

## پودمان ۳

### ساخت مدل فلزی



# واحد یادگیری

## ساخت مدل فلزی

### مقدمه

یکی از انواع مدل‌های مورد استفاده از قالب‌گیری مدل فلزی است. در این واحد یادگیری در نظر گرفتن انقباض مضاعف در مدل چوبی با توجه به جنس مدل فلزی، ابزار، مواد اولیه و تجهیزات و روش‌های قالب‌گیری و ریخته‌گری، روش‌های انجام خشن‌کاری، پلیسه‌گیری، پرداخت کاری، نصب مدل روی صفحه با روش مناسب و تعبیه راهنمای مورد نیاز در ابعاد مناسب روی صفحه و کنترل کیفی مدل از لحاظ ابعاد، شکل ظاهری و... توضیح داده می‌شود.

### استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه لازم و ابزارآلات، مدل میانی، چوبی یا فومی و مدل نهایی فلزی براساس استانداردهای مرتبط ساخته می‌شود.

### پیش‌نیاز

ساخت مدل چوبی

## ساخت مدل فلزی

به منظور افزایش طول عمر مدل، دقت ابعادی بیشتر، افزایش مقاومت مدل در مقابل عوامل مکانیکی، شیمیایی، عدم جذب رطوبت، استحکام و دوام بالاتر در مقابل سایش و استفاده‌های مکرر از مدل‌های فلزی استفاده می‌شود. همچنین مدل‌های مورد استفاده در قالب‌گیری‌ها (ساخت مدل صفحه‌ای) از جنس فلز هستند. معمولاً این مدل‌ها از جنس آلیاژهای آلومینیوم، چدن خاکستری، فولاد، منیزیم و مس ساخته می‌شوند و غالباً برای تولید قطعات به تعداد زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها به‌طور مستقیم از طریق ماشین‌کاری بلوک‌های فلزی تهیه می‌شوند و یا با استفاده از مدل‌های چوبی (مدل اولیه یا مادر) ریخته‌گری می‌شوند. مدل‌سازی به روش ماشین‌کاری همانند مدل‌سازی چوبی بر اساس نقشه مدل‌سازی انجام گرفته که می‌تواند مدل آن را یک پارچه و یا از طریق مونتاژ اجزا تولید نمود. مونتاژ می‌تواند از طریق پیچ و مهره، پرچ‌کاری و یا جوش‌کاری انجام گیرد. شکل زیر روش اتصال در این فرایندها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- روش مونتاژ به طریق پیچ و مهره، پرچ‌کاری و جوش‌کاری

مدل‌های فلزی که به روش ریخته‌گری با استفاده از مدل‌های چوبی یا فومی تولید می‌شوند را مدل‌های ثانویه و مدل‌های چوبی یا فومی که به منظور ساخت مدل فلزی طراحی و ساخته می‌شوند را مدل اولیه می‌گویند. روش تولید مدل ثانویه، کاملاً مشابه با ریخته‌گری یک قطعه فلزی با استفاده از مدل‌های چوبی یا فومی در قالب‌های ماسه‌ای (ماسه‌تر یا CO<sub>2</sub>) به روش دستی یا ماشینی بوده که مراحل ساخت آن شامل قالب‌گیری، ذوب فلز موردنظر، ریخته‌گری، تخلیه قالب، جداسازی سیستم راهگاه و تغذیه، حذف پلیسه‌ها و لبه‌ها و افزایش کیفیت سطح (حذف زائده‌های سطحی نظیر فرورفتگی‌ها و یا برآمدگی‌ها) توسط جوش‌کاری، سنگ‌زنی و بتونه‌کاری و نهایتاً پوشش رنگ و یا بدون رنگ می‌باشد.

پرسش



- با جست‌وجو در اینترنت در مورد سؤالات زیر تحقیق کنید و نتایج حاصل را در کلاس ارائه دهید.
- آیا می‌توان با همان مدل (چوبی یا فومی) که قطعات ریخته‌گری را تولید می‌کند، اقدام به ساخت مدل فلزی برای تولید انبوه همان قطعه نمود؟ چه مشکلی وجود دارد؟
- چرا به مدل‌های چوبی یا فومی که برای ساخت مدل فلزی طراحی و تولید شده‌اند، مدل اولیه گفته می‌شود؟
- آیا می‌توان با داشتن یک مدل اولیه، قطعه نهایی را تولید کرد؟ چرا؟

اصولاً هرگونه تغییرات دمایی در حالت جامد و مایع باعث به وجود آمدن تغییرات حجم در آنها می‌شود. در اکثر مواقع افزایش دما باعث انبساط و کاهش آن منجر به انقباض عناصر از جمله فلزات می‌شود. متخصصان

متالورژی در شاخه انجماد فلزات، با بررسی رفتار انقباضی فلزات و آلیاژهای مختلف در حین انجماد توانسته‌اند که این انقباضات را به سه دسته تقسیم نمایند. دسته سوم این تقسیم‌بندی که انقباض حالت جامد نام دارد مربوط به انقباض فلز پس از انجماد آخرین قطره مذاب آن، تا دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) است. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، دانشمندان میزان انقباض حالت جامد را برای فلزات و آلیاژهای مختلف محاسبه و تعیین نموده و در قالب جداول و نمودارهای چاپ شده آنها را در اختیار صنعتگران قرار داده‌اند. به منظور جبران این نقیصه ذاتی فلزات، طراحان و مدل‌سازان با دانستن نوع آلیاژ قطعه‌ای که قصد ساختن مدل برای آن را دارند و اطلاعات این جداول، ابعاد نقشه مدل‌سازی خود را متناسب با درصد انقباض قطعه بزرگ‌تر در نظر گرفته تا پس از انجماد و سرد شدن، ابعاد قطعه به اندازه اسمی خود برسد. این میزان افزایش ابعاد را مدل‌سازان اضافه مجاز انقباضی می‌نامند. چنانچه هدف نهایی از ترسیم نقشه مدل‌سازی ساخت مدل اولیه (چوب یا فومی) برای تولید مدل فلزی (مدل ثانویه) باشد، طراحان از واژه انقباض مضاعف براساس درصد انقباض مدل ثانویه و قطعه نهایی در کار خود استفاده می‌کنند، به این صورت که ابعاد نقشه مدل‌سازی خود را به نسبت میزان انقباض آلیاژ مدل و آلیاژ قطعه بزرگ‌تر در نظر می‌گیرند. به این منظور می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$LM = \frac{LG \times (SM + SG)}{100} \times LG$$

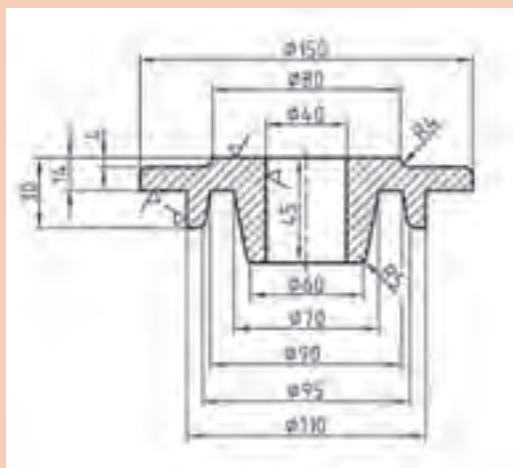
اندازه قطعه روی نقشه مکانیکی = LG، اندازه مدل چوبی یا فومی = LM، درصد انقباض مدل ثانویه = SM، درصد انقباض قطعه ریخته‌گری = SG

پرسش



انواع انقباضات فلز از لحظه ریخته‌گری تا دمای محیط را نام برده و شرایط هر کدام را مختصراً توضیح دهید. چه عواملی باعث می‌شود در کارخانه‌های تولیدی (قطعه‌سازی)، مدل‌های فلزی از محبوبیت بالایی برخوردار باشند؟

تمرین



شکل ۲

۱ چنانچه بخواهیم نقشه مکانیکی روبه‌رو را به یک نقشه مدل‌سازی با هدف نهایی ساخت مدل ثانویه فلزی آلومینیوم برای ریخته‌گری و تولید قطعه فولادی، تبدیل نموده و ترسیم نماییم، چه اقداماتی انجام می‌دهیم؟ موارد لازم را تک به تک نام برده و اقدام به تبدیل اندازه‌ها نمایید.

۲ مراحل ساخت یک مدل چوبی و یک مدل فومی (برای نقشه‌ترسیم شده از فعالیت قبل) را به‌طور کامل مشخص کرده و به‌ترتیب نام ببرید. (سوراخ‌هایی با قطر حدود ۴۰ mm را می‌توان توسط مته در مدل اعمال نمود)، (نوع شیب اضافی)



با توجه به ابعاد مدلی که در بخش مدل سازی چوبی، فعالیت ۶، ساخته‌اید به سؤالات زیر پاسخ دهید:  
**۱** اگر این مدل جهت تولید قطعه ریخته‌گری برنزی ساخته شده باشد، قطرها در قطعه نهایی چه اندازه خواهند بود؟

**۲** اگر این مدل یک مدل اولیه برای ساخت مدل فلزی آلومینیومی جهت تولید ۴۰۰ عدد قطعه برنزی باشد، ابعاد نهایی قطعه برنزی تولید شده چه اندازه خواهند بود؟



**۳** مدل فومی ساخته شده در فصل قبل فعالیت ۷ را می‌خواهیم به عنوان مدل اولیه جهت ساخت مدل آلومینیومی برای ریخته‌گری چدن خاکستری به کار ببریم. به نظر شما تغییراتی در ابعاد و شکل آن باید ایجاد نمود؟ (با بررسی ابعاد مدل و نقشه، در صورت مثبت یا منفی بودن پاسخ خود را توضیح دهید.)

شکل ۳



برای انجام این دو فعالیت لازم است از تمامی وسایل اندازه‌گیری و انتقال ابعاد که تاکنون شناخته‌اید و همین‌طور محاسبات مربوطه استفاده نمایید.

قالب یکی از ارکان اصلی فرایند تولید ریخته‌گری بوده تاجایی که می‌توان روش‌های ریخته‌گری را بر حسب نوع قالب تقسیم‌بندی نمود، در این تقسیم‌بندی ریخته‌گری به دو دسته ریخته‌گری در قالب‌های موقت و ریخته‌گری در قالب‌های دائم تبدیل شده است.

قالب‌های موقت یا مصرفی به قالب‌هایی گفته می‌شود که فقط برای یک بار ریخته‌گری استفاده شده و پس از هر بار ریخته‌گری به‌منظور خارج کردن قطعه از آن باید تخریب گردد.

از جمله فوق می‌توان نتیجه گرفت موادی که به عنوان مواد قالب‌گیری استفاده می‌شوند باید خصوصیات ویژه‌ای داشته باشند، از آنجایی که این مواد باید شکل مدل را به خود گرفته و محفظه قالب را ایجاد نمایند، لازم است از شکل‌پذیری خوبی برخوردار باشند و در عین شکل‌پذیری از استحکام و دیرگدازی بالایی برخوردار بوده و قابلیت تخریب خوبی هم داشته باشند و در این میان انقباض و انبساط کم، عدم واکنش با مذاب و قابلیت استفاده مجدد از دیگر خصوصیات مواد قالب‌گیری بوده که می‌توان از تعریف قالب‌های موقت برداشت نمود.

موادی که خصوصیات فوق را دارند و معمولاً از آنها برای قالب‌گیری استفاده می‌شود به ترتیب اولویت عبارت‌اند از:  
 ۱- انواع ماسه‌ها (سیلیسی، زیرکنی، اولیوینی، کرومیتی، شاموتی)، ۲- سرامیک‌ها (استفاده به صورت دوغابی)، ۳- گچ و سیمان نسوز.

ماسه‌ها که از دیرگدازی بالایی برخوردار هستند، برای برخوردار شدن از دیگر خصوصیات یک ماده مناسب جهت قالب‌گیری باید آنها را به صورت ترکیبی مناسب با چند جزء دیگر مورد استفاده قرار داد. این اجزا به دو گروه تقسیم می‌شوند: اجزای اصلی و افزودنی‌های مجاز، شامل پودر زغال (پودر گرافیت)، چسب، خاک اره، آرد حبوبات، قطران زغال سنگ، آب. جدول زیر را کامل کنید.

نام	جزء (اصلی / افزودنی)	دلیل افزوده شدن
خاک اره	افزودنی مجاز	افزایش نفوذپذیری گاز، افزایش قابلیت تخریب بعد از ریختگی
پودر گرافیت		
چسب		
آرد حبوبات		
قطران زغال سنگ		
آب		

### قالب‌های ماسه‌ای

با توجه به نوع ماسه و فرایند شکل‌پذیری یا سخت شدن قالب می‌توان روش‌های قالب‌گیری در ماسه را به صورت زیر تفکیک نمود. قالب‌گیری در ماسه‌تر، قالب‌گیری به روش  $CO_2$ ، قالب‌گیری به روش هات باکس، قالب‌گیری پوسته‌ای با پشت‌بند ماسه.

به صورت گروهی موارد مصرفی و مراحل تولید قالب به روش (هات باکس و پوسته‌ای با پشت‌بند ماسه) را به صورت گزارش تهیه و در کلاس ارائه کنید.

تحقیق کنید



**قالب‌گیری در ماسه تر:** آسان‌ترین، در دسترس‌ترین، کم هزینه‌ترین و سریع‌ترین روش در بین روش‌های قالب‌گیری ماسه‌ای، روش قالب‌گیری در ماسه تر می‌باشد. ریخته‌گران همواره مایلند از این روش برای تولید قطعات ظریف و فلزات انعطاف‌پذیر استفاده کنند چرا که قابلیت از هم‌پاشیدگی بسیار بالای این روش بعد از ریخته‌گری کمترین آسیب را به این دسته از قطعات وارد می‌کند. در اجزای این ماسه آب به عنوان جزء فعال ساز چسب به حساب آمده که پس از تمام شدن فرایند قالب‌گیری باید اقدام به حذف آب و خشک کردن قالب نمایند. خشک نشدن کامل ماسه در زمان کوتاه برای این روش یک محدودیت به شمار می‌آید. از دیگر محدودیت‌های این روش، عدم استفاده از آن برای قالب‌گیری مدل‌های فومی یا مومی می‌باشد چرا که عمل کوبش که به منظور متراکم ساختن ماسه در این روش انجام می‌گیرد می‌تواند منجر به تغییر شکل و شکستگی در مدل‌های فومی یا مومی شود.

**قالب‌گیری به روش  $CO_2$ :** در این روش از چسبی حساس به گاز  $CO_2$  به نام سیلیکات سدیم که از ترکیبات قلیایی سیلیس می‌باشد استفاده می‌شود. این چسب به صورت مایعی نسبتاً غلیظ و بی‌رنگ بوده که همین خصوصیات

فیزیکی باعث شده در بازار آن را به نام آب شیشه بشناسند. به طور معمول ترکیب مواد قالب گیری در این روش از دو جزء ماسه سیلیسی به همراه چسب سیلیکات سدیم می باشد، این مخلوط از استحکام مناسبی برخوردار نبوده، اما پس از خودگیری در اثر جذب گاز  $CO_2$ ، بسیار سخت شده تا جایی که در برخی از موارد، خارج کردن قطعه ریختگی از قالب را دچار مشکل می کند. از آنجایی که در این روش کوبش ماسه نقشی در افزایش استحکام مفید قالب ندارد لذا کوبیدن یا متراکم ساختن ماسه در اطراف مدل در حدی انجام می گیرد که تمامی سطوح مدل و ضامتم آن توسط ماسه پوشیده شده باشد. از این رو ریخته گران برای ریخته گری مدل های ذوب شونده با اندازه های متوسط تا بزرگ، تمایل دارند که این روش را جایگزین روش ریخته گری در قالب تر نمایند.

### ابزار و تجهیزات اختصاصی قالب گیری به روش $CO_2$

**۱ ماسه:** از آنجایی که ماسه های طبیعی به همراه خود مقداری خاک رس (چسب) دارند، پیشنهاد می شود که از ماسه مصنوعی که عاری از چسب است، استفاده گردد.

**۲ چسب سیلیکات سدیم (آب شیشه):** این چسب در بشکه های ۴ لیتری تا ۲۰۰ لیتری در بازار با همین نام ها یافت می شود.

**۳ میکسر:** به منظور مخلوط کردن ماسه با چسب از آن استفاده می شود.

**۴ ظرف دردار جهت نگهداری ماسه اضافی:** چسب موجود در مخلوط ماسه قالب گیری در اثر تماس با اتمسفر کارگاه به آرامی گاز  $CO_2$  موجود در هوا را جذب کرده و سخت می شود، از این رو لازم است به منظور جلوگیری از سخت شدن و از بین رفتن ماسه اضافی پارچه خیسی روی آن قرار داده و در ظرف را ببندیم.

**۵ کپسول گاز  $CO_2$  به همراه نازل تفنگی:** به منظور تسریع فرایند خودگیری چسب سیلیکات سدیم از گاز خالص  $CO_2$  استفاده می شود.

مراحل قالب گیری یک مدل فومی در ماسه با چسب سیلیکات سدیم، به ترتیب قرار زیر می باشد.

**۱ آماده سازی ماسه:** ماسه را وارد میکسر کرده و به آرامی به آن چسب می افزاییم. میزان چسب باید به گونه ای باشد که اطراف هر ذره ماسه را لایه نازکی چسب پوشش دهد.

**۲ ریختن ماسه در درجه:** ماسه را روی مدل و سیستم راهگامی که درون درجه و بر روی زیر درجه ای قرار گرفته اند، ریخته و با دست یا کوبه به آرامی آن را اطراف مدل و اجزای سیستم راهگامی متراکم می کنیم.

(استفاده از دستکش الزامی می باشد، در صورت آغشته شدن دست به چسب می توان آن را با آب گرم پاک نمود.)

**۲ گازدهی اولیه:** سطح زیرین درجه را با خط کش صاف کرده و با ایجاد چند سوراخ توسط نازل گاز به آرامی گازدهی می کنیم.

**۴ گازدهی نهایی:** لنگه زیرین را با احتیاط برگردانده و با فاصله اقدام به دمیدن آهسته گاز روی سطح آن نموده و این کار را تا به دست آمدن سختی نهایی ادامه می دهیم.

**۵ قالب گیری لنگه بالا:** پس از استفاده از پودر جدایش در سطح، لنگه بالا و لوله راهگام را در محل خود قرار داده سپس مطابق مرحله ۳ اقدام به گازدهی می کنیم.

**۶ تعبیه حوضچه بالا و زدن سیخ هواکش:** در مدل های فومی می توان لوله راهگام را نیز از جنس فوم انتخاب نمود. در غیر این صورت همانند قالب ماسه ای تر حوضچه بالا و سیخ هواکش را اعمال می نماییم.

**۷ باز کردن درجه و تخلیه مدل:** پس از باز کردن درجه لازم است با میله داغ (ابزار فلزی)، مدل و سیستم راهگام فومی را از قالب خارج سازیم.

(خارج نساختن مدل از قالب می تواند مشکلاتی نظیر افزایش فشار گاز در قالب و چسبیدن بقایای حاصل از سوختن فوم به سطح قالب را به وجود آورد.)



افزایش فشار گاز در قالب و چسبیدن بقایای حاصل از سوختن فوم به سطح قالب می‌تواند چه مشکلاتی یا معایبی را در قطعه ریخته‌گری شده به وجود آورد؟

ریخته‌گری سریع‌ترین و غالباً اقتصادی‌ترین روش تولید یک قطعه باترکیب شیمیایی مورد نظر می‌باشد، ریخته‌گری فلزات به‌طور ساده عبارت است از ایجاد شکل مطلوب با ریختن فلز مذاب در محفظه قالب به طوری که مذاب شکل تعبیه شده در قالب را به خود گرفته و پس از منجمد شدن به همان شکل باقی بماند. برای ذوب کردن فلزات از کوره‌های مختلفی استفاده می‌شود که همه آنها از طریق تبدیل کردن شکلی از انرژی به انرژی حرارتی باعث بالا رفتن دمای شارژ (فلز جامد) و تبدیل به مذاب فلز مورد نظر می‌شوند. در این میان ریخته‌گران با اضافه کردن عناصر مختلف اقدام به ساخت آلیاژ با خواص شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی و متالورژیکی مختلف نموده و با ریخته‌گری آن در قالب، قطعه‌ای با خواص کاملاً متفاوت از ماده شارژ اولیه به وجود می‌آورند. ریخته‌گری فلزات را می‌توان با توجه به تعداد دفعات بار ریزی (ریخته‌گری مداوم و ریخته‌گری تک باری)، شکل محصول نهایی (شمش‌ریزی و شکل‌ریزی)، نوع قالب (ریخته‌گری در قالب دائم و موقت)، نحوه پر کردن قالب (ریخته‌گری ثقلی، گریز از مرکز و تحت فشار)، تقسیم‌بندی نمود.

### اصول مدل‌سازی توسط ریخته‌گری

مدل‌سازان از قدرت و توانایی روش تولید ریخته‌گری استفاده کرده و به‌منظور تکثیر مدل و افزایش عمر و دوام مدل‌های خود در مواردی که تعداد قطعات سفارش داده شده بالا باشد مدل‌های چوبی، پلاستیکی و فومی ساخته شده را به مدل فلزی تبدیل می‌کنند. آنها با تغییر در نحوه قالب‌گیری و محاسبات دقیق سیستم راهگامی و تغذیه توانسته‌اند تکنیک‌های متنوعی را جهت افزایش دقت و سرعت عمل قالب‌گیری با مدل‌های فلزی ابداع نمایند.

از جمله این روش‌ها می‌توان به ایده ساخت مدل‌های صفحه‌ای اشاره داشت، در این روش، مدل به همراه صفحه‌ای که سیستم راهگامی و تغذیه مناسب و استاندارد روی آن مونتاژ شده است به کار برده می‌شود، با توجه به شکل قطعه نهایی این صفحات که وظیفه صفحه زیر درجه را انجام می‌دهند می‌توانند یک رو مدل یا دو رو مدل باشند.



در یک کار گروهی در مورد زیر شاخه‌های تقسیم‌بندی انواع روش‌های ریخته‌گری، تحقیق نموده و در خصوص هر مورد توضیح مختصری را ارائه نمایید.  
نحوه روشن کردن کوره زمینی و نکات ایمنی آن را بنویسید.  
ابزار و تجهیزات مربوط به ذوب‌ریزی را نام برده وظیفه هر کدام را توضیح دهید.  
فرق اساسی بین بوته و پاتیل در چیست؟  
اطلاع داشتن از میزان دمای مذاب چه کمکی به ریخته‌گر می‌کند؟  
ریختن مذاب با هر دمایی درون قالب چه تأثیری می‌تواند داشته باشد (تأثیر را در دو حالت بالا بودن دما و پایین بودن دما بررسی نمایید).  
در کارگاه شما از چه ابزاری برای کنترل دما استفاده می‌شود؟  
آیا می‌توان از رنگ مذاب آلومینیوم یا چدن، میزان دمایی احتمالی آن را حدس زد؟ چگونه؟



### مهم‌ترین نکات ایمنی و فنی در هنگام ریخته‌گری

- ۱ خیره شدن به مذاب بدون محافظ چشم یا صورت صحیح نمی‌باشد.
- ۲ خارج کردن بوته زمینی از کوره زمینی در صورت نداشتن لباس نسوز و کفش ایمنی با کفه نسوز توصیه نمی‌شود.
- ۳ محل استقرار بوته پس از خارج‌سازی از کوره و اطراف پاتیل در هنگام شارژ شدن با مذاب باید همواره با ماسه خشک ایمن‌سازی شده باشد.
- ۴ در صورت خیس بودن تجهیزات ذوب یا بارریزی مانند بوته، پاتیل، اطراف کوره و ... نباید کوره را به‌منظور تهیه مذاب روشن کرد.
- ۵ از قرار دادن بوته‌های خیس به‌منظور خشک شدن در کوره جداً خودداری شود.
- ۶ ابزارهایی که با مذاب تماس دارند لازم است خشک و عاری از آلودگی‌ها و اکسید باشد.
- ۷ سرعت مذاب‌ریزی باید متناسب با قطر لوله راهگاه بوده به‌گونه‌ای که همواره حوضچه بالا از مذاب پر باشد.
- ۸ همواره افرادی به‌عنوان کمک ذوب ریز باید مراقب افراد ذوب ریز بوده تا در صورت خستگی یا حادثه سریعاً کمچه ریخته‌گری را تحویل بگیرند.
- ۹ قبل از اقدام به ریخته‌گری، اطراف کوره و محل عبور ذوب ریزها به دقت بررسی کرده تا هیچ‌گونه وسیله یا ابزاری قرار نداشته باشد.
- ۱۰ در کارگاه ریخته‌گری این احتمال وجود دارد که هر وسیله‌ای داغ و سوزنده باشد.

رعایت نکردن هر مورد از نکات فوق می‌تواند باعث بروز چه مشکلی گردد؟ (به‌صورت مورد ۱ تا ۱۰ توضیح دهید)

پرسش

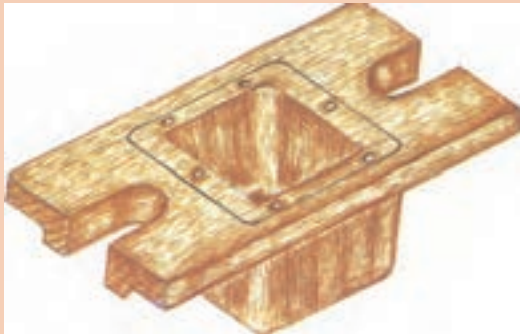


فعالیت



در کارگاه مدل‌سازی و ریخته‌گری برای هر فعالیت کاری یا اتفاق که در جدول زیر معرفی شده است از کدام ماده در دسترس استفاده می‌کنید؟ (با کشیدن خط موردهای مناسب را به هم وصل نمایید)

ماده در دسترس	فعالیت کاری یا اتفاق
آب شیشه	آماده سازی ماسه
کپسول گاز بوتان	سرویس و تمیز کردن دستگاه‌ها
آب	رنگ کاری مدل
تینر	روشن کردن کوره زمینی
بوته	قالب‌گیری با ماسه سیلیکات سدیم
خاک اره	آماده سازی ماسه CO <sub>2</sub>
کپسول گاز CO <sub>2</sub>	پاک کردن روغن ریخته شده روی زمین
روغن	مذاب ریخته شده در اطراف درجه و سطح زمین
پاتیل	خشک کردن درجه‌ها
گازوئیل	ذوب کردن فلزات
ماسه خشک	.....



شکل ۴

این فعالیت را به ترتیب مراحل زیر در کارگاه قالب‌گیری انجام دهید.

با رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی وارد کارگاه قالب‌گیری شده و مدل چوبی مطابق شکل روبه‌رو را که در بخش مدل‌سازی تولید نمودید را تحویل بگیرید.

**۱** میزان رطوبت و چسب در ماسه قالب‌گیری را بررسی نموده و در صورت مناسب بودن به اندازه مورد نیاز از آن الک نمایید.

**۲** لنگه‌زیری درجه را بر روی صفحه زیر درجه برگردانده و مدل را به شکلی در آن قرار دهید که فضای کافی برای تعبیه اجزای سیستم راهگاهی در اطرافش وجود داشته باشد.

**۳** درجه زیری را با ماسه پر کنید.

**۴** در دو یا سه مرحله عمل کوبش ماسه و پرکردن دوباره را انجام داده تا دیگر در اثر کوبش سطح ماسه در درجه پایین نرود.

**۵** با کارد تسمه، ماسه‌های اضافه روی سطح زیرین لنگه درجه را برداشته و سطح آن را صاف کنید، سپس آن را برگردانده و بر روی بخشی از میز که عاری از ماسه است قرار دهید.

**۶** پس از خارج‌سازی ماسه‌های ریخته شده در محل ماهیچه طبیعی مدل، لنگه بالا را روی لنگه پایین قرار داده، لوله راهگاه را در محلی مناسب مستقر نموده، سطح قالب‌زیری را پودر جدایش زده و اقدام به پرکردن درجه‌روی با ماسه نمایید.

(در هنگام پاشش پودر حتماً از ماسک استفاده کرده و سعی کنید کمترین میزان غبار را تولید نمایید.)  
**۷** کوبش را مطابق با حالت قبل، از اطراف درجه به طرف مرکز آن انجام داده و این کار را تا پرشدن درجه از ماسه متراکم شده ادامه دهید.

(دقت داشته باشید که میزان کوبش در لنگه بالا باید کمتر از لنگه پایین باشد)

**۸** پس از حذف ماسه‌های اضافه روی سطح، اقدام به تعبیه حوضچه بالایی توسط ابزار قاشقی و خارج‌سازی لوله راهگاه نمایید، با استفاده از سیخ هواکش چند سوراخ با عمقی به ارتفاع لنگه بالا ایجاد کنید.

**۹** با توجه به وجود ماهیچه طبیعی در قالب، لنگه فوقانی را به آرامی بلند کرده و در محلی مناسب قرار دهید.

**۱۰** با راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از ابزار قاشقی و ابزار سرکج اقدام به تعبیه راهبار و راهباز در سطح جدایش لنگه‌زیری نمایید.

**۱۱** توسط مدل درآور، مدل را به آرامی از درون ماسه قالب خارج نمایید.

**۱۲** سطح میز و ابزار را تمیز کرده و مرتب نمایید، همچنین ماسه‌های به‌جا مانده به گود ماسه دان را برگردانید.



با رعایت کلیه موارد ایمنی قالب آماده شده از فعالیت قبل را به منظور تولید قطعه مشابه به بخش ریخته‌گری برده و مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.

**۱** دولنگه قالب را کنار هم روی سطح زمین قرار داده و بارعایت کلیه نکات ایمنی و تحت نظر هنرآموز اقدام به روشن نمودن مشعل و خشک کردن قالب نمایید.

(خشک کردن را درست تا لحظاتی قبل از ریخته‌گری ادامه دهید).

(دقت کنید که قالب را باید در چند مرحله توسط مشعل خشک نمایید. به این منظور می‌توانید به صورت ردیفی قالب‌ها را روی زمین چیده و به صورت رفت و برگشت آنها را خشک نمایید).

**۲** دو لنگه قالب را با دقت جفت کرده و با چرخش آنها روی زمین حوضچه بارریز را به شکلی قرار دهید که ریخته‌گری در آن با تسلط بیشتری انجام گیرد.

**۳** پس از آماده شدن مذاب و خارج‌سازی بوته یا ریختن مذاب در پاتیل و انجام عملیات کیفی مورد نیاز، با کمک هم گروهی خود کمچه ریخته‌گری را تا بالای اولین قالب حمل نمایید.

**۴** با صاف نگه داشتن کمر خود، زانوها را خم کرده تا بوته یا پاتیل به ارتفاع مناسبی از لبه درجه قرار گیرد.

**۵** با مایل کردن فرمان کمچه به طرف قالب بوته مذاب بر روی قالب خم شده و پس از خارج شدن مذاب از دهنه بوته حرکت دست خود را با سرعت پرشدن قالب تنظیم نمایید.

(در این مرحله لازم است یک نفر از روبه‌رو با ابزاری مثل شلاکه‌گیر ظرف مذاب را کنترل کرده تا از درون کمچه خارج نشود)

**۶** هنگامی که سطح مذاب در حوضچه بالا دیگر فروکش نکرد نشان‌دهنده پر شدن قالب است. در این مرحله با برگرداندن کمچه ریخته‌گری را متوقف نمایید.

**۷** روی زانوها بلند شده و به طرف قالب بعد حرکت نمایید، کلیه موارد مربوط به ریخته‌گری را برای دیگر قالب‌ها انجام دهید.

(در صورت خسته شدن حتماً بوته مذاب را بر روی بخشی از زمین کارگاه که توسط ماسه خشک پوشش داده شده قرار دهید و جای خود را با نفرات دیگر تعویض نمایید. هیچ‌گاه ایستاده عمل جابه‌جا کردن را انجام ندهید)

**۸** با راهنمایی هنرآموز زمانی را برای به پایان رسیدن انجماد قطعه در نظر گرفته سپس با بردن درجه به داخل ماسه دان به آهستگی لنگه‌ها را باز کرده و اقدام به تخلیه و تمیز کردن درجه خود نمایید.

**۹** درجه را پس از جفت کردن بر روی میز کار خود قرار دهید سپس توسط انبر و ابزار سر کج در ماسه‌دان قطعه خود را گرفته و ماسه‌های اضافه را از آن جدا نمایید.

(توجه داشته باشید که سیستم راهگاهی از قطعه جدا نشود)

**۱۰** قطعه تمیزکاری شده را بر روی سطح میز کار خود در کنار درجه قرار دهید.



- چرا قالب‌ها را باید در چند مرحله خشک کرد؟
- چرا بین آخرین مرحله خشک کردن و ریخته‌گری نباید فاصله زمانی زیادی باشد؟
- عملیات کیفی که درست قبل از ریخته‌گری، در بوته یا پاتیل روی مذاب صورت می‌گیرند کدام‌اند؟



مدل فومی مشابه فعالیت قبل را تحویل گرفته و با رعایت کلیه موارد ایمنی و بهداشتی تحت نظارت هنرآموز و استادکار به ترتیب مراحل زیر قالب‌گیری نمایید.

- ۱ با تجهیزات کامل ایمنی (ماسک، دستکش، لباس کار، کفش ایمنی) وارد کارگاه قالب‌گیری شوید.
- ۲ دریچه تخلیه میکسر را بسته و با توجه به نیاز، مقداری ماسه خشک بدون چسب و افزودنی را درون میکسر ریخته و به آرامی به آن چسب اضافه نمایید تا مخلوطی همانند ماسه تر به دست آید.
- ۳ ظرفی مناسب را در زیر میکسر قرار داده و ماسه را در آن تخلیه نمایید.
- ۴ به وسیله سیم داغ و فوم، سیستم راهگامی مناسبی به کمک هنرآموز و استادکار برای مدل مورد نظر با توجه به سایز و شکل درجه تهیه نمایید.
- ۵ مدل فومی را همانند آنچه که در فعالیت قبل انجام دادید روی صفحه زیر درجه گذاشته و اجزای سیستم راهگام را جزء به جزء در جای خود روی زیر درجه مستقر نمایید.
- ۶ با دست به همراه دستکش ماسه را اطراف مدل و سیستم راهگام متراکم سازید.
- ۷ در هنگام متراکم‌سازی ماسه به اندازه‌ای نیرو وارد نمایید که باعث دفرمگی یا تخریب مدل نشود.
- ۸ ماسه‌های اضافی در سطح زیرین لنگه پایین را توسط کارد تسمه حذف کرده و ماسه‌های اضافه را به درون سطل ماسه برگردانده و در آن را ببندید.
- ۹ توسط نازل تفنگی به آرامی روی سطح را گازدهی نمایید تا سخت شود.
- ۱۰ لنگه پایین را به همراه زیر درجه برگردانده و پس از تخلیه ماسه ریخته شده در محل ماهیچه طبیعی، این بار عمل گازدهی را روی سطح جدایش تا سخت شدن کامل انجام دهید.
- ۱۱ لنگه بالا را بر روی لنگه پایین قرار داده و پودر جدایش اعمال کنید.
- ۱۲ از لوله فلزی یا میله مخروط ناقص فومی به عنوان لوله راهگام استفاده کرده و مراحل قبل را مجدداً انجام دهید (اختلاف تراکم ماسه در لنگه بالا و پایین در این روش الزامی نیست).
- ۱۳ (برای سخت شدن بهتر درجه به دلیل داشتن ماهیچه طبیعی لازم است پس از ایجاد حوضچه بالا توسط سیخ هواکش یا لوله خودکار سوراخ‌هایی را در سطح تا عمق ایجاد نموده و از آن طریق گازدهی نمایید).
- ۱۴ دو لنگه را از هم جدا کرده و با استفاده از کمی حرارت (سیم داغ یا مشعل با فاصله) مدل و سیستم راهگامی را از درون قالب تخلیه نمایید.
- ۱۵ سطح میز را تمیز کرده، ماسه‌های اضافه را در صورتی که هنوز سخت نشده‌اند، در ظرف سر بسته نگه دارید و ماسه‌های سخت شده را در ظرف دورریز مخصوصی، دور از دیگر ماسه‌ها در کارگاه بریزید.
- ۱۶ (به دلیل نداشتن آب در ترکیبات این درجه‌ها نیاز به خشک کردن ندارند).

■ دلیل تخلیه مدل از قالب چیست؟

■ چرا باید مشعل را با فاصله از مدل نگه داشت؟





با رعایت کلیه موارد ایمنی اقدام به آماده‌سازی مذاب نموده و همانند مراحل ذوب‌ریزی و تخلیه قالب در فعالیت ۴، ریخته‌گری در قالب CO<sub>۲</sub> را زیر نظر هنرآموز خود انجام دهید. (توجه داشته باشید هنگام تخلیه ماسه‌های تخلیه شده با ماسه‌های گود ماسه دان مخلوط نشوند. این ماسه‌ها باید در محل مشخص به‌منظور احیای دوباره در آینده نگهداری شوند)



- ۱ تخلیه قالب CO<sub>۲</sub> نسبت به قالب ماسه‌ای چه تفاوتی دارد؟
- ۲ چه مزیت‌هایی از قالب ماسه‌ای تر می‌شناسید که جزو معایب قالب CO<sub>۲</sub> می‌باشد؟



- با روش‌هایی که تمرین آن را در بالا انجام دادید کلیه مدل‌های تولیدی چوبی و فومی را به‌منظور ساخت مدل فلزی قالب‌گیری و ریخته‌گری کرده و ارائه نمایید.
- تکمیل‌کاری یک مدل فلزی (ثانویه) تولید شده توسط مدل چوبی، چه تفاوتی با تکمیل‌کاری همین مدل تولید شده توسط مدل فومی دارد؟



از آنجایی که در ساخت مدل‌های ذوب شونده، شیب مدل (جهت خروج از قالب) اعمال نمی‌شود، لذا معمولاً چنانچه مدل فلزی را از طریق ریخته‌گری با استفاده از مدل‌های ذوب شونده تولید کنند، لازم است در کنار تکمیل‌کاری، شیب مجاز را نیز اعمال نمود.

- خشن‌کاری و پلیسه‌گیری مدل فلزی ریختگی مطابق فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی انجام می‌شود.
- خشن‌کاری و پلیسه‌گیری مدل‌های فلزی ریختگی فعالیت‌های قبل را انجام دهید.



روش‌های پرداخت‌کاری و ابزار و تجهیزات مربوط به مدل فلزی ریختگی مانند فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی است. انجام پرداخت‌کاری و ابزار و تجهیزات مربوط به مدل فلزی ریختگی و پر کردن حفره‌ها با بتونه مانند فصل تکمیل‌کاری قطعات ریختگی و تعمیر قطعات ریختگی انجام می‌شود.

- پرداخت‌کاری مدل‌های فلزی ریختگی فعالیت قبل را انجام دهید.

## مدل صفحه‌ای

در سال ۱۸۲۷ میلادی شخصی به نام فرانکن فلد (Franken Feld) در آلمان از یک نوع مدل پلاستیکی از نوع رزینی یا مواد صمغی برای تولید درهای چدنی استفاده کرد، این مدل‌ها بعدها به مدل صفحه‌ای معروف شد. در مدل‌های صفحه‌ای مدل همراه صفحه بوده و از آنجا که ریخته‌گری قطعه می‌تواند به روش دستی یا ماشینی (نیمه‌اتومات و یا تمام‌اتومات) در ماسه صورت گیرد، موجب سرعت در کار و قالب‌گیری آسان جهت تولید انبوه قطعات ریختگی می‌شود. در این مدل‌ها، صفحه همراه مدل مشخص‌کننده خط جدایش و بنابراین ایجادکننده سطح جدایش دو لنگه درجه می‌باشد. در این مدل‌ها اکثر اجزای سیستم راهگاهی (شامل حوضچه پای راهگاه،

راهبار و راهباره) همیشه روی صفحه تعبیه می‌شود. ساخت و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه در روی مدل‌های صفحه‌ای، سرعت قالب‌گیری را زیاد و هزینه قطعه را پایین می‌آورد.

**مزایای مدل‌های صفحه‌ای نسبت به مدل‌های دستی را می‌توان در موارد زیر ذکر کرد:**

۱ مجتمع نمودن چندین مدل در روی یک صفحه (خصوصاً برای مدل‌های کوچک)

۲ تنظیم و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه روی مدل

۳ راحتی عمل در کار قالب‌گیری و ایجاد سطح جدایش غیر مسطح روی صفحه مدل (خصوصاً در مدل‌هایی با سطح جدایش غیر صاف)

۴ خرابی کمتر قطعات ریختگی (از سر خوردن و غیر یکنواخت کوبیدن قالب جلوگیری می‌شود)

۵ سرعت در قالب‌گیری و تولید انبوه قطعات ریختگی

۶ قابل استفاده در روش قالب‌گیری دستی و ماشینی

۷ دوام زیاد (چون عمل لق کردن و ضربه زدن با دست انجام نمی‌شود).

مدل‌های صفحه‌ای به دو روش زیر و دو شکل یک رو و دو رو طراحی و ساخته می‌شوند.

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

مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای روش قالب‌گیری و بر مبنای چگونگی نصب مدل تقسیم‌بندی می‌شوند، که در ابتدا بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه و سپس بر مبنای روش قالب‌گیری هر کدام به‌ترتیب توضیح داده خواهند شد:

**دسته‌بندی مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه:**

**مدل‌های مونتاژ شده روی صفحه:** در این روش مدل‌ها را جداگانه تهیه می‌کنند و سپس روی سطح صفحه به‌وسیله پین، پیچ و یا چسب نصب می‌کنند.

در این روش مدل‌ها باید دارای سطح جدایش یکنواخت (صاف) باشند.

**مزایا:**

■ امکان تعویض مدل‌های تخریب شده و نصب

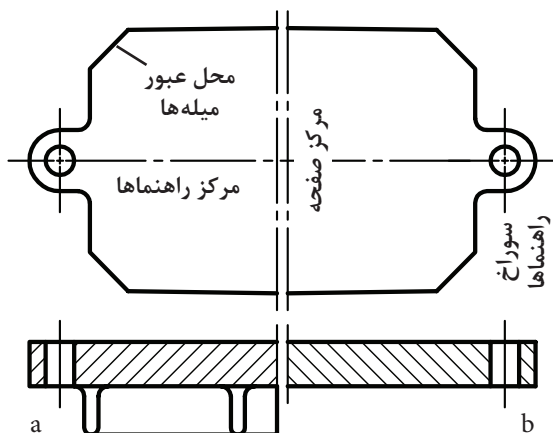
مدل‌های جدید در روی صفحه

■ تبدیل مدل‌های دستی به صفحه‌ای (نصب مدل‌های

دستی بر روی صفحه)

فرم و ابعاد صفحه باید طوری در نظر گرفته شود که قابل استفاده برای قالب‌گیری ماشینی باشد، در روی این صفحات اغلب دو سوراخ برای هدایت میله‌های راهنما ایجاد می‌گردد. همچنین چهار گوشه صفحه را پخ ۴۵ درجه می‌زنند تا جای عبور میله‌های راهنما باز شود. میله‌های راهنما از چهار گوشه صفحه عبور می‌کنند و درجه (قالب) را از صفحه جدا می‌سازند.

شکل روبه‌رو یک نوع صفحه ماشینی را نشان می‌دهد:



a = مدل صفحه‌ای یک طرفه

b = مدل صفحه‌ای دوطرفه

شکل ۵

جنس صفحات، به روش قالب‌گیری و ماشین‌های قالب‌گیری بستگی دارد و می‌تواند از فلز، چوب و مواد صمغی به صورت زیر انتخاب شود:

چوب فشرده (روکش فشرده شده) یا صفحات فشرده با مجموعه‌ای از روکش و مواد صمغی فشرده. فلزاتی نظیر آلومینیوم، فولاد و چدن (خصوصاً برای صفحات بزرگ)



شکل ۶

**مونتاژ کردن مدل روی صفحه:** اغلب مدل‌های دو تکه، سطح جدایش یکنواختی دارند. با استفاده از دو صفحه، یک صفحه برای مدل رویی و یک صفحه برای مدل زیرین ساخته می‌شوند. برای اینکه مدل‌ها به طرز صحیحی در روی صفحات نصب شوند (پس و پیش یا سر خوردگی در قطعه ریختگی ایجاد نشود)، از دو روش زیر استفاده می‌کنند:

**مونتاژ کردن بر مبنای خط‌کشی:** نصب مدل بر مبنای خط‌کشی به شرح زیر است:

مرکز صفحه و مرکز میله‌ها را روی صفحه به دست می‌آورند.

مرکز مدل (محور عرضی و طولی مدل) را به دست آورده و روی صفحه منتقل می‌کنند.

نیمه مدل را مطابق خطوط ترسیم شده روی صفحه قرار می‌دهند و آنها را با پیچ دستی محکم می‌بندند.

پس از کار سوراخ‌کاری در این روش ابتدا دو نیمه مدل را روی هم جفت می‌کنند و سپس در محل‌های تعیین شده سوراخ‌های عمودی مطابق شکل ۲a در آنها ایجاد می‌کنند. مراحل کار به شرح زیر است:

■ نیمه مدل رویی را در محل تعیین شده روی صفحه می‌بندند و سوراخ‌های ایجاد شده قبلی را آن قدر ادامه می‌دهند تا صفحه نیز سوراخ شود، مانند شکل ۲b.

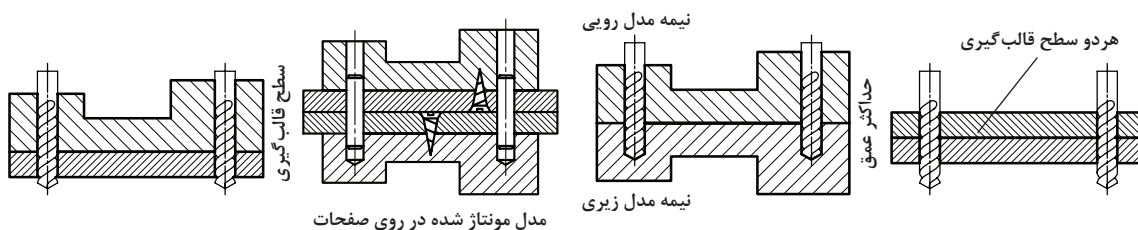
■ صفحه سوراخ شده (صفحه اولی) را روی صفحه بعدی (دومی) قرار می‌دهند و کار سوراخ‌کاری را آن قدر ادامه می‌دهند تا این صفحه نیز سوراخ شود، مانند شکل ۲c.

■ مدل‌ها را به وسیله میله‌های راهنما روی صفحات ثابت می‌کنند.

■ پس از ثابت کردن مدل‌ها روی صفحات، سوراخ پیچ‌ها را در مدل و صفحه ایجاد می‌کنند.

■ پس از سوراخ کردن محل پیچ‌ها، سوراخ‌های مدل را قلاویزکاری (پیچ‌بری) می‌کنند.

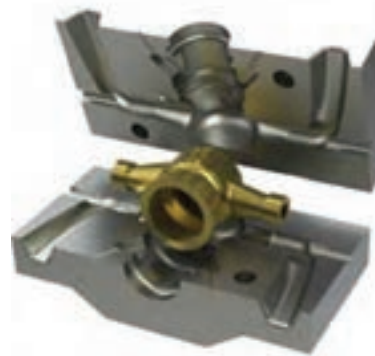
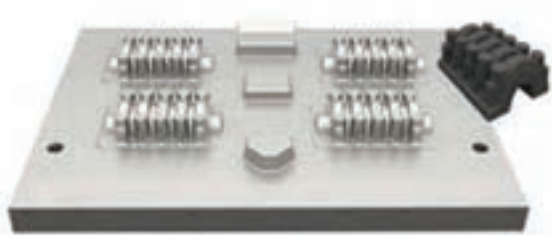
■ نیمه‌های مدل را بر روی صفحات، سوار کرده و پیچ می‌کنند، مانند شکل ۲d.



مدل مونتاژ شده در روی صفحات

شکل ۷ - مدل مونتاژ شده بر روی صفحات

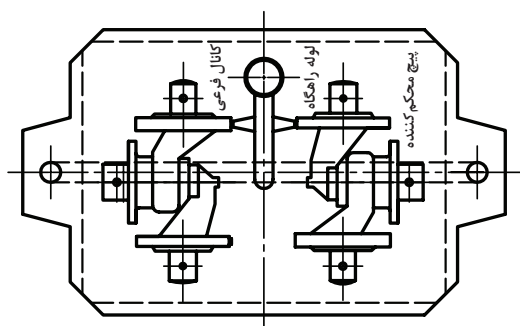




شکل ۸

مثال برای مونتاژ کردن مدل صفحه‌ای پوسته و نیتلاتور  
 نکات زیر هنگام مونتاژ کردن مدل‌های صفحه‌ای مورد توجه قرار گیرد:  
 ■ محور سوراخ‌ها، محور صفحه و ابعاد درجه روی صفحه ترسیم شود.





شکل ۹ - مونتاژ مدل پوسته ونتیلاتور در روی صفحه

■ محل نیمه‌های مدل، سیستم‌های راهگاهی و تغذیه طوری روی صفحه تعیین شود که فواصل بین آنها متناسب باشد.

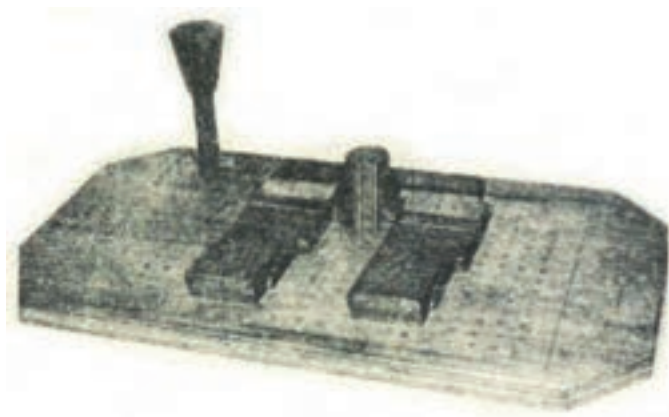
■ محور مدل و صفحه با کمک پرگار، خط کش و سوزن خط کش مشخص شود.

■ قطر سوراخ‌های مخصوص میله‌های راهنما و سوراخ‌های مخصوص پیچ کردن مدل روی صفحه، نسبت به یکدیگر متفاوت باشند تا از اشتباهات جلوگیری شود.

در شکل روبه‌رو یک نمونه صحیح نصب مدل و سیستم‌های راهگاهی در روی صفحه نشان داده شده است.

### مدل صفحه‌ای مشبک

بدنه اصلی آن از یک صفحه چوبی فشرده که در داخل آن یک صفحه فلزی مشبک فلزی قرار دارد، تشکیل شده است. در روی این صفحه، سوراخ‌های متعددی با فواصل مساوی ایجاد شده است. به علت مساوی بودن فواصل بین سوراخ‌ها در هنگام نصب نیمه‌های مدل روی صفحه زیری و رویی امکان اشتباه قرار دادن مدل وجود دارد، بنابراین موقع نصب نیمه‌های مدل در روی صفحات باید دقت زیادی به عمل آید. نصب مدل و سیستم‌های راهگاهی با این روش با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد.



شکل ۱۰ - مدل صفحه‌ای مشبک

### مدل صفحه‌ای قابل تعویض

در داخل یک قاب چندین مدل متفاوت جاسازی و مجتمع می‌شوند. باز و بسته کردن مدل‌ها به وسیله یک قاب به راحتی امکان پذیر است، یعنی زمانی که بخواهند یکی از مدل‌ها را از صفحه خارج و مدل دیگری را جایگزین نمایند، این کار به راحتی صورت می‌گیرد. همچنین با استفاده از این روش می‌توان ابعاد مدل‌های صفحه‌ای را کوچک و یا بزرگ نمود. مزایای دیگر این مدل عبارت‌اند از:

■ امکان تعویض قاب برای تنظیم مدل‌های داخل آن

■ امکان استفاده از آن برای قالب‌گیری روش مغناطیسی

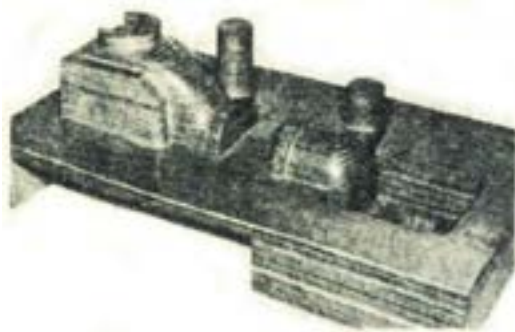
### مدل صفحه‌ای توپر (پاسیو)

مدل‌های صفحه‌ای که تاکنون درباره آنها صحبت شده همگی قابل تعویض هستند؛ یعنی می‌توان مدل‌ها را به راحتی از روی صفحه باز نمود و مدل‌های دیگری جایگزین نمود. اما در مدل‌های صفحه‌ای توپر، مدل و صفحه به‌طور یک‌پارچه ساخته می‌شوند و امکان جدا کردن آنها از یکدیگر وجود ندارد.

**مزایا:** مزایای مدل‌های صفحه‌ای توپر به شرح زیر است؛

- محکم بودن مدل صفحه‌ای (مقاوم و با دوام)
- انجام ندادن کار بعدی روی قالب‌های ماسه‌ای به‌خصوص برای آن دسته از مدل‌هایی که سطح جدایش غیر یکنواخت دارند.

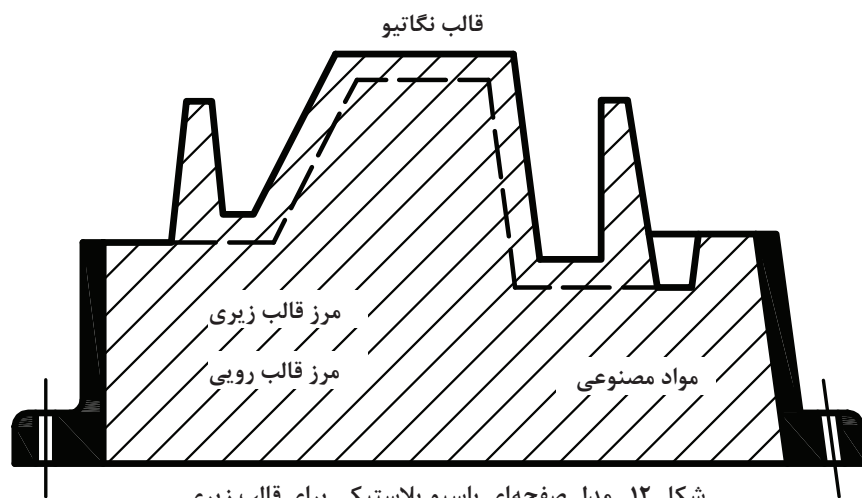
**معایب:** هزینه زیاد ساخت مدل و تعمیرات بعدی، قابل تعویض نبودن مدل.



شکل ۱۱- مدل صفحه‌ای پاسیو چوبی

### مدل صفحه‌ای معکوس

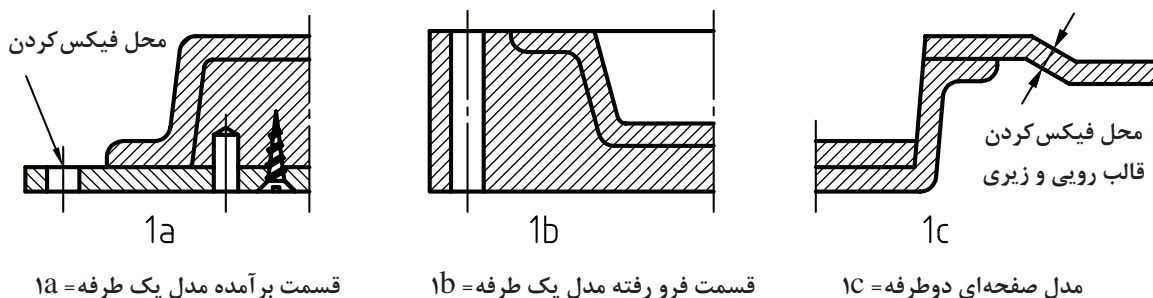
این گروه از مدل‌های صفحه‌ای با کمک مدل اولیه چوبی یا فلزی ساخته می‌شوند. جنس مدل‌های صفحه‌ای معکوس، اغلب از مواد صمغی (آرالدیت‌ها) بوده و به‌صورت قالب‌های مثبت و منفی در داخل درجه‌های به هم پین شده ریخته‌گری پلاستیک می‌شوند. شکل زیر، مدل صفحه‌ای منفی یا قسمت فرو رفته قطعه ریختگی و شکل صفحه بعد، مدل صفحه‌ای مثبت یا قسمت برآمده قطعه ریختگی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- مدل صفحه‌ای پاسیو پلاستیکی برای قالب زبری

### دسته‌بندی مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای سیستم قالب‌گیری

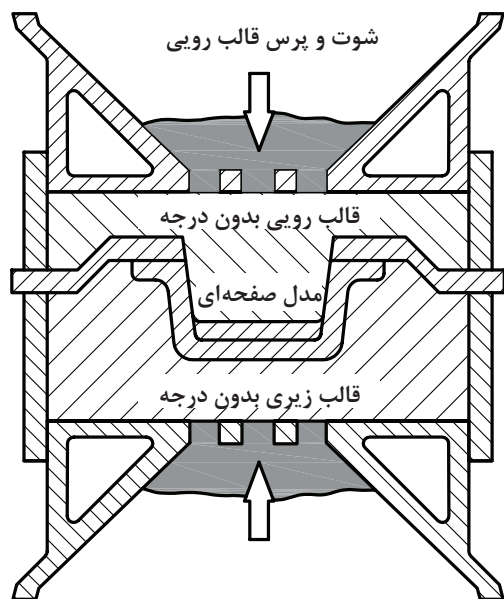
مدل صفحه‌ای یک طرفه: به وسیله آن می‌توان فقط یک طرف مدل را قالب‌گیری کرد. برای قالب‌گیری طرف دیگر مدل باید یک مدل صفحه‌ای جداگانه ساخته شود. بنابراین، برای ساخت مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه از دو مدل صفحه‌ای جداگانه استفاده به عمل می‌آید. به عنوان مثال، در شکل 1a مدل صفحه‌ای خارج قطعه و قسمت 1b، مدل صفحه‌ای داخل قطعه نشان داده شده است. مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه را می‌توان به صورت‌های مونتاژ مانند شکل 1a و یا سرخود (یک پارچه) ساخت.



شکل ۱۳

مورد استفاده: اغلب مدل‌های صفحه‌ای که سطح جدایش یکنواخت داشته باشند، به این روش ساخته می‌شوند. زیرا این گونه مدل‌های صفحه‌ای به علت سبک بودن و داشتن سطح صاف به راحتی روی ماشین‌های قالب‌گیری مونتاژ می‌شوند (باز و بسته کردن آنها راحت است)، مزایای مهم دیگر آن قرار دادن هر کدام از صفحات به طور جداگانه در یک خط قالب‌گیری ماشینی می‌باشد که باعث سرعت بخشیدن در کار قالب‌گیری و در نتیجه تولید سریع و زیاد قطعه می‌گردد.

مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه: در این نوع مدل‌ها بر خلاف مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه، فرم مدل در دو طرف یک صفحه ایجاد می‌گردد و با یک حرکت ماشین می‌توان دو روی مدل را قالب‌گیری نمود.



مثالی که در این درس برای مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه آورده شده، همان مدل و یا قطعه‌ای است که در قسمت‌های 1a و 1b برای مدل‌های یک طرفه نشان داده شده است، به طوری که در شکل 1c مشاهده می‌شود، قسمت خارجی مدل (قطعه) در زیر صفحه و قسمت داخلی مدل (قطعه) در روی صفحه قرار گرفته است و یا به عبارت دیگر فرم داخلی و خارجی قطعه در دو روی یک صفحه منعکس شده است. در شکل روبه‌رو روش قالب‌گیری ماشینی به وسیله این گونه مدل‌ها نشان داده شده است و همان طوری که مشاهده می‌شود با یک حرکت ماشین، هر دو طرف مدل به طور اتومات قالب‌گیری می‌شود.

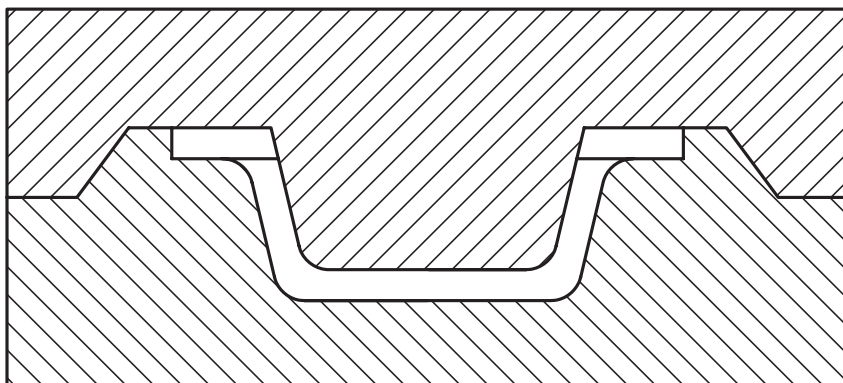
شکل ۱۴

هدایت قالب رویی بر روی قالب زیری در مدل‌های یک طرفه (قسمت‌های 1a و 1b) به وسیله میله‌های راهنما و در مدل‌های دو طرفه قسمت 1c به وسیله تویی ماهیچه (ماهیچه سرخود) و شکستگی سطح جدایش انجام می‌گیرد.

### برش در مقطع قالب

از مزایای مهم مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه، یکنواخت به دست آمدن ضخامت قطعه ریخته‌گری است. به عنوان مثال در شکل زیر، قالب حاصل از مدل صفحه‌ای شکل 1c در برش نمایش داده شده تا دقت قالب‌گیری آن مشخص گردد.

**موارد استفاده:** مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه را نیز مانند مدل‌های صفحه‌ای یک طرفه می‌توان به وسیله ماشین‌های قالب‌گیری اتومات مورد استفاده قرار داد.



شکل ۱۵- قالب رویی و زیری روی هم جفت شده است.

### مدل‌های صفحه‌ای برآمده

مدل‌هایی هستند دو طرفه با سطح جدایش غیر یکنواخت، به همین لحاظ صفحه آنها نیز باید مانند مدل به صورت شکسته ساخته شود. ابتدا نیمه‌های مدل را به طور جداگانه و با سطح جدایش غیر یکنواخت (شکسته) می‌سازند و سپس آنها را به طور دقیق در دو روی صفحه مونتاژ و فیکس می‌کنند. به علت داشتن سطح جدایش شکسته، انجام کار فوق با مشکلاتی همراه است. به همین جهت این گونه مدل‌ها را به صورت پاسیو یا مدل صفحه‌ای سرخود از جنس فلز یا مواد مصنوعی (آرالدیت‌ها) به صورت یک پارچه ریخته‌گری می‌نمایند.

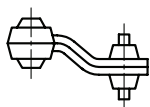
#### امکانات و مراحل ساخت یک مدل صفحه‌ای سرخود از جنس M۲:

برای ساختن مدل‌های صفحه‌ای فلزی سرخود وسایل زیر مورد نیاز است:

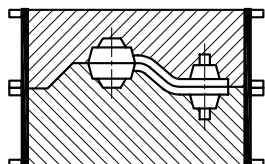
- مدل اولیه چوبی یا فلزی که با دوبر محاسبه انقباضی ساخته شده باشد (یک پارچه یا دوپارچه)
- یک صفحه واسطه یا قاب فلزی که مطابق ابعاد درجه ساخته شده باشد.
- یک جفت درجه پین شده (راهنمادار) با سطح تراش کاری شده (مسطح)
- مواد قالب‌گیری و وسایل مربوط به آن به اندازه کافی

#### مراحل ساخت:

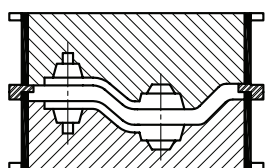
- ساده کردن مدل اولیه در یک درجه کمکی به وسیله گچ یا ماسه
- قالب‌گیری درجه زیری
- قالب‌گیری درجه رویی



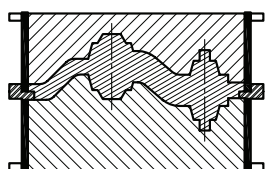
مدل



قالب‌گیری مدل با درجه‌های راهنمادار



قالب فلزی در بین قالب‌ها قرار داده شده است



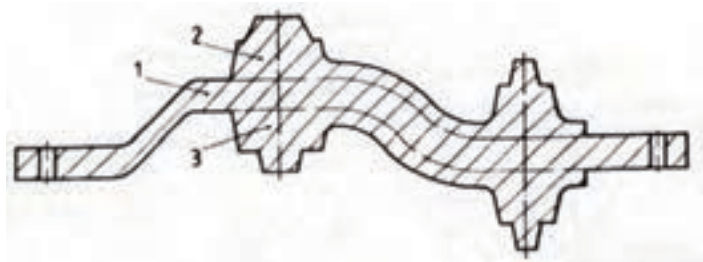
مدل صفحه‌ای ریخته شده

شکل ۱۶

- قرار دادن قاب فلزی روی درجه زیری (قالب زیری)
- قرار دادن درجه رویی (قالب رویی) روی قاب و جفت کردن قالب رویی روی قالب زیری به وسیله میله‌های راهنما
- قرار دادن وزنه روی قالب‌ها و ریخته‌گری آن با فلز مورد نظر

### نکات قابل توجه

- جنس قاب فلزی باید از جنس فلز مذاب مورد نظر باشد تا مدل و صفحه به‌طور یک‌پارچه از یک جنس ریختگی به‌دست آیند.
- کنترل مدل صفحه‌ای ریخته شده و تمیزکاری آن
- مدل‌های صفحه‌ای سرخود را نیز می‌توان از جنس مواد پلاستیکی (آرالدیت‌ها) ریخته‌گری پلاستیک نمود و یک مدل یک‌پارچه پلاستیکی به‌دست آورد که شرح وظایف آن در کتاب مدل‌های پلاستیکی توضیح داده شده است. در شکل‌های فوق به ترتیب مدل اولیه، مراحل قالب‌گیری و مدل صفحه‌ای ریخته شده از جنس M۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۷- صفحه ۲ و ۳- نیمه رویی و زیری مدل

### مدل صفحه‌ای ریخته شده

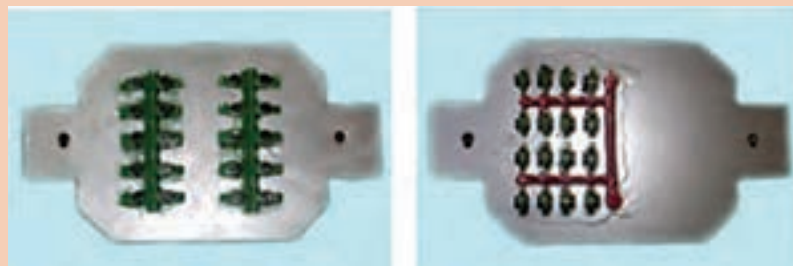
این روش بیشتر برای مدل‌هایی که دارای سطح جدایش غیریکنواخت (غیرمسطح) بوده و به علت ناهموار بودن خط جدایش نمی‌توان روی صفحه صاف نصب شوند استفاده می‌شود. بنابراین برای تهیه مدل صفحه‌ای، مدل به همراه صفحه از فلز یا مواد آرالدیتی و... ریخته‌گری می‌شوند.



شکل ۱۸

## روش تهیه مدل صفحه‌ای از طریق ریخته‌گری

در هنگام ساخت مدل‌های صفحه‌ای در طراحی و ساخت مدل اولیه باید با توجه به جنس مدل و جنس قطعه موردنظر دو انقباض منظور گردد. یک انقباض جهت تبدیل مدل اولیه به مدل صفحه‌ای و یک انقباض جهت تبدیل مدل صفحه‌ای به قطعه موردنظر.



شکل ۱۹

رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری، ذوب، بارریزی و حمل و جابه‌جایی لازم است همچنین استفاده از لباس ایمنی، ماسک، دستکش و ... الزامی است.

نکته



نکات ایمنی



## تجهیزات مورد نیاز

مدل، صفحه زیر درجه‌ای، درجه مناسب با راهنمای بلند (پین)، تسمه فولادی جهت ساخت قاب، جعبه‌ابزار قالب‌گیری، شمش آلومینیوم، قرص دگازر، سرباره‌گیر.

## مراحل انجام کار

مدل‌هایی مطابق شکل انتخاب کنید.



شکل ۲۰

اجزای سیستم راهگامی شامل حوضچه پای راهگام، کانال اصلی و کانال فرعی را متناسب با مدل از چوب تهیه کرده همراه با مدل در زیر درجه زیرین قالب‌گیری کنید. مراحل قالب‌گیری را برای دو مدل در درجه زیرین انجام دهید. قالب زیرین را همراه با صفحه زیر درجه ۱۸۰ درجه برگردانید. با ابزار قالب‌گیری سطح جدایش را برای مدل با سطح جدایش غیریکنواخت کاملاً مشخص و پرداخت کنید.



شکل ۲۱. سطح قالب‌های زیرین را پودر جدایش بزنید.



شکل ۲۲

لوله راهگاه را در محل خود قرار داده و درجه‌های رویی با پین بلند را روی قالب زیرین قرار داده، قالب‌گیری نمایید.



شکل ۲۳



سیخ هوا زده و حوضچه بالای راهگاه را ایجاد کنید.  
 لوله راهگاه را خارج کرده و قالب رویی را بلند کنید و در محل مناسب روی سطح صاف قرار دهید.  
 با استفاده از فلز یا چوب، قابی متناسب با طول و عرض درجه زیرین تهیه کنید (ضخامت قاب باید متناسب با  
 صفحه مدل مورد نیاز حدود ۸ تا ۱۲ میلی‌متر باشد)  
 مدل و اجزای سیستم راهگاهی را از قالب‌های زیرین خارج کنید و قاب آماده شده را روی لبه‌های درجه زیرین  
 قرار دهید.  
 قالب رویی را روی قالب زیرین قرار دهید. در این حالت قاب بین دو نیمه قالب به اندازه ضخامت صفحه موردنظر  
 فاصله ایجاد می‌کند.

جهت جلوگیری از بیرون زدن احتمالی مذاب از بین دو نیمه قالب، قاب را از بیرون با ماسه مرطوب  
 بپوشانید.

توجه



قالب آماده بارریزی را در محل بارریزی قرار دهید.  
 قالب را با مذاب آلومینیوم بارریزی کنید.  
 پس از انجماد و سرد شدن، مدل صفحه‌ای را از قالب خارج کنید.

مدل صفحه‌ای ریخته شده را پس از قطع لوله راهگاه و تمیزکاری براساس ابعاد درجه متناسب با آن  
 جهت عبور پین درجه از آن سوراخ کاری کنید.

نکته



شکل ۲۴



مدل صفحه‌ای مدلی مطابق شکل زیر را ریخته‌گری کنید.



شکل ۲۵

فعالیت ۶



صفحه‌ای را ریخته‌گری کنید و چند مدل کوچک با سطح جدایش یکنواخت را روی آن مونتاژ کنید.

فعالیت



صحت ابعاد، شکل ظاهری، وجود عیب و... مدل‌های فلزی ساخته شده را با استفاده از ابزار اندازه‌گیری و به صورت چشمی کنترل کنید.

فعالیت



## ارزشیابی هنرجو در فصل سوم: ساخت مدل فلزی

### نقشه کار: ساخت مدل فلزی

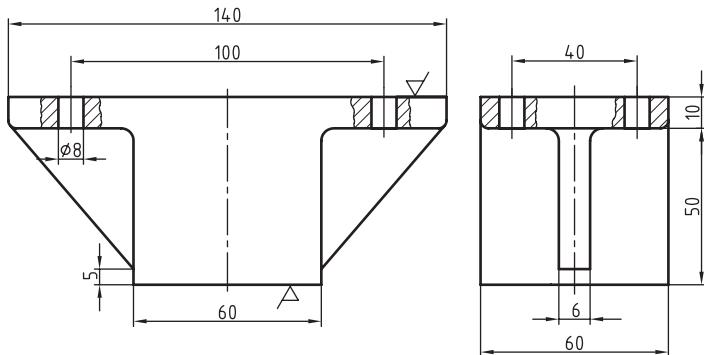
تبدیل نقشه مکانیکی قطعه مقابل را انجام داده و ساخت مدل آلومینیومی آن را انجام دهید. جنس قطعه برنج - درصد انقباض ۱/۲ - درصد انقباض آلومینیوم ۱/۴

**شاخص عملکرد:** ساخت مدل چوبی یا فومی با در نظر گرفتن انقباض مضاعف، کیفیت قالب ماسه‌ای، کیفیت قطعه ریختگی، کیفیت نهایی مدل فلزی

**شرایط انجام کار:** انجام کار در کارگاه مدل‌سازی و ریخته‌گری با روش مناسب

**مواد مصرفی:** کاغذ - چوب - پسته - بتونه - رنگ - فلز (آلومینیوم) و فوم و پوشان و مواد ذوب ساز و افزودنی

**ابزار و تجهیزات:** ماشین‌گندگی - اره نواری - سوهان - مته دستی - سنباده - گیره - کولیس - خط‌کش - سیم برش فوم - دستگاه تراش - سنگ برش و کف تراشی



### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	ساخت مدل چوبی یا فومی	۲	
۲	قالب‌گیری	۱	
۳	ریخته‌گری	۲	
۴	خشن‌کاری و پلیسه‌گیری	۱	
۵	پرداخت‌کاری	۱	
۶	نصب مدل روی صفحه و کنترل کیفی مدل	۲	
	<p><b>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b></p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل مختلف کار                  ۲- استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، کلاه، ماسک، دستکش نسوز، عینک ایمنی و...                  ۳- تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات                  ۴- رعایت دقت و نظم</p>		
	میانگین نمرات *		

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