیم یا آب شیشه که در فرایند قالب‌گیری به روش $CO_2$ به کار می‌رود برای هدف‌های خاصی در ماهیچه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این چسب هر چند دارای دیرگدازی پایین‌تری در مقایسه با سیلیس است ولی در درجهٔ حرارت‌های بالا نمی‌سوزد. سیلیکات سدیم ترکیب قلیایی سیلیس است و معمولاً به صورت محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هر چند سرعت تولید و دقت ابعاد ماهیچه‌های تهیه‌شده با چسب سیلیکات سدیم، بالاست ولی به این نکتهٔ مهم نیز باید توجه شود که‌این ماهیچه‌ها قابلیت از هم پاشیدگی بسیار کمی دارند و بهتر است برای ساخت ماهیچه‌های داخلی از این چسب استفاده نشود.
از سیمان پرتلند نیز برای ساخت ماهیچه‌های مورد- استفاده در تولید قطعات بزرگ چدنی یا فولادی یا فلزات غیر آهنی، به خصوص هنگامی‌که صافی سطح و دقت ابعادی، مورد نظر باشد، استفاده می‌شود.
رزین‌های فوران نیز یکی از انواع چسب‌هایی هستند که به همراه یک اسید به عنوان کاتالیزور در درجهٔ حرارت اتاق سخت می‌شوند. به دلیل خودگیری سریع این چسب‌ها، مخلوط ماسهٔ ماهیچه باید به سرعت مورد استفاده قرار گیرد.

**ب: چسب‌هایی که برای خودگیری و سخت شدن به حرارت نیاز دارند** (روغن‌ها، رزین‌ها، قیر، ملاس‌ها، آرد حبوبات، سولفیت‌ها، پروتئین‌ها و .....)

در چسب‌های روغنی که خود شامل انواع گیاهی، معدنی و روغن‌های جانوران دریایی هستند، به هنگام عمل پخت (حرارت دادن)، عمل تبخیر، اکسیده شدن و پلیمریزه شدن اتفاق می‌افتد و در پی آن ماهیچه خودگیر و سخت می‌گردد. مقدار مصرف روغن‌های ماهیچه، عموماً بین ۰/۵ تا ۳ درصد وزنی است. روغن برزک یکی از انواع متداول چسب‌های روغنی است.
رزین‌ها (صمغ‌ها) از انواع دیگر این دسته از چسب‌ها هستند که در اثر حرارت نرم می‌شوند و به هنگام سرد شدن خودگیر و سخت می‌گردند. رزین‌ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی تهیه می‌شوند. نوع طبیعی آن از شیرهٔ درختان به‌دست می‌آید. رزین‌های مصنوعی در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به صورت مصنوعی تهیه می‌شوند. اوره فرمالدئید و فنل فرمالدئید دو نوع پر مصرف از این رزین‌ها هستند که درجهٔ حرارت پخت آنها حدود ۱۵۰°C است. از رزین‌های اوره فرمالدئید و فنل فرمالدئید برای ساخت ماهیچه به روش‌های باکس (ماسهٔ چراغی) استفاده می‌گردد. رزین‌های اوره فرمالدئید قابلیت از هم پاشیدگی خوبی دارند و در ساخت ماهیچه‌های کوچک و نازک به طور وسیعی به کار می‌روند. در حالی که نوع فنل فرمالدئید دارای قابلیت از هم پاشیدگی کمتری است و در تهیهٔ قطعات بزرگ فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
چسب‌های سولفیتی، نشاسته‌ای (دکسترین) و پروتئینی و ملاس چغندر قند انواع دیگری از این دسته چسب‌ها هستند که در اثر حرارت خاصیت چسبندگی پیدا می‌کنند. چسب‌های نشاسته‌ای معمولاً برای بالا بردن استحکام‌تر مخلوط ماسهٔ ماهیچه به کار می‌روند. چسب‌های پروتئینی، ملاس چغندر قند نیز از انواع دیگر این دسته از چسب‌ها هستند که معمولاً به همراه چسب‌های دیگر، غیر از چسب‌های روغنی، به مخلوط ماسهٔ ماهیچه اضافه می‌شوند.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| چسب سیلیکات سدیم | چسب فوران | سیمان پرتلند |

### ج: خاک‌ها

خاک‌های نسوز (کائولین) و بنتونیت‌ها نیز به عنوان مواد چسبی به کار می‌روند. این چسب‌ها قابلیت فروپاشی کمتری دارند. نقش اساسی چسب‌های خاکی، بالا بردن استحکام‌ترِ مخلوط ماسه ماهیچه است و به همین دلیل آنها را به همراه روغن ماهیچه یا با سایر چسب‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند.

| | |
|---|---|
|  |  |
| خاک رس | بنتونیت |

**۳ مواد افزودنی:** در مخلوط ماسهٔ ماهیچه، علاوه بر اجزای اصلی یعنی ماسه و چسب، از مواد افزودنی برای بالا بردن خواص عمومی‌مخلوط ماسهٔ ماهیچه استفاده می‌شود. حضور این مواد، با توجه به شرایط کاربردی ماهیچه‌ها، به ویژه لزوم خواص مهمی‌همچون قابلیت نفوذ گاز و قابلیت از هم پاشیدن آنها در مقایسه با مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری از اهمیت زیادی برخوردار است. مواد افزودنی عبارت‌اند از:
خاک اره، پودر زغال، قطران زغال سنگ، آرد حبوبات و...

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| پودر زغال | خاک اره | قطران زغال سنگ | آرد حبوبات |

## روش تفکیک و توزین مواد اولیهٔ ماهیچه گیری

به نظر شما چگونه می‌توان اجزای تشکیل دهندهٔ مخلوط ماسهٔ ماهیچه گیری را وزن کرد؟
چه تجهیزاتی جهت توزین مواد می‌شناسید؟ آنها را نام ببرید و جدول زیر را تکمیل نمایید.

| نام تجهیزات | کاربرد | دقت (کم یا زیاد) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

**مقدار مواد اولیه مورد نیاز در ساخت مخلوط ماسه ماهیچه:**

**ـ تعیین مقدار چسب:** چسب‌ها معمولاً به شکل مایع و نیز به صورت ذرات بسیار ریزی در مقایسه با ماسه مورد استفاده قرار می‌گیرند. میزان مطلوب چسب در یک مخلوط مقداری است که بتواند فیلم نازکی در اطراف ذرات ماسه تشکیل دهد و این مقدار بسته به نوع ماسه، چسب، نوع مذاب و ... بین ۱ تا ۱۲ درصد وزنی ماسه متغیر است. مقدار مواد افزودنی نیز با توجه به خواص مورد انتظار از مخلوط ماسه ماهیچه‌گیری حدود ۱/۵ـ۱ درصد تعیین می‌گردد.

جهت توزین اجزای مخلوط ماسه ماهیچه‌گیری از تجهیزات زیر استفاده می‌شود.

۱ **باسکول:** جهت توزین قطعات سنگین و مواد شارژ، نظیر شمش‌ها و....تشکیل شده از یک کفهٔ مستوی و اهرم شاخص با دقت در حد ۱۰۰ گرم؛

۲ **ترازوی دو کفه‌ای:** جهت توزین مواد افزودنی تا ۱۰ کیلوگرم مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

۳ **ترازوی یک کفه‌ای:** از این ترازو جهت توزین مواد تا ۵ کیلوگرم استفاده می‌شود.

## توزین ماسه و چسب و مواد افزودنی (کارگاهی)

کار عملی

**تفکیک و توزین ماسه و مواد افزودنی**

⚠ **نکات ایمنی**: در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

**نحوهٔ تفکیک:**

۱ ماسهٔ مورد نیاز را بر اساس نوع جنس (سیلیسی، کرومیتی، الیوینی و طبیعی و ...)،اندازهٔ دانه و ... را دسته‌بندی کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با ماسه از ماسک تنفسی مناسب و دستکش کار استفاده کنید.

۲ چسب‌ها را براساس نوع جنس و کاربرد (سیلیکات سدیم، بنتونیت، سیمان پرتلند، سیمان شیمیایی، روغن‌ها، رزین‌ها، قیر، ملاس‌ها، آرد حبوبات و...)دسته‌بندی کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام کار با انواع چسب‌ها، از دستکش کار، عینک محافظ و ماسک مناسب استفاده کنید. همچنین از نزدیک کردن شعله به آنها خودداری کنید.

۳ مواد افزودنی را بر اساس نوع و کاربرد (خاک اره، پودر زغال، قطران زغال سنگ، آرد حبوبات و...) دسته‌بندی کنید.

۴ قبل از توزین ماسه، با استفاده از سرند دستی یا برقی (براساس میزان ماسهٔ مورد نیاز) اشیا و مواد ناخواسته را از ماسه جدا کنید.

⚠ هنگام استفاده از سرند برقی، نکات ایمنی مربوط به دستگاه را رعایت کنید.

۵ نوع چسب و مواد افزودنی را، متناسب با مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌گیری، انتخاب کنید.

**توزین**

۱ **باسکول:** ابتدا نشانگر صفحهٔ نمایش را توسط فشردن کلید صفر کنید، سپس نسبت به توزین مواد اولیه اقدام کنید.

۲ **ترازوی دو کفه‌ای:** تنظیم ترازو به صورتی‌که دوکفه در یک سطح قرار بگیرند، در یک کفه وزنه‌گذاری به اندازهٔ نیاز صورت گیرد، سپس در کفهٔ دیگر مواد اولیهٔ مورد نیاز را تا وزن حداکثر ۱۰ کیلوگرم قرار دهید تا تعادل برقرار شود.

۳ **ترازوی یک کفه‌ای :** ابتدا وضعیت ترازو را در حالتی قرار دهید که نشانگر عدد صفر را نشان دهد، سپس نمایشگر وزن را در عدد مورد نظر تنظیم کنید و در کفهٔ ترازو مواد مورد نیاز را تا برقراری تعادل قرار دهید. از این ترازو حداکثر تا توزین ۵ کیلوگرم مواد استفاده می‌شود.

△ **نکات ایمنی:** حمل و نقل مواد، جهت توزین به صورت ایمن و صحیح انجام شود.

◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از پراکنده کردن مواد در محیط زیست خودداری شود و در پایان، نسبت به نظافت محیط کار اقدام گردد.

فعالیت

**مقدار ۱ کیلوگرم مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ $CO_2$ را با ۵ درصد چسب و ۱ درصد افزودنی تفکیک و توزین نمایید و مقادیر ماسه، چسب و مواد افزودنی را بر حسب گرم بنویسید.**

فعالیت

**مقدار ۱ کیلوگرم ماسهٔ ماهیچه به روش‌هات باکس(ماسهٔ چراغی) را تفکیک و توزین نمایید. یا مقدار ۱کیلوگرم مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس را با ۱/۵ درصد چسب فنل تفکیک و توزین نمایید و مقادیر ماسه و چسب را بر حسب گرم بنویسید.**

فعالیت

**مقدار ۱ کیلوگرم مخلوط ماسهٔ ماهیچه را به روش کلدباکس با ۲ درصد چسب و یک درصد اسید، تفکیک و توزین نمایید و مقادیر ماسه، چسب و اسید را بر حسب گرم بنویسید.**

فعالیت

**مقدار یک کیلوگرم مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ تر را با ۱۰ درصد بنتونیت و ۵ درصد آب و ۱ درصد پودر زغال، تفکیک و توزین نمایید و مقادیر ماسه، چسب، آب و مواد افزودنی را بر حسب گرم بنویسید.**

**ارزشیابی توزین ماسه و چسب و مواد افزودنی:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | تفکیک مواد اولیهٔ ماهیچه‌گیری | ۰ـ۵ | |
| | توزین مواد اولیهٔ ماهیچه‌گیری | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کار گروهی، مسئولیت پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | | قبول ☐ | |
| | | غیر قابل قبول ☐ | |

## نحوهٔ مخلوط کردن مواد اولیهٔ ماهیچه گیری

به نظر شما اگر مواد تشکیل دهندهٔ بتن، به صورت دستی با یکدیگر مخلوط شوند، بتنِ به‌دست آمده در تمام نقاط به صورت یکنواخت مخلوط شده است؟ آیا نسبت مواد تشکیل دهندهٔ بتن (ماسه، سیمان و آب) در تمام نقاط مخلوط یکسان است؟

به چه طریق می‌توان مواد تشکیل دهندهٔ بتن را با یکدیگر مخلوط کرد تا بتنی با نسبت یکنواخت مواد تشکیل دهنده در همه نقاط به‌دست آورد؟ اگر زمان لازم برای مخلوط کردن نیز محدود باشد آیا می‌توان به صورت دستی این عمل را انجام داد؟ برای بهبود خواص بتن و یکنواخت شدنِ نسبت اجزای تشکیل دهنده آن در تمام نقاط چه پیشنهادی دارید؟

گفتگوکنید

**با توجه به شکل‌های ارائه شده در جدول، نام تصاویر را به همراه کاربردشان بنویسید. علاوه بر این موارد، چه دستگاه‌های دیگری را برای مخلوط کردن مواد مختلف می‌شناسید؟ آنها را به همراه کاربردشان در جدول زیر بیاورید:**

| ردیف | تصویر | نام تجهیزات | کاربرد |
|---|---|---|---|
| ۱ |  | | |
| ۲ |  | | |
| ۳ |  | | |

**در مورد کیفیت ظاهری دو عدد بلوک ۱۵×۱۵ سانتی‌متری ارائه شده در کلاس، از جنس ماسهٔ سیلیسی و چسب سیلیکات سدیم، که با گاز $CO_2$ سخت شده و یکی از آنها به صورت یکنواخت و دیگری غیر یکنواخت آماده شده با تعامل با یکدیگر بحث کنید و نتایج را در جدول زیر ثبت نمایید.**

| نوع مخلوط ماسه | مشخصات ظاهری (یکنواختی سطح، یکنواختی استحکام فشاری در تمام نقاط) |
|---|---|
| یکنواخت | |
| غیر یکنواخت | |

به نظر شما برای مخلوط کردن ماسه به صورت یکنواخت لازم است که از مخلوط‌کن استفاده شود؟
ترتیب افزودن مواد در مثال ساخت بتن باید به چه صورت باشد؟ به نظر شما در ساخت بتن، اگر ترتیب افزودن مواد رعایت نشود چه مشکلی به وجود می‌آید؟ آیا با افزودن مواد، بدون رعایت ترتیب، می‌توان به مخلوط بتن نهایی مورد انتظار رسید؟
اگر در ساخت مخلوط ماسهٔ ماهیچه ترتیب افزودن مواد رعایت نشود آیا مشکلی به وجود نمی‌آید؟
اگر ابتدا ماسه و سپس چسب اضافه شود مخلوط ماسه یکنواخت به دست می‌آید؟ در صورتی که ابتدا چسب و سپس ماسه اضافه شود چه اتفاقی می‌افتد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

آیا در مثال ساخت بتن، زمان مخلوط کردن نیز اهمیت دارد؟
اگر زمان مخلوط کردنِ اجزای بتن کاهش یابد چه مشکلی به‌وجود می‌آید؟ آیا مخلوط به‌دست آمده یکنواختی لازم را خواهد داشت؟
به نظر شما آیا در ساخت مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌گیری رعایت زمان مخلوط کردن اهمیت دارد؟
اگر اجزای مخلوط ماسه در زمانی کمتر یا بیشتر از زمان مورد نیاز مخلوط شوند، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

به طور کلی هدف از آماده‌سازی مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌ایجاد توزیع یکنواخت و مناسبی از اجزای تشکیل دهندهٔ مخلوطِ ماسهٔ ماهیچه‌گیری است که برای مخلوط کردن اجزای ماسهٔ ماهیچه، به طور یکنواخت از دستگاه مخلوط‌کن ماسه ماهیچه استفاده می‌شود. مخلوط‌کن‌ها دارای ظرفیت‌های مختلفی‌اند و در دو نوع تیغه‌ای و غلتکی وجود دارند.





بنابراین و با توجه به مطالب بیان شده، همانند مخلوط ماسهٔ قالب‌گیری، ترتیب افزودن مواد در تهیهٔ مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌گیری (ماسه، مواد افزودنی و چسب) نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چنانچه این ترتیب رعایت نگردد یعنی جای چسب با مواد افزودنی عوض شود، مخلوط ماسه به صورت گلوله‌ای درمی‌آید و نمی‌تواند با مواد افزودنی به طور یکنواخت مخلوط گردد. اگر جای چسب و ماسه نیز عوض شود، یعنی اول چسب اضافه شود و سپس ماسه، مخلوط ماسه یکنواخت نشده و به صورت گلوله‌ای در می‌آید و چسب به صورت یکنواخت در مخلوط پخش نمی‌گردد و مخلوط نهایی یکنواختی و استحکام لازم را نخواهد داشت. در روش کلدباکس پس از افزودن ماسه و مواد افزودنی، ابتدا اسید و در نهایت چسب اضافه می‌شود، زیرا اگر اسید بعد از چسب اضافه شود باعث خشک شدن سریع مخلوط و غیر یکنواخت شدن ماسهٔ ماهیچه می‌گردد.
همچنین با توجه به مطالب بیان شده، براساس نوع ماسه و چسب، زمان مخلوط کردن اجزای مخلوط ماسهٔ ماهیچه‌گیری متفاوت است و مستقیماً در کیفیت مخلوط ماسه تأثیر می‌گذارد. برای درک بهتر، لازم است با روش تولید انواع مخلوط ماسهٔ ماهیچه بیشتر آشنا شوید.

۱ **مخلوط ماسهٔ $CO_2$:** در این روش پس از روشن کردن مخلوط‌کن، ماسهٔ وزن شده در داخل آن ریخته می‌شود، سپس چسب سیلیکات سدیم به مقدار ۳ تا ۶ درصد وزنی ماسه، بسته به شکل و اندازهٔ دانهٔ ماسه، از طریق قیف مخصوص به آرامی‌به ماسهٔ داخل میکسر اضافه می‌گردد. زمان مخلوط کردن چسب با ماسه حداکثر ۶ دقیقه و محدود است.

۲ **مخلوط ماسهٔ کلدباکس:** دراین روش، از چسب فوران به علاوهٔ اسید(کاتالیزور) دی فنیل متان دی ایزوسیانات رها در حلّال آبی به نسبت تقریبی ۲ به ۱ استفاده می‌شود. این نسبت، بسته به استحکام مورد نیاز در ماهیچه و نوع مذاب، متفاوت است. در این روش پس از روشن کردن مخلوط‌کن، ماسهٔ وزن شده و مواد افزودنی را در داخل آن می‌ریزیم و اسید را به مخلوط‌کن اضافه می‌کنیم. سپس چسب را به مقدار لازم به مخلوط ماسه می‌افزاییم. زمان مخلوط‌کردن محدود است و باید مخلوط ماسهٔ ماهیچه بلافاصله مورد استفاده قرار گیرد.

۳ **مخلوط ماسهٔ هات باکس:** عموماً این مخلوط در بازار به نام ماسه چراغی به صورت آماده در دانه‌بندی‌های مختلف عرضه می‌شود. در صورت اقدام به ساخت این ماسه، از ماسهٔ سیلیسی، به علاوهٔ رزین (چسب فنل فرم آلدئید) به میزان تقریبی ۲ درصد وزنی ماسه به همراه یک فعال‌کننده(هگزامین) به میزان تقریبی ۰/۵درصد وزنی ماسه یا ۲۵ درصد رزین و روان‌کننده (کلسیم استئارات) به میزان تقریبی ۵ـ۲ درصد مقدار رزین استفاده می‌شود. به این صورت که ابتدا مخلوط‌کن ماسه روشن گردد. سپس ماسهٔ وزن شده، که تا دمای ۱۱۰ـ۱۲۰°C حرارت داده شده در داخل آن ریخته شود. آن گاه رزین (چسب فنل فرمالدئید) و فعال کننده و روان‌کننده به آن اضافه گردد. نگهداری این نوع مخلوط ماسه محدودیت زمانی ندارد و باید دور از حرارت نگهداری شود. در صورت استفاده از ماسهٔ سیلیسی، به علاوهٔ رزین اوره فرمالدئید به میزان تقریبی ۲درصد وزنی ماسه به همراه یک اسید (کاتالیزور) به میزان تقریبی ۰/۵درصد وزنی ماسه، دیگر به گرم کردن ماسه نیاز نخواهد بود.

## انجام مخلوط کردن ماسه ماهیچه و مواد افزودنی (کارکارگاهی)

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

فعالیت کارگاهی

**راه‌اندازی و کار با مخلوط‌کن ماسه**

۱ ابتدا از سلامت و تمیزی دستگاه مخلوط‌کن اطمینان حاصل کنید.

۲ دستگاه را روشن نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام روشن کردن مخلوط‌کن، از داخل کردن دست به درون آن خودداری کنید.

۳ از بسته بودن دریچهٔ تخلیهٔ مخلوط‌کن اطمینان حاصل کنید.

۴ دو نیمه قالب را با استفاده از چفت و بست محکم کنید.

۵ پس از اضافه کردن چسب، زمان لازم را جهت مخلوط شدن کامل و یکنواخت رعایت کنید.

**توجه:** در ساخت مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس بعد از افزودن چسب و گذشت زمان لازم، فعال‌کننده و روان کننده را اضافه نمایید.

۶ مخلوط‌کن را پس از گذشت زمان لازم خاموش کنید

⚠ **نکات ایمنی:** در تمام مراحل فوق باید دریچه تخلیهٔ مخلوط‌کن بسته باشد.

۷ ظرف نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه را در زیر دریچهٔ تخلیه قرار دهید.
۸ دریچهٔ تخلیه را باز کنید.
۹ مخلوط‌کن را مجدداً روشن کنید.
⚠ **نکات ایمنی:** از داخل کردن دست به داخل دریچهٔ تخلیه هنگام روشن بودن مخلوط‌کن خودداری کنید.
۱۰ پس از تخلیه کامل، مخلوط‌کن را خاموش کرده و تمیز نمایید.
◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از پخش شدن مخلوط ماسهٔ ماهیچه در محیط زیست جلوگیری شود.

کار عملی

**اضافه نمودن ماسه و مواد افزودنی و مخلوط کردن ماسه**

۱ پس از اطمینان از بسته بودن دریچهٔ تخلیهٔ مخلوط‌کن، ماسه و مواد افزودنی را به طور آهسته به آن اضافه کنید. این عمل برای سه روش $CO_2$، کلدباکس و هات باکس یکسان است.
⚠ **نکات ایمنی:** از داخل کردن دست خود، در حین کار کردن مخلوط‌کن به درون آن خودداری کنید.
۲ پس از مخلوط شدن ماسه و مواد افزودنی، از طریق قیف مخصوص چسب را اضافه نمایید (در ساخت مخلوط ماسه به روش کلدباکس، ابتدا اسید و سپس چسب اضافه می‌شود).
⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام اضافه کردن چسب یا اسید، از دستکش استفاده کرده و مراقب پاشیدن آن به صورت خود باشید. توجه شود اسید روی چسب ریخته نشود.

فعالیت

**با استفاده از ماسه، چسب و مواد افزودنی تفکیک و توزین شده و با استفاده از مخلوط‌کن ماسه مقدار ۲ کیلوگرم مخلوط ماسه ماهیچه $CO_2$،هات باکس و کلدباکس را آماده کنید.**
**به نظر شما مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ آماده شده کیفیت لازم را دارد؟ در غیر این صورت چه عواملی باعث افت کیفیت مخلوط ماسه ماهیچه شده است؟**

## ارزشیابی مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها:

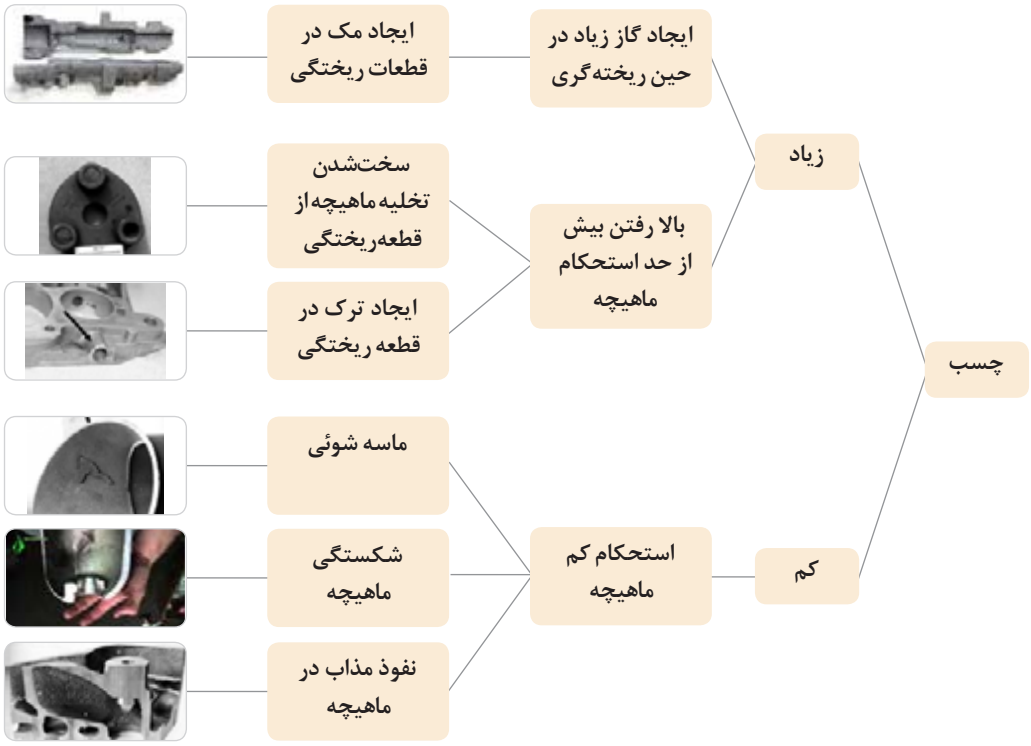
| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | راه‌اندازی و کار با مخلوط‌کن ماسه | ۰ـ۵ | |
| | اضافه کردن ماسه و مواد افزودنی و مخلوط‌کردن آنها | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست‌محیطی | دقت، علاقه به کار، کار گروهی، مسئولیت پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی ضایعات ماسه قالب‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

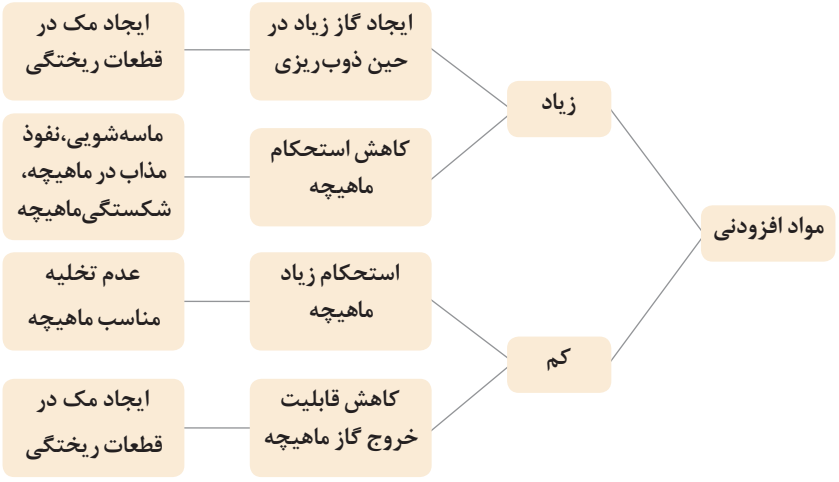
## تحلیل علت افزودن مواد افزودنی به ماسه ماهیچه

**تأثیر افزایش یا کاهش چسب و مواد افزودنی در کیفیت ماهیچه و قطعه تولید شده**

استفادهٔ بیش از حد از رزین‌ها یا کاهش مقدار آنها در مخلوط ماسهٔ ماهیچه، باعث کاهش کیفیت ماهیچه و قطعهٔ تولید شده می‌گردد. به این صورت که با افزایش رزین در مخلوط ماسهٔ ماهیچه مقدار گاز خروجی از ماهیچه افزایش می‌یابد و این گاز ممکن است باعث ایجاد عیوبی نظیر مک‌های گازی در قطعات گردد. همچنین می‌تواند قابلیت فروپاشی ماهیچه را کاهش دهد و تخلیهٔ ماهیچهٔ قطعات را با مشکل مواجه سازد. از طرفی با کاهش مقدار رزین در مخلوط ماسهٔ ماهیچه استحکام ماهیچه کاهش یافته و باعث می‌شود عیوبی در قطعات، نظیر ماسه‌شویی، شکستگیِ ماهیچه، نفوذ مذاب و ... ایجاد گردد.




با استفاده از مواد افزودنی، از قبیل خاک اره، آرد حبوبات، ملاس چغندر قند و ... به مقدار مناسب، می‌توان خواص عمومی‌ماهیچه را از قبیل قابلیت خروج گاز و قابلیت فروپاشی، بهبود بخشید. لازم است یادآوری شود در صورت استفادهٔ بیش از حد از این مواد، خواص عمومی‌ماهیچه کاهش می‌یابد.




فعالیت

**با استفاده از نرم‌افزار آموزشی و با تعامل با یکدیگر ، تأثیر افزایش و کاهش مقدار چسب و مواد افزودنی بر روی کیفیت ماهیچه و قطعهٔ تولید شده بررسی شود.**

## روش‌های استحکام بخش و نگهداری مخلوط ماسه ماهیچه

در مخلوط بتن چه عاملی باعث ایجاد استحکام می‌شود؟ آیا سیمان به منزلهٔ چسب به تنهایی می‌تواند سبب سخت شدن بتن گردد؟ آیا گذشت زمان سبب سخت شدن سیمان می‌گردد؟
آیا تبخیر آب موجود در بتن سبب سخت شدن می‌شود؟ آیا مدت زمان تبخیر آب نیز اهمیت دارد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:** .....

اگر مخلوط ماسهٔ سیلیسی و چسب سیلیکات سدیم داشته باشید و ماهیچه‌ای با آن ساخته شود، آیا این ماهیچه خودبه‌خود سخت می‌شود و استحکام لازم را به‌دست می‌آورد؟
تغییرات ظاهری مخلوط ماسهٔ سیلیسی به علاوهٔ چسب سدیم سیلیکات ارائه شده در کلاس، را پس از گذشت زمان‌های مختلف بررسی کنید.
به نظر شما چه عاملی باعث ایجاد سختی در سطح رویی مخلوط ماسه شده است؟
پس از گذشت چه مدتی مخلوط ماسه به این مقدار سختی رسیده است؟ آیا می‌توان این مخلوط را به این روش سخت کرد؟
آیا تمامی مخلوط‌های ماسه ($CO_2$، HOT BOX و COLD BOX) به عاملی جهت سخت شدن نیاز دارند؟ به نظر شما عامل ایجاد سختی در هر یک از مخلوط‌های فوق چیست؟

فیلم آموزشی

**روش‌های استحکام بخشی مخلوط‌های مختلف ماسه ($CO_2$، HOT BOX و COLD BOX)**

فعالیت

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را تکمیل کنید.**

| نوع مخلوط ماسهٔ ماهیچه | عامل استحکام بخشی | روش استحکام بخشی |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

مخلوط ماسهٔ ماهیچه پس از آماده شدن باید مورد استفاده قرار گیرد.
به نظر شما اگر لازم باشد که مخلوط ماسهٔ ماهیچه برای مدت معینی نگهداری شود، چه باید کرد؟
اگر $CO_2$ به مخلوط ماسهٔ سیلیسی به علاوه چسب سیلیکات سدیم نرسد چه اتفاقی می‌افتد؟ تا چه مدت می‌توان از این مخلوط نگهداری کرد و با چه روشی؟
عامل استحکام بخشی مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس چیست؟ اگر این عامل به این مخلوط ماسه نرسد، تا چه مدت می‌توان از این مخلوط نگهداری کرد؟ در مخلوط ماسهٔ کلدباکس چطور؟

گفتگوکنید

**به صورت بحث گروهی جدول زیر را تکمیل کنید.**

| نوع مخلوط ماسه | روش نگهداری |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

### استحکام بخشی به مخلوط ماسهٔ ماهیچه

بنابراین و با توجه به مطالب بیان شده، مخلوط ماسهٔ ماهیچه و در نهایت ماهیچهٔ ساخته شده باید به روشی استحکام مورد نیاز را به‌دست آورد، به این منظور روش‌های متفاوتی، بسته به نوع و جنس مخلوط ماسهٔ ماهیچه، وجود دارد که در جدول صفحه بعد آمده است.

| ردیف | نوع مخلوط ماسه ماهیچه | تجهیزات استحکام بخشی | عامل سخت کننده | روش استحکام بخشی |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | مخلوط ماسه ماهیچه $CO_2$ (ماسه سیلیسی+ چسب سیلیکات سدیم ) | مخزن گاز $CO_2$، مانومتر، المنت‌های گرم‌کننده و شیلنگ رابط با کلاهک‌های دوشی شکل برای سطوح بزرگ برای عمق کم و لوله‌ای شکل برای عمق زیاد | گاز $CO_2$ | برای استحکام بخشی این مخلوط ماسه از گاز $CO_2$ استفاده می‌شود. مدت زمان دمیدن گاز به درون مخلوط ماسه بسته به مقدار چسب و ابعاد قالب، محدود بوده (حداکثر ۶ دقیقه) چنانچه زمان گازدهی کم باشد استحکام کافی به دست نمی‌آید و چنانچه زمان زیاد باشد باعث پوک شدن و پودر شدن مخلوط ماسه ماهیچه می‌گردد. |
| ۲ | مخلوط ماسه ماهیچه HOT BOX | تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل گاز یا المنت حرارتی | حرارت | برای استحکام بخشی این مخلوط ماسه از تجهیزات حرارت‌دهی مانند مشعل گاز استفاده می‌شود زمان حرارت‌دهی بسته به حجم و ابعاد ماهیچه متفاوت می‌باشد. در صورت حرارت‌دهی بیش از حد، ماهیچه سوخته و پوک می‌شود. |
| ۳ | مخلوط ماسه ماهیچه COLD BOX | — | اسید به عنوان کاتالیزور | در این روش عامل سخت کننده مخلوط ماسه‌ماهیچه، یک اسید به عنوان کاتالیزور می‌باشد. با توجه به نسبت چسب و اسید، زمان خودگیری مخلوط ماسه‌ماهیچه متفاوت می‌باشد. در صورت اضافه نمودن بیش از حد اسید یا کافی نبودن مقدار چسب، ماهیچه ساخته شده استحکام کافی را ندارد و بالعکس در صورت کم بودن اسید یا زیاد بودن چسب، زمان خودگیری بالا رفته و حین ریخته‌گری گاز زیادی از ماهیچه متصاعد می‌شود که می‌تواند باعث ایجاد عیوبی نظیر مک‌های گازی در قطعات گردد. |

### نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه

مخلوط ماسهٔ ماهیچه باید به مقدار مورد نیاز جهت ماهیچه سازی آماده گردد، اما گاهی ممکن است نیاز باشد مخلوط ماسهٔ ماهیچه برای استفاده‌های بعدی نگهداری شود. روش‌های نگهداری انواع مخلوط ماسهٔ ماهیچه به قرار زیر است:

| ردیف | نوع مخلوط ماسهٔ ماهیچه | روش نگهداری |
|---|---|---|
| ۱ | مخلوط ماسهٔ ماهیچه $CO_2$ | مخلوط ماسهٔ ماهیچه $CO_2$ با پارچه مرطوب یا نایلون پوشانده می‌شود تا از تأثیر گاز $CO_2$ موجود در هوا بر مخلوط ماسه جلوگیری شود و یا آن را در مخازن مخصوص درب‌دار برای زمان محدود نگهداری می‌کنند. |
| ۲ | مخلوط ماسهٔ ماهیچه HOT BOX | مخلوط ماسه هات باکس عموماً باید دور از حرارت نگهداری شود. |
| ۳ | مخلوط ماسهٔ ماهیچه COLD BOX | مخلوط ماسهٔ ماهیچه کلدباکس را به دلیل وجود کاتالیزور (اسید) و خودگیری خود به خود نمی‌توان نگهداری نمود. |

## انجام استحکام بخشی و نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه

فعالیت کارگاهی

**نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه و استحکام بخشی آن**

⚠ **نکات ایمنی**: در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

**روش $CO_2$:**

۱ مقداری مخلوط ماسهٔ $CO_2$ را در یک محفظهٔ مکعبی چوبی یا فلزی کوچک بریزید.

۲ با کوبه ماسه را متراکم کنید.

۳ پس از صاف کردن سطح ماسه توسط کارد تسمه، به وسیلهٔ سیخ هوا کانال‌های عبور گاز $CO_2$ را به طور یکنواخت در سطح ماسه‌ایجاد کنید.

۴ با استفاده از سیستم گاز دهی عمل دمش این گاز را با تجهیزات مناسب انجام دهید.

۵ ماسهٔ اضافه را در مخزن دردار یا درون پارچهٔ مرطوب یا نایلون نگهداری کنید.

**روش هات باکس:**

۱ ماسهٔ چراغی را درون یک محفظهٔ مکعبی فلزی بریزید. (به دلیل روانی ماسه، نیاز به کوبیدن آن نیست).

۲ توسط مشعل گاز محفظهٔ فلزی را حرارت‌دهید تا استحکام کافی به‌دست آید. (دقت شود شعله مستقیماً به سطح ماسه برخورد نکند زیرا باعث پوک شدن مخلوط ماسه می‌گردد).

۳ از نزدیک شدن شعله به مخلوط ماسه اضافی خودداری گردد.

⚠ **نکات ایمنی:** ابتدا شعله را روشن و سپس نسبت به باز کردن شیر ورودی گاز اقدام نمایید. همچنین در حین استفاده از مشعل، از گرفتن آن به سمت دیگران خودداری کنید.

**روش کلد باکس:**

۱ مخلوط ماسه را در یک محفظهٔ مکعبی چوبی یا فلزی کوچک بریزید.

۲ با کوبه ماسه را متراکم کنید.

۳ با کارد تسمه سطح ماسه را صاف کنید.
۴ پس از گذشت زمان‌اندک و خودگیریِ اولیه، آن را از روی صفحهٔ زیر درجه خارج کنید.
۵ ماهیچهٔ خارج شده را جهت خودگیری کامل در معرض هوا قرار دهید (در این روش نگهداری مخلوط ماسه ممکن نیست).
△ **نکات ایمنی:** در تمام مراحل، استفاده از دستکش و ماسک تنفسی الزامی‌است، به خصوص هنگام کار با اسید.
◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از آمیخته شدن مخلوط ماسهٔ ماهیچه با محیط زیست جلوگیری کنید و از ریختن مخلوط ماسهٔ اضافی در محیط کار و اطراف آن خودداری شود.

فعالیت

مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ $CO_2$، مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ کلدباکس، مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس ساخته شده را درون سه محفظهٔ استوانه‌ای بریزید و با تجهیزات مناسب به آنها استحکام دهید. سپس نتایج حاصل را بر هرکدام جداگانه در جدولی مانند جدول زیر وارد نمایید.

| نوع عیب | بلی | خیر | علت |
|---|---|---|---|
| پوک شدن مخلوط قالب‌گیری | | | |
| تخلخل در سطوح مخلوط قالب‌گیری | | | |
| استحکام غیر یکنواخت | | | |

## ارزشیابی انجام استحکام بخشی و نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | استحکام بخشی مخلوط ماسهٔ ماهیچه | ۰ـ۵ | |
| | نگهداری مخلوط ماسهٔ ماهیچه | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست‌محیطی | دقت، علاقه به کار، کار گروهی، مسئولیت پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری ، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

# واحد یادگیری ۳ـ۲

## شایستگی ماهیچه‌گیری‌هات باکس

جهت تهیه ماهیچه به روش‌هات باکس با کیفیت مناسب لازم است که کلیه ملزومات و مواد اولیه ساخت مخلوط ماسه ماهیچهٔ هات باکس در دسترس و آماده به کار باشد به همین منظور باید ابزار و ملزومات ماهیچه‌سازی سالم ، تمیز و دارای شرایط لازم جهت کار باشد. در این واحد یادگیری، ابتدا انواع قالب ماهیچه، انواع ماشین آلات ماهیچه‌گیری و ابزار و تجهیزات مربوط به آن توضیح داده می‌شوند سپس نحوه پر کردن جعبه ماهیچه به صورت دستی یا ماشینی، همچنین نحوه حرارت‌دهی و خارج سازی ماهیچه از درون قالب ماهیچه و انواع پوشان و روش‌های اعمال پوشان بر روی ماهیچه توضیح داده شده و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

ساخت ماهیچه به روش هات‌باکس (Hot Box) با استفاده از قالب ماهیچه، ماسه فنلی و حرارت دادن بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه.

## پیش‌نیاز و یادآوری

ساخت مخلوط ماسه ماهیچه

## انواع ماهیچه و قالب ماهیچه

به نظر شما در ریخته‌گری قطعاتی مانند شیر ساده و پروانه پمپ از چه جنس ماهیچه‌ای استفاده شده است؟
اگر در هر دو قطعه، جهت ساخت ماهیچه از مخلوط ماسهٔ ماهیچه $CO_2$ استفاده شود آیا مشکلی به وجود می‌آید؟
در کدام‌یک احتمال به وجود آمدن مشکل بیشتر است و امکان تخلیهٔ ماهیچه پس از انجماد مذاب وجود ندارد؟
آیا می‌توان از مواد خردشونده به مقدار خیلی زیاد در ماهیچه‌های پیچیده استفاده کرد؟
تأثیر استفاده زیاد از مواد خردشونده بر استحکام ماهیچه به چه صورت است؟
به جای مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ $CO_2$ از چه مخلوط ماسهٔ دیگری می‌توان استفاده کرد؟
با توجه به اینکه مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس پس از انجماد خاصیت از هم پاشیدگی خوبی دارد، می‌توان از آن جهت ساخت این ماهیچهٔ پیچیده استفاده کرد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری .....**

چگونه می‌توان مخلوط ماسهٔ ماهیچه را به شکل ماهیچه (قسمت توخالی قطعه) درآورد؟
به نظر شما ماهیچهٔ قطعه توخالی چگونه ساخته می‌شود؟
آیا می‌توان این ماهیچه را با دست ساخت؟ اگر با دست ساخته شود چه مشکلاتی به وجود می‌آورد؟ آیا کیفیت سطح و دقت ابعادی آن مناسب است؟
به نظر شما برای کیفیت بهتر دادن به ماهیچه می‌توان از شکل دادن ماسه با استفاده از محفظه‌ای شبیه ماهیچه استفاده کرد؟

نمایش‌عملی

**نمایش مدل یک قطعهٔ ماهیچه دار به همراه قالب ماهیچهٔ آن در کلاس**

گفتگوکنید

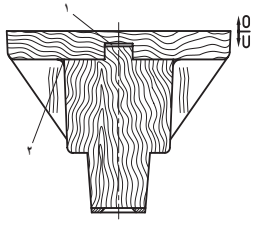
**بحث گروهی و نتیجه گیری راجع به لزوم استفاده از جعبهٔ ماهیچه جهت ماهیچه گیری:.....**

فیلم آموزشی

**از انواع ماهیچه و نحوهٔ قرارگیری آنها در قالب و کاربردشان**

به نظر شما ماهیچه از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
آیا همهٔ قسمت‌های ماهیچه در فضای خالیِ ایجاد شده در قطعه قرار می‌گیرد؟
به شکل روبه‌رو دقت کنید:





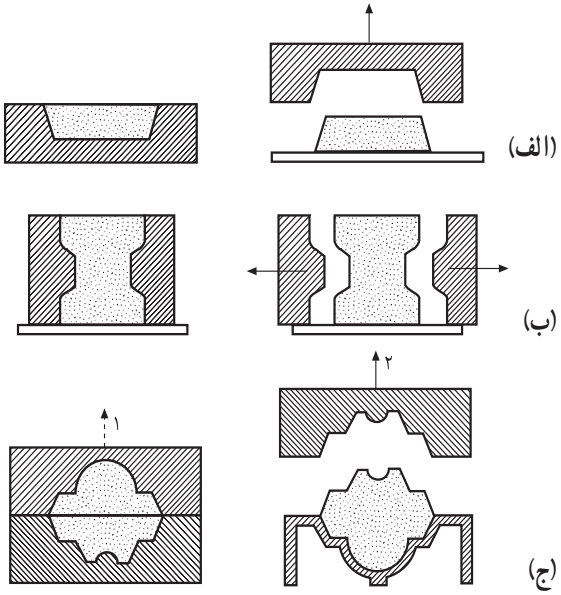
۱-محل جمع شدن چسب اضافی
۲-بتونه سنگی

گفتگوکنید

**با تعامل با یکدیگر قسمت‌های مختلف ماهیچه را در شکل بالا مشخص و وظایف هر یک از قسمت‌های مختلف ماهیچه را بیان کنید.**

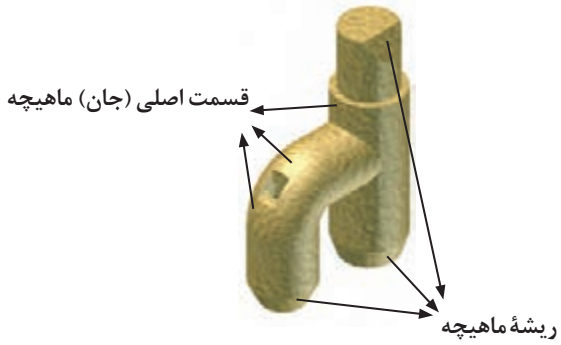
در قطعاتِ با شکل ماهیچهٔ داخلی پیچیده که امکان خارج سازی ماهیچه از آنها دشوار است، باید از ماهیچهٔ داخلیِ ساخته شده به روش هات باکس استفاده نمود. دلیل این امر خاصیت از هم پاشیدگی خوب ماهیچه پس از انجماد مذاب در قالب است. در غیر این صورت و در صورت استفاده از ماهیچهٔ $CO_2$ امکان تخلیهٔ قطعات پس از انجماد مذاب وجود ندارد و قطعه، معیوب و به ضایعات تبدیل می‌شود.

جهت ساخت ماهیچه نیز از قالب ماهیچه (جعبهٔ ماهیچه) استفاده می‌شود. جعبهٔ ماهیچه قالبی است که به منظور تهیهٔ ماهیچه مورد استفاده قرار می‌گیرد. جعبه ماهیچه‌ها از دو یا چند قسمت، بر حسب نوع شکل ماهیچه، تشکیل می‌شوند. جعبه ماهیچه‌ها نیز مانند مدل‌ها از چوب یا فلز و... ساخته می‌شوند. نوع چوبی آن معمولاً در روش دستی و به تعداد کم و نوع فلزی آن در روش دستی به تعداد زیاد و در روش ماشینی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



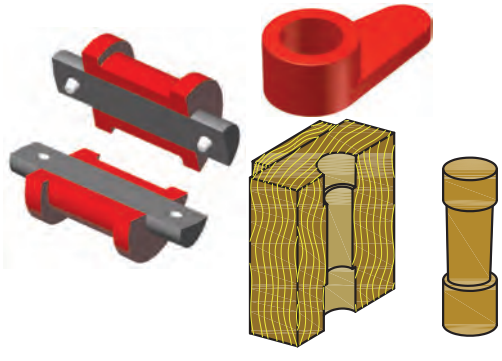

## اجزای ماهیچه

«جان ماهیچه» به قسمت اصلی ماهیچه، که دقیقاً در حفرهٔ داخلی قطعه قرار می‌گیرد، گفته می‌شود. قسمت دیگر، که در دو طرف جان ماهیچه قرار می‌گیرد، «تکیه‌گاه» نامیده می‌شود. وظیفهٔ تکیه‌گاه نگهداری ماهیچه در محفظهٔ قالب است تا در هنگام ذوب‌ریزی، بر اثر نیروی وارده از طرف مذاب، از جابه‌جایی ماهیچه جلوگیری کند.




## انواع ماهیچه

**ماهیچه‌های داخلی:** وظیفهٔ ماهیچه‌های داخلی ایجاد فرم شکاف‌ها، سوراخ‌ها و سایر قسمت‌های داخلی قطعهٔ ریختگی است. زمانی‌که تولید تعداد کمی‌قطعهٔ ریختگی مد نظر باشد این ماهیچه در مدل قطعه تعبیه می‌شود که به آن «ماهیچه سرخود» می‌گویند و در صورتی‌که هدف، تولید تعداد زیادِ قطعه باشد از ماهیچهٔ آزاد با جعبهٔ ماهیچه‌ای جداگانه استفاده می‌شود.

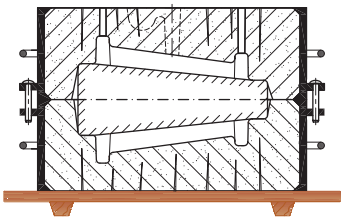


## ماهیچه‌های افقی

### الف) افقی با دو تکیه گاه

در حالتی که قطعه مورد نظر دارای یک محفظه توخالی راه به در باشد، از این نوع ماهیچه استفاده می‌گردد، در این حالت ماهیچه بزرگ‌تر از حفرهٔ داخلی قطعه ساخته می‌شود.

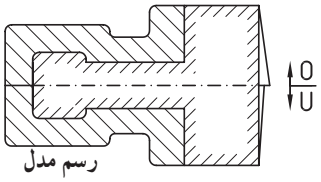




### ب) افقی با یک تکیه گاه (ماهیچهٔ تعادلی)

در حالتی که حفره داخل قطعه راه به در نباشد می‌توان از این نوع ماهیچه استفاده کرد، در ماهیچه تعادلی وزن ریشه ماهیچه باید برابر یا حتی سنگین‌تر از جان ماهیچه باشد تا در هنگام قرارگیری ماهیچه درون حفره قالب جان ماهیچه آسیب نبیند.



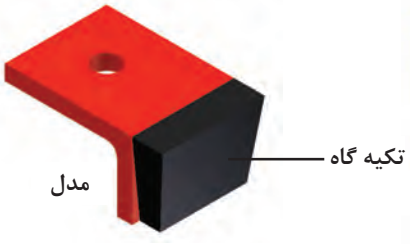



رسم مدل

### ج) ماهیچه چکمه‌ای

وقتی ریشهٔ ماهیچه به سبب قالب‌گیری و نصب آن تا سطح جدایش، ادامه پیدا می‌کند از ماهیچهٔ چکمه‌ای استفاده می‌شود. ماهیچهٔ چکمه‌ای را می‌توان مستقیماً روی جعبهٔ ماهیچه تعبیه کرد.



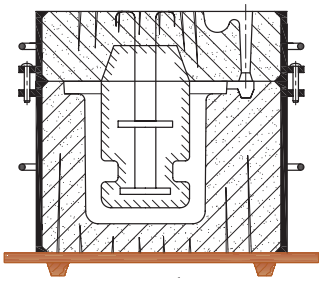



## ماهیچه‌های عمودی

### الف) ماهیچه‌های آویز (یک تکیه گاه در بالا):

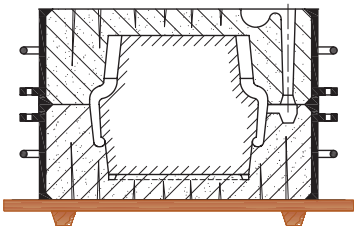
ماهیچه‌هایی هستند که ابتدا در داخل قالب ثابت می‌شوند و سپس با قرار دادن قالب رویی در روی قالب زیری در داخل محفظهٔ قالب، آویزان می‌شوند. برای ثابت کردن آنها، بسته به بزرگی و کوچکی ماهیچه، از تسمه‌های فلزی، پیچ، چسب، چپلت و نظایر آنها، استفاده می‌شود.





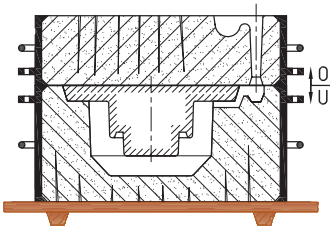
### ب) ماهیچه‌های سرتخت (یک تکیه گاه در پایین)

ماهیچه‌هایی هستند که در حالت عمودی یا ایستایی در داخل قالب زیری قرار داده می‌شوند. کف ماهیچه در داخل درجهٔ زیری یا زمین واقع شده است و قسمت‌های دیگر ماهیچه به شکل ایستاده فضای داخل قالب رویی را اشغال می‌کنند. ماهیچه‌های سنگین و بزرگ را با این روش طراحی می‌کنند.



### ج) ماهیچه‌های پوششی (یک تکیه گاه در بالا)

ماهیچه‌های پوششی، ماهیچه‌هایی هستند که اغلب در قالبِ زیری قرار می‌گیرند و از نظر فرم به دو دستهٔ مکعبی و مدور تقسیم می‌شوند. ماهیچه‌های مدور را اصطلاحاً بشقابی می‌نامند. ماهیچه‌های پوششی به‌وسیلهٔ تکیه‌گاه‌های دور در داخل قالب زیری آویزان می‌شوند و به‌همین جهت «ماهیچه‌های پوششی آویز» نیز نامیده می‌شوند.



**ماهیچه‌های خارجی (دور یا پیرامون)**

وظیفه ماهیچه‌های خارجی ایجاد برآمدگی یا فرورفتگی‌های خارجی قطعهٔ ریختگی است.



## روش‌های ماهیچه‌سازی هات باکس

آیا می‌توان از روش دستی برای تولید تعداد کمی‌ماهیچه در زمان مشخص استفاده نمود؟ برای تولید قطعات به تعداد بالا و در زمان محدود چطور؟

فیلم آموزشی

**انواع روش‌های ماهیچه گیری (دستی و ماشینی) و ماشین آلات ماهیچه گیری هات باکس و نحوهٔ کارکرد آنها.**

ساخت و تهیهٔ ماهیچه‌ها به دو روش دستی و ماشینی صورت می‌گیرد:

**الف: روش دستی:** در این روش مخلوط ماسهٔ ماهیچه به داخل جعبهٔ ماهیچه فلزی ریخته می‌شود و سپس در صورت نیاز با کوبهٔ دستی فشرده و متراکم می‌گردد و به محل پخت ماهیچه انتقال می‌یابد. پس از پخت، ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه جدا می‌شود.

**ب: روش ماشینی:** روش‌های ماشینی متداول در ماهیچه‌سازی عبارت‌اند از: ضربه ای، فشاری، ضربه ای فشاری، پرتابی و دمشی. از این چهار روش برای قالب‌گیری نیز استفاده می‌شود. اما در ماهیچه گیری، با توجه به ویژگی‌های ماهیچه، یعنی سهولت خروج گاز و نیز قابلیت از هم پاشیدگی مطلوب، معمولاً ضریب تراکم (فشردگی) در مقایسه با قالب‌ها، کمتر است. در روش دمشی مخلوط ماسه با استفاده از دمش هوا با فشار بالا در داخل جعبهٔ ماهیچه متراکم و فشرده می‌گردد. این روش از سرعت بسیار زیادی برخوردار است. در ماشین ماهیچه‌سازیِ دمشی تحت شرایط مناسب عملیات دمیدن ماسه به داخل جعبهٔ ماهیچه بر اساس‌اندازهٔ ماشین بین ۳/۵ تا ۶/۵ ثانیه به طول می‌انجامد. از این ماشین‌آلات برای تولید ماهیچه‌های کوچک با تعداد زیاد استفاده می‌شود. دستگاه‌های هات باکسِ دمشی شامل یک مخزن ماسه، دریچهٔ ورود ماسه به همراه هوا، صفحهٔ زیر قالب ماهیچه، پران جهت خارج سازی ماهیچه، المنت‌های گرم کننده بر روی صفحهٔ زیر قالب ماهیچه و .... است.

ماشین‌های ماهیچه گیری دمشی دارای ابعاد و طرح‌های مختلفی هستند و می‌توانند ماهیچه‌هایی از چند گرم تا ۱۵۰ کیلوگرم را تولید نمایند.

**ابزار ماهیچه‌گیری**

ابزار مورد استفاده در ماهیچه‌گیری همانند ابزار مورد استفاده در قالب‌گیری است، که در مبحث قالب‌گیری در مورد آنها توضیح داده شده است.

## نحوهٔ پر کردن جعبه ماهیچه

به نظر شما جعبهٔ ماهیچه در روش هات باکس چگونه از مخلوط ماسه پر می‌شود؟
آیا ریختن مخلوط ماسه به داخل جعبهٔ ماهیچه کافی است؟ آیا نیاز است که مخلوط ماسه بعد از ریختن در جعبهٔ ماهیچه متراکم شود؟ آیا نیاز است که قبل از ریختن مخلوط ماسه، جعبهٔ ماهیچه حرارت داده شود؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

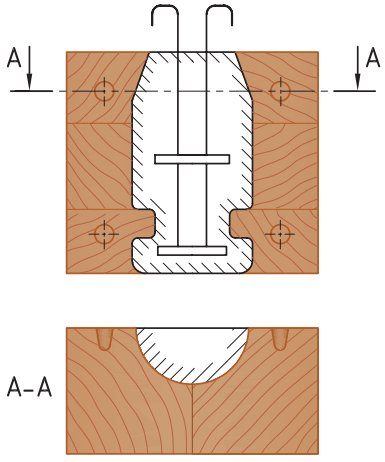
فیلم آموزشی

**نمایش فیلم در مورد نحوهٔ پر شدن جعبهٔ ماهیچه به روش دستی و ماشینی.**

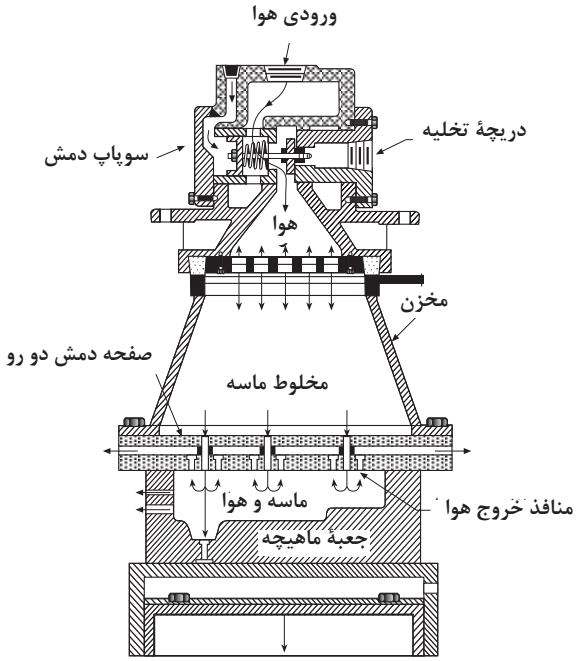
### روش پر کردن جعبهٔ ماهیچه

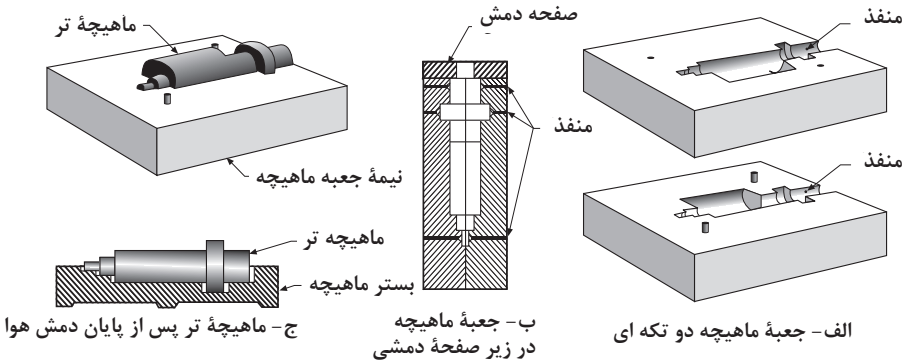
**الف) پر کردن جعبهٔ ماهیچه به روش دستی**

جعبهٔ ماهیچهٔ فلزی را قبل از ریختن مخلوط ماسهٔ ماهیچه گرم می‌کنیم. سپس مخلوط ماسهٔ ماهیچه را به داخل جعبه ماهیچه می‌ریزیم. با اعمال ضربه به دیوارهٔ جعبهٔ ماهیچه نسبت به پر شدن جعبهٔ ماهیچه از مخلوط ماسه اطمینان حاصل می‌کنیم. در صورت استفاده نکردن از ماسهٔ چراغی و ساخت مخلوط ماسهٔ ماهیچه با استفاده از چسب فنل‌فرمالدئید، لازم است که با کوبهٔ دستی مخلوط ماسه متراکم گردد. جهت بالا بردن استحکام ماهیچه (جلوگیری از شکستگی و ترک در حین جابه‌جایی و جاگذاری درون قالب) و افزایش مقاومت آن، به هنگام ذوب‌ریزی، از وسیله‌ای به نام قانجاق استفاده می‌شود. جنس و شکل قانجاق‌ها، به ابعاد و اندازهٔ ماهیچه، ضخامت قطعه و جنس قطعهٔ ریختگی بستگی دارد.








ج- ماهیچهٔ تر پس از پایان دمش هوا

ب- جعبهٔ ماهیچه در زیر صفحهٔ دمشی

الف- جعبهٔ ماهیچه دو تکه ای

**ب) پر کردن جعبهٔ ماهیچه به روش ماشینی (دمشی)**

ذرات مخلوط ماسه به صورت معلق در جریانی از هوا با سرعتی زیاد از طریق نازل‌هایی به داخل جعبهٔ ماهیچه ریخته و متراکم می‌شود. (فشار دمش ماسهٔ ماهیچه در درون قالب ماهیچه معمولاً ۴ـ۶ بار است). هوای اضافی از داخل جعبهٔ ماهیچه از طریق منافذ موجود در جعبهٔ ماهیچه و صفحهٔ ماهیچه خارج می‌گردد. در یک ماشین ماهیچه‌سازیِ دمشیِ تحت شرایط مناسب، عملیات دمیدن ماسه به داخل یک جعبهٔ ماهیچه، براساس اندازهٔ ماشین و ابعاد جعبهٔ ماهیچه بین ۳ تا ۶ ثانیه طول می‌کشد.

در شکل بالا مراحل ساخت یک ماهیچه به روش دمشی نشان داده شده است. همان گونه که در این شکل (الف) مشاهده می‌شود، جعبهٔ ماهیچه که عموماً از جنس فلزی است، از دو نیمه تشکیل شده که برای جفت شدن صحیح آنها از پین استفاده شده است. به هنگام تهیهٔ ماهیچه، این دو نیمه به هم جفت می‌شوند و آن را در داخل ماشین، زیر صفحهٔ دمش قرار می‌دهند. سپس این مجموعه در زیر محفظهٔ حاوی مخلوط ماسه قرار می‌گیرد (شکل ب). بعد از آن، عمل دمش ماسه به داخل جعبه ماهیچه انجام می‌شود. پس از اتمام عملیات دمش، یکی از نیمه‌های جعبهٔ ماهیچه از روی ماهیچه جدا می‌گردد (شکل ج)، و یک صفحه متناسب با شکل ماهیچه، روی آن قرار داده می‌شود و برای جدا نمودن نیمهٔ دیگر، مجموعه برگردانده می‌شود، به گونه‌ای که در نهایت ماهیچه روی صفحهٔ مذکور باقی می‌ماند. ماهیچه به همراه این صفحه به منظور خشک شدن به داخل گرم خانه منتقل می‌گردد. ماشین‌های دمشِ ماهیچه دارای ابعاد و طرح‌های مختلفی هستند و می‌توانند ماهیچه‌هایی از چند گرم تا ۱۵۰ کیلوگرم را تهیه نمایند.

**سخت کردن ماهیچه:** پس از تهیهٔ ماهیچه‌ها، بر اساس نوع چسب مصرفی، عملیات مختلفی به منظور افزایش استحکام آنها صورت می‌گیرد. این عملیات شامل گازدهی (در فرایند $CO_2$) و حرارت دادن (پختن) در چسب‌های آلی است.

در ماهیچه سازی به روش $CO_2$، که شرح آن در مباحث بعدی خواهد آمد، با عبور گاز $CO_2$ به داخل ماسه، واکنشی با چسب مصرفی در این روش یعنی سیلیکات سدیم (آب شیشه) صورت می‌گیرد که در نتیجهٔ آن ماهیچه، خودگیر و محکم می‌شود. در این عملیات که به «سخت کردن» موسوم است نیمی از گاز، در حالی که ماهیچه در داخل جعبه ماهیچه قرار دارد، دمیده می‌شود تا استحکام نسبی و حفظ دقت ابعادی حاصل گردد. سپس ماهیچه از جعبه خارج می‌گردد و به منظور دستیابی به استحکام نهایی، عمل گازدهی به طور کامل انجام می‌شود.

در صورتی که چسب‌های مصرفی برای خودگیری و سخت شدن به حرارت نیاز داشته باشند، پس از شکل گرفتن مخلوط ماسهٔ ماهیچه، باید آن را حرارت داد. بر اساس روش ساخت ماهیچه، عمل حرارت دادن یا در گرم خانه‌های معینی صورت می‌گیرد یا اینکه جعبهٔ ماهیچه خود مستقیماً به نوعی منبع حرارتی مجهز است. این روش اخیر، روش جعبهٔ ماهیچهٔ گرم (هات‌باکس) نامیده می‌شود.

گرمخانه‌هایی که برای پخت ماهیچه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای انواع واندازه‌های مختلفی هستند. درجهٔ حرارت این گرم خانه‌ها عموماً کمتر از $620^{\circ}C$ است. اندازه و نوع ماهیچه و نیز چسب مصرفی، معمولاً از عوامل اصلی در انتخاب نوع گرم خانه هستند. نکتهٔ مهم در گرم خانه‌ها لزوم جریان دائمی هوا در داخل آنهاست، به گونه‌ای که حرارت به طور یکنواخت توزیع شود و اکسیژن کافی برای اجرای فعل و انفعالات ماهیچه تأمین گردد و همچنین رطوبت و گازهای مختلف در داخل گرم خانه کاهش یابد. گرم خانه‌ها در انواع معمولی با ظرفیت کم و گرم‌خانه‌های مداوم در انواع افقی و عمودی ساخته می‌شوند. علاوه بر موارد یاد شده، گرم‌خانه‌های دی الکتریک نیز از انواع جدیدی هستندکه قادرند در زمان بسیار کوتاه‌تری، در مقایسه با انواع متداول، عمل پخت ماهیچه‌ها را انجام دهند.

درجهٔ حرارت و زمان پخت ماهیچه برای رسیدن به خواصی مطلوب پس از اجرای عمل پخت، به طور مؤثری

به عواملی همچون نوع گرم‌خانه، اندازهٔ ماهیچه، میزان رطوبت ماهیچه، چسب، توزیع شکل، اندازه و قابلیت نفوذ ذرات ماسه، هدایت حرارتی، ظرفیت حرارتی و چگالی ماسه و ... بستگی دارند.

## پر کردن جعبهٔ ماهیچه (کار کارگاهی)

کار عملی

**آماده‌سازی قالب ماهیچه و پر کردن جعبهٔ ماهیچه و کوبش آن**

△ **نکات‌ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

**آماده‌سازی و پر کردن قالب ماهیچه**

۱ قالب ماهیچه را از نظر نداشتن تَرَک، خُلَل و فُرَج، اعوجاج، آلودگی (چربی، ماسه و...) مورد بازرسی چشمی‌قرار دهید.

۲ در صورت مورد تأیید بودن قالب ماهیچه، مادهٔ جداکننده (مایع سیلیکون، پودر تالک و ...) را به سطح قالب ماهیچه به مقدار مناسب اعمال کنید.

۳ قالب ماهیچه را تا رسیدن به دمای مناسب با مشعل حرارت‌دهید.

△ **نکات‌ایمنی:** دقت شود مشعل را به سمت افراد دیگر نگیرید.

۴ مخلوط ماسهٔ‌هات باکس را در قالب ماهیچه بریزید، و در صورت نیاز کوبش را انجام دهید (در صورت نیاز برای استحکام ماهیچهٔ تولید شده از قانجاق گذاری استفاده شود).

△ **نکات‌ایمنی:** در تمام مراحل، استفاده از دستکش و ماسک تنفسی الزامی‌است .

◇ **نکات زیست محیطی:** در کلیهٔ مراحل کار، از آمیخته شدن مخلوط ماسهٔ ماهیچه با محیط زیست جلوگیری کنید و از ریختن مخلوط ماسهٔ اضافی در محیط کار و اطراف آن خودداری شود.

فعالیت

**ابتدا چند عدد قالب ماهیچه را آماده و با استفاده از مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس آنها را پر کنید.**

**ارزشیابی پر کردن جعبه ماهیچه:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی قالب ماهیچه | ۰ـ۴ | |
| | پر کردن قالب ماهیچه و کوبش آن | ۰ـ۶ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوهٔ حرارت دادن قالب ماهیچه

آیا مخلوط ماسهٔ ماهیچه پس از ریخته شدن در جعبهٔ ماهیچه به خودی خود مستحکم می‌شود؟
به نظر شما چگونه می‌توان به مخلوط ماسهٔ ماهیچهٔ هات باکس استحکام بخشید؟

فیلم آموزشی

**نحوهٔ استحکام بخشی به ماهیچهٔ هات باکس به صورت دستی و ماشینی.**

اگر زمان حرارت دادن بیشتر یا کمتر از حد مورد نیاز شود چه اتفاقی می‌افتد؟
اگر دمای حرارت دادن بیشتر یا کمتر از حد مورد نیاز شود چه اتفاقی می‌افتد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

به نظر شما با چه ابزار و تجهیزاتی می‌توان حرارت را به ماهیچه اِعمال کرد؟
به صورت گروهی تعدادی از ابزار و تجهیزات حرارت‌دهی را نام ببرید. آیا همهٔ این تجهیزات و ابزار، حرارت لازم را جهت استحکام بخشی به ماهیچه تولید می‌کنند؟ انتخاب نوع ابزار حرارت‌دهی به چه عواملی بستگی دارد؟
آیا حجم واندازهٔ ماهیچه می‌تواند در انتخاب نوع ابزار مؤثر باشد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی در ارتباط با تجهیزات حرارت‌دهی و تکمیل جدول.**

| نوع ابزار | مناسب | نامناسب | علت |
|---|---|---|---|
| هیتر | | | |
| مشعل | | | |
| المنت | | | |
| هوای گرم | | | |
| کوره تونلی | | | |
| کوره خشک‌کن ماهیچه | | | |

### حرارت‌دهی به روش دستی

همان‌طور که توضیح داده شد، جهت ساخت مخلوط ماسه ماهیچهٔ هات باکس از چسب‌هایی استفاده می‌شود که با حرارت، فعال و خودگیر می‌شوند. پس برای استحکام بخشی به این ماهیچه‌ها، چنان که از نامش پیداست، باید از حرارت استفاده کرد. برای این کار، جعبهٔ ماهیچهٔ فلزی پس از پر شدن کامل، توسط مشعل تا دمای تقریبی ۳۵۰ـ۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد متناسب با حجم ماسه، حرارت‌دهی می‌شود. البته زمان و درجهٔ حرارت پخت ماهیچه به اندازه و حجم ماهیچه نیز بستگی دارد. به این صورت که هر چه حجم و ضخامت ماهیچه کمتر باشد درجهٔ حرارت یا زمان پخت کمتر می‌شود تا ماهیچه نسوزد. اگر زمان یا درجهٔ حرارتِ پخت ماهیچه بیش ازاندازه باشد باعث سوختن ماهیچه می‌شود و ماهیچه به رنگ قهوه‌ایِ تیره در می‌آید و در این حالت پوک می‌شود. بنابراین استحکام آنها نیز کاهش خواهد یافت.

### حرارت‌دهی به صورت ماشینی

قالب‌های پر شده از مخلوط ماسه به محل دمشِ هوای گرم یا به گرمخانه یا کورهٔ تونلی منتقل می‌شوند و سپس توسط مشعل‌هایی که در اطراف آنها قرار دارد تا درجهٔ حرارت حدود ۳۵۰ـ۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد گرم می‌شوند تا ماهیچه‌ها سخت شوند. گرمخانه‌هایی که برای پخت ماهیچه مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای انواع واندازه‌های مختلف‌اند. در انتخاب نوع گرمخانه،اندازه و نوع ماهیچه و نیز چسب مصرفی، معمولاً از عوامل اصلی هستند. نکتهٔ مهم در گرمخانه‌ها لزوم جریان دائمی‌هوا در داخل آنهاست. به گونه‌ای که حرارت به طور یکنواخت توزیع شود و اکسیژن کافی برای انجام فعل و انفعالات ماهیچه تأمین گردد و همچنین رطوبت و گازهای مختلف در داخل گرمخانه کاهش یابد.

گرمخانه‌ها در انواع معمولی با ظرفیت کم و گرمخانه‌های مداوم، در انواع افقی و عمودی ساخته می‌شوند. علاوه بر موارد یاد شده، گرمخانه‌های الکتریکی نیز از انواع جدیدی هستند که قادرند در زمان بسیار کوتاه‌تری، در مقایسه با انواع متداول، عمل پخت ماهیچه را انجام دهند.

عمل گرم کردن جعبهٔ ماهیچه تا سخت شدن کامل لازم است ادامه یابد. درجهٔ حرارت و زمان پخت ماهیچه برای رسیدن به خواص مطلوب پس از عمل پخت، به طور مؤثری به عوامل زیر بستگی دارد: نوع گرمخانه،اندازهٔ ماهیچه، میزان رطوبت ماهیچه، نوع چسب، توزیع شکل، اندازه و قابلیت نفوذ ذرات ماسه، هدایت حرارتی، ظرفیت گرمایی، چگالی ماسه و بالأخره میزان رطوبت هوای محیط.

فلز به‌کار رفته در جعبهٔ ماهیچه، علاوه بر دارا بودن استحکام کافی و مزایای اقتصادی، باید هدایت حرارتی مناسب نیز داشته باشد. البته ممکن است حرارت‌دهی با المنت یا مشعل‌های متصل به صفحات پشت جعبه ماهیچه‌ها (روش جعبهٔ ماهیچهٔ گرم) انجام شود (روش پوسته‌ای که در آینده به طور مفصل توضیح داده می‌شود). جنس جعبهٔ ماهیچه‌های هات باکس معمولاً از چدن خاکستری است و می‌تواند دارای سیستم آب گرد باشد. برای آنکه ماهیچه‌ها به قالب نچسبند، بعد از تولید هر سه الی چهار ماهیچه، از جدا کننده‌هایی به نام سپارول (سیلیکون) که به قالب‌ها زده می‌شود، استفاده می‌کنند.

## انجام حرارت دادن قالب ماهیچه (کارگاهی)

کار عملی

**حرارت دادن جعبهٔ ماهیچه در زمان مشخص**

⚠ **نکات‌ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش چرمی، کلاه‌ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی الزامی‌است.

**روش کار**

۱ ابتدا مشعل را روشن نمایید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** ابتدا فندک شعله‌ای را روشن و سپس گاز را باز کنید. استفاده از دستکش چرمی، عینک ایمنی و ماسک تنفسی الزامی‌است.

۲ جعبهٔ ماهیچه را به طور یکنواخت تا سخت شدن ماهیچه گرم نمایید. دقت کنید شعله را مستقیماً به طرف ماهیچه نگیرید.

**نحوهٔ حرارت‌دهی به قالب ماهیچه به صورت ماشینی**

**الف: توسط گرمخانه یا کورهٔ تونلی**

⚠ **نکات‌ایمنی:** در حین کار با گرمخانه یا کورهٔ تونلی از دستکش نسوز، پیش بند نسوز و کلاه ماسک مخصوص استفاده کنید.

۱ درجهٔ حرارت گرمخانه یا کوره تونلی را تنظیم نمایید.

۲ جعبهٔ ماهیچهٔ پر از مخلوط ماسه را به داخل آن هدایت کنید.

۳ پس از مدت زمان تعیین شده (متناسب با حجم واندازهٔ ماهیچه) و با اطمینان از سخت شدن ماهیچه، جعبهٔ ماهیچه را از گرمخانه خارج سازید.

**ب: توسط مشعل یا المنت‌های متصل به جعبهٔ ماهیچه**

⚠ **نکات‌ایمنی:** در صورت حرارت‌دهی با مشعل به جعبهٔ ماهیچه، ابتدا فندک شعله‌ای را روشن و سپس گاز را باز کنید. استفاده از دستکش چرمی، عینک ایمنی و ماسک تنفسی الزامی‌است.

۱ درجهٔ حرارت جعبهٔ ماهیچه را تنظیم نمایید.

۲ پس از پر شدن جعبهٔ ماهیچه و گذشت مدت زمان تعیین شده (متناسب با حجم واندازهٔ ماهیچه) و با اطمینان از سخت شدن ماهیچه، ماهیچه را خارج سازید.

فعالیت

**مخلوط ماسه تر ساخته شده را درون یک محفظه استوانه‌ای ریخته و با تجهیزات مناسب به آن استحکام دهید سپس نتایج حاصل را در جدول زیر وارد نمایید.**

| | کم | مناسب | زیاد |
|---|---|---|---|
| تأثیر دمای حرارت دادن بر روی ماهیچه | | | |
| تأثیر زمان حرارت دادن بر روی ماهیچه | | | |

## ارزشیابی حرارت دادن قالب ماهیچه:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | استفاده از تجهیزات حرارتی مانند مشعل | ۰ـ۴ | |
| | حرارت دادن جعبهٔ ماهیچه به‌صورت یکنواخت | ۰ـ۶ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست‌محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## تحلیل زمان و دمای حرارت دادن قالب ماهیچه

با استفاده از نرم‌افزار آموزشی، تأثیر دما و زمان حرارت‌دهی بر پخت ماهیچه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

فعالیت

**با استفاده از نرم‌افزار آموزشی و نتایج به‌دست آمده، چه عواملی می‌تواند در زمان و دمای حرارت‌دهی تأثیر گذار باشند؟**

**با استفاده از مشاهدات، جداول زیر را کامل نمایید.**

| ضخامت ماهیچه | تأثیر افزایش زمان حرارت‌دهی در دمای ثابت و مناسب | تأثیر افزایش دمای حرارت‌دهی در زمان ثابت و مناسب |
|---|---|---|
| کم | | |
| زیاد | | |

## نحوه خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه

پس از حرارت دادن جعبهٔ ماهیچه در دما و زمان معین و اطمینان از استحکام آن، ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه خارج می‌شود.

چگونه ماهیچه به صورت دستی از جعبهٔ ماهیچه خارج می‌گردد؟ آیا همهٔ ماهیچه‌ها به طور یکسان از جعبهٔ ماهیچه خارج می‌شوند؟ اگر ماهیچه‌ها قبل از پخت کامل تخلیه شوند چه اتفاقی می‌افتد؟ برای خارج کردن راحت‌تر ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت دستی چه باید کرد؟

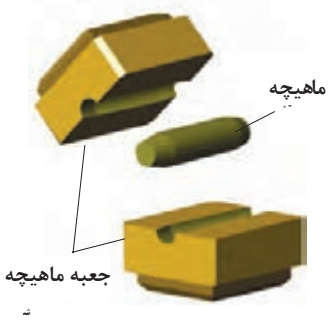
فیلم آموزشی

**نحوهٔ خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت ماشینی.**

آیا می‌توان همهٔ ماهیچه‌ها را به صورت دستی از جعبهٔ ماهیچه خارج کرد؟ به نظر شما چه عواملی در خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه تأثیرگذارند؟ برای خارج کردن راحت‌تر ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت ماشینی چه باید کرد؟

### خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت دستی

پس از پخت ماهیچه و سخت شدن آن، قسمت‌های مختلف جعبهٔ ماهیچه را باید باز کرد تا ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه خارج گردد، در صورت نیاز جهت سهولت در خارج کردن ماهیچه می‌توان با چکش پلاستیکی، ضربه‌های آرامی به جعبهٔ ماهیچه وارد کرد.







در جعبه ماهیچه‌های نوع روباز یا نیمه‌ای که، ماهیچه‌هایی با سطوح تخت تولید می‌کنند، با قرار دادن صفحه‌ای تخت به روی جعبه و برگرداندن آن، ماهیچه مستقیماً از جعبه خارج می‌شود.

در جعبهٔ ماهیچه‌های دو تکه که فصل مشترک آن عمود بر سطح افق است، دو نیمهٔ جعبه ماهیچه به طور جانبی از هم باز می‌شود و ماهیچه بر روی صفحهٔ زیر جعبهٔ ماهیچه باقی می‌ماند.

در ماهیچه‌های یک تکه با سطوح غیر مسطح، که با استفاده از جعبهٔ ماهیچه‌های دو تکه تهیه می‌شوند، برای بیرون کشیدن ماهیچه در جهت عمود بر فصل مشترک دو تکهٔ جعبه ماهیچه، ابتدا یک نیمه از جعبه جدا می‌شود و سپس ماهیچه از نیمه‌ای که در آن جای دارد به روی یک بستر نگهدارنده منتقل می‌شود.

**خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت ماشینی**

بعد از پخت ماهیچه و جدا شدن جعبهٔ ماهیچه از یکدیگر، ماهیچه توسط پران‌هایی که در جعبهٔ ماهیچه طراحی شده است از قالب جدا می‌شود و در پایان، قالب ماهیچه به وسیلهٔ فشار هوا تمیز می‌گردد.

## خارج کردن ماهیچه (کار کارگاهی)

کار عملی

**خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه‌ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ ابتدا قسمت‌های مختلف جعبهٔ ماهیچه را به آرامی‌از هم باز کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** برای باز کردن جعبهٔ ماهیچه از دستکش نسوز استفاده کنید.

۲ ماهیچه را به آرامی(در صورتی که استفاده از چکش جهت ضربه زدن به جعبهٔ ماهیچه لازم باشد) از جعبهٔ ماهیچه خارج سازید.

⚠ **نکات ایمنی:** برای بیرون آوردن ماهیچه، از دستکش نسوز استفاده کنید.

**نحوهٔ خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه به صورت ماشینی**

۱ با استفاده از دستورالعمل دستگاه، دو نیمهٔ جعبهٔ ماهیچه را از هم باز کنید.

۲ با استفاده از پران‌های موجود بر روی جعبهٔ ماهیچه و با توجه به دستورالعمل دستگاه، نسبت به خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه اقدام کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** برای بیرون آوردن ماهیچه، از دستکش نسوز استفاده کنید.

فعالیت

**ماهیچهٔ پخت شده و استحکام یافته را به صورت دستی و ماشینی از جعبهٔ ماهیچه خارج سازید.**

**ارزشیابی خارج کردن ماهیچه:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | باز کردن دو نیمه جعبهٔ ماهیچه | ۰ـ۴ | |
| | خارج کردن ماهیچه از جعبهٔ ماهیچه | ۰ـ۶ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوه پوشان‌دهی ماهیچه

آیا می‌توان ماهیچه‌ها را بعد از تولید، به همان صورت مورد استفاده قرار داد؟
آیا واکنش میان مذاب و مواد ماهیچه اثر منفی روی خواص متالورژیکی و مکانیکی قطعه ندارد؟
آیا می‌توان با قطع ارتباط بین مذاب و ماهیچه از واکنش میان مذاب و مواد ماهیچه جلوگیری کرد؟
آیا می‌توان با اعمال پوشش بر روی ماهیچه از تماس بین مذاب و ماهیچه جلوگیری کرد؟
آیا این پوشش می‌تواند سطوح زبر و خشن ماهیچه را بپوشاند؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

آیا از هر مادهٔ پوششی می‌توان جهت پوشش ماهیچه استفاده کرد؟ مواد پوششی ماهیچه چه خواصی باید داشته باشد؟ آیا مواد پوششی می‌توانند با هر غلظتی مورد استفاده قرار گیرند؟ چگونه می‌توان مواد پوششی را بر روی ماهیچه اِعمال کرد؟ چه ابزاری جهت این کار لازم است؟ آیا همهٔ ماهیچه‌ها را به یک روش پوشش می‌دهند؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

مشخصات فلز مذاب، به ویژه هنگامی که از درجهٔ حرارت بالا وارد قالب می‌شود، به گونه‌ای است که ممکن است به انجام فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی میان مذاب و مواد ماهیچه منجر شود. بدیهی است انجام این واکنش‌ها می‌تواند به خواص متالورژیکی و مکانیکی قطعه، آسیب برساند و از تولید قطعهٔ سالم و بدون عیب جلوگیری نماید.
ایجاد سطوح زبر و خشن یکی از مواردی است که در ماهیچه‌های ماسه‌ای به طور شایع و گسترده مشاهده می‌شود. فلز به دلیل دارا بودن ویژگی‌های حالت مذاب، مواد ماهیچه را تر و به داخل آن نفوذ می‌کند. پس از نفوذ فلز مذاب به داخل ماهیچه، فعل و انفعالات شیمیایی میان فلز و اجزای تشکیل دهندهٔ ماهیچه یعنی ماسه و چسب صورت می‌گیرد که محصول این فعل و انفعالات به سطح قطعه می‌چسبد و موجب زبری و ناهمواری سطوح آن می‌شود.
بنابراین بدیهی است که برای جلوگیری از ایجاد چنین عیبی در قطعهٔ ریختگی، باید به طریقی از انجام فعل و انفعال میان فلز مذاب و ماهیچه ممانعت به عمل آورد. از این رو مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از عیب

یاد شده، پوشش دادن سطح ماهیچه با مواد دیرگداز معینی است که ضمن اقتصادی بودن، از تماس فلز مذاب با ماهیچه و در نتیجه انجام فعل و انفعالات فیزیکی شیمیایی میان آنها جلوگیری می کند.

## انواع مواد پوششی

مواد پوششی مخلوط مایع اصولاً در ماهیچه‌های ماسه‌ای خشک به کار می‌روند. این مواد از چهار جزء اصلی تشکیل می‌شوند که عبارت‌اند از:

۱ مادۀ پرکننده دیرگداز؛
۲ عامل غوطه ورسازی؛
۳ چسب؛
۴ مادۀ حامل یا واسطه (آب، الکل، روغن).

علاوه بر اجزای یاد شده، ممکن است مواد دیگری نیز به منظور بهبود بخشیدن کیفیت پوشش به آنها اضافه شوند که عبارت‌اند از مادۀ فعال در سطح ماهیچه (برای مثال ماده‌ای که در تغییر تنش سطحی مذاب مؤثر باشد)، موادی برای بهبود خاصیت چسبندگی، مواد جلوگیری کننده از کف کردن پوشش و ....

براساس نوع فلز مذاب و نیز شرایط ریخته‌گری آن، از مواد دیرگداز مختلفی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از پودر سیلیس، زیرکن، کرومیت، آلومین، شاموت الیوین، منیزیت و کروم - منیزیت.

با توجه به اینکه توزیع یکنواخت ذرات مواد دیرگداز در سراسر مخلوط پوششی، برای دستیابی به پوشش یکنواخت، امری ضروری است، لذا به دلیل اختلاف موجود در وزن مخصوص مواد دیرگداز و مادۀ حامل یا واسطه، از موادی به نام عامل غوطه‌ورسازی استفاده می‌گردد. در مواردی که مادۀ حامل یا واسطه آب باشد، معمولاً بنتونیت به منزلۀ عامل غوطه‌ورسازی به کار می‌رود.

نقش عامل چسبی در مخلوط مواد پوششی این است که باعث چسبیدن ذرات مواد دیرگداز به یکدیگر و نیز اتصال آنها به سطح ماهیچه می‌شود. میزان چسب مورد نیاز معمولاً به اندازۀ ذرات مواد دیرگداز بستگی دارد. ولی به هرحال به دلیل اثرات نامطلوب ناشی از مقادیر زیاد مواد چسبی باید سعی شود تا مقدار این مواد در مخلوط مواد پوششی به کمترین مقدار، کاهش یابد.

در مواردی که مادۀ حامل یا واسطه آب باشد از خاک‌های مختلف، دکسترین (نشاسته)، ملاس چغندر قند، شکر، سیلیکات سدیم (آب شیشه) و رزین‌های (صمغ‌ها) محلول یا نامحلول در آب به منظور چسب به کار می‌رود.

صرف‌نظر از نوع فلز مذاب و شرایط ریخته‌گری آن، مخلوط مایع پوششی باید دارای مشخصات ذیل باشد:

الف) مخلوط پوششی باید از خاصیت غوطه وری کافی برخوردار باشد و در صورت ته نشین شدن ذرات جامد با به هم زدن، این مواد به آسانی به صورت معلق درآید و توزیع یکنواختی از آن در مادۀ حامل حاصل گردد.

ب) از نظر غلظت و وزن مخصوص باید متناسب با روش پوشش دادن باشد.

ج) ماده پوششی باید غیر سمی و فاقد بوی بد و نامطبوع باشد.

د) پوشش باید صاف و صیقلی و فاقد حباب‌های حبس شدۀ هوا و غیر آنها باشد.

هـ) مواد پوششی باید از خاصیت چسبندگی کافی به سطح ماهیچه برخوردار باشد. همچنین در اثر خشک شدن یا گرم شدن سریع، در اثر تابش حرارت یا تماس با مذاب نباید ترک بخورد یا از سطوح ماهیچه جدا گردد.

و) گاز متصاعد شده از پوشش به هنگام تماس با مذاب باید در کمترین حد ممکن باشد تا از ایجاد ناهمواری در سطوح قطعه جلوگیری گردد.

ز) مواد پوششی باید در درجۀ حرارت بالا از خواص مناسب و مطلوبی برخوردار باشند. برخی از این خواص عبارت‌اند از حفظ ثبات و استحکام دیرگدازی، تمایل نداشتن به واکنش با مذاب.

## آماده‌سازی پوشان

برای یکنواختی توزیع مواد تشکیل دهندۀ پوشان لازم است از مخلوط‌کن رنگ (میکسر) استفاده شود. پس لازم است قبل از استفاده از پوشان، در درون میکسر رنگ ریخته شود و پس از هم زدن کامل، با توجه به اینکه در چه ماهیچه‌هایی (از نظر حجم) مورد استفاده قرار می‌گیرد، به غلظت مورد نیاز برسد ( با اضافه کردن آب یا الکل، بسته به نوع پوشان) و سپس از آن استفاده شود.

## ابزار و تجهیزات لازم جهت آماده‌سازی پوشان







۱ **میکسر رنگ:** محفظه‌ای استوانه‌ای شکل است، دارای تیغه‌ای متصل به موتور و گیربکس جهت مخلوط کردن پوشان، که بسته به نوع پوشان، به دو صورت بسته (برای پوشان‌های پایهٔ الکلی) و باز (برای پوشان‌های پایهٔ آب) موجود است.

۲ **بومه‌سنج:** غلظت پوشان را با ابزاری به نام بومه‌سنج اندازه‌گیری می‌کنند. این وسیله برای اندازه‌گیری چگالی یا گرانش ویژهٔ یک مایع به‌کار می‌رود که شامل یک استوانهٔ شناور است که انتهای پایینی آن به شکل مخروط، سنگین و انتهای بالایی آن به صورت لوله‌ای باریک است. زمانی‌که بومه‌سنج را در یک مایع قرار دهیم شکل عمودی به خود می‌گیرد و در مایع فرو خواهد رفت. میزان فرورفتن این ابزار با چگالی پوشان متناسب است. در قطعات حجیم از پوشان با بومهٔ بالا (ایجاد ضخامت‌های بیشتر روی سطح) جهت مقاومت بیشتر در مقابل حرارت، به دلیل افزایش زمان انجماد و در قطعات با حجم کم از پوشان با بومهٔ پایین (ایجاد ضخامت‌های کم روی سطح) استفاده می‌شود.

## روش‌های پوشش دادن قالب و ماهیچه

روش‌های معمول پوشش دادن ماهیچه توسط مواد پوششی مخلوط مایع را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود که عبارت‌اند از:

۱ **روش پوشش دادن با استفاده از قلم مو و اسفنج:** از این روش، در ابعاد مختلف جهت پوشش سطح ماهیچه و نیز به علت سرعت پایین رنگ زدن در قطعات با تیراژ پایین و به علت دقت کم در ماهیچه‌های حجیم، استفاده می‌گردد. همچنین این روش به دلیل ایجاد ضخامت بیشتر پوشان در سطح ماهیچه در قطعات، با مدول بالا (مدت زمان انجماد بالا) بهتر جوابگوست. در این روش به هنگام پوشش دادن، ذرات مواد دیرگداز به خوبی حفره‌های موجود در سطح ماهیچه را پر می‌کنند. این روش، مفیدترین روش برای پوشش دادن داخل شیارهای پیچیده و زوایای داخلی است. کارآیی این روش به مهارت شخص پوشش دهنده بستگی دارد.

۲ **پوشش دادن به روش پاشیدن (پاششی):** این روش، که روشی سریع است، به طور گسترده در کارگاه‌ها و کارخانه‌های ریخته‌گری به‌کار می‌رود. به دلیل فشار مکانیکی کمتر برای ورود ذرات مواد دیرگداز به درون منافذ دانه‌های ماسه در سطح ماهیچه، انتخاب نوع پوشش، باید با توجه و دقت زیادی صورت گیرد. در این روش، فشار هوا به هنگام پاشیدن ذرات مواد دیرگداز، مانع از ایجاد پوشش مناسب در سطح ماهیچه، به ویژه در داخل شیارهای

عمیق می‌شود که با استفاده از سیستم پاششی بدون هوا، این مشکل به مقدار زیادی برطرف خواهد شد. گفتنی است که استفاده از مواد جامد یا مواد غلیظ در این روش در مقایسه با روش قبلی محدودیت بیشتری دارد. از مزایای این روش می‌توان به صافی سطح بالا و همچنین توزیع یکنواخت رنگ در سطوح قالب اشاره کرد. این نکته باید در نظر گرفته شود که ضخامت بیش از حد پوشان بر روی سطح ماسهٔ ماهیچه نه تنها باعث افزایش کیفیت قطعات ریختگی نمی‌شود بلکه باعث کنده شدن رنگ از روی سطح (در حین بارریزی و ورود ناخالصی به داخل مذاب) و ایجاد عیب در قطعه ریختگی می‌گردد.

۳ **غوطه‌وری:** این روش سریع‌ترین روش برای پوشش دادن ماهیچه‌هاست و به همین دلیل در کارخانه‌های ریخته‌گری با تولید انبوه از آن استفاده می‌گردد. در این روش، به دلیل وجود فشار ناشی از وزن مواد پوششی نفوذ سطحی، تا حدودی بهتر از روش پاششی انجام می‌شود.

**خشک کردن پوشان:**

در پوشان‌های پایهٔ الکلی پس از پوشش‌دهی، با استفاده از مشعل، سطح ماهیچه را مشتعل می‌کنند تا پوشان خشک و سخت گردد و در پوشان‌های پایهٔ آبی با حرارت دادن ماهیچه در دمای مناسب پوشان را خشک می‌کنند. در صورت استفاده از مشعل، باید دقت شود شعله مستقیماً روی سطح پوشان به مدت طولانی نگه داشته نشود زیرا باعث سوختن رنگ و کاهش کیفیت آن می‌گردد.

## پوشان‌دهی (کار کارگاهی)

⚠ **نکات‌ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش‌ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک‌ایمنی الزامی‌است.

کار عملی

**آماده‌سازی پوشان**

۱ آماده‌سازی و نظافت میکسر را انجام دهید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** در حین آماده‌سازی، از قطع کلید برق میکسر اطمینان حاصل شود.

۲ متناسب با نوع پوشان، مواد مورد نیاز را جهت آماده‌سازی پوشان فراهم کنید و به داخل میکسر بریزید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** در حین فراهم آوردن مواد پوشان، استفاده از ماسک تنفسی الزامی‌است.

۳ میکسر را مطابق با دستورالعمل راه‌اندازی روشن کنید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** از داخل کردن دست خود به داخل میکسر در حین کارکردن میکسر خودداری نمایید.

۴ بعد از گذشت زمان مناسب و تعیین شده برای آماده‌سازی پوشان، میکسر را خاموش کنید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** از داخل کردن دست خود به داخل میکسر در حین کار کردن میکسر خودداری نمایید.

کار عملی

**اعمال پوشان با ضخامت مورد نیاز**

۱ متناسب با روش اعمال پوشان (قلم مو، پاششی، غوطه وری)، تجهیزات مربوطه را فراهم کنید.

۲ با استفاده از تجهیزات مناسب، پوشان را به سطح ماهیچه در ضخامت تعیین شده اِعمال کنید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** در حین اِعمال پوشان استفاده از ماسک تنفسی الزامی‌است.

۳ با ابزار مناسب، پوشان را خشک کنید.

△ **نکات ایمنی:** در صورت استفاده از مشعل جهت خشک کردن پوشان‌های الکلی، ضمن استفاده از دستکش نسوز، فاصلهٔ ایمنی از ماهیچه‌ها رعایت گردد و از گرفتن مشعل به سمت دیگران خودداری شود.

◇ **نکات زیست محیطی:** از ریخته شدن پوشان در محیط زیست اجتناب شود.

فعالیت

**به صورت گروهی نسبت به اِعمال پوشان به سطح تعدادی ماهیچه و خشک کردنِ آن، به روش‌های مختلف اقدام کنند.**

**ارزشیابی پوشان‌دهی:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی پوشان | ۰ـ۵ | |
| | اعمال پوشان به ماهیچه | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## شرایط نگهداری و نحوهٔ چیدمان ماهیچه‌ها

آیا می‌توان ماهیچه‌ها را به هر طریق جابه‌جا نمود؟ چه نکاتی باید در حمل و نقل ماهیچه‌ها مورد توجه قرار گیرد؟
آیا چیدمان ماهیچه‌ها به هر طریق امکان دارد؟ چه مواردی را باید در چیدمان ماهیچه‌ها در نظر گرفت؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

به نظر شما ماهیچه‌ها را می‌توان در هر محیطی نگهداری کرد؟
آیا شرایط محیط نگهداری در کاهش یا افزایش کیفیت ماهیچه اثرگذار است؟
آیا از ماهیچه می‌توان برای مدت طولانی استفاده نکرد؟
اگر قرار است ماهیچه‌ها برای مدت طولانی نگهداری شوند چه مواردی باید در نظر گرفته شود؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

نحوهٔ حمل و نقل و چیدمان ماهیچه‌ها باید به صورتی باشد که باعث آسیب دیدن آنها (شکستگی، ترک،

ساییدگی و... ) نشود. ماهیچه‌ها باید از محیط‌های مرطوب، به دلیل داشتن قابلیت جذب رطوبت و از محیط‌های گرم، به دلیل پوک شدن (کاهش استحکام)، دور نگه داشته شوند.

در چیدمان ماهیچه‌ها لازم است، شکل، ابعاد، وزن و زمان استفاده مدنظر قرار گیرد، به طوری‌که ماهیچه‌های سنگین‌تر در ردیف‌های پایین و ماهیچه‌های سبک‌تر در ردیف‌های بالا قرار گیرند. ماهیچه‌هایی که سریع‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید در ردیف‌های بالا قرار داده شوند و در دسترس باشند. ماهیچه‌های پیچیده و بزرگ در تعداد ردیف، کمتر انبارش گردند و کمتر در دسترس باشند.

در صورت ماندگاری طولانی و بیش از حد ماهیچه‌ها، قبل از مصرف (به علت جذب رطوبت توسط ماهیچه)، ضروری است آنها پیش‌گرم شوند. دما و زمان پیش‌گرم، با توجه به حجم ماهیچه‌ها، متفاوت است.

## نگهداری ماهیچه (کارکارگاهی)

کار عملی

**چیدمان ماهیچه‌ها در محیط مناسب**

⚠ **نکات‌ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه‌ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی الزامی‌است.

**نحوهٔ نگهداری و انبارش**

۱ شرایط مناسب محیطی را برای انبارش ماهیچه‌ها آماده‌سازید.

۲ با دقت و به روش صحیح ماهیچه‌ها را به محل انبارش انتقال دهید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** در صورت بالا بودن وزن ماهیچه، از ابزار مناسب جهت انتقال آنها استفاده کنید.

⚠ **نکات‌ایمنی:** به دلیل دمای بالای ماهیچهٔ هات باکس، استفاده از دستکش چرمی‌نسوز الزامی‌است.

ـ با توجه به ابعاد، وزن، شکل ماهیچه‌ها و زمان مصرف ماهیچه‌ها، نسبت به چیدمان آنها اقدام کنید.

فعالیت

**چیدمان ماهیچه‌ها را انجام دهید.**

**ارزشیابی نگهداری ماهیچه:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی شرایط نگهداری | ۰ـ۵ | |
| | چیدمان و انبارش ماهیچه | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات ماسه ماهیچه‌گیری، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | | قبول ☐ | |
| | | غیر قابل قبول ☐ | |

# ارزشیابی شایستگی ساخت مخلوط ماسه ماهیچه

**شرح کار:**
۱ـ افزودن ماسه و مواد افزودنی به مخلوط کن به ترتیب اولویت مطابق دستورالعمل و میکس کردن مخلوط ماسه در زمان مشخص
۲ـ بررسی وضعیت نهایی ماسه ماهیچه‌گیری از لحاظ استحکام و یکنواختی

**استاندارد عملکرد:**
با استفاده از ماسه، چسب، موادافزودنی و ... مخلوط ماسه ماهیچه در زمان مشخص مطابق با استانداردهای مرتبط تهیه می‌شود.

**شاخص‌ها:**
۱ـ مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها
۲ـ کیفیت مخلوط ماسه ماهیچه‌گیری

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:** (زمان: ۵۰ دقیقه)
۱ـ کارگاه ریخته‌گری سالن ماهیچه‌گیری
۲ـ مواد مصرفی: ماسه، چسب، افزودنی‌های موردنیاز
۳ـ ابزار و تجهیزات: میکسر، ترازو، زمان‌سنج
۴ـ تجهیزات ایمنی: ماسک، عینک، دستکش، کلاه ایمنی، لباس کار و کفش ایمنی، تجهیزات اطفاء حریق

**ابزار و تجهیزات:**
۱ـ ترازو زمان‌سنج میکسر ماسه
۲ـ تجهیزات ایمنی: عینک، دستکش، ماسک، لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی و تجهیزات اطفاء حریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | توزین ماسه و مواد افزودنی | ۱ | |
| ۲ | مخلوط کردن ماسه و افزودنی‌ها | ۲ | |
| ۳ | استحکام بخشی | ۱ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ ایمنی: ماسک ـ دستکش ـ کفش ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ عینک ـ لباس کار ـ رعایت موارد ایمنی کار با دستگاه تجهیزات اطفاء حریق<br>۲ـ نگرش: دقت کافی ـ علاقه به کار<br>۳ـ زیست‌محیطی: تهویه مناسب ـ تفکیک ـ مخلوط ماسه ماهیچه‌گیری ـ باقیمانده از سایر زباله‌ها رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی غیرفنی: یادگیری ـ مسئولیت‌پذیری ـ مهارت گوش کردن | ۲ | |
| | میانگین نمرات | | * |

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

# ارزشیابی شایستگی ماهیچه‌گیری هات باکس (Hot box)

**شرح کار:**
۱ـ پرکردن تمام زوایای قالب و متراکم کردن ماسه و در صورت نیاز قانجاق گذاری
۲ـ حرارت دادن مناسب جعبه ماهیچه به‌صورت دستی یا ماشینی در زمان مناسب
۳ـ بررسی وضعیت کیفی ماهیچه تولید شده از لحاظ کیفیت ظاهری، استحکام و پوشان‌دهی مناسب

**استاندارد عملکرد:**
ساخت ماهیچه به روش هات باکس (Hot box) با استفاده از قالب ماهیچه و ماسه فنلی و حرارت دادن براساس دستورالعمل‌ها و استانداردهای مربوطه

**شاخص‌ها:**
۱ـ پرکردن جعبه ماهیچه از مخلوط ماسه و در صورت نیاز قانجاق‌گذاری
۲ـ حرارت دادن قالب ماهیچه
۳ـ کیفیت نهایی ماهیچه

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:** (زمان ۷۵ دقیقه) ۱ـ کارگاه ریخته‌گری سالن ماهیچه‌گیری ۲ـ مواد مصرفی: مخلوط ماسه ماهیچه (با چسب فنل)، پوشان، پودر جدایش، قانجاق ۳ـ ابزار و تجهیزات: جعبه ماهیچه فلزی، ابزار اعمال پوشان و خشک کردن آن، دستگاه و تجهیزات حرارت دهی، ماشین ماهیچه‌گیری، زمان‌سنج، میکسررنگ، ابزار ماهیچه‌گیری شامل کارد تسمه و کوبه و ...، پودرپاش، ابزار خارج کردن ماهیچه، پودرپاش، ابزار انتقال ماهیچه
۴ـ تجهیزات ایمنی: دستکش، عینک، لباس کار، کلاه ایمنی، ماسک، کفش ایمنی و تجهیزات اطفاء حریق

**ابزار و تجهیزات:**
۱ـ ابزار ماهیچه‌گیری شامل: کارد تسمه، کوبه، برس و... ابزار اعمال پوشان مانند قلم مو، اسپری، پودرپاش، میکسر رنگ، ماشین‌آلات ماهیچه‌گیری، مشعل یا المنت، ابزار خشک‌کردن پوشان، ابزار خارج کردن ماهیچه، ابزار انتقال ماهیچه
۲ـ تجهیزات ایمنی: دستکش، ماسک، لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، عینک و تجهیزات اطفاء حریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | **پرکردن جعبه ماهیچه** | ۲ | |
| ۲ | **حرارت دادن جعبه ماهیچه** | ۲ | |
| ۳ | **خارج کردن ماهیچه** | ۱ | |
| ۴ | **پوشان‌دهی** | ۱ | |
| ۵ | **نگهداری ماهیچه** | ۱ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: ماسک، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، دستکش، عینک، لباس کار، تجهیزات اطفاء حریق<br>۲ـ نگرش: دقت کافی، علاقه به کار<br>۳ـ زیست‌محیطی: تهویه مناسب، جداسازی ضایعات حاصل از ماهیچه‌گیری از سایر زباله‌ها رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی غیرفنی: یادگیری نقش در تیم، مسئولیت‌پذیری | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۴

# ذوب فلزات





برای تولید قطعه به روش ریخته‌گری علاوه بر ساخت قالب نیاز به تهیه مذاب فلز است. با توجه به بالا بودن نقطه ذوب فلزات، عملیات ذوب در وسیله‌ای به نام کوره انجام می‌شود. کوره‌های ذوب با توجه به درجه حرارت کاری، ظرفیت و نحوه کارکرد دارای انواع مختلفی هستند. معمولاً برای ذوب فلز از شمش فلزات به همراه مواد کمک ذوب استفاده می‌شود. به این صورت که شمش فلز به همراه مواد کمک ذوب در کوره قرار داده شده و حرارت داده می‌شود تا کاملاً ذوب گردد. معمولاً در هنگام ذوب کردن فلز، سطح مذاب با محیط اطراف خود به خصوص اتمسفر کوره در تماس است. این موضوع سبب واکنش مذاب با محیط اطراف خود شده و سبب ایجاد ناخالصی‌هایی به صورت جامد و مایع داخل مذاب می‌شود. در صورت ریختن این مذاب به داخل قالب، ناخالصی‌ها وارد قالب و در نهایت وارد قطعه شده و سبب کاهش خواص قطعه می‌شوند. به همین منظور برای استفاده از مذاب در ریخته‌گری باید به طریقی ناخالصی‌ها از مذاب جدا شوند، که به آن سرباره‌گیری می‌گویند. معمولاً مرحله اول سرباره‌گیری مذاب درون کوره انجام می‌شود.

## واحد یادگیری ۴ــ۱

### شایستگی راه‌اندازی کوره

جهت راه‌اندازی و آماده‌سازی کوره مذاب لازم است که کلیه ملزومات و مواد اولیه در دسترس و آماده به کار باشد به همین منظور باید ابزار و تجهیزات راه‌اندازی و آماده‌سازی سالم، تمیز و دارای شرایط لازم جهت کار باشد.
در این واحد یادگیری ابتدا مواد اولیه شامل فروآلیاژها، مواد سرباره‌گیر ، گازززداها و ...، ابزار شامل ترموکوپل، شلاکه‌گیر، قالب نمونه‌گیر و .... و تجهیزات شامل پیشگرم‌کن، پاتیل و ... معرفی و مشخصات و کاربرد آنها توضیح داده می‌شود. سپس روش‌های آماده‌سازی هرکدام شامل تمیزکاری، کنترل کیفیت ظاهری، اطمینان از کارکرد و سلامت آنها توضیح داده خواهد شد سپس انواع کوره‌ها و روش راه‌اندازی آنها و همچنین نحوه شارژ کوره‌ها و اندازه‌گیری دمای مذاب توضیح داده شده و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

با استفاده از دستورالعمل و مواد اولیه شارژ براساس استانداردهای مرتبط، کوره راه‌اندازی و آماده ذوب‌دهی می‌گردد.

## پیش نیاز و یادآوری

آشنایی با حالت‌های ماده و دمای ذوب و انجماد انواع فلزات، مفهوم دما و حرارت

## راه‌اندازی کوره





به نظر شما مواد در طبیعت به چند حالت یافت می‌شوند؟ یخ، آب، بخار؛ کدام یک از حالت‌های مواد هستند؟
آیا یخ، آب و بخار قابل تبدیل به هم هستند؟
تبدیل یخ به آب چه نامیده می‌شود؟ تبدیل آب به یخ چه نامیده می‌شود؟
تبدیل آب به بخار آب چه نامیده می‌شود؟ تبدیل بخار آب به آب چه نامیده می‌شود؟
چه عاملی باعث تبدیل یخ به آب می‌شود؟ چه عاملی باعث تبدیل آب به یخ می‌شود؟
آیا یخ در دمای محیط (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) می‌تواند به آب تبدیل گردد؟ به چه علت؟
آیا آب در دمای محیط (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) می‌تواند به یخ تبدیل گردد؟ به چه علت؟
روغن جامد را چگونه به مایع تبدیل می‌کنند؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری راجع به یافتن پاسخ سؤالات فوق:** .....

دمای تبدیل آب به یخ چه نامیده می‌شود؟ دمای تبدیل یخ به آب چه نامیده می‌شود؟
فلزات در دمای محیط چه حالتی دارند؟ آیا فلزات با تغییر درجهٔ حرارت، تغییر حالت می‌دهند؟

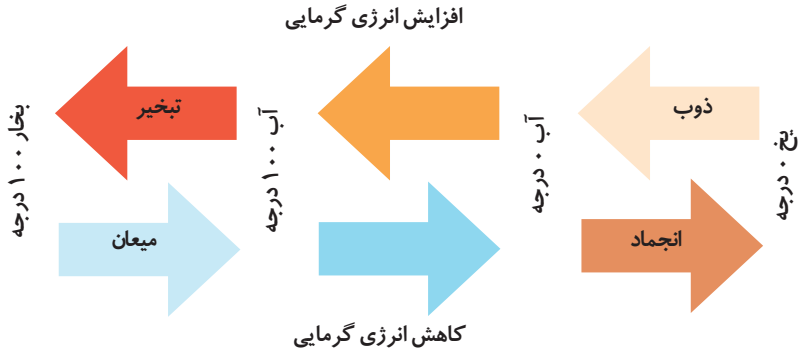
گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری راجع به یافتن پاسخ سؤالات فوق:** .....

### حالت‌های سه‌گانه ماده



اجسام از نظر فیزیکی به سه حالت جامد، مایع و گاز دیده می‌شوند. هر جسمی در شرایط طبیعی (محیط) فقط به صورت یکی از حالات سه‌گانه فوق وجود دارد و برای تبدیل حالت ماده، به یکی از حالات دیگر نیاز به صرف کار و انرژی است.
در شرایط معین اتم‌های ماده با یکدیگر در ارتباط‌اند و دارای انرژی معین و محدودی هستند. تغییرات این انرژی باعث تغییر حالت جسم و تغییر بعضی از خواص ماده می‌گردد. در شرایط محیط (فشار ۱ اتمسفر و دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) هر ماده‌ای به حالت معینی پایدار است. برای مثال آلومینیوم و آهن به صورت جامد، آب به صورت مایع و هوا به صورت گازند.




نمودار تغییر حالت آب بر اثر افزایش یا کاهش انرژی گرمایی

**انجماد:** تغییر حالت مایع به جامد را انجماد می‌نامند، دمایی را که در آن این تغییر حالت رخ می‌دهد دمای انجماد یا نقطهٔ انجماد می‌گویند.

**ذوب:** عکس عمل انجماد (تغییر حالت از جامد به مایع) را ذوب می‌گویند، دمایی را که در آن این تغییر حالت ایجاد می‌شود نقطهٔ ذوب می‌نامند.

تغییر حالت کلی در درجهٔ حرارت ذوب، مستلزم صرف انرژی حرارتی اضافی است. این انرژی باید توانایی جدا کردن اتم‌ها از یکدیگر را به فاصلهٔ کافی برای تبدیل ساختمانی جامد به مایع دارا باشد. چنین انرژی حرارتی را گرمای نهان گداز یا گرمای نهان ذوب می‌نامند. گرمای نهان گداز مقدار حرارتی است که واحد جرم مادهٔ خالص لازم دارد تا پس از رسیدن به درجهٔ حرارت ذوب بدون تغییر دما به مایع تبدیل گردد.

## انواع فلزات

چه نوع قطعات فلزی در اطرافتان وجود دارند؟ آیا همهٔ این قطعات از یک نوع فلز ساخته شده‌اند؟ این قطعات از چه نوع فلزی ساخته شده‌اند؟ چگونه می‌توان فلزات را دسته‌بندی کرد؟

فعالیت

**قطعات ذکر شده در جدول از چه نوع فلزی ساخته شده‌اند.**

| نام قطعه | درب و پنجره | میلگرد | شعله پخش‌کن گاز | کتری | سیم برق | قوطی نوشابه | قابلمه | قیچی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جنس قطعه | | | | | | | | |

فعالیت

**جدول زیر را کامل کنید.**

| فلز | آلومینیوم | مس | سرب | آهن | چدن | قلع | روی | منیزیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دمای ذوب (درجه سانتی‌گراد) | | | | | | | | |

به نظر شما حرارت لازم جهت ذوب یخ، روغن جامد، کره، شمع به چه وسیله‌ای تأمین می‌گردد؟
آیا برای ذوب کردن سرب یا قلع می‌توان از شعلهٔ اجاق گاز استفاده کرد؟ چرا؟ در مورد آلومینیوم، مس، روی و منیزیم چطور؟ آیا برای ذوب کردن آهن و چدن می‌توان از شعلهٔ اجاق گاز استفاده کرد؟ چرا؟
به نظر شما برای ذوب کردن فلزات از چه وسیله‌ای می‌توان استفاده کرد؟

فیلم آموزشی

**نحوهٔ ذوب فلزات مختلف مانند مس، آلومینیوم، آهن و چدن.**

## فلزات

از زمانی که بشر، فلز را شناخت، متالورژی را به عنوان یک علم و فنّاوری (تکنولوژی) فرا گرفت. به طور کلی به علم و تکنیک جدا کردن فلزات از سنگ معدن آنها و خالص کردن و تبدیل آنها به فراورده‌هایی که مورد نیاز و مصرف صنایع و بازار باشد، متالورژی یا فلزشناسی می‌گویند. فلزات دسته‌ای از مواد صنعتی هستند که خواص ویژه‌ای دارند. از نظر خواص فیزیکی به جز جیوه که مایع است بقیهٔ آنها در دمای محیط جامدند. همچنین قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی زیاد و دمای ذوب و جوش و جرم حجمی و سختی به نسبت بالایی دارند.

از نظر خواص مکانیکی، فلزات به طور کلی انعطاف‌پذیرند و قابلیت شکل‌پذیری، خاصیت چکش‌خواری، صیقل‌پذیری و مفتول شدن آنها زیاد است و در مقابل ضربه، فشار و کشش مقاوم‌اند. فلزات به دو گروه تقسیم می‌شوند:

### الف) فلزات آهنی

پرکاربردترین مواد صنعتی آلیاژهای آهنی هستند. آهن خالص، به تنهایی استحکام و سختی بالایی ندارد، در نتیجه کاربرد آهن خالص به تنهایی بسیار محدود است. بنابراین آنچه ما در اطراف خود از وسایل آهنی می‌بینیم (مثل میز، صندلی، در و پنجره، دوچرخه، موتور سیکلت، ماشین) در حقیقت از آلیاژهای آهن ساخته شده‌اند. آلیاژهای آهن در صنعت به دو صورت فولادها و چدن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عنصر اصلی تشکیل آلیاژهای آهنی، آهن و مهم‌ترین عنصر آلیاژی آن کربن است. مقدار کربن در فولادها، معمولاً بین ۰/۰۲۵ تا حدود ۲ درصد و در چدن‌ها بین ۲ تا ۶ درصد است، فولادها و چدن‌ها می‌توانند عناصرِ آلیاژیِ دیگری از جمله سیلیسیم، منگنز داشته باشند، که با توجه به کاربرد آنها در صنعت، به آنها افزوده می‌شود.

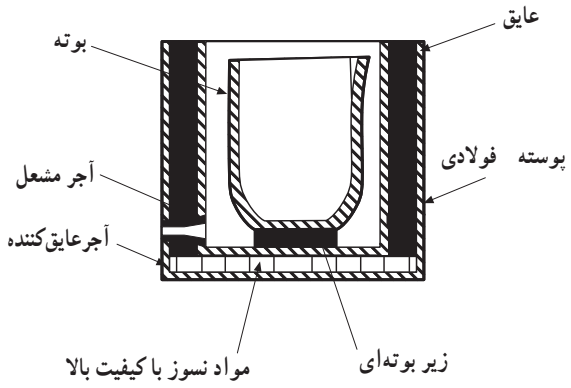
### ب) فلزات غیر آهنی

فلزات غیر آهنی عبارت‌اند از تمام فلزات و آلیاژهایی که بخش اصلی تشکیل‌دهندهٔ ترکیب آنها عنصری غیر از آهن باشد، که کاربرد متنوعی در صنعت دارند.

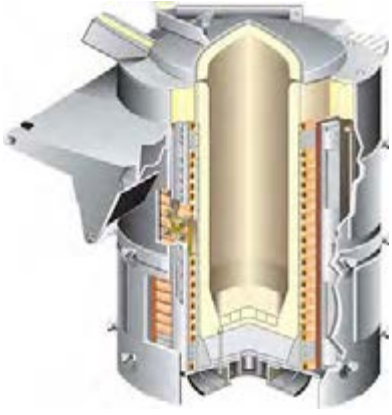
این فلزات عبارت‌اند از مس، قلع، سرب، برنج و فلزات سبک، مانند آلومینیوم، منیزیم، تیتانیوم.

جهت تبدیل فلز جامد به فلز مذاب نیاز است دمای فلز به‌وسیلهٔ حرارت دادن تا نقطهٔ ذوب افزایش یابد.

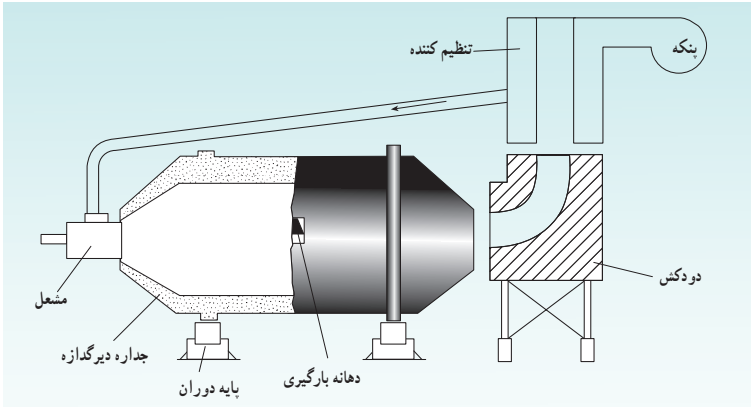
با توجه به اینکه نقطهٔ ذوب فلزات نسبتاً بالاست، عملیات ذوب آنها در تجهیزاتی به نام کوره انجام می‌شود، فلزات با توجه به نقطهٔ ذوبی که دارند، در کوره‌های متناسب با آن فلز ذوب می‌شوند.




کوره بوته‌ای



کوره القایی

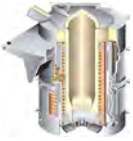
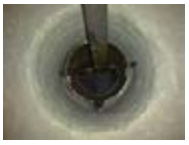



کوره دوار

## ابزار و تجهیزات ذوب

به شکل‌های زیر توجه کنید. به صورت بحث گروهی نام ابزار را بیان کنید و کاربرد آنها را بنویسید.

| | | | |
|---|---|---|---|
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |

| | | | |
|---|---|---|---|
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |
| تصویر |  |  |  |
| نام و کاربرد | ..... | ..... | ..... |

جهت راه‌اندازی کوره و اجرای عملیات ذوب فلز به ابزار و تجهیزات خاصی نیاز است که عبارت‌اند از:

## ابزار ذوب

۱ **ملاقه:** وسیله‌ای است برای حمل مذاب در حجم کم از کوره و ریختن آن به درون قالب. جنس ملاقه از فولاد است و نوع چدنی آن برای نمونه‌گیری فلزات آهنی به کار می‌رود.

۲ **شلاکه‌گیر:** برای سرباره‌گیری فلزات غیر آهنی از کفگیر استفاده می‌شود. جنس آن فولادی است و از یک صفحهٔ سوراخ‌دار و دستهٔ بلند تشکیل شده است. برای سرباره‌گیری فلزات آهنی از وسیله‌ای به نام سرباره‌گیر استفاده می‌شود جنس آن فولادی است و نوع دسته بلند آن در کورهٔ دوّار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ **کلاهک خوراک‌دهنده:** وسیله‌ای است برای وارد کردن مواد گاززدا، سرباره‌زا و ... به درون مذاب. از یک دستهٔ بلند و یک کلاهک مشبک تشکیل شده است. از نوع فولادی آن برای فلزات و آلیاژهای غیر آهنی و از نوع چدنی آن برای آلیاژهای آهنی استفاده می‌شود.

۴ **شارژکن:** برای افزودن مواد شارژ به بوته یا کوره، جابه‌جایی قطعات ریخته‌شده و جدا کردن آنها از ماسه، از انبر یا مگنت دستی، استفاده می‌شود.

۵ **ابزار اعمال پوشان**

ـ **قلم‌مو و اسفنج:** از قلم‌مو و اسفنج برای پوشش دادن ابزار تهیهٔ مذاب، مانند شلاکه‌گیر، نمونه‌گیر و ... استفاده می‌شود.

همچنین می‌توان برای پوشش دادن ابزار تهیهٔ مذاب از روش غوطه‌ورسازی استفاده کرد، به این صورت که ابزار را در درون ظرفی پر از پوشان فرو می‌برند و سپس آن را خشک می‌کنند.

**۶ دستگاه توزین**

**۱ـ باسکول:** از باسکول جهت توزین قطعات سنگین و مواد شارژ، نظیر شمش‌ها استفاده می‌شود و تشکیل شده از یک کفهٔ مستوی و اهرم شاخص با دقت در حد ۱۰۰ گرم.

**۲ـ ترازوی دو کفه‌ای:** از ترازوی دو کفه‌ای جهت توزین مواد افزودنی تا ۱۰ کیلوگرم استفاده می‌شود.

**۳ـ ترازوی یک کفه‌ای:** از ترازوی یک کفه‌ای جهت توزین مواد تا ۵ کیلوگرم استفاده می‌شود.

**۷ ابزار خشک کردن پوشان:** برای خشک کردن سطوح قالب و ابزار تهیهٔ مذاب، از کپسول گاز به همراه مشعل استفاده می‌شود.

**تجهیزات ذوب‌سازی و ذوب‌ریزی**

**۱ جرثقیل:** برای حمل و جابه‌جایی پاتیل یا بوته یا تجهیزات دیگر به کار می‌رود و در دو نوع سقفی و دروازه‌ای کاربرد دارد.

**۲ پیشگرم‌کن:** کپسول گاز با مشعل یا دستگاه پیشگرم‌کن برای گرم کردن پاتیل، بوته، ابزار و مواد شارژ (قبل از استفاده) و تجهیزات حرارتی برای خشک کردن مواد مصرفی (در صورت نیاز) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۳ شارژکن:** برای افزودن مواد شارژ به بوته یا کوره، جابه‌جایی قطعات ریخته‌شده و جدا کردن آنها از ماسه، از انبر یا مگنت دستی، استفاده می‌شود.

**۴ پاتیل:** از پاتیل جهت حمل و نقل مذاب از کوره به محل بارریزی استفاده می‌شود. پاتیل به صورت ظرف استوانه‌ای‌شکل است و داخل آن با مواد نسوز پوشیده شده است.

**۵ بوته:** بوته برای ذوب فلزات به کار می‌رود و از جنس گرافیت یا سیلیسیم کاربید است و در ابعاد و اندازه‌های مختلف و بر حسب مقدار ذوب داخل آن، نام‌گذاری می‌شود.

## مواد اولیه جهت ذوب فلز

آیا برای تهیهٔ کیک فقط از یک ماده استفاده می‌شود؟ چرا؟ مواد لازم برای پخت کیک را نام ببرید؟ در صورتی که یکی از این مواد اولیه افزوده نشود چه اتفاقی می‌افتد؟

به نظر شما برای تهیهٔ مذاب، تنها از یک مادهٔ اولیه استفاده می‌شود؟ چرا؟

به شکل صفحهٔ بعد توجه کنید.

به صورت بحث گروهی، نام مواد اولیهٔ زیر را بیان کنید و کاربرد آنها را بنویسید.

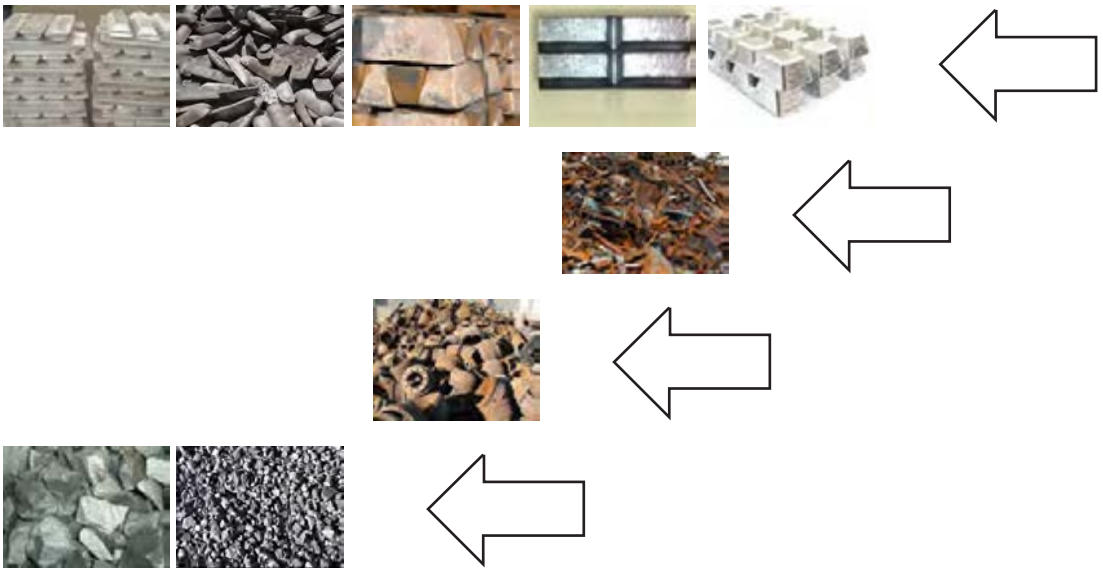
به نظر شما، برای ساخت ذوب یک فلز از چه موادی استفاده می‌شود؟

به نظر شما برای ساخت ذوب آلومینیوم یا چدن تنها از شمش آنها استفاده می‌شود؟

گفتگو کنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری راجع به مواد اولیه برای تهیه مذاب در کوره:** .....

برای تهیهٔ مذاب آلومینیوم از چه موادی استفاده می‌شود؟ برای تهیهٔ مذاب چدن چطور؟



## مواد اولیه ذوب‌سازی

### شمش

| | |
|---|---|
| **شمش چدن:** برای تهیهٔ مذاب چدن و آلیاژهای آن به‌کار می‌رود. |  |
| **شمش آلومینیوم:** برای تهیهٔ مذاب آلومینیوم و آلیاژهای آن به‌کار می‌رود. |  |
| **شمش مس:** برای تهیهٔ مذاب مس و آلیاژهای آن به‌کار می‌رود. |  |
| **شمش روی:** برای تهیهٔ مذاب آلیاژهای روی (زاماک)، برنج و آلیاژهای برنز و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. |  |
| **شمش قلع:** برای تهیهٔ مذاب آلیاژهای مس (مفرغ، برنز و...) به‌کار می‌رود. |  |

**قراضه:** به ضایعات فلزی حاصل از منابع خانگی، عمومی و صنعتی از جنس آهن، فولاد، آلومینیوم و مس، که در تهیهٔ مذاب و آلیاژهای مربوطه به کار می‌رود، قراضه می‌گویند.
**برگشتی:** به اضافات ذوب، سرریزها، قطعات معیوب ریختگی، راهگاه و تغذیه، که مجدداً ذوب می‌گردد، برگشتی می‌گویند.

### افزودنی‌ها

ـ به طور کلی فلزات در حالت خالص درجهٔ سختی و استحکام کمتری دارند. لذا یکی از راهکارهای متداول و معمول برای افزایش خواص مکانیکی فلزات اضافه کردن عناصرِ دیگر (عناصر آلیاژی) و افزودنی‌های دیگر مانند گاززداها و .... به مذاب آنهاست. برای مثال با افزایش حدود ۴۰ درصد نیکل به مذاب مس، سختی آن دو برابر و استحکام آن نیز بیش از ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. مثال دیگر، افزودن قرص دگازر به مذاب آلومینیوم، جهت خارج کردن گاز هیدروژن ازمذاب آلومینیوم است.

برخی از فروآلیاژها که برای آلیاژهای آهنی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

| | | | |
|---|---|---|---|
| فروسیلیس |  | فرومنگنز |  |
| فروسیلیکو منیزیم |  | فروکروم |  |
| فرو نیکل |  | فرو مولیبدن |  |

**آمیژان (هاردنر):** آلیاژ با ترکیب ۵۰ ـ ۵۰ از فلز با نقطهٔ ذوب پایین با فلز با نقطهٔ ذوب بالاست، جهت اضافه کردن به مذاب برای آلیاژسازی. مانند اضافه کردن مس به مذاب آلومینیوم یا اضافه کردن آلومینیوم به مذاب مس.

## روش‌های خشک کردن مواد اولیه

حجم آب در حالت مایع بیشتر است یا در حالت بخار (گاز)؟ حجم آب پس از تبخیر چند برابر می‌شود؟
اگر در ظرفی که حاوی روغن داغ است یک قطره آب اضافه شود چه اتفاقی می‌افتد؟ به نظر شما اگر یک قطره آب در درون مذاب فلز باشد چه اتفاقی می‌افتد؟
در صورتی که ابزار و مواد اولیهٔ مورد استفاده در مذاب مرطوب باشد چه اتفاقی می‌افتد؟

فیلم آموزشی

**استفاده از ابزار و مواد اولیه مرطوب در مذاب.**

به نظر شما برای از بین بردن رطوبت ابزار و مواد اولیهٔ مورد استفاده در مذاب چه باید کرد؟ از چه روش‌ها و ابزاری می‌توان استفاده کرد؟

**خطرات ناشی از مرطوب بودن ابزار و مواد**

خشک بودن ابزار و مواد اولیه در تهیهٔ مذاب با کیفیت و جلوگیری از ایجاد حوادث احتمالی بسیار مهم است. وجود رطوبت در مواد اولیه و ابزار سبب می‌شود که در هنگام تماس با مذاب، رطوبت تبخیر و باعث پاشش مذاب می‌گردد. در این صورت ممکن است، علاوه بر ایجاد عیوب در قطعهٔ ریخته‌شده صدمات جانی نیز ایجاد کند.

به طور مثال در کارخانجات ریخته‌گری، وجود رطوبت در مواد اولیه و ابزار ذوب باعث پاشش مذاب در حجم زیاد و صدمات جانی جبران‌ناپذیری خواهد شد.

**روش‌های خشک کردن ابزار و مواد اولیه**

معمولاً با استفاده از مشعل و کورهٔ پیشگرم می‌توان ابزار و مواد اولیهٔ ذوب سازی را در صورت لزوم خشک کرد. باید دقت شود حرارت به حدی نباشد که در سطح مواد اولیه اکسیداسیون ایجاد شود.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

## آماده کردن مواد اولیه و تجهیزات ذوب (کار کارگاهی)

کار عملی

**آماده‌سازی مواد اولیه**

۱ شمش‌ها، قراضه‌ها، فروآلیاژها را با توجه به نوع و اندازهٔ آنها، با ابزار مناسب (انبر، مگنت، جرثقیل و...)جداسازی کنید و در مکان‌های نشانه‌گذاری شده قرار دهید. دقت شود محل انباشت مواد اولیه باید خشک و دور از رطوبت باشد.

کار عملی

**آماده‌سازی و کار با ابزار و تجهیزات**

**جرثقیل:** ابتدا بار را به صورت صحیح و ایمن به قلاب جرثقیل متصل کنید، سپس با استفاده از کنترل یا به صورت دستی، بار را به صورت عمودی به سمت بالا منتقل کنید و در جهت‌های مختلف حرکت دهید.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین حمل بار، دقت شود بار به اشخاص و محیط اطراف برخورد نکند و مسیر حرکت کاملاً باز باشد.

**دستگاه توزین:** ابتدا دستگاه را کالیبره کنید، سپس مواد مورد نظر را به میزان لازم توزین نمایید.

**ابزار خشک کردن پوشان:** ابتدا مشعل را به کپسول گاز، به صورت صحیح متصل کنید و پس از اطمینان از نداشتن نشتی گاز از محل اتصال، مشعل را روشن نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** از بسته بودن شیر مشعل، قبل از باز نمودن شیر گاز، اطمینان حاصل کنید و دقت کنید قبل و بعد از روشن کردن مشعل، شعله به طرف اشخاص نباشد و از محکم بودن بست شیلنگ رابط اطمینان حاصل نمایید.

**پیشگرم کن:** ابتدا از کارکرد صحیح فن دستگاه و جرقه‌زن اطمینان حاصل کنید، سپس شیر گاز را باز و دستگاه را روشن کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین روشن کردن دستگاه، فاصلهٔ مناسب را رعایت کنید.

**پاتیل:** ابتدا به‌وسیلهٔ دیلم، مواد زائد درون و اطراف دهانهٔ خروج مذاب پاتیل را کاملاً تمیز کنید، سپس آن را با ابزار مناسب در زیر پیشگرم‌کن قرار دهید تا جهت بارریزی به دمای مورد نظر برسد.

⚠ **نکات ایمنی:** استفاده از عینک، ماسک شیشه‌ای صورت (در صورت گرم بودن پاتیل)، دستکش چرمی نسوز و ماسک تنفسی در حین نظافت پاتیل الزامی است.

**ملاقه، شلاکه‌گیر و کلاهک خوراک‌دهنده:** ابتدا ابزار فوق را از مواد زائد (شلاکه، ذوب و ...) پاک نمایید و به روش غوطه‌وری یا با استفاده از قلم‌مو، پوشان مناسب را بر روی آنها اِعمال و آنها را با مشعل خشک کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین پوشان‌دهی و خشک کردن ابزار، استفاده از ماسک تنفسی الزامی است.

**توجه:** نکات ایمنی کار با مشعل را رعایت کنید.

**خشک کردن مواد اولیه:** هنگام استفاده از مواد اولیه، از خشک بودن آنها اطمینان حاصل کنید. در صورت مرطوب بودن، از ابزار خشک‌کن مانند مشعل، آون و ... استفاده نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** دستورالعمل روش کار با دستگاه آون رعایت گردد.

**توجه:** نکات ایمنی کار با مشعل را رعایت کنید.

فعالیت

**ملاقه و شلاکه‌گیر را نظافت نمایید و پوشان مناسب را به آنها اِعمال کنید و سپس آنها را خشک کنید.**

فعالیت

**پاتیل یا بوتهٔ حمل مذاب را از مواد زائد پاک و پیشگرم نمایید.**

فعالیت

**دستگاه توزین را کالیبره کنید، سپس مقدار ۵ کیلوگرم فروسیلیس، ۱۰ کیلوگرم فرو منگنز و ۵۱ کیلوگرم شمش آلومینیوم را وزن نمایید.**

### ارزشیابی آماده کردن مواد اولیه و تجهیزات:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی مواد اولیه | ۰ـ۵ | |
| | آماده‌سازی و کار با ابزار و تجهیزات | ۰ـ۵ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به‌کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوهٔ روشن کردن کوره

منبع تامین حرارت کوره‌های ذوب چیست؟ آیا با یک کوره می‌توان تمام فلزات را ذوب کرد؟ چرا؟
برای ذوب یک فلز با مقدار مشخص می‌توان از هر کوره‌ای استفاده نمود؟

فیلم آموزشی

**انواع کوره‌های ذوب فلزات و نحوهٔ روشن کردن آنها.**

به نظر شما، چند نوع کوره وجود دارد؟ و بر چه اساس تقسیم‌بندی می‌شوند؟
آیا شرایط اقتصادی در انتخاب نوع کوره مؤثر است؟
آیا مسائل زیست محیطی در انتخاب نوع کوره مؤثر است؟
آیا نوع فلز در انتخاب نوع کورهٔ مناسب مؤثر است؟ برای فلزات با نقطهٔ ذوب بالا کدام یک از کوره‌ها مناسب‌تر است؟
برای ذوب فلزات با نقطهٔ ذوب پایین کدام یک از کوره‌ها مناسب‌تر است؟ آیا وزن فلز ذوب‌شونده در انتخاب نوع کوره مؤثر است؟ با توجه به موارد ذکر شده برای انتخاب کورهٔ مناسب چه عواملی در نظر گرفته می‌شود؟

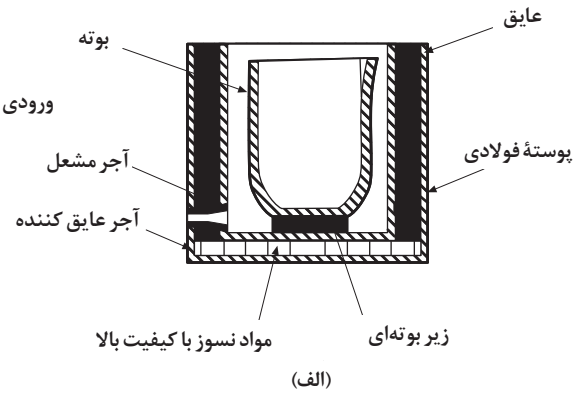
معیارهای اصلی در انتخاب کورهٔ مناسب عبارتند از:

۱. نوع آلیاژ؛
۲. دمای ذوب لازم؛
۳. مقدار ذوب؛
۴. سرعت ذوب شدن؛
۵. مسائل اقتصادی.

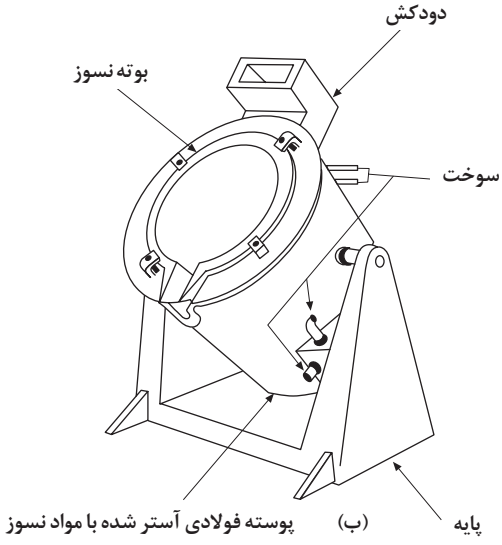
### کوره‌های مورد استفاده در صنعت ذوب و ریخته‌گری

**کوره‌های بوته‌ای:** این کوره‌ها، ساده‌ترین و قدیمی‌ترین نوع از کوره‌های ذوب فلزات‌اند. کوره‌های بوته‌ای معمولاً به دو صورت ثابت و گردان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سوخت مناسب برای کوره‌های بوته‌ای، سوخت‌های فسیلی(مایع و گاز) است. در میان سوخت‌های مایع، گازوئیل و مازوت و در میان سوخت‌های گازی، گاز شهری به طور وسیع‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چند مازوت یا نفت کوره از گازوئیل ارزان‌تر است و از ارزش حرارتی بیشتری نیز نسبت به آن برخوردار است، ولی به دلیل گرانروی یا ویسکوزیتهٔ بیشتر، به هنگام استفاده باید پیشگرم گردد (ویسکوزیته مقدار مقاومتی است که یک سیال نسبت به جاری شدن از خود نشان می‌دهد).



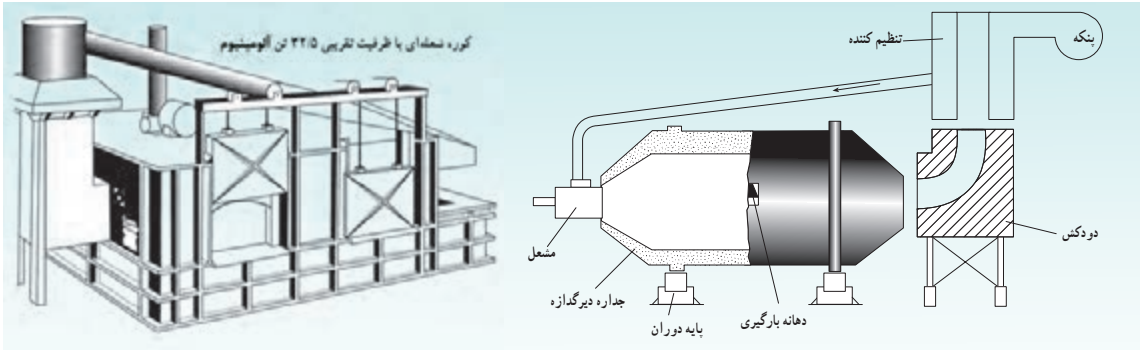
(الف)



(ب)

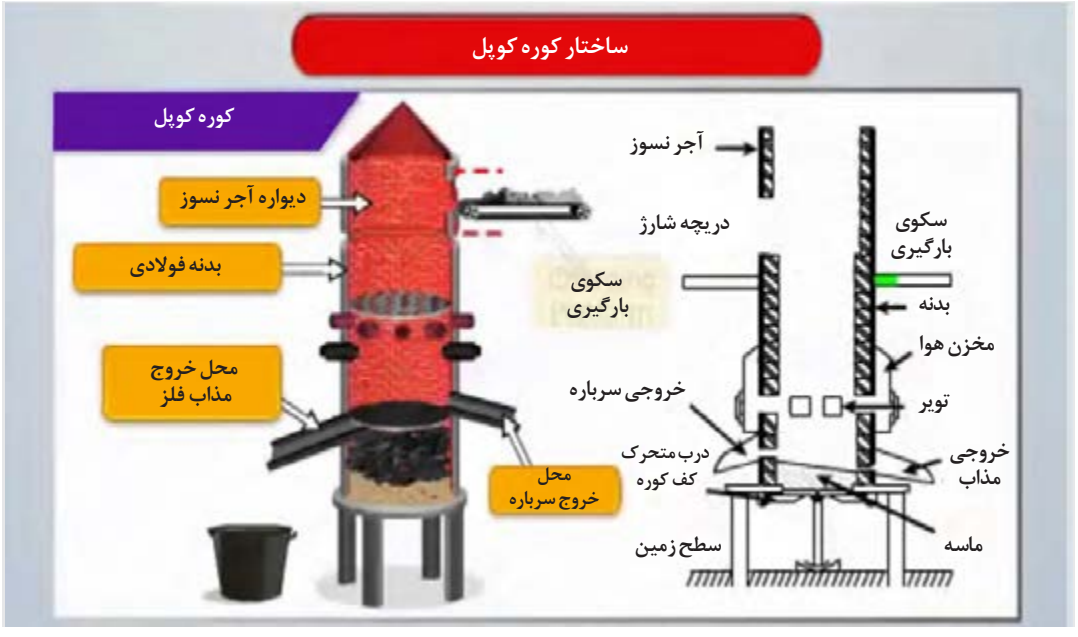
**کوره‌های تشعشعی:** در این نوع کوره‌ها، شعله به صورت جریانی از روی سطح شارژ عبور می‌کند و در اثر تشعشع شعله، شارژ ذوب می‌گردد. کوره‌های تشعشعی (انعکاسی) معمولاً در دو نوع ثابت و دوار (کوره در حین عملیات ذوب، دَوَران و چرخش دارد) مورد استفاده قرار می‌گیرند. کورهٔ تشعشعی ثابت برای ذوب فلزات و آلیاژهای غیرآهنی به کار می‌رود.

کورهٔ تشعشعی نوع دوار به طور گسترده برای ذوب چدن، با ظرفیت‌های ۳۰۰ کیلوگرم به بالا به کار می‌رود.




**کوره کوپل:** در این کوره، ذوب به صورت مداوم و به طوری تهیه می‌گردد که مواد اولیه از قسمت بالا به داخل کوره شارژ می‌شود و پس از ذوب شدن، از قسمت پایین خارج می‌گردد. کورهٔ کوپل به طور وسیعی برای ذوب چدن‌ها در صنعت ریخته‌گری به کار می‌رود. شارژ این کوره‌ها شامل برگشتی انواع چدن‌ها، به همراه قراضهٔ آهن و شمش چدن به دست آمده از کورهٔ بلند است.

سوخت این کوره‌ها، عمدتاً از کک و در برخی از موارد سوخت‌های گازی است. گفتنی است هرچند در این کوره‌ها، به دلیل تماس مستقیم مواد شارژ، راندمان حرارتی آن در مقایسه با کوره‌های با سوخت فسیلی، بالاست، ولی کنترل ترکیب شیمیایی آن دشوارتر است.





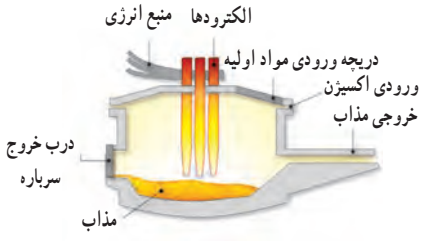
## کوره‌های الکتریکی:

**الف) کوره‌های مقاومتی(مقاومت فلزی یا گرافیتی)**

از این کوره‌ها در صنعت ذوب فلزات غیرآهنی و همچنین در عملیات حرارتی فلزات آهنی و غیرآهنی استفاده می‌شود.

**ب) کوره‌های قوس الکتریک:**

این کوره‌ها عمدتاً در صنعت ذوب فولاد به‌کار می‌رود، به گونه‌ای که ۸۰ درصد از فولادهای تولیدی در دنیا و کمتر از پنج درصد از چدن‌ها در این کوره‌ها ذوب می‌شوند. مزیت استفاده از این کوره‌ها در ذوب فولاد امکان تصفیهٔ مذاب (گاززدایی، آخال‌زدایی و حذف عناصر ناخواسته) و ایجاد سرباره مناسب است. زیرا در این کوره‌ها، نسبت سطح مذاب به حجم آن بیشتر است و در نتیجه عمل تصفیه به طور بسیار وسیعی صورت می‌گیرد. ظرفیت کوره‌های قوسی بین ۱ تا ۱۰۰ تن متغیر است.




**نحوهٔ کار کوره‌های قوس الکتریک:** اختلاف پتانسیل بالا بین الکترودها هوا را یونیزه می‌کند و این هوای یونیزه شده هادی جریان می‌گردد و با انتقال جریان بین الکترودها، تخلیهٔ الکتریکی ایجاد می‌شود، که نتیجهٔ آن قوس است و سبب ذوب شارژ می‌گردد. الکترود گرافیتی به دلیل دمای ذوب بالا (۳۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) ذوب نمی‌شود. در کوره‌های قوس، معمولاً ۳ الکترود وجود دارد که ۲ عدد از آنها قوس می‌زند و دیگری خنک می‌شود.

الکترودهای کوره‌های قوس مادام‌العمر نیستند و عواملی همچون اکسیداسیون، برخورد الکترود با شارژ یا سربارهٔ غیرسیال و نصب غیرصحیح و ... می‌توانند در کاهش عمر آنها تأثیرگذار باشند.

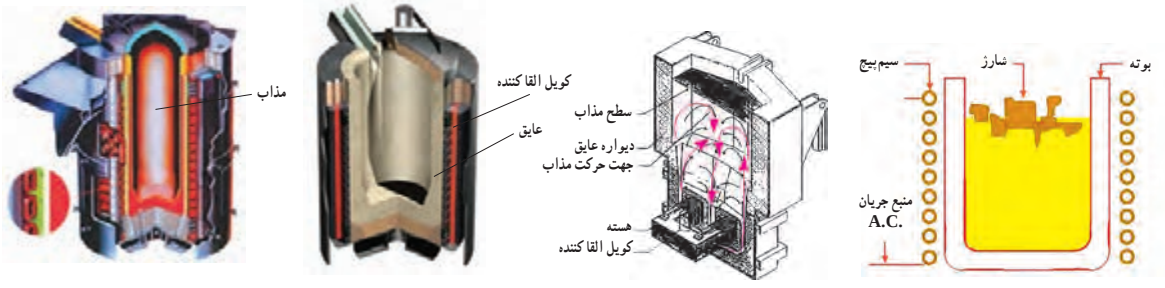
## کوره‌های القایی

در این کوره‌ها، حرارت لازم برای ذوب فلز، از طریق ایجاد جریان القاییِ حاصل از میدان الکترومغناطیسی تأمین می‌گردد.

کوره‌های القایی بر حسب نوع کاربرد به سه دسته تقسیم می‌شوند:

**الف) کوره‌های ذوب القایی:**

در کوره‌های ذوب القایی کویل القاکنندهٔ جریان الکتریکی که به شکل لوله‌های آبگرد مسی است، در اطراف بوتهٔ ذوب قرار گرفته است. نحوهٔ کار کوره‌های القایی بسیار شبیه به ترانسفورماتوری است که شامل سیم‌پیچ اولیه و ثانویه است. سیم‌پیچ اولیه همان کویل مسی و سیم‌پیچ ثانویه همان شارژ داخل کوره است.




کوره القایی بدون هسته

کوره القایی هسته دار

**۱ کوره‌های ذوب القایی با فرکانس شبکه(پایین)**

فرکانس این کوره‌ها حدود ۵۰ هرتز است و به دلیل نیاز نداشتن به مولد یا ژنراتور برای تولید برق با فرکانس بالا، هزینهٔ سرمایه‌گذاری پایینی دارد و از آن در گذشته به طور وسیعی در صنایع ریخته‌گری استفاده می‌شد. سرعت تولید آنها یک‌چهارم کوره‌های فرکانس متوسط است و به همین دلیل ساخت آنها در دو دههٔ اخیر بسیار کم شده‌است (هنوز در صنعت از تعداد زیادی از این کوره‌ها استفاده می‌شود).

در این کوره‌ها به دلیل افزایش قابلیت به هم خوردن و تلاطم مذاب، در مقایسه با کوره‌های با فرکانس بالا افزودن شارژ به طور مطلوب‌تری، صورت می‌گیرد.

جهت ذوب‌سازی در این کوره‌ها لازم است مقداری ذوب در بوته وجود داشته باشد.

**۲ کوره‌های ذوب القایی با فرکانس متوسط**

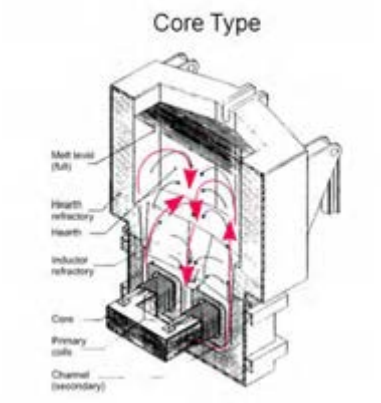
فرکانس برق القا شده در این کوره‌ها بین ۱۵۰ الی ۵۰۰۰ هرتز است (برای چدن‌ها بین ۲۰۰ الی ۲۵۰ هرتز و برای فولادها بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هرتز). این کوره‌ها نسبت به کوره‌های با فرکانس شبکه نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بیشتری دارند. کار با این کوره‌ها ساده و سرعت ذوب‌سازی آنها بالاست. این کوره‌ها را بدون نیاز به وجود مذاب اولیه می‌توان در بوته از حالت سرد به کار انداخت که از مزیت‌های این کوره‌ها به شمار می‌آید. این کوره‌ها بیشتر جهت تهیهٔ چدن‌ها و فولادهای مخصوص به کار می‌روند.

**۳ کوره‌های ذوب القایی با فرکانس بالا**

فرکانس در این کوره‌ها بیش از ۵۰۰۰ هرتز است. از این کوره‌ها برای ذوب سریع نمونه‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود.

**ب) کوره‌های نگهدارنده:**

این کوره‌ها صرفاً برای نگهداری ذوب و افزایش فوق ذوب به کار می‌روند و برای تولید ذوب کاربردی ندارند. این کوره‌ها تا ظرفیت‌های ۱۰۰ تن نیز ساخته شده‌اند.




**۱ کوره‌های نگهدارنده فرکانس شبکه**

از کوره‌های نگهدارنده فرکانس شبکه جهت نگهداری مذاب چدن‌ها استفاده می‌گردد و آنها به دو دسته کوره‌های هسته‌دار یا کانالی و کوره‌های بدون هسته با کویل کوتاه تقسیم می‌شوند.

**۲ کوره‌های نگهدارندهٔ فرکانس بالا**

از این کوره‌ها، که معمولاً فرکانس ۵۰۰ الی ۶۰۰ هرتز دارند، جهت ذوب براده‌ها و پلیسه‌ها استفاده می‌شود. در صورت استفاده از براده و پلیسه در کوره‌های دیگر، حجم سرباره بالا می‌رود و در مذاب، آخال تولید می‌کند.

**ج) کوره‌های ذوب‌ریز (pouring)**

از این کوره‌ها که دارای فرکانس شبکه‌اند، اغلب برای ریخته‌گری چدن‌ها استفاده می‌گردد و به دو دسته هسته‌دار یا کانالی و بدون هسته تقسیم می‌شوند.

**راه‌اندازی کوره‌ها:**

کوره‌های الکتریکی مانند القایی، قوس الکتریک و ... به‌وسیلهٔ دکمهٔ استارت روشن می‌شوند. لازم است قبل از شروع، با توجه به دستورالعمل راه‌اندازی کوره، قسمت‌های مختلف آن مانند فشار آب کوئل، دیوارهٔ نسوز و ... کنترل شوند. همچنین پس از فشردن دکمهٔ استارت در توان پایین نسبت به شارژ کردن کوره اقدام گردد.

در کوره‌های دوار و زمینی نیز باید ابتدا با توجه به دستورالعمل راه‌اندازی، نسبت به کنترل قسمت‌های مختلف کوره (وضعیت نسوز، بوته، سوخت مورد نیاز و ...) اقدام کرد سپس کوره را روشن نمود.

## روشن کردن کوره (کار کارگاهی)

فعالیت کارگاهی



**راه‌اندازی کوره‌ها**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

**الف) کوره‌های زمینی:**

۱ قسمت‌های مختلف کوره (دیواره نسوز، بوته، سوخت و ...) را مطابق با دستورالعمل، کنترل کنید و در صورت وجود مغایرت، گزارش لازم را جهت رفع عیب آن ارائه نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ کوره از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

۲ بوته با شارژ شمش و برگشتی (به میزان لازم و مناسب) را با استفاده از انبر طوق در کوره قرار دهید.

۳ شیر مربوط به سوخت را باز کنید.

۴ پس از رسیدن سوخت به درون کوره، آن را مشتعل کنید.

۵ دستگاه ونتیلاتور را روشن کنید. در این حالت دریچهٔ هوای دستگاه باید کم باز باشد تا هوای کمتری وارد کوره شود. با گرم شدن تدریجی کوره مقدار سوخت و هوا را اضافه کنید تا شعله تنظیم شود.

**توجه:** در صورتی که کوره گازی باشد، عمل روشن کردن کوره با باز نمودن شیر گاز و زدن کلید برق انجام می‌گیرد.

**کوره‌های دوار**

۱ قسمت‌های مختلف کوره (دیوارهٔ نسوز، بوته، سوخت و ...) را مطابق با دستورالعمل، کنترل کنید و در صورت وجود مغایرت، گزارش لازم جهت رفع عیب آن را ارائه نمایید.

۲ شعلهٔ افروخته‌ای را به وسیلهٔ مشعل گاز جلوی فارسونگا قرار دهید.

۳ شیر سوخت را باز کنید و ونتیلاتور را روشن نمایید تا سوخت مشتعل شود و شعلهٔ آن وارد کوره گردد. با توجه به رنگ شعلهٔ خروجی از دهانهٔ شارژ، با کم و زیاد کردن مقدار سوخت و هوا، شعله را تنظیم کنید.

۴ بعد از روشن کردن کوره برای افزایش عمر جدارهٔ نسوز و کاهش اکسید شدن شارژ، قبل از شارژ کردن کوره، آن را خوب پیشگرم کنید (حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه).

۵ پس از آنکه جدارهٔ نسوز داخلی کوره کاملاً داغ شد کوره را خاموش کنید. بعد، دودکش را از جلوی دهانهٔ شارژ کنار بزنید و مواد شارژ را داخل کوره قرار دهید و دودکش را به حالت اول برگردانید.

۶ به فاصله‌های زمانی معین، حدود ۵ تا ۱۵ دقیقه، کوره را نیم دور چرخش دهید و پس از نرم شدن و شروع به ذوب اولیهٔ شارژ، کوره را در حالت دور کامل قرار دهید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ کوره، از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** برای روشن کردن کوره، از دستکش نسوز استفاده کنید و مراقب باشید مشعل را به سمت افراد دیگر نگیرید.

**کوره‌های القایی**

۱ قسمت‌های مختلف کوره (فشار آب، دیواره نسوز و ...) مطابق با دستورالعمل کنترل شود و در صورت وجود مغایرت گزارش آن جهت رفع عیب ارائه گردد.

⚠ **نکات ایمنی:** از دست زدن به قسمت‌های مختلف کوره جهت جلوگیری از برق‌گرفتگی خودداری کنید.

۲ شارژ اولیهٔ کوره را با استفاده از آهن قراضه، شمش، بلوکه استارت و پولکی انجام دهید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ کوره، از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

۳ کلید برق کوره را استارت کنید و توان کوره را از حداقل به تدریج افزایش دهید تا بلوک استارت ذوب شود.

فعالیت کارگاهی

**مطابق با دستورالعمل کورهٔ زمینی، دوار و الکتریکی را کنترل کنید و نسبت به شارژ و روشن کردن کوره اقدام نمایید.**

### ارزشیابی روشن کردن کوره:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | کنترل قسمت‌های مختلف کوره | ۰ـ۳ | |
| | راه‌اندازی کوره‌ها | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی وتوجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوه شارژ کوره

برای تهیهٔ مناسب مذاب در کوره باید مواد اولیه به درستی در کوره قرار داده شوند.

فیلم آموزشی

**نحوهٔ شارژ کردن مواد اولیه، شامل شارژ فلزی، مواد کمک ذوب و عناصر آلیاژی در کوره.**

به نظر شما، چند نوع مواد شارژ وجود دارد؟

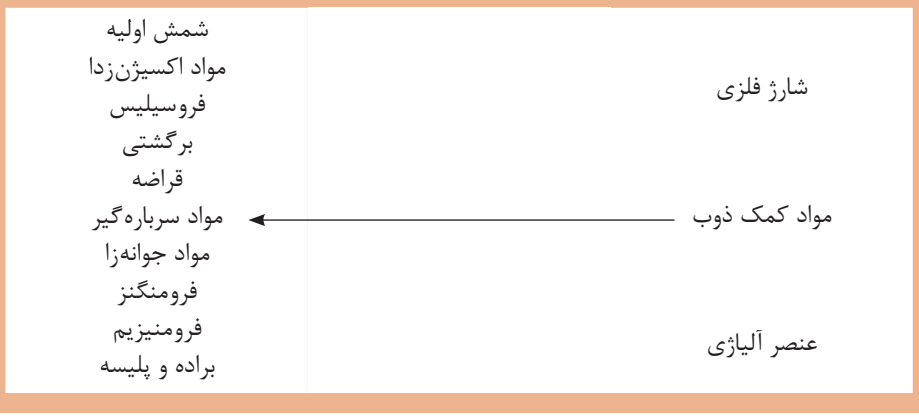
شارژ فلزی شامل چه موادی است؟

مواد کمک ذوب شامل چه موادی است؟

عناصر آلیاژی به چه منظور اضافه می‌شوند؟ به نظر شما آیا می‌توان همهٔ مواد لازم را جهت تهیهٔ مذاب با هم شارژ نمود؟ چرا؟

فعالیت

**موارد مرتبط را با فلش به هم متصل نمایید.**




کلیهٔ موادی را که جهت رسیدن به آنالیز با کیفیت مشخص به کوره یا پاتیل افزوده می‌شود، شارژ کوره گویند و همچنین به قرار دادن مواد ذوب (فلزات و آلیاژها) در داخل بوته یا کوره شارژکردن گفته می‌شود.

### انواع مواد شارژ

در تهیهٔ مذاب فلزات از شمش‌های اولیه، شمش‌های ثانویه، آلیاژسازها، قراضه‌ها، برگشتی‌ها و مواد افزودنی استفاده می‌شود.

ـ **شمش‌های اولیه:** قطعاتی هستند که، بر حسب نوع فلز در جرم معین، از مواد اولیه (سنگ معدن) تهیه می‌شوند. این شمش‌ها معمولاً درجهٔ خلوص زیادی دارند ولی عناصر ناخواسته و ناخالصی‌های آن تقریباً به حدود ۱ درصد یا بیشتر می‌رسد. این شمش‌ها مستقیماً از روش استخراجی تهیه می‌شوند.

ـ **شمش‌های ثانویه:** این شمش‌ها دارای ترکیب مشخص و معین‌اند و از ذوب و تصفیهٔ قراضه‌ها یا از ذوب مجدد و تصفیه و اضافه کردن مواد ترکیبی معین تولید می‌شوند.

ـ **آلیاژسازها:** در تهیهٔ آلیاژهای مختلف، اغلب لازم است که فلزی را به فلز دیگر افزود. افزایش یک فلز به فلز دیگر را آلیاژسازی می‌گویند.

ـ **قراضه‌ها:** استفاده از قراضه‌ها همواره به منظور کاهش قیمت اولیه توصیه شده است که به دو دستهٔ برگشتی‌ها و قراضه‌های تجاری تقسیم می‌شوند.

**الف) برگشتی‌ها:** در هر کارگاه ریخته‌گری قطعاتی برگشتی وجود دارد، از جمله اضافات ذوب و سرریزها، قطعات معیوبی که پس از ریختن قابل استفاده نیستند، راهگاه‌ها، منابع تغذیه، ضایعات، براده، سوفاره و پلیسه‌ها.

**ب) قراضه‌های تجاری:** عبارت‌اند از قطعات فلزی که قبلاً قسمتی از ماشین‌آلات یا دستگاه‌های تولیدی بودند و به علت شکستن، خرد شدن و ... ارزش تعمیراتی ندارند و به منظور ذوب مجدد فروخته می‌شوند.

ـ **مواد افزودنی:** مانند فلاکس‌ها، گاززداها، جوانه‌زاها و اصلاح‌کننده‌های دانه.

لازم است یادآوری شود که اتلافات حرارت در جدارهٔ نسوز کوره‌ها، بوته، محفظهٔ کوره و خروج حرارت توسط منافذ متعدد کوره سبب پایین آمدن راندمان حرارتی کوره‌ها می‌گردد و می‌توان با گرم کردن مقدماتیِ مواد شارژ (پیشگرم کردن مواد شارژ)، راندمان حرارتی کوره‌ها را افزایش و درصد سوخت مصرفی آنها را کاهش داد.

### شارژ کردن کوره

شارژ کردن کوره به عواملی همچون نوع کوره، نوع آلیاژ، نوع مواد آلیاژی بستگی دارد.

### شارژ کورهٔ زمینی

در کورهٔ زمینی مواد شارژ در درون بوته قرار داده می‌شود، به طوری‌که قطعات برگشتی و قراضه در ته بوته و شمش‌ها به طور عمودی روی آنها قرار می‌گیرد.

براده‌ها و پلیسه‌ها و ... به صورت پرس‌شده شارژ می‌گردند و در صورتی که مقدار براده‌ها کم باشد آنها را به تدریج به مذاب آماده‌شده اضافه می‌کنند. ذکر این نکته لازم است که قبل از شارژ، بوته پیشگرم می‌شود.

### شارژ کورهٔ دوار

پس از پیشگرم کردن کوره، آن را خاموش می‌کنند. مواد شارژ شامل شمش چدن، قراضه و برگشتی متناسب با ظرفیت کوره داخل کوره قرار داده می‌شود، به طوری که به جدارهٔ داخلی کوره آسیبی وارد نکند و شارژ به طور یکنواخت در تمام سطح داخلی کوره قرار داده شود. پیشگرم کردن شارژ در حالت سکون کوره انجام می‌شود و هنگامی‌که شارژ ذوب شد، بالا بردن درجهٔ حرارت مذاب همراه با دَوَران کوره انجام می‌گردد.

### شارژ کورهٔ القایی

شارژ کورهٔ القایی در حالت خاموش انجام می‌شود. مواد شارژ (قراضه، برگشتی و شمش‌ها) طوری در داخل کوره قرار داده می‌شود که شمش‌ها و قطعات سنگین در بالای شارژ قرار گیرد. شمش‌ها به صورت عمودی در داخل کوره قرار داده می‌شود. سپس کوره روشن می‌شود و به آرامی‌توان آن افزایش داده می‌شود.

## شارژکردن کوره

فعالیت کارگاهی

**شارژ کردن کوره با مقدار مواد اولیهٔ مورد نیاز**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

**کوره‌های زمینی:**

۱ قبل از استفاده از بوته، آن را مورد بازرسی و کنترل قرار دهید و مطمئن شوید که ترک‌خوردگی ندارد.

۲ بوته را پیشگرم کنید و قطعات برگشتی را در ته بوته و شمش‌ها را به طور عمودی روی آن قرار دهید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ اشیای دربسته و توخالی، درِ آنها باز شود تا در موقع ذوب کردن از انفجار جلوگیری به عمل آید. همچنین از خشک بودن مواد شارژ اطمینان حاصل کنید.

۳ بوته را با انبر طوق به طور صحیح داخل کوره قرار دهید.

⚠ **نکات ایمنی:** دقت کنید؛ در صورت استفادهٔ نادرست از انبر طوق، به بوته آسیب وارد می‌شود.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ مجدد؛ مواد شارژ پیشگرم می‌شود تا رطوبت، چربی و رنگ احتمالی موجود در آنها نیز برطرف گردد. زیرا در غیر این صورت باعث پاشش مواد مذاب و آسیب رساندن به افراد می‌شود.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ کوره، از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

**کوره‌های دوار:**

۱ قسمت‌های مختلف کوره (دیوارهٔ نسوز، سوخت و ...) را مطابق با دستورالعمل کنترل کنید.

۲ کوره را روشن کنید تا پیشگرم شود و در هنگام شارژ، به دیوارهٔ نسوز آن آسیبی وارد نشود.

۳ پس از آنکه جدارهٔ نسوز داخلی کوره کاملاً داغ شد، کوره را خاموش کنید.

۴ دودکش را از جلوی دهانهٔ شارژ کنار بزنید.

۵ مواد شارژ، شامل شمش چدن، قراضه و برگشتی را متناسب با ظرفیت کوره، با استفاده از دستکش و انبر، داخل کوره طوری قرار دهید که شارژ به طور یکنواخت در تمامی سطح داخلی کوره قرار داده شود.

**توجه:** دقت کنید هنگام شارژ، شمش‌ها و برگشتی‌ها، به جدارهٔ نسوز داخلیِ کوره آسیبی وارد نشود.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک بودن مواد شارژ اطمینان حاصل کنید.

۶ پس از شارژ کردن، دودکش را روبه‌روی دهانه شارژ قرار دهید.

۷ سوراخ‌های تخلیهٔ مذاب را به وسیله ماسه مرطوب پر کنید و با کوبه مخصوص متراکم کنید.

۸ ناودانی جلوی سوراخ‌های تخلیه مذاب را از ماسه مرطوب پر کنید و با قرار دادن دو عدد تسمهٔ نازک، یکی در جلو و دیگری در روی ناودانی در محل‌های پیش‌بینی‌شده، ماسه درون ناودانی را متراکم کنید.

۹ کوره را دوباره روشن کنید و به فاصله‌های زمانی معین (حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه)، کوره را نیم دور بچرخانید تا گرمای قسمت بالای کوره به زیر شارژ منتقل شود. این عمل را، تا هنگامی‌که شارژ به صورت خمیری‌شکل درآید، ادامه دهید.

۱۰ هنگامی‌که شارژکاملاً نرم شد و شروع به ذوب شدن کرد، کوره را در حالت دور کامل قرار دهید.

**توجه:** چنانچه حرکت چرخشی کامل کوره زود شروع شود، تکه‌های فلزی به جدارهٔ نسوز کوره آسیب می‌رسانند.

۱۱ پس از ذوب و رسیدن به دمای مورد نیاز، کوره را خاموش کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام شارژ کوره از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

**کوره‌های القایی**

۱ قسمت‌های مختلف کوره (فشار آب، دیوارهٔ نسوز و ...) را مطابق با دستورالعمل کنترل کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** از دست زدن به قسمت‌های مختلف کوره به دلیل احتمال برق‌گرفتگی خودداری کنید.

۲ شارژ اولیهٔ کوره شامل آهن قراضه و شمش را طوری داخل کوره قرار دهید که شارژ سبک در زیر و شمش‌ها به طور عمودی در بالای شارژ قرار گیرد.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک بودن مواد شارژ اطمینان حاصل کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** هنگام شارژ کوره از دستکش ایمنی و ابزار و تجهیزات مرتبط با آن (مانند انبر، جرثقیل و ...) استفاده کنید و دستورالعمل استفاده از تجهیزات شارژ را رعایت نمایید.

۳ کلید برق کوره را استارت کنید و متناسب با میزان شارژ توان کوره را بالا ببرید.

۴ پس از ذوب شدن شارژ، کوره را مجدداً تا پر شدن کامل دوباره شارژ کنید.

**نکته:** به صورت پیوسته نسبت به خارج کردن سرباره از کوره اقدام کنید.

**توجه:** هنگام رسیدن مذاب به بالای کوره (بالای کویل) دقت شود؛ شارژ مجدد قراضه طوری انجام شود که کاملاً سطح مذاب را نپوشاند. زیرا ممکن است به پل زدن کوره (جامد شدن سطح مذاب) منجر شود و موجب انفجار کوره و صدمات جانی گردد.

⚠ **نکات ایمنی:** شارژ کوره به صورتی انجام گیرد که از بالا رفتن دمای مذاب جلوگیری شود و ذوب به صورت خمیری بالا آید.

فعالیت

**مطابق با دستورالعمل، کورهٔ زمینی، دوار و القایی را کنترل کنید و نسبت به شارژ و روشن کردن کوره اقدام نمایید.**

**ارزشیابی شارژ کردن کوره:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | کنترل قسمت‌های مختلف بوته و کوره و خشک کردن بوته و مواد شارژ | ۰ـ۳ | |
| | شارژ کردن کوره و تهیه مذاب | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نحوهٔ اندازه‌گیری دمای مذاب

برای اندازه‌گیری دمای محیط، از چه وسایلی استفاده می‌شود؟ برای اندازه‌گیری دمای بالای ۲۰۰ درجهٔ سیلسیوس، از چه وسایلی استفاده می‌شود؟ آیا ابزارهای اندازه‌گیری دما، محدودیت اندازه‌گیری دما دارند؟ چند نوع ابزار اندازه‌گیری دما وجود دارد؟ اصول کار وسایل اندازه‌گیری دما چیست؟

فیلم آموزشی

**انواع ابزار اندازه‌گیری دما و مشخصات آنها.**

فعالیت

**جدول زیر را کامل کنید:**

| نام ابزار اندازه‌گیری دما | اصول کار | محدودهٔ اندازه‌گیری دما |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

آیا می‌توان با هر وسیلهٔ اندازه‌گیری دما، دمای مذاب را اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

فیلم آموزشی

**نحوه اندازه‌گیری دمای مذاب.**

## وسایل اندازه‌گیری درجه حرارت در ریخته‌گری



برای اندازه‌گیری درجهٔ حرارت اجسام گداخته، مانند کوره‌ها، مذاب فلزات، شعلهٔ حاصل از احتراق سوخت‌ها و ... از بعضی از پدیده‌های فیزیکی که تابع پیوسته‌ای از تغییرات درجهٔ حرارت باشند استفاده می‌کنند. این پدیده‌ها عبارت‌اند از تغییر مقاومت الکتریکی، تغییر اختلاف سطح الکتریکی در یک مدار و تغییر وضع تشعشع و رنگ جسم گداخته.

**ترمومتر مقاومتی:** در این نوع ترمومتر از تغییر مقاومت سیم پلاتین در یک مدار الکتریکی که در اثر حرارت ایجاد می‌گردد، استفاده می‌شود. به وسیلهٔ این ترمومتر که بسیار حساس و دقیق است، می‌توان تا ۶۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد را اندازه‌گیری نمود.



**ترموکوپل:** این ترمومترها براساس تغییر فشار الکتریکی (نیروی الکتروموتوری) بین دو منبع گرم و سرد در مداری شامل دو سیم فلزی غیرهمجنس و یک میکرو ولت‌متر کار می‌کند. هر چه اختلاف درجهٔ حرارت موجود بین دو منبع زیادتر شود، اختلاف فشار الکتریکی به‌دست آمده، شدت بیشتری خواهد داشت. با مدرج کردن صفحهٔ میکرو ولت‌متر بر حسب درجهٔ سانتی‌گراد و با تماس دادن نقطهٔ گرم به یک جسم گداخته یا فرو بردن آن در داخل مذاب، می‌توان درجهٔ حرارت آنها را اندازه‌گیری نمود. ترموکوپل‌های مورد استفاده در ریخته‌گری شامل غلافی از جنس دو فلز غیرهمجنس مقاوم در برابر حرارت و دستگاه نشان‌دهندهٔ دیجیتال با دقت یک درجه است. غلافی قطعه‌ای مصرفی و قابل تعویض است.

ترموکوپل‌ها برای سنجش درجهٔ حرارت‌های بین ۵۰۰ تا ۱۴۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد به کار می‌رود. جنس ترموکوپل‌ها برای اندازه‌گیری درجهٔ حرارت تا ۵۰۰ درجه، آهن کنستانت، تا ۱۰۰۰ درجه کروم‌نیکل ـ نیکل، از ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ از پلاتین ـ پلاتین رودیوم است.



**پیرومتر:** برای اندازه‌گیری درجهٔ حرارت‌های بالا معمولاً بیشتر از ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، از پیرومتر استفاده می‌کنند. این دستگاه بر مبنای تشعشع اجسام گداخته ساخته شده است. وقتی جسمی گرم و گداخته شود از خود نور مرئی منتشر می‌کند که رنگ این نور (طول موج آن) با درجهٔ حرارت جسم تغییر می‌کند و هر چه درجه حرارت بیشتر باشد نور جسم به نور سفید نزدیک‌تر خواهد شد.

## اندازه‌گیری دمای مذاب (کار کارگاهی)

کار عملی



**اندازه‌گیری دمای مذاب با استفاده از ترموکوپل**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ماسک، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

۱ ابتدا از سلامت و کالیبره بودن نشانگر دیجیتال اطمینان حاصل نمایید.

۲ از سالم بودن و خشک بودن غلافی اطمینان حاصل نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** در صورت مرطوب بودن غلافی، احتمال پاشش مواد مذاب و آسیب رساندن به افراد وجود دارد.

۳ غلافی را در محل مخصوص خود در نشانگر دیجیتال قرار دهید.

۴ با احتیاط و با استفاده از کلاه ماسک، لباس نسوز و دستکش نسوز، غلافی را وارد مذاب کنید.

۵ پس از گذشت چند ثانیه و ثابت شدن نوسان نشانگر، دمای مذاب را بخوانید.

**توجه:** نگهداری بیش از حد غلافی در داخل مذاب، سبب آسیب رسیدن به ترموکوپل می‌شود.

۶ غلافی را از مذاب خارج کنید.

۷ غلافی را از محل خود با احتیاط جدا کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** پس از خروج غلافی از مذاب، با توجه به بالا بودن دمای آن، با احتیاط حمل شود تا سبب آسیب‌رساندن به دیگران نشود.

◇ **نکات زیست محیطی:** غلافی خارج شده از مذاب را، جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست در محل مشخص قرار دهید.

### ارزشیابی اندازه‌گیری دمای مذاب:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی و راه‌اندازی ترموکوپل | ۰ـ۴ | |
| | اندازه‌گیری دمای مذاب | ۰ـ۶ | |
| شایستگی‌های غیرفنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به‌کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

# واحد یادگیری ۴ـ۲

## شایستگی سرباره‌گیری ذوب کوره

جهت تهیه مذاب با کیفیت مناسب لازم است که کلیه ابزار و مواد سرباره‌گیری براساس استاندارد در دسترس و آماده به کار باشد به همین منظور باید ابزار سالم و مواد سرباره‌گیر متناسب با مذاب، جهت شلاکه‌گیری و محل جمع آوری سرباره در کنار کوره مذاب آماده باشد. در این واحد یادگیری ابتدا مواد سرباره‌گیر شامل سلاکس، کاورال و... و ابزار سرباره‌گیر کوره و پاتیل، پوشان و نحوه اعمال پوشان به سرباره‌گیر توضیح داده می‌شود و سپس روش خاموش و روشن کردن کوره، افزودن مواد سرباره‌گیر و جمع‌آوری سرباره با رعایت نکات ایمنی به صورت عملی انجام خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

با استفاده از ابزار و مواد سرباره‌گیر براساس استانداردهای مرتبط، شلاکه یا سرباره را از مذاب خارج نماید.

## پیش نیاز و یادآوری

راه اندازی کوره و ذوب فلز

## نحوه خاموش کردن کوره ذوب

برای خاموش کردن شعله گاز چه باید کرد؟

فیلم آموزشی

### نحوهٔ خاموش کردن کورهٔ بوته‌ای پس از ذوب فلز

اگر ابتدا سوخت را قطع کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر ابتدا دمنده را خاموش کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟
به نظر شما کدام روش جهت خاموش کردن کورهٔ بوته‌ای صحیح است؟ چرا؟

فیلم آموزشی

### نحوهٔ خاموش کردن کورهٔ دوار پس از ذوب فلز

اگر ابتدا سوخت را قطع کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر ابتدا دمنده را خاموش کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟
به نظر شما کدام روش جهت خاموش کردن کورهٔ دوار صحیح است؟ چرا؟

فیلم آموزشی

### نحوهٔ خاموش کردن کورهٔ القایی پس از ذوب فلز

در حالتی که کوره با حداکثر توان در حال کار است، اگر کلید برق را قطع کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟
اگر ابتدا توان کوره را به صفر برسانیم و سپس کلید برق را قطع کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟
اگر در حین خاموش کردن کوره، جریان آبگردِ کوره قطع شود چه اتفاقی می‌افتد؟
به نظر شما کدام روش جهت خاموش کردن کورهٔ القایی صحیح است؟ چرا؟

**خاموش کردن کوره بوته‌ای**

پس از اینکه مذاب فلز آماده شد برای خاموش کردن کورهٔ بوته‌ای ابتدا سوخت مایع را قطع و سپس دمنده (ونتیلاتور) را خاموش می‌کنند. در صورتی که ابتدا دمنده قطع شود، در این صورت سوخت از حالت پودری خارج می‌گردد و به صورت حجمی وارد محفظهٔ گرم کوره می‌شود و باعث شعله‌ور شدن کوره همراه با دود می‌گردد، که علاوه بر خطرات احتمالی، آلودگی زیست محیطی را نیز به دنبال دارد.

در مورد کوره‌های گازی نیز عمل خاموش کردن کوره با بستن شیر گاز و قطع کلید برق انجام می‌شود.

**خاموش کردن کورهٔ دوار**

پس از اینکه مذاب فلز آماده شد برای خاموش کردن کورهٔ دوار، ابتدا حرکت دَوَرانی کوره را متوقف و در ادامه، سوخت مایع را قطع و سپس دمنده (ونتیلاتور) را خاموش می‌کنند. در صورتی که ابتدا دمنده قطع شود، در این صورت سوخت از حالت پودری خارج و به صورت حجمی وارد محفظهٔ گرم کوره می‌شود و باعث شعله‌ور شدن کوره و اطراف آن، همراه با دود می‌گردد، که علاوه بر خطرات احتمالی آلودگی زیست محیطی را نیز به دنبال دارد.

در مورد کوره‌های گازی نیز عمل خاموش کردن کوره با بستن شیر گاز و قطع کلید برق انجام می‌شود.

**خاموش کردن کورهٔ القایی**

پس از اینکه مذاب فلز آماده شد برای خاموش کردن کورهٔ القایی، ابتدا توان کوره را باید به صفر رساند و سپس کلید برق آن را قطع کرد. در صورتی که توان به صفر رسانده نشود و کلید برق قطع شود، باعث صدمه دیدن قسمت‌های الکترونیکی کوره می‌گردد. باید توجه نمود که سیستم آبگرد کوره قطع نشود، زیرا در غیر این صورت باعث بالا رفتن دمای آب کویل و دفرمه شدن یا سوراخ شدن آن می‌شود که به از کار افتادن کوره منجر می‌گردد.

# خاموش کردن کوره (کار کارگاهی)

کار عملی



**خاموش کردن و راه‌اندازی مجدد کوره**

⚠ **نکات ایمنی:** با توجه به دمای بالای مذاب در بخش ذوب و ریخته‌گری، بی‌توجهی نسبت به نکات ایمنی به خطرات جانی و ضررهای مالی فراوانی می‌انجامد و گاه این خطرات جبران ناپذیرند. لذا در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

**خاموش کردن کورهٔ بوته‌ای**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی است.

۱ پس از رسیدن مذاب به دمای مناسب، سوخت کوره را قطع کنید تا شعله خاموش شود.

۲ سپس دستگاه دمنده یا ونتیلاتور را خاموش کنید.

**نکته:** چنانچه کوره گازی باشد، ابتدا شیر گاز را ببندید، سپس کلید برق را قطع کنید.

**توجه:** دقت شود مراحل کار خاموش کردن کوره به ترتیب فوق صورت گیرد، زیرا در غیر این صورت ممکن است سبب وارد آمدن خسارت جانی، مالی و زیست محیطی شود.

**خاموش کردن کورهٔ دوار**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی است.

۱ پس از رسیدن مذاب به دمای مناسب، حرکت دَوَرانی کوره را با قطع کلید کنترل، متوقف کنید.

۲ سوخت کوره را قطع کنید تا شعله خاموش شود.

۳ سپس دستگاه دمنده یا ونتیلاتور را خاموش کنید.

**نکته:** چنانچه کوره گازی باشد، ابتدا شیر گاز را ببندید، سپس کلید برق را قطع کنید.

**توجه:** دقت شود مراحل کار خاموش کردن کوره به ترتیب فوق صورت گیرد زیرا در غیر این صورت ممکن است سبب وارد آمدن خسارت جانی، مالی و زیست محیطی شود.

**خاموش کردن کورهٔ القایی**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی است.

۱ پس از رسیدن مذاب به دمای مناسب، ابتدا توان کوره را کاهش دهید تا به صفر برسد.

۲ سپس کلید برق کوره را قطع کنید.

**توجه:** دقت شود که سیستم آبگرد کوره قطع نشود.

**ارزشیابی خاموش کردن کوره:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | تعیین دمای مناسب مذاب جهت سرباره‌گیری | ۰ـ۳ | |
| | خاموش کردن کوره | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیرفنی وتوجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## مواد سرباره‌گیر و روش اضافه نمودن آنها

آیا فلز ذوب‌شده عاری از هرگونه آلودگی و مواد جامد است؟
معمولاً بر روی سطح مذاب، یک لایهٔ نازک خمیری وجود دارد. به نظر شما علت چیست؟
آیا مذاب با هوای اطراف خود واکنش می‌دهد؟ چگونه می‌توان مواد جامد بر روی سطح مذاب را جمع‌آوری نمود؟
آیا ممکن است در داخل مذاب، مواد جامد وجود داشته باشد؟ به نظر شما چگونه می‌توان مواد جامد موجود در مذاب را خارج نمود؟ آیا مواد جامد موجود در مذاب، می‌تواند خواص قطعهٔ ریخته‌شده را تحت تاثیر قرار دهد؟

فیلم آموزشی

**مذاب و وجود مواد جامد بر روی سطح و داخل آن و اضافه نمودن مواد سرباره گیر به مذاب جهت سرباره‌گیری.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه‌گیری در ارتباط با مذاب و مواد جامد موجود در آن و اضافه نمودن مواد سرباره‌گیر:.....**

مواد جامد ناخالصی در کدام قسمت‌های مذاب وجود دارد؟
مواد جامد ناخالصی روی مذاب را چه می‌گویند؟ مواد جامد ناخالصی غوطه‌ور داخل مذاب را چه می‌گویند؟
برای خارج کردن مواد جامد از مذاب چه موادی به مذاب اضافه می‌شود؟
برای خارج کردن مواد جامد از مذاب فلزات مختلف از یک ماده استفاده می‌شود یا انواع مختلفی دارد؟
به نظر شما مواد سرباره‌گیر را چگونه به مذاب کوره اضافه می‌کنند؟ آیا این مواد را بر سطح مذاب می‌پاشند یا داخل مذاب می‌کنند؟

فیلم آموزشی

**نحوهٔ افزودن مواد سرباره‌گیر روی مذاب آلومینیم، چدن و مس.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه‌گیری در ارتباط با نحوه افزودن مواد سرباره‌گیر روی مذاب آلومینیم، چدن و مس:.....**

مواد سرباره‌گیر چگونه به مذاب اضافه می‌شود؟ پس از اضافه کردن مواد سرباره‌گیر چه عملی انجام می‌شود؟ مواد جامد بر روی سطح مذاب قبل و بعد از افزودن مواد سرباره‌گیر به چه صورت هستند؟ نقش مواد سرباره‌گیر چیست؟

معمولاً در مذاب، مواد و ناخالصی‌های جامد وجود دارد که منشأ آن می‌تواند داخل مذاب یا خارج از مذاب باشد. این مواد و ناخالصی‌های جامد می‌تواند به صورت معلق (آخال) یا به صورت سرباره روی سطح مذاب وجود داشته باشند. وجود این مواد و ناخالصی‌ها در قطعهٔ ریختگی سبب کاهش استحکام و خواص مکانیکی قطعه می‌گردد.

برای جلوگیری از ورود این مواد و ناخالصی‌های جامد در حین ریختن مذاب به داخل قالب، باید به‌گونه‌ای این مواد از مذاب خارج شود. برای این منظور از مواد سرباره‌گیر برای خارج کردن مواد و ناخالصی‌های شناور روی مذاب استفاده می‌شود. افزودن مواد سرباره‌گیر به مذاب سبب می‌شود مواد و ناخالصی‌های جامد، روی سطح شناور شود.

مواد سرباره‌گیر برای فلزات و آلیاژهای مختلف متفاوت است. از جمله برای چدن از سلاکس یا از فروژن به منظور سرباره‌گیر استفاده می‌شود. برای آلومینیم از فلاکس پوششی کاورال و برای مذاب مس از کوپرکس برای سرباره‌گیری استفاده می‌شود.

پس از ذوب شدن کامل فلز در کوره، بسته به نوع فلز، مواد سرباره‌گیر مناسب به صورت پاششی به مذاب اضافه می‌شود. سپس با استفاده از کف گیرِ سرباره گیر، مذاب هم زده می‌شود تا سرباره کاملاً از مذاب جدا شود و به صورت شناور روی سطح مذاب قرار گیرد.

برای مثال در خصوص مذاب آلومینیم، پودر کاورال به عنوان مواد سرباره‌گیر روی سطح مذاب پاشیده می‌شود. سپس با استفاده از کف‌گیرِ سرباره‌گیر ، سطح مذاب هم زده می‌شود تا مواد ناخالصی از مذاب آلومینیوم جدا شود و به صورت شناور بر روی سطح مذاب قرار گیرد.

برای مذاب چدن در کوره‌های بوته‌ای مواد سرباره‌گیر فروژن به صورت قرص توسط کلاهک خوراک‌دهنده وارد مذاب می‌شود. اما در کوره‌های دوار، قرص فروژن به مذاب داخل کوره اضافه می‌شود و با حرکت دَوَرانی کوره، سرباره از مذاب جدا می‌شود و به صورت شناور روی سطح مذاب قرار می‌گیرد. در صورتی که از سلاکس استفاده شود پودر بر روی سطح مذاب پاشیده می‌شود تا سرباره منعقد گردد.

## افزودن مواد سرباره‌گیر (کار کارگاهی)

کار عملی

**ریختن سرباره‌گیر روی شلاکه‌ها به اندازهٔ کافی**

**⚠ نکات ایمنی**

ـ با توجه به دمای بالای مذاب در بخش ذوب و ریخته‌گری، بی‌توجهی نسبت به نکات ایمنی خطرات جانی و ضررهای مالی فراوانی به دنبال دارد و گاه این خطرات جبران ناپذیرند. لذا در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

ـ قبل از استفاده از ابزاری که وارد مذاب می‌شوند (مانند ملاقه، کفگیر، سرباره‌گیر ، کلاهک خوراک‌دهنده و ...)، باید از خشک بودن آنها اطمینان حاصل کرد.

ـ در هنگام کار با مذاب، از بی‌نظمی و شوخی با دیگران جداً پرهیز نمایید.

ـ از انداختن قطعات مرطوب به داخل بوتهٔ حاوی مذاب خودداری شود.

**کوره بوته‌ای**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی است.

۱ با استفاده از انبرطوق، با احتیاط بوته مذاب را از کوره خارج کنید و در محل مناسبی داخل کمچه قرار دهید.

**تذکر:** از انبر طوقِ متناسب با اندازهٔ بوته استفاده کنید تا از افتادن بوته یا ریخته شدن مذاب بر روی زمین ممانعت گردد. همچنین انبر طوق را به طور صحیح دورِ بوته قرار دهید تا به بوته آسیب نرسد.

**تذکر:** قبل از حمل بوتهٔ مذاب، مسیر حرکت مشخص و بررسی شود که مانعی در مسیر حرکت وجود نداشته باشد.

۲ مواد سرباره‌گیر متناسب با نوع مذاب را با استفاده از ابزار مناسب بر روی سطح مذاب بپاشید تا سطح آن را بپوشاند.

**توجه:** مواد سرباره‌گیر برای مذاب آلومینیم، کاورال و برای مذاب چدن سلاکس است.

**کورهٔ دوار**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی است.

۱ پس از خاموش کردن کوره، دودکش متحرک را از دهانهٔ کوره کنار بزنید.

۲ با کفگیر دسته‌بلند، سلاکس را بر سطح مذاب داخل کوره بپاشید، به طوری‌که تمام سطح مذاب را بپوشاند.

**کورهٔ القایی**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با کوره، پوشیدن لباس کار نسوز الزامی‌است.

۱ پس از خاموش کردن کوره با استفاده از ابزار مناسب، مواد سرباره‌گیر متناسب با مذاب را روی سطح مذاب بپاشید، به طوری‌که تمام سطح مذاب را بپوشاند.

## ارزشیابی افزودن مواد سرباره‌گیر:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | استفاده از ابزار مناسب | ۰ـ۳ | |
| | اضافه کردن مواد سرباره‌گیر | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیرفنی وتوجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## روش‌های اعمال پوشان به سرباره‌گیر

به نظر شما می‌توان سرباره‌گیر را مستقیم وارد مذاب کرد؟ چرا؟ آیا می‌توان سرباره‌گیر را با رنگ معمولی پوشش دهیم؟ چرا؟ برای پوشش دادن سرباره‌گیر باید از چه نوع مواد پوششی استفاده کرد؟

فیلم آموزشی

**نحوهٔ پوشان دهی سرباره‌گیر.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه‌گیری در ارتباط با نحوه پوشان‌دهی سرباره‌گیر.....**

ـ از چه نوع پوششی برای سرباره‌گیر استفاده می‌شود؟ آیا برای پوشش دادن سرباره‌گیر، می‌توان از پوشش‌های جامد استفاده کرد؟ چرا؟ روش‌های اعمال پوشش به سرباره‌گیر چگونه است؟
ـ در صورت مرطوب بودن پوشش سرباره‌گیر چه اتفاقی می‌افتد؟
ـ برای جلوگیری از خطرات ناشی از مرطوب بودن پوشش سرباره‌گیر چه باید کرد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه‌گیری .....**

ـ چرا بعد از پوشش‌دهی سرباره گیر، آن را خشک می‌کنند؟
ـ روش‌های خشک‌کردن پوشش سرباره‌گیر چگونه است؟
ـ به نظر شما پس از پاشیدن مواد سرباره‌گیر بر روی مذاب، می‌توان مذاب را بدون جمع‌آوری سرباره در قالب ریخت؟

فیلم آموزشی

**بارریزی مذاب، بدون جمع آوری سرباره و با جمع آوری سرباره و مقایسهٔ قطعات ریختگی نهایی.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در ارتباط با بارریزی مذاب بدون جمع آوری سرباره و با جمع آوری سرباره و مقایسه قطعات ریختگی نهایی: .....**

ـ هنگامی که مذاب با سرباره وارد قالب می‌شود، چه مشکلاتی ایجاد می‌شود؟
ـ قطعهٔ تولید شده توسط مذابِ عاری از سرباره چه تفاوتی با قطعه تولید شده با مذاب دارای سرباره دارد؟
ـ برای جلوگیری از ورود سرباره به داخل قالب چه باید کرد؟ به نظر شما جمع‌آوری سرباره چگونه صورت می‌گیرد؟

فلز مذاب هنگامی‌که از درجهٔ حرارت‌های بالا بارریزی می‌شود ممکن است با ابزار سرباره‌گیری فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی انجام دهد. بدیهی است اجرای این واکنش‌ها می‌تواند به خواص متالورژیکی و مکانیکی قطعه ریختگی آسیب رساند.

بنابراین برای جلوگیری از واکنش مذاب با ابزار سرباره‌گیری باید به طریقی از اجرای واکنش میان فلز مذاب و سرباره‌گیر ممانعت به عمل آورد. مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از واکنش، پوشش دادن سطح سرباره‌گیر با

مواد دیرگداز معینی است که ضمن اقتصادی بودن از تماس فلز مذاب با سرباره‌گیر جلوگیری کند.
استفاده از ابزارهای تمیز و پوشش داده شده در کاهش مقدار آخال مؤثر است. برای مثال در ذوب آلومینیم استفاده از وسایل آهنیِ بدون پوشش، موجب خورده شدن آهن توسط آلومینیم می‌شود و آخال‌های میکروسکوپی ایجاد می‌کند. همچنین تلف شدن مذاب در اثر واکنش شیمیایی آن با مواد اکسیدی را می‌توان نام برد.
به طور کلی مواد پوشش به دو گروه جامد و مایع تقسیم می‌شود:
**الف) مواد پوششی جامد:** بیشتر در قالب‌های ماسه‌ایِ تر به کار می‌روند، که شامل مواد دیرگدازی همچون مواد سیلیکاتی، مواد کربنی و مواد اکسیدی، هستند. این مواد با استفاده از غربال‌های بسیار ریز یا کیسهٔ پودر به سطح قالب پاشیده می‌شوند و از این مواد به علت جامد بودن و نداشتن چسبندگی خوب به سطح، برای پوشش دادن سرباره‌گیر و ابزار بارریزی استفاده نمی‌شود. بنابراین از مواد پوششی مخلوط مایع برای پوشش دادن ابزار استفاده می‌گردد.





**ب) مواد پوششی مخلوط مایع:** براساس نوع فلز، ممکن است از مواد دیرگداز مختلف همراه با یک چسب و عامل غوطه‌وری و مادهٔ حامل یا واسطهٔ (آب، الکل، روغن) مناسب استفاده شود. این مواد عبارت‌اند از پودر سیلیس، زیرکن، کرومیت، آلومین، شاموت، الیوین، منیزیت و کروم– منیزیت.
نقش عامل چسبی در مخلوط مواد پوششی این است که باعث چسبیدن ذرات مواد دیرگداز به یکدیگر و نیز اتصال آنها به ابزار سرباره‌گیری و بارریزی می‌شود. گفتنی است که مواد پوششی باید غیر سمی و فاقد بوی بد و نامطبوع باشد. همچنین از خاصیت چسبندگی کافی به سطح ابزار برخوردار باشد. مواد پوششی، ضمن خنثی بودن، باید در درجهٔ حرارت‌های بالا از خواص مناسب و مطلوب برخوردار باشد و تولید گاز مضر ننماید.



### روش‌های اعمال پوشش

پوشش ابزار سرباره‌گیری و بارریزی را می‌توان توسط روش اسپری، قلم‌مو یا غوطه‌ور نمودن ابزار در مواد پوششی انجام داد، به طوری‌که پوشش با ضخامت مناسب، سطح ابزار سرباره‌گیری و بارریزی را به طور کامل بپوشاند و فاقد حباب‌های حبس شدهٔ هوا باشد.



**خشک کردن پوشش:** هنگامی‌که از پوشش مخلوط مایع استفاده می‌گردد به علت مرطوب بودن پوشش باید قبل از استفاده از ابزار، آنها را خشک کرد، زیرا رطوبت در اثر حرارت مذاب به سرعت تبخیر می‌شود و حجم آن به سرعت افزایش می‌یابد، که نتیجهٔ آن پاشش مذاب به اطراف و در بعضی موارد، انفجار مذاب است. از طرف دیگر رطوبت سبب جذب گاز توسط مذاب می‌شود.



**جمع آوری سرباره از روی مذاب:** چنانچه سربارهٔ روی مذاب جمع آوری نشود، به مشکلاتی نظیر بسته شدن مسیر راهگاه، پر نشدن قالب، نیامد کردن مذاب، ایجاد آخال و مک و حفره در قطعهٔ ریختگی منجر می‌گردد. به همین دلیل باید تا جایی که ممکن است سرباره‌ها از روی مذاب جمع آوری گردد و از ورود سرباره به داخل قالب جلوگیری شود. به همین منظور برای سرباره‌گیری فلزات غیرآهنی از کفگیر دسته بلند فولادی سوراخ دار استفاده می‌شود. برای سرباره‌گیری فلزات آهنی از وسیله‌ای به نام سرباره‌گیر از جنس فولاد با دستهٔ بلند استفاده می‌گردد.

لازم است یادآوری شود در کوره‌های بوته‌ای، به دلیل حجم کم مذاب و انتقال حرارت بالای چدن، معمولاً سربارهٔ منعقد شده را جمع آوری نمی‌کنند و با ایجاد سوراخی در محل خروجی بوته به بارریزی چدن می‌پردازند.

## جمع آوری سرباره (کار کارگاهی)

**⚠ نکات ایمنی**

ـ با توجه به دمای بالای مذاب در بخش ذوب و ریخته‌گری، بی‌توجهی نسبت به نکات ایمنی خطرات جانی و ضررهای مالی فراوانی به دنبال دارد و گاه‌این خطرات جبران‌ناپذیرند. لذا در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

ـ قبل از استفاده از ابزاری که وارد مذاب می‌شوند (مانند ملاقه، کفگیر، سرباره گیر، کلاهک خوراک‌دهنده و ...)، باید از خشک کردن آنها اطمینان حاصل کرد.

ـ در هنگام کار با مذاب، از بی‌نظمی و شوخی با دیگران جداً پرهیز نمایید.

ـ از انداختن قطعات مرطوب، به داخل بوته حاوی مذاب خودداری شود.

فعالیت کارگاهی

**اعمال پوشان به سرباره‌گیر و خشک کردن آن**

۱ مواد پوششی را متناسب با نوع مذاب آماده کنید.

۲ با استفاده از روش‌های غوطه‌وری یا اعمال پوشش با قلم مو و اسپری، سرباره‌گیر را پوشش دهید.

۳ با استفاده از مشعل گاز، سرباره‌گیر را به طور کامل خشک کنید.

**⚠ نکات ایمنی**

ـ در هنگام کار با مشعل گاز، از گرفتن مشعل به طرف دیگران خودداری کنید.

ـ قبل از سرباره‌گیری مذاب از خشک بودن سرباره‌گیر اطمینان حاصل نمایید.

کار عملی

**گرفتن سرباره ذوب به دفعات مورد نیاز در زمان مناسب**

۱ با استفاده از کف‌گیر سرباره‌گیر، سرباره را از سطح مذاب کوره یا بوته جمع‌آوری و در محل مناسب تخلیه کنید.

۲ در کورهٔ دوار، با استفاده از سرباره‌گیر سرکج از انتهای کوره، سرباره را به سمت دهانه خروجی کوره هدایت کنید تا سرباره کاملاً تخلیه گردد، سپس کوره را مجدد روشن کنید.

۳ در کورهٔ القایی ابتدا کوره را خاموش و کمی کج کنید و با استفاده از سرباره‌گیر سرکج، سرباره‌ها را تخلیه و سپس کوره را مجدد روشن کنید.

⚠ **نکته ایمنی:** در هنگام خارج کردن سرباره از کوره مراقب باشید سرباره را روی پای خود و دیگران نریزید و در محل مناسب جمع‌آوری کنید.

فعالیت

**به صورت گروهی ابزار سرباره‌گیری را با مواد پوششی مناسب پوشش دهید.**

فعالیت

**با استفاده از مشعل گاز، پوشش سرباره‌گیر را به‌طور کامل خشک کنید.**

فعالیت

**جمع‌آوری سرباره از روی مذاب کورهٔ بوته‌ای را انجام دهید.**

فعالیت

**جمع‌آوری سرباره از روی مذاب کورهٔ دوار را انجام دهید.**

فعالیت

**سرباره را از روی مذاب کورهٔ القایی جمع‌آوری کنید.**

## ارزشیابی جمع‌آوری سرباره:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | استفاده از ابزار مناسب | ۰ـ۳ | |
| | جمع‌آوری سرباره | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی وتوجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به‌کار، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی سرباره‌ها از سایر زباله‌ها، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی در حین کار | | قبول ☐ | |
| | | غیر قابل قبول ☐ | |

# ارزشیابی شایستگی سرباره‌گیری ذوب کوره

**شرح کار:**
۱ـ مقدار و نحوه پاشیدن مواد سرباره‌گیر روی شلاکه در زمان مناسب بعد از خاموش کردن کوره
۲ـ گرفتن سرباره ذوب به دفعات موردنیاز با سرباره‌گیرِ دارای پوشان خشک شده
۳ـ کیفیت ظاهری سطح مذاب از لحاظ عدم وجود سرباره

**استاندارد عملکرد:**
با استفاده از ابزار و مواد سرباره‌گیر براساس استانداردهای مرتبط شلاکه یا سرباره را از مذاب خارج نماید.

**شاخص‌ها:**
۱ـ افزودن سرباره‌گیر
۲ـ خارج کردن سرباره
۳ـ کیفیت ظاهری سطح مذاب

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:**
۱ـ کارگاه ریخته‌گری (زمان ۲۰ دقیقه)
۲ـ مواد مصرفی: مواد سرباره‌گیری (سلاکس) ـ پوشان و ...
۳ـ ابزار و تجهیزات: ابزار سرباره‌گیری ـ مشعل گاز ـ کوره ـ ظرف شلاکه ـ ابزار اعمال پوشان
۴ـ تجهیزات ایمنی: لباس نسوز ـ کلاه ایمنی ـ کلاه ماسک ـ دستکش نسوز ـ کفش ایمنی ـ ماسک

**ابزار و تجهیزات:**
ظرف شلاکه ـ کوره ـ مشعل گاز ـ ابزار اعمال پوشان ـ ابزار سرباره‌گیر
تجهیزات ایمنی : کفش ایمنی ـ کلاه ماسک ـ لباس نسوز ـ ماسک ـ دستکش‌نسوز ـ کلاه ایمنی ـ تجهیزات اطفاء حریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | **خاموش کردن کوره** | ۱ | |
| ۲ | **افزودن مواد سرباره گیر** | ۱ | |
| ۳ | **جمع آوری سرباره** | ۲ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: کلاه ماسک ـ کفش ایمنی ـ دستکش نسوز ـ لباس نسوزـ کلاه ایمنی ـ رعایت موارد ایمنی و بهداشتی کارگاه ذوب‌سازی ـ تجهیزات اطفاء حریق ـ آگاهی‌های ایمنی<br>۲ـ نگرش: علاقه به کار ـ دقت کافی<br>۳ـ توجهات زیست‌محیطی: تهویه مناسب ـ جدا کردن سرباره‌ها از زباله‌ها ـ رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی غیرفنی: یادگیری ـ مسئولیت‌پذیری مهارت گوش کردن | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# ارزشیابی شایستگی راه اندازی کوره

**شرح کار:**
۱ـ روشن کردن کوره مطابق دستورالعمل کوره
۲ـ انتخاب مواد اولیه و شارژ کردن به مقدار مورد نیاز و مناسب

**استاندارد عملکرد:**
با استفاده از دستورالعمل و مواد اولیه شارژ براساس استانداردهای مرتبط، کوره راه‌اندازی و آماده ذوب‌دهی می‌گردد.

**شاخص‌ها:**
۱ـ روشن شدن کوره
۲ـ شارژ کردن کوره

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:**
۱ـ کارگاه ریخته‌گری (زمان ۱۶۰ دقیقه)
۲ـ مواد مصرفی: مواد اولیه (شمش، قراضه، فروآلیاژ) ـ مواد سرباره‌گیر
۳ـ ابزار و تجهیزات: کوره ـ جرثقیل ـ ترموکوپل ـ ابزار توزین ـ زمان سنج ـ ابزار شلاکه‌گیر ـ مگنت
۴ـ تجهیزات ایمنی: لباس نسوز ـ عینک ـ کلاه ـ ماسک ـ دستکش ـ کفش ایمنی ـ کلاه ماسک

**ابزار و تجهیزات:**
جرثقیل سقفی ـ کوره ـ ترموکوپل ـ زمان‌سنج ـ دستگاه توزین ـ مگنت ـ ابزار شلاکه‌گیر
تجهیزات ایمنی: کفش ایمنی ـ کلاه ایمنی ـ ماسک ـ کلاه ماسک ـ عینک ـ لباس کار ـ تجهیزات اطفاءحریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | آماده کردن مواد اولیه و تجهیزات | ۲ | |
| ۲ | روش کردن کوره | ۱ | |
| ۳ | شارژ کردن کوره | ۲ | |
| ۴ | اندازه‌گیری دمای ذوب | ۱ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: کلاه ماسک ـ ماسک ـ کلاه ایمنی ـ کفش ایمنی ـ دستکش نسوز ـ عینک ـ لباس نسوز ـ رعایت موارد ایمنی و بهداشتی کارگاه ذوب‌سازی ـ تجهیزات اطفاء حریق ـ آگاهی‌های ایمنی<br>۲ـ نگرش: علاقه به کار ـ دقت کافی ـ تمرکز بالا<br>۳ـ توجهات زیست‌محیطی: تهویه مناسب ـ رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی غیرفنی: مستندسازی ـ مهارت گوش دادن ـ نقش در تیم ـ مسئولیت‌پذیری | ۲ | |
| | میانگین نمرات | | * |

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

# پودمان ۵

# ذوب‌ریزی





پس از تهیه مذاب در کوره، برای انتقال مذاب از کوره به محل ریختن مذاب به قالب از پاتیل استفاده می‌شود. پاتیل، ظرف استوانه‌ای شکل از جنس فولاد است که جهت جلوگیری از تماس مذاب با بدنه پاتیل، سطح داخلی آن با مواد نسوز پوشانده شده است. مذاب از کوره به داخل پاتیل ریخته می‌شود و سپس پاتیل با استفاده از تجهیزات انتقال‌دهنده مانند جرثقیل به محل بارریزی، منتقل می‌شود. در حین انتقال سطح مذاب با محیط اطراف در تماس است. بنابراین در اثر واکنش مذاب با هوا ناخالصی‌های اکسیدی روی سطح مذاب پاتیل تشکیل می‌شود. برای جلوگیری از ورود ناخالصی‌های مذاب به داخل قالب باید مذاب پاتیل سرباره‌گیری شود.

# واحد یادگیری ۵

## شایستگی ذوب‌گیری از کوره و شلاکه‌گیری ذوب پاتیل

جهت ذوب‌گیری از کوره و شلاکه‌گیری ذوب پاتیل لازم است که کلیه ابزارآلات و تجهیزات ذوب‌گیری و شلاکه‌گیری در دسترس و آماده به کار باشد به همین منظور باید ابزار و تجهیزات سالم ، تمیز و دارای شرایط لازم جهت کار باشد. در این واحد یادگیری، ابتدا انواع ابزارآلات و تجهیزات انتقال مذاب، ابزارآلات و تجهیزات پیشگرم و ابزار شلاکه‌گیری توضیح داده شده سپس نحوه انتقال پاتیل مذاب، افزودن مواد واسطه و شلاکه‌گیری از مذاب توضیح داده می‌شوند و به صورت عملی انجام داده خواهد شد.

## استاندارد عملکرد

ذوب‌گیری از کوره و شلاکه‌گیری ذوب پاتیل با استفاده از ابزارآلات و تجهیزات مناسب براساس استانداردهای مرتبط.

## پیش نیاز و یادآوری

سرباره‌گیری مذاب کوره

## روش‌های انتقال مذاب

به نظر شما مذاب آماده شده در کوره را به چه طریقی می‌توان به خط تولید انتقال داد؟
ظرف مورد نیاز برای انتقال مذاب باید چه خصوصیاتی داشته باشد؟ آیا می‌توان مذاب را جهت انتقال در هر ظرفی ریخت؟
اگر به فرض بخواهیم مذاب فولاد را با ظرفی فولادی منتقل کنیم چه مشکلاتی پیش می‌آید؟ چه تغییری باید روی این ظرف فولادی انجام داد تا بتوان با آن مذاب فولاد را منتقل کرد؟

فیلم آموزشی

**ریختن مذاب در درون ظرف فولادی استوانه‌ای به قطر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۳ میلی‌متر که به سوراخ شدن ظرف منجر شود و بار دیگر ریختن مذاب در درون همین ظرف که با مواد نسوز پوشانیده شده است.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری .....**

آیا می‌توان جهت پوشش دادن داخل این ظرف (بوته یا پاتیل) از هر ماده‌ای استفاده کرد؟
چه موادی برای پوشش دادن ظروف انتقال مذاب مناسب‌اند؟ این مواد پوششی باید چه خصوصیاتی داشته باشند؟
تفاوت بین بوته و پاتیل چیست؟

فیلم آموزشی

**پوشش دادن پاتیل و تفاوت بوته و پاتیل**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد پوشش پاتیل:.....**

چگونه می‌توان بوته یا پاتیل را به محل ذوب گیری (کوره) منتقل کرد؟
آیا می‌توان این انتقال را به صورت دستی انجام داد؟ آیا در حالت دستی هم ابزار خاصی مورد نیاز است؟
در مواقعی که وزن بوته یا پاتیل زیاد باشد انتقال چگونه صورت می‌گیرد؟
آیا می‌توان بوته یا پاتیل‌های بزرگ را به روش دستی منتقل کرد؟ در این‌صورت باید چگونه عمل نمود؟

فیلم آموزشی

**انتقال بوته یا پاتیل‌های کوچک و بزرگ، جهت ذوب گیری به روش‌های مختلف و معرفی ابزار لازم.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری .....**

## تجهیزات انتقال مذاب

### بوته‌ها

بوته‌ها ظرف‌هایی هستند که از گرافیت یا کاربیدسیلیسیم ساخته می‌شوند و نوع گرافیتی آن بیشتر مورد مصرف قرار می‌گیرد. از بوته برای عملیات ذوب و ذوب‌ریزی استفاده می‌شود. بوته‌های ذوب را داخل کورهٔ زمینی قرار می‌دهند و فلزات در داخل آن شارژ می‌شوند و عمل ذوب در آن صورت می‌گیرد. بوته در اثر گرمای حاصل از کوره، گرم می‌شود و حرارت از طریق بوته به مواد درون آن هدایت می‌گردد. از مزایای بوته‌های گرافیتی می‌توان دیرگدازی، هدایت حرارتی خوب، سبک بودن و نچسبیدن مذاب به آن را نام برد. به علاوه، گرافیت در فشار هوای یک اتمسفر (فشار جَو) هرگز ذوب نمی‌شود بلکه به تدریج تصعید می‌گردد.

بوته‌های ذوب و ذوب‌ریزی ابعاد و اندازه‌های مختلفی دارند. اندازهٔ بوته بر حسب مقدار چدنی که داخل آن می‌توان ذوب نمود سنجیده می‌شود. برای مثال با بوتهٔ نمره ۶۰ می‌توان ۶۰ کیلوگرم چدن را ذوب نمود. بوته‌هایی که بیشترین کاربرد را دارند، بوته‌های نمرهٔ ۱۰ الی نمره ۴۰۰ هستند.



### پاتیل‌ها

بطور کلی هدف از حمل مذاب، رساندن فلز تمیز به قالب در دمای مورد نظر است. به این منظور از ظروفی به نام پاتیل استفاده می‌شود. پاتیل‌ها از یک جدارهٔ فولادی پوشش داده شده با مواد نسوز تشکیل شده‌اند. به طور کلی سه نوع از پاتیل‌ها نسبت به بقیهٔ آنها کاربرد بیشتری دارند، که عبارت‌اند از پاتیل سرریز، پاتیل قوری شکل و پاتیل کف‌ریز.



۱ **پاتیل سرریز:** در این دسته از پاتیل‌ها فلز مذاب از قسمت لبهٔ بالایی پاتیل تخلیه می‌شود و جریان و حجم مذاب خروجی با استفاده از اهرم (فرمان) متصل به پاتیل کنترل می‌شود. از آنجایی‌که محل تجمع سرباره‌ها در سطح فلز مذاب است، لذا به منظور جلوگیری از ورود سرباره‌ها (شلاکه) به محفظهٔ قالب، از یک شلاکه‌گیر دستی استفاده می‌شود. مزیت پاتیل‌های سرریز در این است که در آنها مجرای باریکی وجود ندارد تا در اثر انجماد فلز مذاب، مسدود گردد. تنها محدودیت آنها احتمال ورود شلاکه به محفظهٔ قالب است.



**۲ پاتیل قوری شکل:** در این نوع پاتیل با تعبیه یک دیوارهٔ نسوز داخل آن از ورود مذاب و شلاکهٔ سطحی به محفظهٔ قالب جلوگیری می‌شود و فقط از مذاب موجود در ته پاتیل جهت پر کردن قالب استفاده می‌شود. مزیت این روش جلوگیری از ورود شلاکه به محفظه قالب است و محدودیت آن احتمال انجماد فلز مذاب در مجرای خروج مذاب آن است. در مواقعی که دمای مذاب موجود در پاتیل از محدودهٔ معین پایین‌تر باشد یا ذوب در پاتیل اضافه بیاید، برای برگرداندن مذاب آن به کوره می‌توان از لبهٔ دیگر پاتیل برای تسریع در تخلیهٔ مذاب استفاده نمود.



**۳ پاتیل کف ریز:** همان‌گونه که از نام این پاتیل مشخص است، تخلیهٔ آن از دریچهٔ قسمت پایین انجام می‌شود. دریچهٔ مذکور توسط میله‌ای که از مواد نسوز پوشش داده شده، به کمک اهرم بیرون پاتیل باز و بسته می‌شود. بنابراین مذاب خروجی از این دریچه عاری از سرباره و سایر مواد غیر فلزی مانند اکسیدهاست.

از محدودیت‌های این پاتیل‌ها می‌توان به این نکته اشاره نمود که با توجه به اینکه نیروی وزن مذاب در سرعت و شدت جریان خروجی مذاب از دریچهٔ پایین پاتیل زیاد تأثیر می‌گذارد، کنترل میزان سرعت جریان مذاب، در ابتدا که پاتیل پر و در انتها که پاتیل خالی از مذاب است، مشکل می‌گردد.

همچنین این پاتیل‌ها در صورتی قابلیت استفاده مجدد دارند که دریچه و پوشش نسوز میلهٔ بند آورنده جریان مذاب در هر بار استفاده تعویض شود. در نتیجه برای ادامهٔ کار، هزینه‌ها افزایش می‌یابد و نیاز به پاتیل‌ها بیشتر می‌شود.

### پوشش پاتیل‌ها



پوشش‌هایی که برای پاتیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید دیرگدازی بالا، مقاومت در برابر نفوذ مذاب و فرسایش در برابر مذاب به همراه مقاومت در برابر شوک حرارتی داشته باشند. همچنین این مواد نباید با مذاب واکنش دهند و موجب آلودگی مذاب شوند. با استفاده از خاک نسوز به فرم آجر می‌توان داخل پاتیل‌ها را به صورتِ بدون‌درز آجر چینی نمود تا از نفوذ مذاب به جدارهٔ بین آجرها جلوگیری شود.

در صورتی‌که از خاک نسوز به صورت ملات استفاده شود می‌توان جدارهٔ داخلی پاتیل را به صورت یکپارچه پوشش‌دهی نمود. در این موارد می‌توان از شابلون‌هایی که به فرم داخلی پاتیل ساخته شده‌اند، استفاده نمود.

از آنجایی‌که در اثر حرارت و انبساط پوشش نسوز، ترک‌های ریزی در دیوارهٔ نسوز پاتیل ایجاد می‌شود، لازم است از ترکیباتی شامل گرافیت و خاک نسوز بر روی مواد نسوز دیوارهٔ پاتیل استفاده شود. در ریخته‌گریِ آلیاژهای آهنی، مخصوصاً چدن‌ریزی، از آجرهای نسوز سیلیسی یا مخلوط ماسهٔ سیلیسی و چسب سیلیکات سدیم استفاده می‌شود. این ترکیبات در اطراف یک شابلون در داخل پاتیل کوبیده می‌شوند، سپس با دمیدن گاز $CO_2$ پوشش را استحکام می‌دهند. از آنجایی‌که در این مورد رطوبت ترکیب کم است، قبل از استفاده به خشک کردن کمتری نیاز است. ضخامت پوشش‌های نسوز، با توجه به حجم پاتیل‌ها، برای هر مادهٔ نسوز تعیین می‌شود.

### ابزارآلات و تجهیزات انتقال

۱ **جرثقیل سقفی:** برای حمل و جابه‌جایی بوته یا پاتیل مذاب، جرثقیل سقفی در ظرفیت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این جرثقیل بر روی ریل‌هایی تعبیه می‌شود و در دو طرف سالن تولید به وسیله موتورهایی به صورت طولی حرکت می‌کند.



۲ **جرثقیل دروازه‌ای:** برای جابه‌جایی بوته یا پاتیل مذاب یا تجهیزات دیگر، این جرثقیل در ظرفیت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و از دو پایهٔ نگهدارنده و تیرک عمود بر دو پایه تشکیل شده و بر روی تیرک در حرکت است.



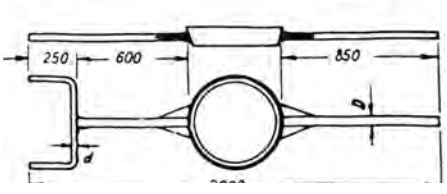
۳ **جرثقیل ستونی:** برای جابه جایی بوته یا پاتیل مذاب یا تجهیزات دیگر از این جرثقیل استفاده می‌شود و از یک ستون نگهدارنده و یک تیرک (جهت حرکت جرثقیل بر روی آن) تشکیل شده است.

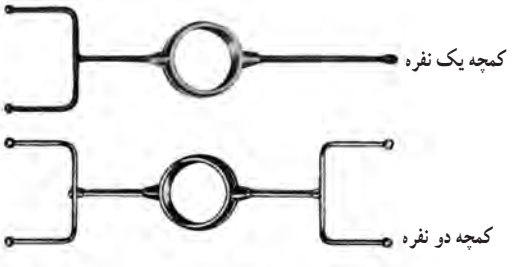


۴ **گاری:** جهت حمل بوته یا پاتیل مذاب از قسمت‌های مختلف کارگاه ذوب به قسمت ریخته‌گری از گاری استفاده می‌شود. ابعاد و ظرفیت گاری، بسته به ابعاد بوته یا پاتیل و مقدار ذوب، متفاوت است.



۵ **کمچه:** برای حمل بوته و پاتیل‌های کوچک از کمچه استفاده می‌شود. همچنین برای پاتیل‌های بزرگ از کمچه، به منزلهٔ «فرمان»، می‌توان استفاده نمود. کمچه دراندازه‌های مختلف وجود دارد و جنس آن فولادی است.





۶ **انبر طوق:** از این وسیله برای قرار دادن بوته در داخل کوره و خارج کردن آن استفاده می‌شود. انبر طوق از فولاد فورج شده (آهنگری شده) ساخته می‌شود و در انواع و اندازه‌های مختلف وجود دارد.

## روش‌های پیشگرم کردن بوته و پاتیل

اگر آب جوش درون لیوان شیشه‌ای سرد ریخته شود، لیوان ترک می‌خورد و می‌شکند. علت چیست؟ برای جلوگیری از ترک خوردن لیوان باید چه عملی انجام داد؟ به نظر شما اگر لیوان سرد نباشد و تفاوت دمایی کمتری با آب جوش داشته باشد باز هم ترک می‌خورد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد تصویر نمایش داده شده:**.....

اگر در داخل لیوان فلزی‌ای که در یخچال نگهداری شده و در داخل لیوان فلزی‌ای که در دمای محیط نگهداری شده است آب جوش ریخته شود، آیا آب آنها در مدت زمان مشخص به یک‌اندازه سرد می‌شود؟ به نظر شما آب در کدام یک از لیوان‌ها سریع تر سرد می‌شود؟چرا؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد تصویر نمایش داده شده:**.....

اگر فلز مذاب در داخل بوته یا پاتیل سرد ریخته شود چه اتفاقی می‌افتد؟ بوته یا پاتیل با دمای محیط تحمل مذاب با دمای بسیار بالا را دارد؟ برای بالا بردن عمر بوته یا پاتیل، قبل از ریختن مذاب، چه کاری باید انجام داد؟
به نظر شما افت دمای مذاب در داخل بوته یا پاتیل گرم بیشتر است یا سرد؟چرا؟ برای جلوگیری از افت دمای مذاب در داخل بوته یا پاتیل در حین ذوب‌گیری از کوره چه باید کرد؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد تصویر نمایش داده شده:**.....

به نظر شما چگونه می‌توان بوته یا پاتیل را گرم نمود؟ آیا با هر روش یا وسیله‌ای می‌توان این کار را انجام داد؟ تا چه دمایی باید بوته یا پاتیل را گرم نمود؟

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری:**.....

### خشک کردن پاتیل‌ها (پیشگرم)

خشک نمودن پاتیل‌ها قبل از مصرف آنها برای خارج کردن رطوبت موجود در آنها امری لازم و ضروری است، زیرا حضور رطوبت علاوه بر تخریب پوشش در حین تماس با مذاب و خطر پاشیدن مذاب به بیرون، واکنش‌هایی ایجاد می‌کند که به جذب هیدروژن نیز منجر می‌شود.

نحوهٔ خشک کردن پاتیل‌ها، بعد از خشک کردن مقدماتی در هوا، به این صورت است که ابتدا با شعلهٔ کمتر و رفته رفته با زیاد کردن شعله به میزان حرارت اعمالی افزوده می‌گردد (در انتهای این مرحله دمای پوشش به ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد) تا رطوبت موجود در پوشش آهسته از آن خارج شود و از ایجاد ترک در پوشش جلوگیری گردد. وقتی پاتیل کاملاً خشک شد در مرحله بعد، قبل از انتقال مذاب به پاتیل، باید دمای پاتیل به محدودهٔ ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد برسد تا بر اثر انتقال مذاب از کوره به پاتیل افت دما، خیلی زیاد نباشد. هر چه درجهٔ حرارت پاتیل زیادتر شود، افت درجهٔ حرارت فلز مذاب در موقع تخلیه کمتر خواهد شد.

در این مرحله با استفاده از مشعل‌های پیشگرم، قبل از ذوب‌ریزی درون پاتیل، آن را تا دمای فوق می‌رسانند تا دمای پاتیل به دمای مذاب نزدیک‌تر گردد و از افت دمای مذاب در پاتیل و انجماد مذاب درون آن جلوگیری شود. حتی می‌توان یک بار پاتیل گرم شده تا دمای ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد را از مذاب پر نمود و سپس مذاب موجود را به کوره تخلیه کرد تا دمای پاتیل سریع تر به دمای مذاب نزدیک شود. علت دیگر پیشگرم کردن پاتیل‌های خشک شده قبل از ذوب ریزی در داخل آنها، جلوگیری از شوک حرارتی به نسوز پاتیل است که در افزایش طول عمر نسوز پاتیل بسیار مؤثر است.

### ابزارآلات و تجهیزات پیشگرم

۱ **کپسول گاز به همراه مشعل:** از این کپسول، دراندازه و حجم‌های مختلف، جهت پیشگرم پاتیل و خشک کردن پوشان وسطوح قالب استفاده می‌شود.



۲ **دستگاه پیشگرم:** این دستگاه جهت پیشگرم پاتیل در ابعاد و ظرفیت‌های بالا در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و از یک درِ فلزی پر شده از مواد نسوز، که مشعل در مرکز آن تعبیه شده، به همراه یک فن جهت دمش هوا در پشت مشعل، تشکیل شده است.



## انتقال پاتیل به کوره (کار کارگاهی)

کار عملی



**پیشگرم کردن پاتیل و کوره و انتقال آنها به زیر کوره**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش بند و پابند و روکفشی نسوز، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ بوته یا پاتیل را از نظر نداشتن ترک، منفذ و ..... مورد بازرسی چشمی‌قرار دهید.

۲ در صورت اطمینان از سلامت بوته یا پاتیل و نسوز آن، با استفاده از مشعل آن را تا دمای مناسب پیشگرم کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** دقت شود مشعل را به سمت افراد دیگر نگیرید و حتماً از دستکش و پیش بند نسوز استفاده شود.

**تذکر:** دقت شود در صورتی که سطح بیرونی پاتیل سرخ شده باشد از ذوب‌ریزی در داخل آن خودداری گردد و نسوز آن مورد بازبینی قرار گیرد.

۳ بوته یا پاتیل کوچک را با استفاده از ابزار مربوطه مانند کمچه یا گاری به محل ذوب گیری منتقل کنید.

۴ بوته یا پاتیل بزرگ را با استفاده از جرثقیل یا گاری به محل ذوب‌گیری منتقل کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با جرثقیل و حمل اجسام بزرگ، نکات ایمنی مربوطه را رعایت کنید.

۵ مذاب را از کوره به بوته یا پاتیل منتقل کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** قبل از انتقال مذاب از کوره به بوته یا پاتیل از خشک بودن و گرم بودن پاتیل اطمینان حاصل کنید. در غیر این صورت مجدداً بوته یا پاتیل را پیشگرم کنید.

**ارزشیابی انتقال پاتیل به کوره:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | کنترل بوته و پاتیل | ۰ـ۳ | |
| | انتقال بوته و پاتیل و ریختن مذاب در آن | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## انواع مواد واسطه و روش‌های افزودن آنها به مذاب

به نحوهٔ پخت غذا توجه نمایید. آیا تنها اضافه‌کردن مواد اصلی یک نوع غذا برای به دست آوردن غذای قابل استفاده، لازم و کافی است؟ چه مواد دیگری برای پخت غذای قابل استفاده به کار برده می‌شود؟ به نظر شما برای ساخت مذاب با کیفیت تنها ترکیب مواد اصلیِ ذوب، کافی است؟

فیلم آموزشی

**ریخته‌گری مذاب آلومینیوم با استفاده از مواد واسطه (گاززدا) و بدون استفاده از مواد واسطه و مقایسهٔ سطح شکست آنها .**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری.....**

با توجه به فیلم نمایش داده شده، اگر مواد افزودنی به مذاب آلومینیم افزوده نشود، چه اتفاقی می‌افتد؟
آیا مواد افزودنی یا واسطه‌ای که به مذاب آلومینیوم اضافه می‌شوند را می‌توان برای مذاب چدن استفاده کرد؟
به نظر شما آیا مقدار مواد افزودنی به مذاب (آلومینیوم ، چدن ، فولاد و ...) نیز اهمیت دارد؟
اگر مقدار این مواد کم یا زیاد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

فعالیت

**دو نمونه از قطعات آلومینیومی‌ارائه شده در کلاس، یکی با مقدار مواد واسطه مناسب جوانه زا و دیگری با مقدار مواد واسطه کم، را بررسی و به صورت گروهی جدول زیر را کامل کنید.**

| مواد واسطه | تأثیر مقدار مواد واسطه (افزودنی ) بر قطعه آلومینیومی |
|---|---|
| کم | |
| مناسب | |

اگر مواد افزودنی مرطوب به مذاب افزوده شود چه اتفاقی رخ می‌دهد؟
آیا می‌توان مواد واسطه را به هر روشی به مذاب اضافه کرد؟

فیلم آموزشی

**افزودن مواد واسطه (جوانه زا) به مذاب آلومینیوم به دو روش صحیح (بعد از گاززدایی) و ناصحیح (قبل از گاز زدایی).**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه‌گیری در ارتباط با تأثیر مواد واسطه در مذاب:.....**

فعالیت

**دو قطعهٔ آلومینیومی ارائه شده در کلاس، که با روش صحیح و ناصحیح جوانه زایی شده‌اند را به صورت گروهی بررسی و سپس جدول زیر را تکمیل نمایند.**

| قطعه آلومینیومی تولید شده | نتیجه بررسی ظاهری |
|---|---|
| با افزودن صحیح مواد واسطه | |
| با افزودن ناصحیح مواد واسطه | |

## مواد واسطه افزودنی (کمک ذوب)

به منظور بهبود بخشیدن به خواص مکانیکی و ریخته‌گری قطعات از موادی به نام مواد واسطه یا کمک ذوب استفاده می‌گردد. اضافه‌کردن این عناصر در آخرین لحظات تهیهٔ مذاب و معمولاً قبل از ریختن فلز مذاب به داخل قالب صورت می‌گیرد.

## انواع مواد واسطه افزودنی (کمک ذوب)

### ۱ مواد تلقیح (جوانه‌زایی و... )

اضافه کردن بعضی از عناصر به مذاب، در مقادیر جزئی، می‌تواند موجب بهبود خواص ریخته‌گری و مکانیکی قطعات ریختگی شود. این عناصر در آخرین لحظات تهیهٔ مذاب و معمولاً قبل از ریختن فلز مذاب به داخل قالب اضافه می‌شوند. برای نمونه جهت بهبود خواص و استحکام چدن‌ها و به خصوص در ریخته‌گری دیواره‌های نازک (با ضخامت کم) و جلوگیری از ترد شدن آنها از پودر فروسیلیسیم، که در واقع جوانه‌زا است، استفاده می‌شود. این ماده از آهن و سیلیسیم (حدوداً ۵۲ درصد آهن و ۵۷ درصد سیلیسیم) تشکیل شده است و به میزان ۰/۳ الی ۰/۵ درصد به مذاب چدن افزوده می‌شود.

همان‌گونه که اشاره شد، این مواد در آخرین مرحله و حتی در برخی موارد در سیستم راهگاهی به مذاب اضافه می‌شود. معمولاً جوانه‌زا به صورت یک جا به مذاب افزوده نمی‌شود و در طول زمان ذوب ریزی در قالب و یا در طول انتقال مذاب از کوره به پاتیل، به آن اضافه می‌شود.

درجه حرارت و زمان، در بازدهی جوانه‌زایی عوامل اساسی محسوب می‌گردند. در صورتی که درجهٔ حرارت، بالا و یا زمان نگهداری مذاب پس از جوانه‌زایی طولانی باشد، راندمان جوانه‌زایی به شدت کاهش می‌یابد و علت آن، حل شدن تعدادی از مواد جوانه‌زا در مذاب است.

افزودن ۱ الی ۲/۵ درصد فروسیلیکو منیزیم به مذاب چدن نیز می‌تواند تأثیر شگفت‌آوری در بهبود خواص مکانیکی چدن‌ها داشته باشد. این افزودن به روش‌های مختلف، از جمله ساندویچی، غوطه‌وری، فروبری، نوار مغزی‌دار منیزیم، درون قالب، کنورتور و ... انجام می‌شود. در مباحث بعدی به تفصیل در این مورد صحبت خواهد شد.

همچنین در آلومینیم حدود ۰/۲ درصد تیتانیم یا ۰/۲۰ درصد بور و در آلیاژهای آلومینیم- سیلیسیم افزودن ۰/۲۰ درصد سدیم و یا ۰/۳۰ درصد استرانسیم می‌تواند به بهبود خواص بسیار کمک نماید. برای اضافه کردن این عناصر به مذاب آلومینیوم از کلاهک خوراک دهنده استفاده می‌کنیم و پس از هم زدن مذاب، آن را در داخل قالب می‌ریزیم.

باید این موضوع مورد توجه قرار گیرد که عمل جوانه زنی پس از عمل گاز زدایی (در آلیاژهایی که نیاز به گاززدایی دارند) انجام می‌گیرد، زیرا اگر جوانه زا قبل از گاز زدایی اضافه شود، قسمت اعظم آنها در جریان خروج گاز به سطح مذاب انتقال می‌یابد و عمل جوانه زنی به درستی انجام نمی‌گیرد.



فروسیلیکو منیزیم



بور



استرانسیم



سدیم



فروسیلیس



تیتانیم



**۲ مواد گاززدا:**

بی شک وجود مک‌های گازی، که در نتیجهٔ محبوس شدن گاز در حین ریخته‌گری و انجماد به وجود می‌آید، از عیب‌های اساسی در قطعات ریختگی آلیاژهای مختلف محسوب می‌گردد. به طور کلی گازها با مذاب واکنش‌های متفاوتی دارند که با توجه به تأثیرشان در فلز مذاب، آنها را به سه گروه تقسیم نموده‌اند:

**الف: اثرشیمیایی:** برخی از گازها، بر اثر تماس با فلز مذاب، با آن واکنش شیمیایی انجام می‌دهند. این واکنش‌ها به تشکیل ترکیبات شیمیایی مانند اکسیدها، نیتروره‌ها، سولفیدها، کربورها و ... منجر می‌شود و در فلز مذاب معمولاً به صورت ذرات ریز جامد یا در بعضی موارد به صورت مذاب ظاهر می‌شود. در این رابطه می‌توان به ترکیب جامد آلومینیم اکسید ($Al_2O_3$) در مذاب آلومینیم اشاره کرد.

**ب: اثرفیزیکی:** تعدادی از گازها ممکن است در مذاب حل شوند. این گونه گازها معمولاً میل به ترکیب شیمیایی با مذاب ندارند و در مذاب به صورت اتمی‌انحلال می‌یابند. برای مثال، می‌توان انحلال گاز هیدروژن در مذاب آلومینیم را ذکر کرد.

**ج: خنثی:** بعضی از گازها با مذاب نه میل به ترکیب شیمیایی و نه اثر شیمی ـ فیزیکی دارند که به این گونه از گازها، گازهای خنثی یا بی‌اثر می‌گویند. مانند گازهای هلیم یا نیتروژن در مذاب آلومینیم که خنثی هستند. از این نوع گازها به منظور گاززدایی مذاب استفاده می‌شود.

منابع تولید گاز در مذاب نیز عبارت‌اند از:

هوای محیط؛

ـــ سوخت و محصولات احتراق؛

ـــ مواد نسوز؛

ـــ وسایل و ابزارهای ذوب؛

ـــ مواد شارژ؛

ـــ مواد قالب و ماهیچه.

مهم‌ترین گازهای محلول در مذاب عبارت‌اند از: نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن، دی اکسیدکربن، کربن مونو اکسید، بخار آب و... . در این میان هیدروژن به دلیل داشتن قطر اتمی کوچک، در اکثر فلزات و آلیاژها بیشترین انحلال را دارد. به همین دلیل همواره مورد بحث و بررسی محققین قرار گرفته است.

به طور کلی گازها برای انحلال در مذاب باید از حالت مولکولی خارج شوند و به حالت اتمی درآیند. انحلال گازها در فلزات به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

الف) درجهٔ حرارت: انحلال گازها در فلزات معمولاً با بالا رفتن درجهٔ حرارت افزایش می‌یابد.

ب) فشار: با افزایش فشار، انحلال گاز در مذاب غالباً بیشتر می‌شود.

ج) عناصر آلیاژی: عناصر آلیاژی اثر متفاوتی بر انحلال گاز در فلزات (حالت جامد و مذاب) دارند. برخی عناصر آلیاژی انحلال گاز را افزایش و گروهی دیگر کاهش می‌دهند.

## روش‌های جلوگیری ازایجاد مک‌های گازی

کاملاً واضح است که تولید قطعات عاری از مک، در درجهٔ اول مستلزم پیش‌گیری از ورود گاز به داخل مذاب و همچنین جلوگیری از ایجاد مک‌های گازی در قطعات است، برای پیش‌گیری، روش‌های مختلفی وجود دارد، از جمله:

۱ استفاده از مواد شارژ و کمک ذوب تمیز و عاری از رطوبت؛

۲ کنترل احتراق به جهت ممانعت از احتراق ناقص و افزایش گازهایی نظیر $H_2$، $CO$، $CO_2$، $H_2O$ و $SO_2$ در اتمسفر کورهٔ ذوب؛

۳ ممانعت از طولانی شدن زمان ذوب و نگهداری مذاب برای جلوگیری از تماس زیاد مذاب با گاز و محیط اطراف؛

۴ کاهش سطح مذاب، میزان حل شدن گاز با سطح مذاب رابطهٔ مستقیم دارد، یعنی هر چه سطح تماس مذاب با اتمسفر کمتر باشد مقدار حل شدن گازها کمتر خواهد شد؛

۵ استفاده از مواد پوششی در سرباره، به منظور جلوگیری از تماس مذاب با محیط اطراف؛

۶ کنترل درجهٔ حرارت مذاب، به منظور جلوگیری از افزایش حلّالیت گاز در مذاب؛
۷ جلوگیری از تلاطم مذاب برای ممانعت از محبوس شدن گاز در حین بارریزی؛
۸ طراحی سیستم‌های راهگاهی مطلوب برای هدایت گازهای موجود در مذاب به محل مناسب.

گازها را می‌توان به روش‌های مختلفی از مذاب خارج کرد. در مباحث بعدی راجع به آنها به تفصیل صحبت خواهد شد. فقط ذکر این نکته لازم است که برای خروج گازها از مذاب، مادهٔ گاززدا را به روش مشخص وارد مذاب می‌کنیم تا واکنش‌های مختلفی در مذاب ایجاد کند و این واکنش‌ها باعث خروج گاز از مذاب می‌گردد. باید توجه داشت نوع ماده گاززدا و روش گاززدایی به نوع مذاب بستگی دارد. مثلاً برای خروج گازها از مذاب آلومینیوم، به خصوص هیدروژن، از قرص‌های دگازور (نظیر هگزا کلروراتان و نمک‌های فلورید) استفاده می‌کنند. به این صورت که تقریباً به ازای هر ۳۰ کیلوگرم مذاب ۱ قرص و یا هر ۵۰ کیلوگرم ۲ قرص دگازور را در کلاهک خوراک دهنده قرار می‌دهیم و در مذاب فرو می‌بریم و به ازای هر ۵۰ کیلوگرم مذاب ۳۰ ثانیه کلاهک داخل بوته نگه داشته می‌شود تا تمام حباب‌ها خارج شوند. باید توجه شود پس از گاززدایی رعایت ۵ دقیقه اختلاف بین زمان ریختن و عمل گاززدایی الزامی‌است بدیهی است در کوره‌های بزرگ این زمان تا ۱۵ دقیقه نیز افزایش می‌یابد.

برای حذف اکسیژن از مذاب فولاد نیز از آلومینیوم استفاده می‌شود به این صورت که آلومینیوم (ترجیحاً به صورت ضخیم و نیم‌کره برای جلوگیری از اکسیداسیون سریع و تأثیر بهتر) را به مقدار تقریبی ۰/۱۵ـ۰/۱ درصد وزن مذاب پاتیل و در حین انتقال مذاب از کوره به پاتیل قبل از رسیدن مذاب به $\frac{۱}{۳}$ بالایی پاتیل به صورت مداوم اضافه می‌نمایند.

مهم‌ترین مادهٔ اکسیژن زدا در ریخته‌گری آلیاژهای مس، فسفر است که توسط‌هاردنرهای مختلف مس ـ فسفر و معمولاً حاوی ۱۵ درصد فسفر به آلیاژ اضافه می‌شود. مقدار فسفر مورد نیاز معمولاً ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ درصد است که به جز آلیاژ آلومینیوم برنز در سایر آلیاژهای مس مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین لیتیم نیز عنصر دیگری است که خاصیت اکسیژن زدایی آن در آلیاژ مس تقریباً ۱۰ برابر فسفر است.

## ۳ مواد آخال زدا

آخال به کلیهٔ ناخالصی‌های ترکیبی فلزی و غیرفلزی گفته می‌شود که در فلز مذاب به‌وجود می‌آید. آخال‌ها شامل مجموعه اکسیدهای ساده، سولفیدها، نیتریدها، کلرورها و ... یا ترکیبات مختلف آنهاست. آخال روی خواص فلزات از جمله خواص مکانیکی و ریخته‌گری تأثیر مخرّب دارد.

به طور کلی آخال‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند:



نمونه از قطعه با عیوب آخال و سک‌های میکروسکوپی

الف) آخال‌هایی که در نتیجهٔ عوامل خارجی موجود به وجود می‌آیند و وارد مذاب می‌شوند، مانند سرباره‌ها، ذرات قالب، مواد نسوز و... . در بیشتر حالات، این آخال‌ها ماکروسکوپی هستند و با چشم غیر مسلح قابل رؤیت‌اند.
ب) آخال‌هایی که بر اثر واکنش‌های شیمیایی در داخل مذاب به‌وجود می‌آیند. این آخال‌ها شامل سولفیدها، نیتریدها، اکسیدها، کلرورها و ... هستند. این نوع آخال‌ها عموماً بسیار کوچک‌اند و با میکروسکوپ مشاهده و بررسی می‌شوند و معمولاً به طور یکنواخت در قطعات پراکنده‌اند.

## منابع ایجاد آخال

ـ **مواد شارژ:** وجود مواد اکسید شده، رطوبت و ... در مواد شارژ از موارد مهم در ایجاد آخال است.
ـ **اندازهٔ مواد شارژ:** هر قدر مواد شارژ ریزتر باشند مقدار آخالها نیز به علت افزایش اکسیدها افزایش می‌یابند.
ـ **ترتیب افزودن مواد شارژ به کوره:** معمولاً موادی که میزان اکسیداسیون زیادتری دارند از همان ابتدا به کوره شارژ نمی‌شوند.
ـ **هم‌زدن و آشفته ساختن مذاب:** در مورد آلیاژهایی مانند آلیاژهای آلومینیوم، به هم زدن مذاب باعث به هم خوردن قشر اکسید سطح می‌شود و مقدار آخال در مذاب را افزایش می‌دهد.
ـ **محیط اطراف کوره:** محیط اطراف کوره می‌تواند اکسیدی، خنثی یا احیایی باشد که انتخاب هرکدام از آنها در مقدار آخال تأثیر می‌گذارد.
ـ **درجهٔ حرارت ذوب:** با افزایش درجهٔ حرارت فوق ذوب، مقدار آخال‌ها عموماً افزایش می‌یابد.
ـ **زمان نگهداری مذاب:** با افزایش زمان نگهداری مذاب، مقدار آخال‌ها نیز افزایش می‌یابد.
ـ **نوع کوره:** کوره‌هایی که سوخت یا محصول احتراق در آنها با مذاب در تماس‌اند مقدار آخال بیشتری در مذاب ایجاد می‌کنند. از طرف دیگر جلوگیری از خراب شدن کوره و وارد شدن ذرات بوته، آجرنسوز و خاک نسوز به داخل مذاب ضروری است.
ـ **وسایل و تجهیزات مورد استفاده درذوب:** استفاده از ابزارهای تمیز و پوشش داده شده در کاهش مقدار آخال مؤثر است. برای مثال در ذوب آلومینیوم استفاده از وسایل آهنی بدون پوشش، موجب خورده شدن آهن توسط آلومینیوم می‌گردد و آخال‌های میکروسکوپی ایجاد می‌کند.
ـ **ذوب ریزی:** نحوهٔ بارریزی به جهت تماس مذاب با محیط اطراف، در مقدار آخال تأثیر دارد.
ـ **قالب:** استفاده از مواد قالب و پوشش مناسب و نیز خشک کردن آن، در کاهش مقدار آخال تأثیر زیادی دارد. از طرف دیگر افزایش استحکام قالب و نیز تمیز کردن آن، از ورود ذرات ماسه به داخل قالب جلوگیری می‌کند.
ـ **سیستم راهگاهی:** اجتناب از ایجاد گوشه‌های تیز برای کاهش آخال ضروری است. از طرف دیگر سیستم راهگاهی باید به گونه‌ای طراحی شود تا ذرات با منشأ خارجی در داخل حوضچهٔ پای راهگاه یا کانال ممتد گیر کند و وارد محفظهٔ قالب نشوند. در حقیقت یکی از وظایف مهم سیستم راهگاهی، جلوگیری از ورود آخال به داخل مذاب است.
ـ **درجه حرارت بارریزی:** افزایش درجهٔ حرارت بارریزی، امکان انجام واکنش مذاب را با مواد نسوز و مواد قالب، بیشتر فراهم می‌آورد.

## آخال‌زدایی

آخال زدایی به مجموعه عملیاتی گفته می‌شود که به منظور جلوگیری و حذف یا کاهش اثرات نامطلوب آخال‌ها (ذرات اکسیدی، نیتروژن، کربورها و...) به کار می‌رود. برای آخال زدایی از موادی به نام فلاکس استفاده می‌شود. فلاکس‌ها ترکیبات متنوع و متعددی هستند که برای جلوگیری از اکسید شدن، یا برای احیا کردن یا به منظور جدا کردن آخال‌ها از مذاب مورد استفاده قرار می‌گیرند و بسته به نوع مذاب، متفاوت‌اند. فلاکس‌های مهم که معمولاً برای آخال‌زدایی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

ـ **فلاکس‌های پوششی:** این فلاکس‌ها به منظور به وجود آمدن سدی در برابر نفوذ اکسیژن به داخل مذاب طراحی شده‌اند و عموماً ممکن است به صورت جامد و خشک یا به صورت مذاب در سطح فلز مذاب ظاهر گردند. بعضی از فلاکس‌های پوششی می‌توانند در ایجاد سربارهٔ مناسب مؤثر باشند. آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که استفاده از فلاکس‌های پوششی مقدار تلفات مذاب را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد و به همین نسبت از میزان آخال‌های موجود در مذاب می‌کاهد. فلاکس‌های پوششی برای تمیز کردن مذاب کاربرد زیادی ندارند و بیشتر به صورت پوشش به کار برده می‌شوند. از جمله برای آلیاژهای مس از خُرده شیشه یا براکس هم زمان در حین ذوب شدن مس و برای آلیاژهای آلومینیوم از ترکیبات کلر، نظیر کاورال در انتهای عملیات مذاب، استفاده می‌شود.

ـ **فلاکس‌های تمیزکننده:** فلاکس‌های تمیز کننده به منظور جداسازی ذرات آخالِ معلق و خارج کردن آنها از مذاب به کار می‌روند که از طریق کاهش وزن مخصوص آخال، کاهش آغشتگی آخال به مذاب و افزایش نقطهٔ ذوب آخال به خروج آخال‌ها از مذاب کمک می‌کند.

## روش‌های ترکیبی آخال‌زدایی

در این روش حذف آخال با عناصری صورت می‌گیرد که نسبت به فلز مذاب، میل ترکیبی بیشتری با اکسیژن، نیتروژن و ... دارند، از جمله برای اکسیژن زدایی می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره کرد:

اکسیژن زدایی مذاب فولاد با آلومینیوم $3[FeO]_{(Fe)}+2Al\rightarrow(Al_2O_3)+3(Fe)$

اکسیژن زدایی مذاب آلومینیوم با برلیوم $(Al_2O_3)_{(Al)}+3Be\rightarrow3(BeO)+2(Al)$

اکسیژن زدایی مذاب مس با فسفر $5(CuO)_{(CU)}+2p\rightarrow(P_2O_5)+5(Cu)$

**مهم‌ترین شرایط برای اکسیژن زدایی عبارت‌اند از:**

۱ عنصر اضافه شده برای اکسیژن زدایی باید میل ترکیبی زیادتری با اکسیژن نسبت به مذاب داشته باشد؛

۲ عنصر اضافه شده نباید خود باعث به هم خوردن ترکیب شیمیایی مذاب شود و از طرف دیگر نباید در مذاب ایجاد آخال نماید؛

۳ چگالی اکسید جدید باید کمتر از اکسید اصلی باشد تا بتواند به راحتی به سطح مذاب بیاید؛

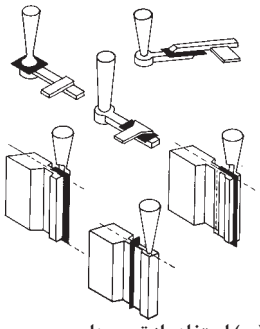
۴ قابلیت آغشتگی به مذاب نداشته باشد تا بتواند به راحتی از مذاب خارج شود؛

۵ از جهت عملی اضافه نمودن آن به مذاب مشکل نباشد.

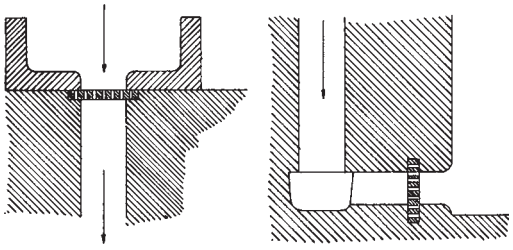
## فیلتر کردن مذاب

حذف کامل آخال‌ها به‌وسیلهٔ عملیات آخال زدایی مشکل است. لذا برای آلیاژهایی که وجود مقدار جزئیِ آخال‌های ریزمیکروسکوپی باعث کاهش خواص قطعات می‌شود و به منظور تولید قطعات با کیفیت بالا، از عملیات فیلتر کردن مذاب استفاده می‌شود. عملیات فیلتر کردن می‌تواند در پاتیل یا در سیستم راهگاهی انجام

شود. در این عملیات مذاب از داخل فیلترهای خاصی عبور می‌کند و در نتیجه آخال‌های ریز و درشت در لابه‌لای ذرات فیلتر گیر می‌کنند و مذاب صاف و عاری از آخال به‌دست می‌آید.



(ب) استفاده از توری‌های سیمی



(الف) استفاده از ماهیچه

### خشک کردن مواد واسطه

جهت جلوگیری از خطرات ناشی از ورود رطوبت به مذاب و پاشش آن و همچنین جلوگیری از ایجاد عیوب گازی در قطعات ریخته شده می‌باید قبل از استفاده از مواد واسطه، از خشک‌بودن آنها اطمینان حاصل کرد. به این صورت که می‌توان با استفاده از مشعل (به صورت غیر مستقیم) یا کوره خشک‌کن، نسبت به حذف رطوبت از مواد واسطه اقدام کرد.

## افزودن مواد واسطه (کار کارگاهی)

فعالیت کارگاهی

**افزودن مواد واسطه مانند گاززدا، فلاکس پوششی و ...**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش بند و پابند و روکفشی نسوز، کلاه ماسک، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ مقدار ۲۰ کیلوگرم مذاب آلومینیوم تهیه کنید.

۲ بوته مذاب را با ابزار مناسب به بیرون از کوره منتقل نمایید.

۳ جهت گاززدایی یک عدد قرص دگازر را در داخل کلاهک خوراک دهنده قرار دهید و آن را داخل مذاب فرو برید.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک‌بودن گاززدا اطمینان حاصل نمایید و در حین گاززدایی به دلیل پاشش مذاب و بخار متصاعد شدهٔ از آن، فاصلهٔ مناسب را از بوته رعایت کنید و از ماسک تنفسی مناسب استفاده نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام افزودن مواد واسطه حتماً از روشن بودن هواکش اطمینان حاصل کنید.

۴ بعد از گذشت ۳۰ ثانیه از واکنش، کلاهک خوراک دهنده را از مذاب بیرون آورید.

۵ مقداری از فلاکس پوششی کاورال را طوری بر روی سطح مذاب بپاشید تا تمام سطح را بپوشاند.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک بودن کاورال نیز اطمینان حاصل نمایید.

۶ با استفاده از سرباره‌گیر، سرباره را از روی سطح مذاب جمع‌آوری نمایید تا سطح مذاب عاری از هرگونه ناخالصی گردد.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک بودن سرباره‌گیرِ پوشش داده شده با پوشان، اطمینان حاصل نمایید.

◇ **نکات زیست محیطی:** از مخلوط شدن سرباره با محیط زیست جداً خودداری کنید.

۷ قبل از ذوب‌ریزی، ماده جوانه‌زا (کربور تیتانیم، نیترور تیتانیم یا .....) را توسط کلاهک خوراک دهنده به میزان ۰/۲ درصد وزن مذاب به بوته اضافه نمایید.

۸ سپس ذوب را به درون قالب منتقل کنید.

فعالیت

**به صورت گروهی، به یک بوتهٔ مذاب آلومینیوم، مواد واسطه را اضافه و سرباره گیری نمایید.**

**ارزشیابی افزودن مواد واسطه:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی مواد واسطه (مواد گاززدا، سرباره‌گیر و جوانه‌زا) | ۰ـ۳ | |
| | افزودن مواد گاززدا، سرباره‌گیر و گاززدایی و سرباره‌گیری و افزودن جوانه‌زا به مذاب | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیرفنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی سرباره‌ها از مذاب، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## نمونه‌گیری از مذاب پس از سرباره‌گیری

به نظر شما آیا پس از گاززدایی، مذاب برای ریخته‌گری در قالب کاملاً آماده شده است؟
آیا مقدار عناصر موجود در مذاب مناسب است و در حد استاندارد قرار دارد؟
به آنالیز دو آلیاژ آلومینیوم زیر دقت کنید:

۱) Al: ۹۲/۵ ٪ , Cu: ۳ ٪ , Si: ۴/۵ ٪

۲) Al: ۹۵ ٪ , Cu: ۰ ٪ , Si: ۵ ٪

آیا این دو آلیاژ آلومینیوم دارای خواص یکسانی هستند؟ چه عاملی سبب شده است تا خواص این دو آلیاژ متفاوت باشد؟
آیا به نظر شما مقدار عناصر تشکیل دهنده آلیاژ می‌تواند در خواص آن تأثیرگذار باشد؟
آیا می‌توان با کنترل کردن مقدار وزنی عناصر در ذوب سازی به این اطمینان رسید که ذوب نهایی از لحاظ آنالیز مورد تأیید است؟ به چه روشی می‌توان مقدار عناصر مذاب را مشخص کرد؟

فیلم آموزشی

**ابزار نمونه‌گیری و روش نمونه‌گیری از مذاب چدن و مشخص کردن مقدار عناصر آن به وسیلهٔ کوانتومتر.**

گفتگوکنید

**بحث گروهی و نتیجه گیری در مورد فیلم نمایش داده شده:**.....

قبل از نمونه‌گیری از مذاب باید سطح مذاب، عاری از هرگونه ناخالصی باشد. این عمل به‌وسیلهٔ مواد شلاکه‌گیر و ابزار شلاکه‌گیری انجام می‌گیرد. روش شلاکه‌گیری در مبحث شلاکه‌گیری به‌صورت مفصل توضیح داده شده است.

به طور کلی مقدار عناصر تشکیل دهندهٔ یک مذاب می‌تواند در خواص آن، از جمله خواص مکانیکی و ریخته‌گری تأثیر مستقیم داشته باشد. مقدار این عناصر، با توجه به خواص مورد انتظار قطعهٔ نهایی، تعیین می‌گردند.

جهت پی بردن به مقدار نهایی عناصر موجود در مذاب می‌توان از دستگاهی به نام کوانتومتر استفاده کرد. به این صورت که با استفاده از ابزار نمونه‌گیری (غلاف‌نمونه‌گیر، ملاقه و قالب نمونه‌گیر) و پس از سرباره‌گیری و گاززدایی، باید نسبت به نمونه‌گیری از مذاب در دمای مناسب و قبل از انتقال ذوب به قالب اقدام شود. پس از اجرای عملیات آماده‌سازی نمونه (سنگ زدن سطح نمونه جهت ایجاد سطحی صاف و براق)، مقدار عناصر تشکیل‌دهنده آن را توسط دستگاه کوانتومتر مشخص می‌کنند و به این ترتیب می‌توان از مناسب بودن مقدار عناصر تشکیل‌دهنده مذاب اطمینان حاصل کرد.

## شلاکه‌گیری و نمونه‌گیری از مذاب (کار کارگاهی)

کار عملی

**شلاکه گیری مذاب و تهیهٔ نمونه مذاب**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش بند و روکفشی نسوز، کلاه ماسک، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ ابزار نمونه گیری اعم از غلاف نمونه‌گیر یا قالب نمونه‌گیری و ملاقه را آماده کنید و نسبت به اِعمال پوشان مناسب بر روی ملاقه و قالب نمونه‌گیری و خشک‌کردن پوشان اقدام نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین استفاده از پوشان از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید و در حین خشک‌کردن پوشان موارد ایمنی کار با مشعل را رعایت نمایید.

۲ در صورت استفاده از ملاقه جهت نمونه‌گیری، از تمیز بودن سطح مذاب و عاری بودن آن از وجود هرگونه ناخالصی (سرباره) اطمینان حاصل کنید و در غیر این‌صورت نسبت به جمع آوری سرباره با استفاده از مواد سرباره گیر و ابزار سرباره گیری اقدام نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین جمع آوری سرباره، از کلاه ماسک، ماسک تنفسی مناسب و لباس نسوز استفاده نمایید.

**توجه:** دقت شود که دمای مذاب در حین نمونه‌گیری در محدودهٔ مجاز (جهت انجام نمونه‌گیری) باشد.

۳ در صورت استفاده از ملاقه جهت نمونه‌گیری، روی سطح مذاب را با استفاده از ملاقهٔ نمونه‌گیری به هم بزنید.

۴ با استفاده از ابزار نمونه گیری (غلاف نمونه‌گیر یا ملاقه و قالب نمونه‌گیر) نسبت به نمونه‌گیری از مذاب تا پر شدن کامل قالب نمونه‌گیری یا غلاف نمونه‌گیر اقدام نمایید.

⚠ **نکات ایمنی:** از خشک‌بودن ابزار نمونه گیری اطمینان حاصل نمایید.

۵ نمونه را از غلاف یا قالب نمونه‌گیر خارج و آن را سرد نمایید.

◇ **نکات زیست محیطی:** از مخلوط شدن سرباره و ضایعات حاصل از نمونه‌گیری با محیط زیست خودداری کنید.

فعالیت

**به صورت گروهی کار نمونه گیری از مذاب را انجام دهید.**

**ارزشیابی شلاکه‌گیری و نمونه‌گیری از مذاب:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی ابزار نمونه‌گیری | ۰ـ۳ | |
| | تهیه نمونه از مذاب | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیرفنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به‌کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی سرباره‌ها از مذاب، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | | قبول ☐ | |
| | | غیر قابل قبول ☐ | |

## مواد عایق و گرمازا

به نظر شما گرما از خورشید به زمین چگونه منتقل می‌شود؟ گرمای بخاری برقی از چه راه‌هایی منتقل می‌شود؟ در بخاری گازی چطور؟ یا توجه کرده‌اید که اگر یک طرف میله فلزی را گرم کنید، طرف دیگر آن نیز بعد از مدتی گرم می‌شود. در این حالت انتقال حرارت به چه طریق رخ داده است؟

چگونه می‌توان از کاهش درجهٔ حرارت آب گرم در داخل ظرف درباز جلوگیری کرد؟ چرا لوله‌های انتقال آب گرم را با پشم شیشه می‌پوشانند؟ انتقال حرارت در لوله‌های آب گرم از چه طریقی انجام می‌شود؟

به نظر شما دمای ذوب درون پاتیل از چه راه‌هایی کاهش می‌یابد؟

چگونه می‌توان از کاهش درجهٔ حرارت مذاب درون پاتیل جلوگیری کرد؟

آیا می‌توان با گذاشتن در بر روی پاتیل از کاهش درجهٔ حرارت ذوب جلوگیری کرد؟

آیا راه‌های دیگری نیز برای جلوگیری از کاهش دمای مذاب درون پاتیل وجود دارد؟

فیلم آموزشی

**روش‌های جلوگیری از کاهش درجهٔ حرارت مذاب درون پاتیل.**

هرگاه دو جسم با درجهٔ حرارت‌های مختلف در مجاورت هم قرار گیرند، به سه طریق انرژی حرارتی جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود، که عبارت‌اند از هدایت (رسانایی)، جابه‌جایی و تشعشع.

در انتقال حرارت به طریق هدایت انرژی حرارتی از هر مولکول (یا اتم) به مولکول مجاور خود طوری منتقل می‌شود که هیچ مولکولی از جای خود حرکت انتقالی نکند. به عبارت دیگر در این انتقال، محل مولکول‌ها ثابت است و فقط انرژی ارتعاشی از مولکولی به مولکول دیگر منتقل می‌گردد، مانند میله‌ای که یک طرف آن گرم شود و این حرارت به طرف دیگر انتقال یابد.

در انتقال حرارت به طریق جابه‌جایی مولکول‌های قسمت گرم و قسمت سرد، جای خود را تعویض می‌کنند. این عمل تا زمانی که تمامی‌قسمت‌های جسم به یک درجهٔ حرارت نرسد ادامه دارد. به این ترتیب واضح است که انتقال حرارت به طریق جابه‌جایی فقط برای مایعات و گازها امکان پذیر است. انتقال حرارت در مذاب آلومینیوم به صورت جابه‌جایی است. در ریخته‌گری مهم‌ترین موضوع انتقال حرارت به طریق جابه‌جایی در کوره‌هاست که در دهانهٔ کوره با گرم شدن هوای محیط، حرارت به خارج انتقال می‌یابد و باعث می‌گردد که راندمان و بازده حرارتی کوره کاهش پیدا کند.

در انتقال حرارت به طریق تشعشع، انرژی حرارتی به صورت امواج با ماهیتی نظیر امواج نورانی منتقل می‌شود. بنابراین انرژی حرارتی مانند انرژی نورانی برای انتشار احتیاجی به محیط مادی ندارد و در خلأ بهتر و سریع‌تر منتشر می‌شود (مانند نور خورشید).

در بعضی از کوره‌های ذوب، عمل ذوب بیشتر توسط انرژی تشعشعیِ حاصل از احتراق سوخت انجام می‌گیرد. مثلاً در کوره‌های شعله‌ای مقداری از انرژی تشعشعی مستقیماً و مقداری پس از انعکاس توسط سقف و دیواره‌های کوره به سطح فلز تابش می‌کند و باعث ذوب آن می‌گردد.

موادی که برای حفظ درجهٔ حرارت مذاب به‌کار می‌روند به طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱ مواد حرارت زا؛

۲ مواد عایق؛

۳ مواد عایق حرارت زا.

در بیشتر مواقع در ریخته‌گری قطعات از مواد حرارت زا به منظور گرم نگه‌داشتن مذاب استفاده می‌شود. این مواد با انجام فعل و انفعال در هنگام برخورد با مذاب، از انجماد زودهنگام آن جلوگیری می‌کنند. مواد حرارت زا در تماس با مذاب، در ابتدا مقداری از حرارت مذاب را می‌گیرند و پس از انجام فعل و انفعال با ایجاد حرارت، گرمای گرفته شده را جبران می‌کنند و درجهٔ حرارت مذاب را به دمای اولیه و در برخی موارد کمی‌بالاتر می‌برند. عموماً مواد حرارت‌زا بعد از واکنش به صورت یک مادهٔ عایق موجب حفظ حرارت مذاب می‌شوند. میزان کاهش درجهٔ حرارت مذاب در این مرحله به قابلیت انتقال حرارت این مواد بستگی دارد. در حقیقت نقش اصلی مواد حرارت‌زا، عایق بودن آنهاست و مزیت عمدهٔ آنها نسبت به موادی که فقط خاصیت عایق بودن دارند، این است که در صورت استفاده از مواد عایق به جای مواد حرارت‌زا، این مواد قادر به جبرانِ حرارت گرفته شده از مذاب نیستند لیکن فقط نقش عایق بودن را بر عهده دارند. مواد حرارت‌زا را پس از پر شدن پاتیل از مذاب و بعد از افزودن مواد واسطه روی مذاب پاتیل می‌پاشند.

ترکیب این مواد شامل بعضی از فلزات خالص است که به سرعت مشتعل می‌شوند، مانند آلومینیوم، منیزیم و کلسیم و اکسیدهای بعضی از فلزات، مانند اکسید آهن، منیزیم، سیلیسیم و مس به عنوان عامل اکسیژن دهنده. در اثر واکنش بین اکسید فلزات و فلزات خالص در جهت اکسیداسیون فلزات خالص، حرارت ایجاد می‌شود که موجب افزایش درجهٔ حرارت مذاب می‌گردد.

$$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe + \text{حرارت}$$

نکتهٔ دیگر در مورد ترکیبات مواد حرارت‌زا، توجه به نداشتن واکنشِ‌شیمیایی‌مضرِ این مواد با مذاب است (واکنشی که موجب تولید گاز و آخال شود).

## افزودن مواد عایق و گرمازا (کار کارگاهی)

فعالیت کارگاهی

**ریختن عایق یا گرمازا روی ذوب به اندازه کافی**

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش بند و پابند و روکفشِ نسوز، کلاه، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ با استفاده از ابزار مناسب، نسبت به پاشش مواد عایق یا حرارت‌زا به روی مذاب اقدام نمایید. به طوری‌که کاملاً سطح مذاب را بپوشاند.

**توجه:** از خشک بودن مواد عایق یا حرارت زا اطمینان حاصل شود.

⚠ **نکات ایمنی:** در حین افزودن مواد عایق یا حرارت زا، از ماسک تنفسی مناسب استفاده شود.

فعالیت کارگاهی

**به صورت گروهی افزودن مواد عایق و گرمازا روی مذاب را انجام دهید.**

**ارزشیابی افزودن مواد عایق و گرمازا:**

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی مواد عایق و گرمازا | ۰ـ۳ | |
| | افزودن مواد عایق و گرمازا روی سطح مذاب | ۰ـ۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰ـ۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | قبول ☐ |
| | غیر قابل قبول ☐ |

## روش‌های انتقال پاتیل یا بوته مذاب به محل ذوب‌ریزی

پس از پرشدن بوته یا پاتیل مذاب و افزودن مواد واسطه و پاشیدن موادِ عایق روی سطح مذاب، با استفاده از ابزارآلات و تجهیزات انتقال (مانند جرثقیل، گاری، کمچه و انبر طوق، که قبلاً به طور مفصل در مورد آن توضیح داده شده است)، پاتیل مذاب را به قسمت ریخته‌گری جهت ذوب‌ریزی در داخل قالب انتقال داده می‌شود.

# انتقال پاتیل به محل باررریزی (کارکارگاهی)

کار عملی



**منتقل کردن پاتیل به محل ذوب ریزی**

نمایش فیلم در ارتباط با رعایت نکات ایمنی روش‌های انتقال پاتیل یا بوته به محل ذوب ریزی

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش‌بند و پابند و روکفشی نسوز، کلاه‌ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی‌است.

۱ بوته یا پاتیل کوچک را با استفاده از ابزار مربوطه مانند کمچه یا گاری به محل ذوب‌ریزی منتقل کنید.

۲ بوته یا پاتیل بزرگ را با استفاده از جرثقیل یا گاری به محل ذوب‌ریزی منتقل کنید.

⚠ **نکات ایمنی:** در هنگام کار با جرثقیل و حمل اجسام بزرگ، نکات ایمنی مربوطه را رعایت کنید.

۳ قالب آماده شده را از مذاب پر کنید.

۴ با استفاده از ابزارآلات انتقال، مذاب باقی مانده را به محل تعریف شده انتقال دهید.

فعالیت



**به صورت گروهی انتقال پاتیل یا بوته مذاب را به محل ذوب ریزی انجام دهید.**

## ارزشیابی انتقال پاتیل به محل باررریزی:

| عنوان | | نمره پیشنهادی | نمره کسب شده |
|---|---|---|---|
| شایستگی‌های فنی | آماده‌سازی ابزار | ۰_۳ | |
| | انتقال بوته و پاتیل به محل ذوب‌ریزی و ریختن مذاب داخل قالب | ۰_۷ | |
| شایستگی‌های غیر فنی و توجهات زیست‌محیطی | دقت، علاقه به کار، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، نظم و انضباط، رعایت نظافت و جداسازی اضافات، مدیریت زمان | ۰_۱۰ | |
| جمع نمره از ۲۰ | | | |

| | |
|---|---|
| رعایت ایمنی و ارگونومی‌در حین کار | ☐ قبول |
| | ☐ غیر قابل قبول |

# ارزشیابی شایستگی ذوب‌گیری از کوره و شلاکه‌گیری ذوب پاتیل

**شرح کار:**
۱ـ انتخاب و تعیین مقدار مواد واسطه (کمک ذوب) و روش صحیح افزودن آنها به مذاب بسته به نوع جنس مذاب در زمان مناسب
۲ـ انتقال پاتیل به محل ریخته‌گری قالب‌ها، جهت بارریزی با استفاده از ابزارآلات مناسب به‌صورت دستی یا ماشینی
۳ـ انتخاب و تعیین مقدار مواد سرباره‌گیر و روش صحیح ریختن سرباره‌گیر روی مذاب و جمع‌آوری شلاکه
۴ـ کیفیت ظاهری سطح مذاب از لحاظ عدم وجود شلاکه

**استاندارد عملکرد:**
ذوب‌گیری از کوره و شلاکه‌گیری ذوب پاتیل با استفاده ابزارآلات و تجهیزات مناسب براساس استانداردهای مرتبط

**شاخص‌ها:**
۱ـ افزودن مواد واسطه (کمک ذوب)
۲ـ انتقال مذاب
۳ـ شلاکه‌گیری
۴ـ کیفیت ظاهری سطح مذاب

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:**
۱ـ کارگاه ریخته‌گری (زمان ۳۵ دقیقه)
۲ـ مواد مصرفی: سلاکس ـ مواد واسطه (کمک ذوب) ـ مواد عایق و گرمازا ـ پوشان
۳ـ ابزار و تجهیزات: پاتیل ـ بوته ـ جرثقیل ـ شلاکه‌گیر ـ مشعل ـ گاری ـ ابزار توزین ـ ظروف انتقال مواد واسطه
۴ـ تجهیزات ایمنی: لباس نسوز ـ عینک ـ کلاه ایمنی ـ ماسک ـ دستکش ـ کفش ایمنی ـ کلاه ماسک

**ابزار و تجهیزات:**
جرثقیل ـ پاتیل ـ بوته ـ گاری ـ شلاکه‌گیر ـ مشعل ـ ظروف انتقال مواد واسطه ـ ابزار توزین
تجهیزات ایمنی: کفش ایمنی ـ ماسک ـ کلاه ماسک ـ عینک ـ لباس نسوز ـ کلاه ایمنی ـ تجهیزات اطفاءحریق

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مرحله کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | **انتقال پاتیل به کوره** | ۱ | |
| ۲ | **افزودن مواد واسطه** | ۱ | |
| ۳ | **شلاکه‌گیری و نمونه‌گیری از مذاب** | ۲ | |
| ۴ | **انتقال پاتیل به محل ذوب‌ریزی** | ۱ | |
| ۵ | **افزودن مواد عایق و گرمازا** | ۱ | |
| | **شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:**<br>۱ـ ایمنی: ماسک ـ کلاه ایمنی ـ کفش ایمنی ـ دستکش ـ عینک ـ کلاه ماسک ـ لباس نسوز ـ رعایت موارد ایمنی و بهداشتی کارگاه ذوب‌سازی ـ تجهیزات اطفاء حریق ـ آگاهی‌های ایمنی<br>۲ـ نگرش: علاقه به کار ـ دقت کافی<br>۳ـ توجهات زیست‌محیطی: تهویه مناسب ـ تفکیک و جداسازی شلاکه‌ها از زباله‌های دیگر ـ رعایت نظافت<br>۴ـ شایستگی غیرفنی: مهارت گوش دادن ـ مسئولیت‌پذیری ـ نقش در تیم | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# منابع و مآخذ

## الف) منابع فارسی


۱ـ دوامی‌پرویز ـ سال ۱۳۶۱ ـ مبانی سیستم‌های راهگاهی و تغذیه‌گذاری در چدن‌ها ـ جامعه ریخته‌گران ایران.

۲ـ پرورش رئوف ـ سال ۱۳۶۹ تغذیه‌گذاری در ریخته‌گری قطعات فولادی ـ جامعه ریخته‌گران ایران.

۳ـ خسروی رحمان ـ سال ۱۳۶۸ اصول سیستم راهگاهی و تغذیه‌گذاری در چدن‌ها ـ جامعه ریخته گران ایران.

۴ـ دوامی‌پرویز ـ حجازی جلال ـ سال ۱۳۸۴ اطلس عیوب ریخته‌گری ـ جامعه ریخته‌گران ایران.

۵ـ حجازی جلال ـ انجماد و اصول متالورژیکی ریخته‌گری ـ انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

۶ـ فتحی محمد حسین ـ سال ۱۳۸۶ـ مواد قالب‌گیری برای ریخته‌گری فلزات ـ نشر ارکان.

## ب) منابع خارجی

1-Metals Handbook, 9th Edition, Vol 15 /ASM 1988.

2-Metals Handbook, 8th Edition, Vol 5 /ASM 1988.

3-Foundry Technology/ P.R.Beeley/Butter Worth Heinemann, 2nd Rerised Editian London Feb2001.

4-"The Foseco Foundry Man's Handbook" John R.B kawn (Eleventh Edition) 2001, Batter worth, Heinemann.



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**