



## 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 رشته ساخت و تولید و نقشه‌کشی عمومی قرار گرفت

هنرجویان شاخه آموزش های فنی و حرفه ای امروزه به عنوان نسل جوان و آینده ساز جامعه ما، پا به عصری می‌گذارند که عصر دانایی لقب گرفته است در این عصر که گستره ای 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 کارگیرند

بر این اساس هنرجویان ما باید اصولی را آموزش ببینند تا بتوانند از دانش روز بهره کافی 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 هم اکنون در بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی در حال اجرا می‌باشد هدف روش آموزش مهارت پودمانی، ارتقای توانایی‌های هنرجویان در مشاغل مختلف با حفظ جنبه خودآموزی است در تألیف کتاب حاضر هدف فوق مورد 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 ۳ جلسه برای ۳ 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

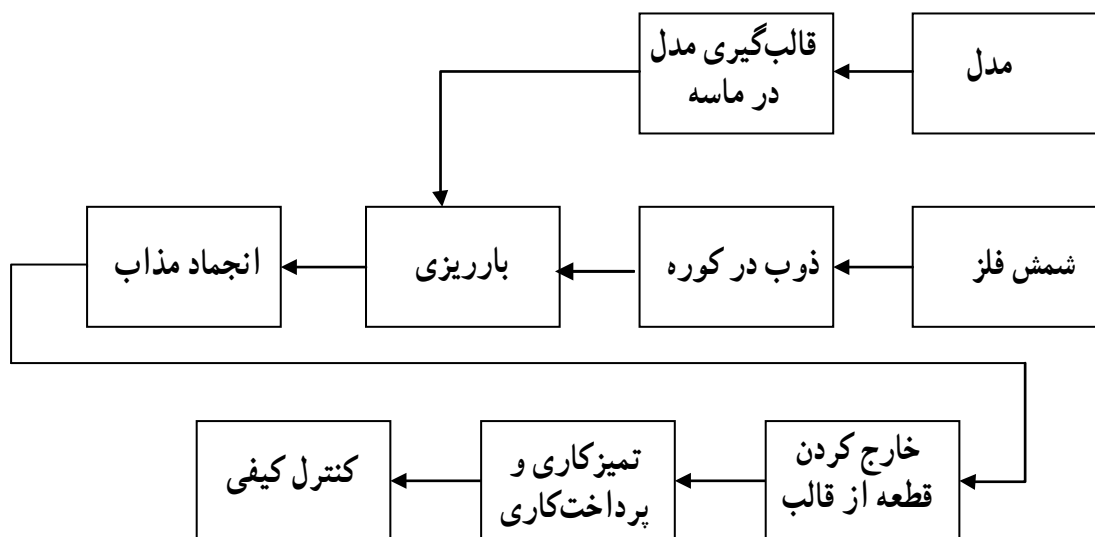


## آشنایی با کارگاه ریخته‌گری و تجهیزات آن

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 ۰/۱ 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 ۱۵۰ تا ۳۵۰ 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 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. جدن‌ها، 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

۱- 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: گل 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.

#### ۱-۴- 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.

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

##### ریخته‌گری عبارتند از

- تهیه یا ساخت مدل

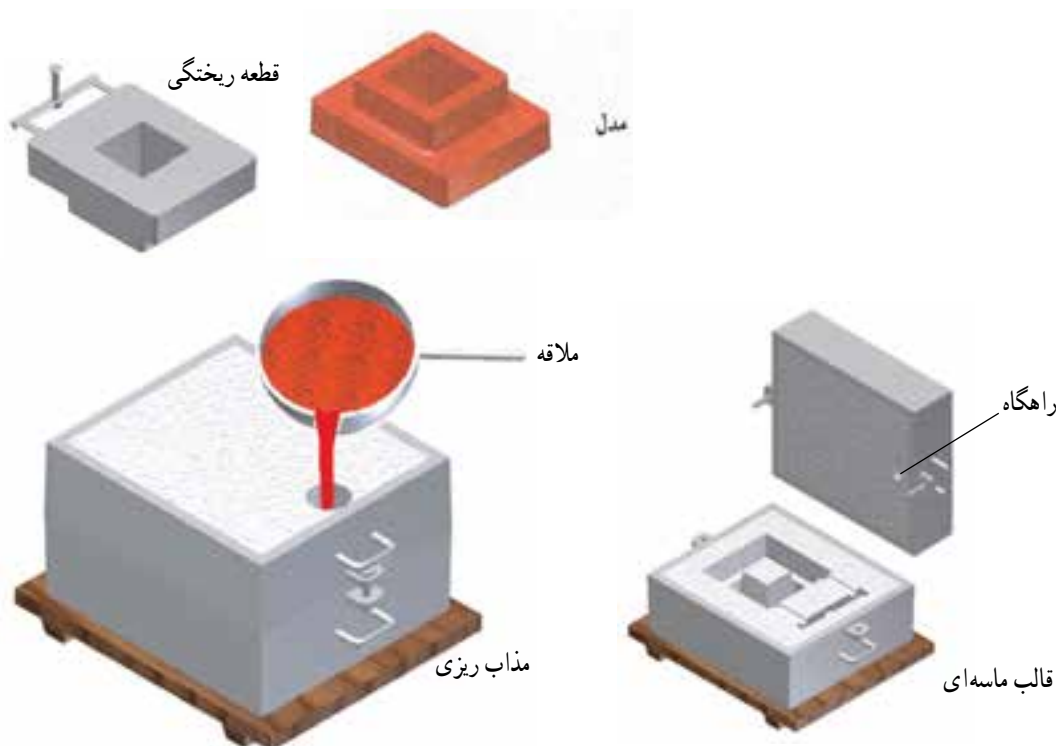
- قالب‌گیری

- ذوب فلز

- بارریزی

- تمیزکاری

(شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳



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

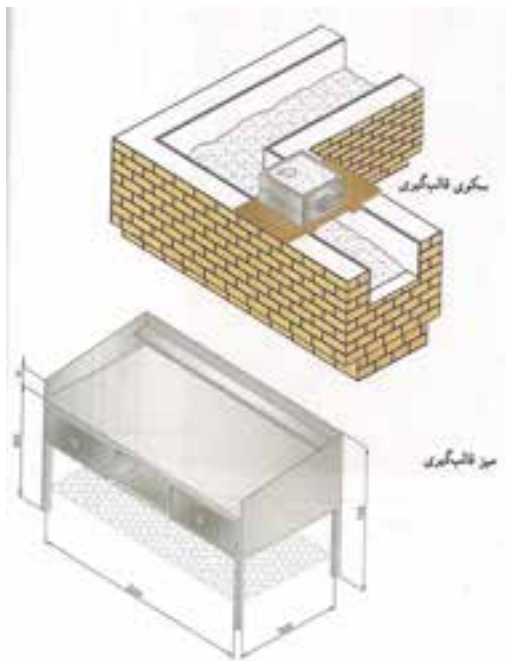
با وسعت آن و به عمق حداکثر ۵۰ سانتی متر که برای ریختن ماسه در آن تعبیه می‌گردد. قسمت عمیق آن به ماسه نو و قسمت دیگر آن به ماسه‌های آماده شده برای قالب‌گیری اختصاص می‌یابد (شکل ۱-۴).



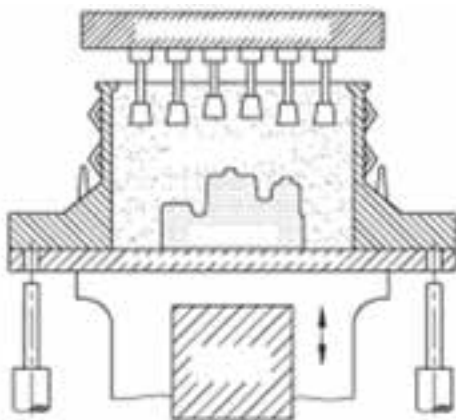
شکل ۱-۵

— 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 سکوهای 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 ۹-۱

— 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 ۹-۱).

### 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 ۱۰-۱ یک نوع مخلوط کن غلطکی نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۱

### — ماشین‌های ماهیچه سازی: دو نوع ماشین

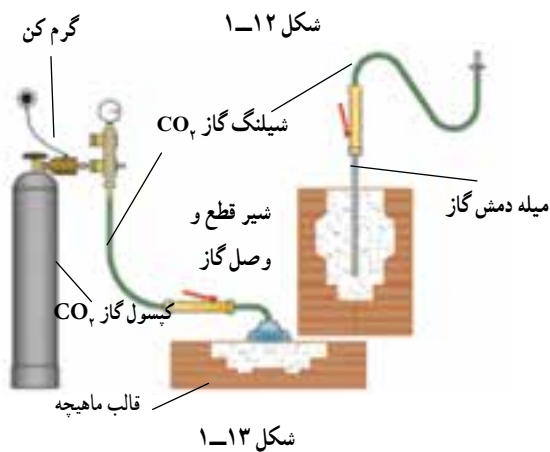
ماهیچه سازی وجود دارد که یکی ماشین ماهیچه سازی با محفظه سرد و دیگری ماشین ماهیچه سازی با محفظه گرم می‌باشد و هنگامی که از یک نوع ماهیچه و به تعداد زیاد مورد نیاز باشد از این ماشین‌ها استفاده می‌شود. شکل ۱۱-۱ یک نوع ماشین ماهیچه ساز از نوع محفظه سرد را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۱



– گرم‌خانه (کوره‌های ماهیچه خشک‌کن): 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 بوت‌های، دوار، کویل، القایی و قوسی. در شکل ۱-۱۴ دو نوع کوره بوت‌های هوایی و زمینی نشان داده است.



شکل ۱-۱۴



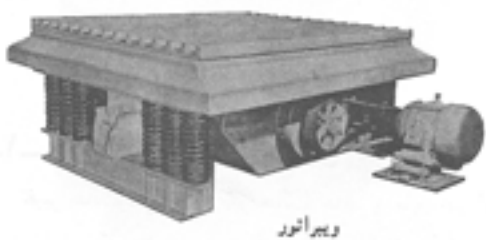
شکل ۱-۱۵

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 ۱-۱۵).

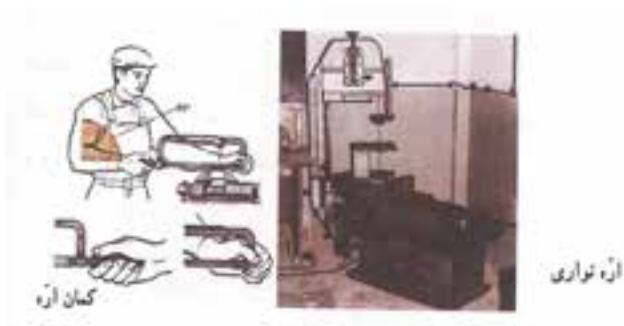


شکل ۱-۱۶

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 ۱-۱۶ نمونه‌ای از سنگ ستونی و شکل ۱-۱۷ نمونه‌ای از ویبراتور و شکل ۱-۱۸ نمونه‌ای از اره نواری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۷



شکل ۱-۱۸



## 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.

۱-۷-۲-۱ 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

۱-۷-۲-۳ 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.

۱-۷-۲-۴ 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 برق‌گرفتگی

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

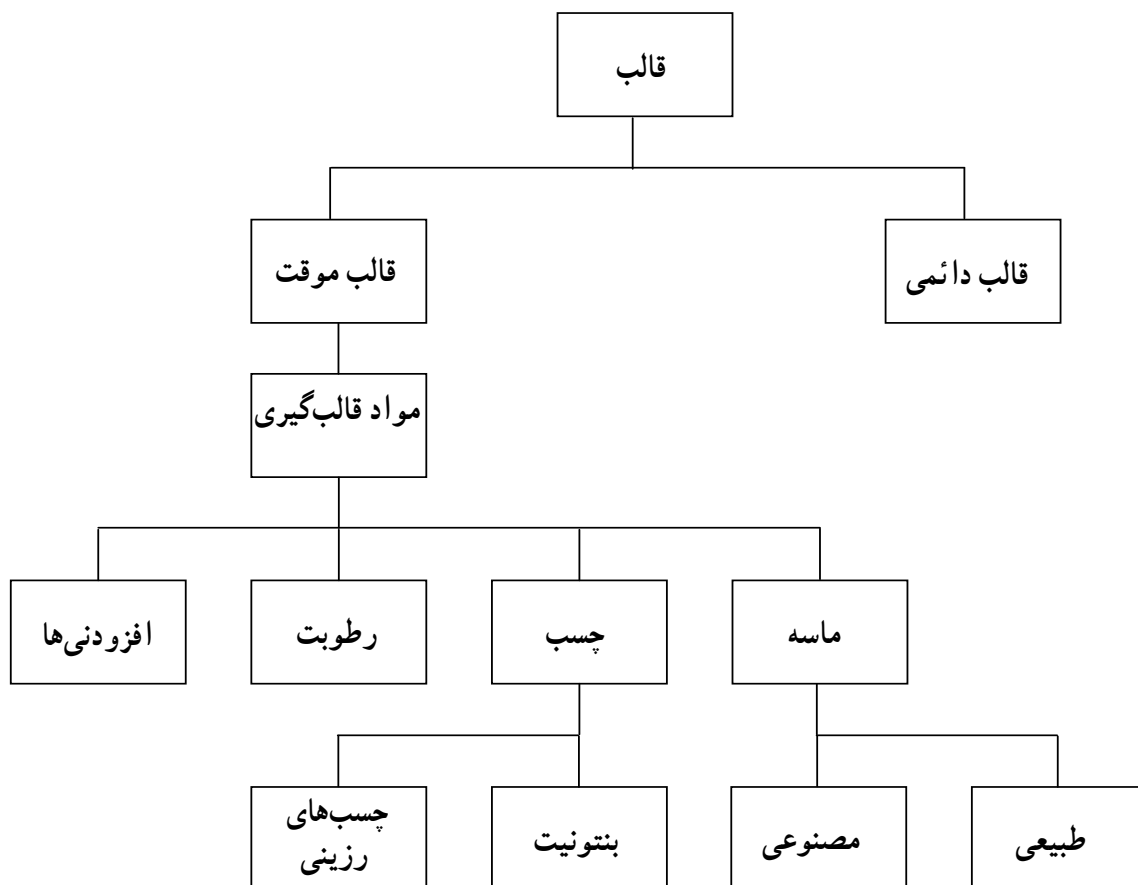
- ۱- اهمیت صنعت ریخته‌گری را در جهت پیشرفت هر کشور بنویسید.
- ۲- عوامل مهم در صنعت ریخته‌گری را توضیح دهید.
- ۳- تحولاتی که در صنعت ریخته‌گری به وجود آمده را به طور اختصار شرح دهید.
- ۴- نقش مدل سازی در صنایع ریخته‌گری را بنویسید.
- ۵- مراحل تولید و ساخت قطعات در کارگاه ریخته‌گری را بنویسید.
- ۶- ایمنی 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.
- ه) 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.

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

باید دارای خواص عمومی زیر باشد :

— قابلیت شکل پذیری : هر چند در ساخت قالب، نحوه شکل دادن مخلوط قالب‌گیری با توجه به ماهیت این مواد متفاوت

است، دارا بودن قابلیت شکل پذیری 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 ریخته‌گری 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 ۰۰۲٪ میلی متر است، خاک نامیده می‌شوند. مخلوط ماسه قالب‌گیری که در ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرد به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند.

۴-۲-۱- 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 تیتانیم ( $\text{TiO}_2$ )، 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 غیر آهنی 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، زیرکنی، 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  $(Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2 \cdot Al_2O_3)$  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.

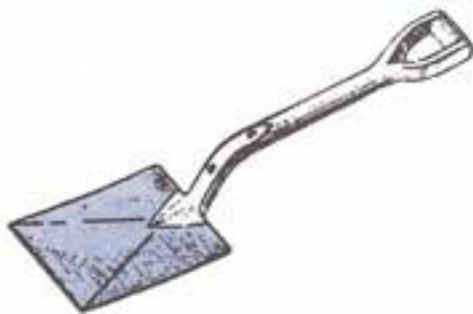


## جدول ۱-۲- مواد افزودنی در مخلوط ماسه قالب‌گیری

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 فلئورید آمونیم	جلوگیری از انجام واکنش‌های فلز - قالب
آرد حبوبات خاک اره	بهبود قابلیت از هم پاشیدگی و جلوگیری از عیوب ناشی از انبساط قالب

## ۲-۷- 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

سرنده (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 سرنده دستی، از سرنده برقی نیز استفاده می‌شود که مزیت آن سرعت بیشتر و در نتیجه سرنده کردن حجم بیشتر ماسه است. شکل ۲-۳ یک سرنده 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 نوک تیز 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 آماده‌سازی ماسه چیست؟
  - ۱- نحوه تست کردن ماسه در آماده‌سازی 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
بهبود کیفیت سطح قالب	خاک اره
جلوگیری از انجام واکنش فلز مذاب	ملاس
بهبود قابلیت از هم پاشیدگی	آرد حبوبات



## 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

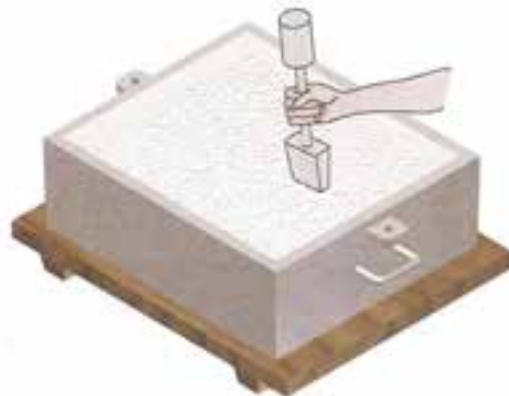
### نحوه کوبیدن ماسه داخل درجه

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

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

#### مقدمه

برای تهیه قالب، مخلوط ماسه را در اطراف مدل به صورت یکنواخت متراکم می‌نمایند 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 به‌طور یکنواخت و با دقت انجام شود. عمل کوبش ماسه با استفاده از کوبه انجام می‌شود و برای اینکه بتوان ماسه را به‌طور 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 می‌دهد.

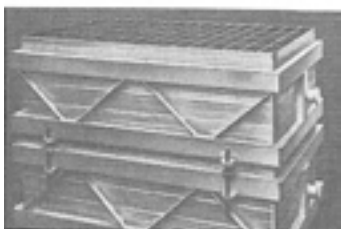
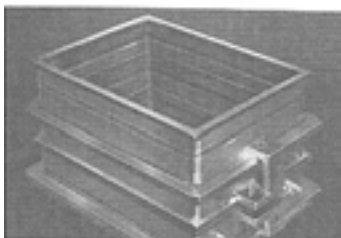
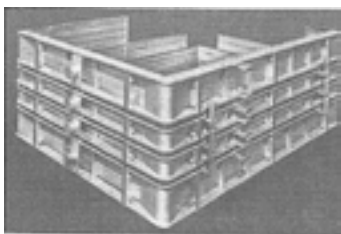


شکل ۱-۳

#### ۱-۳- ابزار و مواد لازم

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





شکل ۳-۲

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 جایین‌های مناسب هستند تا از چرخش و جابه‌جایی 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 ۲-۳ 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.



شکل ۳-۳

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.

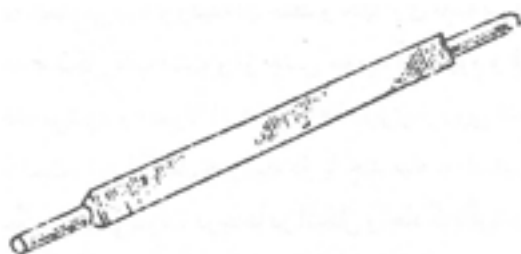


شکل ۳-۴



شکل ۳-۵

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



شکل ۳-۶

شکل ۳-۴-۱-۳- 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

شکل ۳-۷-۱-۳- 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

شکل ۳-۸-۱-۳- 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.



## ۳-۲- 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 ۱۴-۳

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



شکل ۱۵-۳

– 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 ۱۵-۳).



شکل ۱۶-۳

– 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 ۱۶-۳).

**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.



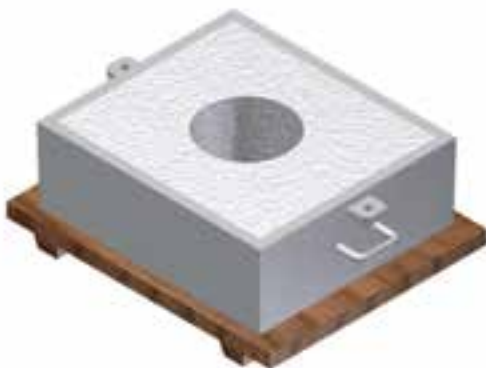
## ایجاد احجام هندسی با ابزارهای قالب گیری

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 دستورالعملهای 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

۱-۱-۴- ابزار قاشقی: 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 می‌باشد. جنس این ابزار از فولاد است. از این ابزار برای تعمیر و ترمیم قالب و ایجاد حوضچه بارریز، حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره استفاده می‌شود. شکل ۲-۴ چند نوع ابزار قاشقی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳

۲-۱-۴- ابزار گوشه: ابزاری از جنس فولاد که به شکل‌های محدب، مقعر و زاویه ۹۰° وجود دارد. از ابزار گوشه محدب و مقعر برای ترمیم گوشه‌های قوس‌دار و ابزار گوشه‌ای قائمه برای ترمیم گوشه‌های ۹۰° استفاده می‌شود. شکل ۳-۴ چند نوع ابزار گوشه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۴

۳-۱-۴- ابزار پاشنه: ابزاری است از جنس فولاد که در قسمت‌های مختلف قالب براساس نوع شکل، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ابزار در شکل‌های مختلف تخت، قوس‌دار و گرد وجود دارند. ابزار پاشنه سرتخت برای خارج کردن ماسه اضافی از کف قالب و تعمیر و صاف کردن آنها استفاده می‌شود. ابزار پاشنه قوس برای پرداخت قوس‌های داخل قالب و ابزار پاشنه گرد جهت ترمیم قسمت‌های کف و همچنین برای صاف کردن کف قالب‌ها استفاده می‌شود. شکل ۴-۴ چند نوع ابزار پاشنه‌ای را نشان می‌دهد.





شکل ۴-۵

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.



شکل ۴-۶

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.



شکل ۴-۷

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.

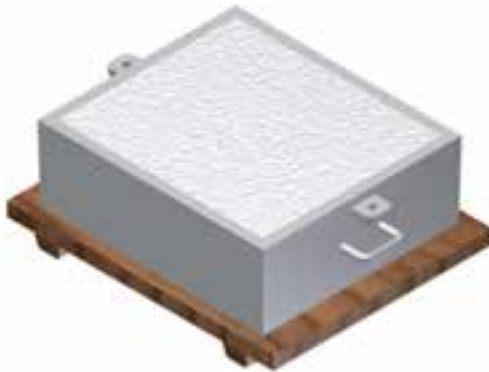


## ۴-۲- نکات ایمنی و بهداشتی

- 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.



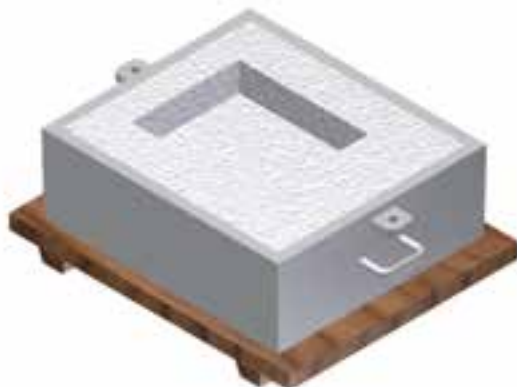
شکل ۴-۸

- 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).



## ?? ? پرسشی

- 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

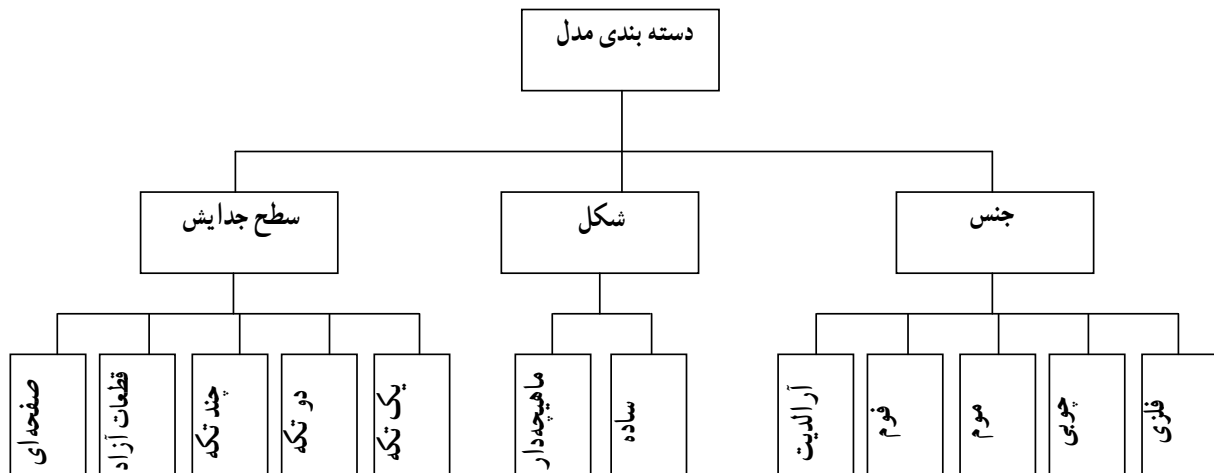
- با استفاده از ابزار قالب‌گیری، احجام هندسی را داخل قالب ایجاد کنید.
- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی پیروی کنید.



## 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.



## ۱-۵- انواع مدل

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

۱-۱-۵- دسته‌بندی مدل‌ها بر اساس 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 انبساط 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 چسباندن 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.



### ۲-۱-۵- دسته بندی مدل‌ها بر اساس شکل ظاهری آنها :

مدل‌ها را می‌توان از نظر تشابه آنها با شکل قطعه ریختگی (نقشه مکانیکی) به دو گروه اصلی تقسیم نمود :

الف) مدل‌های ساده : این نوع مدل‌ها، از نظر شکل ظاهری شبیه قطعه ریختگی هستند و با استفاده از مدل، قسمت‌های داخلی و خارجی قطعه قالب‌گیری می‌شوند (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱

ب) مدل‌های ماهیچه دار : این نوع مدل‌ها شباهت چندانی به قطعه ریختگی ندارد که یکی از علت‌های آن وجود زائده‌هایی به نام تکیه‌گاه یا ریشه ماهیچه می‌باشد (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲

### ۳-۱-۵- انواع مدل بر اساس سطح جدایش :

مدل‌ها عبارتند از : یک تکه، دو تکه یا چند تکه، مدل با قطعات آزاد، مدل با سیستم راهگاهی و مدل صفحه‌ای.

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

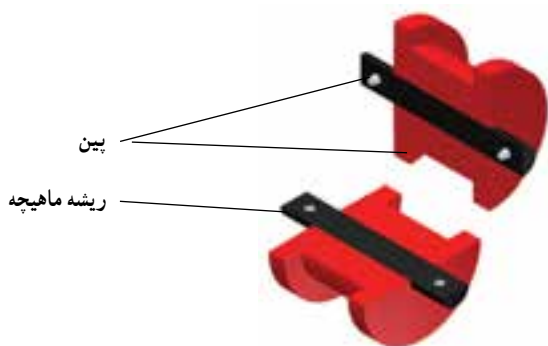


شکل ۵-۳



— 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 ۴-۵ یک نمونه از مدل دو تکه نشان داده شده است.



شکل ۴-۵

— 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 ۶-۵).



شکل ۶-۵

— 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.

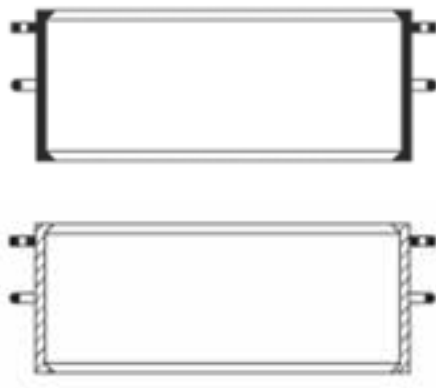
۵-۲-۲- اضافه مجاز ماشین کاری: قطعه‌های ریختگی، معمولاً از کیفیت سطحی مطلوب برخوردار نیستند و پس از ریخته‌گری بایستی تحت عملیات ماشین کاری قرار گیرند. از این رو در سطح‌هایی که باید ماشین کاری شوند، اضافه مجازی به نام اضافه مجاز ماشین کاری در نظر گرفته می‌شود.

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 ۸-۵



شکل ۹-۵



شکل ۱۰-۵



شکل ۱۱-۵



شکل ۱۲-۵

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

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 ۹-۵).

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 ۱۰-۵).

#### ۵-۴- ابزار لازم

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

۱-۴-۵- 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 ۱۱-۵).

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



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 لق کن، 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).

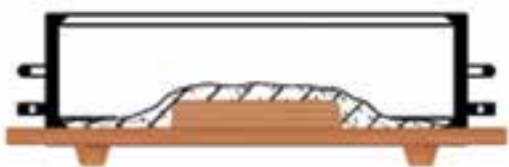


شکل ۵-۱۴

- 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).

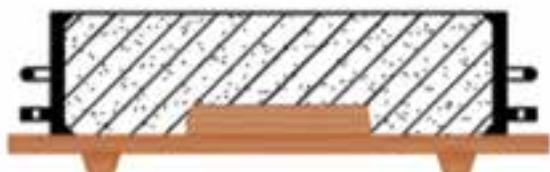


شکل ۵-۱۵



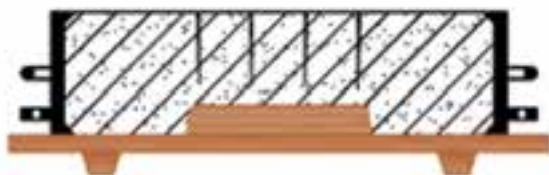
شکل ۱۶-۵

– 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 ۵-۱۶).



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 ۵-۱۷).



شکل ۱۸-۵

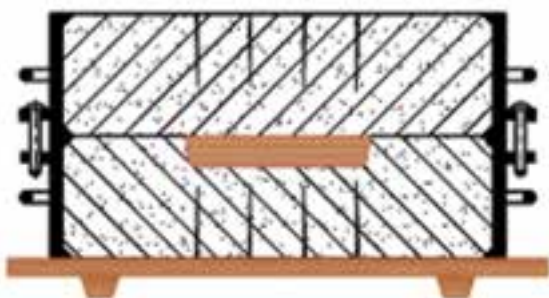
منافذ خروجی گاز را با استفاده از سیخ هواکش در قالب ماسه متراکم شده روی مدل طوری ایجاد کنید که سیخ هوا به مدل برخورد نکند. این منافذ، خروج گازهای تشکیل شده در هنگام ریختن مذاب را تسهیل می‌کنند (شکل ۵-۱۸).



شکل ۱۹-۵

– درجه را همراه با صفحه زیر درجه ۱۸° درجه برگردانید، سپس روی سطح قالب پودر جدایش بپاشید تا از چسبیدن ماسه درجه‌های رویی و زیرین به یکدیگر جلوگیری شود (شکل ۵-۱۹).

**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 خروجی گاز را با استفاده از سیخ هوا در قالب بالایی ایجاد کنید (شکل ۵-۲۰).



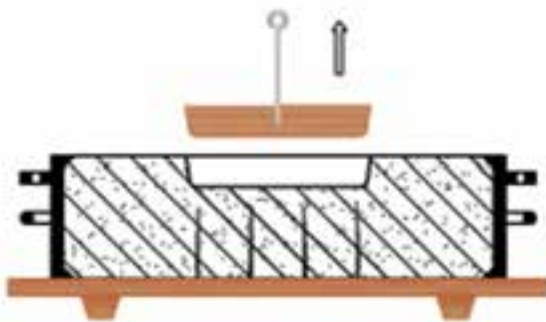
شکل ۵-۲۱

– 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 ۵-۲۱).



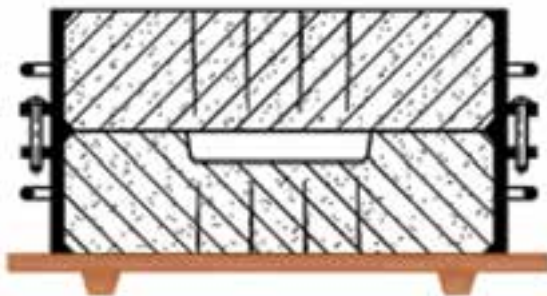
شکل ۵-۲۲

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



شکل ۵-۲۳

– 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 ۵-۲۳).



شکل ۵-۲۴

– 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 ۵-۲۴).

**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 اضافه‌های مجاز در مدل سازی چیست؟ توضیح دهید.
- ۶- ماسه قالب‌گیری در نما به صورت ..... و در برش به صورت ..... نمایش داده می‌شود.
- ۷- کدام یک از موارد زیر جزو ویژگی‌های مواد قالب می‌باشد؟  
الف) انتقال حرارت      ب) هدایت الکتریکی      ج) جذب آب      د) استحکام کافی
- ۸- مدل‌ها را براساس .....، ..... و ..... تقسیم بندی می‌کنند.
- ۹- کدام یک از جملات زیر صحیح است.  
- مزیت چوب، انبساط و انقباض و تغییر شکل و ابعاد آن در اثر جذب رطوبت می‌باشد.  
- مدل‌های فلزی برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.  
- مدل‌های پلاستیکی، استحکام فشاری کمتری نسبت به مدل‌های چوبی دارند.  
- مدل‌های ساده شباهت چندانی به قطعه ریختگی ندارند.
- ۱۰- مدل‌هایی که به صورت جسم یکپارچه یا یک تکه ساخته می‌شوند، ..... نامیده می‌شوند.
- ۱۱- برای تولید انبوه قطعات ریختگی از مدل‌های ..... استفاده می‌شود.
- ۱۲- کدام یک از موارد زیر جزء اضافه‌ها و تغییرهای مجاز در مدل نمی‌باشد؟  
الف) اضافه مجاز انقباضی      ب) اضافه مجاز انبساطی      ج) اضافه مجاز ماشین کاری  
د) شیب مجاز
- ۱۳- ماسه قالب‌گیری در برش به صورت ..... رسم می‌شود.
- 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 ماسه‌ای از کدام ابزار استفاده می‌شود؟  
الف) مدل لق کن      ب) کوبه      ج) سیخ هواکش      د) پیچ مدل درآور

## تمرین عملی

- مدل‌هایی مشابه استوانه، مکعب و غیره را قالب‌گیری کنید.
- از دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی کارگاه به طور کامل پیروی کنید.