

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# تکنولوژی و کارگاه ریخته‌گری

رشته ساخت و تولید

گروه تحصیلی مکانیک

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۵۵۵

عنوان و نام پدیدآور	:	تکنولوژی و کارگاه ریخته‌گری {کتاب‌های درسی} برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلفان : جمشید علی محمدی، امیرریاحی؛ وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۱۸۶ ص ۲۲×۲۹ س م.
فروست	:	شاخه فنی و حرفه‌ای
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۱۸۱-۶
یادداشت	:	رشته ساخت و تولید، زمینه صنعت
موضوع	:	ریخته‌گری - راهنمای آموزشی (متوسطه)
شناسه افزوده	:	علی محمدی، جمشید، ۱۳۳۸.
شناسه افزوده	:	ریاحی، امیر، ۱۳۵۳.
شناسه افزوده	:	الف : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. ب : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده	:	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۰ ک ۲ / TS ۲۳۰
رده‌بندی دیویی	:	۳۷۳
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۲۳۵۶۴۹۹

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :  
پیشنهادهای و نظرهای خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی  
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.  
پیام‌نگار (ایمیل) [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir)  
وب‌گاه (وب‌سایت) [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش  
عنوان و کد کتاب : تکنولوژی و کارگاه ریخته‌گری - ۳۵۷/۶ و ۴۸۷/۳  
مؤلفان : امیر ریاحی، جمشید علی محمدی  
اعضای کمیسیون تخصصی : غلامحسن پایگانه، رضا حیدرزاده آرانی، حسن طبیب زاده، حسن امینی، حسن آقابابایی و اسدالله عابدی  
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  
تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن : ۹ - ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وب سایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

مدیر امور فنی و چاپ : لیدانیک روش  
رسام : امیر ریاحی، مریم دهقان زاده  
طراح جلد : طاهره حسن زاده  
صفحه‌آرا : خدیجه محمدی  
حروفچین : سیده فاطمه محسنی  
مصحح : مریم جعفرعلیزاده، شهلا دلایی  
امورآماده سازی خبر : سپیده ملک ایزدی  
امور فنی رایانه‌ای : حمید ثابت کلاچاهی  
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)  
تلفن : ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵  
چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ چهارم ۱۳۹۵  
حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»



## فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	جلسه ۱: آشنایی با کارگاه ریخته گری و تجهیزات آن
۱۴	جلسه ۲: آماده سازی مخلوط ماسه قالب گیری
۲۴	جلسه ۳: نحوه کوبیدن ماسه داخل درجه
۳۱	جلسه ۴: ایجاد احجام هندسی با ابزارهای قالب گیری
۳۶	جلسه ۵: قالب گیری مدل مکعب ساده
۴۶	جلسه ۶: قالب گیری مدل با سیستم راهگاهی
۵۴	جلسه ۷: قالب گیری مدل با سطح جدایش غیر یکنواخت با سیستم راهگاهی
۵۹	جلسه ۸: قالب گیری مدل های دو تکه متقارن
۶۴	جلسه ۹: آشنایی با کوره های ریخته گری
۷۵	جلسه ۱۰: عملیات ذوب و ریخته گری
۸۴	جلسه ۱۱: قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه سر خود (ایستاده)
۸۸	جلسه ۱۲: قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه سرخود آویز
۹۲	جلسه ۱۳: تمیز کاری
۹۷	جلسه ۱۴: ماهیچه سازی
۱۰۳	جلسه ۱۵: قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه افقی
۱۱۰	جلسه ۱۶: ماهیچه سازی به روش سرد (روش CO <sub>۲</sub> )
۱۱۴	جلسه ۱۷: قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه عمودی با دو تکیه گاه
۱۱۹	جلسه ۱۸: عیوب قطعات ریختگی (۱)

۱۲۶	جلسه ۱۹ : عیوب قطعات ریختگی (۲)
۱۳۵	جلسه ۲۰ : قالب گیری و ریخته گری مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت
۱۴۰	جلسه ۲۱ : قالب گیری و ریخته گری مدل با قطعات آزاد
۱۴۴	جلسه ۲۲ : بازدیدو آشنایی با تولید انبوه قطعات صنعتی در کارخانجات ریخته گری
۱۴۵	جلسه ۲۳ : پوشش دادن قالب
۱۵۲	جلسه ۲۴ : ریخته گری در قالب دائم
۱۶۲	جلسه ۲۵ : قالب گیری و ریخته گری مدل های تبخیری (فومی)
۱۶۶	جلسه ۲۶ : قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه متحرک (برگردان) - مدل پولی
۱۷۱	جلسه ۲۷ : قالب گیری و ریخته گری مدل های صفحه ای
۱۷۵	جلسه ۲۸ : قالب گیری و ریخته گری مدل استوانه ای شکل
۱۸۰	جلسه ۲۹ : قالب گیری و ریخته گری مدل های چند تکه
۱۸۵	جلسه ۳۰ : بازدید از کارخانجات صنعتی ریخته گری
۱۸۶	منابع و مآخذ



## مقدمه

خدا را سپاس می‌گوئیم که کار تهیه و تدوین کتاب تکنولوژی و کارگاه ریخته‌گری، به یاری او با موفقیت به سرانجام رسید و در اختیار هنرجویان عزیز رشتهٔ ساخت و تولید و نقشه‌کشی عمومی قرار گرفت.

هنرجویان شاخهٔ آموزش‌های فنی و حرفه‌ای امروزه به عنوان نسل جوان و آینده‌ساز جامعهٔ ما، پا به عصری می‌گذارند که عصر دانایی لقب گرفته است. در این عصر که گستره‌ای از اطلاعات متنوع در دسترس انسان قرار گرفته است کسانی توان رویارویی و سازگاری با جهان پیشرفته را دارند که دارای ذهنی پویا و متفکر باشند و بتوانند از میان انبوه اطلاعات، مفیدترین آن‌ها را انتخاب کنند و به کار گیرند.

بر این اساس هنرجویان ما باید اصولی را آموزش ببینند تا بتوانند از دانش روز بهره‌کافی گرفته و توانایی فنی مناسبی جهت رویارویی با جهان کنونی بدست آورند. مسلم است که یکی از عوامل اصلی و زیربنایی آموزش و پیشرفت در زمینه فناوری، دانش ریخته‌گری است که به عنوان یکی از مهمترین صنایع پایه و مادر، در عصر جدید نقش اساسی در پیشرفت جامعه‌های صنعتی بر عهده دارد.

آموزش ریخته‌گری در هنرستان‌ها، آموزشکده‌های فنی و دانشگاه‌های سراسر کشور، جایگاه ویژه خود را پیدا کرده است. شیوه نگارش این کتاب منطبق با روش آموزش پودمانی (Modular) می‌باشد این شیوه آموزش مهارت، روشی است که هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی در حال اجرا می‌باشد. هدف روش آموزش مهارت پودمانی، ارتقای توانایی‌های هنرجویان در مشاغل مختلف با حفظ جنبهٔ خودآموزی است. در تألیف کتاب حاضر هدف فوق‌مورد توجه بوده و امید است که هنرجویان با استفاده از مطالب نظری و دستورالعمل‌های کارگاهی و آموزش تعاملی با هنرآموزان به هدف کلی درس دست یابند.

این کتاب بر اساس برنامه سالانه هنرستان در ۳۰ جلسه برای ۳۰ هفته تنظیم شده است که هنرجویان تحت نظارت هنرآموز محترم مربوطه کلیه فعالیت‌های پیش‌بینی شده در هر جلسه را مطابق برنامه کلاس انجام خواهند داد. لازم به ذکر است که در تألیف این کتاب سعی شده که مطالب در عین سادگی، بر مبنای علمی و تجربی ریخته‌گری مطابق با تکنولوژی صنعتی استوار باشد. امید است با اهتمام هنرجویان عزیز و هنرآموزان محترم پس از اجرای هر واحد کار اهداف آموزشی مورد نظر محقق گشته و یادگیری پایدار و موثر مورد نظر حاصل شود.

مؤلفین



### هدف کلی

آشنایی با اصول کلی ریخته‌گری، روش‌های آن و مهارت در قالبگیری به روش‌های مختلف





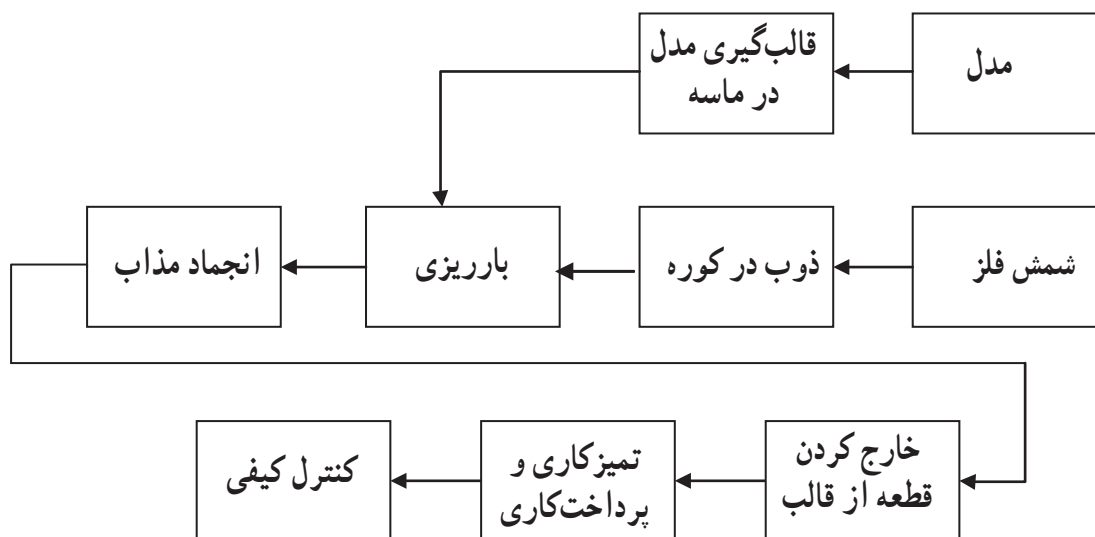
## جلسه ۱

### آشنایی با کارگاه ریخته‌گری و تجهیزات آن

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- صنعت ریخته‌گری را شرح دهد.
- ۲- مزایا و محدودیت‌های روش ریخته‌گری را با سایر روش‌های تولید شرح دهد.
- ۳- مراحل تولید قطعات را در کارگاه ریخته‌گری شرح دهد.
- ۴- قسمت‌های مختلف کارگاه ریخته‌گری را همراه با تجهیزات آن توضیح دهد.
- ۵- نکات ایمنی و بهداشتی محیطی در کارگاه ریخته‌گری را نام ببرد.
- ۶- نکات ایمنی و بهداشتی فردی در کارگاه ریخته‌گری را نام ببرد.

#### مراحل تولید قطعه ریختگی

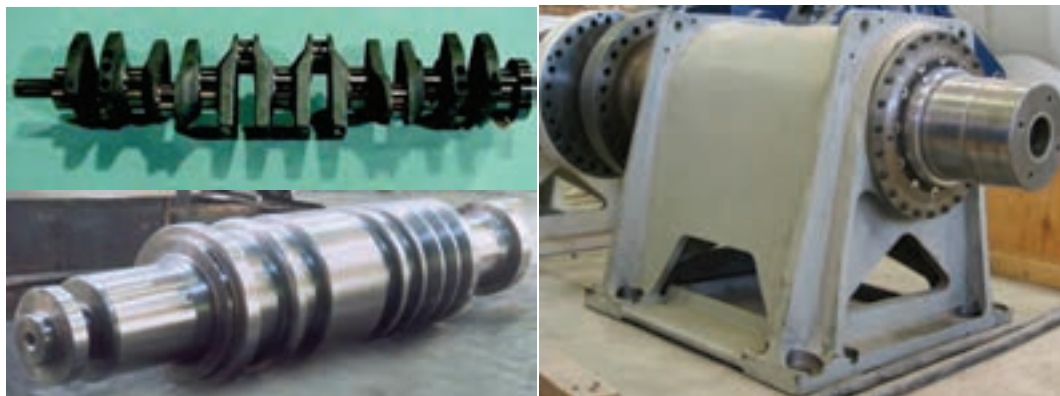




## مقدمه

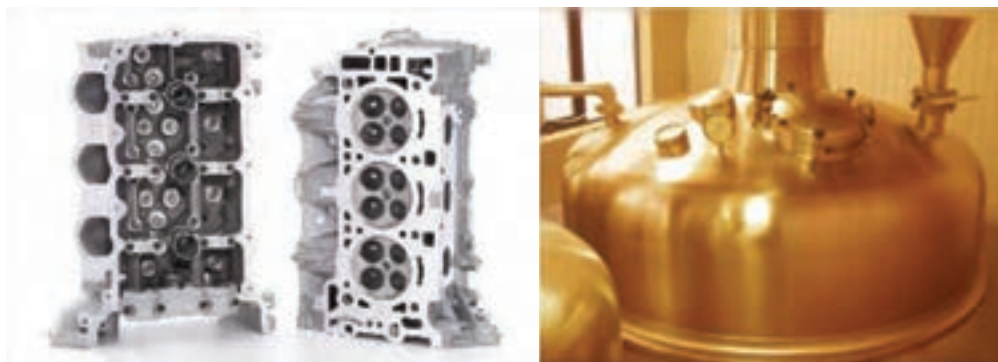
### ۱-۱- شناخت صنعت ریخته‌گری

ریخته‌گری یکی از روش‌های تولید قطعات صنعتی است که در این فرآیند فلزات و آلیاژها را به صورت مذاب در محفظه‌ای به نام قالب که مطابق با شکل قطعه مورد نیاز است بارریزی می‌کنند.



شکل ۱-۱- چند قطعه ریخته‌گری

آلیاژ ممکن است مخلوطی از چند فلز باشد، می‌تواند از فلز و غیرفلز تشکیل شده باشد، یا مخلوط عناصر مختلفی باشد که در حالت ترکیب هستند یا در هم محلول می‌باشند و حتی امکان دارد که تمام شکل‌های فوق در یک آلیاژ حضور داشته باشد. بنابراین آلیاژ مجموعه‌ای از چند عنصر است که دارای خاصیت فلزی است. به طور مثال چنانچه ماده‌ای از ۹۰٪ آهن (فلز) و ۱۰٪ کربن (غیرفلز) تشکیل شود با آنکه مقدار فلز خیلی زیاد است ولی به دلیل نداشتن خاصیت فلزی این ماده را نمی‌توان آلیاژ نامید. چدن‌ها، فولادها، برنزها، برنج‌ها از جمله آلیاژها به شمار می‌روند. همچنین مسی که در صنایع الکتریکی به کار می‌رود و مقدار خلوص آن از ۹۹/۹۹٪ می‌تواند تجاوز کند نیز به دلیل داشتن ناخالصی به مقدار حدود ۱/۰ درصد در حقیقت جزء دسته آلیاژها محسوب می‌شود.



شکل ۱-۲- قطعات ساخته شده از آلیاژ



## ۱-۲- ذوب فلز

فلزات در شرایط طبیعی به جز جیوه، به صورت جامد هستند و برای مایع شدن به درجه حرارت‌های بالا نیاز دارند که از  $150^{\circ}$  تا  $350^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند. بزرگ‌ترین مسئله ریخته‌گری تأمین سوخت و حرارت لازم برای ذوب فلزات است. هرچه فلز دیرتر ذوب شود، امکان ریخته‌گری و تأمین سوخت، حرارت و کوره مناسب برای ذوب آن کمتر خواهد بود. علاوه بر آن کنترل میل ترکیبی فلز مذاب با عوامل محیطی مانند اکسیژن و... فعل و انفعالات شیمیایی، مسئله دیگری است که ریخته‌گران همواره با آن روبرو هستند. عمل ذوب در کوره‌هایی که با استفاده از مواد دیرگداز<sup>۱</sup> ساخته می‌شود، انجام می‌گیرد.

## ۱-۳- مزایا و محدودیت‌های روش ریخته‌گری نسبت به سایر روش‌های تولید

در جهان امروز، صنعت ریخته‌گری قسمت بزرگی از اقتصاد یک کشور را تحت پوشش خود قرار می‌دهد. با مراجعه به آمارهای جهانی، تولید قطعات صنعتی، و میزان محصولات ریخته‌گری در مقایسه با محصولات ساخته شده از طریق سایر روش‌ها، به خوبی مشهود است. در اینجا لازم است تا مروری مختصر بر مزایا و محدودیت‌های تولید قطعات به روش ریخته‌گری صورت گیرد.

**۱-۳-۱- مهم‌ترین مزایای روش ریخته‌گری:** برخی از مزایا، به عنوان یک ویژگی ذاتی، در فرایند ریخته‌گری مطرح هستند. این ویژگی‌ها در مواردی خاص، عامل اصلی در انتخاب روش ریخته‌گری به عنوان یک روش برتر، نسبت به سایر روش‌های شکل دادن به شمار می‌رود، در هر حال، برخی از مزایای عمده این روش عبارتند از:

**۱- امکان ساخت:** اجسامی که دارای شکل‌های پیچیده داخلی و خارجی هستند، فقط از طریق ریخته‌گری تولید می‌شوند. در نتیجه بسیاری از عملیات دیگر از قبیل ماشین‌کاری، آهنگری و جوشکاری، که در ساخت قطعاتی همچون سیلندرها، توربین‌ها، پمپ‌ها و نظایر آنها از محدودیت‌های فراوانی برخوردارند، کاهش یافته و یا استفاده نمی‌شوند.

**۲- طبیعت فلز:** برخی از فلزات بنا به طبیعت متالورژیکی، تنها به روش ریخته‌گری شکل می‌گیرند و عملیات مکانیکی از قبیل نورد و آهنگری را نمی‌پذیرند. چدن‌ها، نمونه بارز این قبیل مواد هستند.

### ۳- سهولت و سرعت تولید

### ۴- امکان تولید قطعات بسیار بزرگ و بسیار کوچک

### ۵- امکان ایجاد خواص مکانیکی لازم، از طریق کنترل ترکیب شیمیایی آلیاژ یا کنترل سرعت سرد کردن آن

**۶- اقتصادی:** با توجه به سرعت تولید و هزینه‌های تمام شده، از نظر اقتصادی، قطعات ساخته شده به روش ریخته‌گری نسبت به سایر روش‌ها مقرون به صرفه‌تر است.

**۱-۳-۲- مهم‌ترین محدودیت‌های عمده روش ریخته‌گری:** علی‌رغم مزیت‌های زیادی که به آنها اشاره شد، تولید قطعات به این روش از محدودیت‌هایی نیز برخوردار است که برخی از آنها عبارتند از:

**۱- کافی نبودن دقت:** هرچند میزان دقت ابعاد و سطوح در روش‌های مختلف ریخته‌گری متفاوت است و با پیشرفت روزافزون این صنعت، روش‌هایی ابداع شده‌اند که محصول تولیدی آنها از دقت ابعاد و سطوح بسیار بالایی برخوردار است (روش ریخته‌گری دقیق) ولی با این وجود، در یک نگرش کلی به طبیعت این فرایند، کافی نبودن دقت ابعادی در این روش در مقایسه با روشی همچون ماشین‌کاری به خوبی مشهود است.

**۲- غیریکنواختی در خواص مکانیکی:** عدم یکنواختی در سرعت سرد شدن قطعات ریخته‌گری که از طبیعت این فرایند

<sup>۱</sup> ماده دیرگداز: ماده‌ای با نقطه ذوب زیاد است که جهت آستری و پوشش داخلی کوره‌ها و پاتیل‌ها و قالب‌ها و غیره به کار می‌رود. مانند: گِل نسوز، سیلیس، دولومیت و منیزیت.



ناشی می‌شود، به غیریکنواختی ساختار درونی و خواص مکانیکی قطعه منتهی می‌شود.  
در هر حال امروزه با توجه به پیشرفت‌های حاصل شده و همچنین پیشرفت و تکامل صنعت ریخته‌گری و ارتباط دائمی و مؤثر صنایع وابسته از قبیل ماشین کاری و جوشکاری، بسیاری از محدودیت‌های موجود از میان رفته است.

#### ۴-۱- مدل سازی در صنعت ریخته‌گری

مدل سازی همگام با صنایع ریخته‌گری، نقش مهمی در پیدایش تکنولوژی‌های جدید داشته است. به عنوان مثال، می‌توان شکل دادن قطعات ریخته‌گری را نام برد که بیشتر اوقات فقط با در دست داشتن مدل امکان پذیر است. بنابراین، می‌توان گفت که مدل سازی در تولید قطعات ریخته‌گری اهمیت ویژه‌ای دارد و ابزار مهمی برای قالب‌گیری و ریخته‌گری به حساب می‌آید.  
کارگاه‌های مدل‌سازی در داخل کارخانجات ریخته‌گری و یا در جنب کارخانجات ماشین سازی و ریخته‌گری به صورت یک واحد کاملاً مستقل دایر می‌شود. علت این امر، سهولت در انتقال اطلاعات فنی، صرفه جویی در وقت و همکاری مستمر بین کارگاه‌های مدل سازی و کارخانجات ماشین سازی و ریخته‌گری است. همچنین پیشرفت صنایع ریخته‌گری و بالا بردن کیفیت قطعات ریخته‌گری، بستگی به تکنولوژی مدل سازی و مرغوبیت مدل نیز دارد.

#### ۵-۱- مراحل تولید و ساخت قطعات در کارگاه

##### ریخته‌گری عبارتند از

– تهیه یا ساخت مدل

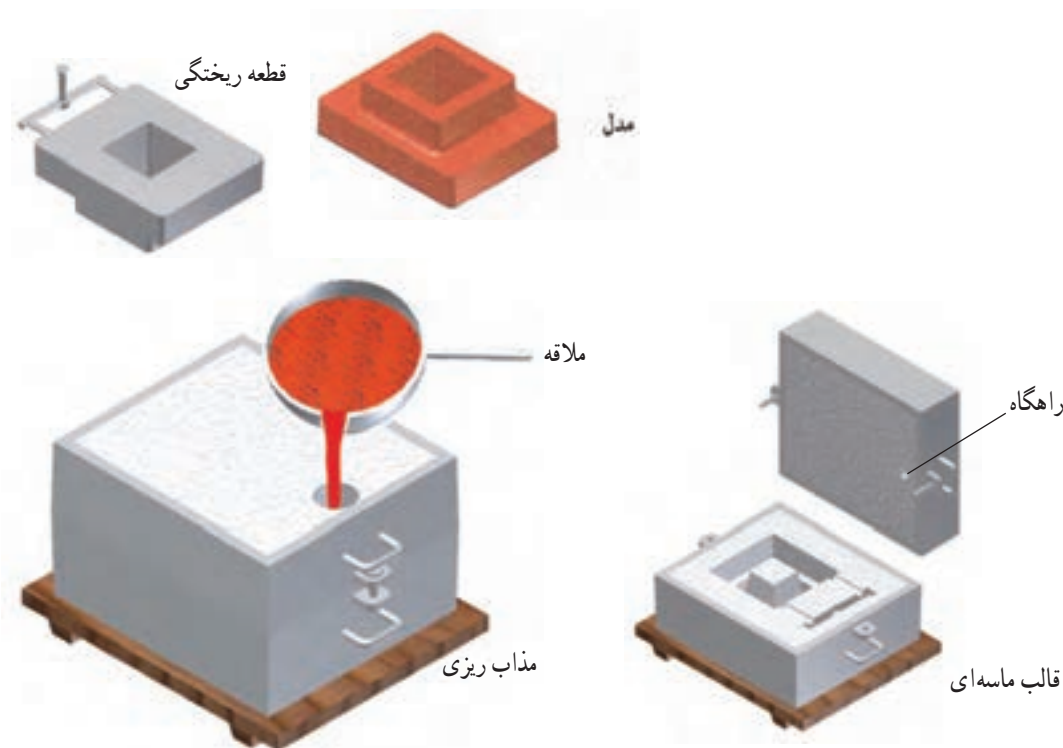
– قالب‌گیری

– ذوب فلز

– بارریزی

– تمیزکاری

(شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱



تولید قطعات ریخته‌گری به صورت سری و انبوه در کارخانجات ریخته‌گری که شامل بخش‌های مدل سازی، احیای ماسه، خط قالب‌گیری، ماهیچه سازی، وب، بارریزی، تمیزکاری، کنترل کیفی و... است، انجام می‌شود.

## ۱-۶- بخش‌های مختلف کارگاه ریخته‌گری

### ۱-۶-۱- بخش قالب‌گیری و تجهیزات آن: قسمت‌های

بخش قالب‌گیری شامل ماسه دان، میز و سکوها، قالب‌گیری و محلی برای استقرار درجه‌ها است.

تجهیزات موجود در این بخش شامل سرنده برقی، پمپ باد (کمپرسور باد)، ماشین‌های قالب‌گیری و ماشین آماده سازی مخلوط ماسه است.



شکل ۱-۴

— ماسه دان: محلی است در کف کارگاه با ابعاد متناسب

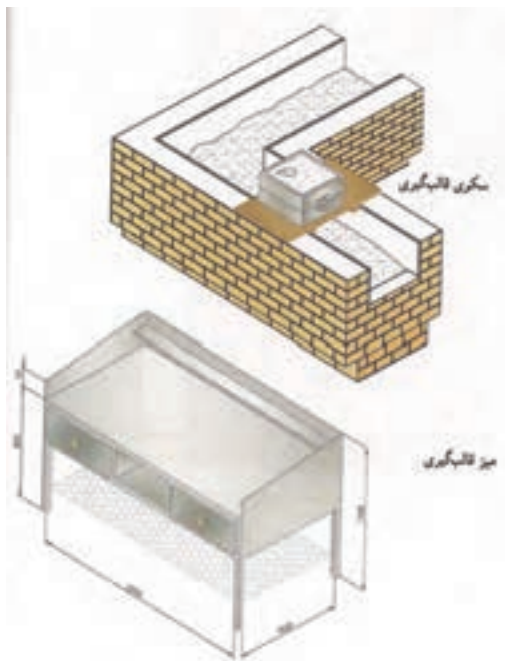
با وسعت آن و به عمق حداکثر ۵۰ سانتی متر که برای ریختن ماسه در آن تعبیه می‌گردد. قسمت عمیق آن به ماسه نو و قسمت دیگر آن به ماسه‌های آماده شده برای قالب‌گیری اختصاص می‌یابد (شکل ۱-۴).



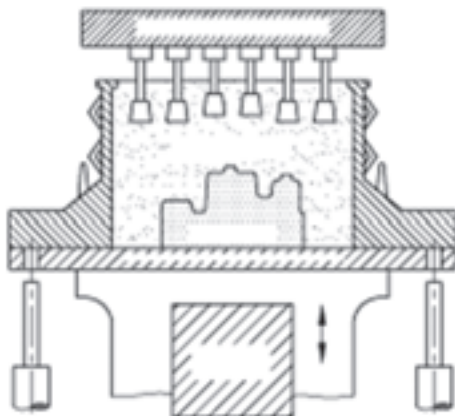
شکل ۱-۵

— سرنده برقی: برای جدا کردن اشیاء و یا مواد ناخواسته و

همچنین برای آماده سازی اولیه ماسه به کار می‌رود و انواع گوناگونی دارد (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۶



شکل ۱-۷



شکل ۱-۸

### — میز و سکوی قالب‌گیری : در نزدیک ماسه دان

و اطراف آن میزها و سکوهایی قالب‌گیری قرار داده می‌شوند تا انتقال ماسه آماده شده از ماسه دان بر روی آنها به آسانی انجام گیرد. از میز و سکوی قالب‌گیری، برای قالب‌گیری ایستاده استفاده می‌شود. شکل ۱-۶ سکوی قالب‌گیری و میز قالب‌گیری را نشان می‌دهد شکل (۱-۶).

### — ماشین قالب‌گیری : در این ماشین‌ها، عمل قالب‌گیری

با ماسه، با مکانیزم‌های کوبشی، لرزشی، فشاری و ... انجام می‌گیرد. شکل ۱-۷ یک نوع ماشین کوبشی را نشان می‌دهد.

### — ماشین آماده‌سازی مخلوط ماسه : این ماشین

تشکیل شده از یک نوار نقاله کوتاه که با سرعت در حال حرکت است و با ریختن ماسه روی آن، ماسه به بیرون پرتاب می‌شود و موجب جدا شدن قطعات فلزی و خرد شدن ماسه می‌گردد. شکل ۱-۸ یک نمونه از ماشین آماده‌سازی را نشان می‌دهد.





شکل ۱-۹

— پمپ باد (کمپرسور): پمپ‌های باد هوای فشرده را درون مخزن‌های باد ذخیره می‌کنند که از فشار باد به وجود آمده در ماشین‌های قالب‌گیری، کوبه‌های بادی، پوشش دادن قالب و تمیز کردن محفظه قالب استفاده می‌شود (شکل ۱-۹).



شکل ۱-۱۰

۲-۶-۱- بخش ماهیچه سازی و تجهیزات آن:  
برای ایجاد محفظه یا حفره در قطعه ریختگی از ماهیچه استفاده می‌کنند، ماهیچه به روش‌های چسب سرد، چسب سیلیکات سدیم ( $CO_2$ ) و چسب گرم ساخته می‌شوند. تجهیزات بخش ماهیچه سازی عبارتند از: مخلوط کن ماسه (میکسر) ماشین‌های ماهیچه سازی، سیستم گازدهی ( $CO_2$ ) و گرم خانه.

— مخلوط کن ماسه (میکسر): با توجه به اینکه با روش دستی نمی‌توان به مخلوط ماسه ماهیچه یکنواخت دست یافت، لذا از دستگاه مکانیکی به نام مخلوط کن ماسه برای مخلوط کردن ماسه ماهیچه استفاده می‌شود. در شکل ۱-۱۰ یک نوع مخلوط کن غلطکی نشان داده شده است.

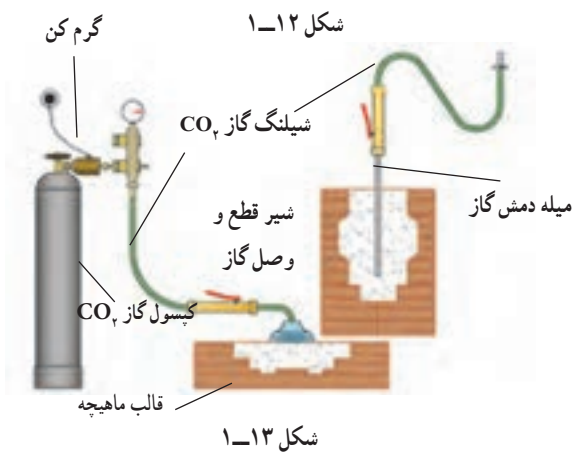


شکل ۱-۱۱

— ماشین‌های ماهیچه سازی: دو نوع ماشین ماهیچه سازی وجود دارد که یکی ماشین ماهیچه سازی با محفظه سرد و دیگری ماشین ماهیچه سازی با محفظه گرم می‌باشد و هنگامی که از یک نوع ماهیچه و به تعداد زیاد مورد نیاز باشد از این ماشین‌ها استفاده می‌شود. شکل ۱-۱۱ یک نوع ماشین ماهیچه ساز از نوع محفظه سرد را نشان می‌دهد.



— گرم‌خانه (کوره‌های ماهیچه‌خشک‌کن): برای استحکام بخشیدن به ماهیچه‌ها و خشک کردن ماهیچه‌های تهیه شده به روش گرم (ماهیچه‌های روغنی) از گرم‌خانه استفاده می‌شود. شکل ۱-۱۲ نمونه‌ای از یک گرم‌خانه را نشان می‌دهد.



— تجهیزات سیستم گازدهی  $CO_2$ : برای سخت کردن قالب یا ماهیچه با استفاده از حبس‌های سیلیکاتی، نیاز به دمیدن گاز  $CO_2$  می‌باشد. برای دمیدن گاز، لوازم و تجهیزاتی مانند مخزن گاز  $CO_2$ ، مانومتر، المنت‌های گرم‌کننده و شیلنگ رابط با کلاهک‌های دوشی شکل برای سطوح بزرگ با عمق کم و لوله‌ای شکل برای عمق زیاد استفاده می‌شود. در شکل ۱-۱۳ تجهیزات ماهیچه‌گیری به روش  $CO_2$  نمایش داده شده است.



۳-۶-۱- بخش ذوب و تجهیزات آن: ذوب کردن عبارت است از تغییر حالت فلز یا آلیاژ از حالت جامد به مایع در اثر حرارت که گرمای لازم برای ذوب کردن، به وسیله کوره‌های ذوب تأمین می‌شود، کوره‌های متداول در صنعت ریخته‌گری عبارتند از: کوره‌های بوتله‌ای، دوّار، کوپل، القایی و قوسی. در شکل ۱-۱۴ دو نوع کوره بوتله‌ای هوایی و زمینی نشان داده است.

شکل ۱-۱۴





شکل ۱۵-۱

از دیگر تجهیزات مورد نیاز این بخش، می‌توان پاتیل‌ها و جرثقیل‌ها را نیز نام برد که بیش‌تر در کارخانجات مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل مقابل چند نوع پاتیل را نشان می‌دهد. از پاتیل‌ها و جرثقیل‌ها، برای حمل و بارریزی مذاب با حجم زیاد استفاده می‌شود (شکل ۱۵-۱).



سنگ ستونی

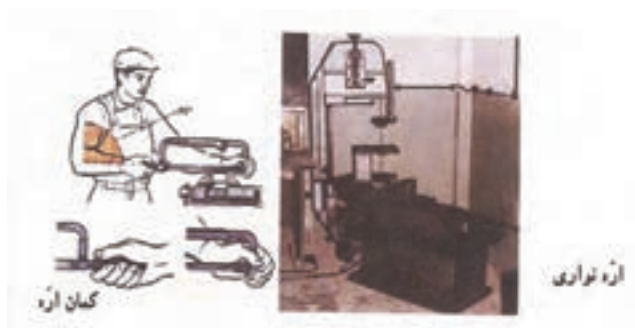
شکل ۱۶-۱

۴-۶-۱- بخش تمیزکاری و تجهیزات آن : در پایان عملیات ریخته‌گری، پس از خارج کردن قطعات از قالب، لازم است ماسه‌ها از قطعات جدا شوند و ماسه‌های ماهیچه تخلیه گردند و سیستم راهگاهی قطع و سطوح آن پرداخت گردد. لذا نیاز به تجهیزاتی از قبیل سنگ ستونی، ماشین شات بلاست، دستگاه ماسه تکان (ویبراتور) و تجهیزات برش (کمان اره - هوا برش) است. شکل ۱۶-۱ نمونه‌ای از سنگ ستونی و شکل ۱۷-۱ نمونه‌ای از ویبراتور و شکل ۱۸-۱ نمونه‌ای از اره نواری را نشان می‌دهد.



ویبراتور

شکل ۱۷-۱



کمان اره

اره نواری

شکل ۱۸-۱



## ۱-۷-۱ ایمنی و بهداشت

ایمنی و بهداشت در کارگاه ریخته‌گری به چند بخش تقسیم می‌شود.

۱-۷-۱-۱ ایمنی و بهداشت محیطی: محیط کارگاه، برای افرادی که در آن مشغول کار هستند، باید از هر جهت سالم و مناسب باشد، در این صورت می‌توان کار خوب با بازدهی بالا را انتظار داشت، واحدهای ریخته‌گری باید دارای شرایطی باشند که اهم آنها عبارتند از:

۱- وسعت کارگاه باید به اندازه کافی باشد. به ویژه ارتفاع سقف آن، که باید نسبتاً بلند و مرتفع ساخته شود.

۲- کارگاه دارای نور و روشنایی کافی باشد.

۳- بخش‌های مختلف کارگاه از یکدیگر مجزا باشند. به طور مثال، قسمت کوره از بخش قالب‌گیری جدا باشد.

۴- کارگاه مجهز به دستگاه تهویه هوا باشد تا ذرات گرد و غبار و دود از محیط کارگاه خارج شوند.

۵- کارگاه به سیستم اطفای حریق مجهز شده باشد تا در هنگام بروز حادثه، افراد به آسانی بتوانند آتش را خاموش کنند.

۶- منبع سوخت خارج از محیط کارگاه قرار گیرد.

۷- کارگاه دارای درب‌های اضطراری جهت خروج در هنگام حادثه باشد.

۸- کارگاه دارای سرویس بهداشتی باشد.

۱-۷-۲ ایمنی و بهداشت فردی: افراد در کارگاه هر لحظه با چندین خطر از قبیل: سوختگی، آسیب دیدگی دستگاه

تنفسی، ناراحتی‌های چشمی و... مواجه هستند. در چنین شرایطی رعایت نکات ایمنی لازم که باید به آنها توجه نمود عبارتند از:

۱- استفاده از لوازم ایمنی از قبیل ماسک، کفش و کلاه ایمنی و... و همچنین لباس نسوز (دستکش، پیش بند، ساق بند و...)

هنگام ذوب و بارریزی

۲- مصرف حداقل یک لیوان شیر در روز

۳- خودداری از هر نوع شوخی در محیط کار

۴- رعایت نظافت فردی در هنگام و پایان کار روزانه

۱-۷-۳ ایمنی و بهداشت زیست محیطی: برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست و صرفه جویی در مصرف انرژی

رعایت چند نکته لازم است.

۱- استفاده از تجهیزات ذوب با حداقل آلودگی

۲- استفاده از تجهیزات با حداقل مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی که بیشترین راندمان را دارا می‌باشند.

۱-۷-۴ آموزش پرسنل: افرادی که در کارگاه‌های ریخته‌گری مشغول کار هستند باید آموزش‌های لازم در زمینه‌های

ایمنی و بهداشتی را فراگیرند که به چند مورد از آنها اشاره می‌شود:

۱- آگاهی از پیامدهای ناشی از تنفس هوای آلوده

۲- آگاهی از ناراحتی‌های پوستی در اثر تماس با گاز یا مواد شیمیایی

۳- آگاهی از عوامل مؤثر در سوختگی و برق گرفتگی

۴- آشنایی کامل با انواع مواد اطفای حریق و موقعیت کاربرد آنها و همچنین تسلط کامل به طرز استفاده از آنها برای خاموش

کردن آتش.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- اهمیت صنعت ریخته‌گری را در جهت پیشرفت هر کشور بنویسید.
- ۲- عوامل مهم در صنعت ریخته‌گری را توضیح دهید.
- ۳- تحولاتی که در صنعت ریخته‌گری به وجود آمده را به طور اختصار شرح دهید.
- ۴- نقش مدل سازی در صنایع ریخته‌گری را بنویسید.
- ۵- مراحل تولید و ساخت قطعات در کارگاه ریخته‌گری را بنویسید.
- ۶- ایمنی و بهداشت در کارگاه ریخته‌گری به چند بخش تقسیم می‌شود. هر یک را به اختصار شرح دهید.
- ۷- کدام یک از گزینه‌های زیر از مهم‌ترین مزایای ریخته‌گری می‌باشد؟
 

الف) دقت ابعادی بالا	ب) کیفیت سطح عالی
ج) خواص مکانیکی عالی	د) سهولت و سرعت تولید
- ۸- کدامیک از گزینه‌های زیر از محدودیت‌های ریخته‌گری می‌باشد؟
 

الف) امکان تولید قطعات بزرگ	ب) امکان تولید قطعات کوچک
ج) دقت ابعادی پایین	د) پایین بودن سرعت تولید
- ۹- ذوب شدن فلزات و بارریزی آن در محفظه قالب را ..... می‌گویند.
 

الف) ریخته‌گری	ب) جوش کاری
ج) آهنگری	د) متالورژی پودر
- ۱۰- کدامیک از جملات زیر صحیح است؟
 

الف) سه عامل اصلی که هر ریخته‌گری ملزم به رعایت نسبی آن است عبارتند از : قالب خوب، ذوب خوب، آلیاژ و ترکیب مناسب.

ب) گرم خانه و تجهیزات سیستم گازدهی از تجهیزات بخش ذوب می‌باشد.

ج) کمان اره و هوا برش از تجهیزات بخش قالب‌گیری می‌باشند.

د) بخش‌های مختلف کارگاه ریخته‌گری باید از یکدیگر مجزا باشند.

هـ) در کارگاه ریخته‌گری استفاده از لوازمی مانند : ماسک، دستکش، پیش بند ضروری نیست.

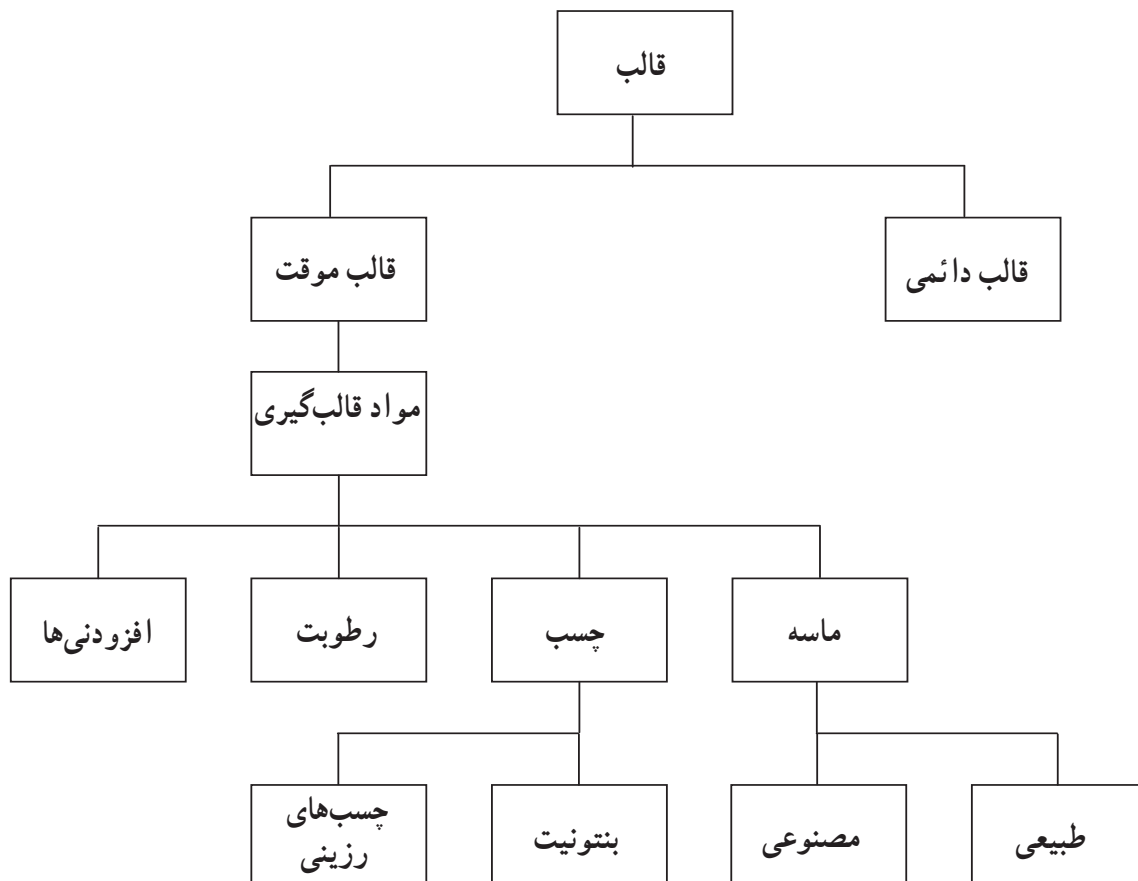
و) برای جدا کردن اشیاء و مواد ناخواسته از ماسه، سرنده برقی و... استفاده می‌شود.



### آماده سازی مخلوط ماسه قالب گیری

هدف های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می رود که :

- ۱- قالب ریخته گری را شرح دهد.
- ۲- انواع قالب را نام ببرد.
- ۳- خواص عمومی مواد قالب را به طور کامل شرح دهد.
- ۴- ماسه و انواع آن را شرح دهد.
- ۵- چسب ها و مواد افزودنی مورد استفاده در مخلوط ماسه قالب گیری را شرح دهد.
- ۶- آماده سازی مخلوط ماسه قالب گیری را به طور صحیح انجام دهد.
- ۷- از دستورالعمل های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.





## مقدمه

### ۱-۲ 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 می‌توان گفت ساخت و تهیه قطعه ریخته‌گری سالم با مشخصات مطلوب، با استفاده از قالب مناسب امکان پذیر است. قالب‌ها به دو دسته دائمی و موقت تقسیم می‌شوند.

### ۲-۲ قالب‌های دائمی

قالب‌هایی که در ساخت قطعات ریخته‌گری، به طور مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرند، قالب‌های دائمی نامیده می‌شوند. جنس این قالب‌ها، فلزی بوده و معمولاً از چدن خاکستری، فولاد و برنز ساخته می‌شود.

### ۲-۳ قالب‌های موقت

قالب‌هایی هستند که فقط یک بار مورد استفاده قرار می‌گیرند و پس از مذاب ریزی برای خروج قطعه از داخل آن، قالب تخریب، از هم پاشیده و قطعه ریخته شده را از آن خارج می‌کنند. مواد سازنده این قالب‌ها عموماً به صورت مخلوطی از ذرات یک ماده دیرگداز (ماسه)، چسب و مواد دیگر افزودنی می‌باشند که به سه طریق ممکن است ساخته شوند.

(الف) توسط کوبیدن و متراکم کردن مخلوطی به صورت تر در اطراف مدل

(ب) با اعمال جریان آزاد مخلوطی به صورت خشک در اطراف مدل (قالب‌گیری پوسته‌ای)

(ج) به وسیله جاری کردن آزاد مخلوطی به صورت دوغاب یا مایع در اطراف مدل (قالب‌گیری دقیق)

به عنوان مثال در قالب‌گیری ماسه‌ای به روش تر، که از قدیمی‌ترین روش‌های قالب‌گیری است، از مخلوط ماسه قالب‌گیری که شامل ماسه، چسب، آب و مواد افزودنی است، 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.

#### ۱-۲-۳-۲ خواص مواد قالب‌های موقت : برای تهیه و ساخت قطعات ریخته‌گری سالم و بدون عیب، مخلوط مواد قالب‌گیری

باید دارای خواص عمومی زیر باشد :

— قابلیت شکل‌پذیری : هر چند در ساخت قالب، نحوه 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 می‌باشد.

— دیرگدازی : با توجه به اینکه مذاب فلز از درجه حرارت بارریزی تا انجماد در تماس مستقیم با مواد قالب می‌باشد،

دیرگدازی یا نسوز بودن مواد قالب جهت تولید قطعه سالم امری لازم و ضروری است. قابل ذکر است دیرگدازی علاوه بر ذرات ماسه، مواد چسب و افزودنی‌های دیگر را هم شامل می‌شود.

— استحکام مکانیکی : مخلوط مواد قالب‌گیری، پس از شکل‌گیری باید از استحکام کافی برخوردار باشد، به گونه‌ای که

هنگام جابه‌جایی و انتقال به محل بارریزی، شکل ایجاد شده را حفظ نماید. همچنین هنگام بارریزی، در اثر تماس با مذاب در حال

حرکت، مقاومت خوبی را در مقابل سایش از خود نشان داده و در اثر نیروهای وارد از مذاب به دیواره‌های قالب دچار تغییر شکل و

ابعاد نگردد.



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

— قابلیت نفوذ گاز : علاوه بر هوای موجود در محفظه قالب و رطوبت ماسه، مخلوط مواد قالب‌گیری نظیر چسب، و مواد افزودنی نیز حاوی ترکیباتی است که در اثر تماس با مذاب تبخیر شده و به صورت گاز بخشی از محفظه قالب را اشغال می‌کند. با توجه به این امر، مواد قالب‌گیری باید دارای خاصیت نفوذپذیری مطلوب باشند. در صورتی که ماسه قابلیت نفوذ گاز را نداشته باشد و نتواند گازهای موجود خود را خارج نماید در این صورت نمی‌توان قطعات سالم و بدون عیبی را تولید نمود.

— داشتن انتقال حرارت مطلوب : به طور کلی، انجماد فلز مذاب در داخل قالب، مستلزم خروج حرارت مذاب از طریق مواد قالب به خارج می‌باشد. با توجه به اینکه سرعت انتقال حرارت نقش بسیار مؤثری در مشخصات و خواص قطعه ریختگی دارد، در انتخاب مواد قالب‌گیری باید به این نکته مهم توجه گردد.

— قابلیت متلاشی شدن : با توجه به اینکه قالب پس از بارریزی و جامد شدن قطعه، باید تخریب شود، مواد قالب‌گیری باید به هنگام خروج قطعه از قالب به راحتی از هم متلاشی شوند.

— اقتصادی بودن : ارزش اقتصادی همواره به عنوان عاملی مهم در فرآیند تولید به شمار می‌رود، به همین جهت در دسترس بودن مواد قالب در طبیعت و نیز قابلیت بازیابی و استفاده مجدد این مواد از مشخصات مهم قالب‌های موقت می‌باشد، تا هزینه تولید کاهش یابد.

## ۴-۲- ماسه قالب‌گیری :

یکی از اجزای اصلی در مخلوط ماسه قالب‌گیری، ذرات دیرگداز ماسه است. به طور کلی ماسه ذرات ریزی از مواد معدنی است که قطر آن در محدوده (۵-۵۰٪) میلی متر می‌باشد. ذراتی که قطر آنها کمتر از ۰۰۰۲ میلی متر است، خاک نامیده می‌شوند. مخلوط ماسه قالب‌گیری که در ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرد به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند.

۴-۱-۲- ماسه طبیعی : این ماسه‌ها که جزء دیرگداز آن سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) می‌باشد، در طبیعت اطراف دریاچه‌ها، کویرها و به صورت مخلوط با خاک رس (چسب طبیعی) یافت می‌شود. میزان خاک رس در ماسه‌های ریخته‌گری تا حدود ۲۰ درصد متغیر است. علاوه بر خاک رس، معمولاً ترکیبات دیگری نیز در این ماسه‌ها وجود دارند که عبارتند از : اکسید آلومینیم ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )، اکسید آهن ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )، اکسید تیتانیوم ( $\text{TiO}_2$ )، اکسید کلسیم ( $\text{CaO}$ )، اکسید منیزیم ( $\text{MgO}$ )، اکسید پتاسیم ( $\text{K}_2\text{O}$ ) و اکسید سدیم ( $\text{Na}_2\text{O}$ ).

مخلوط ماسه طبیعی به صورت از پیش آماده در طبیعت وجود دارد و برای استفاده از آن باید میزان رطوبت آن در حد مناسب باشد. هرچند این نوع ماسه در نقاط مختلف کشورمان به مقدار زیادی وجود دارد و با قیمت نسبتاً ارزانی قابل دسترسی است ولی به دلیل پایین بودن نقطه دیرگدازی آن در ریخته‌گری فلزات و آلیاژهای غیرآهنی با درجه حرارت‌های بارریزی پایین مانند آلومینیم، برنج، برنز و قطعات کوچک چدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۲-۲- ماسه مصنوعی : این نوع ماسه‌ها معمولاً از شکستن، خرد کردن و غربال نمودن سنگ‌های سیلیسی، زیرکونی، کرومیتی و اولیوینی به دست می‌آید که برای ایجاد قابلیت شکل پذیری، به آنها چسب و مواد افزودنی دیگر افزوده می‌شود. از دلایل مهم استفاده از این ماسه‌ها به جای ماسه‌های طبیعی عبارتند از :

— دستیابی به دیرگدازی بالاتر

— کنترل مشخصات فیزیکی و مکانیکی مخلوط ماسه به منظور تأمین خواص مورد نیاز

— قابلیت بازسازی و استفاده مجدد



از این رو در بیشتر واحدهای ریخته‌گری که به تولید قطعات بزرگ و نیز قطعاتی از فلزات و آلیاژهای با نقطه ذوب بالا، اشتغال دارند، از ماسه‌های مصنوعی به طور وسیعی استفاده می‌شود.

## ۲-۵- 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 آن جایی که چسب‌ها از دیرگدازی بالایی برخوردار نیستند، برای رسیدن به استحکام و خودگیری مخلوط ماسه باید از حداقل مقدار چسب استفاده گردد. علاوه بر این، حفظ خاصیت چسبندگی در حضور مذاب، عدم تولید گاز و نیز قابلیت استفاده مجدد، از مشخصات مهم یک چسب است.

به طور کلی مواد زیادی ممکن است به عنوان چسب در مخلوط مواد قالب‌گیری مورد استفاده قرار گیرند. این مواد عبارتند از: خاک‌ها، انواع مختلفی از روغن‌ها و رزین (صمغ)‌های آلی، چسب‌های ژلاتینی و سیلیکات‌ها از ویژگی‌های بارز ماسه‌های اتصال داده شده با خاک در مقایسه با سایر چسب‌ها قابلیت استفاده مجدد آنها می‌باشد.

بنتونیت نیز نوعی سیلیکات آلومینیم به فرمول  $(Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot Al_2O_3)$  می‌باشد که بعضی مواقع یون‌های منیزیم به جای آلومینیم حضور دارند. بنتونیت که معروف‌ترین چسب خاکی مورد استفاده در ریخته‌گری است از خانواده مونت موریلونیت می‌باشد و خاصیت جذب آب آن چندین برابر خاک رس معمولی است. از این چسب بیشتر برای ماسه‌های مصنوعی استفاده می‌شود که به مقدار حدود ۳ تا ۵ درصد وزنی به ماسه افزوده می‌شود.

به طور کلی خاک‌ها با افزایش آب چسبندگی لازم را پیدا می‌کنند و پس از خشک شدن استحکام بیشتری می‌یابند.

## ۲-۶- افزودنی‌ها

علاوه بر اجزای اصلی ماسه و چسب، معمولاً مواد دیگری نیز به مخلوط ماسه قالب‌گیری اضافه می‌گردند که به آنها مواد افزودنی گفته می‌شود. هدف از افزودن این مواد، بهبود خواص مخلوط ماسه می‌باشد. در جدول ۱-۲ مواد افزودنی متداول با توجه به نقش آنها در مخلوط مواد قالب درج شده است.



## جدول ۱-۲- مواد افزودنی در مخلوط ماسه قالب‌گیری

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

## ۷-۲- ابزار لازم

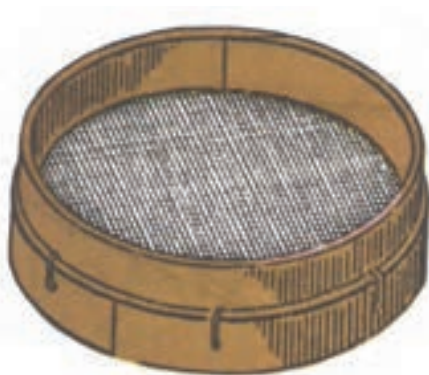
بیل ریخته‌گری، سرند دستی (غربال)، آبپاش



شکل ۱-۲

**بیل ریخته‌گری:** بیل ریخته‌گری از یک کفه فلزی مستطیل شکل فولادی و یک دسته چوبی کوتاه تشکیل شده است که در انتهای دسته آن یک قبضه فلزی وجود دارد و محل قرار گرفتن دست در هنگام کار کردن می‌باشد. این وسیله جهت آماده کردن ماسه و انتقال آن به داخل درجه‌های بزرگ استفاده می‌شود. برای جلوگیری از زنگ زدن بیل ریخته‌گری، پس از پایان کار باید بیل را از ماسه خارج کرده و در محل مشخصی آویزان کرد ( شکل ۱-۲).





شکل ۲-۲

سرند (غربال) : غربال از یک کلاف چوبی تشکیل شده که به لبه پایینی آن توری فولادی متصل شده است. توری فولادی با اندازه سوراخ‌های مختلف وجود دارد که براساس مش‌بندی دسته‌بندی شده است. مش برابر است با تعداد سوراخ‌های موجود در یک اینچ طولی. غربال برای جدا کردن مواد و اشیای اضافی از ماسه استفاده می‌شود. همچنین در قالب‌گیری، ماسه را به وسیله غربال مخلوط و یکنواخت می‌کنند. شکل ۲-۲ یک غربال را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳

در قالب‌گیری ماسه‌ای علاوه بر سرند دستی، از سرند برقی نیز استفاده می‌شود که مزیت آن سرعت بیشتر و در نتیجه سرند کردن حجم بیشتر ماسه است. شکل ۲-۳ یک سرند برقی را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است برای تهیه ماسه نرم در سطح کار از الک استفاده می‌شود که دارای سوراخ‌های بسیار ریزتری نسبت به غربال می‌باشد.

آب پاش : برای جبران کمبود رطوبت ماسه از آبپاش استفاده می‌شود.

## ۲-۸- نکات ایمنی و بهداشتی

- هنگام کار با ماسه استفاده از ماسک الزامی است.
- در هنگام کار از انداختن بیل روی زمین خودداری شود. برای این منظور بیل را به صورت عمودی در توده ماسه قرار دهید.
- هنگام کار با بیل مراقب اطرافیان خود باشید.
- از ریختن ماسه به داخل غربال با استفاده از دست جداً خودداری کنید زیرا ممکن است سبب آسیب دیدن دست در اثر تماس با اشیای برنده و نوک‌تیز شود. برای این منظور باید از بیل و یا بیلچه استفاده شود.
- افرادی که حساسیت پوستی دارند هنگام کار با ماسه از دستکش استفاده نمایند.



## ۹-۲- مراحل انجام کار

– ابتدا مواد و اشیای ناخواسته مانند پلیسه‌ها، تکه‌های چوب و غیره را از ماسه جدا کنید.

– در صورت کم بودن رطوبت ماسه، با استفاده از آب پاش رطوبت ماسه را به حد مطلوب برسانید. برای اینکه رطوبت به لایه‌های زیرین ماسه برسد بهتر است این عمل چند ساعت قبل از غربال کردن ماسه انجام شود.

– سپس با استفاده از بیل مخلوط ماسه را خوب به هم بزنید تا یکنواخت شود.

– با استفاده از غربال کلوخه‌های ماسه را جدا و خرد کنید.

تذکر: در صورت استفاده از ماسه مصنوعی در ابتدا به مقدار لازم چسب اضافه می‌گردد و سپس مراحل آماده سازی انجام می‌شود (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲

### ۱-۹-۲- روش‌های آزمایش تجربی مخلوط

ماسه:

– مقدار مشخصی مخلوط ماسه قالب‌گیری را در دست قرار دهید (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲

– با استفاده از نیروی دست، مخلوط ماسه قالب‌گیری را متراکم کنید (شکل ۶-۲).



شکل ۶-۲



– سپس دست خود را باز کنید ( شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷

– در صورتی که مخلوط ماسه داخل دست متلاشی شود،  
نشان دهنده کمبود رطوبت یا چسب می باشد.

– در صورتی که اثر انگشتان به طور واضح روی مخلوط  
ماسه مشخص باشد، نشان دهنده ریز بودن دانه بندی ماسه است  
( شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸

– در صورتی که دست در اثر تماس با مخلوط ماسه خیس  
شود، در آن صورت درصد رطوبت ماسه بالاست.

– در صورتی که مخلوط ماسه متراکم شده داخل دست  
در اثر پرتاب به توده ماسه، متلاشی شود، در آن صورت استحکام  
تر ماسه کم خواهد بود.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- قالب ریخته‌گری را تعریف کنید.
  - ۲- تفاوت قالب‌های موقت و دائم را بنویسید.
  - ۳- خواص عمومی مواد قالب‌های موقت را بنویسید.
  - ۴- ماسه قالب‌گیری را تعریف کنید.
  - ۵- انواع ماسه‌های ریخته‌گری را نام برده با هم مقایسه کنید.
  - ۶- چسب‌های مورد استفاده در مواد قالب را نام برده و منظور از استفاده آنها را بنویسید.
  - ۷- خصوصیات چسب‌های مورد استفاده در مواد قالب را بیان کنید.
  - ۸- افزودنی‌ها در مواد قالب به چه منظور استفاده می‌شود؟
  - ۹- هدف از آماده سازی ماسه چیست؟
  - ۱۰- نحوه تست کردن ماسه در آماده سازی ماسه را توضیح دهید.
  - ۱۱- قالب‌هایی که در ریخته‌گری به طور مکرر استفاده می‌شوند، ..... نامیده می‌شوند.
  - ۱۲- قالب‌هایی که پس از مذاب ریزی تخریب می‌شوند چه نام دارند؟
  - ۱۳- کدام یک از موارد زیر جزء خواص مواد قالب‌های موقت می‌باشند؟
- |             |              |          |                    |
|-------------|--------------|----------|--------------------|
| (الف) طبیعت | (ب) دیرگدازی | (ج) سختی | (د) هدایت الکتریکی |
|-------------|--------------|----------|--------------------|
- ۱۴- ابعاد یا قطر ذرات ماسه کدام گزینه است؟
- |                    |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| (الف) ۳-۵ میلی‌متر | (ب) ۱-۱ میلی‌متر | (ج) ۲-۵ میلی‌متر | (د) ۴-۱ میلی‌متر |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|
- ۱۵- کدام یک از جملات زیر صحیح است؟
- ماسه طبیعی معمولاً از شکستن، خرد کردن و غربال نمودن سنگ‌های سیلیسی، زیرکنی، کرومیتی و اولیوینی به دست می‌آید.
  - ماسه و افزودنی‌ها دو جزء اصلی مخلوط ماسه قالب‌گیری هستند.
  - مش برابر است با تعداد سوراخ‌های موجود در یک سانتی متر طولی.
  - ماسه را می‌توان با دست به داخل غربال ریخت.
  - بنتونیت معروف‌ترین چسب خاکی مورد استفاده در ریخته‌گری است.
  - ۱۶- موارد مرتبط را با کشیدن خط به یکدیگر متصل کنید.
- |                                   |               |              |
|-----------------------------------|---------------|--------------|
| افزایش استحکام تر                 | گوگرد         |              |
| افزایش استحکام در درجه حرارت بالا | پودر زغال چوب | اکسید آهن    |
| بهبود کیفیت سطح قالب              | خاک اره       | پودر سیلیس   |
| جلوگیری از انجام واکنش فلز مذاب   | ملاس          | اتیلن گلیکول |
| بهبود قابلیت از هم پاشیدگی        | آرد حبوبات    | اسید بوریک   |



## تمرین عملی

- آماده سازی مخلوط ماسه را انجام دهید.
- خواص مخلوط ماسه را به طور عملی آزمایش کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۳

### نحوه کوبیدن ماسه داخل درجه

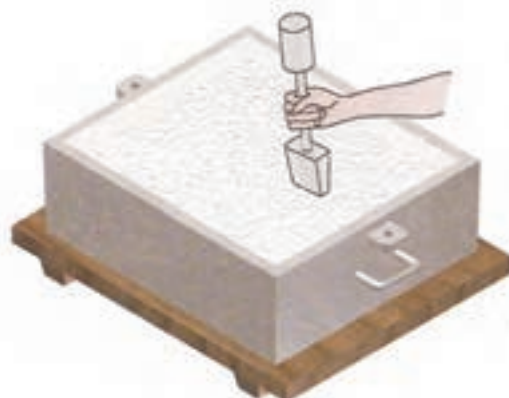
هدف های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می رود که :

- ۱- ابزارهای لازم جهت کوبش ماسه را به طور صحیح به کار ببرد.
- ۲- کوبیدن ماسه داخل درجه را به طور صحیح انجام دهد.
- ۳- نکات ایمنی و بهداشتی محیط کارگاه را به طور کامل رعایت کند.

#### مقدمه

برای تهیه قالب، مخلوط ماسه را در اطراف مدل به صورت یکنواخت متراکم می نمایند تا اولاً مخلوط ماسه بتواند شکل زوایای مدل را به خود بگیرد، از طرف دیگر پس از خارج کردن مدل از مخلوط ماسه، استحکام خود را حفظ کند و متلاشی نشود. همچنین در هنگام ریختن فلز مذاب به داخل محفظه قالب، مخلوط ماسه متراکم بتواند استحکام خود را حفظ کند و نشکند، از طرف دیگر تراکم ماسه به حدی باشد که گازها و بخارات ایجاد شده هنگام ریختن فلز مذاب به داخل قالب بتواند از خلل و فرج موجود در مخلوط ماسه خارج شود. به همین منظور باید عمل فشرده سازی و تراکم ماسه به طور یکنواخت و با دقت انجام شود.

عمل کوبش ماسه با استفاده از کوبه انجام می شود و برای اینکه بتوان ماسه را به طور یکنواخت متراکم نمود باید کوبش ماسه با کوبه، با مهارت خاصی انجام شود. به همین منظور باید کوبیدن ماسه را آنقدر تمرین کرد تا مهارت کافی را به دست آورد. شکل ۱-۳ نحوه کوبیدن ماسه را در درجه نشان می دهد.



شکل ۱-۳

#### ۱-۳- ابزار و مواد لازم

درجه، صفحه زیر درجه، خط کش، بُرس، قلم آب



شکل ۳-۲



شکل ۳-۳



شکل ۳-۴

### ۱-۱-۳- درجه : قالب‌های ماسه‌ای در یک قاب یا

چهارچوب ساخته می‌شوند که اصطلاحاً درجه نامیده می‌شوند. درجه بسته به کاربرد و تعداد دفعات مورد استفاده از چوب، آلومینیم و فولاد ساخته می‌شود و در حالت کلی از دو نیم درجه زیری و رویی تشکیل می‌شوند. درجه‌ها دارای پین و جاپین‌های مناسب هستند تا از چرخش و جابه جایی احتمالی آنها در هنگام قالب‌گیری و جفت کردن درجه‌ها جلوگیری شود.

وظیفه درجه حفظ و نگهداری ماسه است به طوری که کوبیدن ماسه جهت قالب‌گیری در داخل درجه انجام می‌شود. درجه‌ها دارای شکل و ابعاد مختلف می‌باشند که متناسب با نوع مدل انتخاب می‌شوند. شکل ۳-۲ چند نوع درجه را نشان می‌دهد.

### ۲-۱-۳- صفحه زیر درجه : صفحه‌ای است مسطح

از جنس چوب یا فلز که ابعاد آن کمی بزرگ‌تر از ابعاد درجه می‌باشد به طوری که هنگام قالب‌گیری زیر درجه قرار داده می‌شود؛ وظیفه آن صاف نمودن سطح ماسه قالب و همچنین جلوگیری از افتادن مدل‌های سنگین در موقع برگرداندن آنها می‌باشد. شکل ۳-۳ صفحه درجه فلزی را نشان می‌دهد.

### ۳-۱-۳- کوبه : کوبه ایزاری است که دارای دو

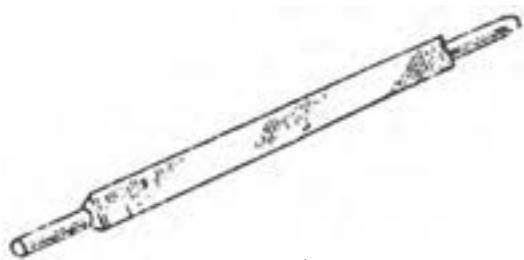
سر تخت و گوه‌ای شکل می‌باشد. جنس آن از چوب سخت، آلومینیم و یا فولاد می‌باشد. از کوبه برای کوبیدن و متراکم کردن ماسه درون درجه استفاده می‌شود.

کوبه دو نوع می‌باشد : ۱- کوبه دستی، ۲- کوبه بادی؛ در درجه‌هایی که حجم ماسه در آنها زیاد است، برای کوبیدن ماسه از کوبه‌های بادی استفاده می‌شود.



شکل ۳-۵

شکل ۳-۴ یک نوع کوبه دستی و شکل ۳-۵ چند نوع کوبه بادی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶

۳-۱-۴- کارد تسمه (خط کش صاف کن): برای صاف کردن و کنار زدن ماسه اضافی سطح درجه، پس از کوبیدن آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و طول آن کمی بزرگ‌تر از ابعاد درجه می‌باشد. جنس آن از چوب یا فولاد می‌تواند باشد. شکل ۳-۶ یک نوع کارد تسمه را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷

۳-۱-۵- بُرس: ابزاری است که وظیفه آن زدودن و تمیز کردن ماسه‌های ریخته شده در اطراف درجه و میزکار است. شکل ۳-۷ یک نوع برس را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۸

۳-۱-۶- قلم آب: از این ابزار برای مرطوب کردن ماسه اطراف مدل استفاده می‌شود تا هنگام خارج کردن مدل از خرد شدن و ریزش لبه‌های محفظه قالب جلوگیری شود. شکل ۳-۸ یک نوع قلم آب را نشان می‌دهد.





## ۲-۳- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی هنگام آماده سازی ماسه الزامی است.
- هنگام ریختن ماسه داخل درجه از بیلچه استفاده شود.
- هنگام کوبیدن ماسه درون درجه مراقب باشید که کوبه با دست برخورد نداشته باشد.



شکل ۳-۹

## ۳-۳- مراحل انجام کار

- مخلوط ماسه را آماده کنید.
- درجه و صفحه زیر درجه متناسب با آن را انتخاب کنید.
- تای زیرین درجه را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- برای چسبیدن ماسه به دیواره درجه، سطح داخلی درجه را با قلم آب مرطوب کنید (شکل ۳-۹).



شکل ۳-۱۰

- مخلوط ماسه آماده شده را با بیلچه به داخل درجه بریزید تا نیمی از آن پر شود (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۱

- کوبه را از طرف گوه‌ای شکل طوری در دست بگیرید که با خط قائم زاویه‌ای حدود ۱۵ درجه بسازد. سپس عمل کوبیدن ماسه را از کنار دیواره درجه شروع کرده و در جهت عقربه‌های ساعت ادامه داده تا به وسط درجه برسید (شکل ۳-۱۱).



**نکته:** عمل کوبش در تمام سطح باید طوری انجام شود که فشردگی ماسه در همه قسمت‌های درجه یکسان باشد.



شکل ۳-۱۲

– پس از کوبیدن مرحله اول مجدداً به داخل درجه ماسه اضافه کنید تا درجه به طور کامل پر شود، مانند مرحله قبل عمل کوبش را با طرف گوه‌ای شکل ادامه دهید (شکل ۳-۱۲).

**تذکر:** مراحل اضافه نمودن ماسه در مرحله کوبیدن با لبه گوه‌ای به ارتفاع درجه بستگی دارد.



شکل ۳-۱۳

– پس از کوبیدن مرحله دوم، مجدداً به داخل درجه ماسه اضافه کنید به طوری که ارتفاع ماسه چند سانتی متر از سطح درجه بالاتر باشد. سپس کوبه را از طرف تخت به صورت عمود بر سطح ماسه در دست بگیرید.

عمل کوبیدن را از لبه‌های دیواره شروع کرده و در جهت حرکت عقربه ساعت ادامه دهید تا به وسط درجه برسید (شکل ۳-۱۳). پس از کوبیدن ماسه با سرتخت کوبه دیگر نباید ماسه به درجه اضافه نمود زیرا ماسه‌ها به هم نمی‌چسبند؛ بدین منظور اضافه کردن ماسه در این مرحله باید به حدی باشد که دیگر نیازی به افزایش مجدد آن نباشد.

**تذکر:** در هنگام کوبیدن ماسه از برخورد کوبه با درجه خودداری شود.



شکل ۳-۱۴

– پس از کوبیدن نهایی، با استفاده از کارت تسمه ماسه‌های اضافی سطح درجه را بتراشید تا سطح ماسه صاف شود ( شکل ۳-۱۴).



شکل ۳-۱۵

– درجه همراه با ماسه متراکم شده (قالب) را همراه با صفحه زیر درجه برگردانید و روی یک سطح صاف قرار دهید. – صفحه زیر درجه را از روی قالب بردارید. – مقدار فشردگی و یکنواختی ماسه را توسط دستگاه سختی سنج ماسه اندازه گیری کنید ( شکل ۳-۱۵).



شکل ۳-۱۶

– مقدار فشردگی ماسه را نیز می‌توان به صورت تجربی و بدون استفاده از سختی سنج ماسه، اندازه گیری نمود. این کار را می‌توان با فشار دادن انگشت روی ماسه انجام داد. اگر در نقاط مختلف سطح ماسه میزان فرورفتگی اثر انگشت به یک اندازه باشد در آن صورت کوبش ماسه به صورت یکنواخت انجام شده است ( شکل ۳-۱۶).

**تذکر:** دست یابی به کوبش یکنواخت نیاز به تمرین‌های مکرر دارد تا به نتیجه مطلوب برسید.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- هدف از کوبیدن صحیح ماسه داخل درجه چیست؟ توضیح دهید.
- ۲- نحوه کوبیدن صحیح ماسه داخل درجه را شرح دهید.
- ۳- مقدار کوبش ماسه داخل درجه (زیاد، کم) چه نقشی در سلامت قطعه ریختگی دارد؟
- ۴- ابزار مورد استفاده جهت کوبیدن ماسه داخل درجه را نام ببرید.
- ۵- صحت کوبش صحیح ماسه داخل درجه چگونه اندازه گیری می شود؟
- ۶- نکات لازم جهت انتخاب درجه قالب گیری را بنویسید.
- ۷- عمل کوبش ماسه با ..... انجام می شود.
- ۸- قاب یا چهارچوبی که قالب ماسه ای در آن ساخته می شود را ..... می نامند.
- ۹- کدام یک از جملات زیر صحیح است؟
  - وظیفه درجه حفظ و نگهداری ماسه است.
  - درجه ها دارای شکل و ابعاد یکسان می باشند.
  - ابعاد صفحه زیر درجه برابر ابعاد درجه می باشد.
  - کوبه ابزاری است با یک سر تخت و یک سر گوه ای.
  - پس از کوبیدن ماسه باسر تخت کوبه در صورت نیاز می توان به درجه ماسه اضافه نمود.
- ۱۰- برای صاف کردن و کنارزدن ماسه اضافی از سطح درجه از کدام ابزار استفاده می شود؟
 

الف) کوبه	ب) کاردتسمه	ج) برس	د) صفحه زیر درجه
-----------	-------------	--------	------------------

## تمرین عملی

- با انتخاب درجه ای مناسب و ریختن ماسه درون آن، آن را به طور صحیح کوبش کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



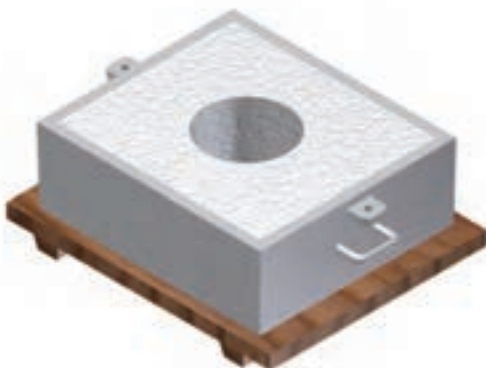
## ایجاد احجام هندسی با ابزارهای قالب گیری

هدف های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می رود که :

- ۱- ابزارهای قالب گیری را به طور کامل نام ببرد.
- ۲- انواع ابزارهای قالب گیری را به هنگام قالب گیری به کار ببرد.
- ۳- با استفاده از ابزارهای قالب گیری احجام هندسی را در ماسه به طور صحیح ایجاد کند.
- ۴- از دستورالعمل های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

برای ساخت قطعه به روش ریخته گری نیاز به قالب می باشد. محفظه قالب ممکن است به چند طریق در مخلوط ماسه فشرده شده ایجاد شود. به طور معمول برای ایجاد محفظه قالب از مدل استفاده می شود که شبیه به قطعه نهایی است که مخلوط ماسه در اطراف آن فشرده شده و پس از خارج کردن مدل محفظه قالب در آن ایجاد می شود.



شکل ۴-۱

برای مهارت در به کارگیری از ابزارهای قالب گیری و پی بردن به اهمیت و نقش مدل، می توان اشکال ساده هندسی مانند مکعب، مکعب مستطیل و ... را با ابزار ایجاد کرد (شکل ۴-۱).

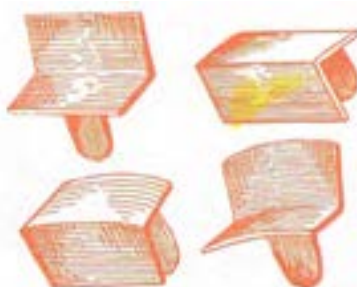
### ۴-۱- ابزار لازم

درجه، صفحه زیر درجه، کوبه، کارد تسمه، ابزار قاشقی، ابزار پاشنه، ابزار گوشه، کف کوب، فوتک، سوزن خط کش.



شکل ۴-۲

۱-۴-۱ ابزارقاشقی: این ابزار از یک دسته با دو سر پهن تشکیل شده است. یک سر آن به شکل قاشق و سر دیگر آن به صورت تخت، مستطیل شکل و برگ بیدی می باشد. جنس این ابزار از فولاد است. از این ابزار برای تعمیر و ترمیم قالب و ایجاد حوضچه باررین، حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره استفاده می شود. شکل ۴-۲ چند نوع ابزار قاشقی را نشان می دهد.



شکل ۴-۳

۲-۴-۱ ابزار گوشه: ابزاری از جنس فولاد که به شکل های محدب، مقعر و زاویه  $90^\circ$  وجود دارد. از ابزار گوشه محدب و مقعر برای ترمیم گوشه های قوس دار و ابزار گوشه ای قائمه برای ترمیم گوشه های  $90^\circ$  استفاده می شود. شکل ۴-۳ چند نوع ابزار گوشه را نشان می دهد.



شکل ۴-۴

۳-۴-۱ ابزار پاشنه: ابزاری است از جنس فولاد که در قسمت های مختلف قالب براساس نوع شکل، مورد استفاده قرار می گیرند. این ابزار در شکل های مختلف تخت، قوس دار و گرد وجود دارند. ابزار پاشنه سرتخت برای خارج کردن ماسه اضافی از کف قالب و تعمیر و صاف کردن آنها استفاده می شود. ابزار پاشنه قوس برای پرداخت قوس های داخل قالب و ابزار پاشنه گرد جهت ترمیم قسمت های کف و همچنین برای صاف کردن کف قالب ها استفاده می شود. شکل ۴-۴ چند نوع ابزار پاشنه ای را نشان می دهد.



شکل ۴-۵



شکل ۴-۶



شکل ۴-۷

۴-۱-۴- کف کوب: کف کوب ابزاری است از جنس فولاد که از یک دسته و یک سر تخت تشکیل شده است. از این ابزار برای کوبیدن کف محفظه قالب استفاده می‌شود. سر تخت این ابزار قابل تعویض است و در شکل‌های مختلف وجود دارد. شکل ۴-۵ انواع کف کوب را نشان می‌دهد.

۴-۱-۵- سوزن خط کش: ابزاری است میله‌ای شکل با نوک تیز که از آن برای کشیدن خط روی قالب استفاده می‌شود. این ابزار از جنس فولاد ساخته می‌شود. در شکل ۴-۶ نمونه‌ای از سوزن خط کش نمایش داده شده است.

۴-۱-۶- فوتک: این ابزار از دو تخته چوبی تشکیل شده است که به وسیله چرم به یکدیگر متصل شده‌اند و دارای سرقیفی شکل فلزی است. نحوه کار آن به صورتی است که با دور کردن تخته‌ها از یکدیگر هوا داخل آن جمع شده و با نزدیک کردن آنها هوا با فشار از سرقیفی شکل آن خارج می‌شود (شکل ۴-۷).

از این ابزار برای خارج کردن ماسه و مواد اضافی در داخل قالب و زدودن آنها از سطح درجه، استفاده می‌شود. این ابزار در کارگاه‌های کوچک ریخته‌گری استفاده می‌شود، در کارخانجات بزرگ ریخته‌گری از کمپرسور باد به جای فوتک استفاده می‌شود.



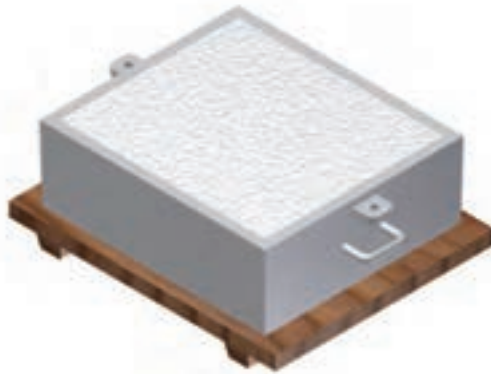


## ۴-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی جلسات قبلی الزامی است.
- در هنگام استفاده از فوتک برای خارج کردن ذرات ماسه اضافی مراقب باشید که به چشم خود و اطرافیان آسیبی نرسد.
- در هنگام استفاده از ابزارهای قالب‌گیری مراقب باشید که به خود و اطرافیان آسیبی نرسد.

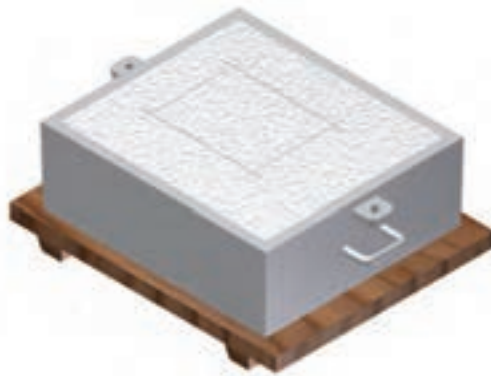
## ۴-۳- مراحل انجام کار

- درجه و صفحه زیر درجه مناسب را انتخاب کنید.



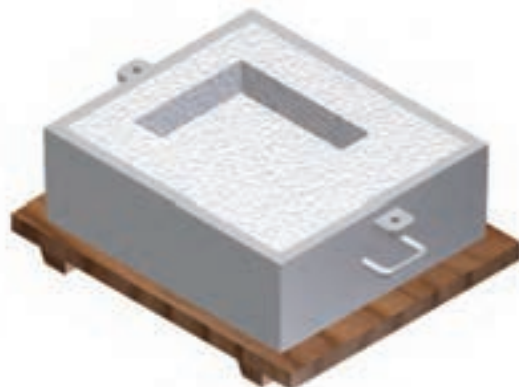
شکل ۴-۸

- درجه را با استفاده از مخلوط ماسه قالب‌گیری مانند جلسه قبل قالب‌گیری کنید. سپس قالب را برگردانید (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۹

- روی سطح قالب با استفاده از خط کش فلزی و سوزن خط کش شکل قاعده حجم مورد نظر (مکعب مستطیل) را ترسیم نمائید (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۱۰

- با استفاده از ابزار قاشقی اضلاع قاعده که با خط کش روی ماسه رسم شده است را به اندازه ارتفاع حجم مورد نظر (ارتفاع مکعب مستطیل) در عمق برش دهید.
- پس از برش، ماسه‌های برش خورده داخل سطوح جانبی حجم مورد نظر (مکعب مستطیل) را خارج کنید.
- با استفاده از ابزار قالب‌گیری سطوح جانبی ایجاد شده را کاملاً صاف و پرداخت نمائید.
- با استفاده از کف کوب، کف قالب را صاف نمائید.
- با استفاده از فوتک ماسه‌های باقیمانده در محفظه ایجاد شده را خارج کنید (شکل ۴-۱۰).





## ؟؟؟ پرسش

- ۱- هدف از ایجاد احجام هندسی به کمک ابزارهای قالب‌گیری در ریخته‌گری را شرح دهید.
- ۲- ابزارهای قالب‌گیری را نام ببرید.
- ۳- کاربرد هریک از ابزارهای قالب‌گیری زیر را بنویسید.
  - ابزار قاشقی :
  - ابزار پاشنه :
  - ابزار گوشه :
  - ابزار کف کوب :
  - ابزار سوزن خط کش :
  - ابزار فوتک :
- ۴- ابزار گوشه محدب و مقعر برای ترمیم گوشه‌های ..... و ابزار گوشه‌ای قائمه برای ترمیم گوشه‌های ..... استفاده می‌شود.
- ۵- برای خارج کردن ماسه اضافی از کف قالب و تعمیر و صاف کردن آنها از چه ابزاری استفاده می‌شود؟
  - الف) کف کوب
  - ب) ابزار پاشنه
  - ج) ابزار قاشقی
  - د) ابزار گوشه
- ۶- ابزاری که برای کشیدن خط روی قالب استفاده می‌شود ..... نامیده می‌شود.

## تمرین عملی

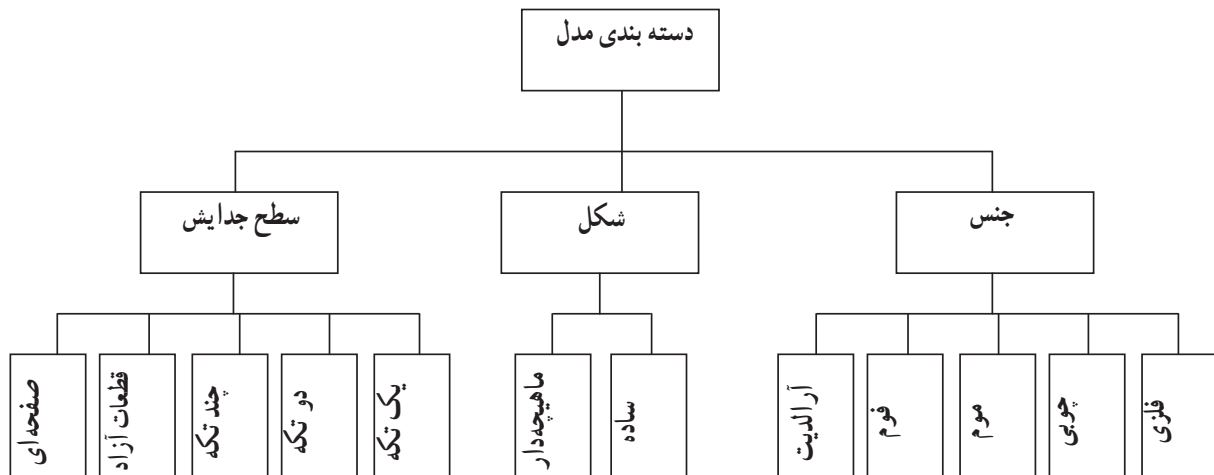
- با استفاده از ابزار قالب‌گیری، احجام هندسی را داخل قالب ایجاد کنید.
- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی پیروی کنید.



## قالب‌گیری مدل مکعب ساده

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- مدل را شرح دهد.
- ۲- انواع مدل را نام ببرد.
- ۳- کاربرد انواع مدل‌ها را جداگانه توضیح دهد.
- ۴- مدل مکعب ساده را به طور صحیح قالب‌گیری نماید.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.



مقدمه

مدل

مدل جسمی است که از چوب، فلز یا مواد مناسب دیگر از قبیل موم، پلی استیرن و... ساخته می‌شود و با قرار دادن آن در داخل مواد قالب‌گیری (ماسه)، محفظه قالب که تضمین کننده صحت شکل و اندازه قطعه ریختگی است، ایجاد می‌گردد. از این رو مدل به عنوان ابزار کار اصلی ریخته‌گران در تهیه و ساخت قالب نقشی مهم و اساسی دارد. بنابراین مدل و مدل سازی را نمی‌توان از صنعت ریخته‌گری جدا نمود.



## ۵-۱- انواع مدل

مدل‌ها را می‌توان به روش‌های مختلف دسته‌بندی نمود که عبارتند از: جنس مدل، شکل مدل و سطح جدایش مدل.

### ۵-۱-۱- دسته‌بندی مدل‌ها براساس جنس: معمولاً موادی که برای تهیه و ساخت مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند

بایستی از ویژگی‌های معینی برخوردار باشند. این ویژگی‌ها عبارتند از: سهولت در شکل‌پذیری، داشتن استحکام کافی در مقابل فشار، ضربه، سایش و عوامل محیطی و نیز دارا بودن ارزش اقتصادی مطلوب.

به طور کلی، در انتخاب جنس مدل باید به نکات زیر توجه نمود:

الف) تعداد قطعات مورد نیاز که از روی مدل بایستی تهیه شوند.

ب) دقت ابعادی مورد نیاز در مدل

ج) مشخصات روش تولید (نوع روش تولید و مشخصات ماشین‌های قالب‌گیری)

د) اندازه و شکل قطعه مورد نیاز

— **مدل‌های چوبی:** چوب متداول‌ترین ماده در ساخت مدل است. این امر به دلیل وجود ویژگی‌هایی از قبیل سهولت در

شکل‌پذیری، ارزان بودن و داشتن استحکام خوب این ماده است. عیب اصلی چوب انقباض و انقباض و تغییر شکل و ابعاد آن در اثر جذب رطوبت می‌باشد. عیب دیگر چوب دوام کم و در نتیجه از دست دادن دقت اولیه آن است. زیرا در اثر سایش توسط مواد قالب‌گیری (ماسه) فرسوده شده و دقت ابعادی خود را از دست می‌دهد. همچنین مدل‌های چوبی به دلیل اعمال نیروهای ضربه‌ای به هنگام کوبیدن ماسه و نیز خارج نمودن مدل از قالب، تغییر فرم داده و گاهی می‌شکند. لازم به ذکر است که با استفاده از مواد پوششی مانند لاک الکل و رنگ می‌توان میزان جذب رطوبت توسط مدل را کاهش داده و نیز از چسبیدن ذرات ماسه به سطوح مدل جلوگیری نمود. همچنین به منظور افزایش استحکام و دوام مدل‌های چوبی می‌توان آنها را از به هم چسبانیدن چند لایه که در جهات مختلف برش داده شده‌اند تهیه نمود. در اثر این عمل، عمر مدل‌ها به مقدار زیادی افزایش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که در بعضی موارد، حتی عمر آنها از مدل‌های آلومینیمی نیز بیشتر می‌شود.

به طور کلی برای تولید قطعات به تعداد زیاد ابتدا مدل چوبی ساخته می‌شود که به آن مدل اولیه گویند و سپس مدل اولیه را به

مدل فلزی تبدیل می‌کنند.

— **مدل‌های فلزی:** مدل‌های فلزی معمولاً از آلیاژهای آلومینیم، چدن خاکستری، فولاد، منیزیم و یا آلیاژهای مس ساخته

می‌شوند. مدل‌های فلزی که غالباً برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، یا به طور مستقیم از طریق ماشین‌کاری تهیه می‌شوند و یا اینکه با استفاده از مدل چوبی (مدل اولیه) ریخته‌گری می‌گردند. مدل‌های فلزی در مقایسه با نوع چوبی آن، از دقت ابعادی بیشتر، استحکام و دوام بالاتر در مقابل سایش و نیز عدم جذب رطوبت محیط برخوردار می‌باشند.

— **مدل‌های پلاستیکی:** این مدل‌ها از انواع رزین‌ها ساخته می‌شوند. رزین‌هایی که برای ساخت مدل‌های پلاستیکی به کار

می‌روند استحکام فشاری بیشتر نسبت به مدل‌های چوبی دارند. همچنین در مقابل مواد شیمیایی مقاوم بوده و چسبندگی آنها به مواد قالب‌گیری کم است. از ویژگی‌های مهم این مواد در ساخت مدل‌ها می‌توان به پایداری ابعادی و نیاز به مهارت کمتر در مقایسه با ساخت مدل‌های فلزی، اشاره نمود. این مدل‌ها به روش‌های مختلفی ساخته می‌شوند.



## ۵-۱-۲- دسته بندی مدل ها براساس شکل ظاهری آنها :

مدل ها را می توان از نظر تشابه آنها با شکل قطعه ریختگی (نقشه مکانیکی) به دو گروه اصلی تقسیم نمود :

(الف) مدل های ساده : این نوع مدل ها، از نظر شکل ظاهری شبیه قطعه ریختگی هستند و با استفاده از مدل، قسمت های داخلی و خارجی قطعه قالب گیری می شوند (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱

(ب) مدل های ماهیچه دار : این نوع مدل ها شباهت چندانی به قطعه ریختگی ندارد که یکی از علت های آن وجود زائده هایی به نام تکیه گاه یا ریشه ماهیچه می باشد (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲

## ۵-۱-۳- انواع مدل براساس سطح جدایش :

مدل ها عبارتند از : یک تکه، دو تکه یا چند تکه، مدل با قطعات آزاد، مدل با سیستم راهگاهی و مدل صفحه ای.

— مدل یک تکه : این مدل ها که به صورت جسمی یک پارچه یا یک تکه ساخته می شوند، براساس شکل و چگونگی شیب آنها، ممکن است در یک لنگه درجه و یا در دو لنگه درجه قرار گیرند. در اغلب این مدل ها، خط جدایش یا محل تغییر شیب مدل، در قسمت فوقانی آن تعبیه می شود. به عبارت دیگر، مدل دارای شیب یک طرفه است. خط جدایش مدل، که معمولاً قالب توسط آن به دو قسمت تقسیم می شود، در این مدل ها به صورت یکنواخت و یا غیر یکنواخت است (شکل ۵-۳).

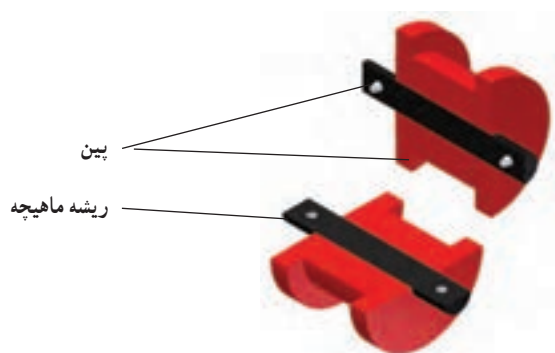


شکل ۵-۳



### — مدل‌های دو تکه (یا چند تکه) : در صورتی که طرح

و شکل قطعه به گونه‌ای باشد که قالب‌گیری آن در یک لنگه درجه امکان پذیر نباشد و همچنین تعداد قطعه‌های مورد نیاز زیاد باشد، مدل را دو یا چند تکه می‌سازند. در این مدل‌ها، خط جدایش یا محل تغییر شیب در امتداد سطح جدایش دو لنگه درجه می‌باشد بدین صورت که یک تکه در درجه بالایی و تکه دیگر در درجه پایینی قرار می‌گیرد. مدل‌های دو یا چند تکه توسط پین‌های چوبی یا فلزی به هم متصل می‌شوند. در شکل ۵-۴ یک نمونه از مدل دو تکه نشان داده شده است.



شکل ۵-۴

### — مدل‌های صفحه‌ای : برای تولید انبوه قطعات ریختگی

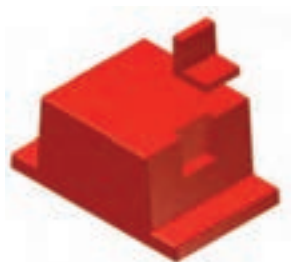
به روش دستی یا ماشینی در ماسه از مدل‌های صفحه‌ای استفاده می‌شود (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵

### — مدل با قطعه آزاد : بعضی از قطعات دارای زوای

هستند که قالب‌گیری مدل آنها به صورت یک پارچه امکان پذیر نیست بنابراین هنگام ساخت مدل این قطعه‌ها زوائد و برآمدگی آنها به صورت قطعه آزاد طراحی می‌گردد (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶

### — مدل با سیستم راهگاهی : اغلب مدل‌های صفحه‌ای دارای سیستم راهگاهی می‌باشند. چنانچه مدل فاقد سیستم راهگاهی

باشد سیستم راهگاهی توسط قالب گیر به طور دستی در قالب ایجاد می‌گردد و یا اینکه به صورت قطعه‌های آزاد و جداگانه‌ای ساخته می‌شوند.



## ۵-۲- اضافه‌ها و تغییرهای مجاز در مدل

هرچند مدل به منظور تولید یک قطعه با ابعاد معین به کار می‌رود ولی در عمل بنا به دلایل متالورژیکی و مکانیکی ابعاد آن با قطعه یکسان نیست. به همین منظور در ساخت مدل اضافه‌ها و تغییرهایی در نظر گرفته می‌شود که در نتیجه آن، ابعاد مدل بزرگ‌تر از قطعه خواهد بود. این اضافه‌ها و تغییر مجاز به شرح زیر می‌باشند.

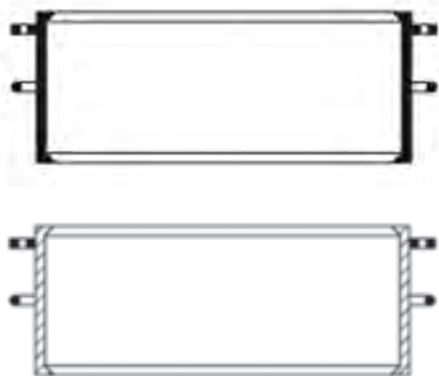
۵-۲-۱- اضافه مجاز انقباضی: قطعه‌ای فلز پس از انجماد در داخل قالب، به هنگام سرد شدن تا درجه حرارت محیط غالباً منقبض می‌شود. از این رو به منظور به دست آوردن قطعه‌ای با ابعاد مورد نظر، مدل آن را با توجه به میزان انقباض بزرگ‌تر از اندازه حقیقی می‌سازند. این مقدار اضافی که به منظور جبران کاهش حجمی ناشی از انقباض، به ابعاد مدل اضافه می‌شود، به اضافه مجاز انقباضی موسوم است.

۵-۲-۲- اضافه مجاز ماشین کاری: قطعه‌های ریختگی، معمولاً از کیفیت سطحی مطلوب برخوردار نیستند و پس از ریخته‌گری بایستی تحت عملیات ماشین کاری قرار گیرند. از این رو در سطح‌هایی که باید ماشین کاری شوند، اضافه مجازی به نام اضافه مجاز ماشین کاری در نظر گرفته می‌شود.

۵-۲-۳- شیب مجاز: معمولاً سطح‌های قائم مدل به هنگام خروج آن از قالب، با سطح‌های قائم محفظه قالب در تماس بوده و آن را تحت سایش قرار می‌دهد. این امر ضمن این که خروج مدل از قالب را مشکل می‌سازد، ممکن است سطح‌های آن را نیز تخریب نماید. به همین منظور جهت تسهیل در خروج مدل از قالب، سطوح قائم مدل را در مدل سازی شیب دار می‌سازند که به آن شیب مجاز می‌گویند.

## ۵-۳- علائم استاندارد در رسم مدل و قالب:

برای رسم قالب‌گیری از علائم استاندارد استفاده می‌شود که عبارتند از:



۱- درجه در حالت برش به دو صورت نشان داده می‌شود. درجه‌های با ضخامت کم، دیواره‌ها با رنگ سیاه و درجه‌های با ضخامت زیاد، دیواره‌ها با هاشور نشان داده می‌شوند مطابق شکل ۵-۷.

شکل ۵-۷



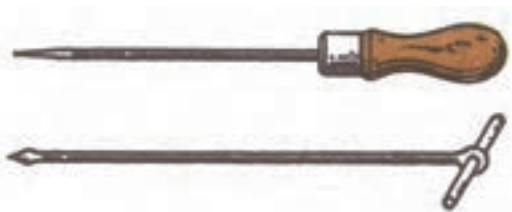
شکل ۵-۸



شکل ۵-۹



شکل ۵-۱۰



شکل ۵-۱۱



شکل ۵-۱۲

۲- سطح جدایش مدل با حروف O (بالایی) و U (پایینی) به صورت  $\frac{O}{U}$  نشان داده می‌شود، مطابق شکل ۵-۸.

۳- ماسه قالب‌گیری در نما به صورت نقطه نقطه نامنظم رسم می‌شود. با توجه به این مسأله نحوه رسم درجه همراه با ماسه از نمای بالا به صورت مقابل خواهد بود (شکل ۵-۹).

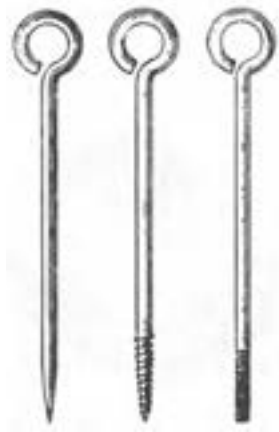
۴- ماسه قالب‌گیری در برش با هاشور ۴۵ درجه و نقطه نشان داده می‌شود. بنابراین دو لنگه درجه با ماسه قالب‌گیری در برش به صورت مقابل نشان داده می‌شود (شکل ۵-۱۰).

## ۵-۴- ابزار لازم

مدل، درجه، صفحه زیر درجه، کوبه، کارد تسمه، قلم آب، پیچ مدل درآور، سیخ هواکش، مدل لق کن، پودر جدایش.

۵-۴-۱- سیخ هواکش: سیخ هواکش از یک میله فولادی یا برنجی نازک تشکیل شده که یک طرف آن نوک تیز و طرف دیگر با دسته چوبی یا پلاستیکی ساخته شده است. از این ابزار جهت ایجاد سوراخ و منافذ در قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود تا از گازهای تشکیل شده در حین ریختن مذاب به داخل قالب به آسانی از قالب خارج شوند و سبب ایجاد مک و فضای خالی در قطعه شوند (شکل ۵-۱۱).

۵-۴-۲- مدل لق کن: از این ابزار برای لق کردن مدل استفاده می‌شود تا بتوان آن را به راحتی از قالب خارج کرد. (شکل ۵-۱۲).



شکل ۵-۱۳

۳-۴-۵- میله و پیچ مدل در آور : ابزاری به شکل میله نسبتاً بلند که یک طرف آن تیز یا رزوه دار و سمت دیگر آن حلقه‌ای شکل است. از این ابزار برای لق کردن مدل و خارج کردن آن از ماسه استفاده می‌شود. طرف تیز یا رزوه دار آن در محل مناسب روی مدل یا مهره موجود روی سطح مدل قرار داده می‌شود و سپس با اعمال ضربه توسط مدل لق‌کن، مدل در ماسه لق شده و از آن خارج می‌شود (شکل ۵-۱۳).

۴-۴-۵- پودر جدایش (تالک) : پودری است سفید رنگ که خاصیت جذب رطوبت ندارد. این پودر روی دو نیمه قالب در سطح مدل پاشیده می‌شود تا از چسبیدن ماسه به دو نیمه قالب و سطح مدل جلوگیری شود. این پودر در کیسه‌ای پارچه‌ای نگهداری شده که دارای منافذ جهت پاشیدن پودر روی قالب می‌باشد.

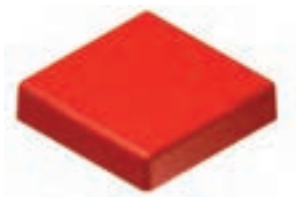
## ۵-۵- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی ذکر شده در جلسه قبل الزامی است.
- سیخ هواکش را با احتیاط استفاده کنید تا به اطرافیان برخورد نکند و به آنها آسیب نرسد.
- هنگام استفاده از پودر جدایش دقت شود تا از پخش شدن آن در فضا جلوگیری شود.

## ۵-۶- مراحل انجام کار

- مدلی ساده مطابق شکل انتخاب کنید (شکل

۵-۱۴).



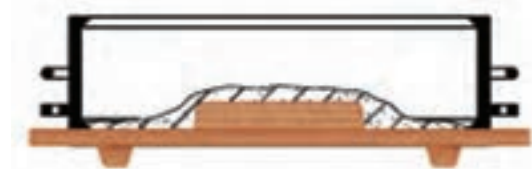
شکل ۵-۱۴



شکل ۵-۱۵

- مدل را طوری روی صفحه زیر درجه قرار دهید که سطح بزرگ‌تر آن (سطح جدایش) روی صفحه زیر درجه قرار گیرد و سطح کوچک‌تر به سمت بالا باشد به طوری که شیب مدل دیده شود (شکل ۵-۱۵).





شکل ۱۶-۵

– تای زیرین درجه را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.  
سپس با استفاده از ماسه الک شده روی مدل را بپوشانید تا ضخامت ماسه روی مدل حداقل به ۲ سانتی متر برسد (شکل ۱۶-۵).



شکل ۱۷-۵

– مخلوط ماسه قالب‌گیری را به درجه اضافه کنید.  
ماسه داخل درجه را با استفاده از کوبه تحت کوبش قرار دهید تا متراکم شود. دقت کنید کوبش طوری انجام شود که به مدل ضربه‌ای وارد نشود. پس از کوبش ماسه، سطح قالب را با کارد تسمه صاف کنید (شکل ۱۷-۵).



شکل ۱۸-۵

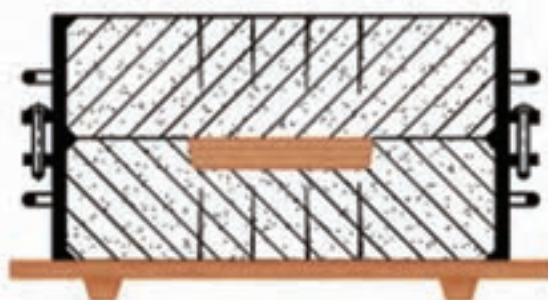
منافذ خروجی گاز را با استفاده از سیخ هواکش در قالب ماسه متراکم شده روی مدل طوری ایجاد کنید که سیخ هوا به مدل برخورد نکند. این منافذ، خروج گازهای تشکیل شده در هنگام ریختن مذاب را تسهیل می‌کنند (شکل ۱۸-۵).



شکل ۱۹-۵

– درجه را همراه با صفحه زیر درجه  $180^\circ$  درجه برگردانید، سپس روی سطح قالب پودر جدایش بپاشید تا از چسبیدن ماسه درجه‌های رویی و زیرین به یکدیگر جلوگیری شود (شکل ۱۹-۵).

**تذکر:** مقدار پودر جدایش به اندازه کافی و یکنواخت پاشیده شود.



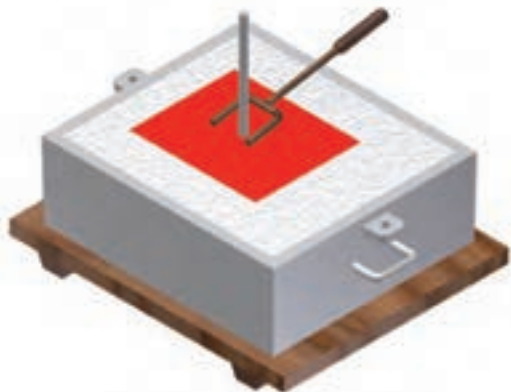
شکل ۲۰-۵

– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
درجه رویی را قالب‌گیری کنید.  
سطح قالب رویی را با کارد تسمه صاف کنید، منافذ خروج گاز را با استفاده از سیخ هوا در قالب بالایی ایجاد کنید (شکل ۲۰-۵).



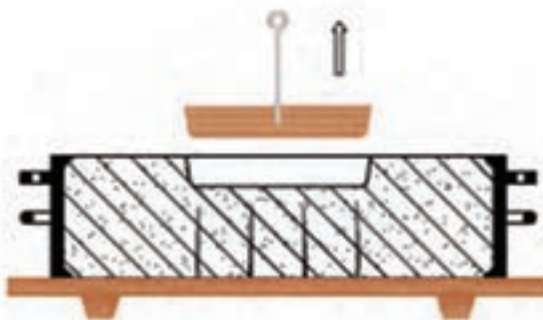
شکل ۲۱-۵

– قالب رویی را بلند کرده و در محل مناسب قرار دهید، با استفاده از قلم آب، اطراف مدل را مرطوب کنید تا از ریزش ماسه‌های اطراف مدل که رطوبت از دست داده‌اند جلوگیری شود (شکل ۲۱-۵).



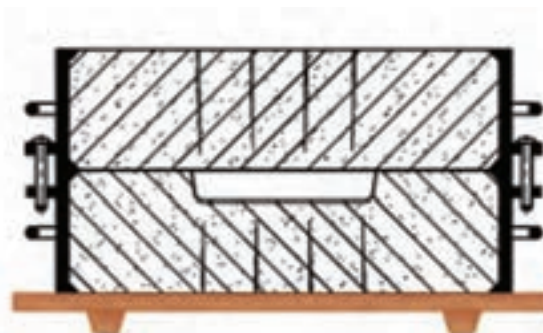
شکل ۲۲-۵

– مدل موجود در قالب ماسه‌ای را با مدل لق کن، لق کنید (شکل ۲۲-۵).



شکل ۲۳-۵

– مدل را با استفاده از مدل درآور متناسب با مدل از قالب خارج کنید. به این صورت که مدل درآور را در مرکز ثقل مدل قرار دهید تا هنگام خارج کردن مدل از قالب، تعادل آن کاملاً حفظ شود (شکل ۲۳-۵).



شکل ۲۴-۵

– با استفاده از فوتک، محفظه ایجاد شده در قالب را تمیز کنید. در صورت آسیب دیدن قالب، آن را با استفاده از ابزار مناسب ترمیم کنید. قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید (شکل ۲۴-۵).

**تذکر:** هنگام استفاده از فوتک مراقب باشید تا فشار باد باعث خراب شدن قالب نگردد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- مدل را تعریف کنید.
- ۲- دسته بندی مدل ها را براساس جنس توضیح دهید.
- ۳- دسته بندی مدل ها را براساس شکل توضیح دهید.
- ۴- دسته بندی مدل ها را براساس سطح جدایش توضیح دهید.
- ۵- منظور از اضافه های مجاز در مدل سازی چیست؟ توضیح دهید.
- ۶- ماسه قالب گیری در نما به صورت ..... و در برش به صورت ..... نمایش داده می شود.
- ۷- کدام یک از موارد زیر جزو ویژگی های مواد قالب می باشد؟  
الف) انتقال حرارت      ب) هدایت الکتریکی      ج) جذب آب      د) استحکام کافی
- ۸- مدل ها را براساس ..... ، ..... و ..... تقسیم بندی می کنند.
- ۹- کدام یک از جملات زیر صحیح است.  
- مزیت چوب، انبساط و انقباض و تغییر شکل و ابعاد آن در اثر جذب رطوبت می باشد.  
- مدل های فلزی برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می گیرد.  
- مدل های پلاستیکی، استحکام فشاری کمتری نسبت به مدل های چوبی دارند.  
- مدل های ساده شباهت چندانی به قطعه ریختگی ندارند.
- ۱۰- مدل هایی که به صورت جسم یکپارچه یا یک تکه ساخته می شوند ، ..... نامیده می شوند.
- ۱۱- برای تولید انبوه قطعات ریختگی از مدل های ..... استفاده می شود.
- ۱۲- کدام یک از موارد زیر جزء اضافات و تغییرهای مجاز در مدل نمی باشد؟  
الف) اضافه مجاز انقباضی      ب) اضافه مجاز انبساطی      ج) اضافه مجاز ماشین کاری  
د) شیب مجاز
- ۱۳- ماسه قالب گیری در برش به صورت ..... رسم می شود.
- الف) سیاه رنگ      ب) هاشور ۴۵ درجه و نقطه نامنظم      ج) هاشور ۴۵ درجه با نقطه      د) نقطه نقطه نامنظم
- ۱۴- برای ایجاد سوراخ و منافذ در قالب ماسه ای از کدام ابزار استفاده می شود؟  
الف) مدل لق کن      ب) کوبه      ج) سیخ هواکش      د) پیچ مدل درآور

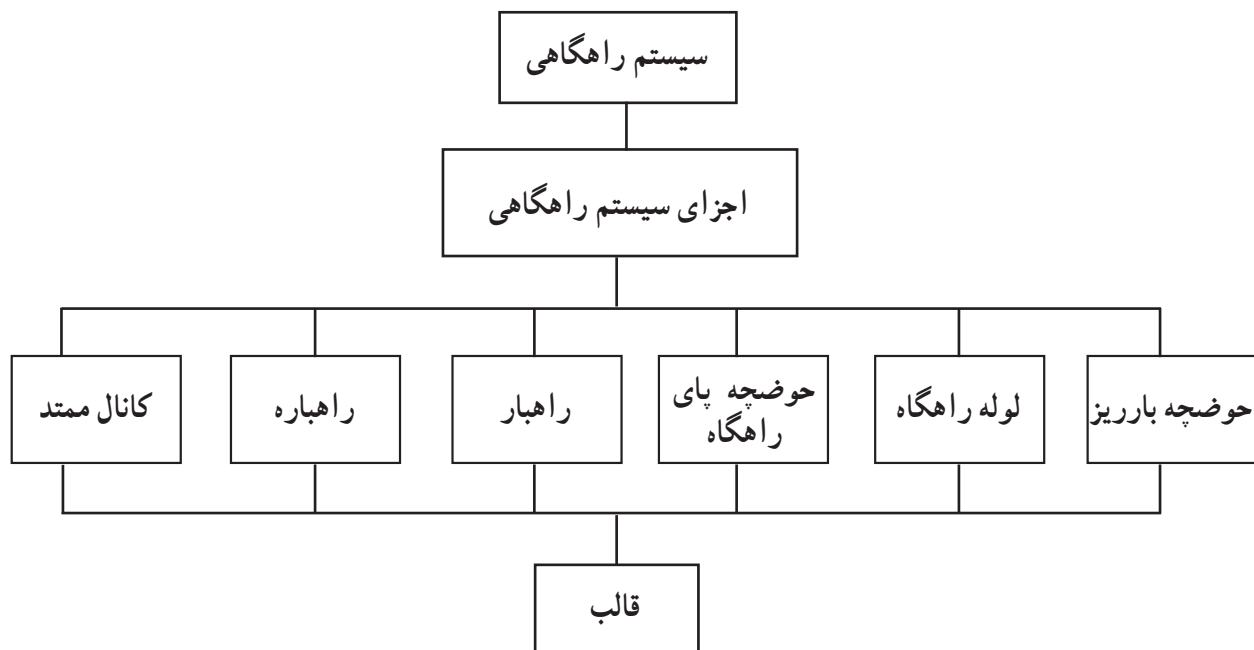
## تمرین عملی

- مدل هایی مشابه استوانه، مکعب و غیره را قالب گیری کنید.
- از دستورالعمل های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کنید.



## قالب‌گیری مدل با سیستم راهگاهی

- هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :
- ۱- اجزای سیستم راهگاهی را به‌طور کامل توضیح دهد.
  - ۲- انواع سیستم راهگاهی را کاملاً شرح دهد.
  - ۳- مدل را با ایجاد سیستم راهگاهی مناسب قالب‌گیری نماید.
  - ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.





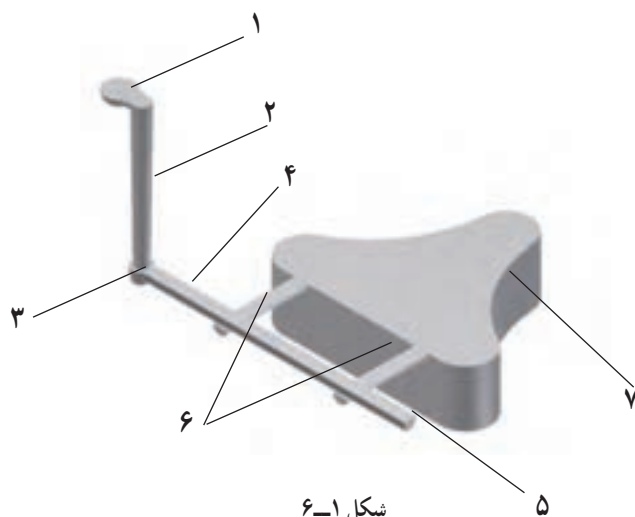
## مقدمه

### سیستم راهگاهی

دستیابی به یک قطعه ریخته‌گی سالم، مستلزم کنترل و هدایت مناسب جریان مذاب در قالب تا تکمیل شدن انجماد آن می‌باشد. به طور کلی، مجموعه راه‌هایی که مذاب برای ورود به محفظه قالب، از آنها عبور می‌کند را سیستم راهگاهی می‌گویند.

#### ۶-۱- اجزای یک سیستم راهگاهی

ایجاد سیستم راهگاهی یکی از بخش‌های مهم قالب‌گیری است که چگونگی نحوه هدایت مذاب را به محفظه قالب تعیین می‌کند که از اجزای زیر مطابق شکل ۶-۱ تشکیل شده است.



۱- حوضچه بارریز

۲- راهگاه

۳- حوضچه پای راهگاه

۴- راهبار (کانال اصلی)

۵- کانال ممتد

۶- راهباره (کانال فرعی)

۷- قطعه ریخته شده



شکل ۶-۲

#### ۶-۱-۱- حوضچه بالایی راهگاه (حوضچه

بارریز):

حوضچه بارریز به صورت یک کاسه باریک شونده است که در بالای لوله راهگاه بارریز، روی سطح درجه بالایی تعبیه می‌گردد. نقش اساسی حوضچه، سهولت ریختن مذاب از وسایل انتقال مذاب مانند بوته و پاتیل، به داخل راهگاه بارریز می‌باشد. در شکل ۶-۲ و ۶-۳ نمونه‌هایی از حوضچه‌های قیفی شکل پیش ساخته که بیشتر برای ریخته‌گری قطعات چدنی و فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند، نشان داده شده است.



شکل ۶-۳



شکل ۴-۶

در بعضی موارد، به ویژه در مورد فلزات و آلیاژهای غیرآهنی از حوضچه‌های موسوم به حوضچه گلایی یا لگنی استفاده می‌شود (شکل ۴-۶).

مزایای این نوع حوضچه به قرار زیر است :

- تنظیم سرعت جریان مذاب
- جلوگیری از ورود شلاکه و مواد ناخواسته به داخل

قالب

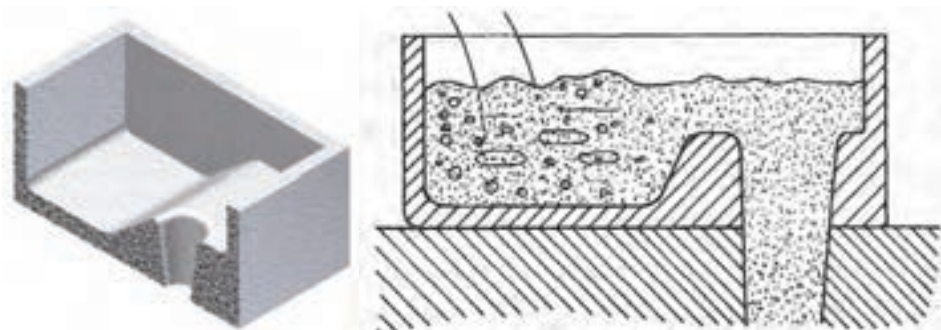
- ایجاد جریان آرام با حداقل تلاطم به منظور جلوگیری از

ورود هوا به داخل قالب

- حفظ نمودن قالب از آسیب در اثر ریزش مستقیم مذاب.

نمونه‌ای از حوضچه گلایی، در شکل ۵-۶ نشان داده شده

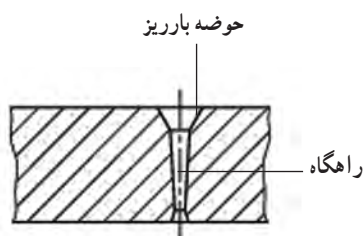
است.



شکل ۵-۶

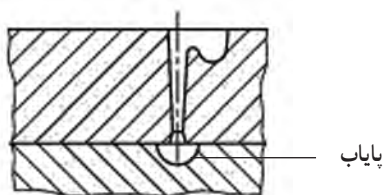
## ۲-۱-۶- راهگاه بارریز (لوله راهگاه): راهگاه

بارریز مجرای عمودی است که سطح مقطع آن از بالا به پایین کاهش می‌یابد. یا به عبارت دیگر به شکل مخروط ناقص است. این راهگاه از طرف سطح بزرگتر به حوضچه بالای راهگاه بارریز و از طرف کوچکتر از طریق حوضچه دیگری به نام حوضچه پای راهگاه بارریز به کانال اصلی یا راهبار متصل می‌شود و وظیفه آن انتقال مذاب به سایر اجزاء راهگاهی است (شکل ۶-۶).



شکل ۶-۶

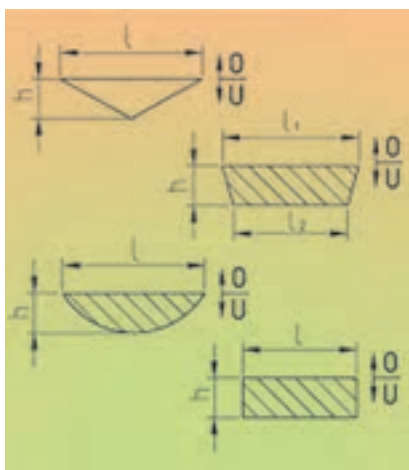




شکل ۶-۷

### ۳-۱-۶- حوضچه پای راهگاه بارریز (پایاب): از

آنجا که سرعت مذاب در قسمت پایین راهگاه بارریز به بیشترین مقدار خود می‌رسد و این امر ممکن است تلاطم و آشفته‌گی جریان مذاب را در راهبار و در نتیجه آن، تخریب قالب و جذب هوا به دنبال داشته باشد، از این رو برای جلوگیری از این امر، حوضچه‌ای در انتهای راهگاه بارریز تعبیه می‌گردد که به آن حوضچه پای راهگاه گفته می‌شود (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۸

### ۴-۱-۶- راهبار (کانال اصلی): مذاب از حوضچه

پای راهگاه وارد راهبار می‌شود. در این مجرا مذاب مسیری افقی را می‌پیماید. راهبار مذاب را به طور متناسب بین راهبارها توزیع می‌کند. راهبارها معمولاً در سطح جدایش تعبیه می‌شوند و برحسب مورد در درجه رویی و یا در درجه زیری قرار می‌گیرند. مقطع راهبار شکل‌های مختلفی دارد و معمولاً به شکل دوزنقه، مستطیل، نیم دایره و مثلث ساخته می‌شود (شکل ۶-۸).

معمولاً راهبار بعد از آخرین راهبار انشعابی از آن، کمی امتداد پیدا می‌کند تا بدینوسیله مواد ناخواسته موجود در مذاب و سایر آشفته‌گی‌ها، به این قسمت انتهایی کشیده شود و از ورود آنها به داخل محفظه قالب جلوگیری گردد. این قسمت انتهایی راهبار، کانال ممتد نامیده می‌شود.

### ۵-۱-۶- راهبار (کانال فرعی): آخرین قسمت سیستم راهگاهی راهبار است که مذاب از آنجا وارد قالب می‌شود.

مقاطع راهبارها نیز اشکال گوناگون دارند و معمولاً به شکل نیم دایره، مثلث و... ساخته می‌شوند.

## ۲-۶- وظایف سیستم راهگاهی

یک سیستم راهگاهی مناسب باید بتواند:

- ۱- مذاب را از بوت‌ه یا پاتیل به محفظه قالب به سهولت انتقال دهد.
- ۲- مذاب را به آرامی به محفظه قالب هدایت کرده تا موجب شسته شدن دیواره قالب نشود و از جذب گاز توسط مذاب ممانعت به عمل آورد.
- ۳- مذاب را طوری به محفظه قالب هدایت نماید که سردترین بار به دورترین قسمت قالب رفته و گرم‌ترین آن در راهگاه باقی بماند.



۴- اندازه سیستم راهگاهی به گونه‌ای طراحی می‌شود که از نظر بزرگی بتواند مذاب مورد نیاز قالب را تأمین کند و از طرف دیگر آن قدر کوچک باشد تا دور ریز ریختگی به حداقل ممکن برسد.

– در صورت عدم دقت کافی در طراحی سیستم راهگاهی معایبی به وجود می‌آید که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

الف) ورود ماسه و ناخالصی به محفظه قالب

ب) جذب گاز و ایجاد انواع مک‌ها (حفره‌های گازی و انقباضی) در قطعات ریختگی

ج) پر نشدن کامل قالب به علت نرسیدن مذاب.

با توجه به مشخصات فوق، اندازه، تعداد و محل راهبارها و همچنین اندازه، شکل و نوع راهگاه و راهبار و مشخصات سایر

اجزاء سیستم راهگاهی با توجه به پارامترهای زیر طراحی و ایجاد می‌گردد :

الف – شکل قطعه ریختگی

ب – مواد قالب

ج – جنس مذاب

د – درجه حرارت مذاب

هـ – سیالیت

در شکل ۶-۹ نمونه‌هایی از انواع سیستم راهگاهی آورده

شده است.



شکل ۶-۹

### ۶-۳- ابزار لازم

درجه، مدل، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری

۶-۳-۱- جعبه ابزار قالب‌گیری: کلیه ابزار

قالب‌گیری از قبیل کوبه، کارد تسمه، ابزارهای قاشقی و پاشنه، میله مدل درآور، سیخ هواکش، بُرس، قلم آب، لوله راهگاه، کیسه پودر جدایش و... در این جعبه قرار داده می‌شود تا در هنگام قالب‌گیری بتوان از آن استفاده کرد (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶-۱۰



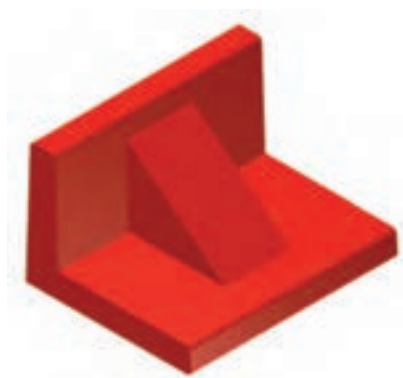


شکل ۶-۱۱

۶-۳-۲- لوله راهگاه: لوله راهگاه معمولاً به شکل مخروط ناقص بوده و از جنس فلز، چوب و... ساخته می‌شود به طوری که ابعاد آن (قطر و ارتفاع آن) متناسب با مدل و درجه می‌باشد (شکل ۶-۱۱).

## ۶-۴- نکات ایمنی و بهداشتی

در هنگام آماده سازی مخلوط ماسه و قالب‌گیری رعایت نکات ایمنی الزامی است.



شکل ۶-۱۲

## ۶-۵- مراحل انجام کار

- مدلی ساده مطابق شکل ۶-۱۲ انتخاب کنید.



شکل ۶-۱۳

- مدل را با توجه به شیب آن روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید و درجه زیرین را قالب‌گیری کنید.

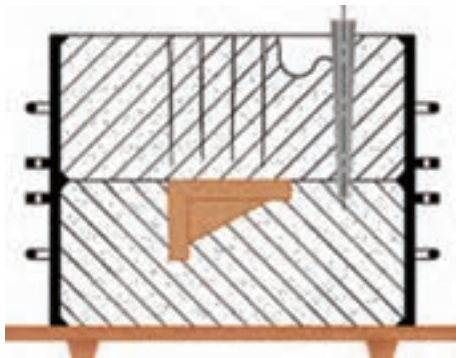
- با استفاده از سیخ هوا منافذ خروج گاز را ایجاد کنید (شکل ۶-۱۳).



شکل ۶-۱۴

قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه  $180^\circ$  درجه برگردانید.

- سطح قالب زیرین را با پودر جدایش بپوشانید (شکل ۶-۱۴).



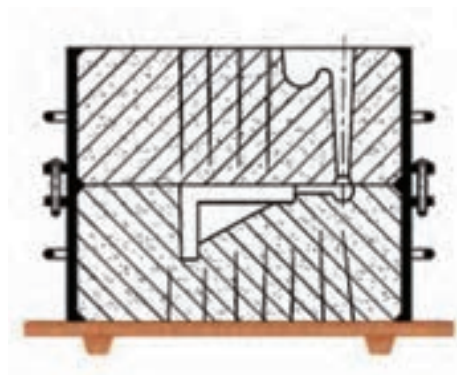
شکل ۱۵-۶



شکل ۱۶-۶



شکل ۱۷-۶



شکل ۱۸-۶

– درجه رویی را با توجه به محل قرار گرفتن پین‌ها، روی قالب زیرین قرار دهید.

– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.

– با استفاده از مخلوط ماسه و ابزار قالب‌گیری، درجه رویی را قالب‌گیری کنید.

– با استفاده از سیخ هوا، کانال (منافذ) خروج هوا را در اطراف مدل ایجاد کنید.

– با استفاده از ابزار در کنار لوله راهگاه حوضچه باررین را مطابق شکل ۱۵-۶ ایجاد کنید.

– لوله راهگاه را خارج کنید.

– قالب رویی را با احتیاط از روی قالب زیرین بلند کرده و در محل مناسب قرار دهید.

– روی قالب زیرین با استفاده از ابزار مناسب، حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره را ایجاد کنید (شکل ۱۶-۶).

– با استفاده از قلم آب اطراف مدل را مرطوب کنید.

– میله مدل درآور را در محل خود روی مدل قرار دهید و

سپس مدل را با استفاده از مدل لق کن، لق کنید.

– با استفاده از مدل درآور، مدل را از قالب خارج کنید

(شکل ۱۷-۶).

– سطح قالب زیرین را با استفاده از فوتک تمیز کنید.

– قالب رویی را با توجه به محل پین‌ها روی قالب زیرین

قرار دهید (شکل ۱۸-۶).



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- سیستم راهگاهی را تعریف کنید.
- ۲- اجزای سیستم راهگاهی را نام برده، نقش هر کدام را توضیح دهید.
- ۳- در صورت طراحی نامناسب سیستم راهگاهی چه معایبی به وجود می‌آید؟
- ۴- چه پارامترهایی در طراحی سیستم راهگاهی باید مورد توجه قرار گیرد؟ نام ببرید.
- ۵- وظایف سیستم راهگاهی را بنویسید.
- ۶- مزایای حوضچه گلایی نسبت به حوضچه قیفی را بنویسید.
- ۷- راهگاه بارریز، راهبار، راهباره را توضیح دهید.
- ۸- نقش اساسی حوضچه بالای راهگاه ..... می‌باشد.
- ۹- وظیفه لوله راهگاه ..... می‌باشد.
- ۱۰- شکل مقطع لوله بارریز کدام است؟  
الف) استوانه      ب) بیضی      ج) دایره      د) ذوزنقه
- ۱۱- محل کانال ممتد ..... می‌باشد.
- الف) انتهای راهگاه      ب) انتهای راهبار      ج) انتهای راهباره      د) بین حوضچه و راهبار

## تمرین عملی

- مدل یک تکه مشابه را با استفاده از سیستم راهگاهی قالب‌گیری نمائید.
- دستورالعملهای ایمنی و بهداشتی کارگاه را رعایت کنید.



## جلسه ۷

### قالب‌گیری مدل با سطح جدایش غیریکنواخت با سیستم راهگاهی

- هدف های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :
- ۱- سطح جدایش غیریکنواخت را توضیح دهد.
  - ۲- مدل با سطح جدایش غیریکنواخت را به طور صحیح قالب‌گیری کند.
  - ۳- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

مدل‌های یک تکه معمولاً به دو صورت می‌باشند. مدل‌های یک تکه با سطح جدایش یکنواخت و مدل‌های یک تکه با سطح جدایش غیریکنواخت.

بیشتر مدل‌های یک تکه دارای خط جدایش یکنواخت هستند. بنابراین خط جدایش در مدل عبارت است از مجموعه نقاطی که تغییر شیب در مدل و بالطبع تغییر جهت خروج مدل از قالب را ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر مدل دارای شیب یک طرفه است. زیرا در یک لنگه درجه قرار می‌گیرد و شیب آن به گونه‌ای است که بتوان آن را به راحتی از قالب خارج نمود. اما در بعضی مدل‌های یک تکه به دلیل شکل پیچیده آنها، خط جدایش یکنواخت ندارند. به طوری که آنها را نمی‌توان روی سطح صاف مانند صفحه زیر درجه یا سطح میز قالب‌گیری قرار داد. به همین دلیل برای قالب‌گیری این مدل‌ها باید از قطعه کمکی استفاده کرد. قطعه کمکی ممکن است از جنس چوب، فلز و یا ماسه باشد. پس از قالب‌گیری مدل با سطح جدایش غیریکنواخت باید با استفاده از ابزار قالب‌گیری سطح جدایش را ایجاد نمود که به آن اصطلاحاً عملیات ساده کردن می‌گویند. معمولاً قالب‌گیری مدل‌های یک تکه با خط جدایش غیریکنواخت به صورت دستی انجام می‌شود و به مهارت و تجربه قالب‌گیری بستگی دارد. به دلیل پایین بودن دقت و سرعت عمل و در نتیجه بالا رفتن هزینه، از این مدل اغلب برای تولید تعداد محدودی از قطعات استفاده می‌شود (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱



## ۷-۱- ابزار لازم

مدل، قطعه کمکی، درجه، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری.



شکل ۷-۲

### ۷-۱-۱- قطعه کمکی: قطعه‌ای است چوبی که

متناسب با مدل توسط مدل ساز ساخته می‌شود که به آن قطعه زیر سری می‌گویند.

این قطعه در هنگام قالب‌گیری قطعات با خط جدایش غیریکنواخت برای قرار دادن مدل روی صفحه زیر درجه استفاده می‌شود، البته به جای قطعه زیر سری می‌توان از ماسه نیز استفاده کرد (شکل ۷-۲).

## ۷-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

رعایت نکات ایمنی هنگام قالب‌گیری الزامی است.

## ۷-۳- مراحل انجام کار

– مدلی مناسب با خط جدایش غیریکنواخت را انتخاب کنید (شکل ۷-۳).

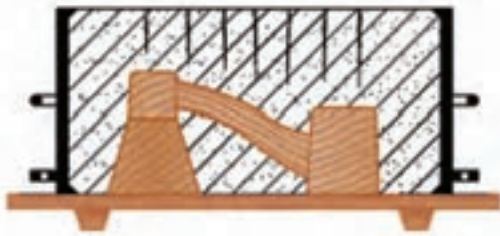


شکل ۷-۳



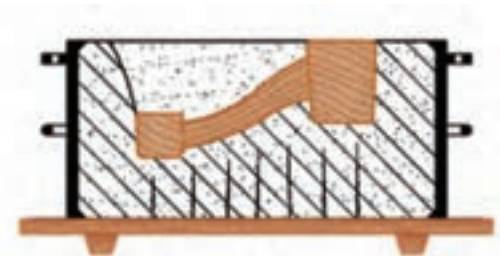
شکل ۷-۴

– با استفاده از قطعه کمکی (زیرسری) مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید. اگر قطعه کمکی نبود با استفاده از ماسه قالب‌گیری مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید (شکل ۷-۴).



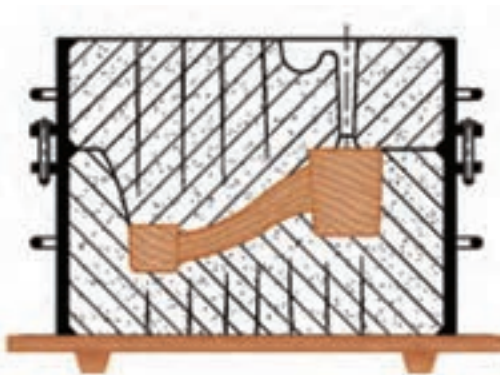
شکل ۷-۵

- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه به همراه مدل قرار دهید.
- درجه را با استفاده از مخلوط ماسه، قالب گیری کنید.
- با استفاده از سیخ هوا، کانال خروج هوا در قالب زیرین ایجاد کنید (شکل ۷-۵).



شکل ۷-۶

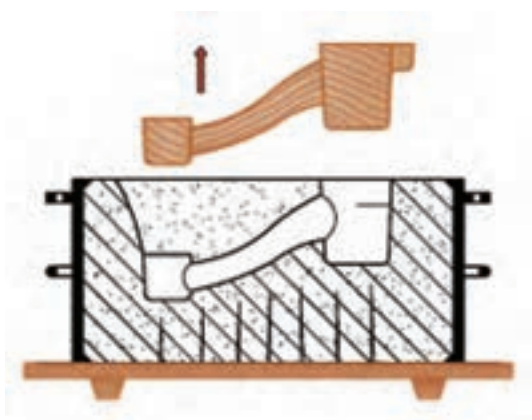
- قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه برگردانید.
- قطعه زیرسری را در صورت وجود خارج کنید.
- ماسه های اضافی را با استفاده از ابزار لازم جهت ایجاد سطح جدایش، تراشیده و ساده کنید (شکل ۷-۶).



شکل ۷-۷

- سطح قالب زیرین را پودر جدایش بپاشید.
- درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- با استفاده از مخلوط ماسه، درجه رویی را قالب گیری کنید.
- با استفاده از کارد تسمه سطح قالب رویی را صاف کنید و سیخ هوا بزنید.
- با استفاده از ابزار مناسب در کنار لوله راهگاه، حوضچه بارریز ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را خارج کنید (شکل ۷-۷).





شکل ۷-۸

قالب رویی را بلند کرده و  $18^\circ$  درجه بچرخانید و روی  
سطح صاف قرار دهید.  
- مدل را لق کنید.  
- مدل را با استفاده از مدل درآور از قالب زیرین خارج  
کنید (شکل ۷-۸).



شکل ۷-۹

قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
- برای جفت کردن دو نیمه قالب رویی و زیرین از پین‌های  
بلند به عنوان راهنما استفاده کنید (شکل ۷-۹).





## ؟؟؟ پرسش

- ۱- تفاوت سطح جدایش یکنواخت با سطح جدایش غیریکنواخت را توضیح دهید.
  - ۲- برای قالب‌گیری مدل‌های با سطح جدایش غیریکنواخت از چه روش‌هایی استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.
  - ۳- منظور از ساده کردن سطح قالب چیست؟
  - ۴- جنس قطعه کمکی چیست؟
- الف) چوب      ب) فلز      ج) ماسه      د) هر سه مورد

**تمرین عملی** - مدل با سطح جدایش غیریکنواخت موجود در کارگاه را قالب‌گیری نمائید.  
- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه پیروی کنید.



## قالب‌گیری مدل‌های دو تکه متقارن

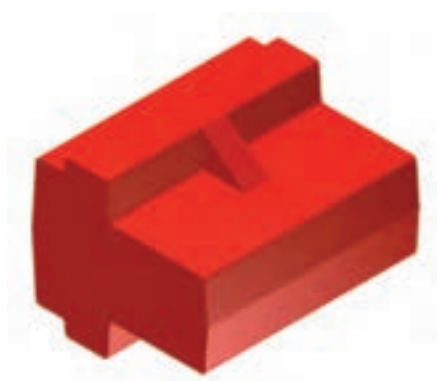
هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- مدل‌های دو تکه متقارن را توضیح دهد.
- ۲- خط جدایش در مدل‌های دو تکه متقارن را شرح دهد.
- ۳- مدل‌های دو تکه متقارن را به طور صحیح قالب‌گیری نماید.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

اگر شکل قطعه ساده باشد معمولاً مدل آن را یک تکه می‌سازند که در یک لنگه درجه بتوان آن را قالب‌گیری نمود. اما در صورتی که طرح و شکل قطعه به گونه‌ای بوده که قالب‌گیری آن در یک لنگه درجه مشکل و یا غیرممکن باشد و تعداد زیادی از قطعه مورد نیاز باشد، مدل را دو یا چند تکه می‌سازند. در این نوع مدل‌ها خط جدایش یا محل تغییر شیب در امتداد سطح جدایش دو لنگه درجه می‌باشد. به طوری که یک تکه از مدل در درجه بالایی و تکه دیگر در درجه پایینی قرار می‌گیرد. مدل‌های دو تکه توسط پین‌های چوبی یا فلزی به هم متصل می‌شوند.

در این صورت قالب‌گیری این مدل ممکن شده و عمل قالب‌گیری آسان‌تر انجام می‌گیرد. در شکل ۸-۱ الف دو نیمه مدل به صورت جفت شده کنار هم و در شکل ۸-۱ ب دو نیمه مدل به صورت جدا شده از یکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۸-۱ الف



شکل ۸-۱ ب



## ۱-۸- ابزار لازم

مدل دو تکه متقارن، درجه متناسب با مدل، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالب گیری

## ۲-۸- نکات ایمنی و بهداشتی

رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب گیری الزامی است.

## ۳-۸- مراحل انجام کار

– مدل دو تکه متقارن مطابق شکل ۲-۸ را انتخاب کنید.



شکل ۲-۸

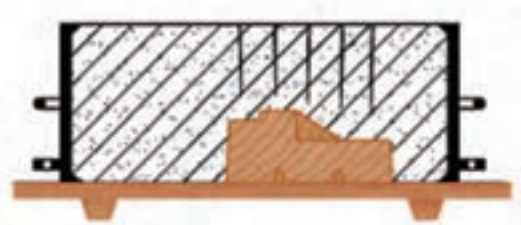
– نیمه زیرین مدل را با توجه به شیب آن روی سطح صفحه زیر درجه قرار دهید به طوری که سطح بزرگتر آن روی صفحه زیر درجه قرار گیرد.

– درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه به همراه مدل قرار دهید.

– روی مدل را با مخلوط ماسه الک شده بپوشانید به طوری که ضخامت ماسه روی مدل حداقل به ۲ سانتی متر برسد.

– درجه را با استفاده از مخلوط ماسه قالب گیری کنید.

– با سیخ هوا کانال خروج هوا ایجاد کنید (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸

– قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه به اندازه  $180^\circ$  درجه برگردانید.

– با استفاده از پودر جدایش سطح قالب زیرین را بپوشانید

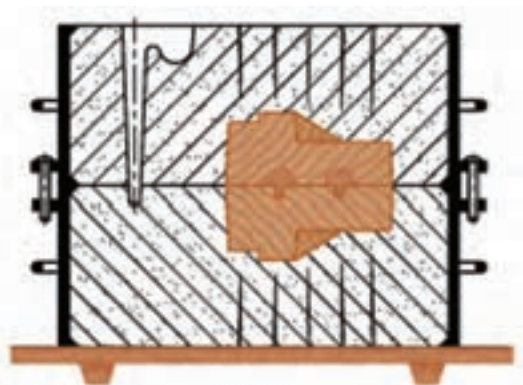
(شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸



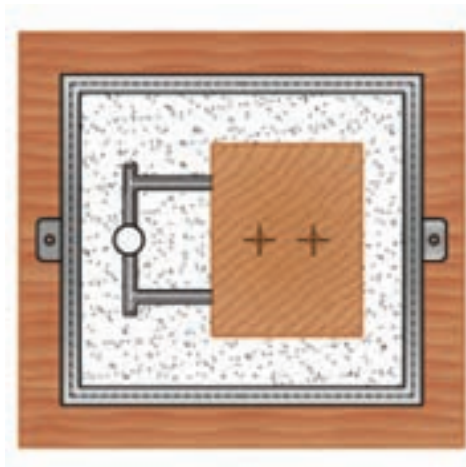
شکل ۵-۸



شکل ۶-۸



شکل ۷-۸



شکل ۹-۸

- با توجه به محل پین‌ها، نیمه رویی مدل را روی نیمه زیرین قرار دهید.
- درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- با استفاده از مخلوط ماسه، درجه رویی را قالب‌گیری کنید (شکل ۵-۸).

- قالب رویی را سیخ هوا بزنید.
- در اطراف لوله راهگاه با استفاده از ابزار مناسب، حوضچه بارریز ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را با دقت خارج کنید (شکل ۶-۸).

- نیمه رویی قالب را بلند کرده و  $180^\circ$  درجه برگردانید و روی صفحه زیر درجه قرار دهید (شکل ۷-۸).

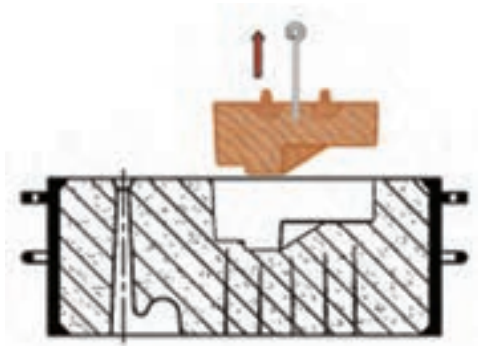
- با استفاده از ابزار مناسب، روی قالب زیرین حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره ایجاد کنید (شکل‌های ۸-۸ و ۸-۹).



شکل ۸-۸

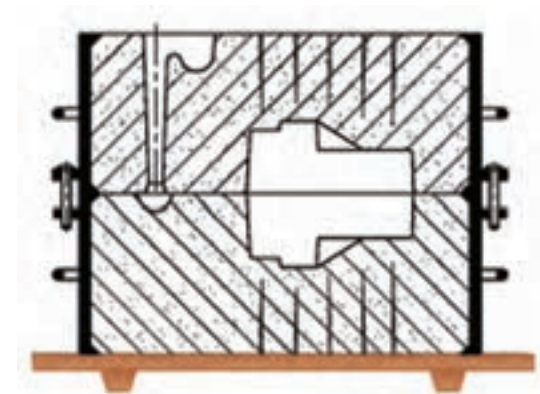


- با استفاده از قلم آب اطراف دو نیمه مدل را روی دو نیمه قالب مرطوب کنید.
- با استفاده از مدل درآور دو نیمه مدل را از دو نیمه قالب به دقت خارج کنید (شکل ۸-۱۰).



شکل ۸-۱۰

- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید (شکل ۸-۱۱).



شکل ۸-۱۱



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- تفاوت مدل‌های یک تکه با دو تکه را توضیح دهید.
- ۲- روش اتصال دو نیمه مدل به یکدیگر را در هنگام قالب‌گیری توضیح دهید.
- ۳- در مدل‌های دو تکه محل تغییر شیب را ..... گویند.
- ۴- تفاوت شیب در مدل‌های یک تکه و دو تکه را بنویسید.

## تمرین عملی

- مدل دو تکه مشابه موجود در کارگاه را قالب‌گیری نمائید.
- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه پیروی کنید.

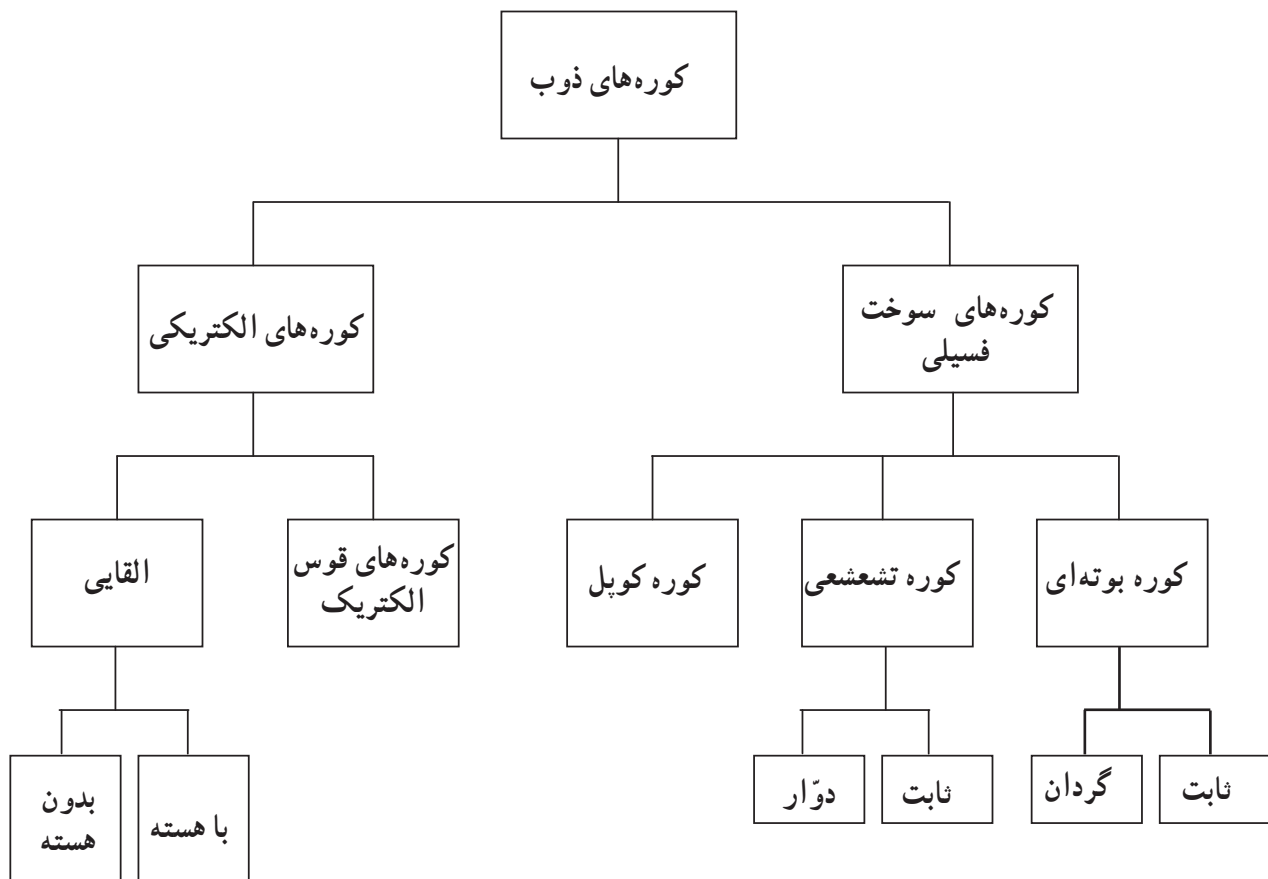


## جلسه ۹

### آشنایی با کوره‌های ریخته‌گری

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- کوره‌های ریخته‌گری را شرح دهد.
- ۲- طرز کار کوره بوتنه‌ای را توضیح دهد.
- ۳- کوره بوتنه‌ای را به‌طور صحیح روشن و خاموش کند.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.





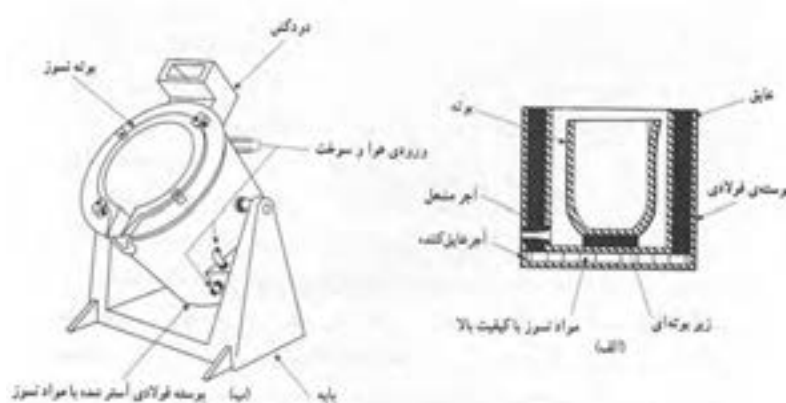


## مقدمه

### ۹-۱- کوره‌های ریخته‌گری و مشخصات آنها

ذوب کردن فلزات، اولین مرحله فرآیند ریخته‌گری می‌باشد که توسط کوره ذوب انجام می‌گیرد. کوره ذوب وسیله‌ای است که با ایجاد حرارت لازم، مقدار معینی از مواد فلزی را ذوب می‌کند.

۹-۱-۱- کوره‌های بوت‌ه ای: این کوره‌ها، ساده‌ترین و قدیمی‌ترین نوع از کوره‌های ذوب فلزات هستند. کوره‌های بوت‌ه‌ای معمولاً به دو صورت ثابت و گردان مورد استفاده قرار می‌گیرند که در شکل ۹-۱ به صورت شماتیک نشان داده شده‌اند.



شکل ۹-۱- انواع کوره بوت‌ه ای. الف) بوت‌ه متحرک ب) بوت‌ه ثابت (خم شو)

سوخت مناسب برای کوره‌های بوت‌ه‌ای، سوخت‌های فسیلی (مایع و گاز) می‌باشد. در میان سوخت‌های مایع، گازوئیل و مازوت و در سوخت‌های گازی، گاز شهری به طور وسیع‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرچند مازوت یا نفت کوره از گازوئیل ارزان‌تر است و از ارزش حرارتی بیشتری نیز نسبت به آن برخوردار است ولی به دلیل گران‌روی بالا، به هنگام استفاده باید پیش گرم گردد، از طرف دیگر مازوت باعث ایجاد آلودگی زیست محیطی می‌شود. لذا کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مهم‌ترین مزیت‌ها و محدودیت‌های کوره‌های بوت‌ه‌ای از این قرارند:

#### مزیت‌ها

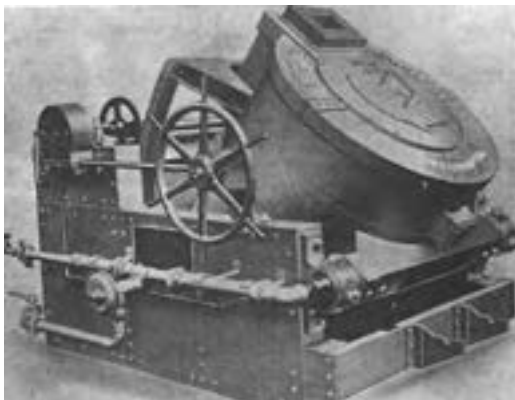
- ۱- قابلیت ذوب فلزات و آلیاژهای مختلف (به دلیل قابل تعویض بودن بوت‌ه)
- ۲- سوخت مصرفی ارزان
- ۳- عدم تماس مستقیم مذاب با سوخت یا محصولات احتراق
- ۴- مناسب بودن برای واحدهای کوچک و برای تولید با مقادیر پایین
- ۵- سهولت تعمیر و نگهداری
- ۶- هزینه پایین سرمایه‌گذاری (هزینه ثابت)

۱- گران روی یا ویسکوزیته مقدار مقاومتی است که یک سیال نسبت به جاری شدن از خود نشان می‌دهد.



## محدودیت‌ها

- ۱- پایین بودن ظرفیت ذوب
- ۲- پایین بودن راندمان حرارتی : به دلیل انتقال حرارت از طریق تشعشع و هدایت به مذاب، راندمان حرارتی پایین است و با توجه به نوع سوخت، بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد.
- ۳- کوتاه بودن عمر بوته‌ها به دلیل تغییرات شدید درجه حرارت (شوک حرارتی) و خوردگی بوته توسط مذاب.
- ۴- محدودیت ذوب کردن فلزات و آلیاژهای با دمای ذوب بالا
- ۵- هزینه‌های تولید نسبتاً بالا (هزینه جاری)

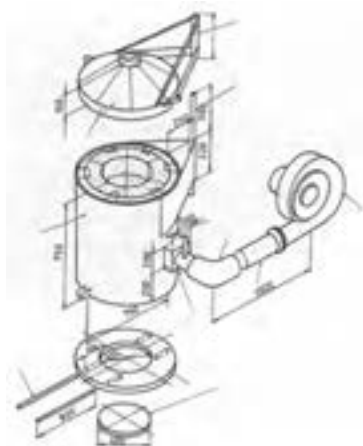


شکل ۹-۲

### ۲-۱-۹- کوره‌ای بوته‌ای (زمینی) : کوره بوته‌ای

در دو نوع متحرک و ثابت ساخته می‌شود.

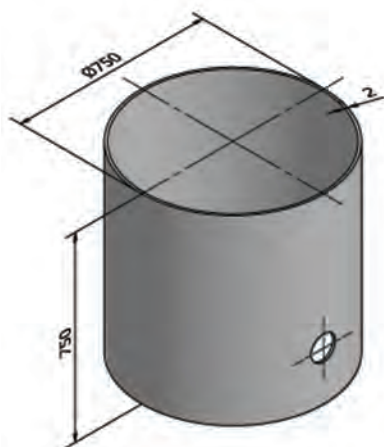
**الف) کوره بوته‌ای متحرک :** در این کوره‌ها، بوته ثابت است و برای تخلیه مذاب مجموعه کوره قابل خم شدن می‌باشد و به عبارت دیگر می‌توان با چرخاندن کوره، مذاب داخل بوته را در ظرف دیگری (بوته یا پاتیل) تخلیه کرد (شکل ۹-۲).



شکل ۹-۳

### ب) کوره بوته‌ای ثابت : در این نوع کوره، پس از ذوب

شدن فلز، می‌توان بوته را از کوره خارج کرد (شکل ۹-۳) و پس از انتقال آن به قسمت قالب‌گیری، عمل بارریزی را به وسیله بوته انجام داد.



شکل ۹-۴

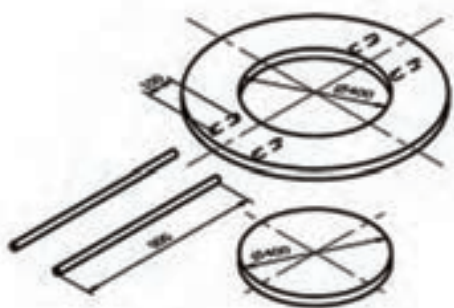
### - اجزای تشکیل دهنده کوره‌های بوته‌ای عبارتند از :

**بدنه فلزی :** استوانه‌ای است که از یک ورق فولادی به ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی متر ساخته شده است. ارتفاع و قطر این استوانه، برای یک کوره متوسط ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر می‌باشد. در قسمت پایین این استوانه و به فاصله ۲۰۰ میلی متری از لبه پایینی آن، سوراخی به قطر تقریبی ۱۰۰ میلی متر وجود دارد که از آن مشعل یا فارسونگا عبور می‌کند (شکل ۹-۴).



— صفحه فلزی کف کوره : ورقی است فولادی، هم

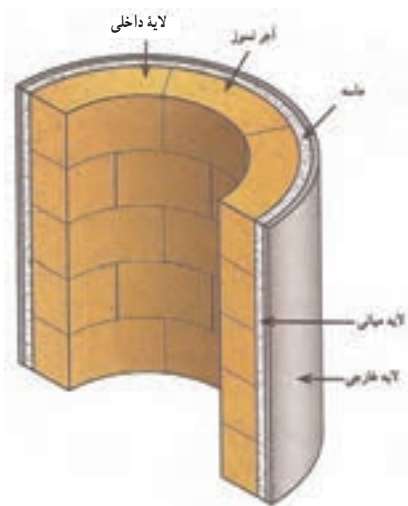
قطر یا کمی بزرگتر از قطر بدنه فلزی و ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر که به بدنه فلزی جوش داده می‌شود. در وسط این صفحه، سوراخی وجود دارد که قطر آن مساوی قطر داخلی کوره است و در زیر این صفحه، چهار تکه لوله مطابق شکل ۹-۵ نیز جوش داده شده است.



شکل ۹-۵

— دریچه زیر کوره : صفحه‌ای است فولادی به

ضخامت ۱۰ میلی‌متر و به شکل دایره که قطر آن مساوی قطر سوراخ وسط صفحه فلزی کف کوره است و به وسیله لولا به آن متصل شده است. پس از چرخیدن حول محور لولا، کاملاً در وسط صفحه زیر کوره‌ای قرار می‌گیرد و با عبور دادن چند میله از داخل لوله‌های زیر صفحه فلزی کف کوره، این دریچه در محل خود مستقر می‌گردد و با خارج کردن این میله، دریچه باز می‌شود (شکل ۹-۵).



شکل ۹-۶

— دیواره نسوز : برای دیرگداز بودن و جلوگیری

از انتقال حرارت (تلفات حرارتی)، در داخل بدنه فلزی کوره، دیواره‌ای از مواد نسوز ساخته می‌شود. این دیواره از دو لایه تشکیل شده است : لایه آجری و لایه ماسه‌ای. لایه ماسه‌ای بین بدنه فلزی و لایه آجری قرار دارد (شکل ۹-۶).



شکل ۹-۷

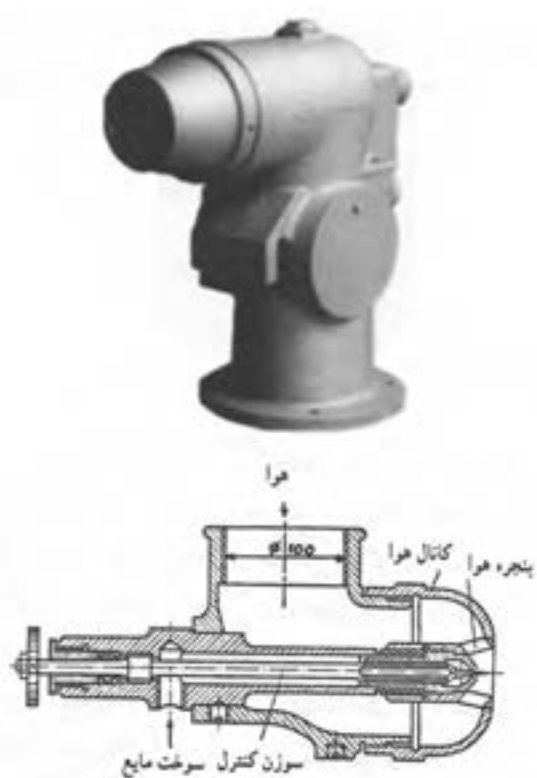
— درب کوره : از یک حلقه فولادی که آجرهای نسوز

فرم دار در داخل آن چیده شده‌اند، تشکیل شده است. قطر این حلقه، تقریباً به اندازه قطر خارجی کوره است و برای جلوگیری از اتلاف حرارت، روی دهانه کوره قرار می‌گیرد. به دلیل وزن زیاد آن، سیستم‌های گوناگونی برای قرار دادن آن بر روی دهانه کوره و یا برداشتن آن از روی کوره پیش‌بینی می‌شود. شکل ۹-۷ نوع چرخشی را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۸: دستگاه دمنده (ونتیلاتور)

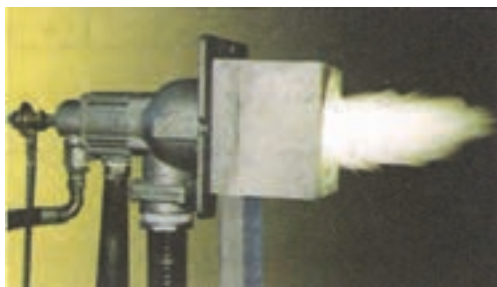
— دستگاه دمنده هوا (ونتیلاتور): برای ایجاد حرارت در این کوره‌ها، باید سوخت و هوا با نسبت معینی مخلوط شود و بسوزد. هوای مورد نیاز به وسیله ونتیلاتور تأمین می‌شود (شکل ۹-۸).



شکل ۹-۹

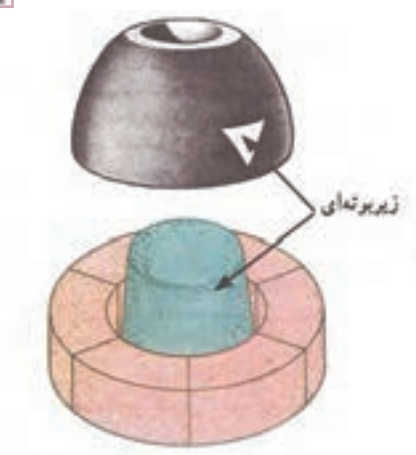
سوخت‌های مصرفی این کوره‌ها شامل سوخت‌های مایع نظیر مازوت، نفت سیاه، گازوئیل، نفت سفید و حتی روغن سوخته موتورهای احتراقی و سوخت‌های گاز طبیعی و مصنوعی می‌باشد. در قدیم از سوخت‌های جامد نیز در این کوره‌ها استفاده می‌شد. فشار هوای ایجاد شده به وسیله دستگاه دمنده، موجب می‌شود که سوخت به صورت پودر درآید. هرچه ذرات سوخت بیشتر پودر شوند، احتراق کامل‌تر انجام می‌شود به همین دلیل، سوخت‌های گازی که تا مرحله مولکولی خرد شده اند، نسبت به سایر سوخت‌ها برتری دارند.

— فارسونگا (مشعل): از یک لوله فولادی به قطر تقریبی ۸۰-۱۰۰ میلی متر با یک سر مخروطی تشکیل شده است. انتهای لوله سوخت در داخل آن قرار گرفته و یک سر آن به ونتیلاتور متصل است و سر دیگر آن (سر مخروطی شکل) درون کوره است. عمل مخلوط شدن سوخت با هوا و پودر شدن سوخت، در داخل آن انجام می‌گیرد و به وسیله مشعل، مخلوط سوخت و هوا، به درون کوره پاشیده می‌شود و به همین دلیل به آن «سوخت پاش» نیز می‌گویند (شکل ۹-۹).



شکل ۹-۱۰

— امروزه در بیشتر کارگاه‌ها از مشعل دوگانه سوز استفاده می‌شود (شکل ۹-۱۰).

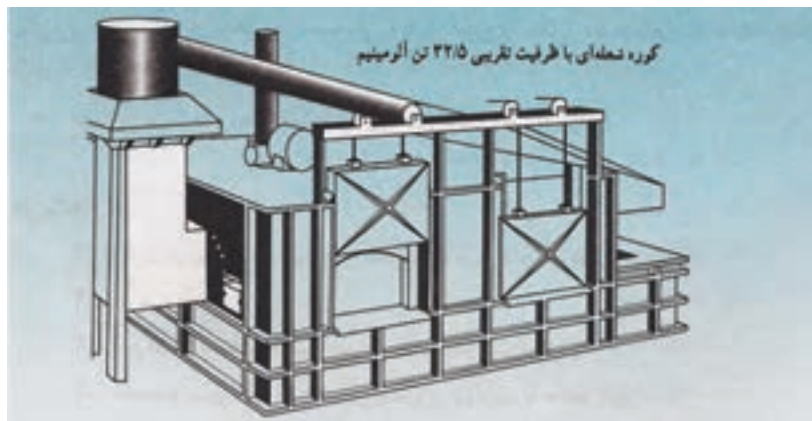


شکل ۹-۱۱

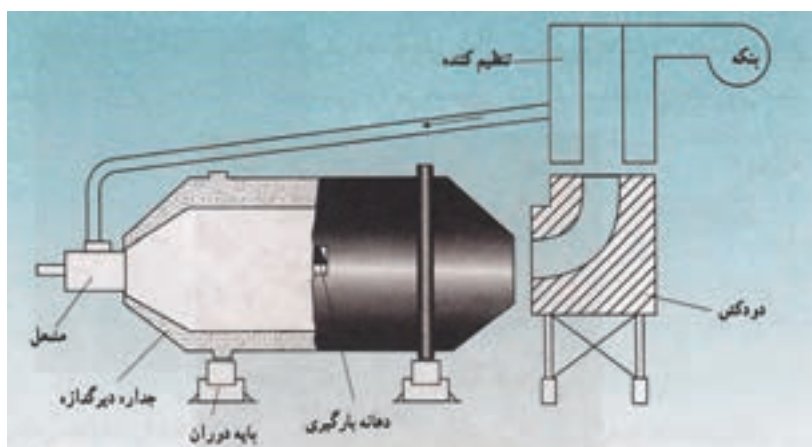
— زیربوتنه‌ای: زیربوتنه‌ای در مرکز کف کوره قرار می‌گیرد و ارتفاع آن باید با لبه فارسونگا مساوی باشد. جنس زیربوتنه‌ای گرافیتی است و به شکل‌های مختلف ساخته می‌شود. زیربوتنه‌ای محل قرار گرفتن بوتنه داخل کوره می‌باشد (شکل ۹-۱۱).

۳-۱-۹- کوره‌های تشعشعی: در این نوع کوره‌ها، شعله به صورت جریانی از روی سطح شارژ حرکت می‌کند و در اثر تشعشع شعله، شارژ ذوب می‌گردد. کوره‌های تشعشعی (انعکاسی) معمولاً در دو نوع ثابت و دوار (کوره در حین عملیات ذوب، دوران و چرخش دارد) مورد استفاده قرار می‌گیرند. کوره تشعشعی ثابت برای ذوب فلزات و آلیاژهای غیرآهنی به کار می‌رود. در شکل ۹-۱۲ نمونه‌ای از کوره تشعشعی ثابت نشان داده شده است.

کوره‌های تشعشعی نوع دوار به طور گسترده‌ای برای ذوب چدن با ظرفیت‌های ۳۰۰ کیلوگرم به بالا به کار می‌رود (شکل ۹-۱۳).



شکل ۹-۱۲



شکل ۹-۱۳





مهم‌ترین مزیت‌های کوره‌های تشعشعی عبارتند از :

- (الف) امکان تهیه مذاب با مقادیر زیاد (بالا بودن ظرفیت مذاب به ویژه در مقایسه با نوع بوته‌ای)
  - (ب) برخورداری از راندمان حرارتی بیشتر (مقدار راندمان این کوره‌ها در مقایسه با نوع بوته‌ای بیشتر است)
  - (ج) توزیع یکنواخت درجه حرارت و ترکیب شیمیایی به دلیل به هم خوردن مذاب (در نوع دوار)
- محدودیت عمده این کوره‌ها دشوار بودن کنترل واکنش‌های شیمیایی میان مذاب و محصولات احتراق می‌باشد. زیرا به دلیل تماس مستقیم که شعله با سطح مذاب دارد، مقداری از عناصر اصلی موجود در مذاب (کربن و سیلیسیم در چدن‌ها) می‌سوزند.

#### ۹-۱-۴- کوره کوپل<sup>۱</sup> : در این کوره، ذوب به صورت

مداوم تهیه می‌گردد که مواد اولیه از قسمت بالا به داخل کوره شارژ شده و پس از ذوب شدن از قسمت پایین خارج می‌گردد. کوره کوپل به طور وسیعی برای ذوب چدن‌ها در فرایند ریخته‌گری به کار می‌رود. شارژ این کوره‌ها شامل برگشتی انواع چدن‌ها، به همراه قراضه آهن و شمش چدن به دست آمده از کوره بلند می‌باشد. سوخت این کوره‌ها، به طور عمده کک و در برخی از موارد سوخت‌های گازی می‌باشد. در شکل ۹-۱۴ یک کوره کوپل نشان داده شده است.

قابل ذکر است که هرچند در این کوره‌ها، به دلیل تماس مستقیم مواد شارژ و سوخت، راندمان حرارتی در مقایسه با سایر کوره‌های با سوخت فسیلی بالا می‌باشد ولی کنترل ترکیب شیمیایی دشوارتر است.

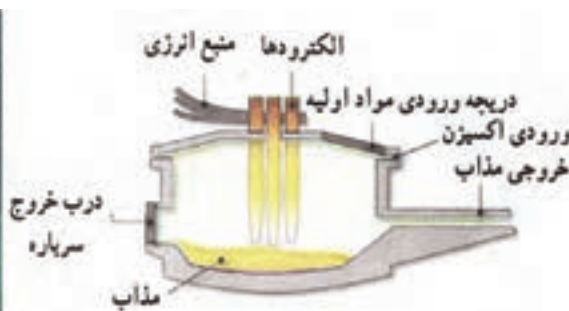


شکل ۹-۱۴

#### ۹-۱-۵- کوره‌های الکتریکی : در این کوره‌ها حرارت لازم برای ذوب فلز توسط انرژی الکتریکی تأمین می‌گردد. یکی

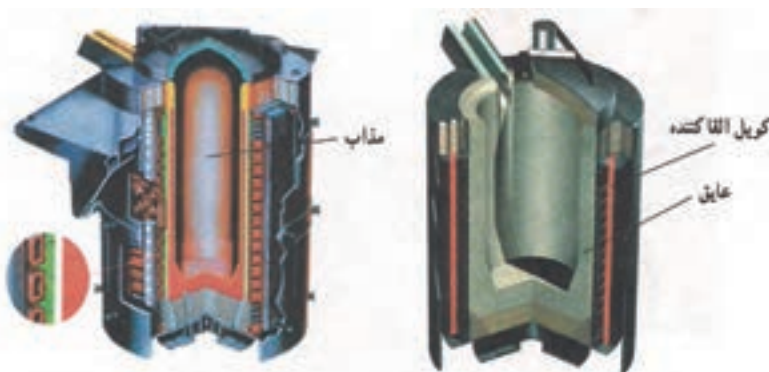
از انواع این کوره‌ها، کوره‌های قوس الکتریکی (شکل ۹-۱۵) می‌باشد که حرارت حاصل از قوس الکتریک از طریق تشعشع به شارژ کوره انتقال یافته و شرایط ذوب را فراهم می‌کند.

دلایل استفاده اصلی از این کوره‌ها در ذوب فولادها امکان تصفیه مذاب از ناخالصی‌های مضر، با ایجاد سرباره مناسب می‌باشد. زیرا در این کوره‌ها نسبت سطح مذاب به حجم آن بیشتر می‌باشد و در نتیجه عمل تصفیه به طور بسیار وسیعی صورت می‌گیرد. ظرفیت کوره‌های قوسی بین ۱ تا ۱۰۰ تن متغیر است. مزیت‌های مهم این کوره‌ها عبارتند از :

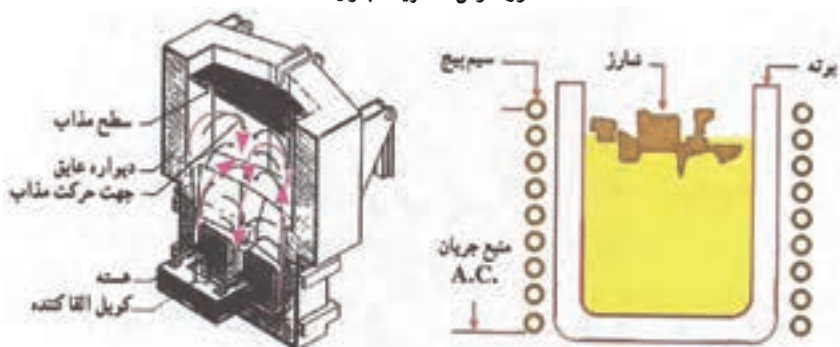


شکل ۹-۱۵

الف) امکان استفاده از قراضه‌های معمولی به عنوان شارژ  
 ب) حجم ذوب نسبتاً بالا  
 ج) امکان تصفیه مذاب  
 محدودیت‌های اصلی در استفاده از این کوره‌ها عبارتند از :  
 الف) بالا بودن هزینه سرمایه‌گذاری ثابت و هزینه‌های جاری  
 ب) محدودیت استفاده از این کوره‌ها در ظرفیت‌های کم ذوب  
 از انواع دیگر کوره‌های الکتریکی، کوره‌های القایی هستند. در این کوره‌ها، حرارت لازم برای ذوب فلز، به وسیله ایجاد جریان القایی حاصل از میدان الکترومغناطیسی تأمین می‌گردد. این کوره‌ها معمولاً به دو صورت هسته‌دار (کانالی) و بدون هسته مورد استفاده قرار می‌گیرند که به طور شماتیک در شکل ۹-۱۶ نشان داده شده است.



الف) کوره قوس الکتریک بدون هسته



ب) کوره قوس الکتریک هسته‌دار

شکل ۹-۱۶





## مزیت های مهم کوره های القایی

- ۱- توزیع یکنواخت درجه حرارت و ترکیب شیمیایی در کل مذاب، به دلیل به هم خوردن مذاب
- ۲- سهولت افزودن عناصر آلیاژی
- ۳- عدم آلودگی و سرو صدای حاصل از کار کوره در مراحل ذوب
- ۴- قابلیت ساخت کوره هایی با ظرفیت پایین

## محدودیت های مهم کوره القایی

محدودیت عمده در استفاده از کوره های القایی عبارت است از عدم امکان تصفیه مذاب از ناخالصی ها، که در این صورت باید از شارژ تمیز استفاده گردد. توضیح اینکه به دلیل وجود تلاطم و نیز سرد بودن مذاب در سطح فوقانی، ایجاد شرایط مناسب در سرباره به منظور تصفیه مذاب (خروج ناخالصی های مضر) امکان پذیر نیست. این نوع کوره ها را بیشتر می توان برای مذاب بعضی از فولادهای آلیاژی که نیاز به مرحله تصفیه ندارند به کار برد.

## ۹-۲- ابزار و تجهیزات

– کوره بوته ای

## ۹-۳- نکات ایمنی و بهداشتی

چون در بخش ذوب و ریخته گری، افراد با حرارت، آن هم با دمای بالا سر و کار دارند، بی توجهی نسبت به نکات ایمنی، خطرات جانی و ضررهای مالی فراوانی را دربردارد و گاه این خطرات جبران ناپذیر می باشند. رعایت نکات ایمنی الزامی است، در این جا به تعدادی از آن ها اشاره می شود:

– استفاده از لباس ایمنی (پیش بند، ساق بند، کفش ایمنی، دستکش، ماسک، عینک و کلاه ایمنی) ضروری است (شکل ۹-۱۷).

– عدم استقرار مواد سوختی (گازوئیل، بنزین، کپسول گاز و ...) در این بخش

– تجهیز قسمت ذوب به کپسول های آتش نشانی و سیستم اطفای حریق به گونه ای که دسترسی به آن ها آسان باشد و به طور مستمر از سالم بودن آن ها اطمینان حاصل شود (شکل ۹-۱۸).



شکل ۹-۱۸- کپسول دیواری



شکل ۹-۱۷- لباس نسوز و لوازم ایمنی



## ۹-۴- مراحل انجام کار

### ۹-۴-۱- روشن کردن کوره زمینی (بوته ای) :

- شیر سوخت را باز کنید.
- سوخت را پس از رسیدن به درون کوره مشتعل کنید.
- دستگاه ونتیلاتور را روشن کنید. دقت شود در این حالت دریچه هوای دستگاه باید کم باز باشد تا هوای کمتری وارد کوره شود.
- مقدار سوخت و هوا را با گرم شدن تدریجی کوره افزایش دهید تا شعله کوره تنظیم شود (شکل ۹-۱۹).



شکل ۹-۱۹

در مورد کوره‌های گازی عمل روشن کردن کوره با باز کردن شیر گاز و روشن کردن کلید برق انجام می‌شود.

### ۹-۴-۲- خاموش کردن کوره :

- برای خاموش کردن کوره ابتدا شیر سوخت را ببندید تا سوخت کم شود.
  - سپس دستگاه ونتیلاتور را خاموش کنید.
- در مورد کوره‌های گازی، خاموش کردن کوره با بستن شیر گاز و قطع کردن کلید برق انجام می‌شود.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- کوره ذوب را توضیح دهید.
  - ۲- انواع کوره‌ها را نام ببرید.
  - ۳- کوره بوت‌های و انواع آن را توضیح دهید.
  - ۴- مزایا و محدودیت‌های کوره‌های بوت‌های را بنویسید.
  - ۵- اجزای تشکیل دهنده کوره بوت‌های را نام ببرید و نقش هر یک را توضیح دهید.
  - ۶- کوره تشعشی را توضیح دهید.
  - ۷- مزایا و محدودیت‌های کوره تشعشی را بنویسید.
  - ۸- کوره‌های القایی را توضیح دهید.
  - ۹- انواع کوره‌های القایی را نام ببرید.
  - ۱۰- مزایا و محدودیت‌های کوره القایی را بنویسید.
  - ۱۱- کوره قوس الکتریکی را توضیح دهید.
  - ۱۲- کدام گزینه از مزایای کوره بوت‌های نیست.
- (الف) سوخت مصرفی ارزان  
(ب) سهولت تعمیر و نگهداری  
(ج) عدم تماس مستقیم مذاب با سوخت  
(د) بالا بودن راندمان حرارتی
- ۱۳- جنس بوت‌ه ریخته‌گری از ..... می‌باشد.
- ۱۴- از بوت‌ه جهت ..... و از پاتیل برای ..... مذاب استفاده می‌شود.

- (الف) ذوب و جابه‌جایی - جابه‌جایی  
(ب) جابه‌جایی - ذوب و جابه‌جایی  
(ج) ذوب - ذوب  
(د) جابه‌جایی - ذوب
- ۱۵- در کوره قوس الکتریکی حرارت حاصل از ..... از طریق ..... به شارژ کردن منتقل می‌شود.

- ۱۶- کدام گزینه از مزایای کوره القایی نیست؟
- (الف) سهولت افزودن عناصر آلیاژی  
(ب) عدم امکان تصفیه مذاب  
(ج) توزیع یکنواخت درجه حرارت و ترکیب شیمیایی  
(د) قابلیت ساخت با ظرفیت پایین
- تمرین: نحوه روشن و خاموش کردن کوره بوت‌های را هر هنرجو زیر نظر هنرآموز انجام دهد.

## تمرین عملی

- کوره بوت‌های را روشن و خاموش کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی کارگاه را رعایت کنید.



## جلسه ۱۰

### عملیات ذوب و ریخته‌گری

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ابزارهای ذوب و بارریزی را توضیح دهد.
- ۲- مراحل شارژ بوته را به‌طور صحیح انجام دهد.
- ۳- عملیات ذوب، گاز زدائی و سرباره‌گیری را به‌طور صحیح انجام دهد.
- ۴- حمل و نقل و بارریزی را به‌طور صحیح انجام دهد.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

۱-۱- عملیات ذوب در کوره‌های ریخته‌گری انجام می‌شود. برای تهیه مذاب از فلز و ریخته‌گری آن، عملیات مختلفی انجام می‌شود که هر کدام اصطلاح خاص خود را دارد که عبارتند از :



شارژ کردن، فوق ذوب، گاز زدائی، سرباره‌گیری و حمل و بارریزی مذاب  
۱-۱-۱- شارژ کردن : قرار دادن مواد ذوب شامل فلزات و آلیاژها در داخل بوته یا کوره را شارژ کردن می‌گویند (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱

۱-۱-۲- فوق ذوب : هر فلز یا آلیاژ در یک درجه حرارت معین شروع به ذوب شدن می‌کند. به عنوان مثال فلز آلومینیم در دمای ۶۵۹ درجه سلسیوس ذوب شده و از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود. اگر مذاب آلومینیم با دمای ۶۵۹ درجه سلسیوس را در قالب بریزیم سریع منجمد شده و نمی‌تواند قالب را پر کند. بنابراین پس از ذوب شدن آلومینیم باید حرارت دادن آن ادامه یابد تا به دمای بیش از ۶۵۹ درجه برسد. مثلاً ۷۵۹ درجه سلسیوس، این میزان افزایش درجه حرارت مثلاً حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس را فوق ذوب می‌گویند.



شکل ۱۰-۲

۱-۳-۱- گاز زدائی : در هنگام ذوب فلز به دلیل بالا بودن دمای مذاب مقداری از گازهای موجود در هوای محیط، گازهای ناشی از سوخت و عوامل محیطی دیگر جذب مذاب می‌شوند. چون با افزایش درجه حرارت میزان حلالیت گاز در مذاب افزایش می‌یابد. وجود این گازها سبب می‌شود که پس از ریختن مذاب به داخل قالب و انجماد آن فضاهاى خالی مانند مک در قطعه ایجاد شود و در نتیجه قطعه معیوب شود. به همین منظور این گازها باید قبل از ریختن مذاب به داخل قالب به نحوی از مذاب خارج شوند. این عمل را گاززدائی می‌گویند (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۳

۱-۴-۱- سرباره گیری : هنگام ذوب، ناخالصی‌ها و مواد ناخواسته‌ای در مذاب تشکیل می‌گردد که بایستی آنها را به طریقی از مذاب خارج نمود (شکل ۱۰-۳).



شکل ۱۰-۴

۱-۵-۱- حمل و بارریزی مذاب : معمولاً مذاب را با استفاده از بوت و پاتیل از کوره به طرف محل قالب‌ها انتقال می‌دهند. عمل ریختن مذاب به داخل قالب را بارریزی می‌گویند (شکل ۱۰-۴). برای ریختن مذاب به داخل بوت و راه‌های مختلفی وجود دارد که عبارتند از :



شکل ۱۰-۵

– ریختن مذاب به داخل قالب با استفاده از بوت، کمچه و جرثقیل (شکل ۱۰-۵).



شکل ۶-۱۰



شکل ۷-۱۰



شکل ۸-۱۰

– ریختن مذاب با استفاده از پاتیل و جرثقیل (شکل ۶-۱۰).

– مذاب را می‌توان با استفاده از ملاقه به داخل قالب ریخت (شکل ۷-۱۰).

## ۲-۱۰ ابزار و وسایل ذوب و بارریزی

۱-۲-۱۰ بوتله : ظرفی است که داخل کوره قرار داده شده و فلزات داخل آن شارژ می‌شود و عمل ذوب در آن صورت می‌گیرد. بوتله در اثر گرمای حاصل از کوره گرم می‌شود و حرارت از طریق هدایت از بوتله به مواد درون آن منتقل می‌گردد. جنس بوتله از گرافیت یا کاربید سیلیسیم است. نوع گرافیتی آن بیشتر مورد مصرف قرار می‌گیرد. از مزایای بوتله‌های گرافیتی می‌توان دیرگدازی، هدایت حرارتی خوب، سبک بودن و عدم چسبندگی مذاب به آن را نام برد. به علاوه، گرافیت در فشار هوای یک اتمسفر «فشار جو» هرگز ذوب نشده، بلکه به تدریج تصعید می‌شود (شکل ۸-۱۰). بوتله‌ها دارای ابعاد و اندازه‌های مختلفی می‌باشند. اندازه بوتله برحسب مقدار چدنی که داخل آن می‌توان ذوب نمود، سنجیده می‌شود. به عنوان مثال با بوتله نمره ۶۰ می‌توان حداکثر ۶۰ کیلوگرم چدن را ذوب نمود. بوتله‌ها متخلخل بوده و دارای پوششی لعابی شکل هستند. بنابراین قابلیت جذب رطوبت آنها زیاد است.

برای جلوگیری از جذب رطوبت، آنها را در محل گرم و خشک نگهداری می‌کنند. با وجود این، جهت اطمینان بیشتر چند ساعت قبل از استفاده، بوتله‌ها باید در نزدیکی کوره گرم قرار داده شوند تا رطوبت خود را از دست دهند.



۲-۲-۱- دماسنج : برای اندازه گیری درجه حرارت مذاب از وسیله ای به نام دماسنج استفاده می شود. اندازه گیری دما توسط دماسنج با مکانیزم های مختلفی صورت می گیرد. متداول ترین روش اندازه گیری دما، روش تماسی است (ترموکوپل). در این روش با فرو بردن دماسنج به درون مذاب می توان درجه حرارت مذاب را روی صفحه مدرج ملاحظه کرد و مقدار دمای مذاب را مشاهده نمود (شکل ۹-۱).

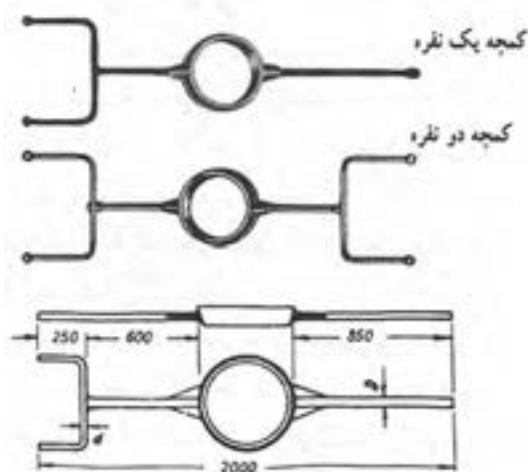


شکل ۹-۱

۳-۲-۱- انبر طوق : برای قرار دادن بوته در داخل کوره و خارج کردن آن، از انبر طوق استفاده می شود. انبر طوق از فولاد آهنگری شده (فولاد فورج شده) ساخته می شود و در اندازه های مختلف وجود دارد (شکل ۱۰-۱).



شکل ۱۰-۱



شکل ۱۱-۱

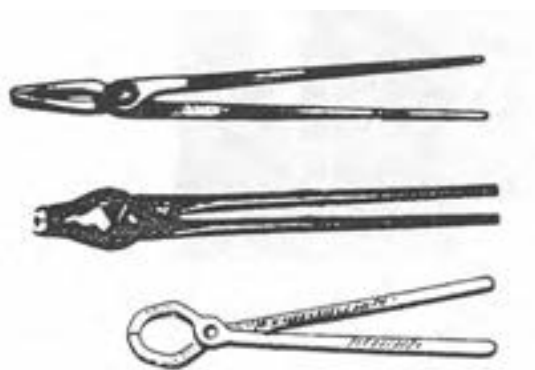
۴-۲-۱- کمچه : از این وسیله برای حمل بوته و پاتیل های کوچک استفاده می شود. همچنین برای پاتیل های بزرگ از کمچه به عنوان فرمان استفاده می شود. در حالی که حمل پاتیل توسط جرثقیل انجام می شود. جنس کمچه ها فولادی است و در اندازه های مختلف وجود دارد (شکل ۱۱-۱).





شکل ۱۰-۱۲

۱۰-۲-۵- ملاقه : برای انتقال حجم کم مذاب از کوره و ریختن آن به درون قالب از ملاقه استفاده می شود. معمولاً برای فلزات و آلیاژهای غیرآهنی با نقطه ذوب پایین استفاده می شود. ملاقه ها معمولاً از فولاد ساخته می شوند. اما نوع گرافیتی آن برای نمونه گیری از فلزات آهنی به کار می رود (شکل ۱۰-۱۲).



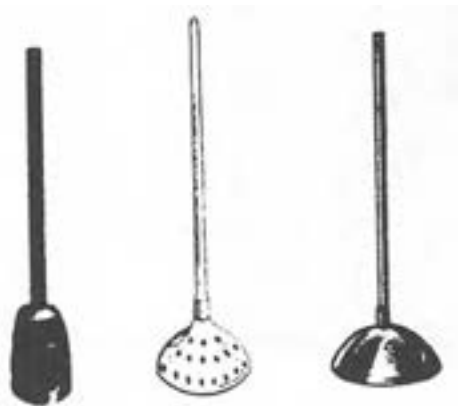
شکل ۱۰-۱۳

۱۰-۲-۶- انبر : از این وسیله برای اضافه کردن مواد شارژ به بوتنه یا کوره، انتقال و جابجایی قطعات ریخته شده و جدا کردن آنها از ماسه استفاده می شود. این انبرها معمولاً از فولاد فورج شده ساخته می شوند (شکل ۱۰-۱۳).



شکل ۱۰-۱۴

۱۰-۲-۷- کف گیر و سرباره گیر : کف گیر برای سرباره گیری فلزات غیرآهنی استفاده می شود که از یک صفحه سوراخ دار و دسته بلند تشکیل شده و جنس آن فولادی است. سرباره گیر برای جدا کردن ناخالصی های موجود در فلزات آهنی استفاده می شود و جنس آن از فولاد یا گرافیت می باشد. برای کوره های دوار از نوع دسته بلند آن استفاده می شود (شکل ۱۰-۱۴).



شکل ۱۰-۱۵

۱۰-۲-۸- کلاهک خوراک دهنده : برای وارد کردن مواد گاز زدا، سرباره زا و .... به درون مذاب از کلاهک خوراک دهنده استفاده می شود. کلاهک خوراک دهنده از یک دسته بلند و کلاهک مشبک تشکیل شده است (شکل ۱۰-۱۵). برای فلزات غیرآهنی از نوع فولادی کلاهک خوراک دهنده و برای آلیاژهای آهنی از نوع گرافیتی آن استفاده می شود.



### ۳-۱۰ نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام روشن کردن کوره الزامی است.
- قبل از استفاده از بوته، آن را مورد بازرسی و کنترل قرار دهید و مطمئن شوید که ترک خوردگی ندارد.
- هنگام شارژ مجدد، مواد شارژ پیش گرم شود تا رطوبت، چربی و رنگ احتمالی موجود در آنها نیز برطرف گردد.
- هنگام شارژ اشیای در بسته و توخالی، درب آنها باز شود تا در موقع ذوب کردن، از انفجار جلوگیری بعمل آید.
- در موقع حمل و نقل بوته یا پاتیل، از وسایل و ابزارهای متناسب با آنها استفاده شود تا از افتادن بوته، پاتیل و یا ریخته شدن مذاب بر روی زمین ممانعت گردد (شکل ۱۶-۱۰).



شکل ۱۶-۱۰

- قبل از استفاده از وسایلی که باید وارد مذاب شوند مانند: ملاقه، کف گیر، کلاهک خوراک دهنده، سرپاره گیر و به هم زن، باید آنها را کاملاً پیش گرم کرد.
- از دست زدن و لمس کردن قطعات ریختگی قبل از حصول اطمینان از سرد بودن آنها جداً خودداری شود زیرا گرم و داغ بودن این قطعات قابل رؤیت نیست و اغلب موجب سوختگی‌های سطحی و گاه عمقی می‌شود.
- قبل از حمل مذاب، مسیر حرکت مشخص و بررسی شود که مانعی در مسیر حرکت وجود نداشته باشد.
- در هنگام حمل درجه‌ها به محل بارریزی یا محل تخلیه درجه‌ها از نیروی ماهیچه‌های دست و پا استفاده شود تا به مهره‌های کمر فشار وارد نشود.
- از انداختن قطعات مرطوب به داخل بوته حاوی مذاب خودداری شود.
- مذاب باقیمانده در ته بوته یا پاتیل، باید کاملاً تخلیه شود. زیرا مذاب باقیمانده در بوته منجمد شده و در هنگام ذوب مجدد، انبساط از حالت جامد به مایع موجب ترک خوردن بوته می‌گردد (شکل ۱۷-۱۰).



شکل ۱۷-۱۰



شکل ۱۸-۱۰



شکل ۱۹-۱۰



شکل ۲۰-۱۰

## ۴-۱۰-۱ مراحل انجام کار

### ۴-۱۰-۱-۱ شارژ کردن :

– مواد لازم شامل شمش فلز، آلیاژ و برگشتی را جهت ذوب انتخاب کنید.

– قطعات برگشتی را انتهای بوته و شمش‌ها را به طور عمودی روی آن قرار دهید (شکل ۱۸-۱۰).

– با استفاده از انبر طوق، بوته را بلند کرده و در داخل کوره زمینی قرار دهید (شکل ۱۹-۱۰).

دقت کنید از انبر طوق درست استفاده شود. در صورت استفاده نادرست از انبر طوق به بوته آسیب وارد می‌شود.

تذکر : قبل از شارژ، بوته را پیش گرم کنید و از انداختن قطعات سنگین در بوته خودداری شود.

– کوره را روشن کنید.

– اضافه نمودن مواد شارژ

– پس از ذوب شدن مواد شارژ اولیه در صورت نیاز مجدداً شارژ اضافه کنید (شکل ۲۰-۱۰).

– سپس حرارت دادن مذاب را تا رسیدن به دمای فوق ذوب ادامه دهید برای اطمینان از دمای فوق ذوب از ترموکوپل استفاده کنید.

– کوره را خاموش کنید.

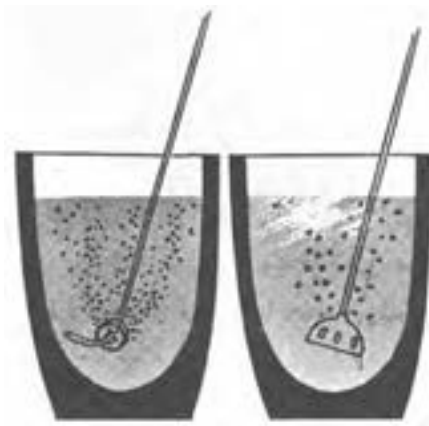


## گاز زدائی

- کلاهک خوراک دهنده را پیش گرم کنید.
- مواد گاز زدا را داخل کلاهک خوراک دهنده قرار

دهید.

- کلاهک خوراک دهنده را وارد مذاب نمایید تا گازهای موجود در مذاب از آن خارج شوند (شکل ۲۱-۱۰).



شکل ۲۱-۱۰

## سرباره گیری

- کلاهک خوراک دهنده را پیش گرم کنید.
- مواد سرباره گیر را داخل کلاهک خوراک دهنده قرار

دهید.

- کلاهک خوراک دهنده را وارد مذاب کنید.
- با استفاده از کف گیر یا سرباره گیر، ناخالصی‌های جمع شده در سطح مذاب را خارج کنید (شکل ۲۲-۱۰).



شکل ۲۲-۱۰

## حمل و بارریزی مذاب

- پس از آماده شدن مذاب، با استفاده از بوت، کمچه و یا ملاقه آن را بارریزی کنید (شکل ۲۳-۱۰).



شکل ۲۳-۱۰

**تذکر:** در کلیه مراحل ذوب و بارریزی، کلیه سیستم‌های تهویه باید روشن باشد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- قرار دادن مواد ذوب شامل فلزات و آلیاژها در داخل بوتۀ یا کوره را ..... می‌گویند.
- ۲- برای ریختن مذاب به داخل قالب معمولاً از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟  
الف) بوتۀ      ب) جرثقیل      ج) بوتۀ و کمچه      د) پاتیل
- ۳- در هنگام ذوب کردن در کوره زمینی حرارت از طریق ..... از ..... به ..... آن منتقل می‌گردد.
- ۴- برای قرار دادن بوتۀ در داخل کوره و خارج کردن آن از کوره از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- ۵- درجه حرارت فوق ذوب را توضیح دهید.
- ۶- گاز زدائی مذاب به چه منظور انجام می‌شود؟
- ۷- سرباره گیری مذاب را توضیح دهید.
- ۸- ابزار و وسایل زیر، کدام مربوط به ذوب و کدام مربوط به بارریزی می‌باشد؟  
کوره، کمچه، انبر، ملاقه، بوتۀ، کلاهک خوراک دهنده، سرباره گیر، انبر طوق، دماسنج، فارسونگا، درب کوره
- ۹- نکات ایمنی و بهداشتی لازم در هنگام ذوب و بارریزی را بنویسید.
- ۱۰- ظرفیت بوتۀ‌ها بر چه اساسی سنجیده می‌شود؟

## تمرین عملی

- بوتۀ ریخته‌گری را بدون بار به وسیله کمچه حمل و نقل کنید.
- عمل بارریزی را تمرین کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۱۱

### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه سرخود (ایستاده)

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ماهیچه سرخود (ایستاده) را توضیح دهد.
- ۲- مراحل قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه سرخود را به طور صحیح انجام دهد.
- ۳- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

بعضی قطعات دارای حفره یا فرورفتگی می‌باشند به عبارت دیگر این قطعات توخالی هستند. مدل این قطعات را باید طوری قالب‌گیری نمود که حفره داخلی آنها به صورت عمود بر سطح جدایش قالب قرار گیرد. در این صورت برای ایجاد حفره داخلی مدل در محفظه قالب باید در نیمه زیری یا رویی قالب برآمدگی به شکل حفره داخلی مدل ایجاد نمود تا پس از قالب‌گیری و ریخته‌گری این فضای توخالی در قطعه ایجاد شود. این برآمدگی‌ها در قالب را ماهیچه سرخود، تر یا طبیعی می‌نامند. در صورتی که این برآمدگی در تای زیرین قالب ایجاد شده باشد به آن ماهیچه سرخود ایستاده گفته می‌شود. البته این روش قالب‌گیری برای قطعاتی امکان پذیر است که طول یا ارتفاع حفره داخلی آنها زیاد نباشد و شیب داخلی حفره به گونه‌ای باشد که پس از قالب‌گیری بتوان مدل را به راحتی از قالب خارج نمود.

#### ۱-۱- ابزار و وسایل لازم

– مدل، درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه زیر درجه

#### ۱-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام آماده‌سازی مخلوط ماسه و قالب‌گیری الزامی است.
- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام کار با کوره، ذوب و بارریزی الزامی است.





### ۱۱-۳- مراحل انجام کار

– مدلی را مطابق شکل ۱۱-۱ انتخاب کنید.



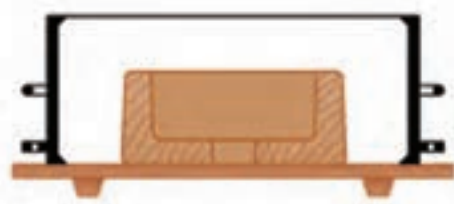
شکل ۱۱-۱

– مدل را از طرف سطح جدایش روی صفحه زیر درجه

قرار دهید.

– درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید (شکل

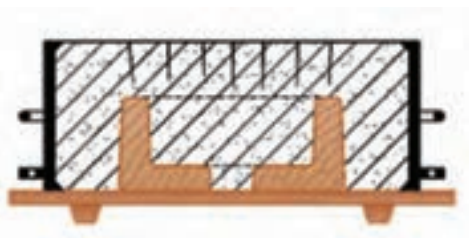
۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲

– درجه زیرین را قالب گیری کنید.

– سطح قالب را صاف کنید (شکل ۱۱-۳).



شکل ۱۱-۳

– قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه  $180^\circ$  درجه

برگردانید و روی صفحه زیر درجه دیگر قرار دهید.

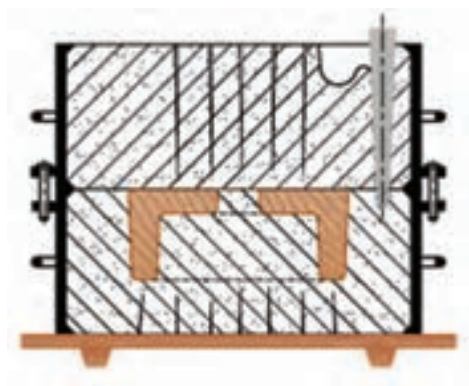
– سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.

– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.

– درجه رویی را قالب گیری کنید.

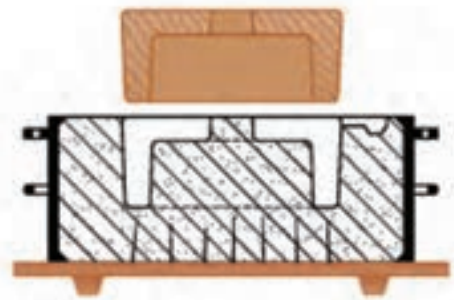
– کانال خروج هوا و حوضچه بارریزی را ایجاد کنید

(شکل ۱۱-۴).



شکل ۱۱-۴





شکل ۱۱-۵

- لوله راهگاه را خارج کنید.
- قالب رویی را بلند کرده و در محل مناسب قرار دهید.
- به وسیله ابزار مناسب، حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهبار را روی قالب زیرین ایجاد کنید.
- اطراف مدل و قسمت ماهیچه مدل را به وسیله قلم آب مرطوب کنید.

- مدل را به وسیله مدل لق کن، لق کنید.
- مدل را با مدل درآور، خارج کنید (شکل ۱۱-۵).



شکل ۱۱-۶

- سطح قالب زیرین را با فوتک تمیز کنید.
- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- قالب آماده را بارریزی کنید (شکل ۱۱-۶).
- پس از انجماد کامل قطعه را از قالب خارج کنید.



شکل ۱۱-۷

- شکل ۱۱-۷ قطعه ریخته شده همراه با سیستم راهگاهی را پس از بارریزی نشان می دهد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- ماهیچه طبیعی (تر) یا سرخود را تعریف کنید.
- ۲- مدل چه نوع قطعاتی را به صورت ماهیچه سرخود قالب‌گیری می‌کنند؟
- ۳- در هنگام قالب‌گیری مدل با ماهیچه سرخود رعایت چه نکاتی الزامی است؟ توضیح دهید.
- ۴- در صورتی که برآمدگی قالب در تای زیرین قالب ایجاد شده باشد به آن ..... گفته می‌شود.
- ۵- ماهیچه سرخود (ایستاده) برای قطعاتی کاربرد دارد که :
  - الف) طول یا ارتفاع حفره داخلی آنها زیاد باشد.
  - ب) طول یا ارتفاع قطعه زیاد باشد.
  - ج) طول یا ارتفاع حفره داخلی آنها زیاد نباشد.
  - د) طول یا ارتفاع قطعه زیاد نباشد.

## تمرین عملی

- یک مدل استوانه توخالی را قالب‌گیری و بارریزی کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۱۲

### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه سرخود آویز

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ماهیچه سرخود آویز را توضیح دهد.
- ۲- قانجاق را شرح دهد.
- ۳- مدل با ماهیچه سرخود آویز را به‌طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۴- مدل با ماهیچه سرخود آویز را به‌طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

همان‌طوری که در جلسه قبل ذکر گردید بعضی از مدل‌ها دارای حفره یا فرورفتگی می‌باشند. این مدل‌ها به‌طوری قالب‌گیری می‌شوند که حفره داخلی آنها به صورت عمود بر سطح جدایش قالب قرار گیرد. در این حالت برای ایجاد حفره داخلی مدل باید در تای زیری یا رویی قالب برآمدگی به شکل حفره داخلی مدل ایجاد نمود. در صورتی که این برآمدگی در تای رویی قالب ایجاد شده باشد به آن ماهیچه سرخود آویز گفته می‌شود.

#### ۱-۱۲- ابزار و وسایل لازم

مدل، درجه، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری، مفتول جهت ساخت قانجاق.

#### ۲-۱۲- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی در هنگام قالب‌گیری و بارریزی الزامی است.

**توجه :** در هنگام ساخت قانجاق از دستکش استفاده کنید.

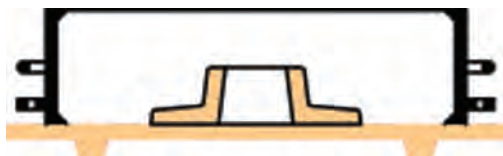


### ۱۲-۳- مراحل انجام کار

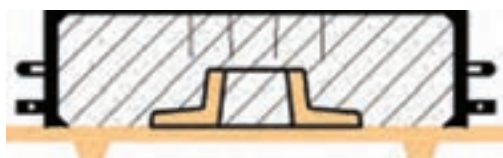
– مدلی مطابق شکل ۱۲-۱ را انتخاب کنید.



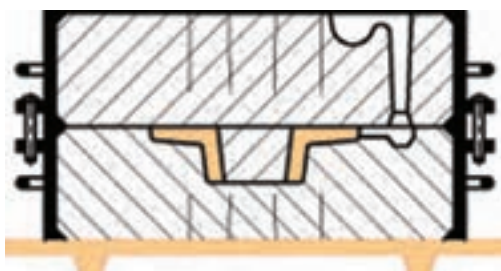
شکل ۱۲-۱



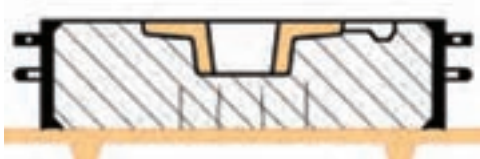
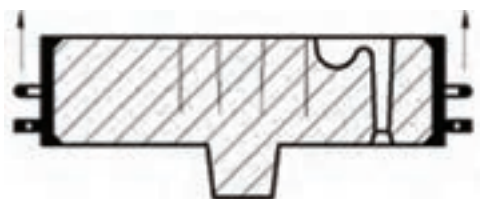
شکل ۱۲-۲



شکل ۱۲-۳



شکل ۱۲-۴



شکل ۱۲-۵

– مدل را روی صفحه زیر درجه با توجه به سطح جدایش قرار دهید.

– درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید (شکل ۱۲-۲).

– درجه زیرین را قالب گیری کنید.  
– سطح قالب را صاف کنید (شکل ۱۲-۳).

– قالب زیرین را  $180^\circ$  درجه برگردانید و روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

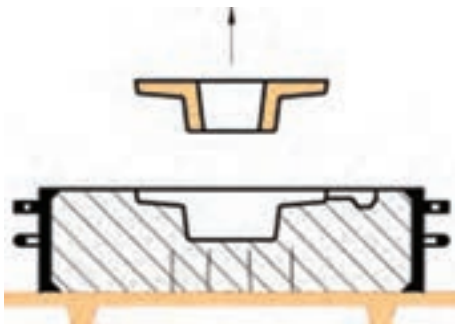
– سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.  
– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.  
– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
– درجه رویی را قالب گیری کنید (شکل ۱۲-۴).

– کانال خروج هوا و حوضچه بارریز را ایجاد کنید.  
– قالب رویی را با دقت بلند کنید و در محل مناسب قرار دهید (شکل ۱۲-۵).

**تذکر:** در هنگام بلند کردن قالب رویی مراقب باشید به برآمدگی ایجاد شده روی آن آسیبی نرسد.

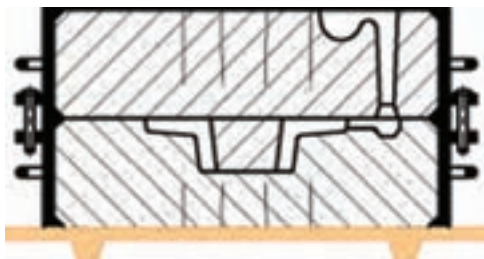


- حوضچه پای راهگاه و راهبار را ایجاد کنید.
- اطراف مدل را توسط قلم آب مرطوب کنید.
- مدل را با مدل لق کن، لق نمایید.
- مدل را با مدل درآور، خارج کنید (شکل ۱۲-۶).



شکل ۱۲-۶

- سطح قالب را با فوتک تمیز کنید.
- قالب رویی را طوری روی قالب زیرین قرار دهید که به ماهیچه آویز ایجاد شده روی قالب رویی آسیب نرسد.
- قالب آماده را بارریزی کنید (شکل ۱۲-۷).



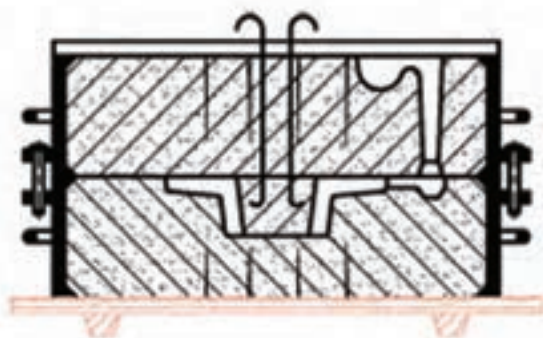
شکل ۱۲-۷

- شکل ۱۲-۸، شکل قطعه ریخته شده را همراه با سیستم راهگاهی نشان می دهد.



شکل ۱۲-۸

- تذکر:** برای قالب گیری مدل با ماهیچه آویز تر (طبیعی) که نیاز به قانجاق دارد، هنگام قالب گیری درجه رویی، ابتدا قانجاق را در درجه رویی مهار کنید و سپس ماسه قالب گیری را به داخل درجه اضافه کنید (شکل ۱۲-۹).



شکل ۱۲-۹



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- ماهیچه سرخود آویز چیست؟
- ۲- برای جلوگیری از شکستن و خرد شدن ماهیچه آویز چه نکاتی را باید رعایت کرد؟
- ۳- برای جلوگیری از شکستن و تخریب ..... آویز و افزایش استحکام آن از ..... استفاده می‌شود.
- ۴- نحوه استفاده از قانجاق را توضیح دهید.
- ۵- هنگام جفت کردن قالب رویی به چه نکاتی باید توجه شود؟
- ۶- جنس و شکل قانجاق به چه عواملی بستگی دارد؟
  - الف) ابعاد و اندازه‌های قالب
  - ب) ضخامت و جنس ماهیچه
  - ج) ضخامت و جنس قطعه، ابعاد و اندازه ماهیچه سرخود
  - د) ابعاد و اندازه قطعه، ضخامت و جنس ماهیچه
- ۷- در صورتی که برآمدگی مدل در تای رویی قالب ایجاد شده باشد به آن ..... گفته می‌شود.

## تمرین عملی

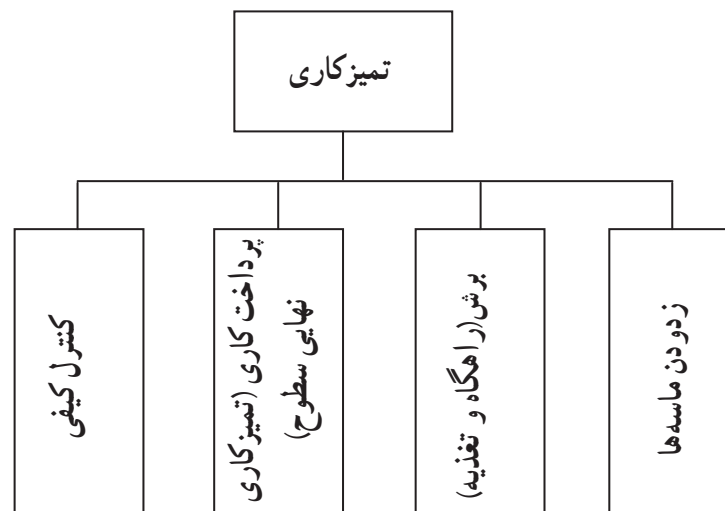
- مدل نیم استوانه موجود در کارگاه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## تمیزکاری

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- اهمیت تمیزکاری را توضیح دهد.
- ۲- مراحل تمیزکاری را شرح دهد.
- ۳- تمیزکاری قطعات ریخته شده را به‌طور صحیح انجام دهد.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.



### مقدمه

#### ۱-۱۳ هدف از تمیزکاری قطعات ریختگی

پس از انجماد، قطعه ریخته شده را از قالب خارج کرده و بعد از سرد شدن لازم است این قطعه قبل از انجام مراحل بعدی نظیر ماشین کاری، تمیزکاری شود.

تمیزکاری یعنی جدا کردن ضمایمی مانند سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه، ماسه ماهیچه و... مقدار کار انجام شده در این مرحله نه تنها به اندازه قطعه و نوع آلیاژ بستگی دارد بلکه به دقت و مهارت ریخته‌گران در مراحل تولید و روش‌های تولید نیز وابسته می‌باشد. از آنجایی که این مرحله همواره توأم با سر و صدا بوده و عملیات تمیزکاری قطعات می‌تواند در فضایی غبار آلود انجام گیرد، لذا لازم است مسایل حفاظتی و بهداشتی به منظور جلوگیری از عوارض ناشی از مشکلات فوق به دقت در نظر گرفته شوند. در مورد قطعات ریختگی در قالب‌های ماسه‌ای، عملیات فوق منحصر به جدا کردن راهگاه‌ها، تغذیه‌ها، ماسه‌های چسبیده شده





به قطعات ریختگی و ماهیچه‌ها خواهد بود. در مورد قطعات ریختگی سنگین و پیچیده مقدار کار تمیزکاری برای خارج کردن ماهیچه‌ها و جدا کردن اضافات فلزی به ویژه در محل اتصالات در قطعات ریختگی افزایش خواهد یافت.

## ۱۳-۲-۱ مراحل تمیزکاری

مراحلی که به منظور تمیزکاری قطعات ریختگی در بخش تمیزکاری کارگاه انجام می‌گیرد، به صورت زیر طبقه بندی می‌شود:

۱-۳-۲-۱ جدا کردن راهگاه‌ها و تغذیه‌ها از قطعات ریختگی و تمیزکاری سطحی اولیه روی قطعات: حوضچه، راهگاه‌ها و تغذیه‌ها که همراه مذاب در قالب جامد می‌گردند به عنوان زوائد قطعات باید جدا گردند. چنانچه آلیاژ شکننده باشد (نظیر انواع چدن‌ها) می‌توان این زواید را توسط ضربه به وسیله چکش و یا در مراحل لرزاندن قالب (برای جدا کردن قطعه ریختگی از ماسه) شکست. این زواید را درون جعبه‌هایی ریخته و مجدداً به قسمت ذوب کارگاه یا انبار نگهداری شارژ انتقال می‌دهند.

شکستن زواید، دارای این عیب می‌باشد که امکان ادامه منطقه شکست تا داخل قطعه ریختگی وجود دارد، برای جلوگیری از این عیب لازم است اتصالات راهگاه‌ها و تغذیه‌ها در محل تماس با قطعه ریختگی نازک شود. به هر حال مقداری از اتصالات به قطعه ریختگی باقی می‌ماند که لازم است این زواید توسط اهر دستی یا ماشین جدا گردد.

۲-۳-۲ زدودن ماسه‌های چسبیده: اولین عملیاتی که روی قطعات ریختگی در قسمت تمیزکاری انجام می‌گیرد جدا کردن ماسه‌های چسبیده شده (از ماسه قالب و ماهیچه) روی قطعات ریختگی می‌باشد. روش عمل بستگی به اندازه و میزان پیچیدگی قطعه ریختگی دارد. در مورد قطعات ساده به کمک چکش، بُرس سیمی و یا روش ماسه پاشی یا ساچمه زنی می‌توان قطعات را تمیز کرد. با پیچیده‌تر شدن قطعات ریختگی عملیات تمیزکاری برای خارج کردن ماهیچه طولانی‌تر و در ضمن مشکل‌تر می‌گردد. روش ماسه پاشی سریع‌ترین روش تمیزکاری قطعات به شمار می‌رود و همان طوری که از نام این روش استنباط می‌گردد، تمیزکاری قطعات توسط پرتاب جریانی از ذرات مواد ساینده با سرعت زیاد به سطح قطعه ریختگی انجام می‌گیرد. علاوه بر ذرات ماسه از مواد فلزی نیز می‌توان به عنوان مواد ساینده استفاده نمود (شکل ۱-۱۳).

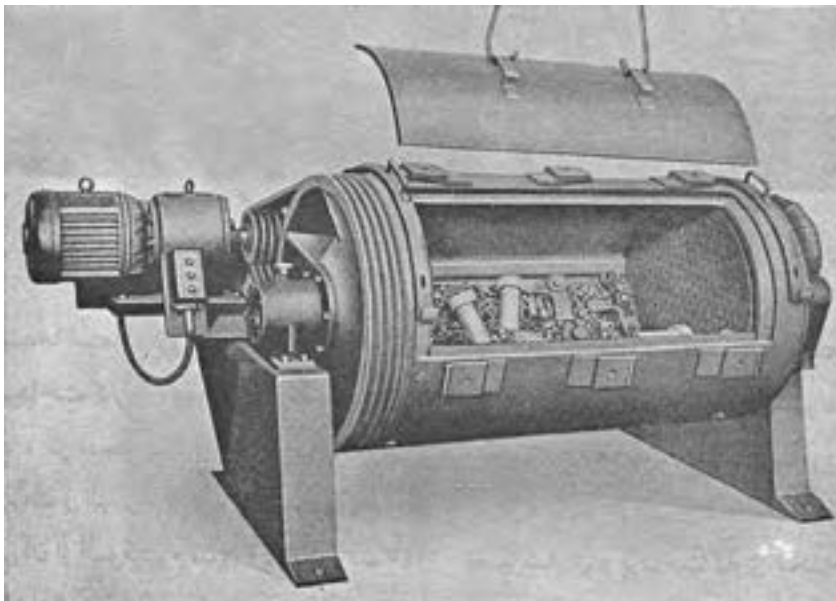


الف

شکل ۱-۱۳ الف) سیستم پرتاب ذرات ساینده بدون استفاده از هوا ب) ماشین تمیزکاری دوگانه غلتان و شن‌پاش

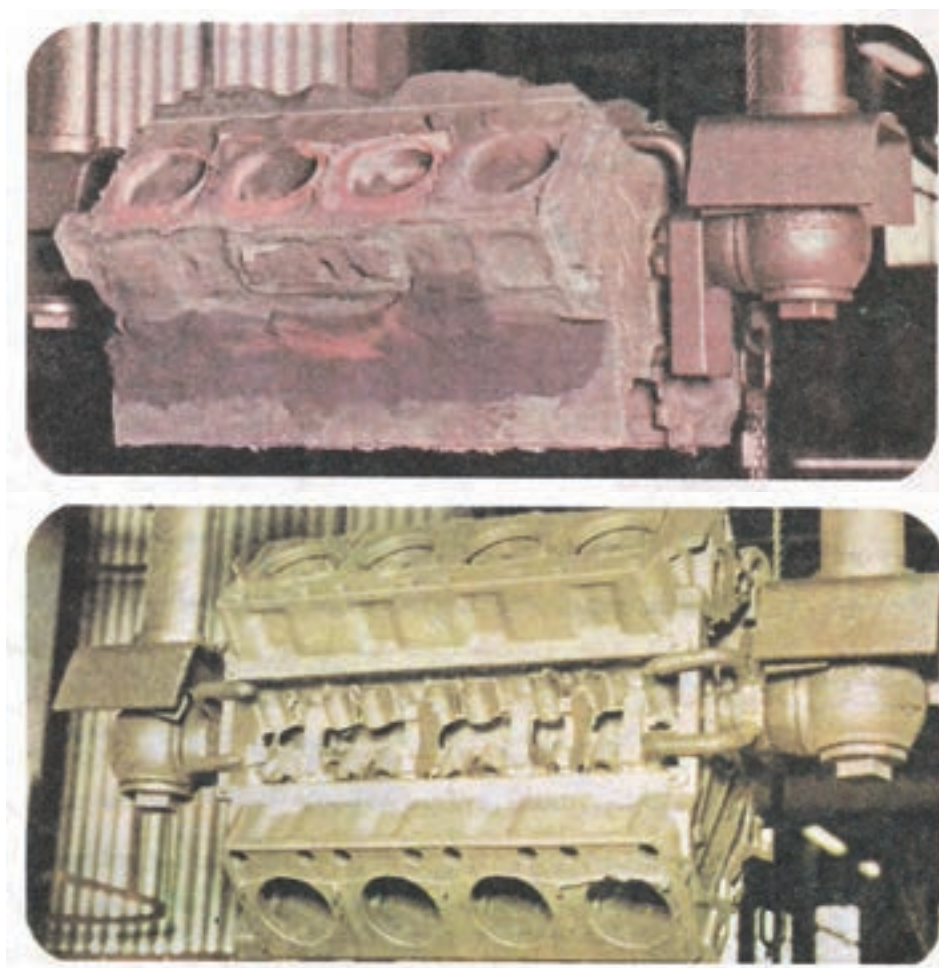


۳-۲-۱۳- پرداخت کاری : ماسه‌ها، پوسته‌ها و برجستگی‌های باقیمانده روی سطوح قطعات ریختگی را می‌توان توسط عملیات پرداخت کاری جدا کرد. در این روش قطعات ریختگی به داخل یک محفظه گردان ریخته شده و در اثر گردانیدن این محفظه قطعات ریختگی بر روی یکدیگر می‌غلطند و از طریق سایش بر روی هم و جداره داخلی دستگاه عمل تمیزکاری و پرداخت انجام می‌گیرد. زمان لازم برای تمیزکاری قطعات ریختگی در این روش حدود ۲۰ دقیقه تا یک ساعت می‌باشد. در این گونه عملیات تمیزکاری این مزیت وجود دارد که گوشه‌های تیز در قطعات از بین رفته و به صورت گرد در می‌آیند. البته باید این نکته را به خاطر داشت که تمیزکاری طولانی قطعات با این روش می‌تواند منجر به سایش بیش از حد قطعات به خصوص در گوشه‌ها گردد. روی هم غلتانیدن قطعات ریختگی همچنین می‌تواند به همراه پاشیدن ساچمه‌هایی از مواد ساینده بر روی آنها به منظور تمیزکاری بهتر نیز انجام گیرد (شکل ۲-۱۳).

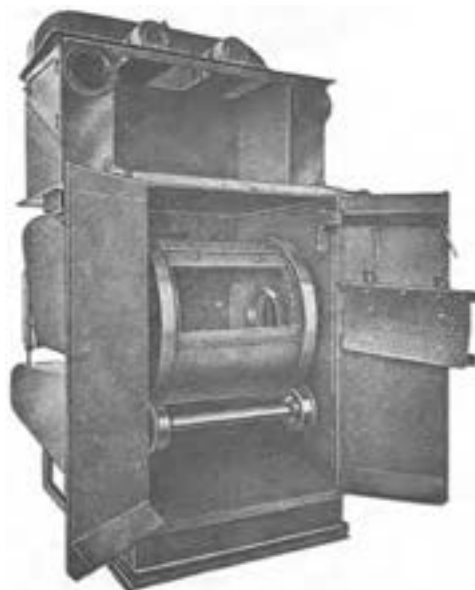


شکل ۲-۱۳- ماشین پرداخت کاری

۴-۲-۱۳- تمیزکاری نهایی سطوح : در اکثر موارد آخرین مرحله تمیزکاری قطعات ریختگی، سنگ زنی قسمت‌های زاید قطعات می‌باشد. به هر حال در بعضی از قطعات که نیاز به سطح تمام شده بهتری دارند می‌توان روی آنها عملیات ماشین کاری، عملیات شیمیایی، جلا دادن، ساچمه زنی و رنگ کاری را انجام داد. در مورد فلزات غیرآهنی عملیات شیمیایی، الکترولیتی و مکانیکی به منظور تهیه سطح نهایی قطعات ریختگی که دارای کیفیت و ظاهر قابل پسندی باشند انجام می‌گیرد (شکل ۳-۱۳).



شکل ۳-۱۳- یک موتور اتومبیل ۸ سیلندر؛ شکل بالا قبل از تمیز کردن، شکل پایین بعد از تمیز کردن



شکل ۴-۱۳- شات بلاست (ساجمه پاشی)



### ۳-۱۳ نکات ایمنی و بهداشتی

- هنگام جابجایی قطعات ریختگی حتماً از انبر و دستکش استفاده کنید.
- هنگام جداسازی اضافات، زدایش ماسه و پرداخت کاری سطح قطعات ریختگی حتماً از ماسک، دستکش و کلاه ایمنی با قاب محافظ استفاده کنید.

### ؟؟؟ پرسش

- ۱- هدف از تمیزکاری قطعات ریختگی چیست؟
  - ۲- مراحل تمیزکاری قطعات ریختگی را نام ببرید.
  - ۳- هنگام جدا کردن راهگاه‌ها و زوائد ریختگی به چه نکاتی باید توجه نمود؟
  - ۴- در تمیزکاری با استفاده از ماشین‌های برشکاری چه نکاتی را باید رعایت نمود؟
  - ۵- هدف از پرداخت کاری قطعات ریختگی چیست؟
  - ۶- تمیزکاری نهائی سطوح به چه منظوری انجام می‌شود؟
  - ۷- ابزارها و تجهیزات تمیزکاری را نام ببرید.
  - ۸- نکات ایمنی و بهداشتی هنگام تمیزکاری را بنویسید.
  - ۹- کدام عبارت‌ها درست است؟
    - الف) با استفاده از سوهان سیستم راهگاهی و تغذیه و... را از قطعه جدا می‌کنند.
    - ب) با استفاده از کمان اره محل راهگاه، پلیسه‌ها و زوائد را برطرف می‌کنند.
    - ج) قطعه را جهت پرداخت کاری درون دستگاه شات بلاست قرار می‌دهند.
    - د) در مورد آلیاژهای سخت، بریدن زوائد باید توسط ماشین‌های بُرش یا دیسک ساینده انجام گیرد.
- ۱۰- مقدار کار انجام شده در مرحله تمیزکاری به کدام عامل بستگی ندارد؟
- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| الف) اندازه قطعه | ب) روش‌های تولید      |
| ج) نوع آلیاژ     | د) درجه حرارت فوق ذوب |

### تمرین عملی

- قطعه کار ریخته شده در جلسه قبل را تمیزکاری و پرداخت نمائید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.

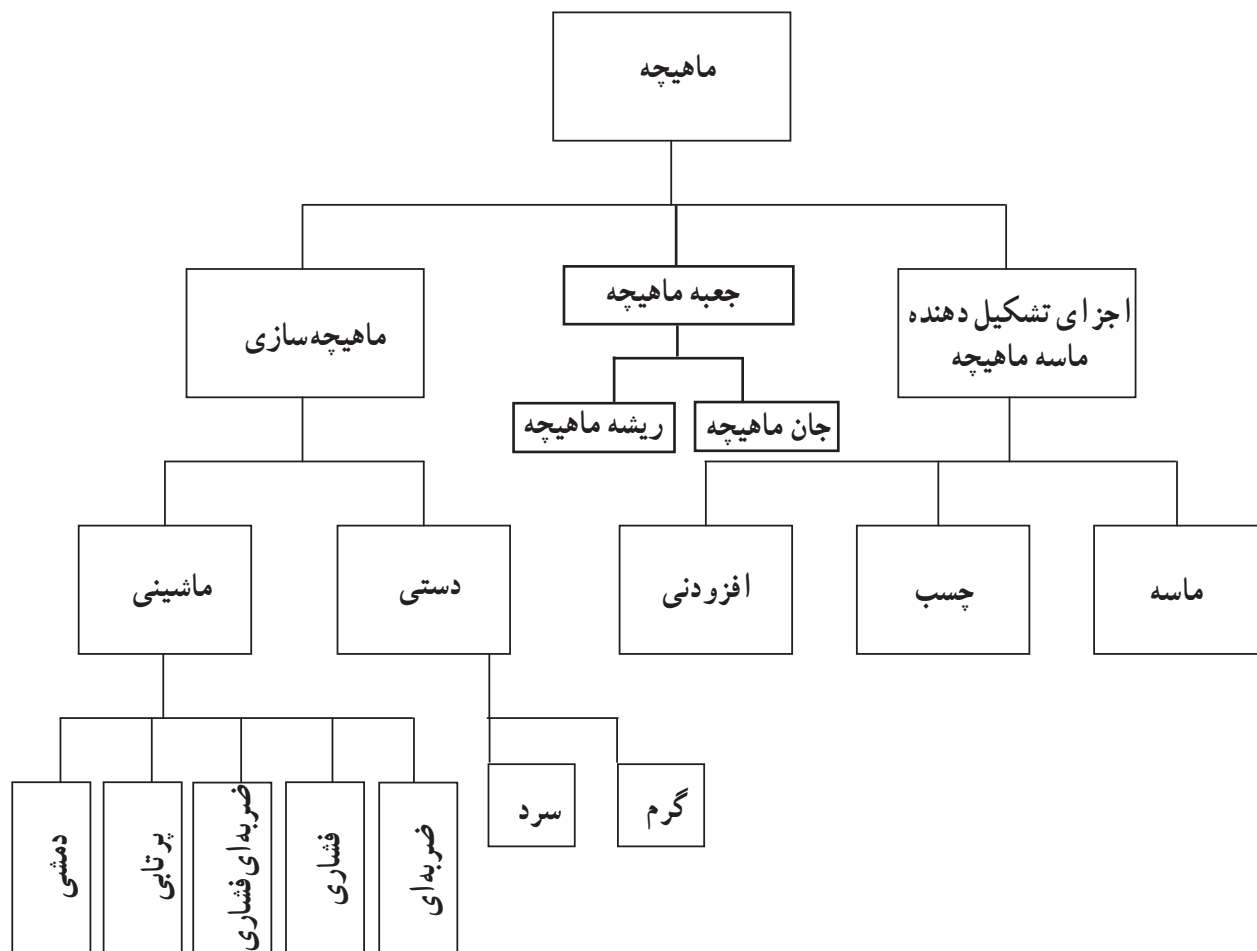


## جلسه ۱۴

### ماه‌یچه سازی

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

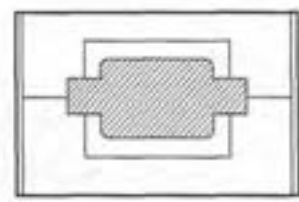
- ۱- ماه‌یچه را تعریف کند.
- ۲- اجزای تشکیل دهنده ماسه ماه‌یچه را به طور کامل شرح دهد.
- ۳- روش‌های ماه‌یچه سازی را توضیح دهد.
- ۴- ماه‌یچه سازی به روش گرم را به طور صحیح انجام دهد.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.





## مقدمه

### ۱۴-۱- تعریف ماهیچه



شکل ۱-۱۴

ماهیچه جزء مستقلی از یک قالب است که از استحکام کافی برخوردار می‌باشد و به منظور ایجاد قسمت‌هایی از قالب که شکل دهی آنها از طریق قالب‌گیری مستقیم، مشکل است و یا امکان پذیر نیست، به کار می‌رود.

ماهیچه‌ها ممکن است به منظورهای مختلفی در قالب مورد استفاده قرار گیرند. در قطعات توخالی، نقش ماهیچه‌ها ایجاد محفظه‌های داخلی در قطعه می‌باشد (شکل ۱-۱۴).

### ۱۴-۲- اجزای تشکیل دهنده مخلوط ماسه ماهیچه

اغلب ماهیچه‌ها از مخلوط ماسه ماهیچه شامل ذرات ماسه، چسب‌های آلی و مواد افزودنی برای هدف‌های خاص، ساخته می‌شود.

یک مخلوط ماسه ماهیچه مطلوب باید دارای مشخصات و خواص معینی باشد که عبارتند از :

داشتن استحکام کافی در حالت تر و خشک، دیرگدازی، داشتن 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 پس از انجماد مذاب و در نتیجه کاهش تنش‌های وارد به قطعه و همچنین سهولت خروج ماهیچه از قطعه به هنگام تخلیه. به طور کلی تأمین چنین خواصی به مشخصات ذرات ماسه و چسب مصرفی بستگی دارد.

۱۴-۲-۱- ماسه : ماسه ماهیچه‌ها عموماً از نوع سیلیسی هستند ولی از ماسه‌های زیرکنی، اولیوینی، کرومیتی و شاموتی نیز استفاده می‌شود. از ویژگی‌های بارز ماسه‌های مصرفی برای ساخت، ماهیچه، شکل و اندازه ذرات آنها است، بدین گونه که استفاده از ذرات درشت و کروی شکل 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.

۱۴-۲-۲- چسب : چسب‌های مورد استفاده در تهیه ماهیچه‌ها، براساس روش ماهیچه سازی و خواص مورد نیاز، دارای انواع مختلفی هستند و معمولاً به منظور دستیابی به خواص مطلوب از چند نوع چسب در ساخت ماهیچه‌ها استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه مشخصات و خواص یک ماهیچه به مقدار زیادی به نوع چسب مصرفی در آن بستگی دارد، از این رو چسب‌ها باید دارای مشخصات معینی باشند. برخی از این مشخصات عبارتند از :

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

– حداقل تولید گاز به هنگام تماس با مذاب

– قابلیت از هم پاشیدگی خوب به هنگام انجماد مذاب برای جلوگیری از ایجاد تنش و ترک در قطعه ریختگی

– حفظ نمودن شکل ماهیچه به هنگام پخت آن

– حداقل جذب رطوبت

– قابلیت توزیع یکنواخت در مخلوط ماسه

– عدم چسبندگی به جعبه ماهیچه و آلوده نکردن آن





## — اقتصادی بودن

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

۱- چسب‌هایی که در درجه حرارت اتاق خودگیر و سخت می‌گردند :

این دسته از چسب‌ها شامل سیلیکات سدیم، سیمان پرتلند و سیمان شیمیایی مانند اکسی کلرید می‌باشند.

۲- چسب‌هایی که برای خودگیری و سخت شدن به حرارت نیاز دارند :

این دسته از چسب‌ها شامل روغن‌ها، رزین‌ها، قیر، ملاس‌ها، آرد حبوبات، سولفیت‌ها و پروتئین‌ها می‌باشند.

رزین‌ها (صمغ‌ها) از انواع دیگر این دسته از چسب‌ها هستند که در اثر حرارت، نرم شده و به هنگام سرد شدن خودگیر و سخت

می‌شوند. رزین‌ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی تهیه می‌گردند. نوع طبیعی از شیرۀ درختان به دست می‌آید و به دلیل ارزانی و قابل

دسترس بودن به طور وسیعی در ماهیچه سازی مصرف می‌شود. علاوه بر موارد مذکور، استحکام متوسط، پایین بودن درجه حرارت

و زمان پخت، قابلیت از هم پاشیدگی خوب و نیز جذب رطوبت کم از مشخصات دیگر صمغ‌های طبیعی (گیاهی) می‌باشند.

رزین‌های مصنوعی در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به صورت مصنوعی تهیه می‌شوند. اوره فرمالدئید و فنل فرمالدئید، دو نوع

پرمصرف از این رزین‌ها هستند که درجه حرارت پخت آنها  $150^{\circ}\text{C}$  است. رزین‌های اوره فرمالدئید دارای قابلیت از هم پاشیدگی

خوبی بوده 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 تهیه قطعات بزرگ فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رزین‌ها که به دو صورت جامد و مایع وجود

دارند نباید به مدت زیادی در انبار نگه‌داری شوند.

۳- خاک‌ها : خاک‌های شور (کائولین) و نبتونیت‌ها نیز به عنوان مواد چسبی در مخلوط ماسه ماهیچه مورد استفاده قرار

می‌گیرد نقش اساسی چسب‌های خاکی بالا بردن استحکام تر مخلوط ماسه ماهیچه می‌باشد.

۳-۲-۱۴- مواد افزودنی : همان گونه که در مورد مخلوط ماسه قالب‌گیری توضیح داده شد، در مخلوط ماسه ماهیچه نیز،

علاوه بر اجزای اصلی یعنی ماسه و چسب، از مواد افزودنی برای بالا بردن خواص عمومی مخلوط، استفاده به عمل می‌آید. حضور

این مواد با توجه به شرایط کاربردی ماهیچه‌ها، به ویژه لزوم خواص مهمی همچون قابلیت نفوذ گاز و قابلیت از هم پاشیدگی آنها، از

اهمیت زیادی در مقایسه با مخلوط ماسه قالب‌گیری برخوردار است. مواد افزودنی معمول به منظور بهبود خواص ذکر شده عبارتند از :

خاک اره، پودر زغال، قطران زغال سنگ و آرد حبوبات

قابل ذکر است که علاوه بر استفاده از مواد افزودنی، ممکن است اقداماتی نیز از نظر نحوه ساخت ماهیچه‌ها به منظور بهبود

خواص آنها صورت پذیرد.

## ۳-۱۴- روش‌های ماهیچه سازی

ساخت و تهیه ماهیچه‌ها به دو روش دستی و ماشینی صورت می‌گیرد.

۱-۳-۱۴- روش دستی : در این روش که بیشتر به تهیه ماهیچه‌های کوچک و به تعداد کم اختصاص دارد تجهیزات مورد

استفاده معمولاً یک میز کار، جعبه ماهیچه و صفحه ماهیچه می‌باشد.

در این روش مخلوط ماسه ماهیچه به داخل جعبه ماهیچه ریخته شده و سپس با کوبه‌های دستی فشرده و متراکم می‌گردد و پس

از ماهیچه‌گیری با استفاده از صفحه ماهیچه، جعبه ماهیچه از ماهیچه جدا می‌شود.

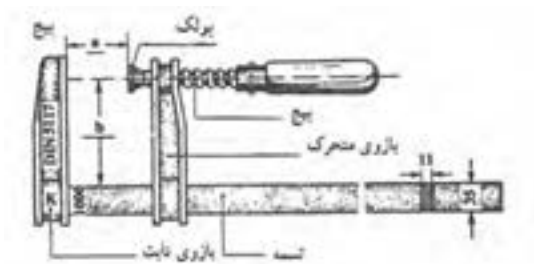




براساس نوع چسب مصرفی، در صورتی که ماهیچه به حرارت دادن (پختن) نیاز داشته باشد، به محل پخت یعنی به گرم خانه منتقل می‌گردد.

– جعبه ماهیچه (قالب ماهیچه): جعبه ماهیچه قالبی است که به منظور تهیه ماهیچه مورد استفاده قرار می‌گیرد. جعبه ماهیچه‌ها معمولاً از دو قسمت تشکیل می‌شوند. قسمت اصلی ماهیچه که براساس شکل مورد نظر طراحی و محاسبه می‌گردد و تکیه‌گاه‌های ماهیچه که در واقع نگهدارنده ماهیچه‌ها در داخل قالب هستند.

۲-۳-۱۴- روش ماشینی: روش‌های ماشینی متداول در ماهیچه سازی عبارتند از: ضربه ای، فشاری، ضربه ای فشاری، پرتابی و دمشی. اصول کار چهار روش اول همانند عملیات قالب گیری می‌باشد با این تفاوت که به منظور ویژگی‌های خاص ماهیچه، یعنی سهولت خروج گاز و نیز قابلیت از هم پاشیدگی مطلوب. معمولاً ضریب تراکم در مقایسه با قالب‌ها، کمتر است.

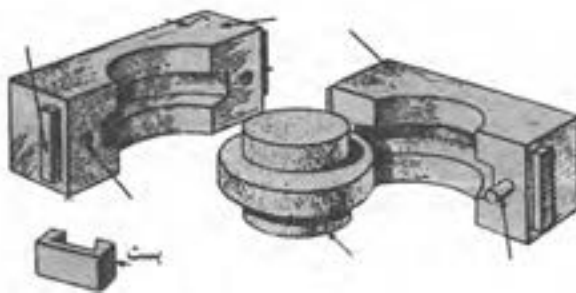


شکل ۲-۱۴

#### ۴-۱۴- ابزار، مواد و وسایل لازم

جعبه ماهیچه، گیره دستی (پیچ دستی)، مشعل گاز و متعلقات آن، دستکش نسوز، ماسه چراغی، ماسه با چسب فنلی

– گیره دستی (پیچ دستی): برای جفت کردن و محکم کردن جعبه ماهیچه‌های دو تکه از گیره دستی استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۴).



شکل ۳-۱۴

– تذکر: در بعضی از جعبه ماهیچه‌ها برای جفت کردن و محکم کردن آن از بست استفاده می‌شود (شکل ۳-۱۴).

#### ۵-۱۴- نکات ایمنی و بهداشتی

– هنگام ماهیچه سازی به روش حرارتی توجه کنید که سیستم تهویه‌ها روشن باشد.

– هنگام کار کردن با مخلوط ماسه ماهیچه از دستکش نسوز استفاده کنید.

– استفاده از ماسک الزامی است.

– در هنگام حرارت دادن جعبه ماهیچه با مشعل، رعایت نکات ایمنی و بهداشتی الزامی است و مراقب باشید شعله به کسی آسیب نرساند.



## ۱۴-۶- مراحل انجام کار

– با استفاده از مشعل گاز یا المنت برقی، جعبه ماهیچه فلزی را گرم کنید.

توجه: در مورد جعبه ماهیچه‌های دو تکه قبل از گرم کردن، آنها را با پیچ دستی محکم نمائید (شکل ۱۴-۴).



شکل ۱۴-۴

– ماسه چراغی را داخل جعبه ماهیچه بریزید تا کاملاً پر شود.

– سطح قالب ماهیچه را صاف کرده و ماسه‌های اضافی روی سطح قالب ماهیچه را تمیز کنید.

– با استفاده از مشعل، قالب ماهیچه را گرم کنید تا ماهیچه کاملاً سخت شود.

– پیچ دستی را باز کنید و ماهیچه آماده را با استفاده از دستکش نسوز خارج نمایید (شکل ۱۴-۵).



شکل ۱۴-۵



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- سخت کردن ماهیچه‌ها بر چه اساسی است؟  
الف) جعبه ماهیچه    ب) نوع ماسه    ج) نوع چسب مصرفی    د) روش قالب‌گیری
- ۲- جعبه ماهیچه‌ها از چه موادی ساخته می‌شوند؟  
الف) چوب    ب) فلز    ج) گچ    د) چوب یا فلز
- ۳- ماهیچه را تعریف کنید.
- ۴- قسمت‌های مختلف ماهیچه را نام ببرید.
- ۵- جعبه ماهیچه را تعریف کنید.
- ۶- اجزای تشکیل دهنده ماسه ماهیچه را نام ببرید.
- ۷- روش‌های مختلف ماهیچه سازی را نام ببرید.
- ۸- انواع چسب‌های مورد استفاده ماهیچه سازی را نام ببرید.
- ۹- مشخصات و خواص ماهیچه به مقدار زیادی به نوع ..... آن بستگی دارد.

## تمرین عملی

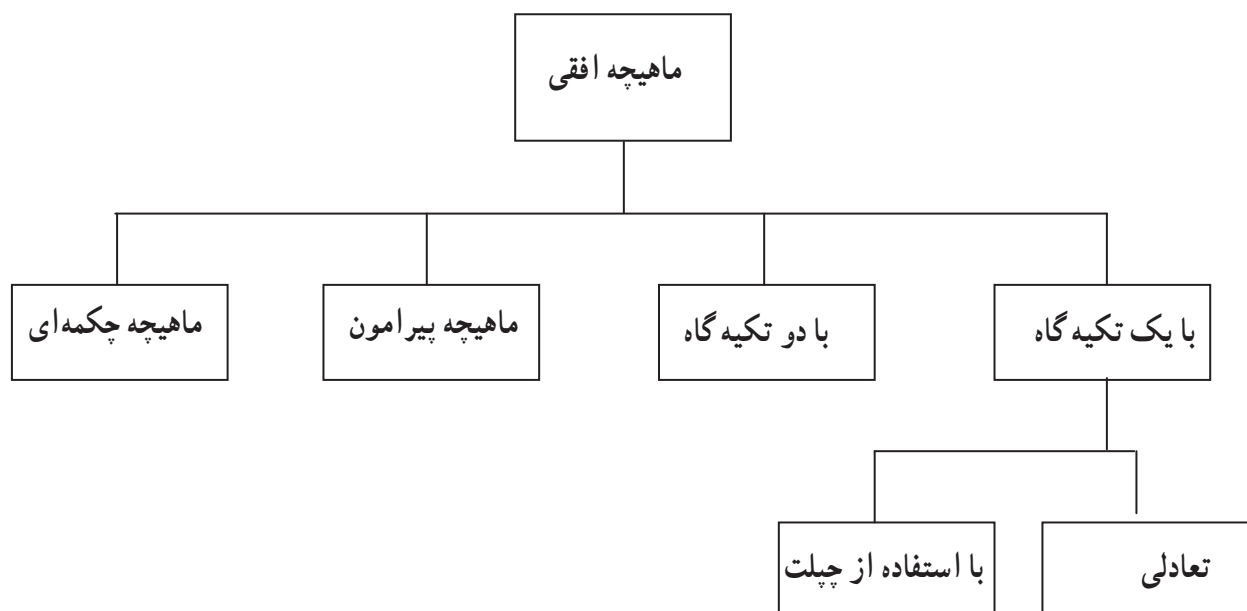
- با استفاده از ماسه چراغی ماهیچه مدل‌های مورد قالب‌گیری را آماده کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه افقی

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

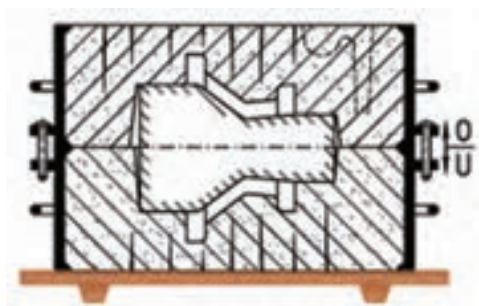
- ۱- انواع ماهیچه افقی را توضیح دهد.
- ۲- مدل با ماهیچه افقی با دو تکیه گاه را به طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۳- مدل با ماهیچه افقی با دو تکیه گاه را به طور صحیح بارریزی کند.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.





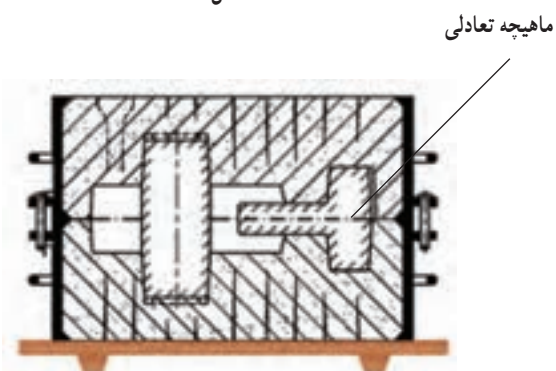
## مقدمه

بعضی از قطعات دارای حفره داخلی هستند. با توجه به شکل قطعه می توان مدل این قطعات را با توجه به نوع ماهیچه به صورت افقی یا عمودی قالب گیری نمود. در صورتی که این قطعات به صورت افقی قالب گیری شوند از ماهیچه افقی استفاده می شود. ماهیچه های افقی خود به چند دسته تقسیم می شوند که عبارتند از :



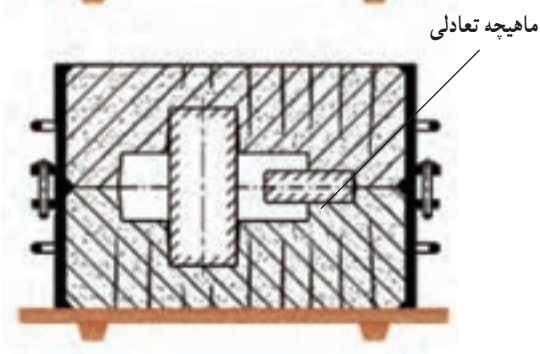
شکل ۱۵-۱

– ماهیچه افقی با دو تکیه گاه (شکل ۱۵-۱).



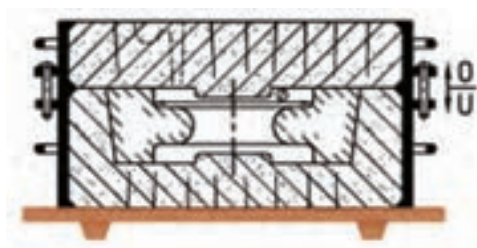
– ماهیچه افقی با یک تکیه گاه (ماهیچه تعادلی) (شکل

۱۵-۲).



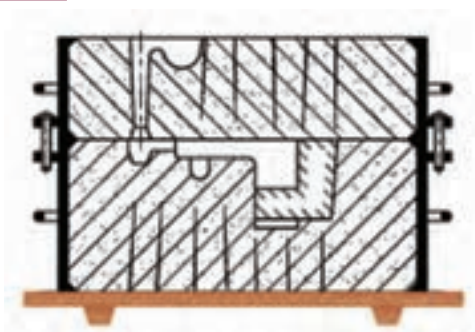
شکل ۱۵-۲

در ماهیچه تعادلی وزن ریشه ماهیچه باید برابر یا حتی سنگین تر از جان ماهیچه باشد.



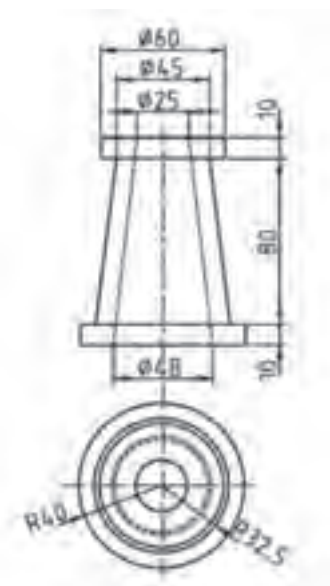
شکل ۱۵-۳

– ماهیچه دور یا پیرامون (شکل ۱۵-۳).



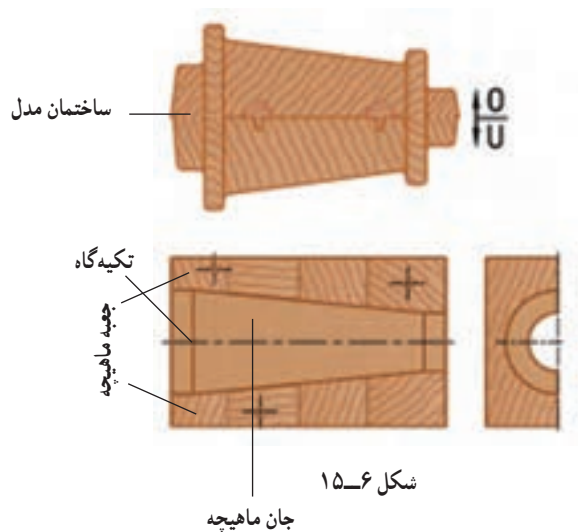
شکل ۱۵-۴

— ماهیچه چکمه‌ای (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۵

— ماهیچه افقی با دو تکیه گاه: در حالتی که جسم دارای سوراخ راه بدر (سرتاسری) است از ماهیچه افقی با دو تکیه گاه استفاده می‌شود (شکل ۱۵-۵).



در این حالت طول ماهیچه بزرگ‌تر از سوراخ داخلی قطعه ساخته می‌شود که از دو قسمت تشکیل می‌گردد. یک قسمت اصلی ماهیچه (جان ماهیچه) که اندازه سوراخ داخلی قطعه می‌باشد و قسمت دیگر که در دو طرف جان ماهیچه قرار دارد به نام تکیه گاه‌ها (ریشه ماهیچه) می‌باشد. وظیفه تکیه گاه‌ها نگهداری ماهیچه در محفظه قالب می‌باشد و همچنین در هنگام بارریزی بر اثر نیروی وارد از طرف مذاب از جابجائی ماهیچه جلوگیری می‌کند. شکل ۱۵-۶ نقشه مدل و جعبه ماهیچه را نشان می‌دهد.



## ۱۵-۱ ابزار، وسایل و مواد لازم

– مدل، جعبه ماهیچه، درجه مناسب، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه زیر درجه، ماسه چراغی، مشعل گاز، پیچ دستی.

## ۱۵-۲ نکات ایمنی و بهداشتی

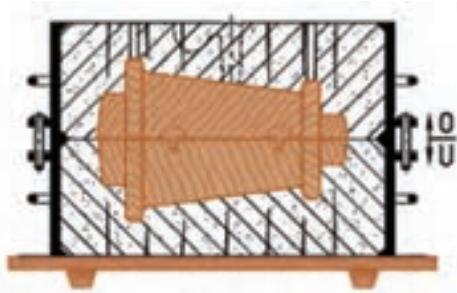
– رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری، ماهیچه سازی و مذاب ریزی الزامی است.

## ۱۵-۳ مراحل انجام کار



شکل ۱۵-۷

- مدل مطابق شکل ۱۵-۶ را انتخاب کنید.
- نیمه زیرین مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۱۵-۷).



شکل ۱۵-۸

- قالب زیرین را همراه با زیر درجه  $180^\circ$  برگردانید.
- سطح قالب را با پودر جدایش بپوشانید.
- نیمه رویی مدل را روی نیمه زیرین قرار دهید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- درجه رویی را قالب‌گیری کنید.
- حوضچه بارریز و کانال عبور گاز را روی قالب رویی ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را خارج کنید (شکل ۱۵-۸).



شکل ۱۵-۹

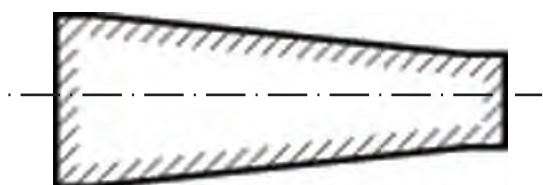
- قالب رویی را بردارید و در محل مناسب قرار دهید (شکل ۱۵-۹).





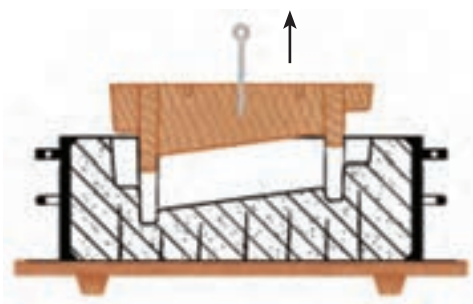
شکل ۱۵-۱۰

حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره را روی قالب  
زیرین ایجاد کنید.  
شکل ۱۵-۱۰ نمای بالای قالب زیرین را نشان می‌دهد.



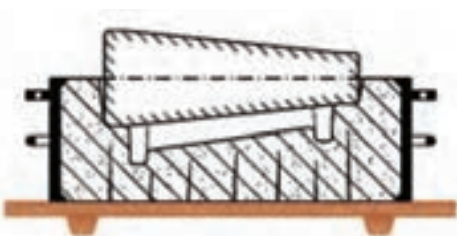
شکل ۱۵-۱۱

– ماهیچه مربوطه را با روش جعبه گرم (ماسه چراغی) تهیه  
نمائید.  
شکل ۱۵-۱۱ ماهیچه آماده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵-۱۲

– با استفاده از قلم آب اطراف دو نیمه مدل را در دو نیمه  
قالب مرطوب کنید.  
– با استفاده از مدل درآور دو نیمه مدل را از دو نیمه قالب  
خارج کنید (شکل ۱۵-۱۲).

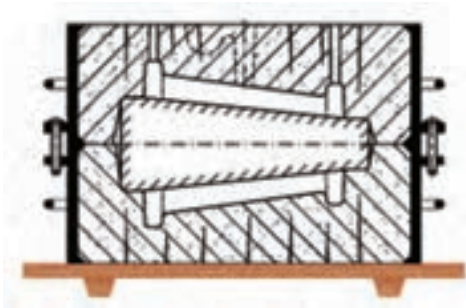


شکل ۱۵-۱۳

– پس از خارج کردن مدل از قالب، ماهیچه را در قالب  
زیرین قرار دهید (شکل ۱۵-۱۳).



با توجه به شکل مشخص است که در طرفین تکیه‌گاه‌ها فضایی بین ماسه قالب و ماهیچه وجود دارد که در هنگام طراحی جعبه ماهیچه و مدل در نظر گرفته شده است. این فضای خالی سبب می‌شود که درجه رویی راحت‌تر روی درجه زیرین قرار گیرد. از طرف دیگر گازهای ایجاد شده در ماهیچه هنگام بارریزی از این قسمت‌ها خارج می‌شوند.



شکل ۱۴-۱۵

- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- قالب آماده بارریزی است (شکل ۱۴-۱۵).



شکل ۱۵-۱۵

- قالب آماده را بارریزی کنید.
- پس از انجماد مذاب، قطعه را از ماسه خارج کنید.
- شکل ۱۵-۱۵ قطعه ریخته شده همراه با سیستم راهگاہی را نشان می‌دهد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- ماهیچه افقی را تعریف کنید.
- ۲- انواع ماهیچه‌های افقی را شرح دهید.
- ۳- ماهیچه افقی با دو تکیه گاه را توضیح دهید.
- ۴- در ماهیچه‌های افقی وظیفه تکیه گاه‌های ماهیچه چیست؟
- ۵- ماهیچه‌های افقی ممکن است دارای ..... تکیه باشند.  
الف) دو                      ب) یک                      ج) بدون                      د) یک یا دو
- ۶- در ماهیچه افقی اندازه طول تکیه گاه قالب چه نسبتی با طول ریشه ماهیچه دارد؟  
الف) بزرگ تر است      ب) کوچک تر است      ج) برابر است      د) نسبتی ندارد

## تمرین عملی

- مدل با ماهیچه افقی موجود در کارگاه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمائید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## ماهیکه سازی به روش سرد (روش $\text{CO}_2$ )

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ماهیکه سازی به روش  $\text{CO}_2$  را توضیح دهد.
- ۲- ماهیکه سازی به روش  $\text{CO}_2$  را به طور صحیح انجام دهد.
- ۳- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

یکی از روش‌های ماهیکه سازی به روش سرد استفاده از چسب سیلیکات سدیم و گاز  $\text{CO}_2$  می‌باشد. سیلیکات سدیم یا آب شیشه که در فرایند قالب‌گیری به روش  $\text{CO}_2$  به کار می‌رود برای هدف‌های خاصی در ماهیکه‌سازی استفاده می‌شود. این چسب هرچند دارای دیرگدازی پایین‌تری در مقایسه با سیلیس می‌باشد ولی در درجه حرارت‌های بالا نمی‌سوزد. سیلیکات سدیم ترکیب قلیایی سیلیس است و معمولاً به صورت محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این روش ماسه مصنوعی (ماسه سیلیسی) و چسب سیلیکات سدیم و (آب شیشه) به نسبت معین توسط میکسر، کاملاً مخلوط می‌گردند. سپس با استفاده از مخلوط تهیه شده، ماهیکه تهیه می‌شود و برای سخت کردن ماهیکه و افزایش استحکام آن گاز دی اکسیدکربن ( $\text{CO}_2$ ) به آن دمیده می‌شود.

هرچند سرعت تولید و دقت ابعاد ماهیکه‌های تهیه شده با چسب سیلیکات سدیم بالا است ولی به این نکته مهم نیز بایستی توجه شود که این ماهیکه‌ها از قابلیت از هم پاشیدگی بسیار کمی برخوردار هستند و از این نظر برای ساخت ماهیکه‌های داخلی توصیه نمی‌شوند.

### ۱۶-۱ مزایا و محدودیت‌های ماهیکه سازی به روش $\text{CO}_2$

#### ۱۶-۱-۱ مزایا :

- ۱- فضای لازم کارگاهی حداقل می‌باشد.
- ۲- به دلیل بالا بودن استحکام، نیاز به تقویت نمودن ماهیکه به وسیله آرماتوربندی و قانچاق گذاری ندارد.
- ۳- این روش نیاز به تجهیزات گران قیمت ندارد. سیلیکات سدیم را توسط دستگاه‌های مخلوط‌کن معمولی با ماسه مخلوط می‌کنند، از طرف دیگر دی اکسیدکربن در دسترس بوده و تجهیزات گازدهی نیز ارزان قیمت می‌باشد.



- ۴- ماهیچه‌ها بلافاصله پس از ساخت قابل استفاده می‌باشند و نیازی به خشک کردن ندارند.
- ۵- دقت ابعادی ماهیچه‌ها نسبت به روش‌های تر بیشتر است.

## ۲-۱-۱۶- محدودیت‌ها :

- ۱- ماهیچه‌های مورد نیاز نسبت به روش ماسه‌ تر گران‌تر است.
- ۲- عمر مفید مخلوط ماسه و دی‌اکسیدکربن نسبت به سایر مخلوط‌های ماسه قالب و ماهیچه کمتر است.
- ۳- ماهیچه‌های تهیه شده از مخلوط ماسه و سیلیکات سدیم، اگر بیش از ۲۴ ساعت انبار شوند به مرور استحکام و کیفیت خود را از دست می‌دهند.
- ۴- در مقایسه با دیگر ماهیچه‌ها، قابلیت از هم پاشیدگی پس از ریخته‌گری آن کمتر است.

## ۲-۱۶- مخلوط ماسه ماهیچه سازی

مخلوط ماسه ماهیچه سازی در روش سیلیکات سدیم معمولاً شامل ماسه سیلیسی، سیلیکات سدیم و دو یا چند افزودنی می‌باشد.

۱-۲-۱۶- ماسه : ماسه مورد استفاده در فرایند سیلیکات سدیم، ماسه سیلیسی با عدد ریزی حدود ۵۵ تا ۸۵ (AFS) می‌باشد. البته ماسه‌های دیگر مانند ماسه زیرکنی و اولوینی نیز ممکن است استفاده شود. در مورد مشخصات ماسه مورد استفاده در روش سیلیکات سدیم به چند نکته مهم اشاره می‌شود.

(الف) ماسه مورد استفاده بایستی همیشه خشک و عاری از رطوبت باشد، حداکثر رطوبت مجاز ۲۵٪ درصد است.

(ب) باید ماسه تا حد امکان تمیز و عاری از ناخالصی به خصوص مواد آهکی باشد، زیرا آهک می‌تواند با سیلیکات سدیم واکنش داشته باشد و اثرات آن را کاهش دهد.

(ج) مانند دیگر فرایندهای ماهیچه‌سازی با گوشه‌دار شدن ماسه و نیز کاهش اندازه ماسه، مقدار مصرف چسب (سیلیکات سدیم) افزایش می‌یابد. به عنوان مثال ماسه با عدد ریزی ۵۵ نیاز به ۳ درصد وزنی سیلیکات سدیم دارد در حالی که ماسه‌ای با عدد ریزی ۸۵، (AFS) ۴/۵ درصد وزنی سیلیکات سدیم نیاز دارد.

۲-۲-۱۶- سیلیکات سدیم : ترکیب اصلی سیلیکات سدیم که به عنوان چسب در روش  $\text{CO}_2$  استفاده می‌شود در فرمول (۱۶-۱) آمده است.



معمولاً مشخصه سیلیکات سدیم به وسیله نسبت وزنی سیلیس به اکسیدسدیم نشان داده می‌شود. پرمصرف‌ترین سیلیکات سدیم

$$\text{در محدوده نسبت‌های وزن بین } \frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{1}{4} \text{ تا } \frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{1/2}{2} \text{ می‌باشد.}$$



۳-۲-۱۶ افزودنی‌ها: به منظور بهبود بخشیدن به خواص مخلوط ماسه و سیلیکات سدیم از مواد افزودنی مختلف استفاده می‌شود. به عنوان نمونه می‌توان خاک رس، اکسید آلومینیم ( $Al_2O_3$ )، ملاس چغندر قند را نام برد.

### ۳-۱۶- ابزار، مواد و تجهیزات لازم

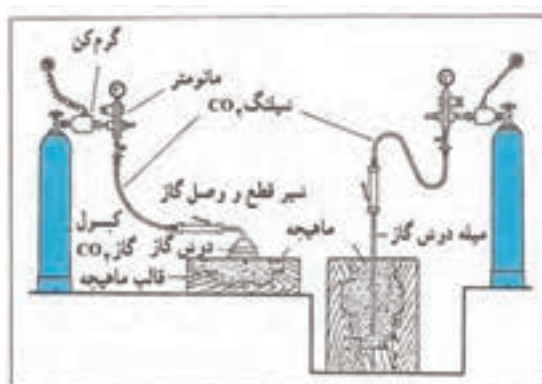
جعبه ماهیچه، گیره دستی، ماسه سیلیسی، سیلیکات سدیم، تجهیزات گازدهی  $CO_2$

### ۴-۱۶- نکات ایمنی و بهداشتی

- هنگام کار کردن با مخلوط ماسه ماهیچه از دستکش مخصوص استفاده کنید.
- هنگام استفاده از مخلوط کن، نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.
- از بردن دست در مخلوط کن، حتی هنگام خاموش بودن آن، خودداری نمایید.

### ۵-۱۶- مراحل انجام کار

- ماسه سیلیسی خشک را وزن کرده و در داخل میکسر (مخلوط کن) بریزید.
- چسب سیلیکات سدیم را به مقدار ۴ تا ۶ درصد وزنی به تدریج به ماسه اضافه نمایید.
- مخلوط کن را روشن کنید.
- پس از مخلوط شدن ماسه و چسب، مخلوط کن را خاموش کنید.
- مخلوط ماسه ماهیچه را تخلیه کنید.
- مخلوط ماسه آماده شده را داخل قالب ماهیچه بریزید و قالب‌گیری کنید.
- کانال عبور گاز  $CO_2$  در ماهیچه ایجاد کنید.
- عمل گازدهی به ماهیچه را مطابق شکل ۱-۱۶ انجام دهید.
- پس از سخت شدن، ماهیچه را از قالب ماهیچه خارج کنید.



شکل ۱-۱۶



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- ویژگی‌های روش  $\text{CO}_2$  را توضیح دهید.
  - ۲- مزایا و محدودیت‌های روش  $\text{CO}_2$  را نام ببرید.
  - ۳- در روش  $\text{CO}_2$  از چه نوع چسبی استفاده می‌شود؟ مشخصات و مقدار آن را بنویسید.
  - ۴- روش آماده‌سازی ماسه در فرایند  $\text{CO}_2$  را توضیح دهید.
  - ۵- ابزار و تجهیزات مورد نیاز در روش  $\text{CO}_2$  را نام ببرید.
  - ۶- نکات ایمنی و بهداشتی در هنگام آماده‌سازی ماسه به روش  $\text{CO}_2$  را بنویسید.
  - ۷- در روش  $\text{CO}_2$  از ماسه ..... و چسب ..... استفاده می‌شود.
- الف) طبیعی - سیلیکات سدیم      ب) سیلیسی - سیلیکات سدیم  
ج) سیلیسی - بنتونیت      د) طبیعی - بنتونیت
- ۸- مخلوط ماسه با سیلیکات سدیم اگر بیش از ..... ساعت نگهداری شود به مرور استحکام خود را از دست می‌دهد.

- الف) - ۵      ب) - ۱۰      ج) - ۱۵      د) - ۲۴
- ۹- در سیلیکات سدیم معمولاً مشخصه آن نسبت  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$  کدام است؟
- الف)  $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$       ب)  $1 - \frac{1}{2}$       ج)  $1 - \frac{1}{3}$       د)  $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$
- ۱۰- در مخلوط ماسه با سیلیکات سدیم مقدار حداکثر رطوبت چقدر است؟
- الف) ۸٪      ب) ۵٪      ج) ۲۵٪      د) ۲۵٪

## تمرین عملی

- مدل ماهیچه دار را با استفاده از روش  $\text{CO}_2$  قالب‌گیری و ریخته‌گری نمائید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.

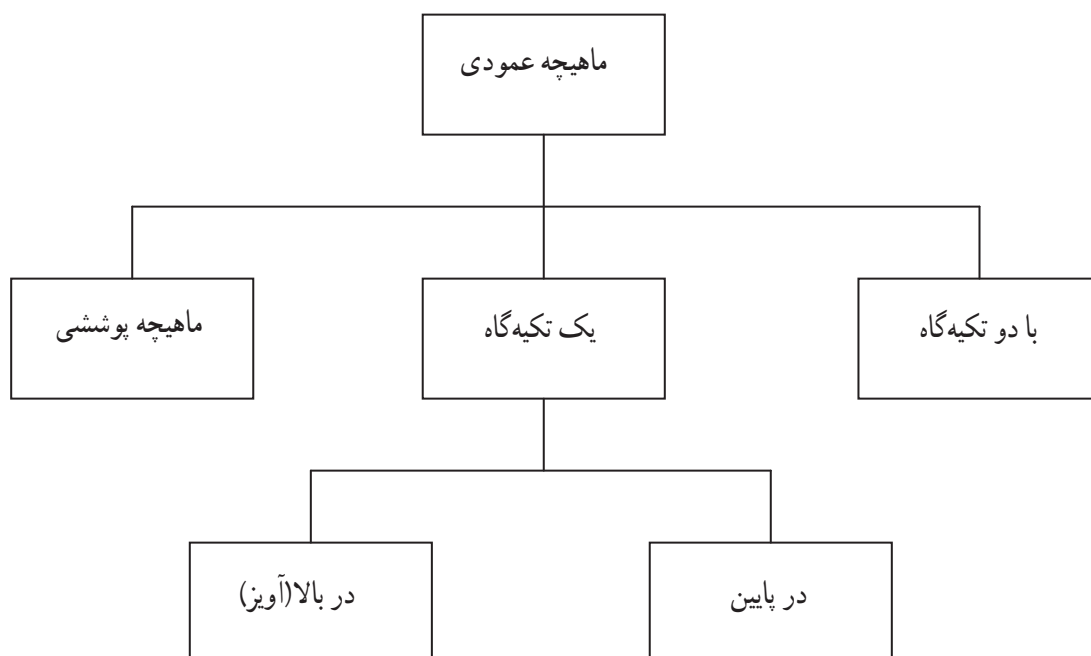




## قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه عمودی با دو تکیه‌گاه

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ماهیچه عمودی را توضیح دهد.
- ۲- انواع ماهیچه عمودی را شرح دهد.
- ۳- قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه عمودی با دو تکیه‌گاه را به طور صحیح انجام دهد.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.



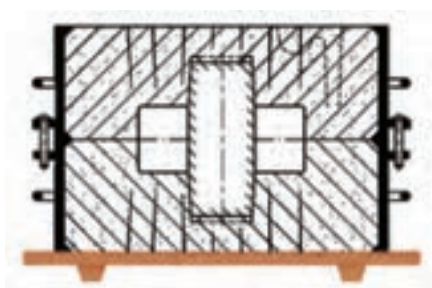


## مقدمه

بعضی قطعات که دارای حفره داخلی می‌باشند. (شکل ۱۷-۱)، مدل آنها طوری قالب‌گیری می‌شود که جهت حفره آنها در قالب به صورت عمود بر سطح جدایش قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه برای ایجاد حفره در آنها از ماهیچه استفاده می‌شود، ماهیچه آنها به صورت عمودی در قالب قرار می‌گیرد که به آن ماهیچه عمودی گفته می‌شود. ماهیچه عمودی به چند حالت وجود دارد که عبارت‌اند از:

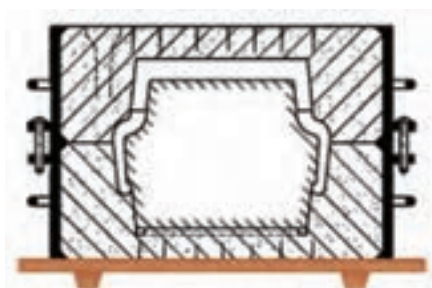


شکل ۱۷-۱



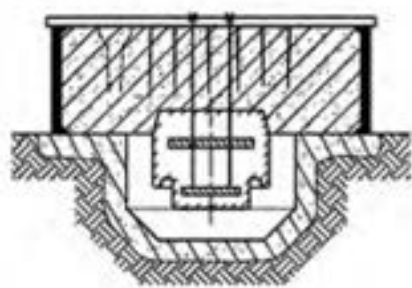
شکل ۱۷-۲

– ماهیچه عمودی با دو تکیه‌گاه که تکیه‌گاه‌های آن در قالب زیرین و رویی قرار می‌گیرد (شکل ۱۷-۲).



شکل ۱۷-۳

– ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در پایین که اصطلاحاً ماهیچه سرتخت نامیده می‌شود و تکیه‌گاه آن در قالب زیرین قرار می‌گیرد (شکل ۱۷-۳).



شکل ۱۷-۴

ماهیچه عمودی با یک تکیه‌گاه در بالا که اصطلاحاً ماهیچه آویز نامیده می‌شود. تکیه‌گاه آن در قالب رویی قرار می‌گیرد و معمولاً با استفاده از قانجاق در قالب رویی مهار می‌شود (شکل ۱۷-۴).



## ۱۷-۱- ابزار و مواد لازم

مدل، قالب ماهیچه، درجه متناسب با مدل، صفحه زیر درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری، مخلوط ماسه ماهیچه (ماسه سیلیسی، چسب سیلیکات سدیم)، مخلوط کن، ابزار گازدهی، پیچ دستی.

## ۱۷-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

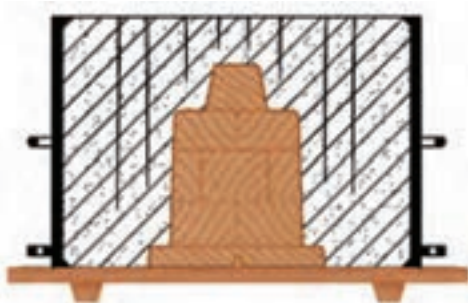
– رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری، ماهیچه سازی و بارریزی الزامی است.

## ۱۷-۳- مراحل انجام کار

– مدلی مطابق شکل ۱۷-۵ را انتخاب کنید.

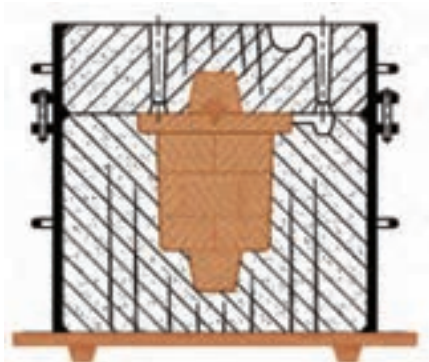


شکل ۱۷-۵



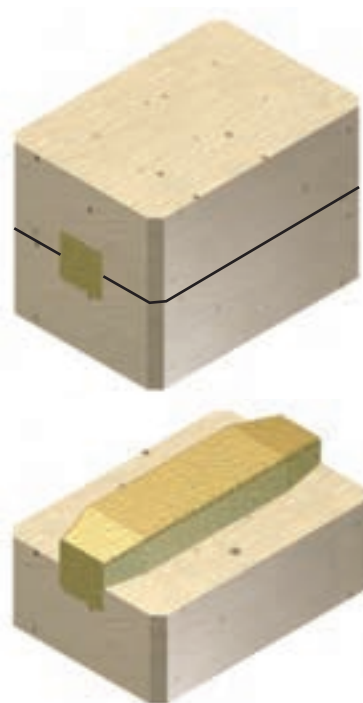
شکل ۱۷-۶

- نیمه اصلی مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۱۷-۶).

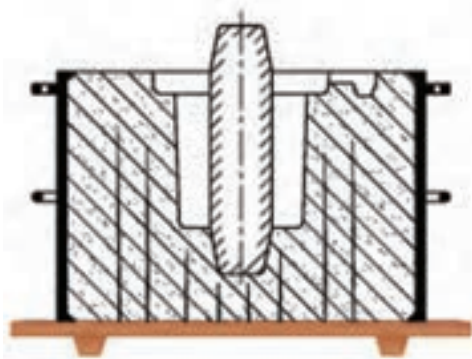


شکل ۱۷-۷

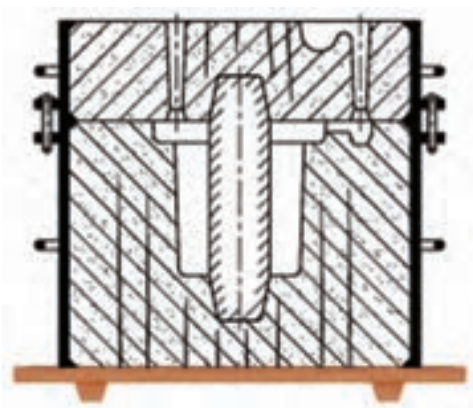
- قالب را همراه صفحه زیر درجه  $18^\circ$  برگردانید.
- نیمه دیگر مدل را روی نیمه اصلی مدل قرار دهید.
- سطح قالب را بودر جدایش بپاشید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- درجه رویی را قالب‌گیری کنید.
- حوضچه بارریز و کانال خروج گاز را ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را خارج کنید (شکل ۱۷-۷).



شکل ۸-۱۷- قالبگیری ماهیچه (نیمی از ماهیچه)



شکل ۹-۱۷



شکل ۱۰-۱۷

– ماهیچه سازی را با روش  $CO_2$  به ترتیب زیر انجام دهید.

- با استفاده از مخلوط کن ماسه سیلیسی را همراه با ۴ تا ۶ درصد چسب سیلیکات سدیم مخلوط کنید.
- مخلوط ماسه ماهیچه را داخل جعبه ماهیچه بریزید و کاملاً متراکم کنید.
- داخل ماهیچه ، کانال عبور گاز ایجاد کنید.
- به ماهیچه ، گاز  $CO_2$  بدمید.
- پس از سخت شدن ، ماهیچه را از داخل جعبه ماهیچه خارج کنید (شکل ۸-۱۷).

- قالب رویی را بلند کرده و  $18^\circ$  درجه برگردانید و سپس در محل مناسب قرار دهید.
- حوضچه پای راهگاه و راهبار را در قالب زیرین با استفاده از ابزار قالب گیری ایجاد کنید.
- با استفاده از مدل درآور، دو نیمه مدل را از دو نیمه قالب خارج کنید.
- ماهیچه را مطابق شکل ۹-۱۷ در محفظه قالب زیرین قرار دهید.

- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- قالب آماده بارریزی است (شکل ۱۰-۱۷).



**تذکر:** هنگام قرار دادن قالب رویی دقت شود تا ریشه ماهیچه به قالب آسیبی نرساند.

– قالب آماده را بارریزی کنید.

– قطعه ریخته شده با سیستم راهگاهی در شکل ۱۱-۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۱۷

**توجه:** کنترلر به منظور اطمینان از پرسدن قالب و خروج کامل گازها از قالب می‌باشد.

## ؟؟؟ پرسشی

- ۱- در چه نوع قطعاتی از ماهیچه عمودی استفاده می‌شود؟
- ۲- انواع ماهیچه‌های عمودی را نام ببرید.
- ۳- در قالب‌گیری مدل با ماهیچه عمودی چه نکاتی باید رعایت شود؟
- ۴- مقدار درصد چسب در روش  $CO_2$  به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۵- ماهیچه عمودی ممکن است دارای ..... باشد.
- الف) دو تکیه‌گاه
- ب) یک تکیه‌گاه در پایین
- ج) یک تکیه‌گاه در بالا
- د) هر سه مورد
- ۶- در ماهیچه آویز جهت استقرار آن از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- الف) قانچاق
- ب) چپلت
- ج) پل
- د) ریشه ماهیچه
- ۷- مقدار چسب سیلیکات سدیم در روش  $CO_2$  چند درصد است؟
- الف) ۴-۶
- ب) ۱-۵
- ج) ۲-۴
- د) ۳
- ۸- گاز  $CO_2$  موجب سخت شدن کدام چسب در ماسه می‌شود؟
- الف) سیلیکات سدیم
- ب) بنتونیت
- ج) ماس چغندر
- د) فنل فرم‌آلدئید

## تمرین عملی

- مدلی با ماهیچه عمودی با دو تکیه‌گاه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمائید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## عیوب قطعات ریختگی (۱)

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- منشأ بروز جوشیدن، آخال و مک را توضیح دهد.
- ۲- روش‌های جلوگیری از عیوب را توضیح دهد.
- ۳- مذاب ریزی دو نوع قالب با درجه حرارت‌های متفاوت را به‌طور صحیح انجام دهد.
- ۴- عیوب دو قطعه ریخته شده را بررسی کند.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

قطعات ریختگی مانند سایر قطعه‌های تولید شده از فرایندهای متالورژیکی، در شرایط معمولی شامل نارسایی‌ها و نواقصی هستند که در بسیاری موارد باعث مردود شناخته شدن قطعه گردیده و در نتیجه، تولید کاهش می‌یابد. عیوب قطعات ریختگی از مشکلات اصلی کارگاه‌ها و کارخانه‌های ریخته‌گری بوده و هر ریخته‌گر به تناوب با یک یا چند عیب مشترک روبه‌رو است. بدیهی است اصطلاح عیوب ریختگی و یا عیوب ریخته‌گری قطعات اختصاص به شرایط فنی و علمی داشته و عیوب حاصل از حوادث و سوانح و یا عملیات پیش‌بینی نشده نظیر قطع برق، خراب شدن دستگاه و غیره را شامل نمی‌شود.

یک عیب ممکن است مستقیماً از یک اشکال و یا نارسایی مشخص حاصل شود که بررسی آن بسیار ساده خواهد بود ولی اغلب یک عیب به تنهایی می‌تواند از چندین منشأ مختلف ایجاد گردد که تجزیه و تحلیل و تشخیص منشأ بروز آن عیب به مطالعات و تجربیات بیشتری نیازمند است.

### ۱-۱۸- دسته بندی عیوب ریختگی

اغلب قطعات ریختگی، مستقیماً بعد از ریخته‌گری مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. معمولاً فرایندهایی از قبیل تراشکاری، شکل دادن و عملیات حرارتی، بر روی قطعه ریختگی انجام می‌شود، بنابراین قطعات معیوب، باید در هر قسمت تولید و یا در پایان هر فرایند، به‌طور دقیق کنترل شوند تا از انجام هزینه اضافی بر روی آنها اجتناب شود.

در حالت کلی عیوب را به سه دسته تقسیم می‌کنند :

الف) عیوب قابل تشخیص در سطح قطعه ریختگی (عیوب ظاهری)





ب) عیوبی که در زیر سطح قطعه قرار داشته و پس از تراشکاری یا مقطع زدن ظاهر می‌شوند.

ج) عیوبی که تحت شرایط مکانیکی و کاربردی ایجاد می‌گردند.

در این کتاب بیشتر به عیوب قطعات ریختگی در ماسه اکثفا می‌شود و در هر مرحله سعی می‌گردد با توضیحات اضافی خصوصیات هر یک مطرح گردد.

**سوسه و مک (جوشیدن):** این عیوب معمولاً در اثر جوشیدن مواد قابل تبخیر موجود در قالب (نظیر آب)، هنگام بارریزی ایجاد می‌گردد. همچنین انبساط هوای قالب و گازهای وارد شده در هنگام بارریزی منشأ دیگری برای بروز این عیوب هستند. چنانچه قالب قابلیت نفوذ گاز کمی داشته باشد و یا آن که کانال خروج هوا به اندازه کافی در آن تعبیه نشده باشد، گازهای حاصل از بخار آب و سایر منابع، فرصت خروج نیافته و در نتیجه در حرکت مذاب وقفه ایجاد می‌کنند. این پدیده باعث می‌گردد که قسمت‌هایی از قالب پرنشده و فشار گازهای متراکم در قالب مانع از رسیدن مذاب به تمام قسمت‌ها شود.

سوسه‌ها معمولاً در رو و زیر سطح قطعه تشکیل می‌گردند و منشأ اصلی آنها رطوبت و چسب ماهیچه است. استفاده از پل (چپلت) که ممکن است حاوی رطوبت نیز باشند، جوشیدن مذاب و تولید مک (سوسه) را تشدید می‌کند (شکل ۱-۱۸).



شکل ۱-۱۸- مک و سوسه

— روش‌های جلوگیری از مک یا سوسه: تنظیم مقدار رطوبت ماسه، تعبیه کانال برای خروج گاز در قالب و ماهیچه‌ها، استفاده از چپلت‌های تمیز و خشک، کنترل کامل بر مواد قابل تبخیر در ماسه و ماهیچه، کنترل و دقت در بارریزی، جلوگیری از تلاطم





مذاب و محبوس شدن هوای قالب، کنترل مقدار کوبش ماسه در قالب و ماهیچه.

— کشیدگی (حفره انقباضی): اغلب آلیاژها در هنگام انجماد و تبدیل از مذاب به جامد با کاهش حجم روبه رو هستند. برحسب شرایط انجماد و حصول انجماد جهت دارو یا همه جانبه و همچنین برحسب نوع آلیاژ، کاهش حجم ناشی از انقباض به دو صورت پراکنده و متمرکز در قطعه ریخته شده مشاهده می شود. کشیدگی متمرکز عموماً در سطح قطعه و یا در زیر سطح تشکیل می شود در حالی که کشیدگی های پراکنده به صورت مک و تخلخل در قسمت های داخلی قطعه پراکنده هستند. وجود حفره های انقباضی باعث تضعیف خواص مکانیکی قطعه می گردد (شکل ۲-۱۸).



شکل ۲-۱۸— کشیدگی و حفره های انقباضی

— نیامد «اتصال سرد»، «سرد جوش»: این عیوب از کافی نبودن سیالیت مذاب و کلیه عوامل مؤثر بر کاهش جریان مذاب در پر کردن قالب حاصل می گردد. پایین بودن سیالیت و انجماد زود هنگام مذاب سبب بروز اشکالات زیر می گردد:

۱— قالب کاملاً پر نشود. (نیامد Misrun)



- ۲- قالب پر شده ولی جریان مذاب از دو راهبار به هم آمیخته نمی‌شود: «سردجوش Cold shut»
- ۳- ظاهراً قطعه کاملاً پر شده و چسبیدگی نیز حاصل شده است ولی از نظر داخلی اتصال کامل نیست و یا آن که گوشه‌ها و لبه‌های فوقانی و یا حتی سطح فوقانی به صورت آزاد منجمد شده است «لب گرد cold lip».
- درجه حرارت مذاب مهم‌ترین عامل نیامد محسوب می‌شود، طراحی ناصحیح سیستم راهگاهی و عدم توجه به تعداد راهبارها، وجود آخال و مواد اکسیدی دیگر، سرد بودن قالب و افزایش زمان بارریزی نیز از عوامل مؤثر دیگر در بروز این عیب محسوب می‌شود (شکل ۱۸-۳).



شکل ۱۸-۳ - نیامد و سردجوشی

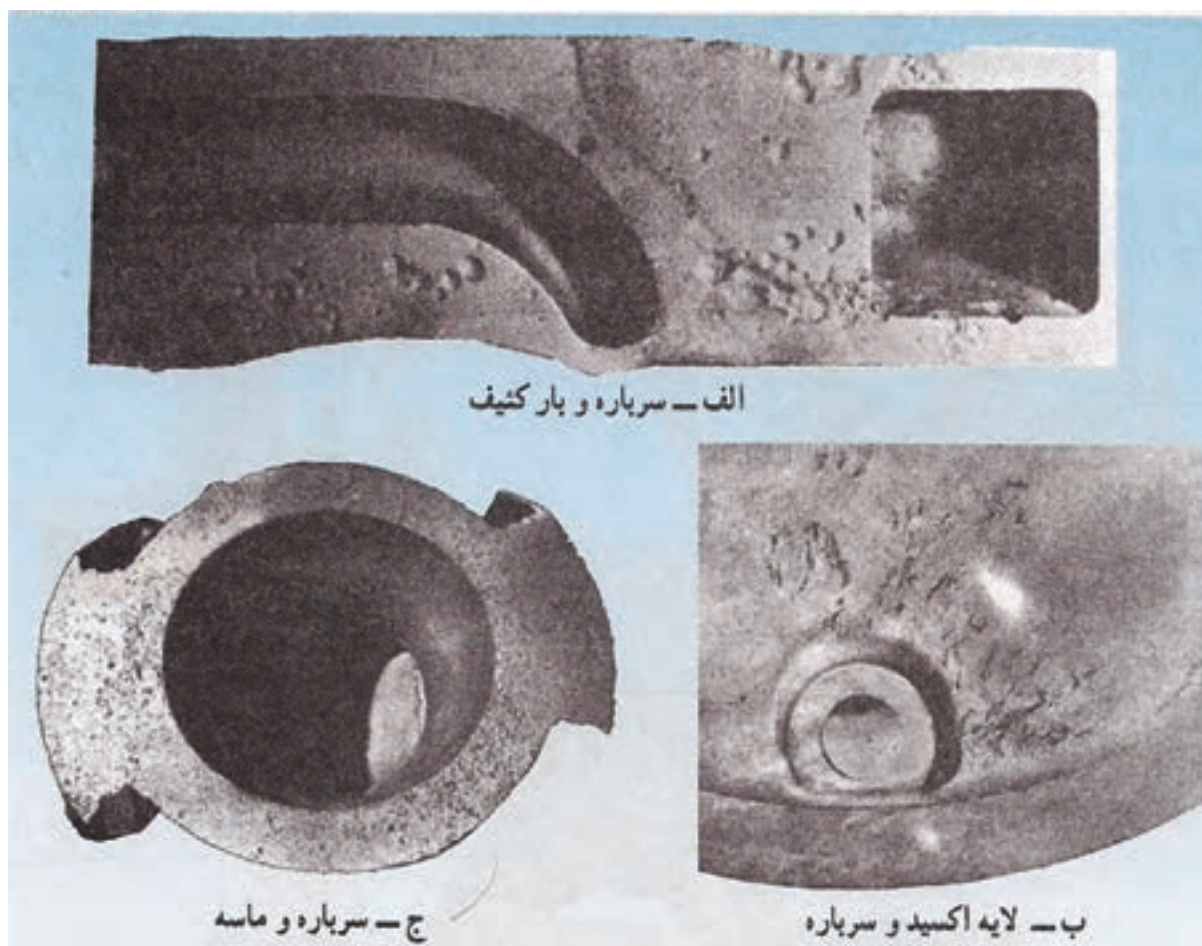


– آخال (سرباره، ماسه و سایر مواد ناخواسته): آخال به طور کلی هر نوع ماده غیرفلزی است که در شکل‌ها و حالت‌های مختلف درون قطعه ریختگی حضور می‌یابد. از نظر کلی وجود آخال در قطعه ریختگی را در دو حالت بررسی می‌کنند.

۱– آخال‌های داخلی (ترکیبی): این آخال‌ها در جریان ذوب و آلیاژسازی به دلیل ترکیب عناصر آلیاژی با هوا، یا مواد گاز زدا و غیره حاصل شده و بیشتر ترکیبات اکسیدی و سیلیکاتی هستند.

۲– آخال‌های خارجی: این آخال‌ها از کثیف بودن شارژ و آغشته بودن آنها به ماسه، شکسته شدن بوتنه، مواد نسوز و یا ماسه شوری در قالب و کنده شدن پوشش قالب حاصل می‌شوند (شکل ۴-۱۸).

آخال‌های اکسیدی خود به دو صورت ورقه‌ای و یا ذره‌ای در قطعه ریختگی ایجاد می‌شود.



شکل ۴-۱۸ – سه مورد از آخال‌های موجود در قطعات ریختگی





— تخلخل، مک گازی: تخلخل و مک گازی عیبی است عمومی که در اکثر فلزات ریختگی نظیر فولاد، آلومینیم، مس، منیزیم و آلیاژهای آنها مشاهده می‌شود. علت اصلی به وجود آمدن آن خروج گازهای محلول در مذاب و تشکیل ترکیبات گازی در اثر واکنش‌های موجود در مذاب می‌باشد.

انواع گازها به خصوص هیدروژن در مذاب فلزات و آلیاژها حل می‌شوند که پس از بارریزی و پرشدن قالب، در زمان انجماد آلیاژ با کاهش درجه حرارت، حلالیت گاز در فلز جامد شدیداً کاهش یافته و از آن خارج می‌شوند. چون امکان خروج تمام یا قسمتی از گازها وجود ندارد، حباب‌های تشکیل شده در داخل قطعه محبوس و در نتیجه مک گازی و تخلخل ایجاد می‌شود که برحسب نوع آلیاژ و شرایط سرد شدن متفاوت، ممکن است به صورت ریزمک ظاهر شوند. مک‌های درشت نیز به سهولت بعد از تراشکاری مشاهده می‌شوند (شکل ۵-۱۸).

اگر تمام شرایط مساوی و مشابه باشند، افزایش درجه حرارت بارریزی در ایجاد مک‌های گازی بسیار مؤثر است.



شکل ۵-۱۸ - مک‌های گازی ناشی از ذوب غلط و عدم گاز زدایی



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- در حالت کلی عیوب قطعات ریختگی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.
  - ۲- منشأ بروز سوسه و مک در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
  - ۳- منشأ بروز کشیدگی در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
  - ۴- منشأ بروز نیامد در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
  - ۵- منشأ بروز آخال در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
  - ۶- منشأ بروز تخلخل و مک گازی در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
  - ۷- مهم‌ترین عامل نیامد کردن کدام است؟
- الف) درجه حرارت مذاب      ب) مواد قالب      ج) نحوه بارریزی مذاب      د) سیستم راهگاهی
- ۸- برای جلوگیری از بروز مک (سوسه) در قطعه باید مقدار ..... ماسه را تنظیم و ..... ایجاد کرد.
- ۹- کدام یک از عیوب زیر در ارتباط با نحوه انجماد مذاب به وجود می‌آید؟
- الف) کشیدگی      ب) سوسه      ج) آخال‌های داخلی      د) سردجوش
- ۱۰- منشأ اصلی عیب جوش و مک کدام یک از عوامل زیر می‌باشد؟
- الف) استحکام تریش از حد قالب      ب) رطوبت و چسب ماهیچه
- ج) استحکام تر کم قالب      د) قابلیت نفوذ گاز زیاد ماسه

## تمرین عملی

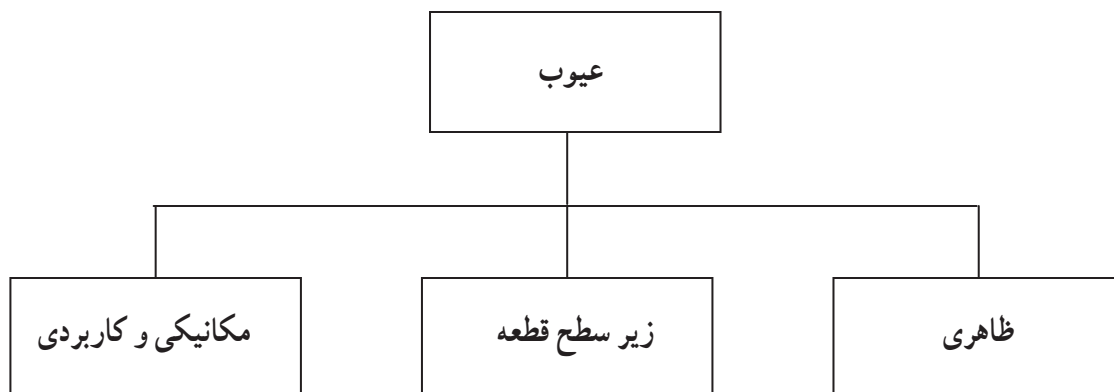
- مدلی را در ماسه با رطوبت و بدون رطوبت قالب‌گیری و بارریزی و دو قطعه را از لحاظ عیوب احتمالی بررسی نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## عیوب قطعات ریختگی (۲)

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- عیوب حاصل از ماسه را به طور کامل توضیح دهد.
- ۲- عیوب حاصل از درجه‌ها، را به طور کامل توضیح دهد.
- ۳- عیوب حاصل از ساخت مدل یا قالب درجه‌ها را به طور کامل توضیح دهد.
- ۴- عیوب حاصل از ریختن مواد مذاب را به طور کامل توضیح دهد.
- ۵- روش‌های برطرف کردن عیوب را توضیح دهد.
- ۶- دو قالب یکی در حالتی که دو نیمه مدل نسبت به هم جابه‌جا شده و دیگری در حالتی که کوبش به اندازه کافی انجام نشده را به طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۷- ریخته‌گری دو قالب بالا را به طور صحیح انجام دهد.
- ۸- عیوب قطعات ریخته شده را بررسی کند.
- ۹- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کند.





## مقدمه

در جلسه قبل تعدادی از عیوب قطعات ریختگی توضیح داده شد. در این جلسه باقیمانده عیوب بررسی می‌شود.

### ۱-۱۹- دسته‌بندی عیوب ریختگی

— ماسه شوری، ماسه ریزی، ماسه انداختن: این عیوب از ریزش، خرد شدن و کنده شدن ماسه قالب یا ماهیچه و همچنین وجود ماسه آزاد و غیرفشرده در راهگاه بارریز، راهبار و راهباره و یا در گوشه‌ها و زوایای قطعه ریختگی حاصل می‌شود (شکل ۱-۱۹).



شکل ۱-۱۹- چند عیب از ماسه





— ماسه شوری : ماسه شوری در سطوح فوقانی و یا دیواره‌ها، سطح قطعه را ناهموار کرده و سبب جمع شدن فلز اضافی در آن می‌شود. این پدیده تحت عنوان زخمه نامیده می‌شود این عیوب را با استحکام بیشتر ماسه می‌توان برطرف کرد.

— ماسه انداختن : ماسه انداختن با کنده شدن قسمتی از قالب و ریختن آن به کف قالب همراه است. این پدیده اغلب در ماهیچه‌های آویز حاصل می‌شود و به وسیله آرماتور و قانجاق می‌توان از بروز آن جلوگیری نمود.

— ماسه ریزی : ماسه ریز شدن، ذرات ماسه است که به صورت پراکنده سطح قطعه ریختگی را با حضور دانه‌های ماسه ناهموار می‌سازد.

— ماسه سوزی : در مواردی که درجه حرارت مذاب نسبت به نقطه زینتر (تف جوشی) ماسه بالا باشد و همچنین زمان انجماد قطعه طولانی و افت درجه حرارت آن به آهستگی انجام گیرد (در قطعات ضخیم)، ماسه دیواره قالب خمیری شده و سطح ناهموار شیشه‌ای مانندی در قطعه ریختگی ایجاد می‌نماید (شکل ۲-۱۹).



شکل ۲-۱۹ — ماسه سوزی



روش‌های جلوگیری : با استفاده از ماسه قالب و ماهیچه با درجه نسوز خوب و پوشش دادن قالب این عیب برطرف می‌گردد.

— پلیسه : پلیسه، تکه نازک و زائد فلزی است که معمولاً در محل خط جدایش قالب - ماهیچه و تکیه‌گاه ماهیچه ایجاد می‌شود. دلایل عمده تشکیل پلیسه عبارتند از : خوب جفت نشدن درجه‌ها، نبود اتصال کامل قطعات ماهیچه، منطبق نبودن تکیه‌گاه مدل با ریشه ماهیچه و به عبارت دیگر کوچک بودن ریشه ماهیچه نسبت به تکیه‌گاه ماهیچه. در بعضی مواقع شکستگی و ترک قالب یا ماهیچه نیز شرایط تشکیل پلیسه را ایجاد می‌کند (شکل ۳-۱۹).

این عیب با دقت در جفت کردن قالب و ساخت قالب ماهیچه‌ها و غیره برطرف می‌گردد.

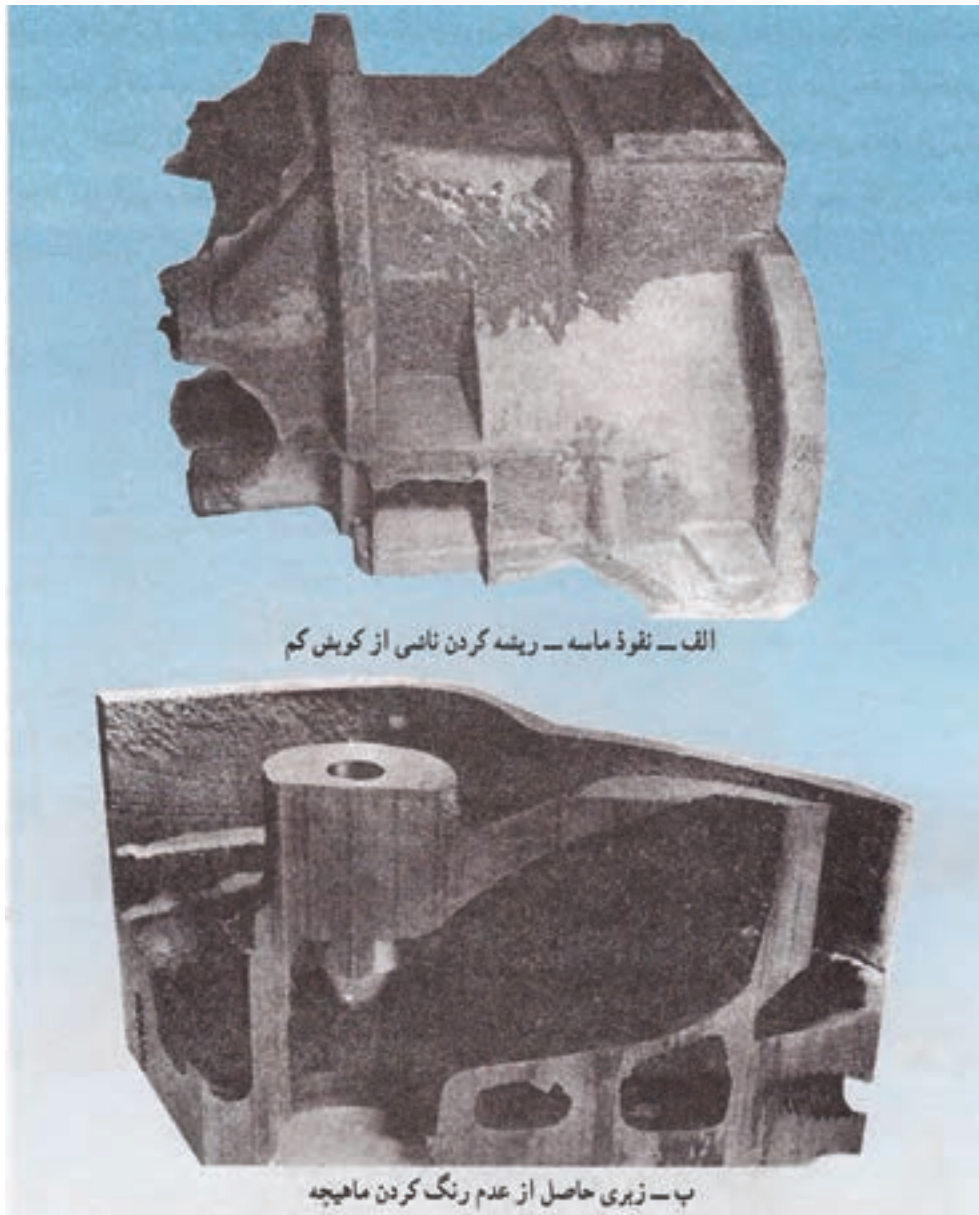


شکل ۳-۱۹- پلیسه

— زبری، نفوذ ماسه، ریشه کردن : این عیب سطحی است و هنگامی حاصل می‌شود که ذرات ماسه درشت بوده و فلز مذاب فضای بین ذرات ماسه را پر می‌کند (شکل ۴-۱۹).



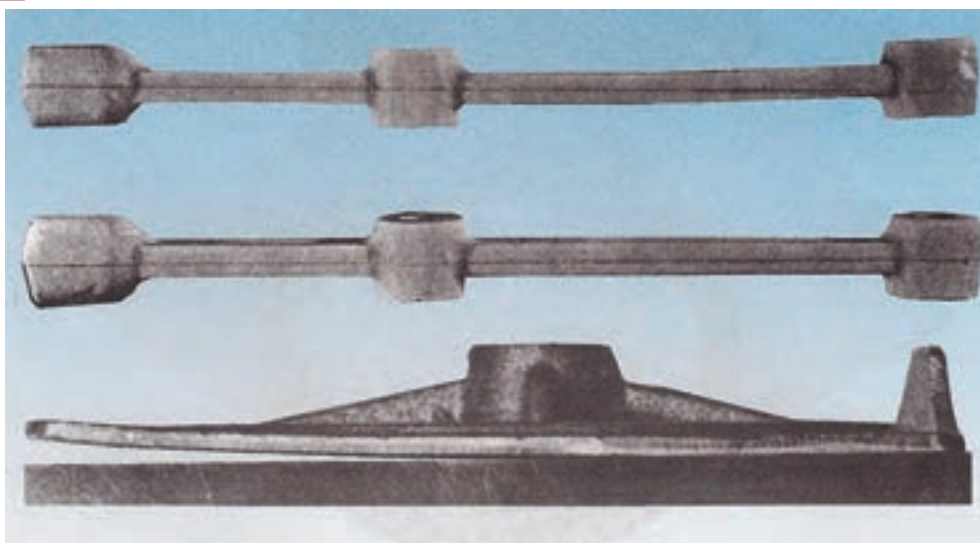
این عیب با استفاده از ماسه نرم‌تر، با قابلیت نفوذ کمتر و پوشش دادن قالب برطرف می‌گردد.



شکل ۴-۱۹- زبری - نفوذ ماسه

— پیچیدگی، تاب برداشتن : انحراف قطعه ریختگی نسبت به نقشه اصلی را که عموماً با تغییر زوایا و یا تاب برداشتن سطح همراه است، پیچیدگی می‌نامند. علت اصلی این عیب را باید در طراحی مدل یا قالب جستجو نمود. ولی خارج کردن سریع قطعه از داخل قالب و عدم استحکام قالب به خصوص در مورد قطعات با ضخامت کم نیز از عوامل اصلی بروز این عیب محسوب می‌شوند (شکل ۵-۱۹).





شکل ۱۹-۵- پیچیدگی قطعه ریختگی حاصل از طراحی غلط

— خرد شدگی (در قالب): در مواردی که درجه رویی دقیق جفت نشود، باعث می‌گردد قسمت‌هایی از قالب ماسه‌ای خرد شده و تغییر شکل دهد. این پدیده به خصوص در ماهیچه‌گذاری، چپ‌گذاری و جفت کردن قالب‌های ماهیچه‌دار حائز اهمیت است. در بعضی موارد ناهمواری سطح زیرین نیز باعث این عیب می‌گردد (شکل ۱۹-۶).

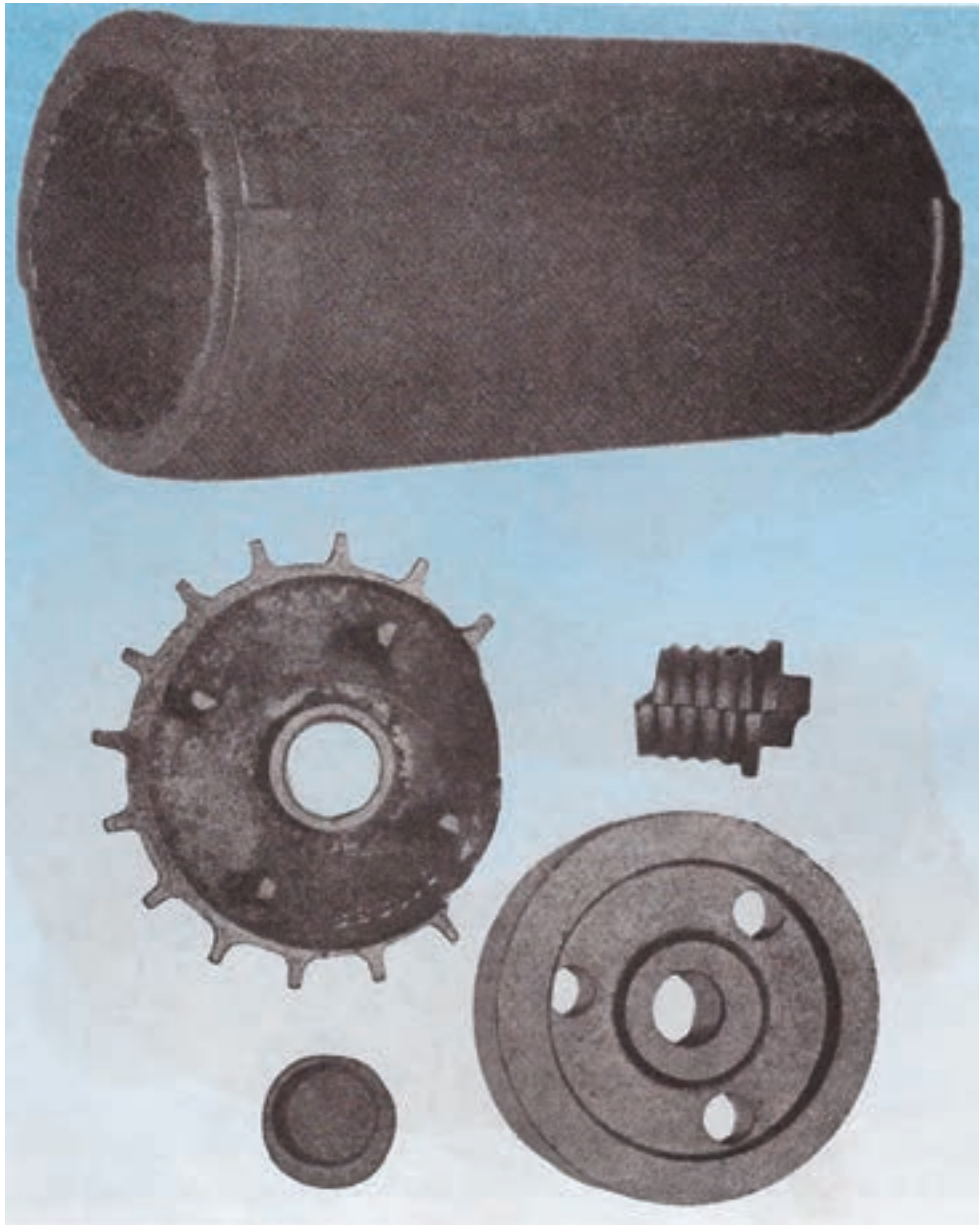


شکل ۱۹-۶- خرد شدگی

— تکان خوردن: تکان خوردن پدیده‌ای است که از درست جفت نشدن درجه‌ها، لقی بین‌ها و از ساخت غلط قطعات مدل و یا



پین گذاری ناصحیح ایجاد می شود. تکان خوردگی معمولاً در مواردی که ماهیچه وجود دارد بیشتر دیده می شود. در این حالت ریشه ماهیچه از ماهیچه کوچک تر بوده و در جریان ماهیچه گذاری و یا بارریزی، ماهیچه ها از محل خود جابه جا می شوند (شکل ۷-۱۹).



شکل ۷-۱۹- چند نمونه از تکان خوردن قالب و ماهیچه

— بلند شدن : در مواردی که تکیه گاه ها و پل های تعبیه شده نتوانند نیروهای ایستایی فلز را تحمل کنند، در اثر فشار مذاب، ماهیچه ها کمی از جای خود بلند شده و در نتیجه صحت ابعاد و شکل قطعه ریختگی را از بین می برند.

عوامل اصلی در ایجاد این عیب عبارتند از : ساخت غلط مدل و جعبه ماهیچه (قالب و ماهیچه)، انطباق نادرست تکیه گاه مدل و ریشه ماهیچه. جریان نامنظم و متلاطم مذاب، قانجاق گذاری نادرست و سایر عملیات قالب گیری (شکل ۸-۱۹).



شکل ۸-۱۹- بلند شدن ماهیچه

— بیرون زدن : بیرون زدن مذاب از سطح جدایش دو لنگه درجه و یا نیمه قالب به دو صورت تقسیم می‌شود.  
الف) بیرون زدن مذاب در هنگام بارریزی  
ب) بیرون زدن مذاب پس از اتمام بارریزی  
عوامل اصلی ایجاد این عیب درست جفت نکردن درجه‌ها و کمبود استحکام ماسه قالب می‌باشد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- منشأ بروز ماسه شوری، ماسه ریزی، ماسه انداختن چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۲- منشأ بروز پلیسه در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۳- منشأ بروز زبری، نفوذ ماسه، ریشه کردن در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۴- منشأ بروز پیچیدگی در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۵- منشأ بروز خردشدگی در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۶- منشأ بروز تکان خوردن در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۷- منشأ بروز بلند شدن در قطعات ریختگی چیست و چگونه از بروز آن جلوگیری می‌شود؟
- ۸- استفاده از ماسه با دانه بندی درشت و قابلیت نفوذ بالا موجب بروز کدام عیب می‌شود؟  
الف) ماسه سوزی      ب) ماسه ریزی      ج) ریشه کردن      د) پلیسه
- ۹- کدام یک از عوامل زیر موجب بروز عیب پلیسه در قطعه ریختگی می‌شود؟  
الف) قطع و وصل کردن بار مذاب در هنگام بارریزی  
ب) عدم استفاده از سیستم راهگاهی صحیح  
ج) خوب جفت نشدن درجه‌ها  
د) استفاده از ماسه قالب با نقطه زینتر پائین
- ۱۰- در صورتی که تکیه‌گاه‌های ماهیچه نتواند نیروهای فلز ایستایی را تحمل نماید، احتمال به وجود آمدن عیب ..... وجود دارد.
- ۱۱- کدام یک از اقدامات زیر از بروز عیب ماسه سوزی جلوگیری می‌نماید؟  
الف) استفاده از ماسه گران قیمت      ب) پوشش دادن قالب  
ج) افزایش میزان کوبش      د) خشک کردن ماسه

## تمرین عملی

- قطعات ریخته شده را از لحاظ عیوب با قطعات مشابه بررسی و علت را بیان کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.





## جلسه ۲۰

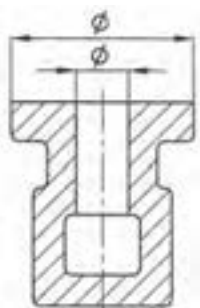
### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

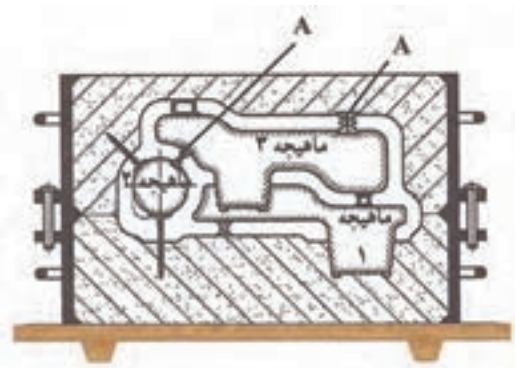
- ۱- چپلت (پل) را توضیح دهد.
- ۲- قالب‌گیری مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت را به‌طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۳- قالب‌گیری مدل ماهیچه دار با استفاده از چپلت را به‌طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

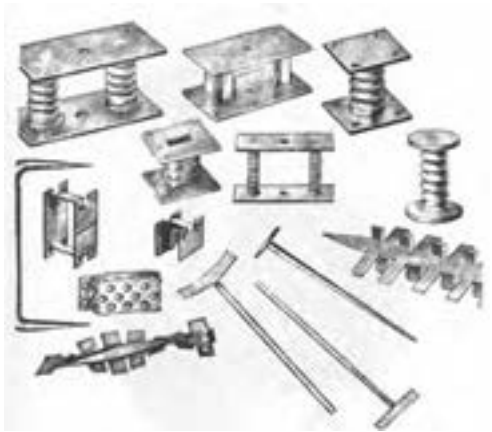
بعضی از قطعات دارای سوراخ (شکاف) راه بدر نیستند مانند شکل ۱-۲۰ و باید به‌طور افقی قالب‌گیری شوند، برای این منظور ماهیچه افقی با یک تکیه‌گاه استفاده می‌شود. در این حالت اگر ماهیچه دارای تکیه‌گاه کافی برای استقرار در محفظه قالب نباشد و یا فاقد تکیه‌گاه باشد در این گونه موارد هنگام ماهیچه‌گذاری در محفظه قالب جهت استقرار ماهیچه و یا جلوگیری از بلند شدن آن هنگام مذاب ریزی از وسایلی به نام چپلت (پل) استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۰).



شکل ۱-۲۰



شکل ۲-۲۰



شکل ۳-۲۰

اندازه چپلت متناسب با اندازه ماهیچه و ضخامت قطعه است و جنس آن با جنس آلیاژ ریختگی مشابه و نزدیک است تا در درجه حرارت مذاب ذوب شده و یکپارچگی قطعه را تضمین نماید. شکل ۳-۲۰ چند نوع چپلت را نشان می‌دهد.

### ۱-۲۰ ابزار و مواد لازم

مدل، جعبه ماهیچه، درجه متناسب با مدل، چپلت، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه زیر درجه، مشعل گاز و ماسه چراغی.

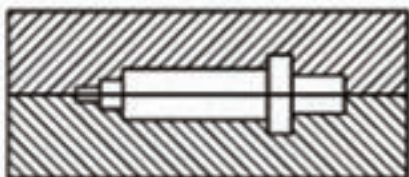
### ۲-۲۰ نکات ایمنی و بهداشتی

– رعایت نکات ایمنی هنگام قالب‌گیری، ماهیچه سازی و بارریزی الزامی است.

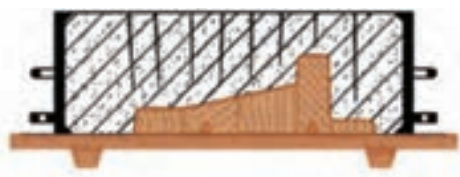
### ۳-۲۰ مراحل انجام کار

– مدل دو تکه و جعبه ماهیچه متناسب با آن را مطابق شکل

۴-۲۰ انتخاب کنید.

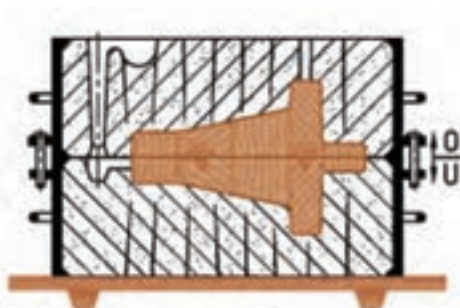


شکل ۴-۲۰



شکل ۲۰-۵

– نیمه زیرین مدل را در درجه زیرین قالب‌گیری نمایید (شکل ۲۰-۵).



شکل ۲۰-۶

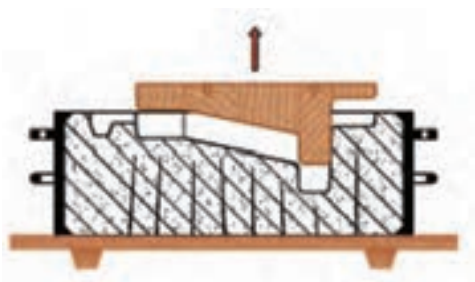
– نیمه زیرین قالب را همراه با صفحه زیر درجه  $18^\circ$  برگردانید.

- سطح قالب را پودر جدايش بپاشيد.
- نیمه رویی مدل را روی نیمه زیرین قرار دهید.
- درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- درجه رویی را قالب‌گیری کنید.
- حوضچه بارریزی و کانال عبور گاز ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را خارج کنید (شکل ۲۰-۶).



شکل ۲۰-۷

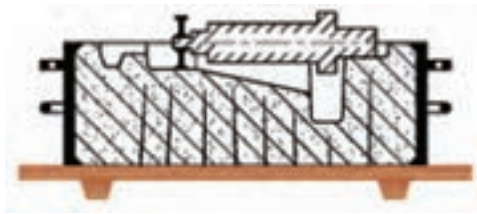
– با استفاده از روش‌های باکس (جعبه گرم) با ماسه چراغی، ماهیچه مربوطه را تهیه کنید. شکل ۲۰-۷ ماهیچه آماده را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰-۸

– قالب رویی را با دقت بردارید و در محل مناسب قرار دهید.

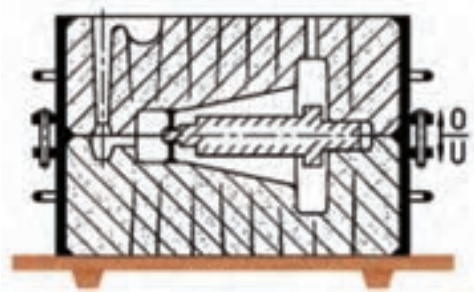
- مدل را از قالب رویی خارج کنید.
- حوضچه پای راهگاه و راهبار را روی قالب زیرین ایجاد کنید.
- مدل را از قالب زیرین خارج کنید (شکل ۲۰-۸).



شکل ۹-۲۰

– یک عدد چپلت مناسب را در قالب زیرین در محل خود قرار دهید.

– ماهیچه آماده شده را در محل خود در قالب قرار دهید.  
– یک عدد چپلت دیگر به اندازه چپلت زیرین روی ماهیچه قرار دهید تا از بلند شدن ماهیچه هنگام بارریزی جلوگیری کند (شکل ۹-۲۰).



شکل ۱۰-۲۰

– قالب رویی را با دقت روی قالب زیرین قرار دهید، به صورتی که چپلت از محل خود خارج نشود.  
– قالب آماده بارریزی است (شکل ۱۰-۲۰).



شکل ۱۱-۲۰

– قالب آماده را بارریزی نمایید.  
شکل ۱۱-۲۰ قطعه ریخته شده همراه با سیستم راهگای را نشان می‌دهد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- چپلت چیست؟ کاربرد آن را در قالب‌گیری بنویسید.
- ۲- اندازه و جنس چپلت بر چه اساسی انتخاب می‌شود؟
- ۳- چه نوع ماهیچه‌هایی نیاز به چپلت دارند؟
- ۴- اگر اندازه چپلت متناسب با ماهیچه نباشد چه مشکلی در هنگام جاگذاری ماهیچه ایجاد خواهد شد؟
- ۵- برای استقرار ماهیچه و یا جلوگیری از بلند شدن آن در هنگام بارریزی از ..... استفاده می‌شود.
- ۶- ارتفاع چپلت برابر است با ..... قطعه.

## تمرین عملی

- مدل مشابه را بدون استفاده از چپلت قالب‌گیری و بارریزی نمایید و با قطعه قبلی مقایسه کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۲۱

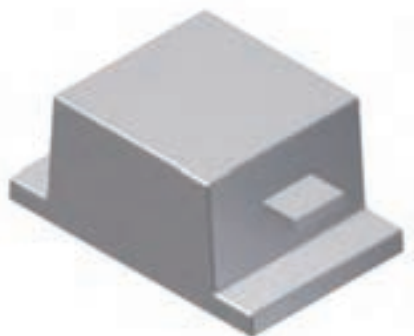
### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با قطعات آزاد

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

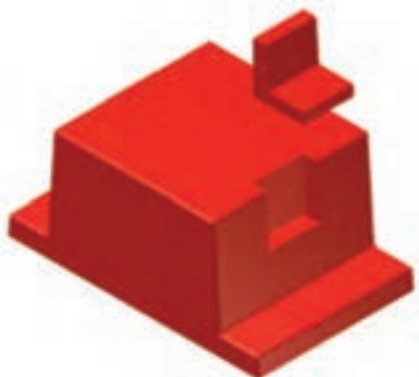
- ۱- کاربرد مدل با قطعه آزاد را توضیح دهد.
- ۲- مدل با قطعه آزاد را به‌طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۳- مدل با قطعه آزاد را به‌طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۴- از دستورالعمل ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

ساختمان بعضی از مدل‌ها دارای زوائد و برآمدگی‌هایی است که قالب‌گیری آنها به صورت یک تکه امکان پذیر نیست (شکل ۱-۲۱).



شکل ۱-۲۱



شکل ۲-۲۱

در این صورت این گونه قسمت‌ها به صورت قطعه آزاد روی مدل تعبیه می‌شوند به طوری که هنگام خارج نمودن از ماسه، ابتدا قسمت اصلی مدل خارج می‌شود درحالی که قطعه‌های آزاد هنوز در ماسه قرار دارند. سپس قطعه‌های آزاد را به وسیله ابزار مخصوص خارج می‌سازند. قطعات آزاد به وسیله اتصال جدا شدنی مانند کشویی، میخ سرکج و غیره به بدنه اصلی متصل می‌گردند (شکل ۲-۲۱).



## ۲۱-۱- ابزار و وسایل لازم

مدل، درجه مناسب، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه زیر درجه

## ۲۱-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

– رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری و مذاب‌ریزی الزامی است.

## ۲۱-۳- مراحل انجام کار

– مدلی مطابق شکل ۲۱-۲ همراه با قطعات آزاد را انتخاب کنید.

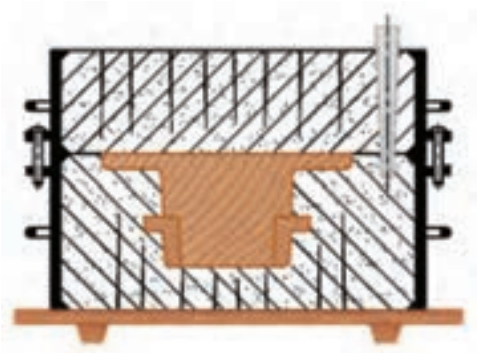
– مدل را همراه با قطعات آزاد از طرف سطح جدایش روی صفحه زیر درجه قرار دهید.



شکل ۲۱-۳

– درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

– درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۱-۳).



شکل ۲۱-۴

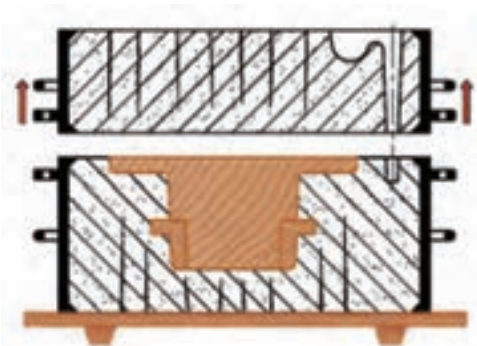
– قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه  $180^\circ$  برگردانید.

– سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.

– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.

– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.

– درجه رویی را قالب‌گیری کنید و سیخ هوا بزنید (شکل ۲۱-۴).



شکل ۲۱-۵

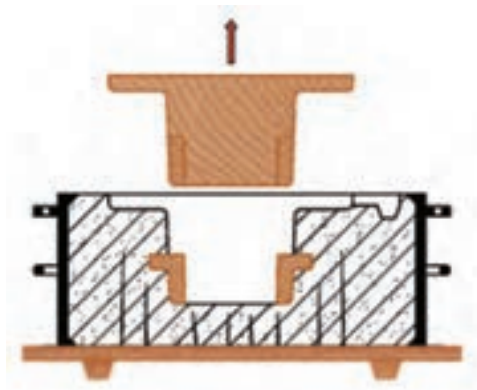
– کنار لوله راهگاه حوضچه بارریز ایجاد کنید.

– لوله راهگاه را خارج کنید.

– قالب رویی را به دقت بلند کنید و در جای مناسب قرار

دهید (شکل ۲۱-۵).

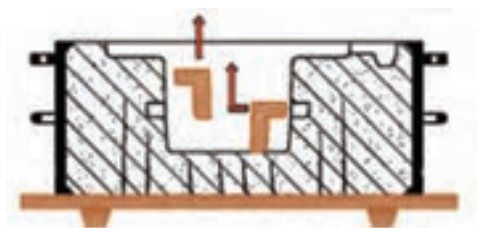




شکل ۲۱-۶

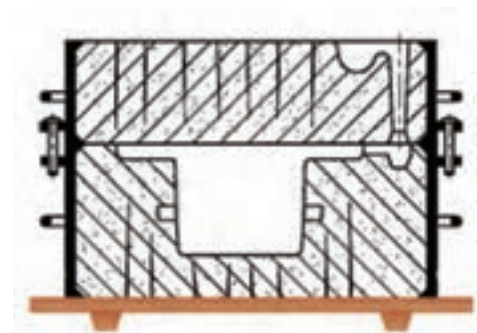
– روی قالب زیرین حوضچه پای راهگاه و راهبار ایجاد کنید.

– با استفاده از قلم آب، اطراف مدل را مرطوب کنید.  
– قسمت اصلی مدل را با استفاده از ابزار مدل درآور از قالب خارج کنید (شکل ۲۱-۶).



شکل ۲۱-۷

– با استفاده از ابزار مناسب، قطعه‌های آزاد را از قالب خارج کنید (شکل ۲۱-۷).



شکل ۲۱-۸

– قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
– قالب آماده بارزیری می‌باشد (شکل ۲۱-۸).



شکل ۲۱-۹

– قالب را بارزیری کنید.  
– قطعه ریخته شده را از قالب خارج کنید.  
شکل ۲۱-۹ قطعه ریخته شده همراه با سیستم راهگاهی را پس از بارزیری نشان می‌دهد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- در چه صورتی مدل‌ها را با قطعه آزاد طراحی می‌کنند؟
- ۲- نحوه اتصال قطعات آزاد با بدنه اصلی به صورت ..... یا ..... می‌باشد.
- ۳- در هنگام قالب‌گیری مدل با قطعه آزاد چه نکاتی باید مورد توجه قرار گیرد؟
- ۴- در هنگام خارج کردن مدل با قطعه آزاد چه نکاتی باید مورد توجه قرار گیرد؟

## تمرین عملی

- مدل یک تای درجه موجود در کارگاه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- مدلی با قطعه آزاد موجود در کارگاه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۲۲

### بازدید و آشنایی با تولید انبوه قطعات صنعتی در کارخانجات ریخته‌گری

هدف‌های رفتاری : هنرجو پس از بازدید قادر خواهد بود گزارش کامل از مشاهدات خود را ارائه دهد.  
هنرجویان از قسمت‌های مختلف خطوط تولید کارخانه ریخته‌گری به شرح ذیل بازدید و گزارش تهیه نمایند.

- ۱- بازدید از قسمت طراحی و تکنولوژی
- ۲- بازدید از قسمت مدل سازی
- ۳- بازدید از قسمت قالب‌گیری
- ۴- بازدید از قسمت مایه‌چس سازی
- ۵- بازدید از کوره‌های ذوب و نگهدارنده
- ۶- بازدید از قسمت بارریزی
- ۷- بازدید از قسمت تمیزکاری
- ۸- بازدید از قسمت عملیات حرارتی
- ۹- بازدید از قسمت مراحل کنترل کیفی
- ۱۰- بازدید از نگهداری مواد اولیه و محصول نهایی

#### گزارش

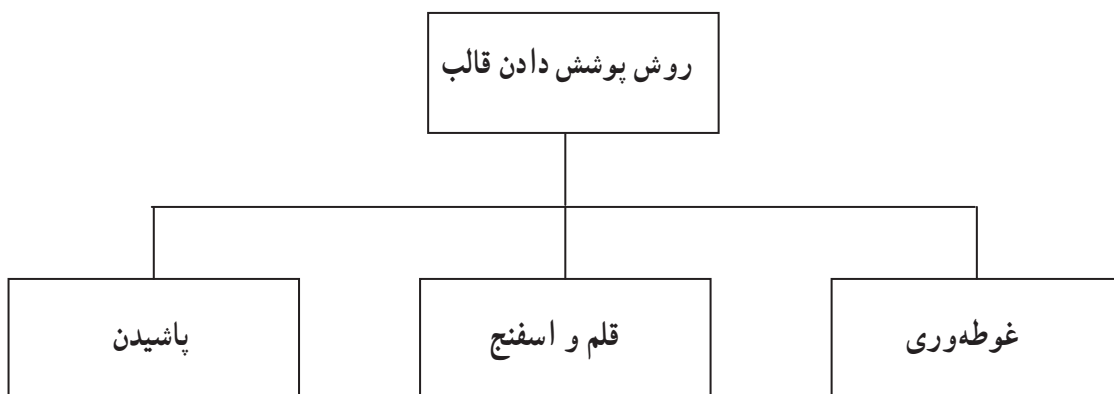
- ۱- مقدمه (معرفی محل بازدید و نوع محصول، مقدار تولید و...)
- ۲- شرح کامل قسمت‌های مورد بازدید



## پوشش دادن قالب

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- اهمیت پوشش دادن قالب و ماهیچه را توضیح دهد.
- ۲- انواع مواد پوششی را شرح دهد.
- ۳- روش‌های پوشش دادن قالب و ماهیچه را شرح دهد.
- ۴- دلیل پوشش دادن قالب‌های ریزه (دائمی) را توضیح دهد.
- ۵- پوشش قالب و ماهیچه را به‌طور صحیح انجام دهد.





مشخصات فلز مذاب، به ویژه هنگامی که از درجه حرارت بالا وارد قالب می شود به گونه ای است که ممکن است به انجام فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی میان مذاب و مواد قالب یا ماهیچه منجر شود.

بدیهی است انجام این واکنش ها می تواند به خواص متالورژیکی و مکانیکی قطعه، آسیب رسانده و از تولید قطعه سالم و بدون عیب جلوگیری نماید. ایجاد سطوح زیر و خشن (در قطعه) یکی از این موارد است که در قالب و ماهیچه های ماسه ای به طور وسیع و گسترده مشاهده می شود. فلز به دلیل دارا بودن ویژگی های حالت مذاب (مایع)، مواد قالب و ماهیچه را تر نموده و به داخل آن نفوذ می کند. قابل ذکر است که در بعضی از موارد نفوذ مذاب از طریق ترک های ایجاد شده در اثر انبساط حرارتی در سطح قالب صورت می گیرد. پس از نفوذ فلز مذاب به داخل قالب یا ماهیچه، فعل و انفعالات شیمیایی میان فلز و اجزای تشکیل دهنده مواد قالب یا ماهیچه یعنی ماسه و چسب صورت می گیرد که محصول این فعل و انفعالات به سطح قطعه چسبیده و موجب زبری و ناهمواری سطوح آن می شود.

بنابراین، بدیهی است که برای جلوگیری از ایجاد چنین عیبی در قطعه ریختگی، باید به طریقی از انجام فعل و انفعالات میان فلز مذاب و قالب یا ماهیچه ممانعت به عمل آورد. هر چند با توجه به پیشرفت های حاصل شده در زمینه های مواد و فرآیند که با انتخاب ماسه و چسب مرغوب و نیز کنترل روش قالب گیری می توان این عیب را تا حدود زیادی محدود نمود ولی به دلیل بالا رفتن هزینه تولید، استفاده از این روش اقتصادی نمی باشد. از این رو، مناسب ترین روش برای جلوگیری از عیب یاد شده، پوشش دادن سطح های قالب و ماهیچه با مواد دیرگداز معینی است که ضمن اقتصادی بودن، از تماس فلز مذاب با قالب و ماهیچه و در نتیجه انجام فعل و انفعالات فیزیکی - شیمیایی میان آنها جلوگیری می کند.

در مورد قالب های دائمی، پوشش قالب از ویژگی و اهمیت خاصی برخوردار است. اگر چه فعل و انفعالات شیمیایی بین مذاب و قالب در این گروه از اهمیت کمتری برخوردار است. با این حال پوشش قالب در افزایش عمر قالب و نیز جلوگیری از چسبیدن قطعه ریختگی به قالب و نیز سطح تمام شده خوب، نقش تعیین کننده ای دارد.

## ۱-۲۳- انواع مواد پوشش در قالب های موقت

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

مواد پوششی جامد که بیشتر در قالب های ماسه ای تر به کار می روند، شامل مواد دیرگداز همچون مواد سیلیکاتی، مواد کربنی و مواد اکسیدی می باشند. این مواد با استفاده از غربال های بسیار ریز و یا کیسه پودر به سطح قالب پاشیده می شوند و یا با ابزار و وسایل مخصوص به سطح قالب پوشش داده می شوند و پودر اضافی توسط فوتک یا هوای فشرده از محفظه قالب خارج می گردد. قابل ذکر است که پس از پوشش دادن قالب با این روش، باید مدل مجدداً درون محفظه قالب قرار داده شود تا قسمت های ظریف و پستی و بلندی های مدل در داخل قالب از بین نرود. در جدول ۱-۲۳ انواع مواد پوشش جامد (پودر) به همراه شرایط کاربردی آنها درج شده است.



جدول ۱-۲۳- انواع مواد پوششی جامد برای قالب‌های موقت

مواد اکسیدی	مواد کربنی	مواد سیلیکاتی
$\text{SiO}_2$ پودر سیلیس $\text{Al}_2\text{O}_3$ پودر آلومین $\text{MgO}$ پودر اکسید منیزیم $\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{FeO}$ پودر کرمیت $\text{ZrO}_2, \text{SiO}_2$ پودر زیرکونیت $3\text{MgO}, 4\text{SiO}_2$ پودر تالک $2\text{H}_2\text{O}$	گرافیت پودر زغال آنتراسیت پودر کک	سیلومینیت شاموت مولوکیت کائولن ترکیبات $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ و $\text{H}_2\text{O}$ که نسبت آن‌ها در هریک متفاوت است.
غیر آهنی	آرد، تالک، مواد سیلیکاتی، سنگ گچ	
چدن‌ها	مواد کربنی	
فولادها	مواد غیر کربنی، اکسیدها و سیلیکات‌ها	

مواد پوششی مخلوط مایع اصولاً در قالب‌های ماسه‌ای خشک و نیز ماهیچه‌ها به کار می‌روند. این مواد از چهار جزء اصلی تشکیل می‌شوند که عبارتند از :

(الف) مادهٔ پرکنندهٔ دیرگدازی

(ب) عامل غوطه‌ور سازی

(ج) چسب

(د) ماده حامل یا واسطه (آب، الکل، روغن)

علاوه بر اجزای یاد شده، ممکن است مواد دیگری نیز به منظور بهبود بخشیدن کیفیت پوشش به آن اضافه شوند که عبارتند از :  
 مادهٔ فعال در سطح قالب (به عنوان مثال ماده‌ای که در تغییر تنش سطحی مذاب مؤثر می‌باشد) موادی برای بهبود خاصیت چسبندگی،  
 مواد جلوگیری کننده از کف کردن پوشش و... مواد دیرگداز، علاوه بر دارا بودن شکل و اندازه مناسب، باید تا حد امکان از وزن مخصوص پایین‌تری برخوردار باشند تا غوطه‌ور شدن آنها در داخل مادهٔ حامل یا واسطه به آسانی صورت گیرد. انبساط حرارتی این مواد باید پایین بوده و از نظر شیمیایی نسبت به مذاب خنثی باشند، بدیهی است در کنار ویژگی‌های فوق الذکر، فراوانی و پایین بودن قیمت نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد.



براساس نوع فلز مذاب و نیز شرایط ریخته‌گری آن، ممکن است از مواد دیرگداز مختلف استفاده شود. این مواد عبارتند از :  
پودر سیلیس، زیرکن، کرومیت، آلومین، شاموت البوین، منیزیت و کروم - منیزیت.  
در جدول ۲-۲۳ مشخصات انواع مواد پوششی مخلوط مایع برای بعضی از آلیاژها درج شده است.

جدول ۲-۲۳- مشخصات مواد پوششی مخلوط مایع

درصد آب	مواد پوششی (درصد)	نوع آلیاژ
۶۷	۲۰ تالک - ۶/۵ پودر زغال - ۶/۵ ملاس	آلیاژهای مس
۵۷	۱۱/۵ خاک چینی - ۲۳ مواد کربنی - ۸/۵ ملاس	برنز سرب یا فسفر
۵۶	۲۲ تالک - ۱۱ پودر گچ - ۱۱ ملاس	آلیاژهای آلومینیم
۷۰	۲۲ پودر زغال - ۴ بنتونیت - ۴ دکسترین	چدن
۶۶	۲۱ پودر زغال - ۶/۵ خاک نسوز - ۶/۵ گرافیت	پوشش سطحی (نازک)
۶۷	۲۰ شاموت - ۶/۵ خاک نسوز - ۶/۵ گرافیت	پوشش سطحی
۶۳	۲۵ پودر سیلیس - ۶ بنتونیت - ۳ دکسترین	پوشش ضخیم
	۳ روغن بزرک	
۶۴	۳۰ پودر زیرکن و یا پودر سیلیس - ۱/۵ بنتونیت	فولاد
	۴/۵ روغن ماهیچه	پوشش نازک
۵۰	۴۲/۵ نیتريت - ۵ بنتونیت - ۲/۵ دکسترین	فولاد منگنزدار
	برای ریخته‌گری آلیاژهای منیزیم معمولاً ماسه را با ۱ درصد اسید بوریک و ۱ درصد اسید سولفوریک مخلوط می‌کنند در بعضی موارد نیز قالب را در معرض گاز $SO_2$ قرار می‌دهند.	منیزیم

## ۲-۲۳- روش‌های پوشش دادن قالب و ماهیچه

روش‌های معمول پوشش دادن قالب و ماهیچه توسط مواد پوششی مخلوط مایع را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود که عبارتند از : پوشش با استفاده از قلم مو و اسفنج، روش پاشیدن و روش غوطه‌وری

### ۱-۲-۲۳- روش پوشش دادن با استفاده از قلم مو و اسفنج : این روش در بسیاری از کارگاه‌های ریخته‌گری

متداول است. در این روش به هنگام پوشش دادن، ذرات مواد دیرگداز به خوبی حفره‌های موجود در سطح قالب یا ماهیچه را پر می‌کند.





روش پوشش دادن با استفاده از اسفنج، مفیدترین روش برای پوشش دادن داخل شیارهای پیچیده و زوایای داخلی می‌باشد. در هر حال، کارایی این روش‌ها به مهارت شخص پوشش دهنده بستگی دارد.

**۲-۲۳-۲ پوشش دادن به روش پاشیدن (پاششی):** این روش به عنوان روشی سریع، به طور گسترده در کارگاه‌ها و کارخانه‌های ریخته‌گری به کار می‌رود. به دلیل فشار مکانیکی کمتر برای ورود ذرات مواد دیرگداز به درون منافذ دانه‌های ماسه در سطح قالب یا ماهیچه، انتخاب نوع پوشش باید با توجه و دقت زیادی صورت گیرد. در این روش فشار هوا به هنگام پاشیدن ذرات مواد دیرگداز، از رسوب این مواد در محفظه قالب، به ویژه داخل شیارهای عمیق، جلوگیری می‌کند که با استفاده از سیستم پاششی بدون هوا این مشکل به مقدار زیادی برطرف خواهد شد. قابل ذکر است که استفاده از مواد جامد و یا مواد غلیظ در این روش در مقایسه با روش‌های قبلی از محدودیت بیشتری برخوردار است.

**۳-۲۳-۳ پوشش دادن به روش غوطه‌ور سازی:** این روش سریع‌ترین روش برای پوشش دادن ماهیچه‌ها می‌باشد و به همین دلیل در کارخانه‌های ریخته‌گری با تولید انبوه از آن استفاده می‌گردد. به دلیل وجود فشار ناشی از وزن مواد پوششی نفوذ سطحی تا حدودی بهتر از روش پاششی انجام می‌شود.

### ۳-۲۳-۳ پوشش قالب‌های ریژه

در قالب‌های ریژه پوشش قالب به عنوان مانعی در برابر نفوذ و تماس فلز مذاب و قالب عمل می‌کند. به طور کلی پوشش قالب برای چهار منظور به کار می‌رود:

- (الف) جلوگیری از انجماد سریع فلز مذاب
- (ب) کنترل سرعت و نحوه انجماد و در نتیجه کیفیت بهتر قطعه
- (ج) به حداقل رساندن شوک‌های حرارتی در قالب
- (د) جلوگیری از جوش خوردن مذاب به قالب

**۱-۳-۲۳-۱ انواع مواد پوششی در قالب ریژه:** مواد پوششی مورد استفاده در قالب‌های ریژه معمولاً دو نوع هستند که عبارتند از: عایق کننده‌ها و روان کننده‌ها. در برخی موارد از هر دو نوع پوشش استفاده می‌شود. ماده پوششی عایق کننده خوب می‌تواند از مخلوط یک قسمت وزنی سیلیکات سدیم با دو قسمت وزنی کائولن کلوئیدی همراه با آب کافی به وجود آید.

مواد پوششی روان کننده معمولاً شامل گرافیت در یک حامل (واسطه) می‌باشد.

در جدول ۳-۲۳، پانزده ترکیب مناسب از مواد پوششی نشان داده شده است. به دلیل هدف‌های مختلف در پوشش دادن یک قالب معمولاً از ترکیب چند ماده پوششی استفاده می‌شود و در برخی موارد هر قسمت قالب را می‌توان توسط یک نوع ماده، پوشش داد.



جدول ۳-۲۳- ترکیب پوشش قالب های ریژه

شماره پوشش	درصد ترکیب وزنی (باقیمانده آب)									
	روان کارها					عایق‌ها				
	اسید بوریک	گرافیت	میکا	پودر تالک	سنگ صابون‌نما	پودر سیلیس	اکسید فلزی	گل آتش خوار	گل گیوه	سیلیکات سدیم
۱		۱						۴		۲
۲								۴		۸
۳	۷								۷	
۴				۵			۲		۹	۱۲
۵					۱۴			۱۱	۵	
۶							۱۷	۴	۹	
۷					۲۳				۱۱	
۸			۵		۲۳			۴		
۹			۲					۱	۷	
۱۰				۲۰					۲۳	
۱۱				۱۰		۵			۳۰	
۱۲						۴۱			۱۸	
۱۳							۶۰		۸	
۱۴				۶۲					۷	
۱۵									۵۳	۲۰

۲۳-۳-۲- روش‌های پوشش دادن: قبل از پوشش قالب، سطح آن بایستی کاملاً تمیز و عاری از هرگونه چربی و روغن باشد. در صورتی که قالب توسط اسپری پوشش داده شود، باید سطوح قالب به اندازه کافی گرم شود (حدود  $25^{\circ}\text{C}$ ). به این ترتیب آب موجود در مواد پوششی کاملاً بخار می‌شود. پوشش قالب را می‌توان توسط اسپری و قلم مو و یا غوطه ور نمودن قالب در مواد پوششی انجام داد.

## ۲۳-۴- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی در کلیه مراحل قالب‌گیری، ذوب و بارریزی و خارج کردن قطعه از قالب و جابجایی آنها لازم است.

- دو قطعه ریخته شده را از لحاظ کیفیت سطحی با یکدیگر مقایسه کنید.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- هدف اصلی از پوشش قالب و ماهیچه را توضیح دهید.
- ۲- انواع مواد پوشش در قالب‌های موقت را نام ببرید.
- ۳- اجزای اصلی تشکیل دهنده مواد پوشش را نام ببرید.
- ۴- روش‌های پوشش دادن قالب و ماهیچه را نام برده و در مورد آنها توضیح دهید.
- ۵- انواع مواد پوششی در قالب‌های ریژه را نام ببرید.
- ۶- مهم‌ترین مشخصه مواد پوشش در قالب‌های ریژه را توضیح دهید.
- ۷- برای پوشش دادن ماهیچه می‌توان از روش ..... استفاده کرد.
- ۸- روش پوشش دادن با اسفنج مفیدترین روش برای پوشش دادن ..... و ..... می‌باشد.

## تمرین عملی

- سه ماهیچه را پس از آماده‌سازی با سه روش پوشش دهید و پس از قالب‌گیری و ریخته‌گری قطعات را با هم مقایسه کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.

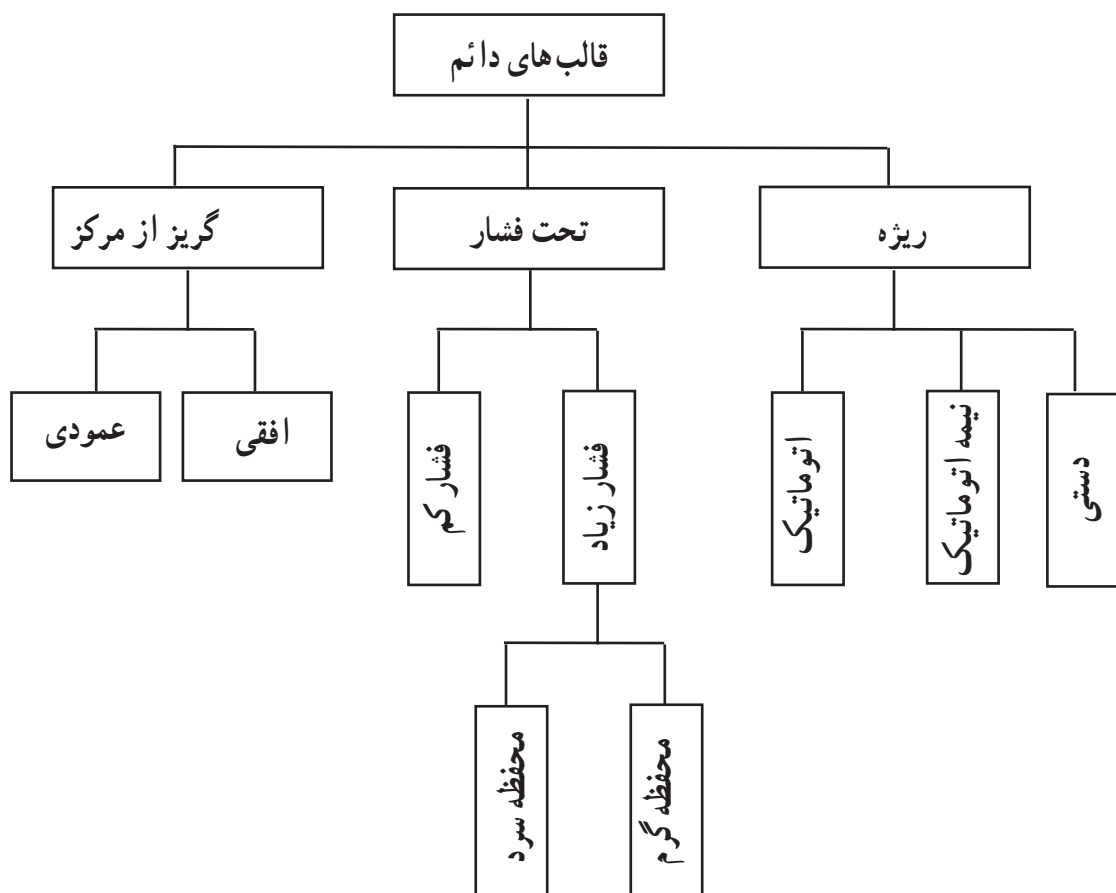


## جلسه ۲۴

### ریخته‌گری در قالب دائم

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ریخته‌گری در قالب ریژه را شرح دهد.
- ۲- انواع قالب‌های ریژه را توضیح دهد.
- ۳- ریخته‌گری تحت فشار را شرح دهد.
- ۴- ریخته‌گری گریز از مرکز را شرح دهد.
- ۵- ریخته‌گری در قالب ریژه را به‌طور کامل و صحیح انجام دهد.
- ۶- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.





## مقدمه

**تعریف :** براساس یک تعریف کلی ریخته‌گری در قالب‌های دائمی به گروهی از روش‌های ریخته‌گری گفته می‌شود که قالب دائمی (فلزی) برای تهیه تعداد زیادی قطعه یکسان به طور مکرر مورد استفاده قرار گیرد.

**تقسیم بندی روش‌های ریخته‌گری در قالب‌های دائمی :** روش‌های ریخته‌گری در قالب‌های دائمی براساس نحوه پر کردن قالب به صورت زیر تقسیم می‌شوند :

- روش ریخته‌گری در قالب ریژه که براساس نیروی وزن مذاب، محفظه قالب را پر می‌کند.
- روش ریخته‌گری تحت فشار که در آن قالب براساس نیروی فشاری وارد بر مذاب پر می‌شود.
- روش ریخته‌گری گریز از مرکز که در آن مذاب در نتیجه نیروی گریز از مرکز، قالب را پر می‌کند.

## ۱-۲۴- ریخته‌گری در قالب‌های ریژه (روش ثقلی)

**تعریف :** ریخته‌گری در قالب‌های ریژه، روشی است که در آن مذاب براساس وزن (نیروی ثقل)، قالب را پر می‌نماید. در این روش ماهیچه‌های ساده از فلز ساخته می‌شود ولی ماهیچه‌های پیچیده‌تر از ماسه و گچ تهیه می‌گردند. در مواردی که از ماهیچه‌های ماسه‌ای یا گچی در قالب ریژه استفاده شود به آن روش نیمه دائمی نیز می‌گویند. و در مواردی که از ماهیچه‌های فلزی در قالب‌های ریژه استفاده می‌شود، ماهیچه‌ها باید بلافاصله پس از ریختن مذاب و انجماد از داخل قالب خارج شوند. زیرا انقباض باعث گیر کردن ماهیچه در داخل قطعه می‌شود.

**۱-۱-۲۴- مزایا و محدودیت‌ها :** فرایند ریخته‌گری در قالب‌های ریژه در مقایسه با روش‌های ریخته‌گری در قالب‌های موقت دارای مزایا و محدودیت‌ها به شرح زیر می‌باشد.

### الف) مزایا

- ۱- سرعت تولید بالا
  - ۲- قابلیت تکرار تولید قطعات یکنواخت
  - ۳- دقت ابعادی خوب
  - ۴- سطح تمام شده مناسب
  - ۵- خواص فیزیکی و مکانیکی بالا
  - ۶- عیوب ریخته‌گری کم
- ### ب) محدودیت‌ها
- ۱- عدم امکان تولید کلیه آلیاژها
  - ۲- غیراقتصادی بودن تولید در تعداد کم
  - ۳- عدم امکان تولید قطعات بزرگ و سنگین
  - ۴- عدم امکان تولید قطعاتی با شکل‌های خاص
  - ۵- لزوم استفاده از پوشش قالب

**۲-۱-۲۴- فلزات و آلیاژهای مناسب برای ریخته‌گری در قالب ریژه :** فلزات و آلیاژهای مناسب برای ریخته‌گری در

قالب‌های ریژه عبارتند از :

**الف) آلیاژهای آلومینیم :** در تولید انبوه این آلیاژها رامی توان تا وزن ۷۰ کیلوگرم در قالب ریژه تولید نمود.



ب) آلیاژهای منیزیم: آلیاژهای منیزیم نیز علی‌رغم پایین بودن قابلیت ریخته‌گری آنها، در قالب‌های ریژه ریخته‌گری می‌شوند. تولید قطعاتی تا وزن ۱۰ کیلوگرم به صورت انبوه توسط این روش معمول و متداول می‌باشد.

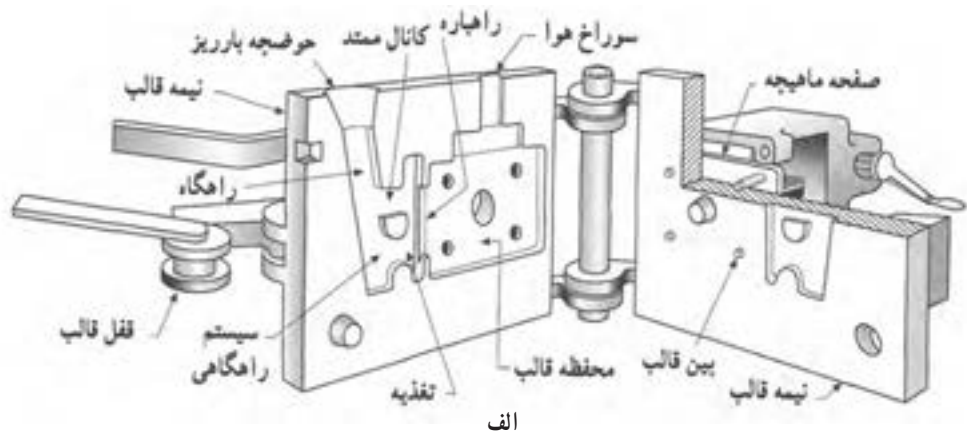
ج) آلیاژهای مس: ریخته‌گری برخی آلیاژهای مس به ویژه برنج‌ها در قالب ریژه معمول می‌باشد. دمای انجماد آلیاژهای مس نسبتاً بالا بوده و سرعت انجماد در آن زیاد است. معمولاً تولید قطعات بزرگ‌تر از ۱۰ کیلوگرم توسط این روش غیرمعمول است.

د) آلیاژهای روی: آلیاژهای روی را نیز می‌توان توسط این فرایند ریخته‌گری نمود، اما به دلیل این که این آلیاژها بیشتر توسط روش ریخته‌گری تحت فشار تولید می‌شوند، روش ریژه در مورد آلیاژهای روی کمتر متداول است.

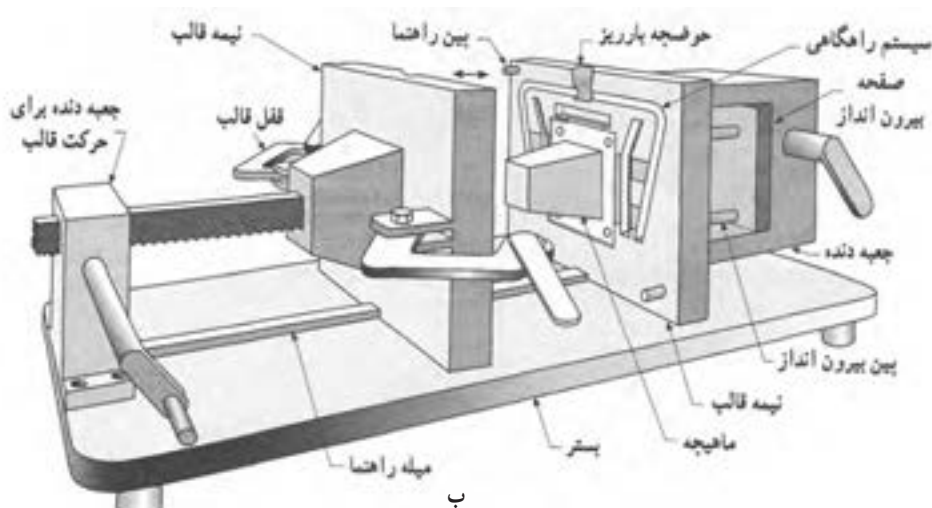
هـ) چدن‌های خاکستری: ریخته‌گری چدن‌های خاکستری هیپو تکنیک (چدن‌هایی که درصد کربن آنها کمتر از ۴/۳ درصد است) در تعداد زیاد و تا وزن حدود ۱۴ کیلوگرم توسط روش ریژه معمول می‌باشد.

۳-۱-۲۴- روش‌های ریخته‌گری در قالب ریژه: ریخته‌گری در قالب‌های ریژه را می‌توان به سه گروه، روش‌های دستی، روش‌های نیمه اتوماتیک و روش‌های تمام اتوماتیک تقسیم نمود. در این قسمت به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

— روش دستی: ریخته‌گری در قالب‌های ریژه به طریق دستی دارای طرح‌های نسبتاً ساده‌ای بوده و قالب ریژه متناسب با ضخامت قطعه ساخته شده است. شکل ۱-۲۴- الف یک روش ساده کتابی را نشان می‌دهد، این روش برای تولید قطعات ریختگی با ضخامت کم و نازک مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۱-۲۴- ب نوع دیگری از ماشین‌های ریخته‌گری ریژه دستی را نشان می‌دهد که برای تولید قطعات با ضخامت زیاد استفاده می‌شود.



الف



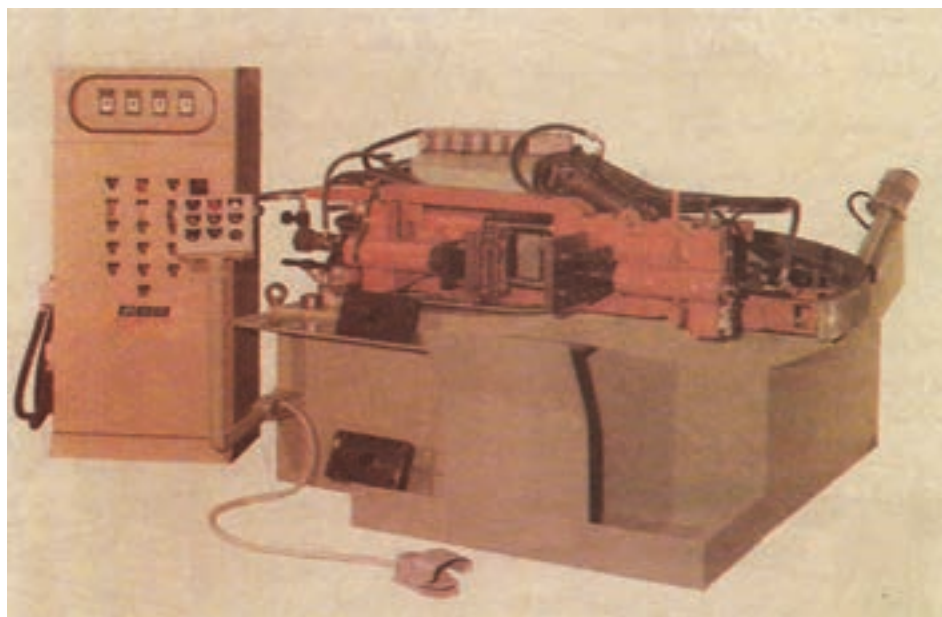
ب

شکل ۱-۲۴- دو نوع ماشین ریخته‌گری ریژه دستی (الف) قالب نوع کتابی ساده برای تولید قطعات با ضخامت کم (ب) برای تولید قطعات با ضخامت زیاد



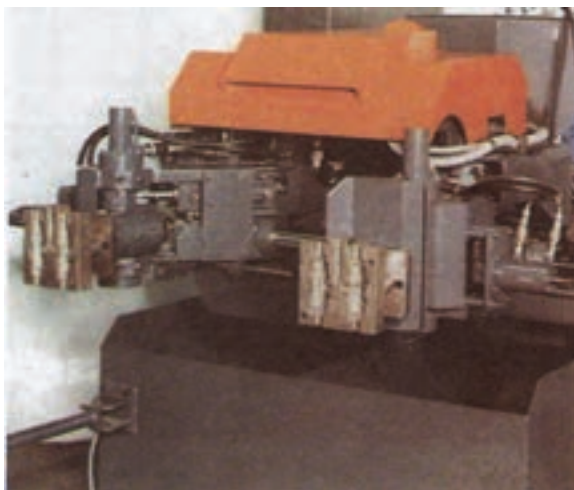
روش‌های ریخته‌گری ریزه دستی علی‌رغم سادگی، کاربرد وسیع دارند و امروزه درصد بالایی از قطعات ریختگی به این روش تولید می‌شود.

— روش نیمه اتوماتیک: برای تولید انبوه قطعات، روش‌های نیمه اتوماتیک جایگزین روش‌های دستی شده است. در این روش‌ها برای باز و بسته شدن قالب از سیستم‌های هیدرولیکی یا نیوماتیکی استفاده می‌شود. پرکردن قالب و نیز خارج کردن قطعات ریخته شده از قالب توسط دست انجام می‌شود. شکل ۲-۲۴ یک نوع از این ماشین‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲۴— ماشین ریخته‌گری ریزه نیمه اتوماتیک

— روش خودکار (اتوماتیک): در این نوع ماشین اکثر کارها توسط ماشین و حتی رباط‌ها انجام می‌شود. شکل ۳-۲۴ یک نوع از این ماشین را نشان می‌دهد. از این نوع ماشین به منظور تولید انبوه قطعات مختلف کوچک و بزرگ استفاده می‌شود.



شکل ۳-۲۴— ماشین ریخته‌گری ریزه تمام اتوماتیک





## ۲-۲۴- ریخته‌گری تحت فشار

**تعریف :** ریخته‌گری تحت فشار به روشی اطلاق می‌شود که در آن مذاب تحت فشار معین محفظه قالب را پر نماید. فشار در این روش متغیر بوده و به عوامل مختلفی از قبیل جنس فلز، وزن قطعه و غیره بستگی دارد.

**ویژگی :** در این روش از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. تفاوت اساسی روش‌های تحت فشار و ریژه در نحوه پر کردن قالب است. در روش ریژه پر شدن قالب براساس نیروی ثقلی مذاب (وزن مذاب) می‌باشد در حالی که در ریخته‌گری تحت فشار، پر شدن قالب در اثر فشار وارد بر مذاب بوده و انجماد نیز تحت فشار انجام می‌گیرد. به همین دلیل در روش ریخته‌گری تحت فشار امکان تولید قطعات پیچیده‌تر وجود داشته و از لحاظ مک و حفره‌های گازی و انقباضی و نیز خواص مکانیکی شرایط بهتری نسبت به ریخته‌گری در قالب‌های ریژه دارد.

— ریخته‌گری تحت فشار براساس نیروی فشار اعمال شده به دو روش تقسیم می‌شود :

الف) ریخته‌گری تحت فشار زیاد

ب) ریخته‌گری تحت فشار کم

روش ریخته‌گری تحت فشار زیاد کاربرد وسیع‌تری نسبت به روش ریخته‌گری تحت فشار کم دارد و در صنعت اصطلاحاً به آن «ریخته‌گری تحت فشار» و یا «دایکاست» گفته می‌شود.

۱-۲-۲۴- مزایا و محدودیت‌ها : فرایند ریخته‌گری تحت فشار دارای مزایا و محدودیت‌هایی است که عبارتند از :

الف) مزایا

— قابلیت تولید قطعات با شکل‌های پیچیده‌تر نسبت به روش ریژه

— امکان تولید قطعات نازک و با ضخامت کم و نیز دقت ابعادی بالاتر نسبت به روش‌های دیگر

— بالا بودن راندمان تولید در این روش به ویژه هنگامی که از قالب با چند محفظه استفاده شود.

— تولید قطعاتی با کیفیت سطوح بهتر نسبت به روش ریژه و کاهش عملیات تمام کاری و تقلیل محوطه کار

— قابلیت تکرار تولید قطعات یکنواخت

— کاهش سیستم راهگاهی و در نتیجه کاهش مصرف مذاب

— کاهش قیمت تمام شده قطعه

— بهبود خواص مکانیکی قطعه ریخته‌گری نسبت به روش‌های دیگر

ب) محدودیت‌ها

— محدودیت ابعاد و وزن قطعات ریخته‌گری حتی نسبت به روش ریژه

— وابستگی شدید به طراحی قطعات ریخته‌گری و سیستم راهگاهی

— گران بودن تجهیزات (ماشین، قالب‌ها و...) بنابراین فقط در تعداد زیاد مقرون به صرفه می‌باشد.

— با چند استثناء، استفاده تجاری از این روش در فلزات با نقطه ذوب بالاتر از مس (حدود  $1000^{\circ}\text{C}$ ) عملی نمی‌باشد.

۲-۲-۲۴- انواع ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار : ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار براساس نحوه تزریق مذاب به

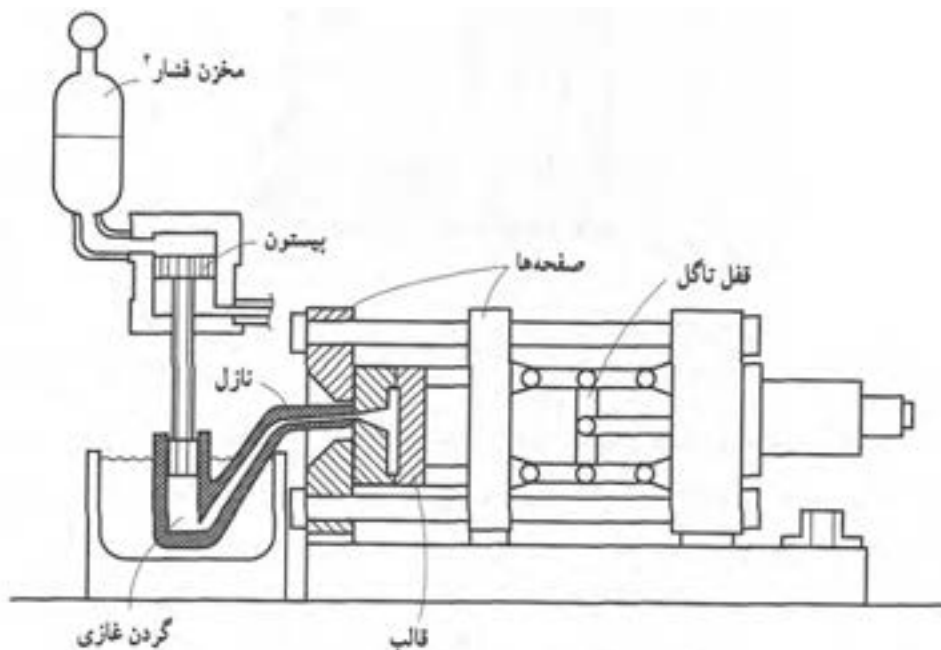
داخل محفظه قالب به دو دسته تقسیم می‌شوند :

الف) ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه گرم

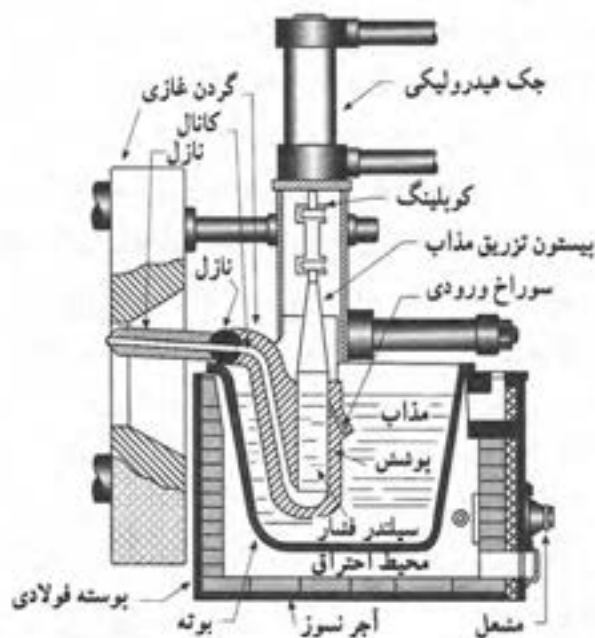
ب) ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد



الف) ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه گرم : این روش دارای کوره‌ای است که وظیفه آن نگهداری مذاب در درجه حرارت مطلوب می‌باشد. شکل ۴-۲۴ و شکل ۵-۲۴ سیستم پمپ مذاب به داخل محفظه قالب را نشان می‌دهد. این سیستم شامل سیلندر فشار، پیستون تزریق مذاب، گردن غازی و نازل می‌باشد. در داخل گردن غازی سیلندر فشار و نیز پیستون تزریق مذاب که در داخل مذاب غوطه‌ور است، قرار دارد و بنابراین درجه حرارت این مجموعه به اندازه درجه حرارت مذاب خواهد بود. این سیستم این امکان را به وجود می‌آورد که در حداقل زمان و با حداقل کاهش درجه حرارت، مذاب به داخل قالب تزریق گردد.



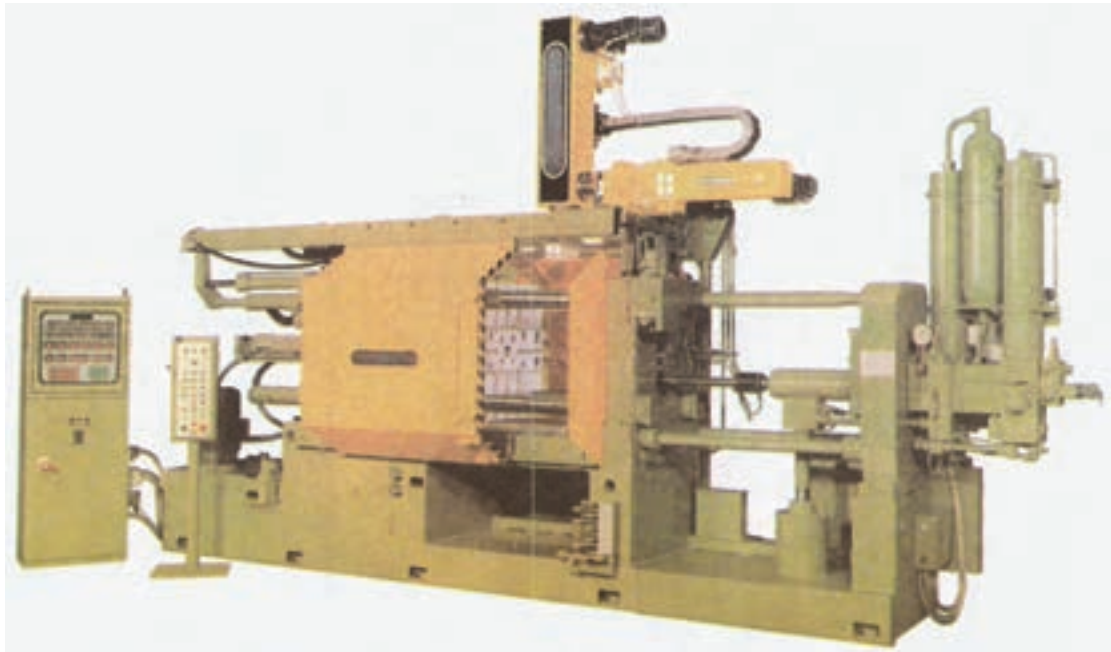
شکل ۴-۲۴- نمای شماتیک از قسمت‌های اصلی ماشین ریخته‌گری تحت فشار با محفظه گرم



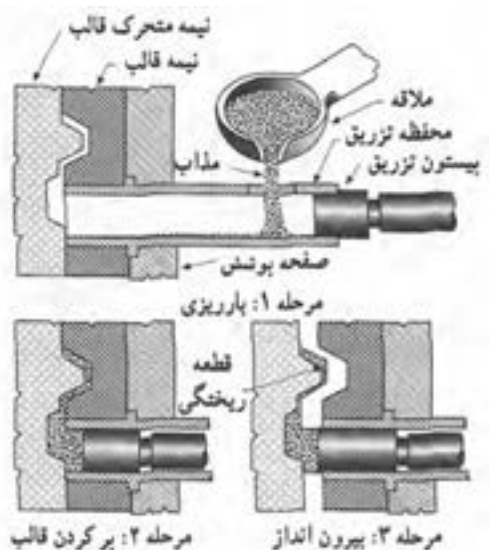
۵-۲۴- قسمت‌های اصلی تزریق مذاب در روش محفظه گرم



ب) روش ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد : ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد کاربرد وسیع‌تری دارد و توسط آن می‌توان آلیاژهایی با نقطه ذوب نسبتاً بالا (تا حدود مس) را تولید نمود. شکل ۶-۲۴ یک ماشین ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۴- ماشین ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد



شکل ۷-۲۴- دوره عملیات ریخته‌گری یک

ماشین ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد

شکل ۷-۲۴ سیستم تزریق این نوع ماشین را به طور شماتیک نشان می‌دهد. در این ماشین‌ها محفظه تزریق از طریق مذاب گرم می‌شود.

روش ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد برای آلیاژهای آلومینیم، منیزیم و مس کاربرد زیادی دارد. مهم‌ترین مزیت روش محفظه سرد این است که تجهیزات در تماس دائم با مذاب نمی‌باشد (زیرا محفظه تزریق و پیستون در داخل مذاب غوطه‌ور نیستند). از دیگر مزیت‌های این فرآیند بالا بودن فشار تزریق است.

مهم‌ترین محدودیت‌های این روش عبارتند از :

– زمان طولانی‌تر تزریق نسبت به روش محفظه گرم.

– امکان ایجاد عیوب در قطعات به علت کاهش درجه حرارت

مذاب



### ۲۴-۳- ریخته‌گری گریز از مرکز

**تعریف :** 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 ریخته‌گری گریز از مرکز دو روش وجود دارد که عبارتند از :

– روش ریخته‌گری گریز از مرکز افقی

– روش ریخته‌گری گریز از مرکز عمودی

۱-۲۴-۳- روش گریز از مرکز افقی : این روش که قالب حول محور افقی خود می‌چرخد، ابتدا برای تولید لوله‌های

چدن خاکستری، چدن نشکن و برنج با ضخامت کم مورد استفاده قرار گرفت. با پیشرفت صنایع و استفاده از تجهیزات مدرن جهت بهبود بخشیدن به خواص متالورژیکی، پیشرفت چشمگیری در قابلیت تولید لوله‌های بزرگ و دقت ابعادی آنها به وجود آمد.

– روش کار : یک ماشین ریخته‌گری گریز از مرکز افقی باید قابلیت تکرار چهار عمل را با دقت داشته باشد که عبارتند از :

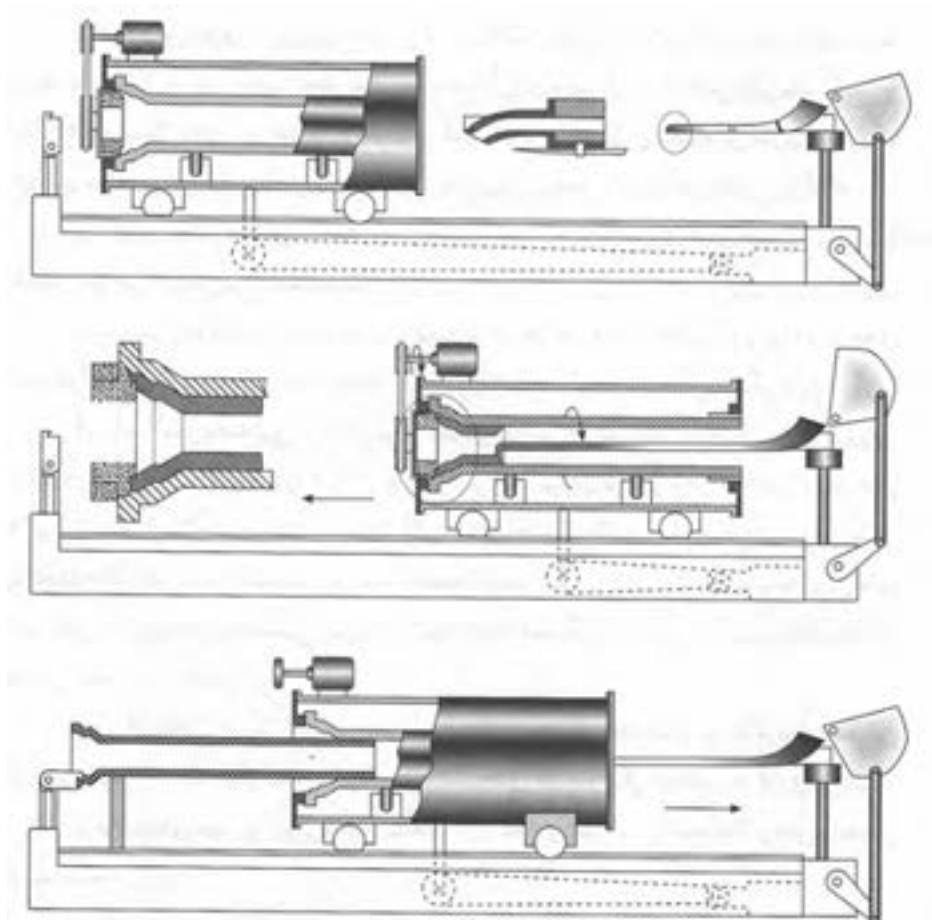
۱- قالب تحت سرعت مشخص حول محور افقی بچرخد.

۲- وسیله‌ای برای بارریزی مذاب در داخل قالب در حال چرخش وجود داشته باشد.

۳- به محض پر شدن قالب، انجماد از یک قسمت آغاز و در یک قسمت دیگر به پایان برسد.

۴- قطعه منجمد شده با سرعت از داخل قالب خارج شود.

شکل ۸-۲۴ یک نوع از ماشین‌های گریز از مرکز افقی را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲۴- یک نوع ماشین گریز از مرکز افقی جهت لوله‌ریزی چدن



همان گونه که در شکل مشاهده می‌شود، ماشین دو حرکت دارد، حرکت چرخشی و حرکت رفت و برگشت که روی یک ریل مخصوص انجام می‌گیرد و در قسمت وسط این شکل نیز نمایان است. در حالی که قالب حول محور خود با سرعت مشخص می‌چرخد، مذاب توسط یک ناودانی مخصوص به تدریج در قالب ریخته می‌شود. در همین زمان قالب روی ریل با سرعت معین شروع به عقب رفتن می‌کند. این عمل تا آنجا ادامه می‌یابد که مذاب به همه قسمت‌های قالب برسد. پس از انجماد مذاب، لوله تولید شده توسط سیستم بیرون کش مخصوصی، از داخل قالب خارج می‌شود.

#### ۴-۲۴- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام ذوب و بارریزی و حمل و جابه جایی مذاب الزامی است.
- قالب ریژه باید قبل از بارریزی حتماً پیش گرم شود تا عاری از رطوبت باشد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- ریخته‌گری در قالب دائم را تعریف کنید.
- ۲- ریخته‌گری در قالب ریژه را تعریف کنید.
- ۳- مزایا و محدودیت‌های روش ریخته‌گری در قالب ریژه را نام ببرید.
- ۴- انواع قالب‌های ریژه را نام ببرید.
- ۵- ریخته‌گری تحت فشار را تعریف کنید و ویژگی‌های آن را توضیح دهید.
- ۶- انواع ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار را نام ببرید.
- ۷- ریخته‌گری گریز از مرکز را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید.
- ۸- روش کار ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز را توضیح دهید.
- ۹- از مهم‌ترین مزیت کدام روش می‌توان به عدم تماس دائمی تجهیزات با مذاب اشاره کرد.
- ۱۰- برای تولید لوله‌های بزرگ و دقت ابعادی بالا می‌توان از روش ..... استفاده کرد.
- ۱۱- پوشش دادن قالب‌های ریژه جهت جلوگیری ..... انجام می‌شود.
- ۱۲- برای تولید قطعات با تعداد زیاد و یکسان در ریخته‌گری از ..... استفاده می‌شود.
- ۱۳- از مزایای ریخته‌گری در قالب‌های ریژه به کدام گزینه می‌توان اشاره کرد؟
- الف) دقت ابعادی مطلوب
- ب) امکان تولید کلیه آلیاژهای ریخته‌گری
- ج) امکان تولید قطعات بزرگ و سنگین
- د) امکان تولید قطعاتی با شکل‌های پیچیده
- ۱۴- کدامیک از آلیاژهای زیر برای ریخته‌گری در قالب‌های ریژه مناسب نمی‌باشد؟
- الف) آلیاژهای آلومینیم
- ب) آلیاژهای منیزیم
- ج) آلیاژهای فولادی
- د) چدن‌ها
- ۱۵- برای تولید انبوه قطعات ریخته‌گری، روش‌های ..... جایگزین روش‌های ..... شده است.
- ۱۶- کدامیک از عبارتها صحیح می‌باشد؟
- در ریخته‌گری تحت فشار، فشار لازم برای پر کردن محفظه قالب به عواملی مانند جنس فلز و وزن قطعه بستگی دارد.
- از مزایای ریخته‌گری تحت فشار می‌توان به بالا بودن راندمان تولید و کاهش قیمت تمام شده قطعه اشاره کرد.
- از محدودیت‌های ریخته‌گری تحت فشار می‌توان به گران بودن تجهیزات و قابلیت تکرار قطعات یکنواخت اشاره کرد.

## تمرین عملی

- ریخته‌گری در قالب ریژه را تمرین کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۲۵

### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل‌های تبخیری (فومی)

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- ریخته‌گری مدل‌های فومی را توضیح دهد.
- ۲- مدل قطعه موردنظر را با استفاده از نقشه آماده نماید.
- ۳- مدل‌های فومی را به طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۴- مدل‌های فومی را به طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی به طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

ریخته‌گری مدل‌های فومی یکی از روش‌های جدید است که در تولید قطعات بزرگ در تعداد کم و همچنین تولید انبوه قطعات کوچک کاربرد دارد. در این روش مدل از جنس فوم ساخته می‌شود. قالب‌گیری مدل فومی به دو صورت ماسه‌ترا با چسب و ماسه خشک بدون چسب انجام می‌گیرد. در این روش نیازی به خارج کردن مدل از قالب نیست. مدل را می‌توان با حرارت دادن تبخیر کرد. که این روش را لاست فوم<sup>۱</sup> می‌نامند. همچنین می‌توان بدون تبخیر کردن مدل، مستقیماً مذاب را به داخل قالب ریخت که مذاب موجب تبخیر شدن فوم می‌شود که این روش ریخته‌گری، قالب پر<sup>۲</sup> نامیده می‌شود.

مهم‌ترین مزایا و محدودیت‌های این روش عبارتند از :

#### الف) مزایا

- سهولت در قالب‌گیری
- حذف شیب مدل
- کیفیت بالای سطح قطعه ریخته شده و کاهش عملیات پلیسه‌گیری و تراشکاری
- حذف ماهیچه‌گیری و قالب ماهیچه
- امکان قالب‌گیری قطعات پیچیده
- سرعت در قالب‌گیری
- حذف مواد افزودنی به ماسه در روش خشک
- امکان قالب‌گیری تک درجه‌ای

۱- Lost foam

۲- Full mold





## (ب) محدودیت‌ها

- محدودیت ریخته‌گری قطعات با ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر برای فلزات با نقطه ذوب پایین
- هزینه بالای ساخت قالب
- هزینه مصرف مواد فوم برای هر قطعه

## ۱-۲۵- ابزار، تجهیزات و مواد لازم

مواد فومی، تجهیزات لازم برای برش و شکل دادن فوم، مشعل گاز، چسب مخصوص فوم، درجه، جعبه ابزار قالب‌گیری

## ۲-۲۵- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت کلیه نکات ایمنی، بهداشتی هنگام تهیه مدل، قالب‌گیری، ذوب و بارریزی و جابه‌جایی الزامی است.
- استفاده از ماسک در هنگام سوزاندن مواد فومی ضروری است.

## ۳-۲۵- مراحل انجام کار

- فوم را مطابق نقشه مدل با استفاده از سیستم حرارتی (میز مجهز به المنت برقی) برش دهید.
- در صورت لزوم تکه‌های فوم را به هم بچسبانید (شکل ۱-۲۵).



شکل ۱-۲۵

- درجه‌ای متناسب با مدل فومی انتخاب کنید.
- مدل فومی را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید (شکل ۲-۲۵).



شکل ۲-۲۵

- مدل را در درجه زیرین قالب‌گیری کنید.
- با استفاده از سیخ هوا، کانال خروج هوا در قالب ایجاد کنید.
- قالب زیرین را  $180^\circ$  برگردانید.



– با استفاده از مواد فومی حوضچه پای راهگاه و راهبار را برش دهید و در محل مناسب روی قالب زیرین قرار دهید (شکل ۲۵-۳).



شکل ۲۵-۳

– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.  
– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
– درجه رویی را قالب‌گیری نمایید.  
– حوضچه بارریز راهگاه و کانال خروج گاز، روی آن ایجاد کنید.



شکل ۲۵-۴

– لوله راهگاه را خارج کنید.  
– با استفاده از مشعل گازسوز در صورت امکان مدل را حرارت دهید تا مدل تبخیر شود، در غیر این صورت با ریختن مذاب به داخل قالب مدل تبخیر می‌شود (شکل ۲۵-۴).  
– قالب آماده را بارریزی کنید.  
– پس از انجماد مذاب، قطعه را از قالب خارج کنید.



شکل ۲۵-۵

شکل ۲۵-۵ قطعه بارریزی شده همراه با سیستم راهگاهی را نشان می‌دهد.

**تذکر:** بارریزی مذاب باید به صورت پیوسته و یکنواخت باشد.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- از مدل‌های فومی به چه منظور استفاده می‌شود؟
- ۲- قالب‌گیری مدل‌های فومی به چه صورت انجام می‌گیرد؟
- ۳- مزایا و محدودیت‌های مدل‌های فومی را بنویسید.
- ۴- نحوه خارج کردن مدل‌های فومی جهت ایجاد محفظه قالب چگونه است؟ توضیح دهید.
- ۵- نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل‌های فومی را بنویسید.
- ۶- در روش ریخته‌گری مدل‌های تبخیری جنس مدل از چه ماده‌ای تهیه می‌شود؟
- ۷- در کدام روش ریخته‌گری می‌توان به حذف شیب مدل اشاره کرد؟
- ۸- از مزایای ریخته‌گری به روش مدل‌های تبخیری می‌توان به کدام گزینه زیر اشاره کرد؟  
(الف) سرعت در قالب‌گیری  
(ب) هزینه بالای ساخت  
(ج) هزینه مصرف مواد فوم  
(د) تولید قطعات با ضخامت اندک (کمتر از ۵mm)
- ۹- کدام جمله صحیح و کدام غلط می‌باشد؟  
- در مدل‌های ذوب شونده، با ریختن مذاب به داخل قالب، مدل تبخیر می‌شود.  
- قالب‌گیری مدل فومی توسط ماسه تر با چسب انجام می‌شود.

## تمرین عملی

- مدل فومی تهیه کرده و سپس قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۲۶

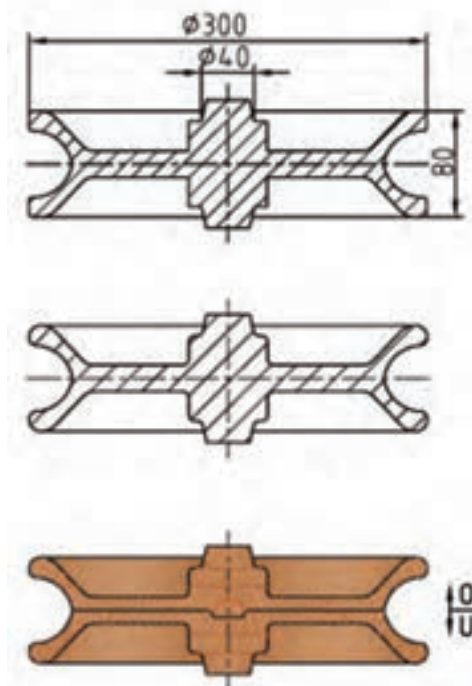
### قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با ماهیچه متحرک (برگردان) – مدل پولی

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- روش قالب‌گیری مدل با ماهیچه برگردان را توضیح دهد.
- ۲- مدل با ماهیچه برگردان را قالب‌گیری کند.
- ۳- مدل با ماهیچه برگردان را به‌طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۴- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

#### مقدمه

قطعاتی مانند پولی و مشابه آن را می‌توان با روش‌های مختلف مانند ماهیچه برگردان، قالب‌گیری سه درجه‌ای یا ماهیچه خشک، قالب‌گیری نمود. انتخاب این روش‌ها بستگی به تعداد قطعه مورد نیاز دارد. برای تعداد کم روش ماهیچه برگردان و سه درجه‌ای مناسب‌تر است. در این دو روش نیاز به ماهیچه‌گیری نیست. در روش ماهیچه برگردان ماهیچه تر به صورت دستی در حین قالب‌گیری ساخته می‌شود، در شکل ۱-۲۶ مدل چرخ تسمه نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۶



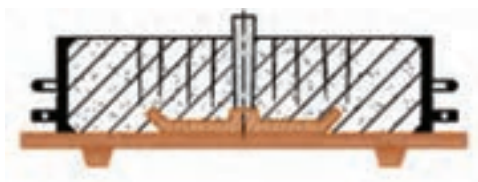
۲۶-۱- ابزار، تجهیزات و مواد لازم  
مدل پولی، درجه مناسب، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه  
زیر درجه

۲۶-۲- نکات ایمنی و بهداشتی  
- رعایت نکات ایمنی هنگام قالب‌گیری و بارریزی الزامی  
است.



شکل ۲۶-۲

۲۶-۳- مراحل انجام کار  
- مدل پولی مطابق شکل ۲۶-۲ را انتخاب کنید.



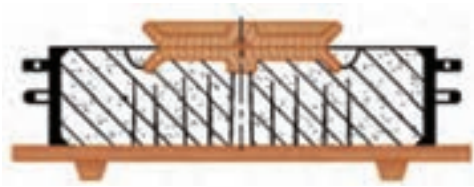
شکل ۲۶-۳

- یک نیمه مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.  
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.  
- درجه رویی را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۶-۳).



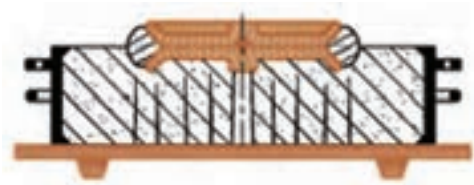
شکل ۲۶-۴

- لوله راهگاه را خارج کنید.  
- قالب رویی را همراه با صفحه زیر درجه  $180^\circ$  برگردانید.  
- اطراف مدل را با استفاده از ابزار قالب‌گیری تا سطح  
جدایش مدل ساده و پرداخت کنید (شکل ۲۶-۴).



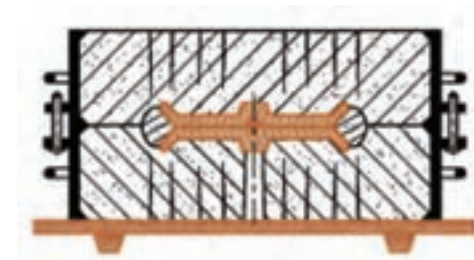
شکل ۲۶-۵

– سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.  
– نیمه دیگر مدل که دارای پین می‌باشد را بر روی نیمه مدل موجود در قالب با دقت قرار دهید تا کاملاً بر هم منطبق شوند (شکل ۲۶-۵).



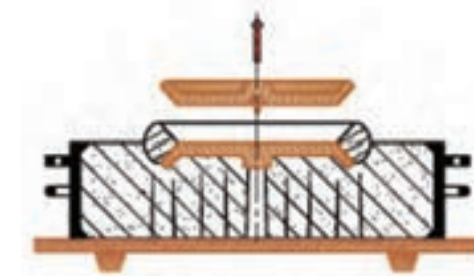
شکل ۲۶-۶

– اطراف دو نیمه مدل را با مخلوط ماسه الک شده به صورت ماهیچه دور شکل دهید (شکل ۲۶-۶).



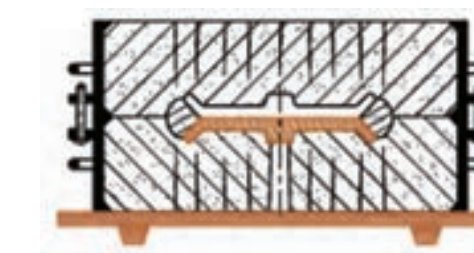
شکل ۲۶-۷

– سطح ماهیچه را پودر جدایش بپاشید.  
– درجه زیرین را روی درجه رویی قرار دهید.  
– درجه زیرین را قالب‌گیری کنید.  
– با استفاده از سیخ هوا، کانال هوا ایجاد کنید (شکل ۲۶-۷).



شکل ۲۶-۸

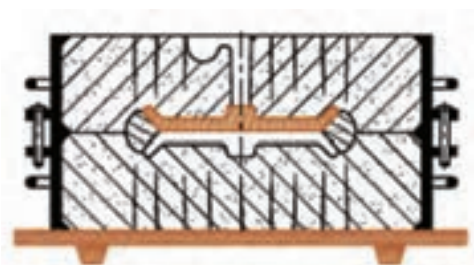
– قالب زیرین را بلند کنید و در محل مناسب قرار دهید.  
– نیمه مدل را با دقت از قالب خارج کنید به طوری که به ماهیچه آسیبی نرسد (شکل ۲۶-۸).



شکل ۲۶-۹

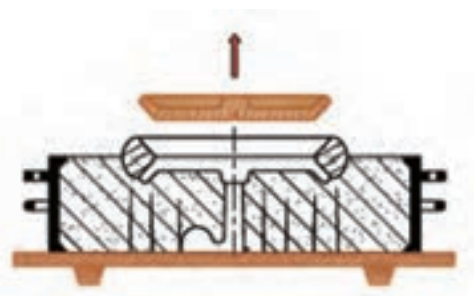
– قالب زیرین را مجدد روی قالب رویی قرار دهید (شکل ۲۶-۹).





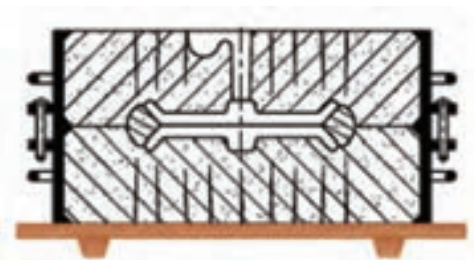
شکل ۲۶-۱۰

– قالب را  $18^\circ$  درجه برگردانید (شکل ۲۶-۱۰).



شکل ۲۶-۱۱

– قالب رویی را بلند کنید و در محل مناسب قرار دهید.  
– نیمه دیگر مدل را با دقت از قالب خارج کنید (شکل ۲۶-۱۱).



شکل ۲۶-۱۲

– قالب رویی را مجدد روی قالب زیرین قرار دهید.  
– قالب آماده بارریزی است (شکل ۲۶-۱۲).  
– قالب آماده را بارریزی کنید.



شکل ۲۶-۱۳

– شکل ۲۶-۱۳ قطعه ریخته شده را پس از بارریزی  
نشان می‌دهد.





## ؟؟؟ پرسش

- ۱- کاربرد ماهیچه برگردان در قالب‌گیری را توضیح دهید.
- ۲- در قالب‌گیری مدل با ماهیچه برگردان، سطح جدایش چگونه تعیین می‌شود؟ توضیح دهید.
- ۳- در قالب‌گیری مدل با ماهیچه برگردان سیستم راهگاهی چگونه تعبیه می‌شود؟
- ۴- قطعاتی مانند پولی را می‌توان با کدام روش قالب‌گیری کرد؟
- ۵- در قالب‌گیری مدل با ماهیچه متحرک از چند سطح جدایش استفاده می‌شود؟
- ۶- در قالب‌گیری مدل با ماهیچه متحرک کانال هوا توسط چه ابزاری ایجاد می‌شود؟

## تمرین عملی

- مدلی مشابه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل‌های صفحه‌ای

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

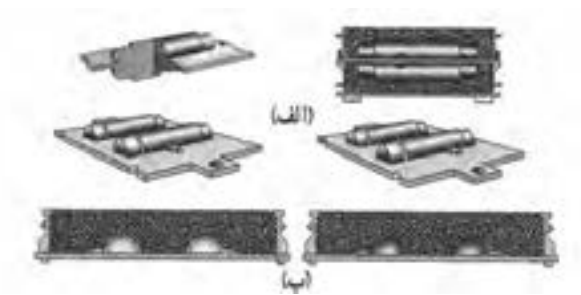
- ۱- مدل صفحه‌ای را توضیح دهد.
- ۲- انواع مدل‌های صفحه‌ای را شرح دهد.
- ۳- مدل صفحه‌ای را به‌طور صحیح قالب‌گیری نماید.
- ۴- مدل صفحه‌ای را به‌طور صحیح ریخته‌گری نماید.
- ۵- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

مقدمه

### ۱-۲۷- مدل‌های صفحه‌ای

برای تولید انبوه قطعات ریخته‌گری به روش دستی یا ماشینی در ماسه از مدل‌های صفحه‌ای استفاده می‌شود. مدل‌های صفحه‌ای به دو صورت یک رو، دو رو و دو صفحه‌ای ساخته می‌شوند. در نوع یک رو مدل با سطح جدایش یکنواخت در یک طرف صفحه قرار می‌گیرد در حالی که در نوع دو رو برای مدل‌های دو تکه یک نیمه مدل در یک طرف صفحه و نیمه دیگر آن در پشت صفحه قرار دارد. مدل‌ها یا جداگانه ساخته شده و بر روی صفحه‌ای مونتاژ می‌شوند و یا اینکه به همراه صفحه، از طریق ریخته‌گری تولید می‌شوند. صفحه مذکور مشخص کننده خط جدایش و بنابراین ایجاد کننده سطح جدایش دو لنگه درجه می‌باشد. سیستم راهگاهی نیز همیشه روی صفحه نصب می‌شود. با توجه به اینکه، مدل‌های صفحه‌ای هریک برای درجه‌های مخصوصی تنظیم می‌شوند، بنابراین یک مدل صفحه‌ای را نمی‌توان برای انواع مختلف درجه‌های کوچک و بزرگ به کار برد. مدل‌های صفحه‌ای اغلب در روش‌های قالب‌گیری ماشینی مورد استفاده قرار می‌گیرند و با توجه به بالا بودن سرعت قالب‌گیری و راندمان کار، هزینه‌های قالب‌گیری و تهیه مدل جبران می‌شوند. این مدل‌ها ممکن است ساده و یا ماهیچه دار باشند که در صورت ماهیچه دار بودن، بایستی پس از قالب‌گیری، ماهیچه‌های مورد لزوم را در محفظه قالب قرار داد.

در نوع دو صفحه‌ای، دو نیمه مدل در دو صفحه کاملاً جداگانه نصب می‌گردند و هریک از این صفحه‌ها در درجه جداگانه‌ای و به‌طور هم زمان قالب‌گیری می‌شوند. جنس این مدل‌ها ممکن است از چوب یا فلز باشد که در قالب‌گیری به‌روش ماشینی از نوع فلزی آن استفاده می‌گردد. این روش تهیه مدل، برای تولید انبوه و نیز قطعات نسبتاً بزرگ به کار می‌رود. هزینه ساخت مدل‌های صفحه‌ای دو صفحه‌ای بیشتر از انواع دیگر آن است. به همین دلیل، تنها حجم زیاد تولید می‌تواند این هزینه را جبران نماید.



در نصب نمودن تکه‌های مدل بر روی صفحه‌ها باید دقت زیادی به عمل آید تا کاملاً در یک راستا قرار گیرند. معمولاً راهبار و راهباره در یک صفحه (زیرین) و جای کانال راهگاه و تغذیه در صفحه دیگر (فوقانی) نصب می‌شوند. در شکل ۲۷-۱ نمونه‌های مختلفی از مدل صفحه‌ای نشان داده شده است.

شکل ۲۷-۱- چند نمونه از مدل‌های صفحه‌ای و قالب‌گیری آنها

(الف) مدل صفحه‌ای دو رو (تعداد متوسط)

(ب) مدل صفحه‌ای دو صفحه‌ای (برای تولید انبوه)

## ۲۷-۲- ابزار و وسایل لازم

مدل صفحه‌ای، درجه متناسب با مدل، جعبه ابزار قالب‌گیری

## ۲۷-۳- نکات ایمنی و بهداشتی

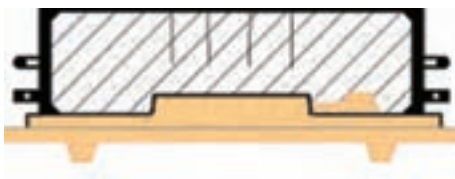
- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری و بارریزی الزامی است.

## ۲۷-۴- مراحل انجام کار

- مدل صفحه‌ای مطابق شکل ۲۷-۲ را انتخاب کنید.



شکل ۲۷-۲



شکل ۳-۲۷

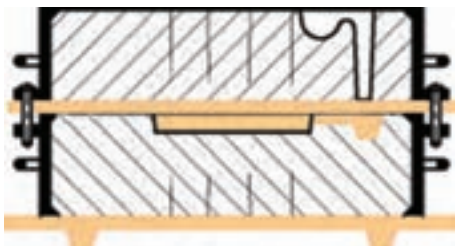
– مدل صفحه‌ای را روی درجه زیرین قرار دهید.  
– درجه رویی را روی درجه زیرین همراه با مدل صفحه‌ای قرار دهید.

درجه‌ها را همراه با مدل صفحه‌ای  $18^\circ$  برگردانید.  
– درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۳-۲۷).



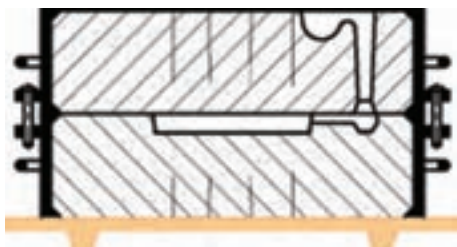
شکل ۴-۲۷

– قالب زیرین همراه صفحه مدل و درجه رویی را  $18^\circ$  برگردانید (شکل ۴-۲۷).



شکل ۵-۲۷

– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.  
– درجه رویی را قالب‌گیری کنید.  
– کانال خروج گاز و حوضچه بارریز را ایجاد کنید.  
– لوله راهگاه را خارج کنید (شکل ۵-۲۷).



شکل ۶-۲۷

قالب رویی را همراه با مدل صفحه‌ای با دقت از روی قالب زیرین بلند کرده  $18^\circ$  بچرخانید و در محل مناسب قرار دهید.

– مدل صفحه‌ای را با دقت از قالب رویی خارج کنید.  
– قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.  
– قالب آماده بارریزی است.  
– قالب را بارریزی کنید.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- مدل صفحه‌ای را تعریف کنید.
- ۲- انواع مدل‌های صفحه‌ای را نام ببرید.
- ۳- در چه مواردی از مدل‌های صفحه‌ای استفاده می‌شود؟
- ۴- نحوه قالب‌گیری مدل‌های صفحه‌ای را توضیح دهید.
- ۵- برای تولید انبوه قطعات ریختگی به روش دستی یا ماشینی در ماسه از چه روشی استفاده می‌شود؟
- ۶- در مدل‌های صفحه‌ای خط جدایش چگونه تعیین می‌شود؟
- ۷- از مزایای مدل‌های صفحه‌ای می‌توان به کدام گزینه اشاره کرد؟  
الف) بالا بودن سرعت تولید  
ب) بالا بودن سرعت قالب‌گیری  
ج) افزایش راندمان کار  
د) گزینه ب و ج صحیح است.
- ۸- کدام صحیح و کدام غلط می‌باشد؟  
- مدل صفحه‌ای را می‌توان برای انواع مختلف درجه‌های کوچک و بزرگ به کار برد.  
- هزینه بالای تهیه مدل صفحه‌ای با افزایش راندمان کار جبران می‌شود.

## تمرین عملی

- مدلی مشابه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل استوانه‌ای شکل

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- مدل استوانه‌ای دو تکه را به صورت افقی قالب‌گیری کند.
- ۲- مدل استوانه‌ای دو تکه را به صورت افقی ریخته‌گری کند.
- ۳- مدل استوانه‌ای یک تکه را به صورت عمودی قالب‌گیری کند.
- ۴- مدل استوانه‌ای یک تکه را به صورت عمودی ریخته‌گری کند.
- ۵- قطعات ریخته شده را از لحاظ عیوب ایجاد شده بررسی نماید.
- ۶- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به‌طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

بعضی از مدل‌ها مانند مدل‌های استوانه‌ای را معمولاً به صورت عمودی قالب‌گیری و ریخته‌گری می‌کنند. در صورتی که به صورت افقی قالب‌گیری و ریخته‌گری شوند، قسمت فوقانی قطعه در جهت افقی در اثر ایجاد انقباض و کشیدگی معیوب خواهد شد. اما در حالت عمودی قطعه ریخته شده، سالم خواهد بود، و در صورت ایجاد انقباض و کشیدگی می‌توان قسمت فوقانی استوانه را برش داد. شکل ۲۸-۱ مدل استوانه‌ای را در حالت افق و قائم نشان می‌دهد.



شکل ۲۸-۱

### ۲۸-۱- ابزار و وسایل لازم

مدل استوانه‌ای یک تکه و دو تکه، جعبه ابزار قالب‌گیری، صفحه زیر درجه، درجه مناسب



## ۲۸-۲ نکات ایمنی و بهداشتی

– رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری و بارریزی الزامی است.

الف) مدل استوانه‌ای یک تکه

۲۸-۲-۱ – مراحل انجام کار :

– مدل مطابق شکل ۲۸-۲ را انتخاب کنید.



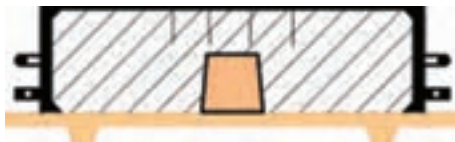
شکل ۲۸-۲

– مدل را با رعایت شیب روی صفحه زیر درجه

قرار دهید.

– درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

– درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۸-۳).



شکل ۲۸-۳

– قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه،  $180^\circ$

برگردانید (شکل ۲۸-۴).



شکل ۲۸-۴

– سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.

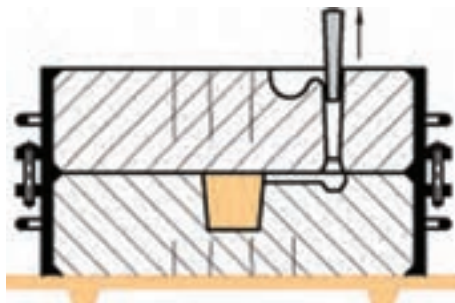
– لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.

– درجه رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.

– درجه رویی را قالب‌گیری کنید.

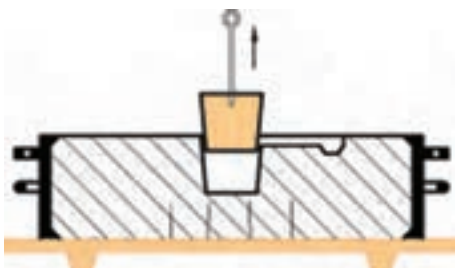
– کانال خروج هوا و حوضچه بارریز را ایجاد کنید (شکل

۲۸-۵).

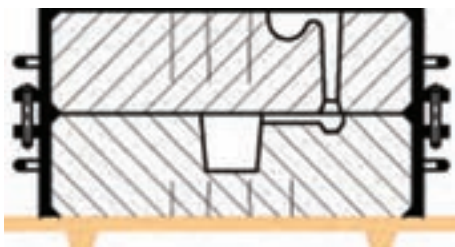


شکل ۲۸-۵





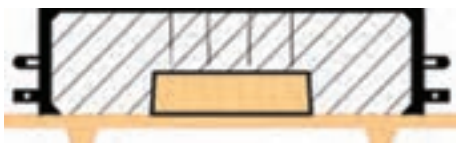
شکل ۶-۲۸



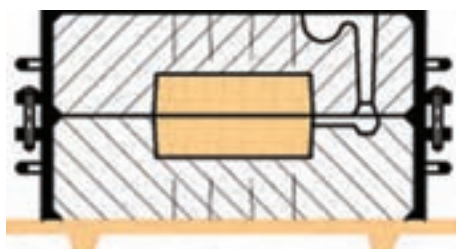
شکل ۷-۲۸



شکل ۸-۲۸



شکل ۹-۲۸



شکل ۱۰-۲۸

- قالب رویی را از روی قالب زیرین بردارید.
- حوضچه پای راهگاه و راهبار را ایجاد کنید.
- اطراف مدل را توسط قلم آب مرطوب کنید.
- مدل را با مدل لق کن، لق نمایید.
- مدل را با مدل درآور، خارج کنید (شکل ۶-۲۸).

- سطح قالب را با فوتک تمیز کنید.
- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- قالب آماده بارریزی است (شکل ۷-۲۸).
- قالب آماده را بارریزی کنید.

- (ب) مدل استوانه‌ای دو تکه
- ۲-۲-۲۸- مراحل انجام کار :
- مدل مطابق شکل ۸-۲۸ را انتخاب کنید.

- نیمه مدل زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.
- درجه زیرین را قالب‌گیری کنید (شکل ۹-۲۸).

- قالب زیرین را همراه با صفحه زیر  $18^\circ$  برگردانید.
- سطح قالب را پودر جدایش بپاشید.
- نیمه رویی مدل را روی نیمه زیرین قرار دهید.
- لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- درجه رویی را قالب‌گیری کنید (شکل ۱۰-۲۸).

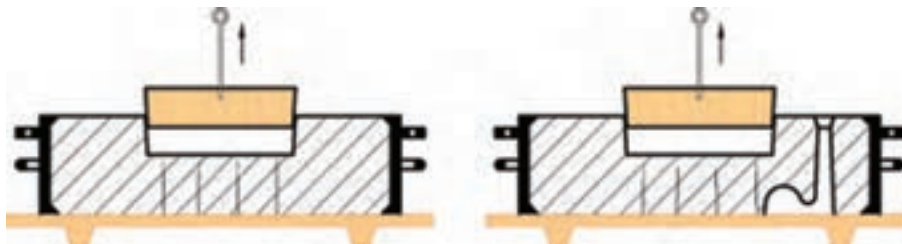


شکل ۲۸-۱۱

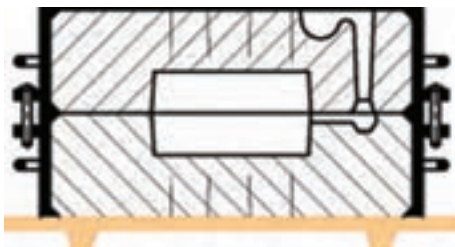
- حوضچه بارریز و مجرای عبور گاز را ایجاد کنید.
- لوله راهگاه را خارج کنید.
- قالب رویی را بردارید و در محل مناسب قرار دهید (شکل ۲۸-۱۱).

**تذکر:** در هنگام بلند کردن قالب رویی، امکان افتادن مدل به علت سنگین بودن وجود دارد لذا باید قبل از قالب‌گیری نیمه مدل رویی را مهار نموده و یا از مدل صفحه‌ای استفاده شود.

- روی قالب زیرین حوضچه پای راهگاه و راهبار ایجاد کنید.
- اطراف مدل را مرطوب کنید.
- با استفاده از مدل درآور، دو نیمه مدل را از دو لنگه قالب خارج کنید (شکل ۲۸-۱۲).



شکل ۲۸-۱۲



شکل ۲۸-۱۳

- قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید.
- قالب آماده بارریزی است.
- قالب آماده را بارریزی کنید (شکل ۲۸-۱۳).



شکل ۲۸-۱۴

شکل ۲۸-۱۴ قطعه ریخته شده با سیستم راهگاهی را نشان می‌دهد.

اگر دو قطعه استوانه‌ای الف و ب را با یکدیگر مقایسه کنیم. قطعه الف سالم است اما قطعه ب معیوب خواهد بود به علت انقباضی که در قسمت فوقانی قطعه جمع می‌شود.



## ؟؟؟ پرسش

- ۱- مدل‌های استوانه‌ای معمولاً به چه صورتی قالب‌گیری می‌شوند؟ علت را بیان کنید.
- ۲- سیستم راهگاهی در مدل‌های استوانه‌ای چگونه تعبیه می‌گردد؟
- ۳- اگر مدل استوانه‌ای، افقی قالب‌گیری شود چه عیبی ایجاد می‌گردد؟ علت را بیان کنید.
- ۴- چرا مدل‌های استوانه‌ای را به صورت افقی قالب‌گیری و ریخته‌گری نمی‌کنند؟
- ۵- اگر مدل‌های استوانه‌ای در حالت ..... ریخته‌گری شود، در قسمت ..... قطعه اثر کشیدگی حاصل می‌شود.
- ۶- مدل را می‌توان توسط ..... لق نمود.
- ۷- سطح قالب را می‌توان توسط ..... تمیز کرد.
- ۸- برای جلوگیری از افتادن مدل به علت سنگین بودن بهتر است چه کاری صورت گیرد؟

## تمرین عملی

- مدل استوانه‌ای یک تکه را در درجه رویی قالب‌گیری کنید به طوری که سیستم راهگاهی از پایین تعبیه گردد و پس از بارریزی علت عیوب ایجاد شده را بررسی کنید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل‌های چند تکه

هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :

- ۱- مدل چند تکه‌ای را به‌طور صحیح قالب‌گیری کند.
- ۲- مدل چند تکه‌ای را به‌طور صحیح ریخته‌گری کند.
- ۳- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی به‌طور کامل پیروی کند.

### مقدمه

شکل و ابعاد بعضی از قطعات به گونه‌ای است که نمی‌توان مدل آنها را به صورت یک تکه یا دو تکه ساخت زیرا امکان قالب‌گیری آنها مشکل است. به همین منظور مدل آنها چند تکه ساخته می‌شود. در این صورت قالب‌گیری این مدل‌ها به شکل و ابعاد مدل بستگی دارد که ممکن است از سه لنگه درجه استفاده شود و برای اطمینان از پر شدن قالب از راهگاه پله‌ای استفاده شود (شکل ۱-۲۹).



شکل ۱-۲۹



## ۲۹-۱- ابزار و وسایل لازم

مدل سه تکه، سه لنگه درجه متناسب با مدل مطابق شکل

۲۹-۲، جعبه ابزار قالب گیری و صفحه زیر درجه



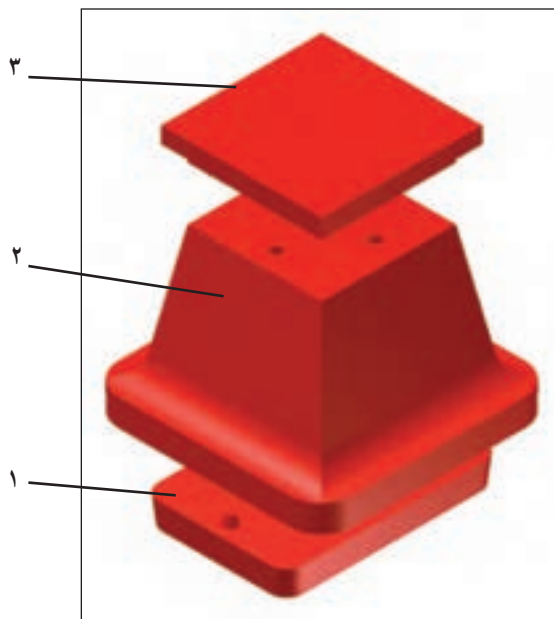
شکل ۲۹-۲

## ۲۹-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

- رعایت نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب گیری و بارریزی الزامی است.

## ۲۹-۳- مراحل انجام کار عملی

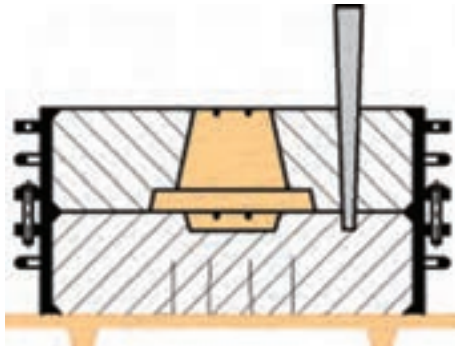
مدلی مطابق شکل ۲۹-۳ را انتخاب کنید.



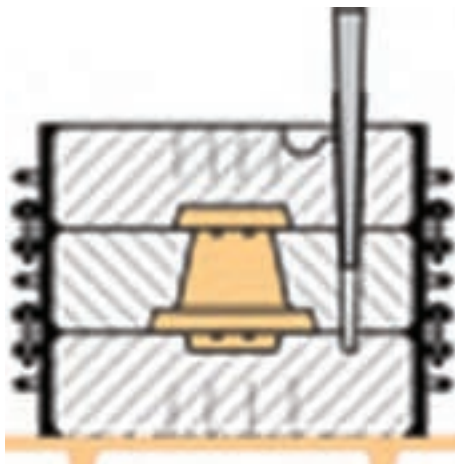
شکل ۲۹-۳



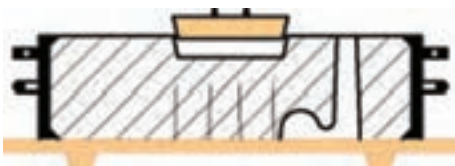
شکل ۲۹-۴



شکل ۲۹-۵



شکل ۲۹-۶



شکل ۲۹-۷

– قسمت ۱ مدل را با رعایت شیب روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

– درجه شماره ۱ را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

– درجه ۱ را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۹-۴).

– قالب ۱ را  $18^\circ$  برگردانید و روی صفحه زیر درجه

قرار دهید.

– سطح قالب ۱ را صاف کنید.

– سطح آن را پودر جدایش بپاشید.

– قسمت اصلی مدل (شماره ۲) را روی قسمت ۱ قرار دهید.

– لوله راهگاه حداقل به اندازه ارتفاع دو لنگه درجه رویی

را در محل مناسب قرار دهید.

– درجه ۲ را روی قالب ۱ قرار دهید.

– درجه ۲ را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۹-۵).

توجه: برای اینکه درجه‌ها در یک راستا قرار گیرند بهتر

است از بین سرتاسری استفاده کنید.

– سطح قالب ۲ را صاف کنید.

– سطح آن را پودر جدایش بپاشید.

– تکه فوقانی مدل (شماره ۳) را روی قسمت ۲ قرار

دهید.

– درجه ۳ را روی قالب ۲ قرار دهید.

– درجه ۳ را قالب‌گیری کنید (شکل ۲۹-۶).

– سطح قالب ۳ را صاف کنید و سیخ هوا بزنید.

– حوضچه بارریز را ایجاد کنید.

– لوله راهگاه را خارج کنید.

– قالب شماره ۳ را بردارید و  $18^\circ$  درجه برگردانید و در

محل مناسب قرار دهید.

– تکه شماره ۳ مدل را از قالب شماره ۳ خارج کنید

(شکل ۲۹-۷).

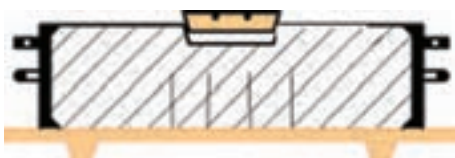




شکل ۸-۲۹

- روی قالب شماره ۲ راهبار ایجاد کنید.
- قالب شماره ۲ را بردارید و  $180^\circ$  برگردانید و در محل مناسب قرار دهید.
- قطعه شماره ۲ مدل را از روی قالب شماره ۲ خارج کنید (شکل ۸-۲۹).

**توجه:** با توجه به سنگین بودن و شیب زیاد قطعه شماره ۲ مدل، هنگام برداشتن قالب ۲ ممکن است قسمت ۲ مدل روی قالب شماره ۱ باقی بماند.



شکل ۹-۲۹

- روی قالب شماره ۱ حوضچه پای راهگاه ایجاد کنید.
- قطعه شماره ۱ مدل را با استفاده از مدل درآور، خارج کنید (شکل ۹-۲۹).



شکل ۱۰-۲۹

- قالب شماره ۲ را روی قالب شماره ۱ با دقت قرار دهید.
- قالب شماره ۳ را روی قالب شماره ۲ قرار دهید.
- توجه:** در هنگام جفت کردن قالب‌ها بهتر است از پین‌های سرتاسری استفاده کنید تا صدمه به قالب نرسد.
- قالب آماده بارریزی است (شکل ۱۰-۲۹).



شکل ۱۱-۲۹

- قالب آماده را بارریزی کنید.
- شکل ۱۱-۲۹ قطعه ریخته شده همراه با سیستم راهگاهی را نشان می‌دهد.





## ؟؟؟ پرسش

- ۱- در چه مواردی از مدل‌های چند تکه استفاده می‌گردد؟
- ۲- در قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل‌های چند تکه راهگاه به چه صورت ایجاد می‌شود؟
- ۳- در چه مواقعی می‌توان مدل را به صورت چند تکه ساخت؟
- ۴- برای قرار گرفتن درجه‌ها در یک راستا بهتر است از ..... استفاده کرد.

## تمرین عملی

- مدل سه تکه مشابه را قالب‌گیری و ریخته‌گری نمایید.
- نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.



## جلسه ۳۰

### بازدید از کارخانجات صنعتی ریخته‌گری

- هدف‌های رفتاری : در پایان این جلسه از هنرجو انتظار می‌رود که :
- پس از بازدید گزارش کاملی از مراحل تولید قطعات ریخته‌گری را ارائه دهد.
  - مراحل بازدید و تهیه گزارش مطابق کتاب گزارش کار فعالیت کارگاهی را بنویسد.



## منابع و مآخذ

- ۱- اصول تکنولوژیکی ریخته‌گری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، ۱۳۸۹.
- ۲- دروس فنی سال‌های سوم و چهارم؛ حجازی، دوامی، نظم‌دار، عسگرزاده، وزارت آموزش و پرورش رشته ذوب فلزات و ریخته‌گری.
- ۳- اصول طراحی مدل‌ها و قالب‌های ریخته‌گری، مراد سلیمی، ۱۳۷۰.
- ۴- طراحی و ساخت مدل‌های ریخته‌گری، عبدا... ولی نژاد.
- ۱- Principle of Metal casting, R Heine and Rosetal, Mac Grow Hill, Newyork.
- ۲- Fondry Technology, P R Beely Butter Worths, London.
- ۳- Metals Handbook Forging and Casting A.F.S.

