

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# مدل سازی و ماهیچه ها

رشته متالورژی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب:

مدل سازی و ماهیچه‌ها - ۲۱۱۵۳۶

پدیدآورنده:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

حسن حامد، ندی دیده‌ور، امیر ریاحی، حسن طیب‌زاده، اسداله عبادی، حسن جعفری، حسن عبدالله‌زاده و محمد معتمدی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

جواد صفری (مدیر هنری) - مریم کیوان (طراح جلد) سوروش سعادت‌مندی (صفحه‌آرا) - مرتضی میرمجیدی (رسام) - زهرا ایمانی نصر، نیلوفر صفادل، کمندمهری، زینت بهشتی شیرازی و سیما لطفی (امور آماده‌سازی)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱ - ۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)

تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ اول ۱۴۰۵

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



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

امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ»



این کتاب در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه‌ای، فروشندگان خدمات و کالا و انجمن‌های حرفه‌ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ‌التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی کشوری قرار گرفت و نتایج آن در محتوا اعمال گردید.



|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۱   | پودمان ۱: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی     |
| ۶۹  | پودمان ۲: ساخت مدل های چوبی                       |
| ۱۴۷ | پودمان ۳: ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)          |
| ۱۹۱ | پودمان ۴: ساخت مدل های فلزی                       |
| ۲۳۱ | پودمان ۵: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی |
| ۲۸۹ | فهرست منابع                                       |

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

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند مدل‌سازی با چاپگر سه‌بعدی

۲ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

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

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

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

کتاب درسی مدل‌سازی و ماهیچه‌ها شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در یک یا هر دو واحد یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است.

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

فعالیت های یادگیری در ارتباط با شایستگی های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی های یادگیری مادام العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی ها را در کنار شایستگی های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است؛ لذا توصیه های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته متالورژی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای پنج پودمان است و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

### کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

- **پودمان اول:** با عنوان «تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی» است. در واحد یادگیری اول محاسبات مدل‌سازی آموزش داده می‌شود. در واحد یادگیری دوم طراحی و ترسیم نقشه مدل‌سازی آموزشی داده می‌شود.
- **پودمان دوم:** با عنوان «ساخت مدل‌های چوبی» است. در واحد یادگیری اول ابزارها و ماشین‌های مدل‌سازی آموزش داده می‌شود. در واحد یادگیری دوم روش‌های ساخت مدل و جعبه ماهیچه آموزش داده می‌شود.
- **پودمان سوم:** با عنوان «ساخت مدل‌های پلیمری (پلاستیکی)» است. در واحد یادگیری اول ساخت مدل‌های یونولیتی آموزش داده می‌شود. در واحد یادگیری دوم ساخت مدل‌های آرائدیتی، سیلیکونی و مومی آموزش داده می‌شود.



■ **پودمان چهارم:** با عنوان «ساخت مدل‌های فلزی» است. در واحد یادگیری اول روش‌های ساخت مدل فلزی آموزش داده می‌شود. در واحد یادگیری دوم ساخت مدل‌های صفحه‌ای آموزش داده می‌شود.

■ **پودمان پنجم:** با عنوان «مدل‌سازی با استفاده از چاپگرهای سه‌بعدی» است. در واحد یادگیری اول نرم‌افزار نقشه‌کشی مدل، با استفاده از سالی‌دورکر آموزش داده می‌شود. در واحد یادگیری دوم استفاده از چاپگر سه‌بعدی و چاپ مدل سه‌بعدی آموزش داده می‌شود. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

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



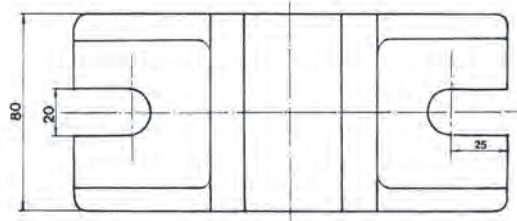
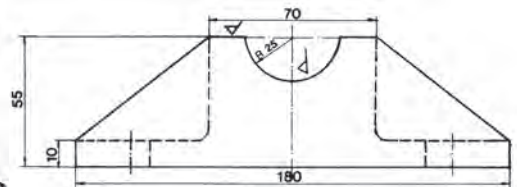
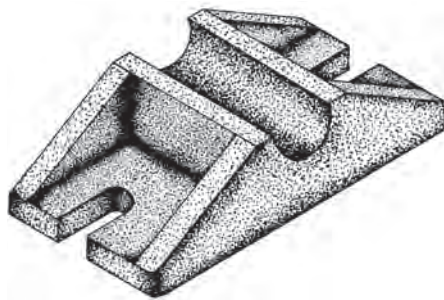
نظرسنجی کتاب‌درسی





## پودمان ۱

### تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی



## واحد یادگیری ۱

### محاسبات مدل سازی

اولین مرحله در ساخت مدل های ریخته گری، تهیه نقشه مدل سازی است. در نقشه مدل سازی، ابعاد مدل نسبت به قطعه نهایی، بزرگ تر است. در این پودمان، نحوه رسم نقشه مدل سازی، نقشه ساختمان مدل، نقشه جعبه ماهیچه، نقشه قالب گیری و علائم مربوط به آنها، اضافات مدل سازی و نحوه محاسبه آنها توضیح داده می شود.

### استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و لوازم نقشه کشی، نقشه مدل سازی براساس استانداردهای مربوطه تهیه می شود.

در بسیاری از صنایع، از ماشین آلات گوناگونی استفاده می شود. هر یک از این ماشین آلات از بخش ها و قطعات مختلفی ساخته شده اند و بخش زیادی از این قطعات فلزی هستند. یکی از روش های مهم تولید قطعات فلزی، ریخته گری است.

در روش ریخته گری، برای ساخت هر قطعه ابتدا باید مدل آن قطعه ساخته شود. مدل می تواند از جنس های متفاوتی باشد و برای قالب گیری فلز مذاب مورد استفاده قرار می گیرد. ساخت مدل چند مرحله دارد و لازم است این مراحل با دقت انجام شود تا مدل نهایی کیفیت لازم را داشته باشد. تمام قطعات صنعتی دارای نقشه مکانیکی هستند. در مدل سازی، نخست این نقشه باید به نقشه مدل سازی تبدیل شود. در نقشه مدل سازی، اصلاحاتی در اندازه ها انجام می شود که به آنها اضافات مدل سازی گفته می شود. این اضافات شامل موارد زیر هستند:

**اضافه انقباض:** برای جبران کاهش حجم فلز هنگام سرد شدن

**شیب مجاز:** برای جداسدن راحت تر مدل از قالب

**اضافه تراش:** برای انجام عملیات ماشین کاری روی قطعه نهایی

برای تعیین مقدار این اصلاحات، از استانداردهای معتبر استفاده می شود که یکی از مهم ترین آنها استاندارد DIN1511 است.

در این واحد یادگیری، با اصول اولیه مدل سازی آشنا می شوید. مهم ترین بخش این درس، تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی و محاسبه اضافات لازم است. با یادگیری این اصول، می توانید مدل هایی بسازید که در فرایند ریخته گری عملکرد مناسب داشته باشند و کیفیت قطعات تولیدی افزایش یابد.

## اضافات مدل سازی

در مدل سازی، ابعاد و شکل ظاهری مدل با قطعه تولیدی لزوماً همخوانی ندارد، یعنی اینکه اغلب موارد ابعاد مدل بزرگ تر از قطعه تولیدی است و در برخی از قطعات که نیاز به ماهیچه گذاری دارند به دلیل وجود ریشه ماهیچه شکل ظاهری مدل متفاوت از قطعه تولید شده است. برای ساخت مدل، ابعاد آن بزرگ تر در نظر گرفته شده که اضافات مدل سازی نامیده می شود و شامل اضافه مجاز انقباض، اضافه مجاز ماشین کاری و اضافه مجاز شیب مدل است:

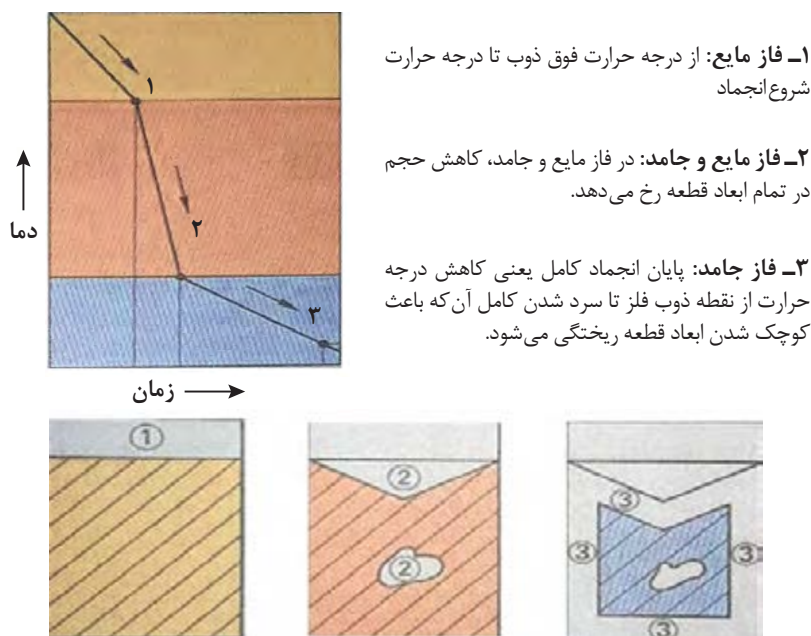
### الف) اضافه مجاز انقباض:

اغلب فلزات و آلیاژها در اثر افزایش دما دچار انبساط و افزایش حجم و با کاهش دما دچار انقباض و کاهش حجم می شوند، این پدیده برای مذابی که قرار است از دمای فوق ذوب تا دمای محیط سرد شود نیز رخ می دهد. مراحل سرد شدن مذاب را می توان به صورت زیر تقسیم کرد (شکل ۱):

۱- کاهش دما از فوق ذوب تا شروع انجماد: این مرحله در فاز مایع است. کاهش حجم مذاب یا انقباض مذاب از فوق ذوب تا شروع انجماد بایستی در حین مذاب ریزی جبران شود.

۲- کاهش دمای مذاب در هنگام انجماد: این حالت در فاز مایع + جامد است. در این مرحله، انقباض در طول انجماد رخ می دهد. مقدار انقباض و کاهش حجم این مرحله توسط سیستم تغذیه گذاری و سیستم راهگاهی جبران می شود.

۳- کاهش دما از پایان انجماد تا دمای محیط: این حالت در فاز جامد است. کاهش حجم این مرحله به صورت خطی در تمام جهات یکنواخت است. چون قطعه جامد شده با کاهش دما منقبض می شود پس مدل را بایستی به اندازه این انقباض که انقباض در فاز جامد نامیده می شود بزرگ تر از اندازه قطعه تولیدی ساخت. جبران این مرحله توسط مدل ساز صورت می گیرد، یعنی حجم مدل باید به اندازه انقباض فاز جامد بزرگ تر از حجم قطعه، ساخته شود.



شکل ۱- نمودار دما - زمان و تصاویر شماتیکی انقباض ها در سه مرحله

### مهم ترین عوامل مؤثر در مقدار انقباض عبارت اند از:

- ۱ جنس قطعه
- ۲ شرایط محیط (فشار، رطوبت و دما)
- ۳ جنس قالب
- ۴ ابعاد قطعه

با توجه به عوامل فوق، مقدار انقباض استاندارد شده و عدد آن از روی جدول ۱ تعیین می شود.

جدول ۱- درصد انقباض تئوری و عملی فلزات در قالب های موقت

| جنس فلز                                      | درصد انقباض تئوری | درصد انقباض عملی |
|----------------------------------------------|-------------------|------------------|
| چدن خاکستری                                  | ۱                 | ۱/۳ ..... ۰/۵    |
| چدن با گرافیت کروی                           | ۱/۲               | ۰/۸ ..... ۲      |
| فولاد ریختگی                                 | ۲                 | ۱/۵ ..... ۲/۵    |
| فولاد منگن دار                               | ۲/۳               | ۲/۳ ..... ۲/۸    |
| آلیاژهای آلومینیوم                           | ۱/۲               | ۰/۸ ..... ۱/۵    |
| آلیاژهای منیزیم                              | ۱/۲               | ۱ ..... ۱/۵      |
| مس الکترولیتی                                | ۱/۹               | ۱/۵ ..... ۲/۱    |
| آلیاژ مس و قلع (برنز)                        | ۱/۵               | ۰/۸ ..... ۲      |
| آلیاژ مس و روی (کمتر از ۲۰٪ روی - برنج قرمز) | ۱/۳               | ۰/۸ ..... ۱/۶    |
| آلیاژ مس و روی (بیش از ۲۰٪ روی - برنج زرد)   | ۱/۲               | ۰/۸ ..... ۱/۸    |
| آلیاژهای مس و آلومینیوم (آلومینیوم برنز)     | ۲/۱               | ۱/۹ ..... ۲/۳    |
| آلیاژهای روی                                 | ۱/۳               | ۱/۱ ..... ۱/۵    |
| فلزات سفید (آلیاژهای سرب و قلع)              | ۰/۵               | ۰/۴ ..... ۰/۶    |



پس از تعیین مقدار انقباض، ابعاد مدل از رابطه ۱ (رابطه دقیق) محاسبه می‌شود:

$$LM = \frac{LG \times 100}{100 - S} \quad \text{رابطه ۱ (رابطه دقیق)}$$

در این رابطه:

LM: اندازه مدل

LG: اندازه قطعه

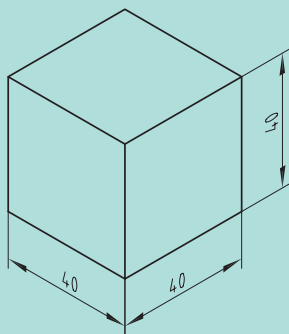
S: درصد انقباض

این رابطه برای مدل‌های مورد استفاده در قالب‌گیری ماشینی به کار می‌رود.

برای مدل‌های چوبی مورد استفاده در قالب‌گیری دستی، رابطه ۲ (رابطه تقریبی) مناسب است.

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG \quad \text{رابطه ۲ (رابطه تقریبی)}$$

مثال



شکل ۲

اگر مقدار انقباض قطعه مکعبی شکل ۲ به ضلع ۴۰ میلی‌متر برابر ۱/۲۵ درصد باشد، اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است؟ سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن دوباره رسم کنید.

حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم.

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

سپس اندازه مدل را محاسبه می‌کنیم.

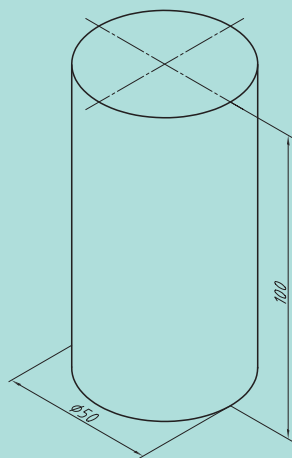
$$S = 1/25 \quad (\text{درصد انقباض})$$

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$LG = 40 \text{ mm} \rightarrow LM = \frac{LG \times S}{100} + LG = \frac{40 \times 1/25}{100} + 40 = 40.5 \text{ mm}$$

اندازه اولیه مدل

مثال



شکل ۳

اگر مقدار انقباض قطعه استوانه‌ای شکل ۳ به قطر ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر برابر ۱/۱ درصد باشد اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است؟ سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن مجدداً ترسیم نمایید.

حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم:

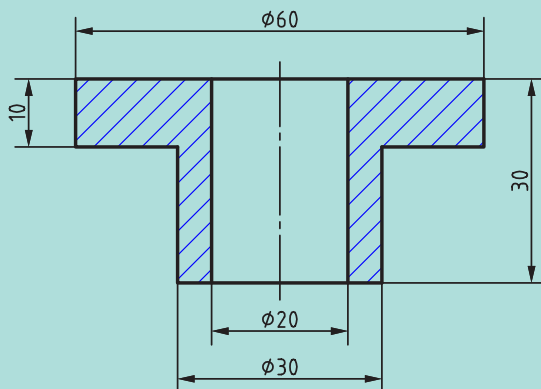
$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

سپس برای محاسبه اندازه مدل از بزرگ‌ترین اندازه قطعه شروع و به ترتیب به کوچک‌ترین اندازه آن ختم می‌کنیم.

درصد انقباض  $S = 1/1$

$$LG_1 = 100 \text{ mm} \rightarrow LM_1 = \frac{LG_1 \times S}{100} + LG_1 = \frac{100 \times 1/1}{100} + 100 = 101/1 \text{ mm}$$

$$LG_2 = 50 \text{ mm} \rightarrow LM_2 = \frac{LG_2 \times S}{100} + LG_2 = \frac{50 \times 1/1}{100} + 50 = 50/55 \text{ mm}$$



شکل ۴

اگر مقدار انقباض قطعه شکل ۴ برابر ۱/۲ درصد باشد اندازه‌های اولیه مدل برای قالب‌گیری دستی چقدر است؟ سپس قطعه را با ابعاد جدید با در نظر گرفتن انقباض آن مجدداً ترسیم نمایید.

مثال



حل: برای حل مسئله ابتدا رابطه مربوط به انقباض تقریبی را می‌نویسیم.

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

سپس برای محاسبه اندازه مدل از بزرگ‌ترین اندازه قطعه شروع و به ترتیب به کوچک‌ترین اندازه آن ختم می‌کنیم.

$$S = 1/2 \text{ درصد انقباض}$$

$$LG_1 = 60 \text{ mm} \rightarrow LM_1 = \frac{LG_1 \times S}{100} + LG_1 = \frac{60 \times 1/2}{100} + 60 = 60/72 \text{ mm}$$

$$LG_2 = 30 \text{ mm} \rightarrow LM_2 = \frac{LG_2 \times S}{100} + LG_2 = \frac{30 \times 1/2}{100} + 30 = 30/36 \text{ mm}$$

$$LG_3 = 20 \text{ mm} \rightarrow LM_3 = \frac{LG_3 \times S}{100} + LG_3 = \frac{20 \times 1/2}{100} + 20 = 20/24 \text{ mm}$$

$$LG_4 = 10 \text{ mm} \rightarrow LM_4 = \frac{LG_4 \times S}{100} + LG_4 = \frac{10 \times 1/2}{100} + 10 = 10/12 \text{ mm}$$

در پایان، قطعه با ابعاد جدید دوباره رسم می‌شود.

نکته

در مواردی که علاوه بر مدل چوبی، مدل فلزی نیز باید ساخته شود مقدار انقباض ۲ بار محاسبه می‌گردد که آن را انقباض دو مرحله‌ای می‌گویند ( $S = S_1 + S_2$ ) و پس از به دست آوردن درصد انقباض کل، از روابط قبلی جهت تعیین و محاسبه اندازه دقیق یا تقریبی مدل استفاده می‌شود.

مثال

**مثال:** اگر مدل فلزی از جنس برنج قرمز با انقباض ۱/۳ درصد ساخته شود و قطعه از چدن با گرافیت کروی با انقباض ۱/۲ درصد ریخته‌گری شود درصد انقباض کل برای ساختن مدل چوبی چقدر است؟

$$S_1 = 1/3 \quad S = S_1 + S_2$$

$$S_2 = 1/2 \quad S = 1/3 + 1/2 = 2/5 \quad \text{درصد انقباض کل}$$

فعالیت‌های زیر را به صورت گروه‌های دو نفره انجام دهید.

چنانچه درصد انقباض مدل فلزی و درصد انقباض خطی قطعه به ترتیب ۱/۲ و ۲/۱ باشد، درصد انقباض خطی مدل چوبی چقدر است؟

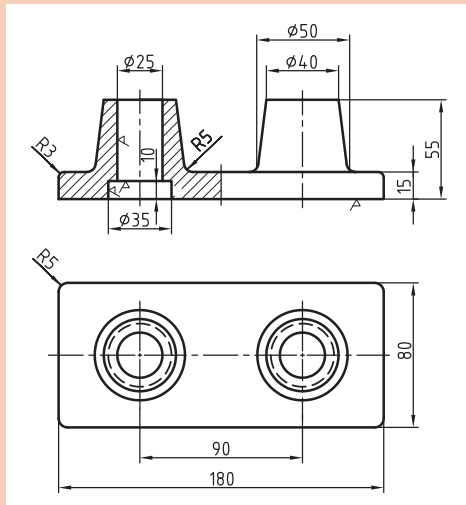
پرسش





### محاسبه درصد انقباض مدل از روی نقشه مکانیکی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

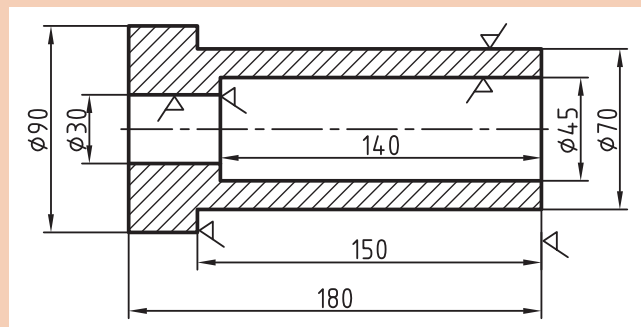
مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد نقشه با فرض اینکه قطعه فولادی از این مدل تولید می شود و درصد انقباض فولاد ۲/۲ باشد.
- ۲ کنترل ابعاد محاسبه شده.
- ۳ کنترل و ارزشیابی محاسبات توسط هنرآموز.



### محاسبه درصد انقباض و ترسیم نقشه مدل سازی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

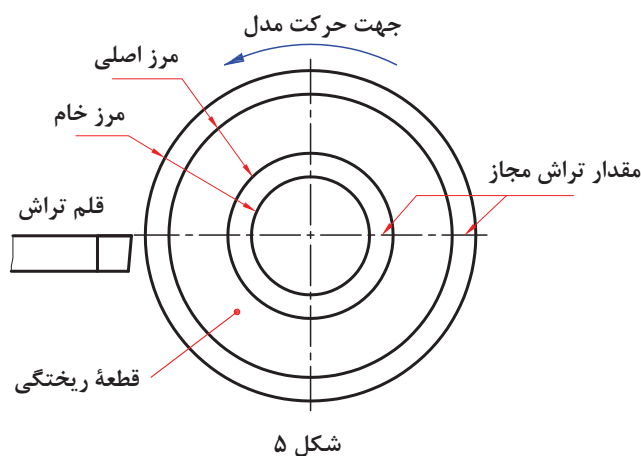
- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی و سپس تبدیل آن به مدل آلومینیومی جهت تولید قطعات چدنی با استفاده از (جدول ۱)
- ۲ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۳ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

## ب) اضافه مجاز ماشین کاری

بعد از ریخته گری قطعه، کارهایی نظیر تمیزکاری، سنگ کاری، تراش کاری، فرز کاری و سوراخ کاری روی آن انجام می شود، بنابراین باید روی این گونه قطعات، محل تراش کاری، سوراخ کاری و موارد مشابه در نظر گرفته شود. همچنین باید در حد امکان کمترین میزان تراش را برای آنها در نظر گرفت و این امر زمانی مهم خواهد بود که تعداد بسیار زیادی قطعه مورد نیاز باشد (شکل ۵).



شکل ۵

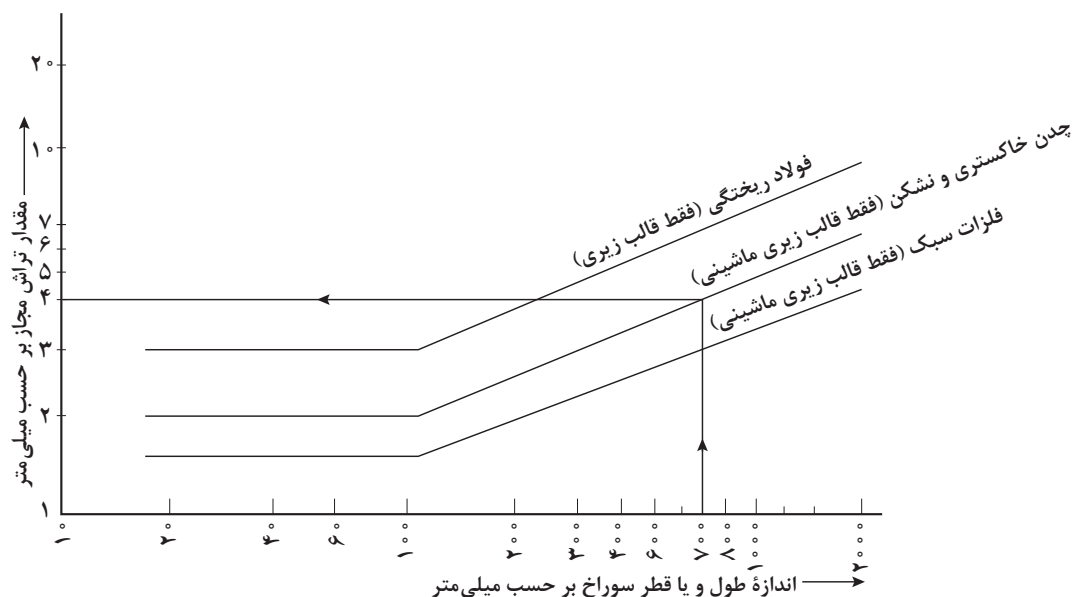


شکل ۶

کم کردن مقدار تراش بستگی به جنس قطعه و روش های قالب گیری و ریخته گری نیز دارد. به عنوان مثال قطعاتی که به روش ریخته گری دقیق و ریخته گری تحت فشار تولید می شوند، تراش کاری کمتری لازم دارند و حداقل مقدار تراش برای آنها در نظر گرفته می شود (شکل ۶).

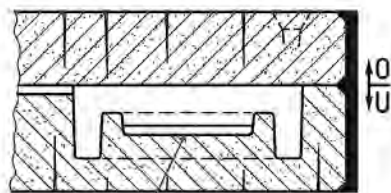
مقدار تراش مجاز به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- **جنس قطعه:** جنس قطعه در تعیین مقدار تراش مؤثر است. سخت و نرم بودن فلزات و نقطه ذوب آنها از عوامل مؤثر در این امر به شمار می رود. به عنوان مثال مقدار تراش برای فلزات سبک کمتر از آلیاژهای فولادی است. نمودار ۱ مقدار تراش مجاز را برحسب اندازه طول و یا قطر سوراخ قطعه در قالب زیری نشان می دهد.



نمودار ۱- مقدار تراش مجاز بر حسب نوع جنس و اندازه طول و یا قطر سوراخ قطعه

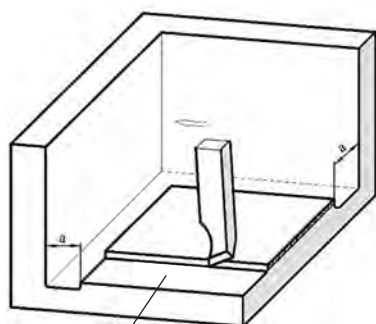
چنانچه سطوح تراش در قالب رویی واقع شوند به میزان ۵۰ درصد و چنانچه مدل با دست قالب گیری شود به میزان ۲۵ درصد (غیر از فولاد) به مقدار تراش مجاز استاندارد اضافه می شود. به عنوان مثال برای ریختگی یک قطعه چدنی به طول ۷۰۰ میلی متر، در درجه زیری، ماکزیمم مقدار تراش از نمودار فوق ۴ میلی متر است که اگر در درجه رویی باشد، ۲ میلی متر به آن اضافه می شود (مطابق نمودار ۱).



سطح حساس

شکل ۷

**۲- محل تراش:** در هنگام ریختگی ابتدا فلز مذاب وارد قسمت های زیری قالب و سپس سایر قسمت های دیگر آن شده و قالب پر می شود. این امر باعث می شود مذاب همراه با اجسام سبک و سرباره ها در بالاترین نقطه قالب قرار گیرد. بنابراین محل های حساس قطعه، که بعد از ماشین کاری باید از کیفیت سطحی خوبی برخوردار باشند، در حد امکان در قالب زیری قرار داده شوند (شکل ۷).

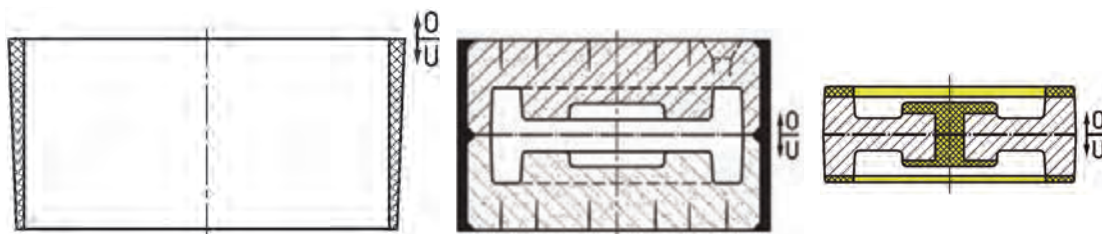


سطح حساس

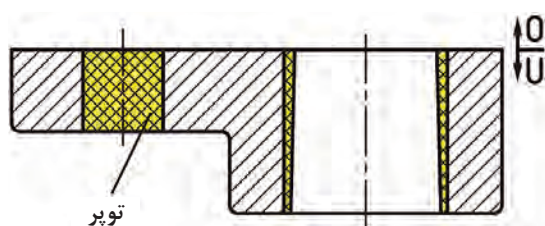
شکل ۸

مقدار تراش مجاز برای سطوح پایینی قالب در حد استاندارد و برای سطوح بالا ۱/۵ تا ۲ برابر استاندارد است (شکل ۸).

مقدار تراش برای سطوح جانبی قالب در حد استاندارد است و ممکن است در پاره‌ای از موارد مقدار شیب قالب‌گیری نیز به آن اضافه شود (شکل ۹).

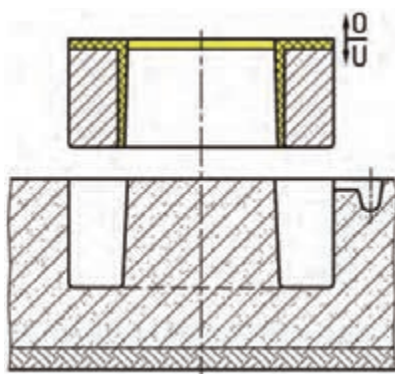


شکل ۹



شکل ۱۰

مقدار تراش برای سوراخ‌ها و شکاف‌هایی که با ماهیچه ریختگی می‌شوند بیشتر از حد استاندارد است. سوراخ‌ها و شکاف‌های کوچک در حد امکان توپر ریختگی می‌شوند (شکل ۱۰).



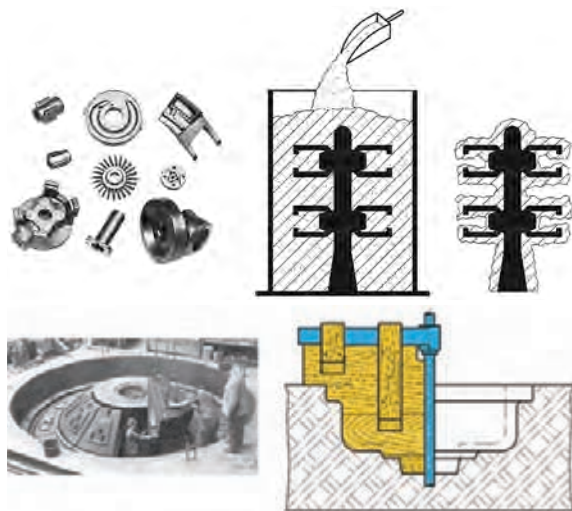
شکل ۱۱

مقدار تراش مجاز برای قطعاتی که روباز ریختگی می‌شوند و قطعاتی که به روش زمینی و شابلونی قالب‌گیری می‌شوند خیلی بیشتر است (شکل ۱۱).

تعیین قطعی مقدار تراش مجاز برای تولید انبوه قطعات ریختگی از نظر اقتصادی بسیار مهم است. به همین لحاظ در واحد فنی این قسمت با دقت زیاد توسط مهندسین و کارشناسان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نکته





شکل ۱۲

**۳- روش قالب گیری:** مقدار ماشین کاری مجاز به جنس مواد قالب گیری و روش های قالب گیری نیز بستگی دارد؛ به عنوان مثال برای قالب های فلزی، سرامیکی و پوسته ای، مقدار براده برداری کمتری مورد نیاز است. به طوری که این مقدار بین ۰/۳ تا ۱/۵ میلی متر تعیین شده است. برای قالب گیری به ویژه قالب گیری با مدل های شابلونی و مدل های اسکلتی، مقدار تراش مجاز بیش از حد استاندارد منظور می شود (شکل ۱۲).

علاوه بر مطالب گفته شده، از جدول استاندارد ۲ نیز برای تعیین مقدار تراش مجاز استفاده می شود.

**جدول ۲- مقدار استاندارد تراش مجاز در آلیاژهای مختلف بر حسب میلی متر**

| جنس قطعه       | اندازه قطعه | سطوح زیری | سطوح داخلی و جانبی | سطوح رویی |
|----------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| چدن            | تا ۱۵۰      | ۲/۵       | ۳                  | ۵         |
|                | تا ۳۰۰      | ۳         | ۳/۵                | ۵/۵       |
|                | ۳۰۰-۵۰۰     | ۴         | ۵                  | ۶         |
|                | ۵۰۰-۹۰۰     | ۴/۵       | ۵/۵                | ۶/۵       |
|                | ۹۰۰-۱۵۰۰    | ۵         | ۶                  | ۸         |
| فولاد          | تا ۱۵۰      | ۳         | ۳                  | ۶         |
|                | ۱۵۰-۳۰۰     | ۵         | ۶                  | ۶         |
|                | ۳۰۰-۵۰۰     | ۶         | ۶                  | ۸         |
|                | ۵۰۰-۹۰۰     | ۶         | ۷                  | ۹/۵       |
|                | ۹۰۰-۱۵۰۰    | ۶         | ۸                  | ۱۲        |
|                | ۱۰-۷۵       | ۱/۵       | ۱/۵                | ۲         |
| فلزات غیر آهنی | ۷۵-۲۰۰      | ۱/۵       | ۲                  | ۲/۵       |
|                | ۲۰۰-۳۰۰     | ۲         | ۲/۵                | ۳         |
|                | ۳۰۰-۵۰۰     | ۲/۵       | ۳                  | ۳/۵       |
|                | ۵۰۰-۹۰۰     | ۳         | ۳/۵                | ۴/۵       |
|                | ۹۰۰-۱۵۰۰    | ۳         | ۴                  | ۵         |
|                |             |           |                    |           |



تعیین اضافه تراش در سوراخ‌ها: برای مشخص کردن اضافه تراش در سوراخ‌ها با استفاده از جدول ۳، اندازه قطر سوراخ را در ستون قطر‌ها و طول سوراخ را در ردیف طول‌ها تعیین کرده و سپس ستون و ردیف آن را ادامه می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند. عدد خوانده شده مقدار اضافه تراش در شعاع را نشان می‌دهد. جدول ۳، جدول استاندارد تراش مجاز در سوراخ‌ها را برحسب میلی‌متر در شعاع ارائه کرده است.

جدول ۳- مقدار استاندارد تراش مجاز در سوراخ‌ها برحسب میلی‌متر در شعاع

| طول سوراخ |         |     |     |     |     |     |      | قطر سوراخ |      |
|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------|------|
| از        | تا      | ۲۰  | ۸۵  | ۱۶۵ | ۲۲۵ | ۳۸۵ | ۵۴۵  | ۷۷۵       | ۱۰۰۰ |
| به بالا   | ۸۰      | ۱۶۰ | ۲۲۰ | ۳۸۰ | ۵۴۰ | ۷۷۰ | ۱۰۰۰ | به بالا   | ۱۰۰۰ |
| ۲۰        | ۵۰      | ۲   | ۳   | ۴   | ۵   | ۶   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۵۵        | ۱۰۰     | ۳   | ۳   | ۴   | ۵   | ۶   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۱۰۵       | ۱۸۰     | ۴   | ۴   | ۴   | ۵   | ۶   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۱۸۵       | ۲۲۰     | ۵   | ۵   | ۵   | ۵   | ۶   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۲۲۵       | ۵۶۰     | ۶   | ۶   | ۶   | ۶   | ۶   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۵۶۵       | ۹۶۰     | ۷   | ۷   | ۷   | ۷   | ۷   | ۷    | ۸         | ۹    |
| ۹۶۵       | ۱۰۰۰    | ۸   | ۸   | ۸   | ۸   | ۸   | ۸    | ۸         | ۹    |
| ۱۰۰۰      | به بالا | ۹   | ۹   | ۹   | ۹   | ۹   | ۹    | ۹         | ۹    |

به‌طور مثال برای سوراخی با قطر ۱۲۰ میلی‌متر و طول ۴۰۰ میلی‌متر، قطر ۱۲۰ در ستون قطر‌ها بین ۱۸۰-۱۰۵ و طول ۴۰۰ میلی‌متر در ردیف طول‌ها بین ۳۸۵-۵۴۰ قرار دارد. ستون و ردیف را امتداد داده، محل تقاطع، مقدار تراش در سوراخ را ۶ میلی‌متر نشان می‌دهد.

- چنانچه سوراخی در قطعه دارای چند قطر باشد برای محاسبه اضافه تراش، قطر متوسط در نظر گرفته می‌شود.
- در مواردی که گوشه‌های قطعه، قوسی شکل (گرد) است مقدار تراش نباید تا روی قوس امتداد یابد، بلکه باید از ابتدای قوس به بعد طراحی و رسم شود.

نکته



مثال

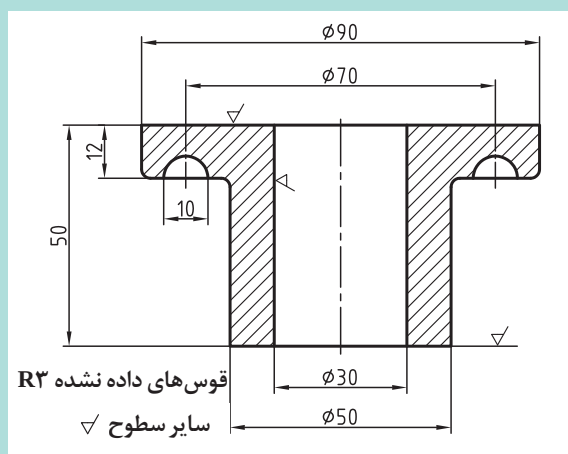


اگر بزرگ‌ترین اندازه قطعه‌ای از آلیاژ برنز ۱۸۰ میلی‌متر باشد، مقدار تراش مجاز برای سطوح مختلف را به دست آورید.

| سطوح زیری | سطوح داخلی و جانبی | سطوح رویی |
|-----------|--------------------|-----------|
| ۱/۵       | ۲                  | ۲/۵       |

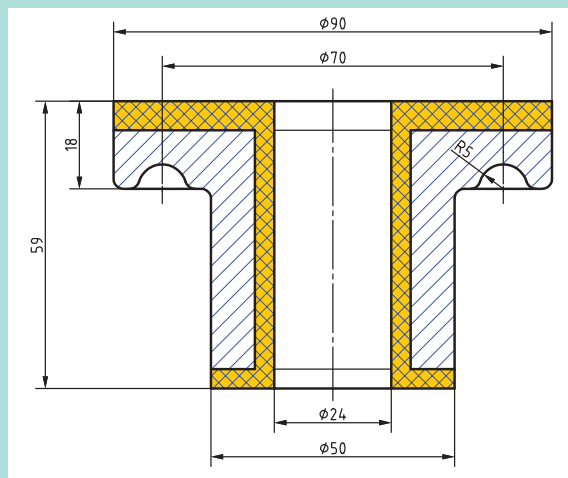
حل: برای حل این مسئله با مراجعه به جدول ۲ و با توجه به اینکه در گروه فلزات غیر آهنی قرار دارد و اندازه قطعه (۱۸۰ میلی‌متر) بین ۷۵-۲۰۰ میلی‌متر است، پس مقدار تراش مجاز طبق جدول روبه‌رو است.

مثال



شکل ۱۳- نقشه فنی قطعه

| سطوح زیری | سطوح داخلی و جانبی | سطوح رویی |
|-----------|--------------------|-----------|
| ۳         | ۳                  | ۶         |



شکل ۱۴

میزان اضافه تراش مجاز برای سطوح مختلف قطعه شکل ۱۳ را تعیین نمایید و آن را روی شکل رسم کنید؛ در صورتی که قطعه از جنس فولاد باشد.

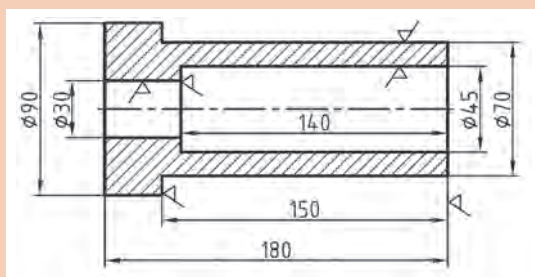
حل: بزرگ‌ترین اندازه قطعه ۹۰ میلی‌متر و قطعه از جنس فولاد است. طبق جدول ۲ میزان اضافه تراش مجاز برای سطوح مختلف قطعه به قرار روبه‌رو است.

برای محاسبه مقدار تراش سوراخ قطعه فوق از جدول ۳ استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه قطر سوراخ ۳۰ و طول آن ۵۰ میلی‌متر است، محل تقاطع ستون و ردیف در جدول، ۳ میلی‌متر است که اضافه تراش سوراخ محسوب می‌شود. (شکل ۱۴)



## محاسبه درصد اضافه مجاز تراش با استفاده از جدول استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه اضافه مجاز تراش مدل چوبی جهت تولید قطعات آلومینیومی با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۳ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

## ج) اضافه مجاز شیب مدل

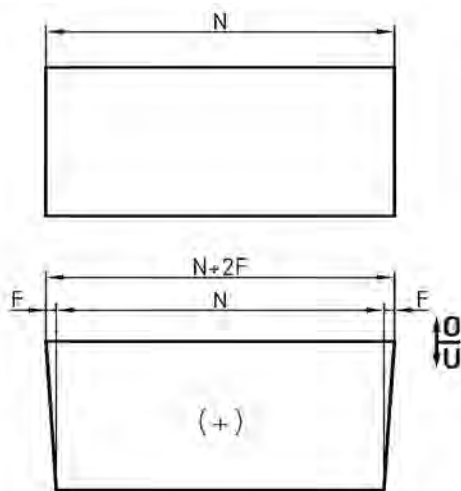
طراحی مدل باید طوری باشد که مدل به سهولت از قالب خارج شود، بنابراین هنگام ساخت مدل های یک تکه تا چند تکه دیواره های عمودی آن را شیب می دهند. مدل یک تکه را یک پارچه و مدل چند تکه را چند پارچه نیز می گویند.

### عوامل مؤثر در مقدار شیب

- ۱- جنس قالب: هرچه جنس مواد قالب گیری نرم تر یعنی قالب صاف و صیقلی تر باشد مقدار شیب کمتری لازم است.
- ۲- ارتفاع مدل: هرچه ارتفاع مدل بیشتر باشد مقدار شیب نیز بیشتر است.
- ۳- صاف و صیقل پذیری مدل: هرچه جنس مدل صیقل پذیری بهتری داشته باشد مقدار شیب کمتری لازم است.
- ۴- جنس مدل: مدل های فلزی و پلاستیکی کمترین میزان شیب را دارند، مدل های چوبی به شیب بیشتری احتیاج دارند. مدل های گچی به دلیل جذب رطوبت ماسه به شیب بیشتری نیاز دارند. شیب مدل های مومی، فومی یا یونولیتی و سایر مدل های نابود شونده بسیار کم است و در اکثر مواقع این مدل ها را بدون شیب می سازند (چون مدل ها تبخیر می شوند).
- ۵- نحوه خارج کردن مدل از قالب: در روش های قالب گیری ماشینی مقدار شیب، کمتر از روش های قالب گیری دستی است. در روش هایی که مدل از قالب خارج می شود مقدار شیب بسیار کمتر از حالتی است که قالب از روی مدل جدا می شود (قالب گیری دستی در مقایسه با قالب گیری های ماشینی مانند دیزاماتیک<sup>۱</sup> و قالب گیری کوبشی).

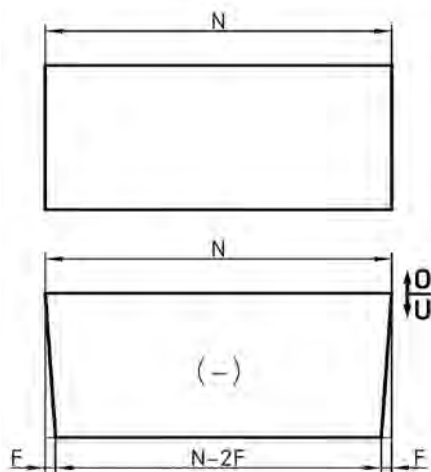
۶- محل شیب: کمترین مقدار شیب مربوط به سطوح جانبی مدل در درجه زیری است. این مقدار شیب را شیب استاندارد می گویند. قسمت های داخلی مدل که در درجه زیرین قرار می گیرد شیب بیشتری نسبت به قسمت های خارجی نیاز دارد. مطابق استاندارد، شیب داخلی مدل، از ضریب عدد ثابت  $1/5$  در مقدار شیب استاندارد به دست می آید. اگر قالب از روی مدل جدا شود یعنی شیب مربوط به تکه بالایی مدل باشد مقدار شیب قسمت های خارجی مدل از ضرب عدد  $1/5$  در مقدار شیب استاندارد به دست می آید (یعنی شیب خارجی درجه بالایی برابر شیب داخلی درجه زیری است) و شیب داخلی تکه بالایی مدل از ضرب دو بار عدد  $1/5$  در مقدار شیب استاندارد به دست می آید.

## انواع شیب



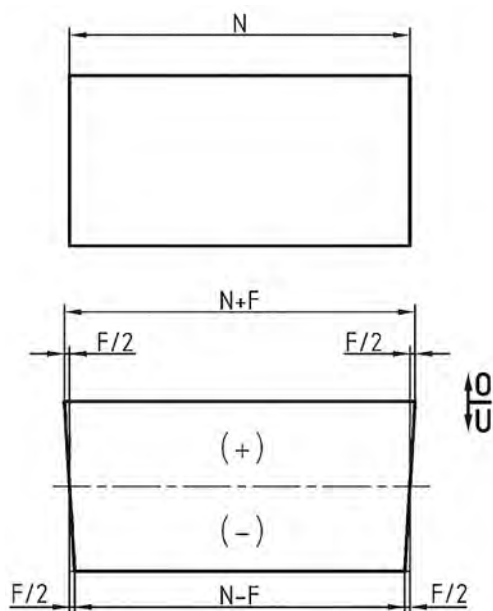
شکل ۱۵

همان طور که قبلاً بیان شد؛ شیب مجاز به سه روش اضافی (+)، نقصانی (-) و میانی یا متوسط ( $\pm$ ) رسم می شود. شیب اضافی (+): چنانچه اندازه اسمی قطعه N باشد و شیب اضافی به میزان F از دو طرف اضافه شود؛ اندازه اسمی به  $N+2F$  افزایش می یابد (شکل ۱۵).



شکل ۱۶

شیب نقصانی (-): چنانچه اندازه اسمی قطعه N باشد و شیب نقصانی به میزان F از دو طرف کاسته شود؛ اندازه اسمی به  $N-2F$  کاهش می یابد (شکل ۱۶).



شکل ۱۷

شیب میانی یا متوسط: مقدار شیب، هم به اندازه اسمی قطعه اضافه می‌شود و هم از آن کسر می‌شود، یعنی اگر اندازه اسمی قطعه را با  $N$  و مقدار شیب را با  $F$  نشان دهیم خواهیم داشت: در سطح بالایی مدل (محل سطح جدایش)  $N+F$  و در سطح پایینی مدل  $N-F$ . در این روش هم ارتفاع قالب‌گیری و هم مقدار شیب به دو قسمت مساوی تقسیم و سپس رسم می‌شوند (شکل ۱۷).

### کاربرد انواع شیب

- ۱ برای قسمت‌هایی که اضافه تراش در نظر گرفته شده است کیفیت بالایی لازم است بنابراین بهتر است برای این قسمت‌ها شیب را اضافه در نظر گرفت و با در نظر گرفتن مقدار تراش، مقدار شیب را به یکی از روش‌های گفته شده، روی مدل اجرا کرد.
- ۲ در قالب‌گیری‌های خشن به ویژه قالب‌های بزرگ زمینی و استفاده از درجه‌های بزرگ فلزی، به علت بزرگ بودن قطعه، مقدار تراش بیشتری روی مدل اضافه می‌شود. در قالب‌گیری‌های ماشینی و سایر روش‌های قالب‌گیری مانند قالب‌گیری سرامیکی و ریخته‌گری دقیق، قالب‌گیری  $CO_2$  و قالب‌گیری پوسته‌ای می‌توان مقدار اضافه تراش را کاهش داد.
- ۳ اگر روی مدلی، پره‌های نازک وجود داشته باشد، بهتر است برای افزایش استحکام و عمر مدل، شیب پره‌ها را اضافه گرفت. اگر نوع شیب باعث تغییر شکل قطعه شود می‌توان نوع شیب را میانی در نظر گرفت و یا پره‌ها را با ماهیچه تولید کرد.
- ۴ برای درپوش‌ها، پوسته‌ها، سرسیلندرها و قطعات مشابه که ابعاد قطعه در سطح جدایش نباید تغییر کند، بهتر است نوع شیب نقصانی باشد.

### محاسبه انواع شیب

تعیین مقدار شیب به عوامل زیادی بستگی دارد که به کارگیری آن دشوار و وقت‌گیر است. مناسب‌ترین راه مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها جدول ۴ است.

جدول ۴- استاندارد شیب مدل براساس DIN1511

| ارتفاع بر حسب میلی متر | شیب بر حسب درجه | ارتفاع بر حسب میلی متر | شیب بر حسب میلی متر |
|------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| تا ۱۰                  | ۳°              | تا ۲۵۰                 | ۱/۵                 |
| ۱۰-۱۸                  | ۲°              | ۲۵۰-۳۲۰                | ۲                   |
| ۱۸-۳۰                  | ۱/۵°            | ۳۲۰-۵۰۰                | ۳                   |
| ۳۰-۵۰                  | ۱°              | ۵۰۰-۸۰۰                | ۴/۵                 |
| ۵۰-۸۰                  | ۰/۷۵°           | ۸۰۰-۱۲۰۰               | ۷                   |
| ۸۰-۱۸۰                 | ۰/۵°            | ۱۲۰۰-۲۰۰۰              | ۱۱                  |
| -                      | -               | ۲۰۰۰-۴۰۰۰              | ۲۱                  |

برای تعیین مقدار شیب، ارتفاع‌های قالب‌گیری، شماره‌گذاری شده و سپس مقدار شیب با توجه به ارتفاع‌های مشخص شده بر حسب درجه از جدول استاندارد ۴ تعیین می‌شود. با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی متر محاسبه می‌گردد.

$$Fs(\text{mm}) = \frac{1/75 \times h \times \text{درجه}}{100} \quad \text{رابطه ۳}$$

FS: شیب بر حسب میلی متر

h: ارتفاع بر حسب میلی متر

$$\frac{1/75}{100} = \tan 1^\circ \quad \text{در رابطه ۳ مقدار } \frac{1/75}{100} \text{ برابر } \tan 1^\circ \text{ است، یعنی:}$$

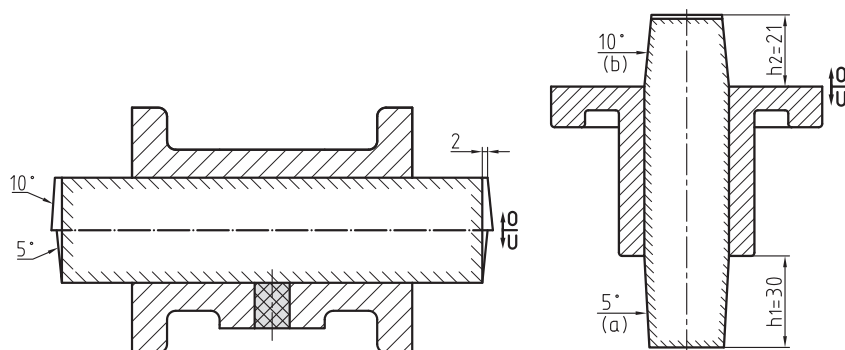
خارج کردن قسمت‌های داخلی قالب، مشکل‌تر از قسمت‌های خارجی آن است و چنانچه مقدار شیب در این قسمت‌ها کم باشد احتمال خراب شدن قالب وجود دارد. به همین دلیل برای این قسمت از مدل، مقدار شیب بیشتری منظور می‌شود. این مقدار بسته به جنس مدل و فرایندهای قالب‌گیری متفاوت است. ولی آنچه تاکنون مشخص شده است ضرب کردن مقدار شیب به دست آمده در ضریب ۱/۵ برای شیب داخلی نسبت به شیب خارجی است. شیب مدل بر حسب درصد ارتفاع مدل نیز محاسبه می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵- شیب بر حسب درصد

| شرح       | ارتفاع قالب‌گیری معمولی | ارتفاع قالب‌گیری غیر معمولی |
|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| شیب خارجی | ۲                       | ۳                           |
| شیب داخلی | ۳                       | ۵                           |

#### تعیین طول / ارتفاع و شیب تکیه‌گاه‌های مدل

برای اینکه ماهیچه به آسانی در داخل قالب قرار گیرد طول تکیه‌گاه و شیب آن باید براساس اصول صحیحی تعیین شود. در این قسمت طول تکیه‌گاه ماهیچه و شیب آن برای ماهیچه‌های عمودی و افقی براساس استاندارد و جدول تعیین می‌شود. شکل ۱۸ نمونه‌ای از تکیه‌گاه‌های افقی و عمودی را نشان می‌دهد.

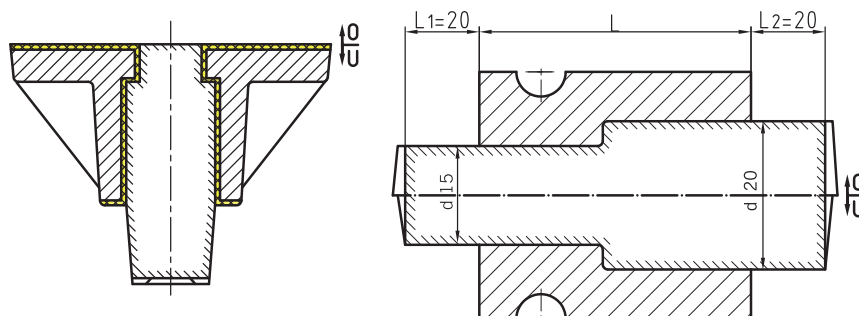


شکل ۱۸

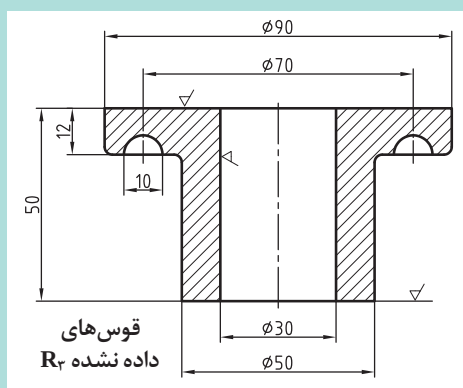
الف) تعیین طول / ارتفاع تکیه‌گاه ماهیچه براساس استاندارد **DIN1511**: اندازه ارتفاع تکیه‌گاه در ماهیچه عمودی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه زیری و برابر قطر ماهیچه برای ارتفاع تکیه‌گاه رویی است. اندازه آن در ماهیچه افقی ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه است که در دو طرف آن اعمال می‌شود (شکل ۱۹).

استاندارد فوق فقط برای ماهیچه با قطر کوچک مناسب است.

نکته



شکل ۱۹



شکل ۲۰- نقشه فنی قطعه

ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی در شکل ۲۰ را براساس **DIN1511** تعیین کنید.

مثال

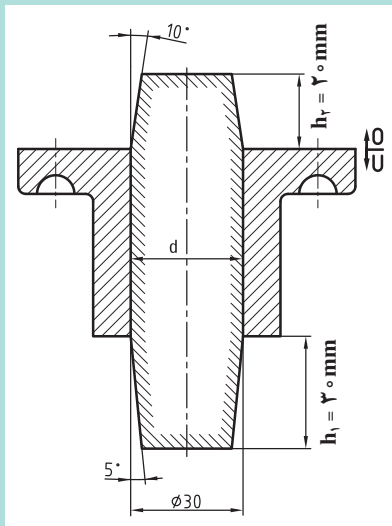


حل: ارتفاع تکیه گاه زیری تقریباً ۱ تا ۱/۵ برابر قطر ماهیچه تعیین شده است. اما در این قطعه با توجه به شکل ساده آن ۱ برابر قطر ماهیچه کافی به نظر می رسد. ارتفاع تکیه گاه رویی ۱ برابر قطر ماهیچه تعیین شده که زیاد به نظر می رسد و  $\frac{2}{3}$  قطر ماهیچه کافی است. بنابراین داریم:

$$h_1 = d = 30 \Rightarrow \text{ارتفاع تکیه گاه زیری} = 1 \times 30 \text{ mm}$$

$$h_2 = d = 30 \Rightarrow \text{ارتفاع تکیه گاه رویی} = \frac{2}{3} \times 30 \text{ mm}$$

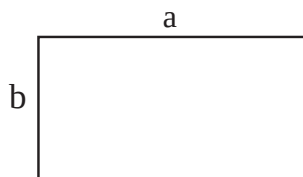
$$h_2 = 20 \text{ mm}$$



بنابراین ارتفاع تکیه گاه زیری و رویی را به نقشه انتقال می دهیم (شکل ۲۱).

شکل ۲۱- نقشه مدل سازی قطعه

در مواقعی که مقطع ماهیچه، دایره ای شکل نیست برای تعیین خط فرضی و استفاده از آن در جدول از نصف محیط مقطع ماهیچه استفاده می شود. بنابراین در ماهیچه مکعبی داریم:



$$d_f = a + b$$

نکته





ب) تعیین ارتفاع و طول تکیه‌گاه ماهیچه با استفاده از جدول: در مواقعی که طول و قطر ماهیچه بزرگ است و استفاده از استاندارد DIN1511 مناسب نیست از جدول‌های ۶ و ۷ استفاده می‌شود.

جدول ۶- ارتفاع تکیه‌گاه زیری در ماهیچه عمودی

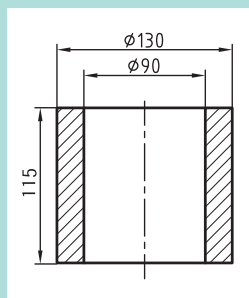
| ارتفاع تکیه‌گاه زیری بر حسب میلی‌متر $h_1$ |              |              |             |            |            |            |            |           |       | قطر ماهیچه $D$<br>ارتفاع ماهیچه $h$ |
|--------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|-------------------------------------|
| بیش از<br>۲۵۰۰                             | ۱۶۰۱<br>۲۵۰۰ | ۱۰۰۱<br>۱۶۰۰ | ۶۵۱<br>۱۰۰۰ | ۴۰۱<br>۶۵۰ | ۲۵۱<br>۴۰۰ | ۱۶۱<br>۲۵۰ | ۱۰۱<br>۱۶۰ | ۵۱<br>۱۰۰ | تا ۵۰ |                                     |
| —                                          | —            | —            | —           | —          | —          | ۳۰         | ۳۰         | ۳۰        | ۳۰    | ۵۰ تا                               |
| —                                          | —            | —            | —           | —          | ۵۰         | ۵۰         | ۴۰         | ۴۰        | ۳۰    | ۵۱-۱۰۰                              |
| —                                          | —            | —            | —           | ۸۰         | ۶۰         | ۶۰         | ۵۰         | ۵۰        | ۴۰    | ۱۰۱-۲۰۰                             |
| —                                          | —            | ۲۰۰          | ۱۰۰         | ۸۰         | ۷۰         | ۷۰         | ۶۰         | ۶۰        | ۵۰    | ۲۰۱-۴۰۰                             |
| ۱۴۰                                        | ۱۲۰          | ۱۱۰          | ۱۱۰         | ۱۰۰        | ۸۰         | ۸۰         | ۷۰         | ۷۰        | ۶۰    | ۴۰۱-۷۰۰                             |
| ۱۷۰                                        | ۱۵۰          | ۱۴۰          | ۱۴۰         | ۱۳۰        | ۱۱۰        | ۱۱۰        | ۱۰۰        | ۹۰        | —     | ۷۰۱-۱۲۰۰                            |
| ۱۹۰                                        | ۱۷۰          | ۱۷۰          | ۱۶۰         | ۱۵۰        | ۱۴۰        | ۱۴۰        | ۱۳۰        | —         | —     | ۱۲۰۱-۲۰۰۰                           |
| ۲۲۰                                        | ۲۰۰          | ۲۰۰          | ۱۹۰         | ۱۸۰        | ۱۷۰        | ۱۷۰        | —          | —         | —     | ۲۰۰۱-۳۰۰۰                           |
| ۲۵۰                                        | ۲۳۰          | ۲۳۰          | ۲۲۰         | ۲۱۰        | ۲۰۰        | ۲۰۰        | —          | —         | —     | ۳۰۰۱-۵۰۰۰                           |

برای محاسبه ارتفاع تکیه‌گاه‌های رویی در ماهیچه عمودی ضریب ۰/۷ نسبت به ارتفاع تکیه زیری ماهیچه در نظر گرفته می‌شود.

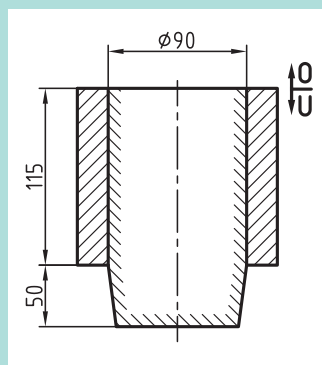
نکته



مثال



شکل ۲۲



شکل ۲۳

ارتفاع تکیه‌گاه زیری شکل ۲۲ را با استفاده از جدول ۶ محاسبه کنید.

**حل:** با توجه به اینکه ارتفاع ماهیچه ۱۱۵ میلی‌متر و قطر ماهیچه ۹۰ میلی‌متر است، با مراجعه به جدول ۶ ابتدا در ستون ارتفاع ماهیچه، ردیف مربوط به ۱۱۵ میلی‌متر را که در محدوده ۱۰۱-۲۰۰ است و سپس در ردیف قطر ماهیچه، قطر مربوط به ۹۰ میلی‌متر را که در محدوده ۵۱-۱۰۰ است مشخص کرده، سپس سطر و ستون مشخص شده را

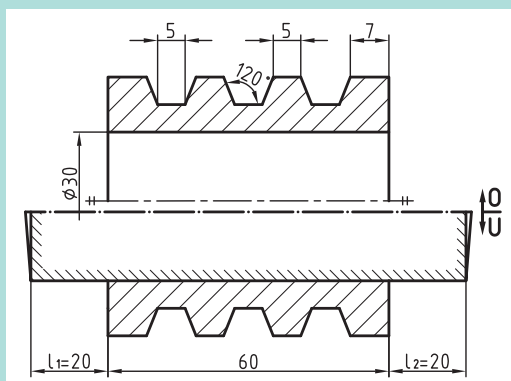
امتداد داده تا یکدیگر را قطع کنند که برای این مثال محل تقاطع عدد ۵۰ است که نشان دهنده ارتفاع تکیه گاه زیری است (شکل ۲۳).

$$h_1 = 50 \text{ mm}$$

برای تعیین طول تکیه گاه افقی، از جدول ۷ استفاده می شود.

جدول ۷- تعیین طول تکیه گاه های افقی بر حسب میلی متر

| طول تکیه گاه $I_1 = I_2$ |              |              |              |              |             |            |            |            |           |       | طول ماهیچه $L = \frac{D+d}{2}$ |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-------|--------------------------------|
| بیش از ۳۰۰۰              | ۲۵۰۱<br>۳۰۰۰ | ۲۰۰۱<br>۲۵۰۰ | ۱۵۰۱<br>۲۰۰۰ | ۱۰۰۱<br>۱۵۰۰ | ۷۵۱<br>۱۰۰۰ | ۵۰۱<br>۷۵۰ | ۳۰۱<br>۵۰۰ | ۱۵۱<br>۳۰۰ | ۵۰<br>۱۵۰ | تا ۵۰ |                                |
| —                        | —            | —            | —            | —            | —           | —          | ۴۰         | ۳۰         | ۲۰        | ۱۵    | ۵۰ تا                          |
| —                        | —            | —            | —            | —            | ۷۰          | ۶۰         | ۵۰         | ۴۰         | ۳۰        | ۲۰    | ۵۰-۱۰۰                         |
| —                        | —            | —            | ۱۱۰          | ۱۰۰          | ۸۰          | ۷۰         | ۶۰         | ۵۰         | ۴۰        | —     | ۱۰۱-۲۰۰                        |
| ۱۵۰                      | ۱۴۰          | ۱۳۰          | ۱۱۰          | ۹۰           | ۸۰          | ۷۰         | ۶۰         | ۶۰         | ۵۰        | —     | ۲۰۱-۳۰۰                        |
| ۱۶۰                      | ۱۵۰          | ۱۴۰          | ۱۳۰          | ۱۲۰          | ۱۰۰         | ۹۰         | ۸۰         | ۷۰         | —         | —     | ۳۰۱-۴۰۰                        |
| ۱۷۰                      | ۱۶۰          | ۱۵۰          | ۱۴۰          | ۱۳۰          | ۱۱۰         | ۱۰۰        | ۹۰         | ۸۰         | —         | —     | ۴۰۱-۵۰۰                        |
| ۱۸۰                      | ۱۷۰          | ۱۶۰          | ۱۵۰          | ۱۴۰          | ۱۲۰         | ۱۱۰        | ۱۰۰        | —          | —         | —     | ۵۰۱-۷۰۰                        |
| ۱۹۰                      | ۱۸۰          | ۱۷۰          | ۱۶۰          | ۱۵۰          | ۱۴۰         | ۱۲۰        | —          | —          | —         | —     | ۷۰۱-۱۰۰۰                       |
| ۲۰۰                      | ۱۹۰          | ۱۸۰          | ۱۷۰          | ۱۶۰          | ۱۵۰         | —          | —          | —          | —         | —     | ۱۰۰۱-۱۲۰۰                      |
| ۲۲۰                      | ۲۱۰          | ۲۰۰          | ۱۹۰          | ۱۸۰          | —           | —          | —          | —          | —         | —     | ۱۲۰۱-۱۵۰۰                      |
| ۲۴۰                      | ۲۳۰          | ۲۲۰          | ۲۱۰          | ۲۰۰          | —           | —          | —          | —          | —         | —     | ۱۵۰۱-۲۰۰۰                      |
| ۲۶۰                      | ۲۵۰          | ۲۴۰          | ۲۳۰          | ۲۲۰          | —           | —          | —          | —          | —         | —     | ۲۰۰۱-۲۵۰۰                      |
| ۲۸۰                      | ۲۷۰          | ۲۶۰          | ۲۵۰          | —            | —           | —          | —          | —          | —         | —     | ۲۵۰۱-۳۰۰۰                      |
| ۳۰۰                      | ۲۹۰          | ۲۸۰          | —            | —            | —           | —          | —          | —          | —         | —     | بیش از ۳۰۰۰                    |



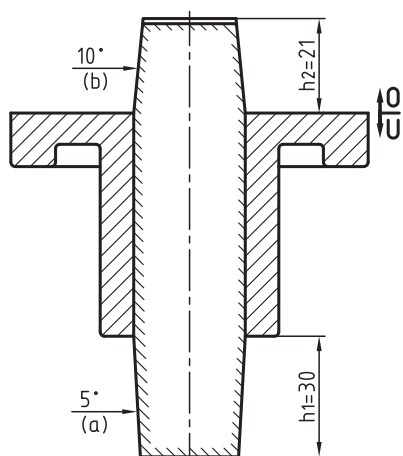
شکل ۲۴

طول تکیه‌گاه‌های شکل ۲۴ را با استفاده از جدول ۷ تعیین کنید.

حل: در ماهیچه‌های افقی با تکیه‌گاه‌های دوطرفه، طول ریشه‌های ماهیچه با هم برابر است. بنابراین با توجه به اینکه در شکل ۲۴ طول جان ماهیچه ۶۰ میلی‌متر و قطر ماهیچه ۳۰ میلی‌متر است، با استفاده از جدول ۷ داریم:

$$L_1 = L_2 \rightarrow 20 \text{ mm}$$

اگر ماهیچه پله‌دار باشد (دارای قطرهای متفاوت) میانگین قطرها به عنوان قطر متوسط در نظر گرفته و از جدول ۹، طول تکیه‌گاه تعیین می‌شود.



شکل ۲۵

ج) تعیین شیب تکیه‌گاه ماهیچه بر اساس استاندارد DIN1511: بعد از مشخص شدن طول ریشه ماهیچه، شیب آن را تعیین می‌کنند. ریشه ماهیچه عمودی: شیب تکیه‌گاه مدل در ماهیچه‌های عمودی یک طرفه و دو طرفه به قرار زیر است:

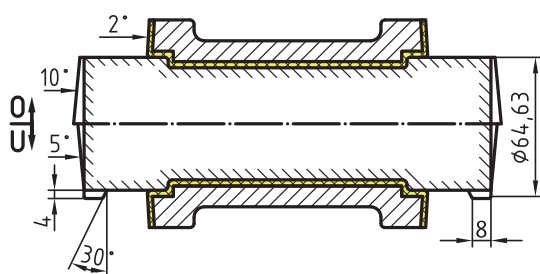
ریشه ماهیچه زیری: برای اینکه ریشه ماهیچه به راحتی در قالب قرار گیرد و تکیه‌گاه مدل نیز به آسانی از قالب جدا شود، تکیه‌گاه زیری را شیب می‌دهند که مقدار آن برای تکیه‌گاه زیری تا ۷۰ میلی‌متر، ۵ درجه و از ۷۰ میلی‌متر به بالا، ۳ درجه تعیین شده است.

ریشه ماهیچه رویی: برای آنکه قالب رویی به آسانی روی قالب زیری و ماهیچه قرار گیرد تکیه‌گاه رویی را شیب می‌دهند. مقدار آن تقریباً ۲ برابر شیب تکیه‌گاه زیری تعیین می‌شود. یعنی چنانچه شیب تکیه‌گاه زیری ۵ درجه باشد، شیب تکیه‌گاه رویی ۱۰ درجه است (شکل ۲۵).

تعیین شیب ریشه ماهیچه افقی: شیب تکیه‌گاه مدل در ماهیچه‌های افقی یک طرفه و دوطرفه به قرار زیر است:

۱- قالب زیری: تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر، ۵ درجه و از ۷۰ به بالا، ۳ درجه در نظر گرفته می‌شود.

۲- قالب رویی: تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر، ۱۰ درجه و از ۷۰ به بالا، ۶ درجه در نظر گرفته می‌شود (شکل ۲۶).

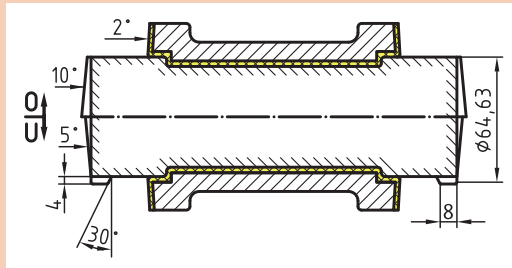


شکل ۲۶



## محاسبه طول تکیه گاه های افقی با استفاده از جدول استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی آن

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد طول تکیه گاه با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۳ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.



## محاسبه اضافات مجاز استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی

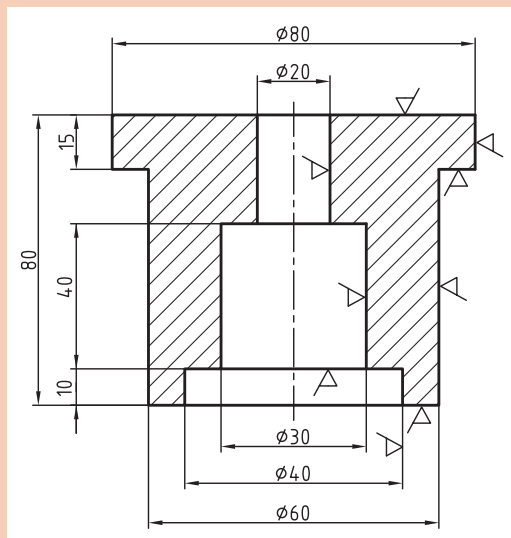
نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

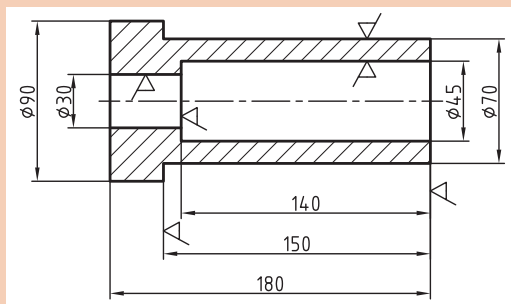
- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی برای تولید قطعات از آلایژ برنج زرد با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ محاسبه اضافه مجاز تراش مدل چوبی از جدول استاندارد.
- ۳ محاسبه مقدار شیب اضافی مجاز از جدول استاندارد.
- ۴ محاسبه مقدار طول تکیه گاه های عمودی ماهیچه از جدول استاندارد.
- ۵ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۶ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.





## محاسبه اضافات مجاز استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی جهت تولید قطعات آلیاژ آلومینیوم-سیلیسیم، با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ محاسبه اضافه مجاز تراش مدل چوبی از جدول استاندارد.
- ۳ محاسبه مقدار شیب اضافی مجاز از جدول استاندارد.
- ۴ محاسبه مقدار طول تکیه گاه های عمودی ماهیچه از جدول استاندارد.
- ۵ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۶ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

مثال



در صورتی که قطعه داده شده در شکل ۲۷ از جنس آلیاژی با ۱ درصد انقباض و شیب اضافی، ریختگی شود، مطلوب است:

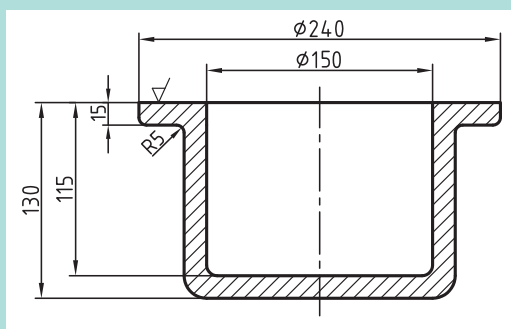
الف) محاسبه اضافات مدل

ب) رسم نقشه مدل سازی

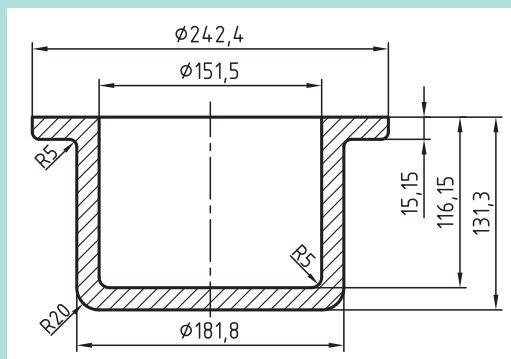
حل:

مرحله اول: سطح جدایش، غیریکنواخت است و مدل در درجه زیرین، قالب گیری می گردد و سطح جدایش سطح رویی نقشه مکانیکی است.

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با استفاده از رابطه تقریبی و درصد انقباض داده شده (۱ درصد) خواهیم داشت: (شکل ۲۸)



شکل ۲۷



شکل ۲۸

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$\varnothing 240 \Rightarrow LM = \frac{240 \times 1}{100} + 240 = 242/4 \text{ mm}$$

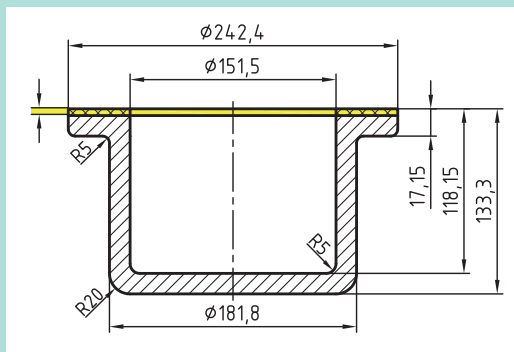
$$\varnothing 180 \Rightarrow LM = \frac{180 \times 1}{100} + 180 = 181/8 \text{ mm}$$

$$\varnothing 150 \Rightarrow LM = \frac{150 \times 1}{100} + 150 = 151/5 \text{ mm}$$

$$H_1 = 130 \Rightarrow LM = \frac{130 \times 1}{100} + 130 = 131/3 \text{ mm}$$

$$H_r = 115 \Rightarrow LM = \frac{115 \times 1}{100} + 115 = 116/15 \text{ mm}$$

$$H_r = 15 \Rightarrow LM = \frac{15 \times 1}{100} + 15 = 15/15 \text{ mm}$$



شکل ۲۹

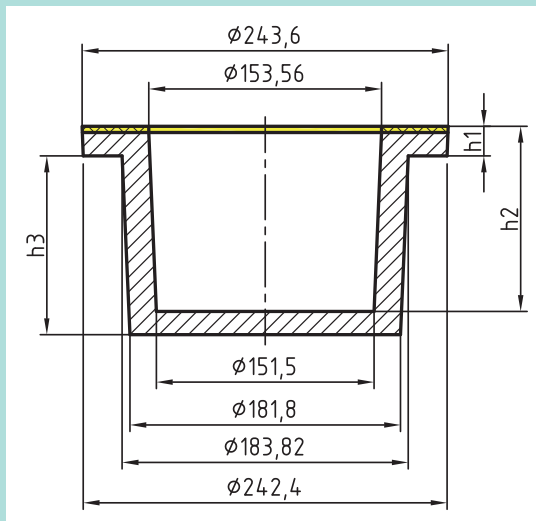
مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: مقدار تراش برای سطح بالایی با توجه به بیشترین ارتفاع قطعه، ۱۳۰ میلی‌متر و جنس قطعه (در دسته فلزات سبک) تقریباً ۲ میلی‌متر است که در شکل ۲۹ با رنگ زرد مشخص شده و به ارتفاع قطعه اضافه شده است.

مرحله چهارم: تعیین شیب بر حسب درجه: با مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها (جدول ۴) داریم:

$$h_1 = 15/15 + 2 = 17/15 \text{ mm} \rightarrow 2^\circ$$

$$h_r = 116/15 + 2 = 118/15 \text{ mm} \rightarrow \frac{1}{2}^\circ$$

$$h_r = 133/3 - 17/5 = 115/8 \text{ mm} \rightarrow \frac{1}{2}^\circ$$



شکل ۳۰

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر: با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی‌متر به شرح زیر به دست می‌آید (شکل ۳۰).

$$f_s (\text{mm}) = \frac{\text{درجه} \times h \times 1/75}{100}$$

$$h_1 = 17/15 \text{ mm} \xrightarrow{\text{از جدول ۶}} 3^\circ \Rightarrow f_{s_1} (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 17/15 \times 2}{100} = 0/6 \Rightarrow \text{از هر طرف}$$

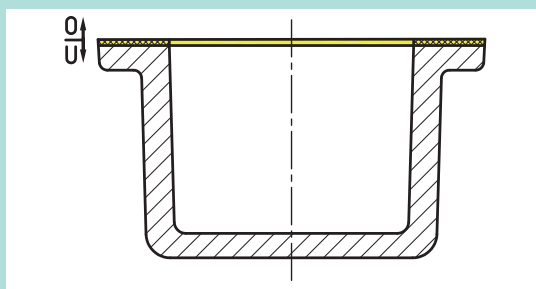
$$\varnothing 242/4 + 0/6 + 0/6 = \varnothing 243/6$$

$$h_r = 118/15 \text{ mm} \Rightarrow \frac{1^\circ}{2} \Rightarrow f_{s_r} (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 118/15 \times 0/5}{100} = 1/03 \text{ mm} \Rightarrow \text{از هر طرف}$$

$$\varnothing 151/5 + 1/03 + 1/03 = \varnothing 153/56$$

$$h_r = 115/8 \text{ mm} \Rightarrow \frac{1^\circ}{2} \Rightarrow f_{s_r} (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 115/8 \times 0/5}{100} = 1/01 \text{ mm} \Rightarrow \text{از هر طرف}$$

$$\varnothing 181/8 + 1/01 + 1/01 = \varnothing 183/82 \text{ mm}$$



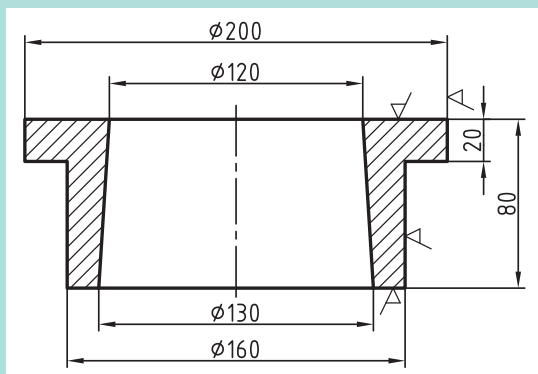
شکل ۳۱

مرحله ششم: رسم نقشه مدل‌سازی: در نقشه مدل‌سازی سطح جدایش مدل، مقدار ماشین‌کاری و مقدار شیب مدل رسم می‌شود (شکل ۳۱).

رسم نقشه مدل‌سازی تا حد امکان به مقیاس ۱:۱ انجام می‌شود.

نکته

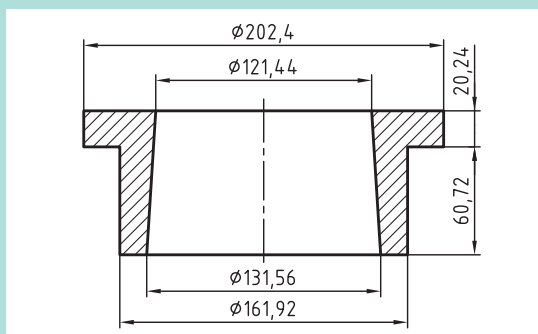




شکل ۳۲

در صورتی که قطعه داده شده از جنس آلایژ آلومینیوم با ۱/۲ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته‌گری شود، مطلوب است: محاسبه اضافات مدل‌سازی و رسم نقشه مدل‌سازی (شکل ۳۲).

مرحله اول: تعیین سطح جدایش: در مواردی که مدل در قالب زیرین قرار می‌گیرد سطح رویی آن عنوان سطح جدایش مدل را دارد که با علامت  $\frac{\uparrow O}{\downarrow U}$  نشان داده می‌شود (مانند شکل ۳۱).



شکل ۳۳

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با در دست داشتن درصد انقباض و رابطه ۲ (رابطه تقریبی) مقدار آن به شرح زیر به دست می‌آید (شکل ۳۳).

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$\varnothing 200 \Rightarrow LM = \frac{200 \times 1/2}{100} + 200 = 202/4 \text{ mm}$$

$$\varnothing 160 \Rightarrow LM = \frac{160 \times 1/2}{100} + 160 = 161/92 \text{ mm}$$

$$\varnothing 130 \Rightarrow LM = \frac{130 \times 1/2}{100} + 130 = 131/56 \text{ mm}$$

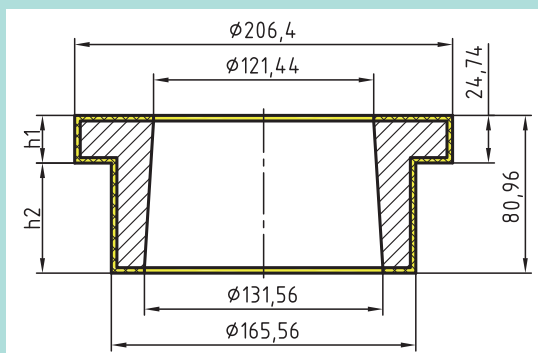
$$\varnothing 120 \Rightarrow LM = \frac{120 \times 1/2}{100} + 120 = 121/42 \text{ mm}$$

$$H_1 = 80 \Rightarrow LM = \frac{80 \times 1/2}{100} + 80 = 80/96 \text{ mm}$$

$$H_r = 20 \Rightarrow LM = \frac{20 \times 1/2}{100} + 20 = 20/24 \text{ mm}$$

$$H_r = 80 - 20 = 60 \Rightarrow LM = \frac{60 \times 1/2}{100} + 60 = 60/72 \text{ mm}$$





شکل ۳۴

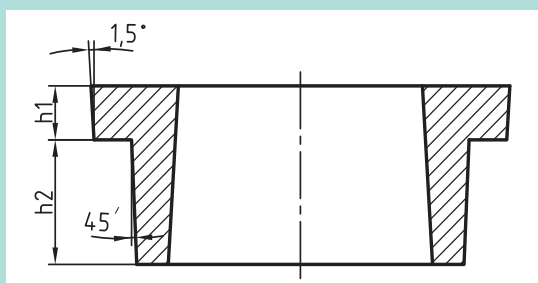
$$\varnothing 206,4 \Rightarrow 206,4/4 + 2 + 2 = 206,4 \text{ mm}$$

$$\varnothing 121,44 \Rightarrow 121,44/4 + 2 + 2 = 121,44 \text{ mm}$$

$$H_1' = 80,96 \Rightarrow 80,96/4 + 2/5 + 1/5 = 80,96 \text{ mm}$$

$$H_2' = 24,74 \Rightarrow 24,74/4 + 2/5 = 24,74 \text{ mm}$$

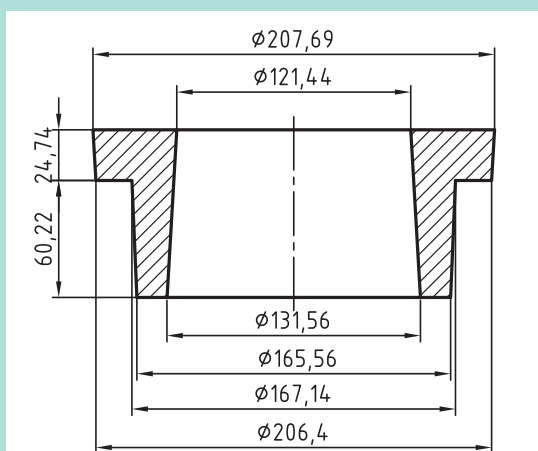
$$H_3' = 60,22 \Rightarrow 60,22/4 + 1/5 - 2 = 60,22 \text{ mm}$$



شکل ۳۵

$$h_1 = 24,74 \rightarrow 1/5^\circ \text{ از جدول ۶}$$

$$h_2 = 60,22 \rightarrow 45' = 0,75^\circ \text{ از جدول ۶}$$



شکل ۳۶

مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با مراجعه به جدول استاندارد (جدول ۲) با توجه به اینکه ارتفاع مدل ۸۰/۹۶ است، مقدار تراش مجاز برای سطح رویی ۲/۵ میلی‌متر، سطح جانبی ۲ میلی‌متر و سطح زیری ۱/۵ میلی‌متر تعیین می‌شود (شکل ۳۴).

مرحله چهارم: تعیین شیب برحسب درجه: با استفاده از جدول استاندارد شیب مدل و ارتفاع مدل (جدول ۴)، شیب مدل بر حسب درجه به‌دست می‌آید (شکل ۳۵).

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب برحسب میلی‌متر: با استفاده از درجه شیب و رابطه ۳ مقدار شیب مدل برحسب میلی‌متر به‌دست می‌آید (شکل ۳۶).

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

$$f_s(\text{mm}) = \frac{1/75 \times h \times \text{درجه}}{100}$$

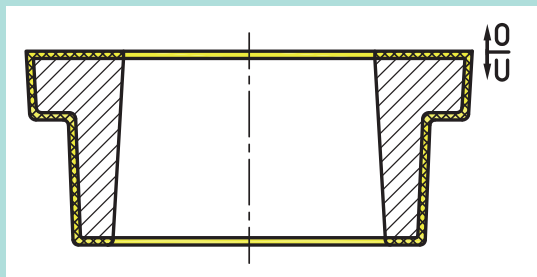
$$h_1 = 24/74 \rightarrow 1/5^\circ \Rightarrow f_s = \frac{1/75 \times 24/74 \times 1/5}{100} = 0/649 \text{ متر بر حسب میلی متر}$$

$$206/4 + 0/649 + 0/649 = 207/69$$

$$h_2 = 60/22 \rightarrow 0/75^\circ \Rightarrow f_s = \frac{1/75 \times 60/22 \times 0/75}{100} = 0/79 \text{ متر بر حسب میلی متر}$$

$$165/56 + 0/79 + 0/79 = 167/14$$

نکته: با توجه به اینکه قسمت داخلی قطعه مربوط به ماهیچه از ابتدا دارای شیب بوده، نیازی به محاسبه شیب نیست.



شکل ۳۷

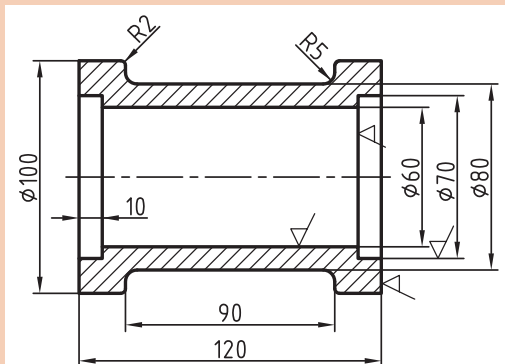
مرحله ششم: رسم نقشه مدل سازی: در این رسم، سطح جدایش مدل، مقدار تراش مجاز و شیب مدل به مقیاس ۱:۱ رسم می شود (شکل ۳۷).

گوشه های تیز مدل باید گرد رسم شود به جز گوشه های تیز در محل سطح جدایش مانند شکل ۳۷.

نکته



فعالیت کارگاهی  
۷



محاسبه اضافات مجاز استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی برای تولید قطعات از جنس چدن خاکستری با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ محاسبه اضافه تراش مجاز از جدول استاندارد.
- ۳ محاسبه مقدار شیب مجاز از جدول استاندارد.



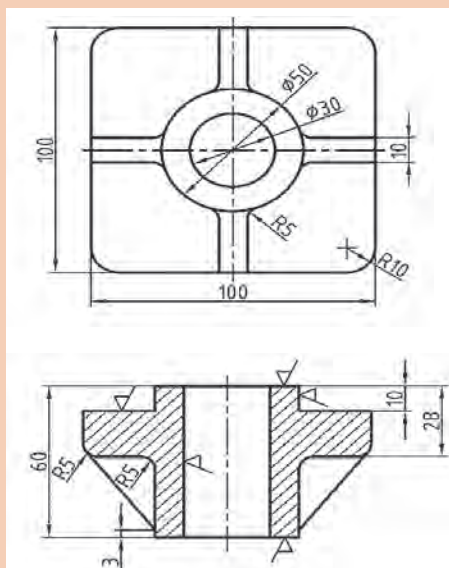
۴ محاسبه مقدار طول تکیه‌گاه‌های افقی از جدول استاندارد.

۵ ترسیم نقشه مدل‌سازی و کنترل ابعاد آن.

۶ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

محاسبه اضافات مجاز استاندارد و ترسیم نقشه مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب‌گیری

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱ ابزار و لوازم نقشه‌کشی

۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی جهت تولید قطعات از جنس چدن خاکستری با استفاده از جدول استاندارد.

۲ محاسبه اضافه تراش مجاز از جدول استاندارد.

۳ محاسبه مقدار مجاز شیب میانی از جدول استاندارد.

۴ محاسبه مقدار طول تکیه‌گاه‌های عمودی از جدول استاندارد.

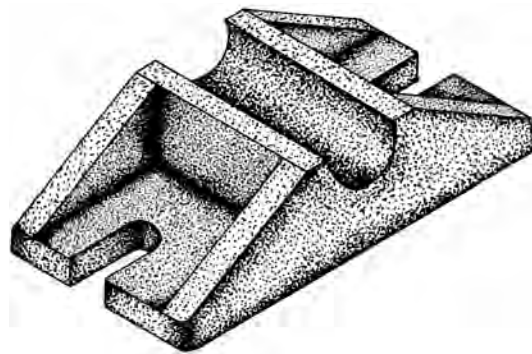
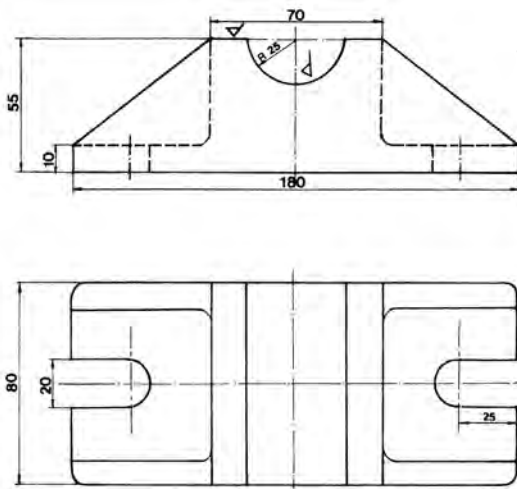
۵ ترسیم نقشه مدل‌سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه، قالب‌گیری و کنترل ابعاد آن.

۶ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

## ارزشیابی پایانی محاسبات مدل سازی

### شرح کار:

قطعه داده شده مطابق شکل از آلیاژ چدن خاکستری را در نظر بگیرید و محاسبات مدل سازی آن را انجام دهید.



### استاندارد عملکرد:

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

### شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20^{\circ}\text{C} \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار
- ۵ وسایل ایمنی استاندارد

### ابزار و تجهیزات:

ابزار نقشه کشی شامل خط کش، گونیا، پرگار، مداد و میز نقشه کشی، رایانه، نرم افزار اتوکد

### معیار شایستگی:

| ردیف | مرحله کار                                                                                                             | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|
| ۱    | محاسبه اضافات مجاز                                                                                                    | ۲                |            |
| ۲    | اعمال اضافات مجاز به نقشه مکانیکی                                                                                     | ۱                |            |
| ۳    | ترسیم نقشه مدل                                                                                                        | ۲                |            |
|      | شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: *<br>رعایت قواعد و اصول در مراحل کار<br>رعایت دقت و نظم | ۲                |            |
|      | میانگین نمرات: **                                                                                                     |                  |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

## واحد یادگیری ۲

### طراحی و ترسیم نقشه مدل سازی

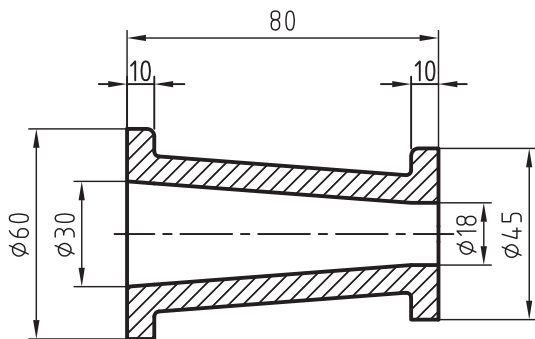
اولین مرحله در ساخت مدل های ریخته گری، تهیه نقشه مدل سازی است. در نقشه مدل سازی، ابعاد مدل نسبت به قطعه ریخته گری، بزرگ تر است. در این پودمان، نحوه رسم نقشه مدل سازی، نقشه ساختمان مدل، نقشه ماهیچه، نقشه جعبه ماهیچه و نقشه قالب گیری و علائم مربوط به آنها، اضافات مدل سازی و نحوه محاسبه آنها توضیح داده می شود.

#### استاندارد عملکرد

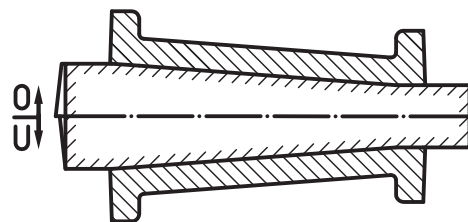
با استفاده از نقشه مکانیکی و لوازم نقشه کشی، نقشه مدل سازی براساس استانداردهای مربوطه تهیه می شود.

## نقشه مدل سازی

نقشه مدل سازی، شکل و اندازه مدل را نشان می دهد. این نقشه با استفاده از نقشه مکانیکی (نقشه فنی) و یا نمونه قطعه ریختگی براساس استاندارد DIN1511 آلمان به مقیاس ۱:۱ در نماهای مورد نیاز، ترسیم می شود. اما رسم قطعات بزرگ ریختگی در مقیاس های ۱:۲/۵، ۱:۵، ۱:۱۰ و نیز مجاز و قابل اجرا است. در شکل ۳۸-الف و ب دو نمونه از نقشه مکانیکی و نقشه مدل سازی نشان داده شده است.

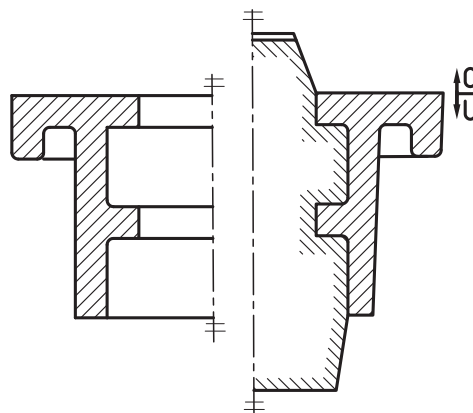


نقشه مکانیکی



نقشه مدل سازی

(الف)



نقشه مکانیکی

نقشه مدل سازی

(ب)

شکل ۳۸

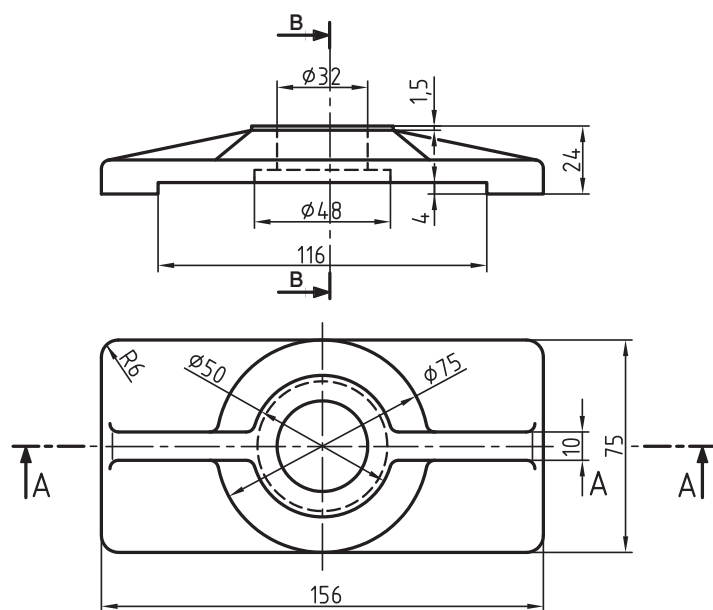
در قطعات پیچیده و خاص در اثر ترسیم تکیه گاه ها، ماهیچه ها، ریشه ماهیچه ها و راهنماهای ماهیچه، نقشه مدل سازی، شکل واقعی مدل را نشان نمی دهد.

## تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

در اختیار داشتن نقشه مکانیکی و یا نمونه قطعه ریختگی، شرط اول شروع رسم نقشه مدل سازی است. قبل از رسم نقشه مدل سازی، مقدار انقباض مجاز، مقدار تراش مجاز، مقدار شیب مجاز و سایر اضافات مدل سازی در نظر گرفته شده و محاسبه می شود.

محاسبات مدل سازی با استفاده از جنس قطعه، وزن قطعه، تعداد قطعه، کاربرد و کیفیت قطعه، ساده و یا پیچیده بودن قطعه (چگونگی سطح جدایش) و فرایندهای مدل سازی، قالب گیری، ماهیچه سازی و ریخته گری صورت می گیرد.

رسم نقشه مکانیکی، مدل سازی، ساختمان مدل، ماهیچه، ساختمان جعبه ماهیچه و قالب گیری، همراه با علائم اختصاری براساس استانداردها انجام می شود.  
شکل ۳۹ دو نما از نقشه مکانیکی را نشان می دهد.



شکل ۳۹

## سطح جدایش

سطحی که تکه های مدل، قالب های ریخته گری و جعبه ماهیچه ها را از هم جدا می کند؛ سطح جدایش نامیده می شود. سطح جدایش به دو نوع یکنواخت و غیریکنواخت در حالت های افقی، عمودی و یا مایل تقسیم می شود.

در نقشه مدل سازی، سطح جدایش با نماد  $\frac{O}{U}$  به فاصله تقریبی ۱۰ میلی متر در سمت راست و یا چپ نقشه، رسم می شود. طول پاره خط افقی بین O و U و طول پیکان ها هر کدام حدود ۵ میلی متر است (انتخاب طول کمتر و یا بیشتر بستگی به ابعاد نقشه های مدل سازی و قالب گیری دارد).

اغلب مدل ها دارای سطح جدایش افقی هستند. همچنین به منظور سهولت و کیفیت بهتر قالب گیری، سطح جدایش مدل، بهتر است یکنواخت باشد. مدل باید طوری طراحی شود که به راحتی از قالب خارج گردد. به همین دلیل مدل ها یک تکه و یا چند تکه ساخته شده و دیواره های قائم آن را شیب می دهند. سطح جدایش، بیانگر نحوه ساخت مدل، نحوه قالب گیری و مونتاژ ماهیچه و نوع ماهیچه است.

پارامترهای مؤثر برای تعیین سطح جدایش: سطح جدایش باید به گونه‌ای باشد که:  
 ■ قطعه با بالاترین کیفیت تولید شود.

■ مدل به راحتی ساخته شود.

■ قالب‌گیری مدل و جعبه ماهیچه به سهولت انجام شود.

■ عملیات ماشین‌کاری کمتری در قطعه نیاز باشد.

■ کمترین تغییر شکل و تغییر ابعاد در مدل نسبت به قطعه ایجاد شود.

به منظور رعایت موارد فوق همواره سعی شود:

■ مدل یک تکه باشد.

■ سطح جدایش یکنواخت باشد.

■ بیشترین قسمت‌های مدل در درجه زیری قرار گیرد.

■ قسمت‌های حساس و ظریف و پیچیده در درجه زیری باشد.

نکته



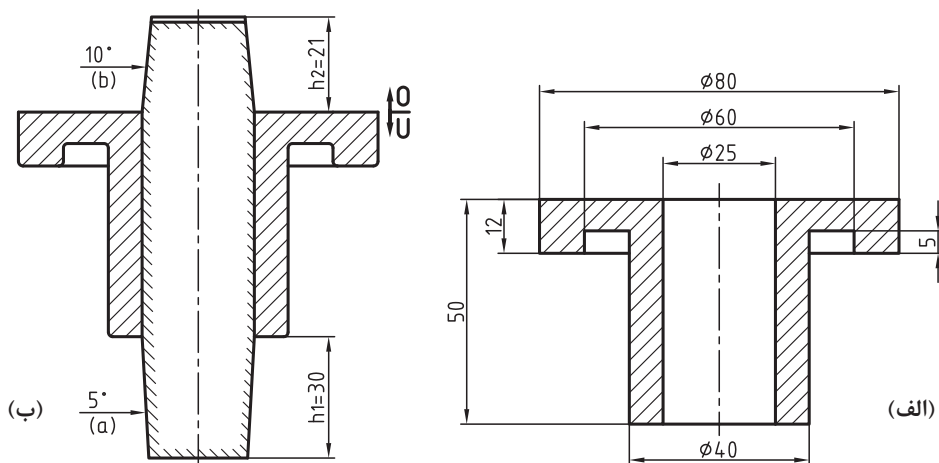
۱ بوش‌ها، فلنچ‌ها، غلتک‌ها، استوانه‌ها و قطعات مشابه برای ایجاد بهترین کیفیت، باید عمودی قالب‌گیری شوند.

۲ در قطعات مسطح با ضخامت کم و مساحت زیاد، بهتر است به منظور جلوگیری از ایجاد شکم در قطعه و یا مشکل نرسیدن مذاب به دلیل کاهش دما و سیالیت، به صورت افقی قالب‌گیری و با چرخش قالب، به صورت عمودی مذاب‌ریزی می‌شود.

۳ پره‌ها، قیدها و قسمت‌های ظریف و حساس، بهتر است در درجه زیری قالب‌گیری شوند.

رسم سطح جدایش: سطح جدایش مدل در نقشه مدل‌سازی و نقشه قالب‌گیری با پاره خط و نقطه ضخیم یا با خط اصلی ضخیم رسم می‌شود (طول پاره خط‌ها بر حسب ابعاد نقشه بین ۳ تا ۱۵ میلی‌متر انتخاب می‌شود). هرگاه در نقشه مدل‌سازی، خط سطح جدایش با خط اصلی نقشه، روی هم منطبق باشند، به جای پاره خط و نقطه، خط اصلی ضخیم رسم می‌شود. لازم به ذکر است که ضخامت پاره خط در محل سطح جدایش دو برابر خط اصلی نقشه است.

شکل ۴۰ نقشه مکانیکی و سطح جدایش افقی و عمودی قطعه را نشان می‌دهد.

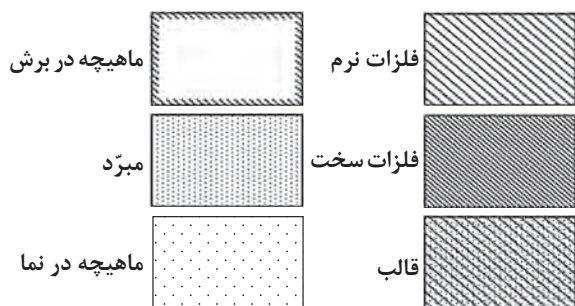


شکل ۴۰- الف- نقشه مکانیکی و ب- نقشه مدل‌سازی



### استانداردهای ترسیم

- برش هاشور ۴۵ درجه با فاصله ۲/۵ تا ۳ میلی‌متر در فلزات نرم
- برش هاشور ۴۵ درجه با فاصله ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر در فلزات سخت
- برش هاشور ۴۵ درجه کوتاه به طول ۳ تا ۵ میلی‌متر با فاصله ۲ تا ۴ میلی‌متر در قالب‌های ماسه‌ای و ماهیچه‌ها
- نمایش نمای سطحی با نقاط بی‌شمار به رنگ طوسی در ماهیچه‌ها
- نمایش نمای سطحی با نقاط بی‌شمار در مبردها



شکل ۴۱

### اضافه تراش (تراش مجاز)

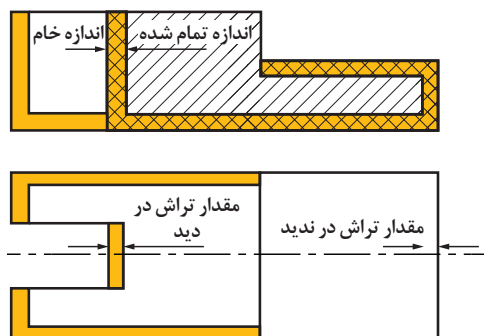
دقت ابعادی و کیفیت سطحی اغلب قطعات ریختگی، پایین است. بنابراین نیازمند عملیات تکمیلی مانند ماشین‌کاری هستند و همچنین به منظور حذف مک‌ها، حفره‌ها و ناخالصی‌های سطحی باید اغلب قطعات ریختگی را براده‌برداری کرد، به همین منظور در محلهایی که احتیاج به براده‌برداری است، متناسب با روش براده‌برداری باید اندازه اضافی در نظر گرفته شود که به آن اضافه ماشین‌کاری یا تراش مجاز می‌گویند.

### رسم اضافه تراش مجاز

هرگاه محل اضافه تراش مجاز، قابل رؤیت باشد آن را با خط پر و ضخیم به ضخامت خطوط اصلی ترسیم می‌کنند. اگر محل اضافه تراش مجاز در نما قرار داشته باشد با رنگ زرد مشخص می‌شود و اگر در برش باشد، قسمت‌هایی که در تماس با صفحه برش است با رنگ زرد و هاشور ۴۵ درجه ضربدری ترسیم می‌شود (شکل ۴۲).

رنگ زرد مطابق استاندارد نیست و فقط برای پی بردن سریع به محل‌های تراش در نقشه مدل‌سازی استفاده می‌گردد.

نکته



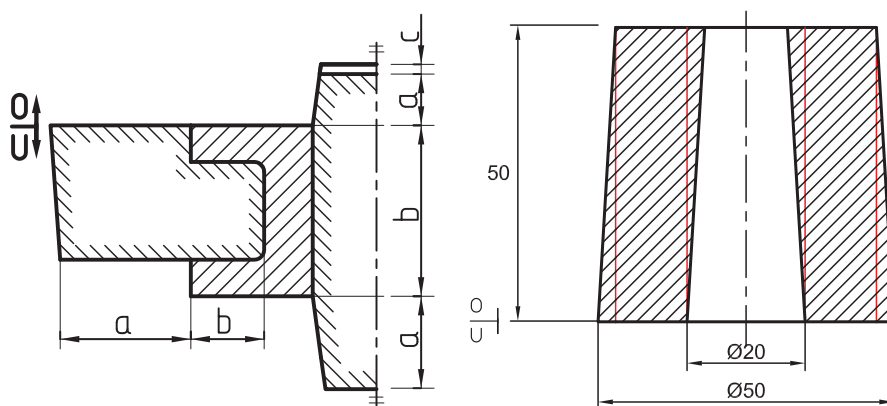
شکل ۴۲

## شیب مجاز

طراحی مدل باید طوری باشد که مدل به سهولت از قالب خارج شود، بنابراین دیواره‌های عمودی مدل را باید شیب‌دار طراحی کرد.

## رسم شیب مجاز

پس از تعیین مقدار شیب مجاز، چنانچه اندازه آن بیش از ۱ میلی‌متر باشد، به یکی از روش‌های اضافی (+)، نقصانی (-) و میانی ( $\pm$ ) روی نقشه مدل سازی رسم می‌شود. چنانچه مقدار شیب مجاز کمتر از ۱ میلی‌متر باشد در نقشه مدل سازی رسم نمی‌شود. چنانچه لازم باشد آن را بر حسب درجه، روی بدنه عمودی نقشه مدل سازی مشخص می‌کنند. در شکل ۴۳- الف مقدار شیب به روش اضافی (+) روی بدنه عمودی نقشه مدل سازی یک قطعه ساده رسم شده است. مقدار شیب تکیه‌گاه‌ها و ریشه ماهیچه‌ها و زه ریزش ماسه براساس جداول استاندارد تعیین و سپس روی نقشه مدل سازی رسم می‌شود (شکل ۴۳- ب).

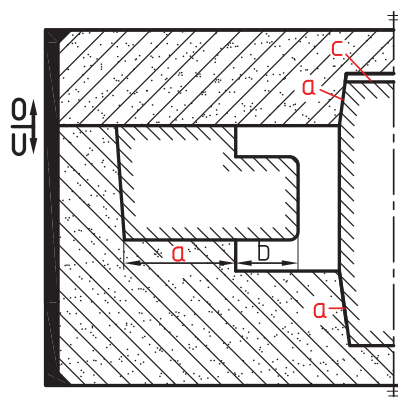


ب) شیب در مدل ماهیچه دار

الف) شیب در مدل ساده

a = ریشه ماهیچه، b = جان ماهیچه و c = فضای خالی پشت ماهیچه

شکل ۴۳

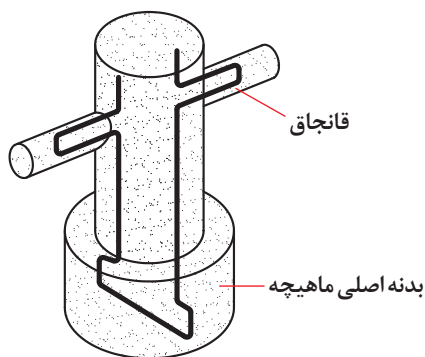
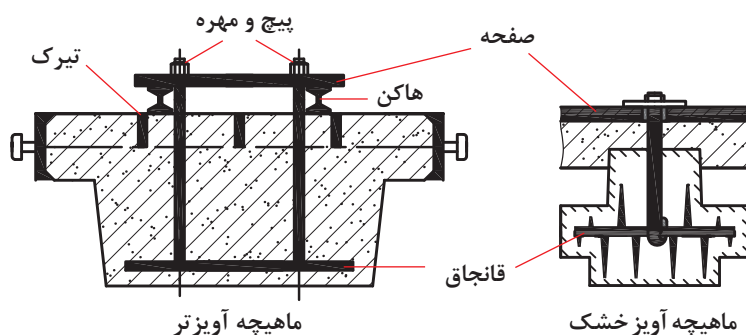


شکل ۴۴

رسم ماهیچه در نقشه مدل سازی: ماهیچه از دو قسمت جان ماهیچه و ریشه (تکیه‌گاه) ماهیچه تشکیل می‌شود. جان ماهیچه، قسمت‌های داخلی و یا خارجی قطعه را می‌پوشاند و ریشه ماهیچه، نگهداری و تعادل ماهیچه را در قالب، تضمین می‌کند (شکل ۴۳- ب).

رسم ماهیچه در نقشه قالب‌گیری: جان ماهیچه، فضای خالی قالب را پر می‌کند (b) و ریشه ماهیچه در داخل قالب به شکل بسته (محصور) (a) قرار می‌گیرد (شکل ۴۴).

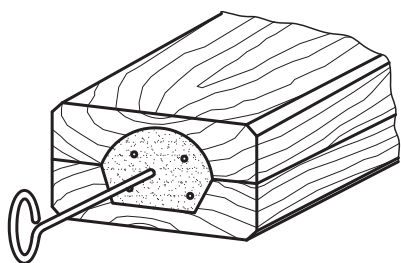
رسم تقویت‌کننده‌ها: برای تقویت ماهیچه‌های بزرگ به‌ویژه ماهیچه‌های آویز و ماهیچه‌های پایه که ماهیچه‌های دیگر روی آن سوار و مونتاژ می‌شوند از وسایل و تقویت‌کننده‌هایی با نام‌های هاکن، قانجاق، صفحه و پیچ و مهره استفاده می‌شود (شکل ۴۵). همچنین برای تقویت قسمت‌های ضعیف ماهیچه (تضمین اتصال قسمت‌های نازک به بدنه اصلی ماهیچه) نیز از قانجاق استفاده می‌شود.



شکل ۴۵

تیرک‌های درجه، هاکن‌ها، قانجاق‌ها، صفحه و پیچ و مهره در رسم مدل، رسم قالب و رسم ماهیچه با رنگ سیاه مشخص می‌شوند.

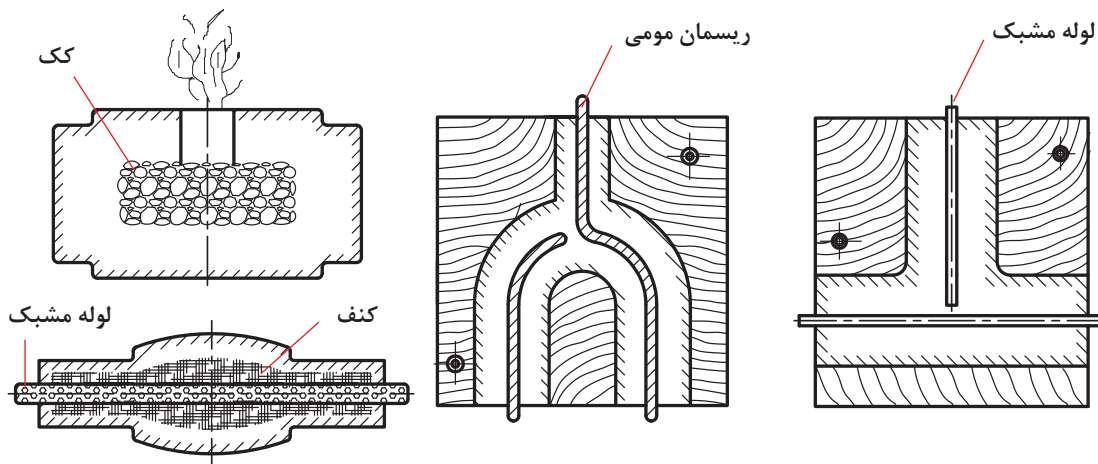
نکته



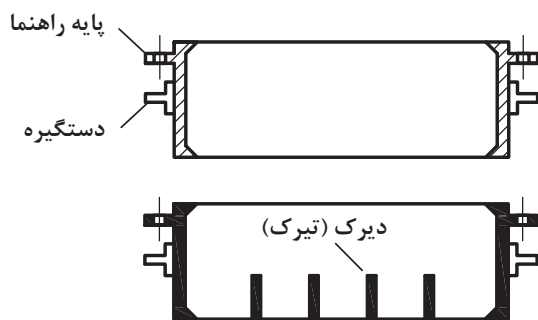
شکل ۴۶

رسم کانال خروج هوا: برای خروج بهتر گاز و هوای داخل ماهیچه باید کانال خروج هوا در ماهیچه ایجاد کرد. کانال خروج هوا توسط وسایلی مانند سیخ، لوله، ریسمان و یا کنف در قسمت‌های مرکزی ماهیچه ایجاد می‌شود. ماهیچه‌هایی که حجم کمتری دارند گاز کمتری تولید می‌کنند، لذا برای نشان دادن کانال خروج هوا، کافی است که سیخ هوای فرو رفته در ماهیچه، را رسم کرد (شکل ۴۶).

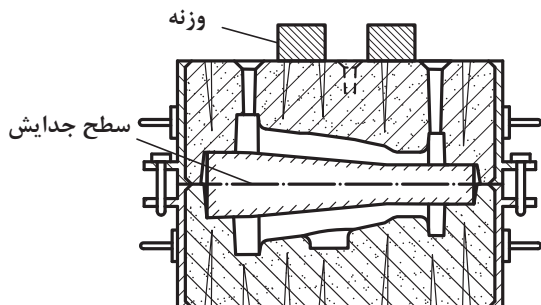
ماهیچه‌هایی که حجم بزرگ‌تری دارند گاز بیشتری تولید می‌کنند لذا برای ایجاد کانال بزرگ‌تر از لوله، ریسمان مومی، کنف و زغال کک در مرکز ماهیچه برای خروج گاز استفاده می‌شود (شکل ۴۷).



شکل ۴۷



شکل ۴۸



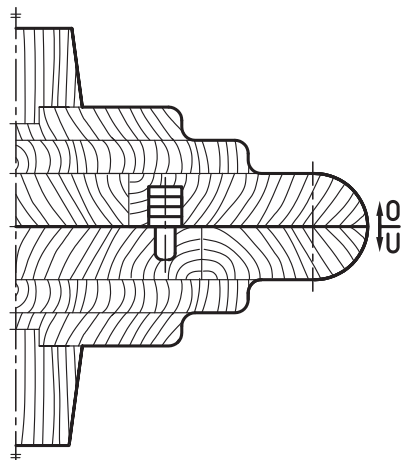
شکل ۴۹

رسم درجه قالب‌گیری: درجه‌های فلزی، متناسب با فرم و ابعاد مدل ساخته می‌شوند که به شکل‌های مختلف مربع، مستطیل، مدور و چند ضلعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در قسمت جانبی درجه، پایه و دسته درجه وجود دارد که در داخل پایه، سوراخ راهنما برای قرار دادن میل راهنما (پین) ایجاد می‌شود، درجه‌های فلزی با ضخامت زیاد در برش با هاشور ۴۵ درجه نشان داده می‌شوند و با ضخامت کم آن را به رنگ سیاه رسم و مشخص می‌کنند. شکل ۴۸ درجه بدون ماسه و شکل ۴۹ درجه با ماسه و ماهیچه و محفظه قالب را نشان می‌دهند.

## نحوه رسم نقشه ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب گیری

رسم نقشه ساختمان مدل چوبی: در این نقشه، سطح جدایش مدل، تعداد قطعات چوب، جهت الیاف چوب و سایر جزئیات در مقیاس استاندارد رسم می‌شود.

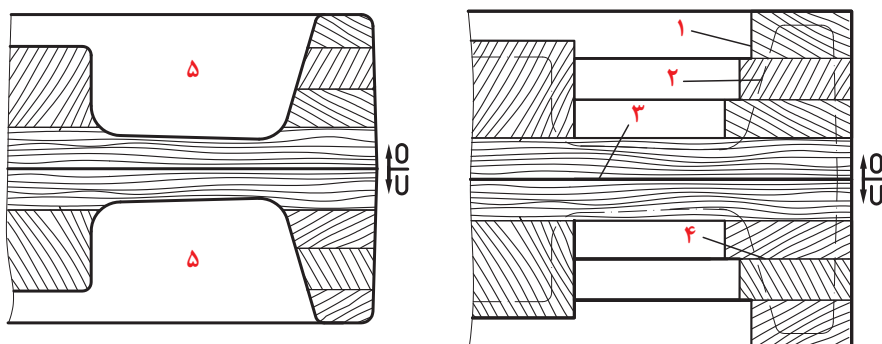
### رسم نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه



شکل ۵۰

بعد از رسم نقشه مدل‌سازی، رسم نقشه ساختمان مدل چوبی، فلزی، پلاستیکی و... انجام می‌شود. در این نقشه، سطح جدایش مدل و قالب‌گیری، تعداد قطعات چوب، جهت الیاف چوب، نوع اتصال، ابزار و یراق مخصوص خارج کردن مدل از قالب، جای مبردها و جای پین‌ها در مقیاس استاندارد رسم می‌شود. در مواردی که مدل و جعبه ماهیچه به وسیله ماشین تراش و یا ماشین فرز به اتمام می‌رسد، ابتدا نقشه خام (اولیه) و سپس نقشه پایانی رسم می‌شود. در نقشه خام تعداد قطعات چوب، محل درز چسب، مرز خام، مرز تمام شده، سطح جدایش و در نقشه پایانی علاوه بر موارد فوق، اندازه مدل، شیب مدل، جهت قالب‌گیری و متعلقات مدل تعیین و رسم می‌شود (شکل ۵۰).

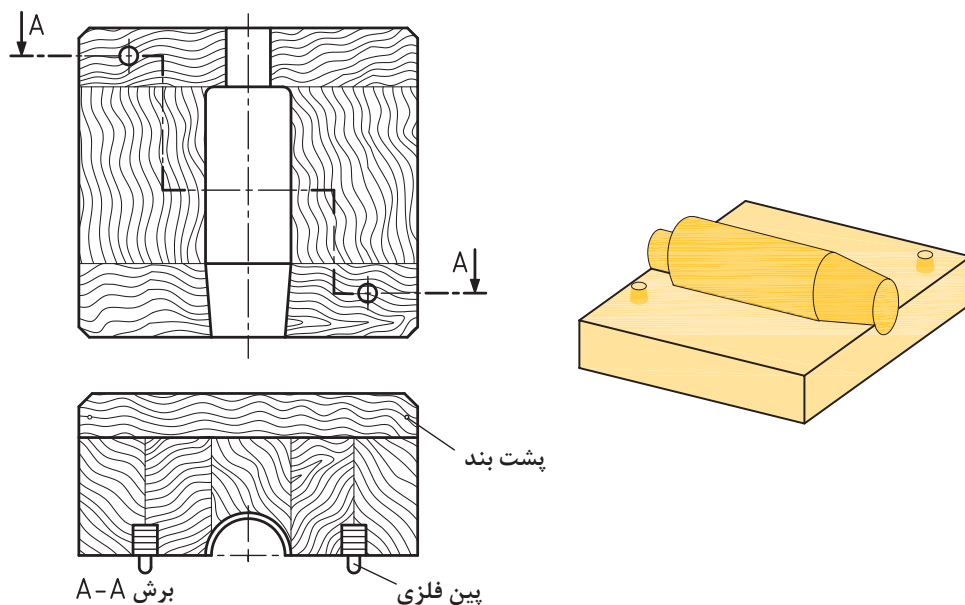
الف) در نقشه خام، مرز چوب چسبانی (مرز اولیه) با خط اصلی و مرز مدل (مرز ثانویه) با خط و نقطه نازک رسم می‌شود (شکل ۵۱).



شکل ۵۱- ۱- مرز خام (اولیه)، ۲- مرز مدل، ۳- سطح جدایش، ۴- درز چوب چسبانی و ۵- نیمه رویی و زیری مدل در برش

پودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

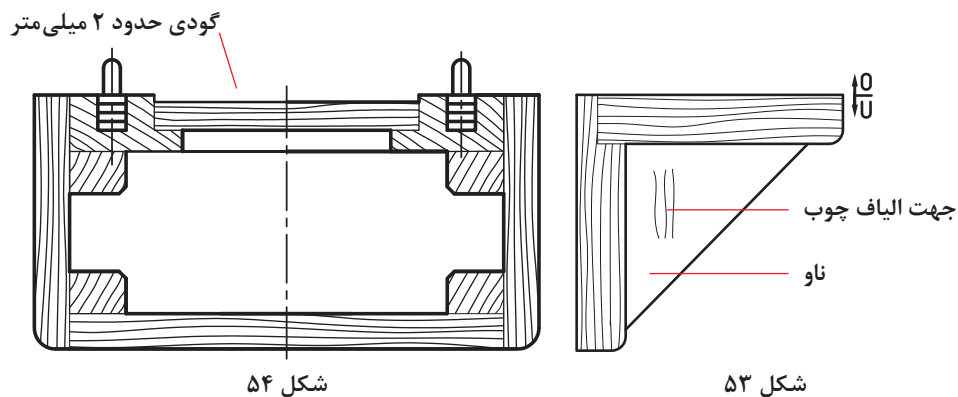
ب) در نقشه ساختمان جعبه ماهیچه، جای پین‌ها و پشت‌بندها نیز تعیین و رسم می‌شود (شکل ۵۲).



شکل ۵۲

ج) در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه، تیغه‌های تقویت کننده (ناو) بدون هاشور (سفید) رسم می‌شود و فقط جهت الیاف چوب در ناو با چند هاشور کوتاه مشخص می‌گردد (شکل ۵۳).

د) در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه، مرز مشترک چوب‌های به هم چسبانده شده (درز چسب) با خط فرعی (نازک) و سایر قسمت‌های آن با خط اصلی (پر) رسم می‌شود. جهت الیاف چوب با خط طولی نازک (موجی شکل) و یا شعله‌ای و سرچوب ۴۵ درجه نازک، با دست آزاد رسم می‌شود (شکل‌های ۵۳ و ۵۴).



شکل ۵۳

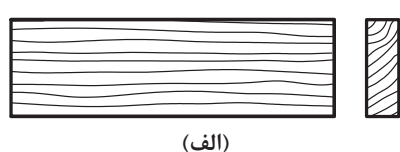
شکل ۵۴

ه) قسمت‌های توخالی مدل و جعبه ماهیچه در برش و در تصویر مجسم (پرسپکتیو) بدون هاشور (سفید) رسم می‌شود.

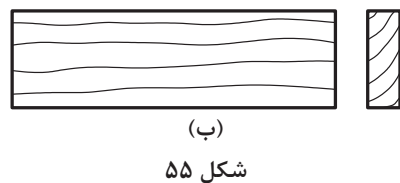
استاندارد رسم الیاف چوب مدل سازی: بر اساس استاندارد DIN1511، چوب های مدل سازی با علائم نشان داده شده در جدول ۸ دسته بندی می شوند.

جدول ۸- استاندارد چوب ها

| علائم اختصاری | گونه و جنس چوب                                                                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H1a           | چوب فشرده و سخت (چوب صنعتی): کاربرد آن در مدل های ماشینی است (مدل هایی که با ماشین فرز کپی یا CNC ساخته می شوند). |
| H1            | چوب سخت مانند افرا، گلابی، گردو و گیلان: کاربرد آن در مدل های کوچک است.                                           |
| H2            | چوب نیمه سخت مانند توسکا، نمدار، کاج و سرو: کاربرد آن در مدل های متوسط است.                                       |
| H3            | چوب نرم مانند کاج سفید و کاج مخملی: کاربرد آن در مدل های بزرگ توخالی است.                                         |



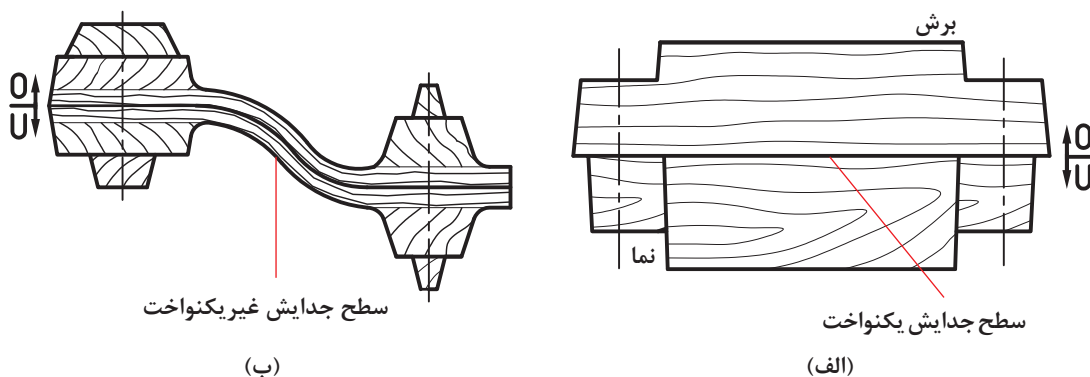
شکل ۵۵- الف هاشور سر چوب و راه چوب در چوب های فشرده و سخت و شکل ۵۵- ب هاشور سر چوب و راه چوب در چوب های نرم با الیاف باز را نشان می دهد.



شکل ۵۵

### رسم سطح جدایش در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه

این رسم هم در نما و هم در برش با خط اصلی (پُر) انجام می شود. سطح جدایش مدل و جعبه ماهیچه معمولاً به دو شکل یکنواخت (مستقیم) (شکل ۵۶- الف) و غیر یکنواخت (شکسته) (شکل ۵۶- ب) رسم می شود.



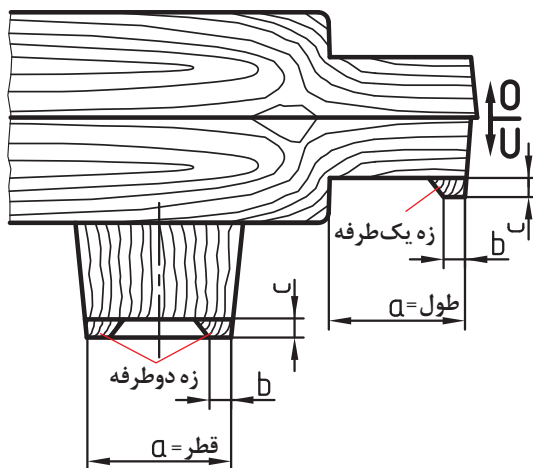
شکل ۵۶

### رسم زه ریزش ماسه در نقشه ساختمان مدل

ابعاد زه ریزش ماسه از جدول استاندارد (جدول ۹) تعیین می شود و سپس به نقشه ساختمان مدل منتقل و رسم می شود (شکل ۵۷). این رسم با خط اصلی (پُر) در کف تکیه گاه مدل به روش یک طرفه و دوطرفه انجام می شود. با در دست داشتن قطر یا طول تکیه گاه یعنی مقدار (a) می توان پهنای زه (b) و ارتفاع زه (c) را از جدول ۹ به دست آورد. مقطع زه ریزش ماسه در ساختمان مدل چوبی با هاشور ۴۵ درجه (سر چوب) رسم می شود (شکل ۵۷).

جدول ۹

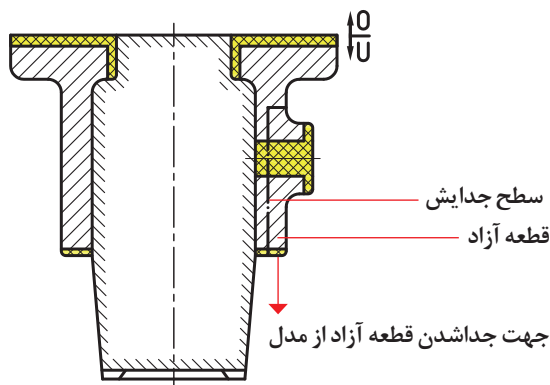
| b      | c | b       | c  | پهنای تکیه گاه a = |
|--------|---|---------|----|--------------------|
| ۶      | ۳ | ۸       | ۴  | تا ۵۰ میلی متر     |
| ۱۱     | ۵ | ۱۴      | ۷  | تا ۱۰۰ میلی متر    |
| ۱۸     | ۷ | ۲۲      | ۱۰ | تا ۲۰۰ میلی متر    |
| دوطرفه |   | یک طرفه |    | نوع زه             |



شکل ۵۷

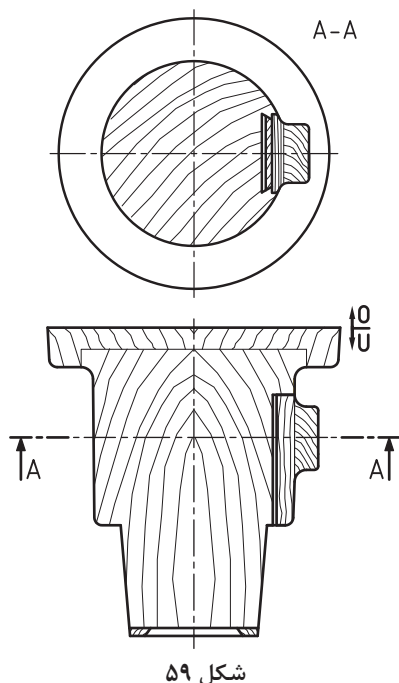
رسم قطعه آزاد مدل: در مواردی که تعداد کمی قطعه ریختگی مورد نیاز باشد برای حذف ماهیچه های جانبی موجود در قطعه، آن را با قطعه آزاد می سازند. علائم رسم قطعه آزاد در نقشه های مدل سازی و ساختمان مدل به قرار زیر است:

الف) رسم قطعه آزاد در نقشه مدل سازی: مرز مشترک بین قطعه آزاد و مدل (سطح جدایش قطعه آزاد با مدل) با خط و نقطه ضخیم رسم می شود. هاشور قطعه آزاد و مدل مانند هاشور قطعه مکانیکی، به شکل ۴۵ درجه و هم جهت با آن رسم می شود (شکل ۵۸).



شکل ۵۸





ب) رسم قطعه آزاد مدل در نقشه ساختمان مدل: مرز مشترک بین قطعه آزاد و مدل (سطح جدایش) با خط اصلی رسم می‌شود. هاشور قطعه آزاد بسته به جهت قرار گرفتن الیاف چوب به شکل‌های ۴۵ درجه موجی و یا موازی موجی رسم می‌شود (شکل ۵۹). ضمناً در ساختمان مدل‌های فلزی، هاشور قطعه آزاد، برعکس هاشور بدنه اصلی مدل است.

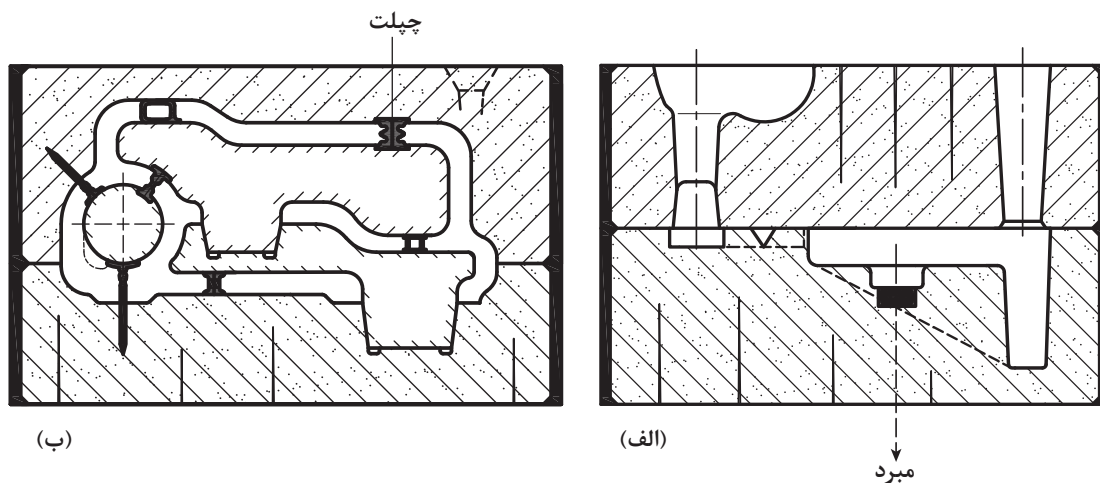
### رسم نقشه قالب‌گیری

در نقشه قالب‌گیری، محفظه قالب، سیستم‌های راهگاهی و تغذیه، کانال‌های خروجی هوا، می‌برد، فانچاق، چپلت و ماهیچه در قالب‌های ماسه‌ای رسم می‌شود. رسم نقشه قالب‌گیری به دو صورت: در برش و در نما انجام می‌شود.

۱- رسم نقشه قالب‌گیری در برش: در این نقشه، سطح جدایش قالب‌گیری، محفظه قالب، راهگاه و تغذیه با خط پر و ضخیم رسم می‌شوند.

■ هاشورهای قالب رویی در جهت عکس هاشورهای قالب‌گیری به‌طور ۴۵ درجه و با خط پر و نازک رسم می‌شوند. فضای خالی بین هاشورها با نقطه‌های سیاه بی‌شمار پر می‌گردد. ضخامت درجه و پایه‌های آن و می‌برد به رنگ سیاه رسم می‌شود (شکل ۶۰-الف).

■ چپلت‌های داخل قالب، پس از ترسیم با رنگ سیاه پر می‌شود (شکل ۶۰-ب).

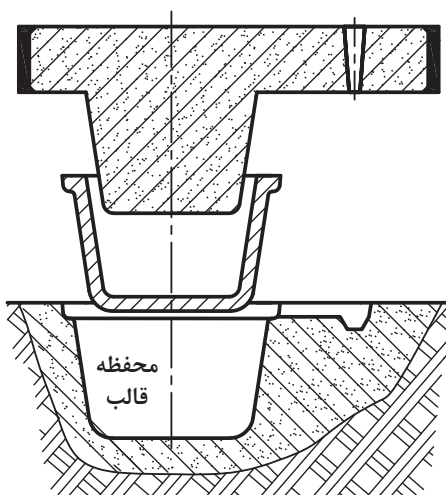


شکل ۶۰

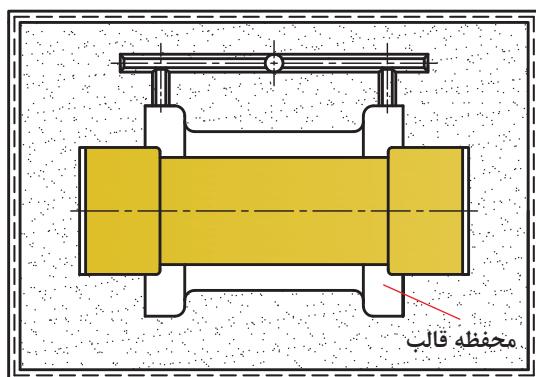
- صفحات داخل ماهیچه و قانجاق ها به ترتیب با هاشور ۴۵ درجه و با رنگ سیاه رسم می شوند.
- ماهیچه های پوششی روباز و روبسته در داخل قالب های یک درجه ای و دو درجه ای، با هاشور ۴۵ درجه کوتاه رسم می شوند (شکل ۶۱).



شکل ۶۱



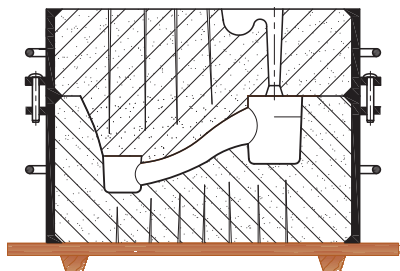
شکل ۶۲



شکل ۶۳

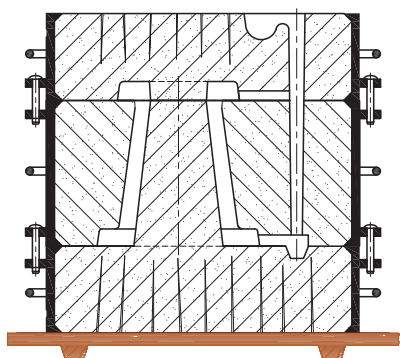
- مراحل قالب گیری زمینی رو بسته همراه با مدل و ماهیچه سرخود مانند شکل ۶۲ رسم می شود.
- ۲- رسم نقشه قالب گیری در نما: در این نقشه، محفظه قالب، چپلت، مبرد، قانجاق، سیستم های راهگاهی، ماهیچه و سایر اجزای تشکیل دهنده قالب در صورت دید، با خط پر ضخیم و در صورت ندید، با خط بریده ضخیم (پاره خط) رسم می شود.
- سطح قالب: دانه های ماسه با نقطه های سیاه بی شمار سطح قالب را می پوشانند.
- سطح ماهیچه: با نقطه های کم رنگ بی شمار و فاصله دار پوشانیده می شود.
- محل حوضچه و کانال های اصلی و فرعی در روی سطح قالب زیری با خط بریده و ضخیم رسم می شود.
- لبه های داخلی و خارجی درجه همراه با پایه های آن با خط پر و ضخیم رسم می شوند (شکل ۶۳).
- محفظه قالب: سفید نمایش داده می شود.

۳- رسم نقشه قالب گیری دو درجه ای با سطح جدایش غیر یکنواخت:  
در این نقشه سطح جدایش قالب با خط پر ضخیم و سطح جدایش مدل با پاره خط و نقطه ضخیم رسم می شود (شکل ۶۴).



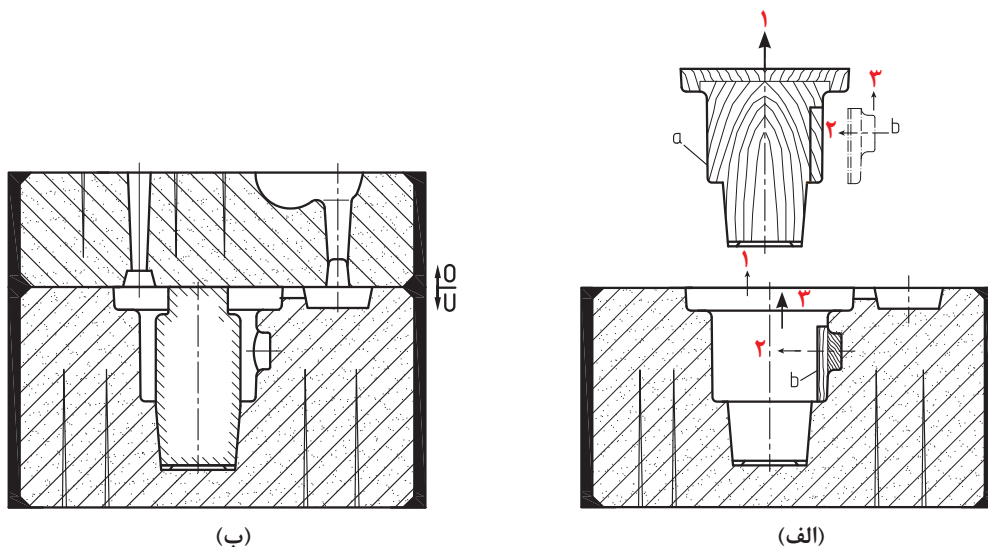
شکل ۶۴

۴- رسم نقشه قالب گیری سه درجه ای: در این نقشه، سطح جدایش قالب ها با خط پر و ضخیم و سطح جدایش مدل با پاره خط و نقطه ضخیم رسم می شود (شکل ۶۵).



شکل ۶۵

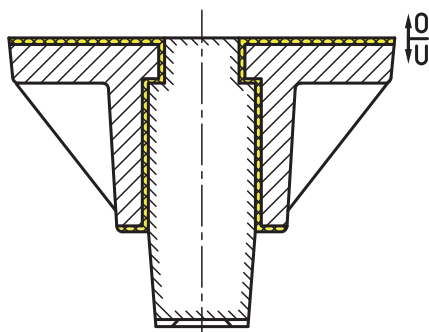
۵- رسم قالب گیری با قطعه آزاد: در این نقشه، سطح جدایش قطعه آزاد با خط پر و ضخیم و جهت خارج شدن آن از قالب با پیکان نشان داده می شود (شکل ۶۶).



الف- (a) بدنه اصلی مدل، (b) قطعه آزاد، ۱- جهت خروج بدنه اصلی مدل از قالب، ۲- و ۳- جهت خروج قطعه آزاد و ب- قالب آماده ریخته گری

شکل ۶۶

### رسم نقشه مدل سازی

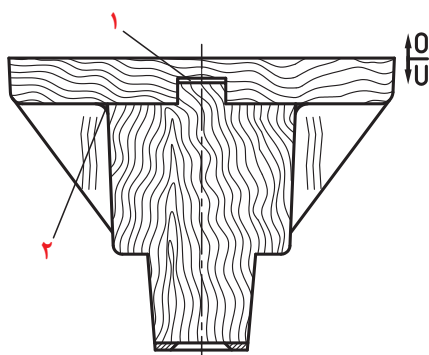


شکل ۶۷

در این درس سطح جدایش مدل، مقدار تراش مجاز، شیب مدل، ارتفاع تکیه گاه و شیب آن، زه ریزش ماسه به مقیاس ۱:۱ رسم می شود؛ (شکل ۶۷).

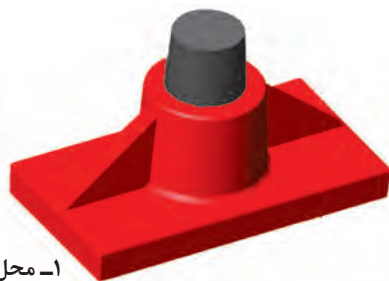
در رسم نقشه های مدل سازی و ساختمان مدل گوشه های تیز باید گرد (R) انجام شود.

رسم نقشه ساختمان مدل: در این درس با استفاده از رسم مدل و با توجه به جنس مدل، تعداد قطعات به هم وصل شده، سطح جدایش مدل، شیب مدل، شیب تکیه گاه، زه ریزش ماسه و یراق مخصوص خارج کردن مدل از قالب مشخص و رسم می شود؛ (شکل ۶۸).



۱- محل جمع شدن چسب اضافی ۲- گوشه با بتونه سنگی

شکل ۶۸

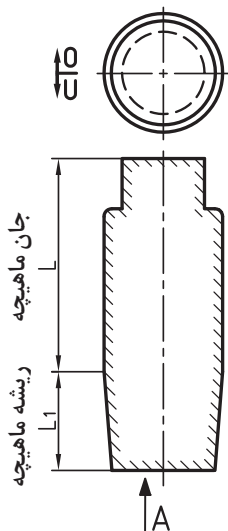


در مواردی که مقدار قوس گوشه های مدل (R) کم است آن را با بتونه سنگی و میل بتونه قوس کاری می کنند. جای این قوس در نقشه ساختمان مدل به رنگ سیاه مشخص می شود.

توجه

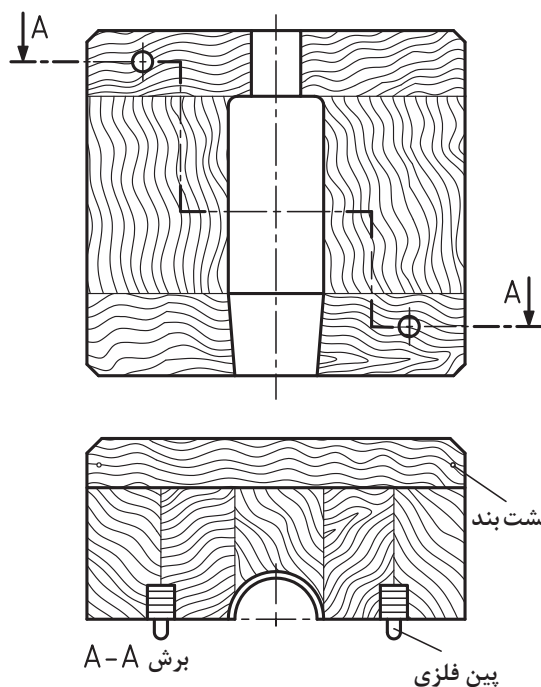


### رسم ماهیچه

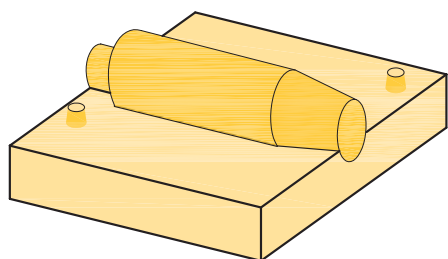


شکل ۶۹

قبل از رسم ساختمان جعبه ماهیچه رسم ماهیچه انجام می شود. با استفاده از رسم ماهیچه، سطح جدایش جعبه ماهیچه و حالت جدا شدن ماهیچه از داخل جعبه ماهیچه تعیین می شود؛ (شکل ۶۹).

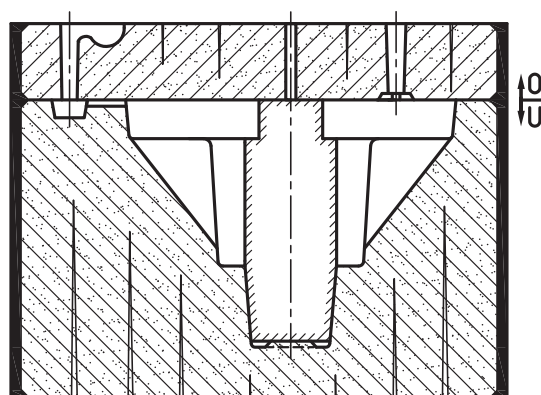


رسم جعبه ماهیچه (قالب ماهیچه): با استفاده از رسم ماهیچه، ساختمان جعبه ماهیچه و تعداد پارچه‌های آن (تکه‌ها) مشخص و رسم می‌شود. در این رسم سطح جدایش جعبه ماهیچه، جای پین‌ها، جای پشت‌بندها و... مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۷۰).



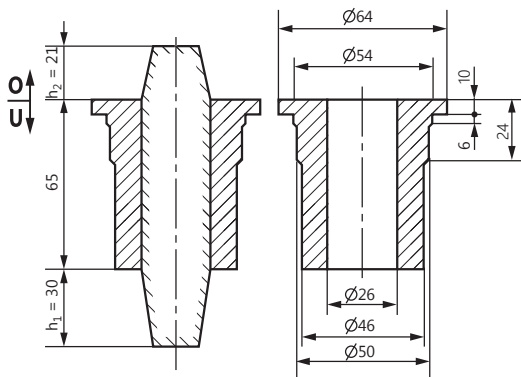
شکل ۷۰

رسم قالب‌گیری: با استفاده از رسم ساختمان مدل و رسم ماهیچه، رسم قالب‌گیری انجام می‌شود. در این نقشه سطح جدایش قالب، قالب زیری، قالب رویی، سیستم‌های راهگاهی، کانال تغذیه و هوا و... در داخل قالب مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۷۱).



شکل ۷۱

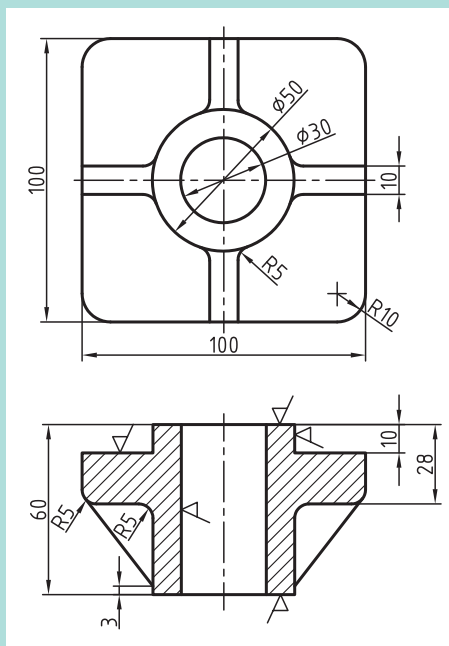




شکل ۷۲

### ماهپچه عمودی با تکیه گاه دو طرفه

در مواردی که امکان استفاده از ماهپچه سرخود و ماهپچه با تکیه گاه یک طرفه وجود ندارد از ماهپچه با تکیه گاه دوطرفه استفاده می شود؛ (شکل ۷۲).



شکل ۷۳

مثال



قطعه داده شده شکل روبه رو از آلیاژ چدن با یک درصد انقباض و شیب میانی ( $\pm$ )، مدل سازی، ماهپچه سازی قالب گیری و ریخته گری می شود. محاسبات مدل سازی، رسم نقشه مدل سازی، رسم ساختمان مدل و جعبه ماهپچه، رسم ماهپچه و رسم قالب گیری را انجام دهید. **حل:** با استفاده از نقشه مکانیکی و سایر مشخصات، ابتدا سطح جدایش مدل و قالب و سپس محاسبات مدل سازی به شرح زیر انجام می شود:

**۱ تعیین مقدار انقباض فلز جامد بر حسب میلی متر:** با استفاده از فرمول و درصد انقباض فلز خواهیم داشت:

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$LM = \frac{100 \times 1}{100} + 100 = 101 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{50 \times 1}{100} + 50 = 50.5 \text{ mm}$$

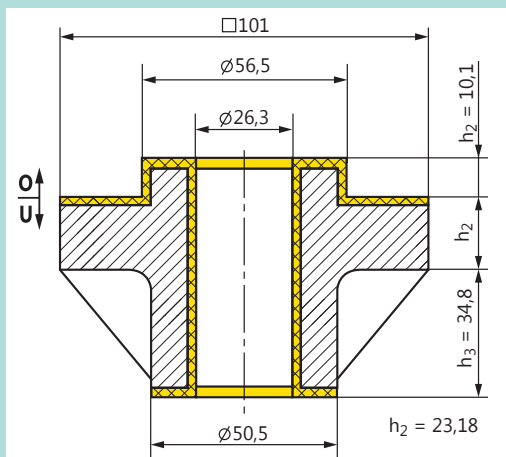
$$LM = 60 - 28 = 32 = \frac{32 \times 1}{100} + 32 = 32.32 \text{ mm}$$

$$LM = 28 - 10 = 18 = \frac{18 \times 1}{100} + 18 = 18.18 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{10 \times 1}{100} + 10 = 10.1$$

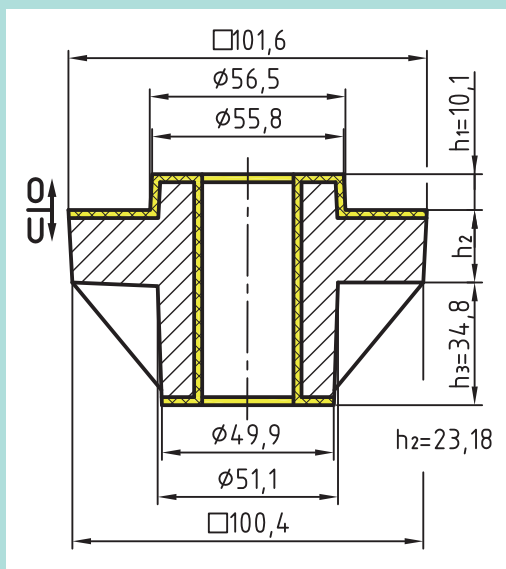
$$LM = \frac{30 \times 1}{100} + 30 = 30.3$$

**توجه:** سایر اعداد به همین روش قابل محاسبه است.



شکل ۷۴

$$\begin{aligned} h_1 &= 10/1 \xrightarrow{\text{از جدول}} 2^\circ \\ h_2 &= 23/18 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5^\circ \\ h_3 &= 34/8 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1^\circ \end{aligned}$$



شکل ۷۵

$$\left. \begin{aligned} H &= 68/08 \\ d &= 26/3 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{از جدول}} h_1 = 30 \text{ mm} \text{ ارتفاع تکیه‌گاه زیری}$$

**۲ تعیین مقدار تراش مجاز:** با مراجعه به جدول استاندارد ماشین‌کاری، مقدار تراش مجاز برای قسمت زیری قطعه ۲/۵ میلی‌متر و برای قسمت رویی آن ۵ میلی‌متر و برای سطوح خارجی و داخلی ۳ میلی‌متر به دست می‌آید که پس از حساب کردن آن با مقدار انقباض به دست آمده اندازه‌های قطعه تغییر پیدا می‌کند؛ همچنین برای سوراخ‌های راه‌در طبق جدول ۳ محاسبه می‌گردد (شکل ۷۴).

**۳ تعیین شیب برحسب درجه:** با در اختیار داشتن مقدار ارتفاع‌های قطعه و مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها، شیب مدل بر حسب درجه به دست می‌آید.

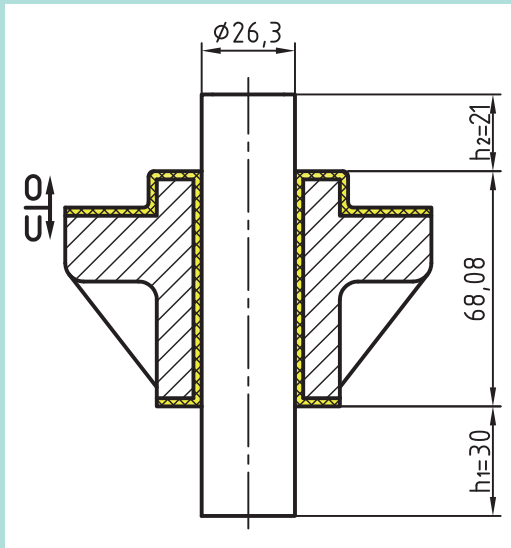
**۴ تعیین شیب برحسب میلی‌متر:** با استفاده از درجه شیب، ارتفاع‌های قطعه و فرمول مثلثاتی مقدار شیب برحسب میلی‌متر به دست می‌آید؛ (شکل ۷۵).

$$F_s(\text{mm}) = \frac{1/75 \times 10/1 \times 2}{100} = 0/35 \text{ mm}$$

$$F_s(\text{mm}) = \frac{1/75 \times 23/18 \times 1/5}{100} = 0/6 \text{ mm}$$

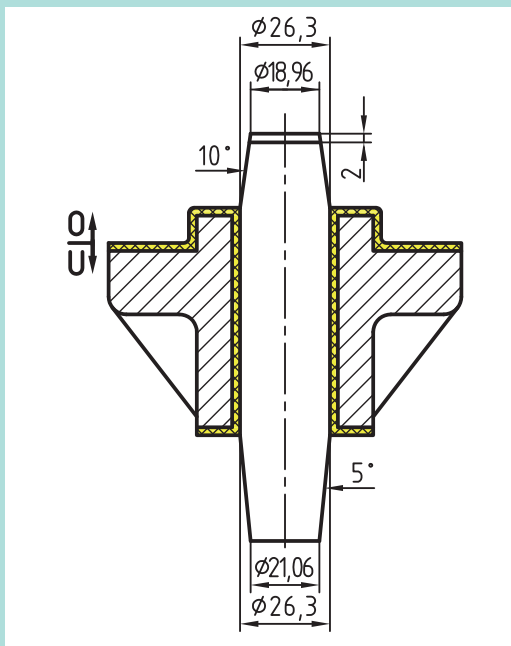
$$F_s(\text{mm}) = \frac{1/75 \times 34/8 \times 1}{100} = 0/6 \text{ mm}$$

**۵ تعیین ارتفاع تکیه‌گاه زیری:** پس از تعیین ارتفاع و قطر نهایی قطعه در واقع اندازه قطر و ارتفاع جان ماهیچه به دست می‌آید که با مراجعه به جدول تکیه‌گاه‌های عمودی ارتفاع تکیه‌گاه زیری تعیین می‌شود:



شکل ۷۶

$$h_2 = h_1 \times \frac{7}{10} = 30 \times 0.7 = 21 \text{ mm}$$



شکل ۷۷

$$30 \times 0.7 = 21 \text{ mm}$$

$$F_s = \frac{1/75 \times 21 \times 10}{100} = 3/67 \text{ mm}$$

$$26/3 - (3/67 + 3/67) = 18/96$$

توجه: با در دست داشتن ارتفاع تکیه‌گاه زیری و ضرب آن در ضریب  $\frac{7}{10}$  ارتفاع تکیه‌گاه رویی به دست می‌آید؛ (شکل ۷۶).

ارتفاع تکیه‌گاه رویی

۶ تعیین شیب تکیه‌گاه‌ها برحسب درجه و میلی‌متر: طبق استاندارد شیب تکیه‌گاه زیری تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۵ درجه است. بنابراین مقدار شیب برحسب میلی‌متر از فرمول مثلثاتی به دست می‌آید؛ (شکل ۷۷).

$$F_s(\text{mm}) = \frac{1/75 \times 30 \times 5}{100} = 2/62 \text{ mm}$$

$$\underbrace{26/3}_{\text{قطر بزرگ}} - (\underbrace{2/62}_{\text{قطر کوچک}} + 2/62) = \underbrace{21/06}_{\text{قطر کوچک}}$$

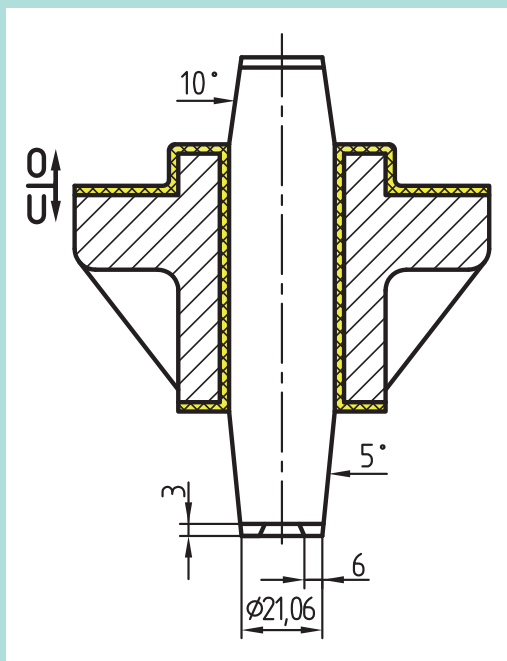
توجه: شیب تکیه‌گاه رویی دو برابر تکیه‌گاه زیری است.

ارتفاع تکیه‌گاه رویی

شیب تکیه‌گاه رویی

قطر کوچک تکیه‌گاه رویی



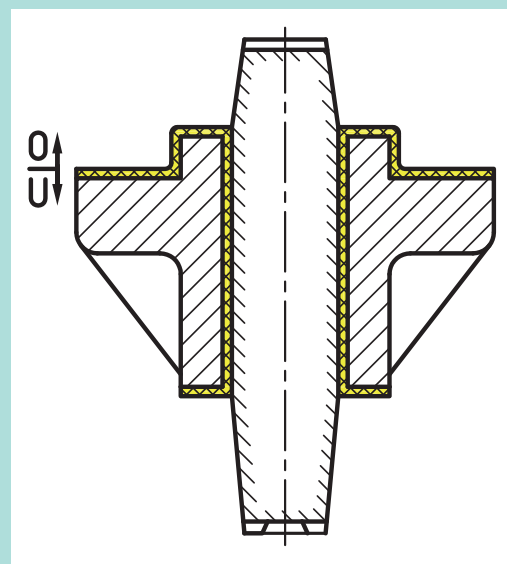


شکل ۷۸

۷ تعیین مقدار زه ریزش ماسه: پس از به دست آمدن شیب ریشه ماهیچه زیری (قطر کوچک) یا مقدار (a) با استفاده از جدول، پهنا (b) و ارتفاع (c) برای رسم زه ریزش ماسه در کف ریشه ماهیچه به دست می‌آید؛ (شکل ۷۸).

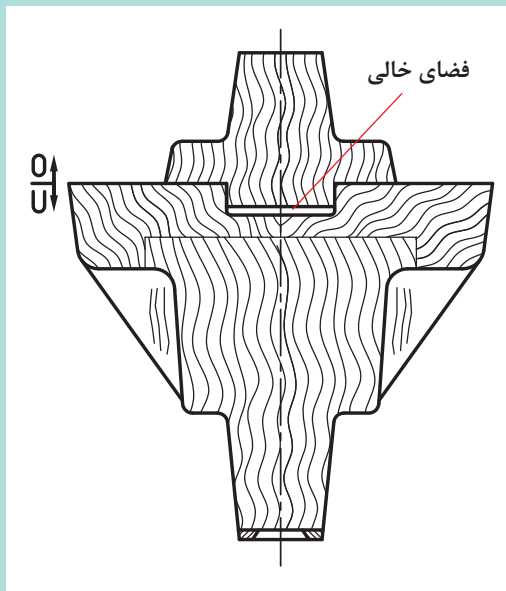
$$a = d = 26/3 - (2/62 \times 2) = 21/06$$

$$a = 21/06 \xrightarrow{\text{از جدول ۹ زه دوطرفه}} \begin{cases} b = 6\text{mm} \\ c = 3\text{mm} \end{cases}$$



شکل ۷۹

۸ رسم نقشه مدل سازی: در این نقشه، سطح جدایش مدل، مقدار تراش مجاز، شیب مدل، ماهیچه و تکیه گاه‌های آن، شیب تکیه گاه‌های زیری و رویی، هوای پشت ماهیچه در قالب رویی، زهریزش ماسه، هاشورهای: (فلز ریختگی، ماهیچه، تراش مجاز) و ... رسم می‌شود؛ (شکل ۷۹).

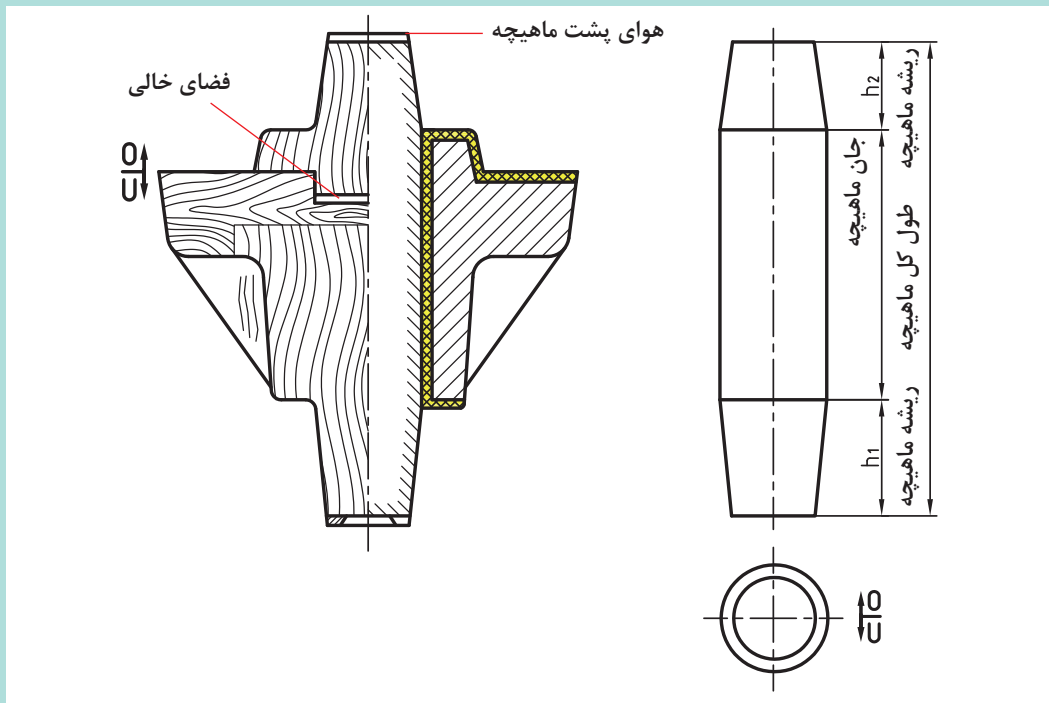


شکل ۸۰

**۹ رسم نقشه ساختمان مدل:** در این نقشه سطح جدایش مدل، تعداد قطعات تفکیک شده چوب و هاشور آن، شیب مدل و تکیه گاه‌ها، زهریزش ماسه و... رسم می‌شود.

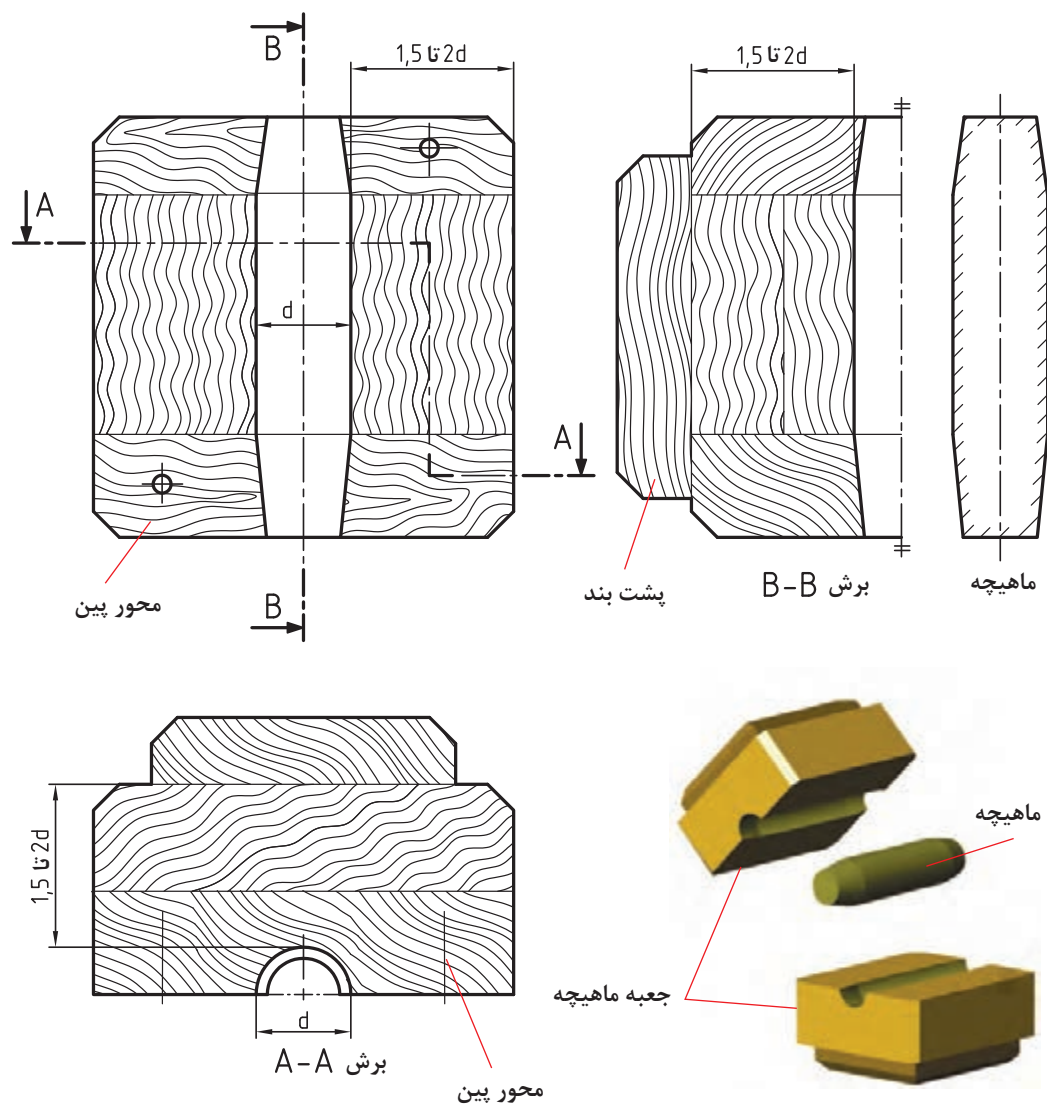
**توجه:** تیغه (ناو) در رسم ساختمان مدل سفید (بدون هاشور) رسم می‌شود و فقط به وسیله چند هاشور کوتاه جهت الیاف چوب مشخص می‌شود؛ (شکل ۸۰).

**۱۰ رسم ماهیچه:** این رسم با استفاده از نقشه‌های مدل سازی یا ساختمان مدل انجام می‌شود. از رسم ماهیچه برای تعیین سطح جدایش و رسم جعبه ماهیچه استفاده می‌شود؛ (شکل ۸۱).



شکل ۸۱

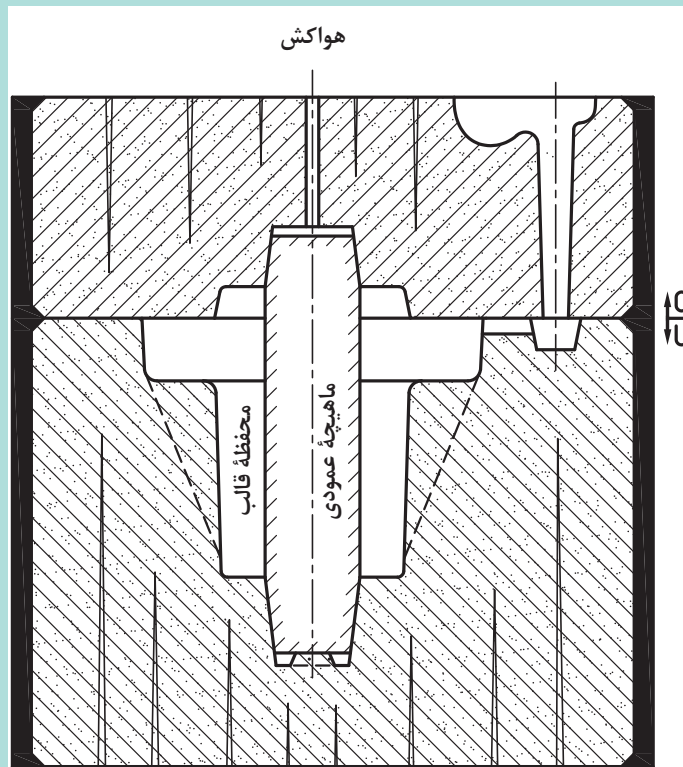
۱۱ رسم جعبه ماهیچه (قالب ماهیچه): در این نقشه، سطح جدایش جعبه ماهیچه، تعداد تکه‌های چوب، پین‌ها، پشت بندها و فضای داخل قالب ماهیچه مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۸۲).



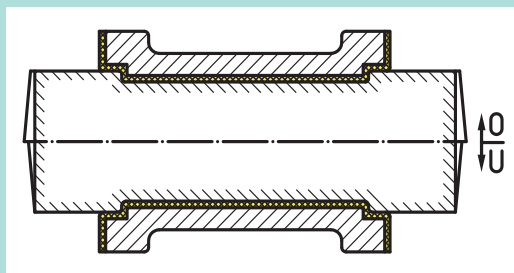
شکل ۸۲

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

**۱۲ رسم قالب گیری:** این رسم با استفاده از نقشه های مدل سازی، ساختمان مدل و ماهیچه انجام می شود. در این نقشه درجه ها (قالب ها)، محفظه قالب، ماهیچه، محفظه های سیستم راهگاہی و کانال گاز و هوا، سطح جدایش قالب و هاشورها رسم می شود؛ (شکل ۸۳).

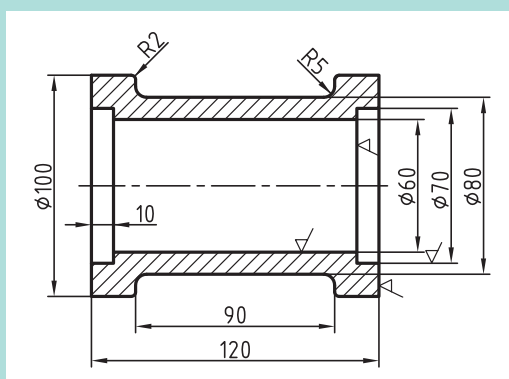


شکل ۸۳



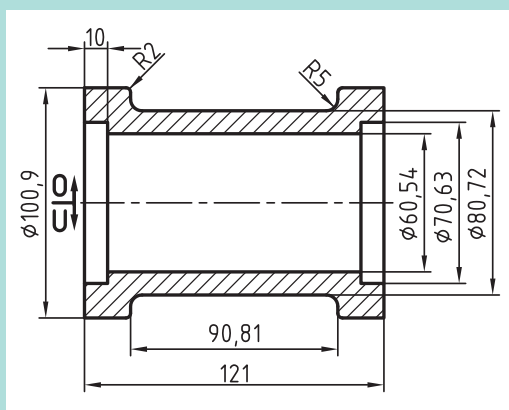
شکل ۸۴

**۱۳ ماهیچه افقی با تکیه گاه دو طرفه:** سوراخ ها و شکاف هایی که سرتاسری (راه بدر) هستند با ماهیچه افقی دو طرفه طراحی، محاسبه و مدل سازی می شوند؛ (شکل ۸۴).



شکل ۸۵

در صورتی که قطعه داده شده در شکل ۸۵ از جنس آلایژ چدن با ۰/۹ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته‌گری شود مطلوب است: رسم نقشه‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری با ماهیچه افقی دو طرفه. حل: با استفاده از نقشه مکانیکی، ابتدا سطح جدایش قالب‌گیری و سپس محاسبات مدل‌سازی به شرح زیر انجام می‌شود:



شکل ۸۶

۱ تعیین مقدار انقباض مجاز برحسب میلی‌متر: با استفاده از فرمول شماره ۱ و ۲ و درصد انقباض داده شده در مثال فوق خواهیم داشت؛ (شکل ۸۶). فرمول

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$LM = \frac{120 \times 0.9}{100} + 120 = 121 \text{ mm}$$

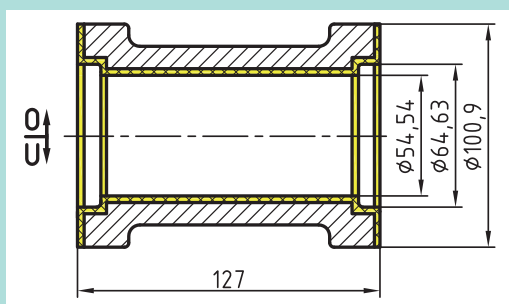
$$LM = \frac{70 \times 0.9}{100} + 70 = 70.63 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{80 \times 0.9}{100} + 80 = 80.72 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{60 \times 0.9}{100} + 60 = 60.54 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{90 \times 0.9}{100} + 90 = 90.81 \text{ mm}$$

$$LM = \frac{100 \times 0.9}{100} + 100 = 100.9 \text{ mm}$$



شکل ۸۷

۲ تعیین مقدار تراش مجاز: با توجه به جنس قطعه ریختگی و مراجعه به جدول ۲ و انتقال بزرگ‌ترین طول تراش به جدول، مقدار ماشین‌کاری مجاز برای سطوحی که علامت تراش دارند به دست می‌آید. در این مثال مقدار تراش برای سطوح داخلی و جانبی ۳ میلی‌متر به دست می‌آید که در سطوح جانبی مقدار شیب به آن اضافه می‌شود؛ (شکل ۸۷).

بنابراین داریم:

$$121 + (3 + 3) = 127 \text{ mm}$$

$$70/63 - (3 + 3) = 64/63$$

$$60/54 - (3 + 3) = 54/54$$

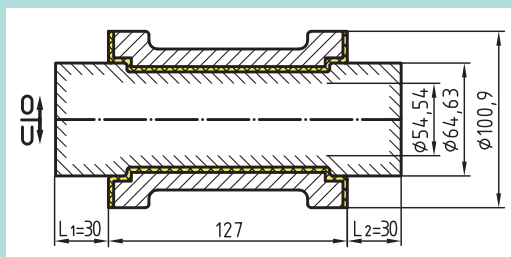
$$dm = \frac{64/63 + 54/54}{2} = 59/6$$

طول اسمی ماهیچه

قطر بزرگ ماهیچه

قطر کوچک ماهیچه

قطر متوسط ماهیچه



طول اسمی (جان ماهیچه)

شکل ۸۸

۳ تعیین طول تکیه گاه‌ها: پس از تعیین طول اسمی و قطر متوسط با استفاده از دین ۱۵۱۱ و یا جدول تکیه گاه‌های افقی (جدول ۷) طول تکیه گاه ( $L_1$  و  $L_2$ ) به دست می آید؛ (شکل ۸۸).

$$L = 127$$

$$dm = 59/6$$

$$L_1 = L_2 \xrightarrow{\text{از جدول}} 30 \text{ mm}$$

۴ تعیین شیب مدل برحسب درجه: پس از مشخص شدن ارتفاع نهایی مدل (ارتفاع قالب گیری) با استفاده از جدول ۴، شیب مدل برحسب درجه به دست می آید.

$$D = 100/9$$

$$d = 64/63$$

قطر خارجی مدل

قطر ریشه ماهیچه

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{100/9 - 64/63}{2} = 18/13$$

ارتفاع قالب گیری

$$h = 18/13 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5^\circ$$

شیب بدنه مدل

۵ تعیین شیب تکیه گاه زیری و رویی برحسب درجه: پس از مشخص شدن قطر نهایی تکیه گاه ماهیچه (ریشه ماهیچه) و نصف کردن آن، ارتفاع قالب گیری برای تکیه گاه زیری و رویی به دست می آید که با مراجعه به شیب تکیه گاه‌ها درجه آن نیز به دست می آید؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{d}{2} = \frac{64/63}{2} = 32/31$$

ارتفاع قالب گیری

$$H = 32/31 \xrightarrow{\text{از شیب تکیه گاه‌ها}} 5^\circ$$

شیب تکیه گاه زیری

شیب تکیه گاه رویی تقریباً ۲ برابر شیب تکیه گاه زیری منظور می شود، بنابراین داریم:

$$5^\circ \times 2 = 10^\circ$$

شیب تکیه گاه رویی



۶ تعیین مقدار شیب برحسب میلی‌متر: پس از مشخص شدن ارتفاع‌های قالب‌گیری و درجه شیب آنها، با استفاده از فرمول مثلثاتی شماره ۳ مقدار شیب برحسب میلی‌متر به دست می‌آید:

$$h = 18/13 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5^\circ$$

$$Fs_{(mm)} = \frac{1/75 \times 18/13 \times 1/5}{100} = 0/48$$

شیب مدل برحسب میلی‌متر

$$H = 32/31 \xrightarrow{\text{شیب تکیه‌گاه‌های زیری}} 5^\circ$$

شیب تکیه‌گاه زیری برحسب میلی‌متر

$$Fs_{(mm)} = \frac{1/75 \times 32/31 \times 5}{100} = 2/83$$

شیب تکیه‌گاه رویی برحسب میلی‌متر

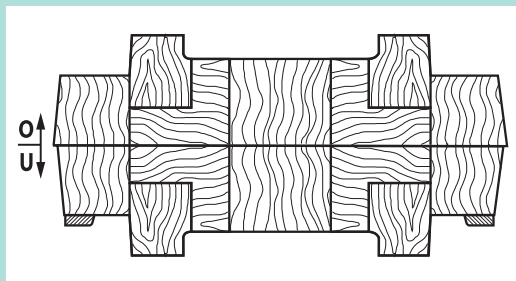
$$Fs_{(mm)} = \frac{1/75 \times 32/31 \times 10}{100} = 5/66$$

۷ تعیین مقدار زه ریزش ماسه: پس از مشخص شدن طول تکیه‌گاه‌ها، مقدار زه ریزش ماسه، با استفاده از جدول ۹ به دست می‌آید. بنابراین داریم:

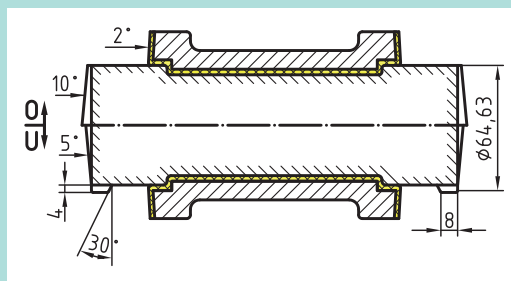
$$a = L_1 = L_2 = 30 \xrightarrow{\text{از جدول}} \begin{cases} c = 4 \\ b = 8 \end{cases}$$

۸ رسم نقشه مدل‌سازی: در این درس، با استفاده از شکل‌های ۲۱ و ۲۲ و سایر محاسبات مدل‌سازی موجود، نقشه مدل‌سازی رسم می‌شود؛ (شکل ۸۹).

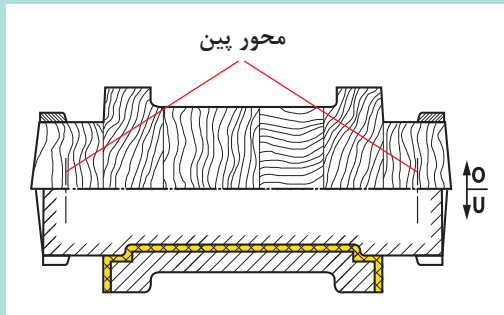
۹ رسم نقشه ساختمان مدل: در این رسم چند پارچه بودن مدل، محل پین‌ها، تعداد قطعات چوبی، شیب مدل زه ریزش ماسه و... مشخص و رسم می‌شود؛ (شکل ۹۰).



شکل ۹۰



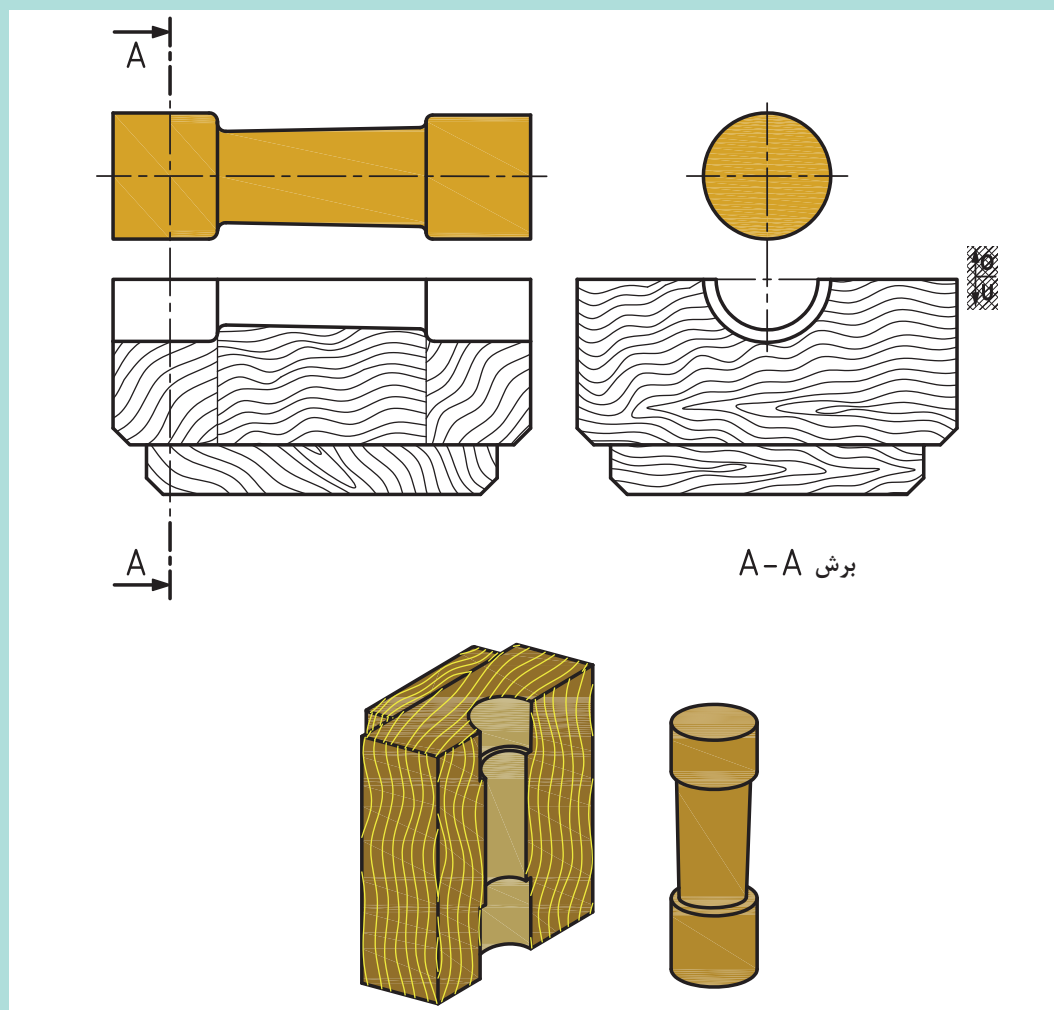
شکل ۸۹



شکل ۹۱

توجه: برای صرفه جویی در وقت، رسم نقشه مدل سازی و رسم نقشه ساختمان مدل را مانند شکل ۹۱ نیز رسم می کنند.

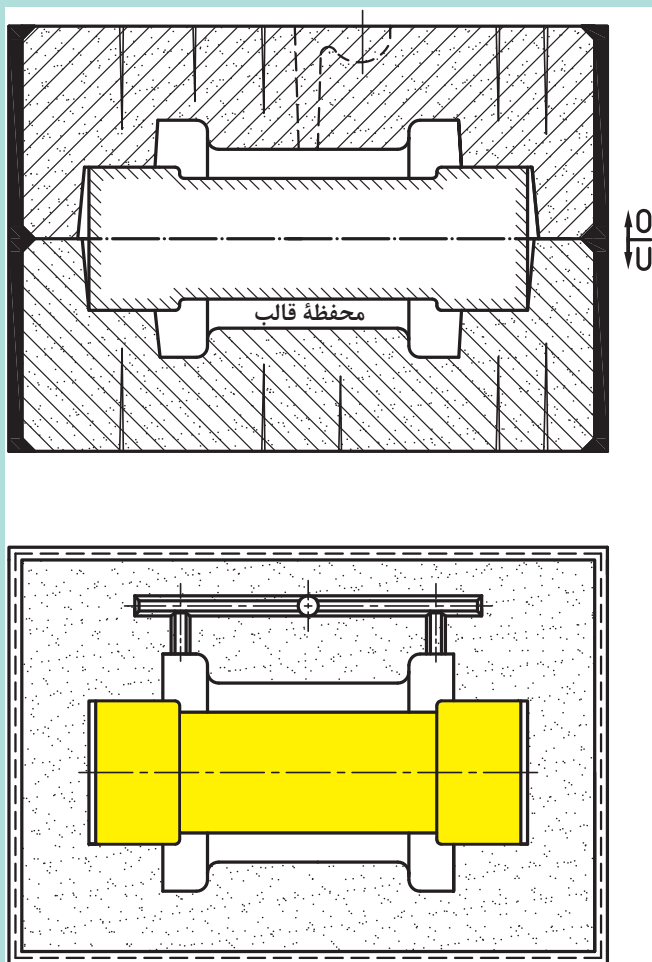
۱۰ رسم ماهیچه و جعبه ماهیچه: برای تعیین چگونگی سطح جدایش جعبه ماهیچه و طراحی و محاسبه ساختمان چوبی آن، باید ابتدا ماهیچه رسم شود؛ (شکل ۹۲).



شکل ۹۲



۱۱ رسم نقشه قالب‌گیری: در این درس برای آنکه سیستم راهگاهی بهتر در نقشه نشان داده شود، رسم قالب‌گیری هم در برش و هم در نمای از بالا انجام می‌گیرد و سیستم راهگاهی به شکل تجسم (فرضی) در جای خود با خط بریده رسم می‌شود؛ (شکل ۹۳).



شکل ۹۳

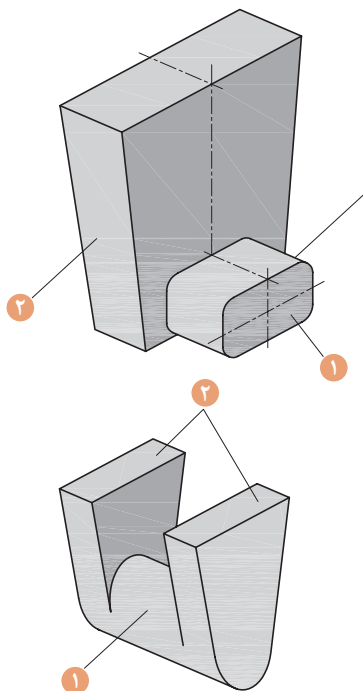
## رسم نقشه های مدل سازی و قالب گیری با سایر ماهیچه ها

در این درس ماهیچه های چکمه ای، پیرامون (دور) و پوششی مورد بررسی قرار می گیرد.

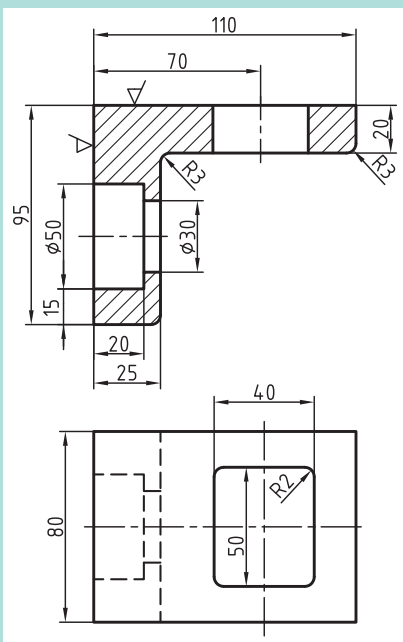
### ماهیچه چکمه ای

قطعاتی که در قسمت های جانبی دارای سوراخ، شکاف و یا فرورفتگی های خاصی هستند و امکان قالب گیری آنها با سایر ماهیچه ها وجود ندارد برحسب نیاز برای فراهم کردن امکانات قالب گیری و ریخته گری، از ماهیچه چکمه ای استفاده می شود. ماهیچه چکمه ای در اینجا در دو نوع چکمه ای یک طرفه و چکمه ای دو طرفه طراحی شده است؛ (شکل ۹۴).

**ماهیچه چکمه ای یک طرفه:** برای قطعاتی که در قسمت های جانبی سوراخ، شکاف و یا فرورفتگی یک طرفه دارند از این نوع ماهیچه استفاده می شود.



شکل ۹۴- پرسپکتیو از ماهیچه چکمه ای  
۱- جان ماهیچه ۲- ریشه های ماهیچه

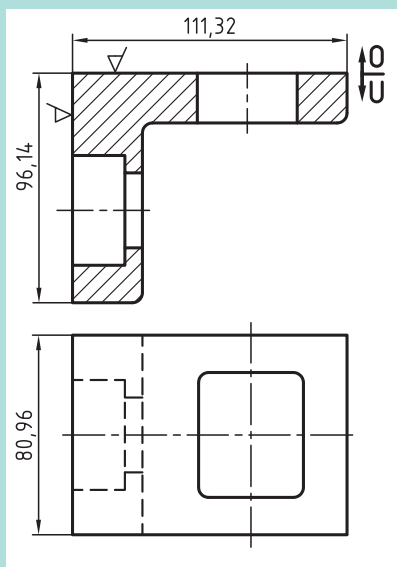


شکل ۹۵

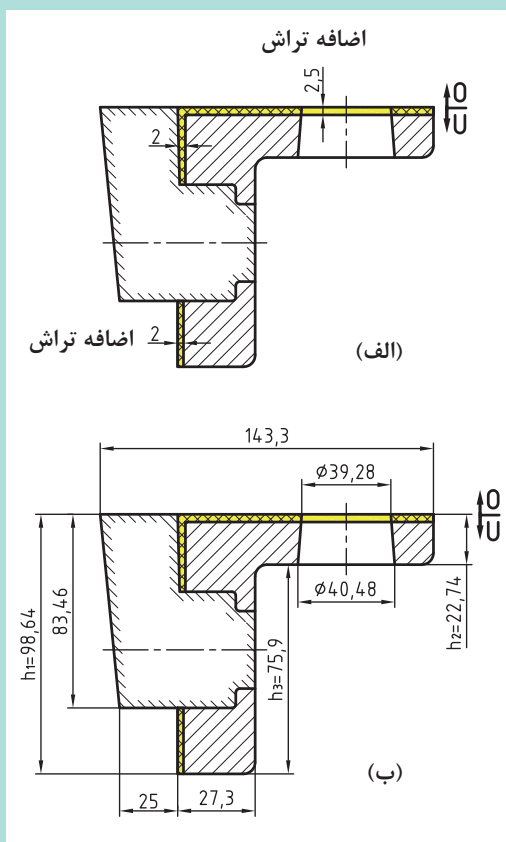
در صورتی که قطعه داده شده از آلیاژ آلومینیم با ۱/۲ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته گری شود، مطلوب است: محاسبات مدل سازی، رسم نقشه مدل سازی، رسم ساختمان مدل و جعبه ماهیچه و رسم نقشه قالب گیری؛ (شکل ۹۵).

مثال





شکل ۹۶



شکل ۹۷

۱ تعیین مقدار انقباض مجاز: با در دست داشتن درصد انقباض قطعه و با استفاده از فرمول ۱ یا ۲ مقدار آن چنین است؛ (شکل ۹۶).  
فرمول

$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

$$LM = \frac{110 \times 1/2}{100} + 110 = 111/32$$

$$LM = \frac{95 \times 1/2}{100} + 95 = 96/14$$

$$LM = \frac{80 \times 1/2}{100} + 80 = 80/96$$

توجه: سایر اندازه‌ها مانند فوق قابل محاسبه است.

۲ تعیین مقدار تراش مجاز: پس از تعیین سطح جدایش و مراجعه به جدول یا نمودار ماشین کاری مقدار تراش برای سطح بالایی ۲/۵ میلی‌متر و برای سطح جانبی ۲ میلی‌متر به دست می‌آید؛ (شکل ۹۷ - الف).

۳ تعیین اندازه تکیه‌گاه و شیب آن: تکیه‌گاه چکمه‌ای مانند تکیه‌گاه یک‌طرفه (تعادلی) عمل می‌کند. بنابراین حجم و یا وزن آن باید حداقل ۱/۵ برابر حجم یا وزن جان ماهیچه باشد تا تعادل آن در قالب برقرار شود. شیب تکیه‌گاه چکمه‌ای تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر ۵ درجه و از ۷۰ به بالا ۳ درجه تعیین شده است؛ (شکل ۹۷ - ب).

$$95 \longrightarrow 96/14$$

$$85 \longrightarrow 86/02$$

$$70 \longrightarrow 70/84$$

$$55 \longrightarrow 55/66$$

$$50 \longrightarrow 50/6$$

$$40 \longrightarrow 40/48$$

$$30 \longrightarrow 30/36$$

$$20 \longrightarrow 20/24$$

$$10 \longrightarrow 10/12$$

$$96/14 + 2/5 = h_1 \xrightarrow{\text{از جدول}} 30'$$

$$20/24 + 2/5 = h_2 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5'$$

$$98/64 - 22/74 = h_3 \xrightarrow{\text{از جدول}} 45'$$

$$h_1 - h_2 = h_3$$

$$H = 50/6 + 30/36 + 2/5 = 83/46$$

$$H = 83/46 \xrightarrow{\text{از جدول}} 0/5^\circ \rightarrow 4/38 \text{ mm}$$

۴ تعیین مقدار شیب مدل و تکیه‌گاه بر حسب درجه و میلی‌متر: پس از تعیین ارتفاع قالب‌گیری مدل و ریشه ماهیچه (تکیه‌گاه چکمه‌ای) ابتدا شیب مدل بر حسب درجه تعیین می‌شود و سپس با استفاده از فرمول مثلثاتی (۳) مقدار آن بر حسب میلی‌متر به دست می‌آید، بنابراین داریم:

$$h_1 = 96/14 + 2/5 = 98/64 \xrightarrow{\text{از جدول}} 0/5^\circ$$

$$h_2 = 20/24 + 2/5 = 22/74 \xrightarrow{\text{از جدول}} 1/5^\circ$$

$$h_3 = h_1 - h_2 \xrightarrow{\text{از جدول}} 98/64 - 22/74$$

$$= 75/9 \xrightarrow{\text{از جدول}} 0/75^\circ$$

$$H_1 = 2/5 + 25/3 + 30/36 = 58/16 \xrightarrow{\text{استاندارد تکیه‌گاه}} 5^\circ$$

شیب پهلوها در تکیه‌گاه چکمه‌ای بر حسب درجه

$$F_{s(mm)} = \frac{\text{درجه} \times h \times 1/75}{100}$$

$$F_{s(mm)} = \frac{1/75 \times 98/64 \times 0/5}{100} = 0/86$$

$$F_{s(mm)} = \frac{1/75 \times 22/74 \times 1/5}{100} = 0/6$$

$$F_{s(mm)} = \frac{1/75 \times 75/9 \times 0/75}{100} = 0/99 \approx 1$$

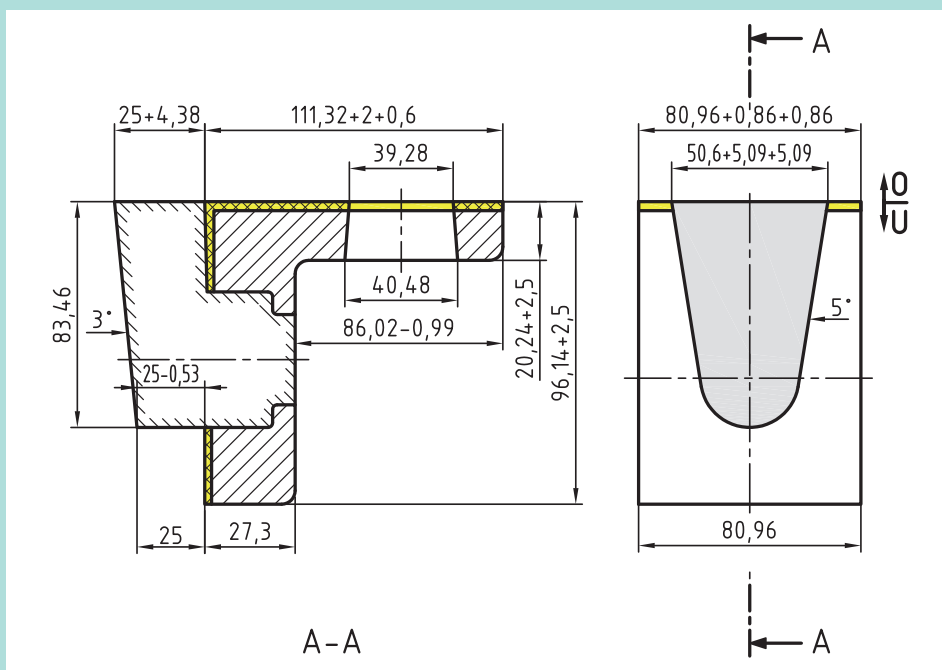
$$F_{s(mm)} = \frac{1/75 \times 83/46 \times 0/5^\circ}{100} = 4/38$$

$$F_{s(mm)} = \frac{1/75 \times 30/36 \times 1}{100} = 0/53$$

$$H_1 = \frac{1/75 \times 58/16 \times 5}{100} = 5/09 \text{ mm}$$

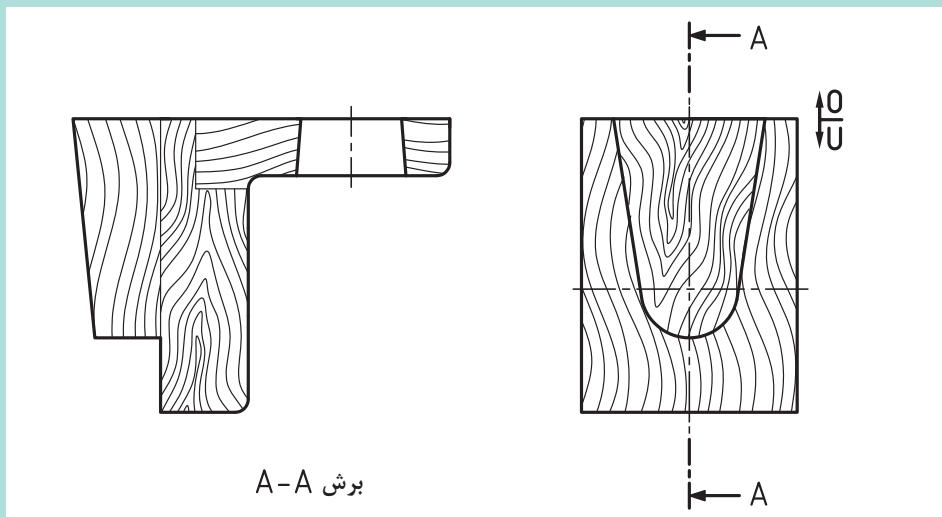
مقدار شیب تکیه‌گاه چکمه‌ای در پهلو بر حسب میلی‌متر

۵ رسم نقشه مدل سازی: بعد از تعیین اندازه های مدل سازی این رسم انجام می شود. در نقشه مدل سازی سطح جدایش مدل، اندازه و شیب تکیه گاه چکمه ای، هاشور قطعه مکانیکی، هاشور ماهیچه و... مشخص و رسم می شود؛ (شکل ۹۸).

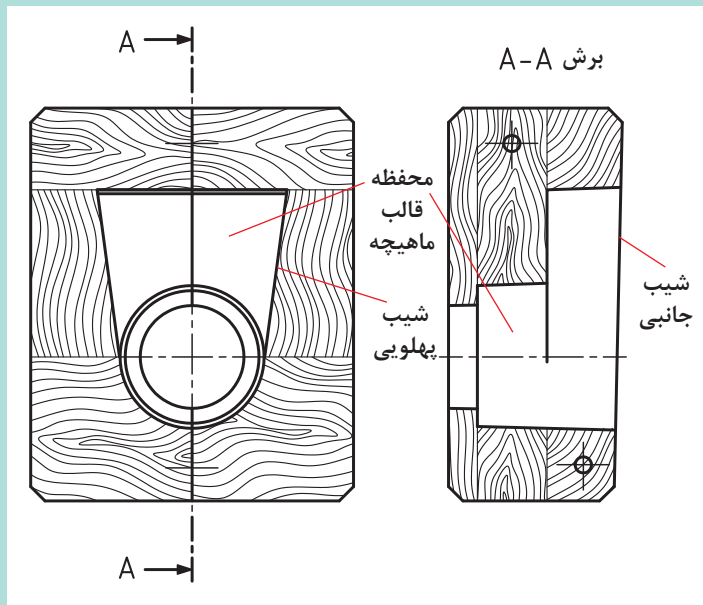


شکل ۹۸

۶ رسم نقشه ساختمان مدل: در این نقشه، سطح جدایش مدل، شیب مدل و تعداد تکه های به هم چسبانیده شده چوبی مشخص و رسم می شود؛ (شکل ۹۹).

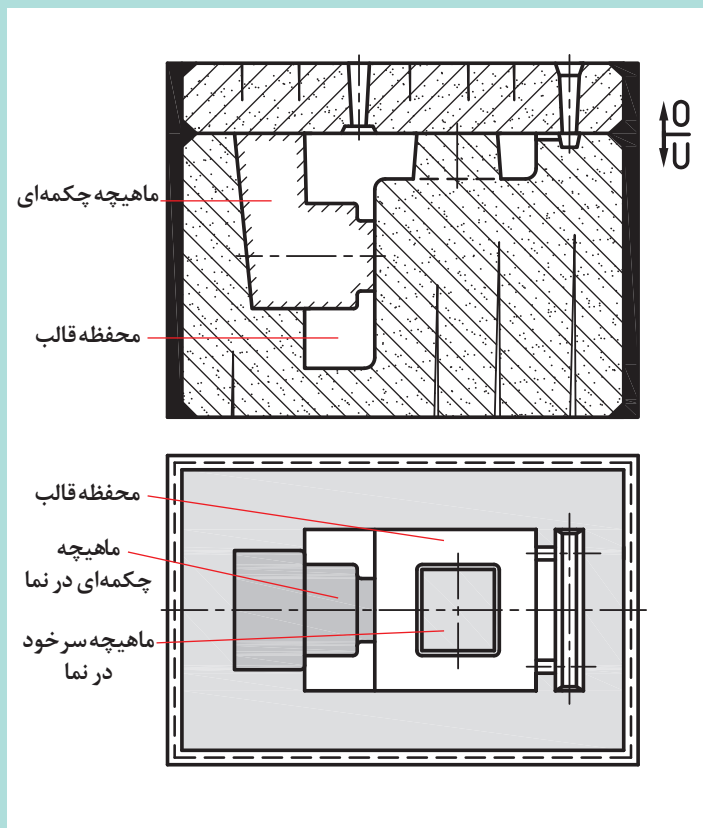


شکل ۹۹



شکل ۱۰۰

۷ رسم نقشه ماهیچه و جعبه ماهیچه: با استفاده از نقشه‌های مدل سازی و ساختمان مدل، ابتدا ماهیچه و سپس جعبه ماهیچه رسم می‌شود؛ (شکل ۱۰۰).



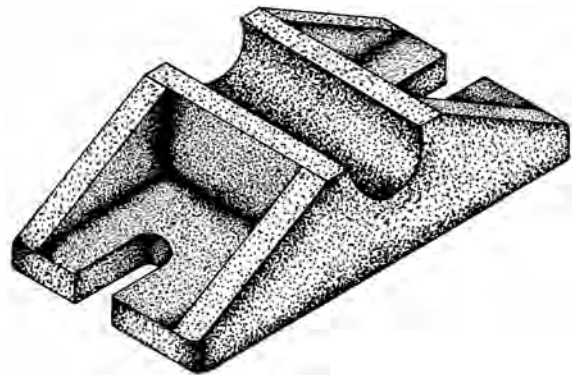
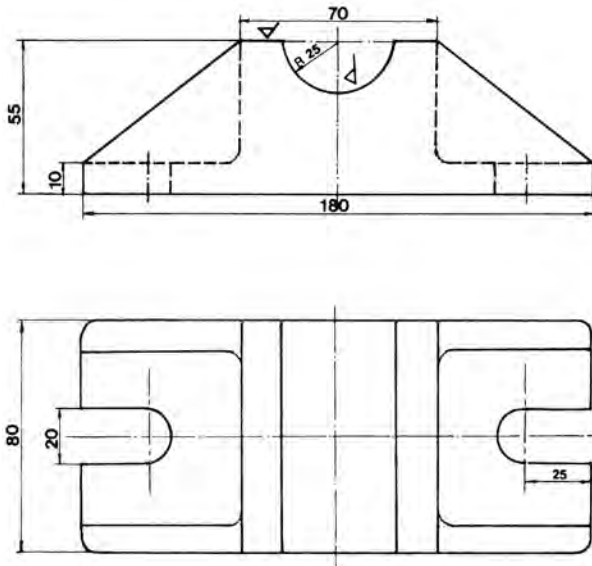
شکل ۱۰۱

۸ رسم نقشه قالب‌گیری: با استفاده از نقشه‌های مدل سازی و ساختمان مدل این رسم انجام می‌شود. در رسم قالب‌گیری، درجه‌های رویی و زیری، محفظه قالب، ماهیچه و سیستم‌های راهگهی رسم می‌شود؛ (شکل ۱۰۱).

## ارزشیابی پایانی طراحی و ترسیم نقشه مدل سازی

### شرح کار:

قطعه داده شده مطابق شکل از آلیاژ چدن خاکستری را در نظر گرفته و پس از انجام محاسبات مورد نیاز، نقشه های مدل سازی ساختمان مدل، نقشه قالب گیری را رسم کنید. نوع شیب را اضافی در نظر بگیرید.



### استاندارد عملکرد:

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

### شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20^{\circ}\text{C} \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار
- ۵ وسایل ایمنی استاندارد

### ابزار و تجهیزات:

ابزار نقشه کشی شامل خط کش، گونیا، پرگار، مداد و میز نقشه کشی، رایانه، نرم افزار اتوکد

### معیار شایستگی

| ردیف | مرحله کار                                                      | حداقل نمره قبولی | نمره هنرجو |
|------|----------------------------------------------------------------|------------------|------------|
| ۱    | محاسبه اضافات مجاز                                             | ۱                |            |
| ۲    | رسم نقشه مدل سازی                                              | ۲                |            |
| ۳    | رسم نقشه ساختمان مدل                                           | ۲                |            |
|      | شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:* | ۲                |            |
|      | رعایت قواعد و اصول در مراحل کار                                |                  |            |
|      | رعایت دقت و نظم                                                |                  |            |
|      | میانگین نمرات: **                                              |                  |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## پودمان ۲

### ساخت مدل های چوبی





## واحد یادگیری ۱

### به کارگیری ابزارها و ماشین‌های مدل‌سازی

اولین مرحله در تولید قطعه به روش ریخته‌گری، ساخت مدل قطعه ریخته‌گری است. مدل از لحاظ جنس، انواع مختلفی دارد که مناسب‌ترین آن از لحاظ آموزش مدل چوبی است. در این واحد یادگیری، چوب‌شناسی، روش‌های چسباندن چوب، انواع تجهیزات اره‌کاری و رندیدن و سنباده‌کاری چوب، روش‌های مونتاژ کردن مدل‌ها و تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در مونتاژ، قوس‌کاری و شیب دادن مدل‌ها و روش‌های آنها، روش‌های پرداخت‌کاری و رنگ‌کاری مدل و استانداردهای موجود آن توضیح داده می‌شود.

### استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه و ابزار لازم، نقشه مدل‌سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه و مدل چوبی ساخته می‌شود.

## ساخت مدل چوبی

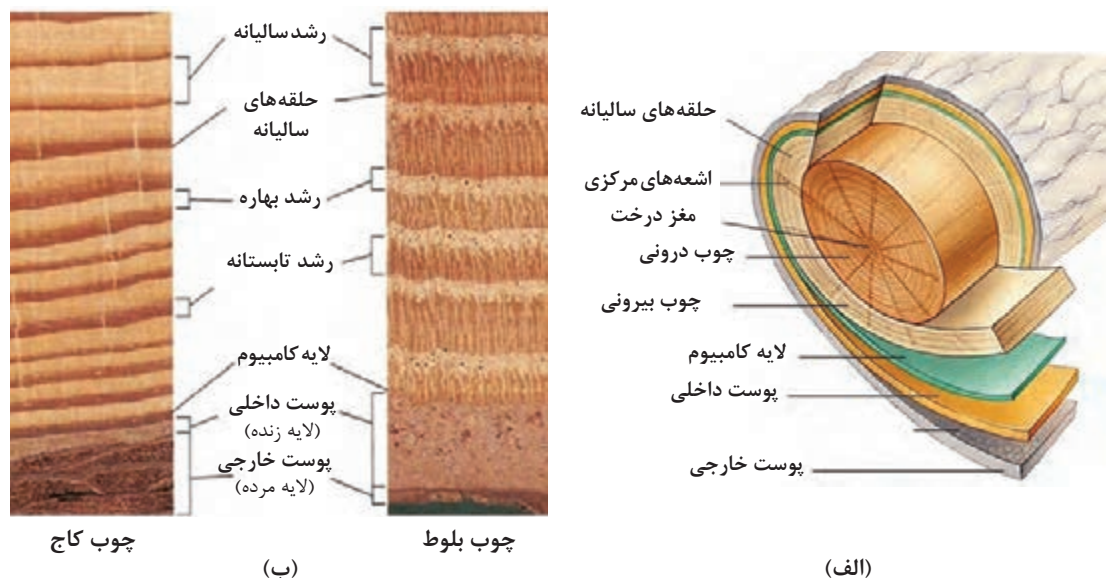
چرا مدل‌سازان به اولین ماده‌ای که برای ساخت مدل روی آوردند چوب بود؟ چرا امروزه هم با پیشرفت عظیم علم باز هم چوب جایگاه ویژه‌ای در مدل‌سازی دارد؟

## چوب‌شناسی

برای ساخت مدل‌های چوبی نیاز به چوب، نقشه فنی، ابزار و وسایل برش‌کاری، ابزار شکل‌دهی دستی مانند انواع سوهان‌ها، چوب‌سای‌ها به همراه اره، رنده و وسایل ماشینی (برقی) نظیر انواع اره‌ها و دیگر ماشین‌های براده‌برداری است. تهیه مدل‌های مرغوب در صورتی امکان‌پذیر است که مدل‌ساز، ساختمان چوب و خواص چوب‌های مورد استفاده در مدل‌سازی را بشناسد. یا اینکه شناخت و توانایی انتخاب و خرید چوب مناسب مدل‌سازی برای ساخت مدل با در نظر گرفتن شرایط محیط کارگاه‌های مدل‌سازی و ریخته‌گری را داشته باشد.

## ساختمان چوب

شکل ۱ مقطع برش خورده تنه یک درخت را نشان می‌دهد. خطوط و نشانه‌هایی که در تصویر مشخص شده است هر کدام نقشی در رشد و بقای درخت دارند. با توجه به ساختار درونی هر بخش، خواص چوب، مانند: رنگ، وزن مخصوص، فشردگی بافت‌ها و میزان جذب رطوبت در جهت عمود به مرکز تنه درخت، متفاوت خواهد بود.



شکل ۱

**مغز درخت:** مغز درخت، قسمت مرکزی چوب است که بخش کوچک و بدون فعالیت (مرده) درخت را شامل می‌شود. این بخش، تیره رنگ و بسیار سخت است و در هنگام تبدیل تنه درخت به الوار، از آن جدا شده و کنار گذاشته می‌شود (شکل ۱-الف).

**چوب درونی:** چوب درونی (چوب پیر)، بخش زنده درخت است که کامل و محکم با سلول‌های تیره و فشرده بوده و در صنعت مدل‌سازی اهمیت فراوانی دارد (شکل ۱-الف).

**حلقه سالیانه:** هر سال در بهار و تابستان یک حلقه چوب جوان به محیط درختان اضافه می‌شود. این حلقه را حلقه سالیانه می‌نامند و معرف یک سال عمر درخت است. هر حلقه از دو بخش درونی و بیرونی تشکیل شده است. بخش درونی با بافتی نرم‌تر و ضخیم‌تر که مربوط به فصل بهار است را چوب بهاره می‌نامند. بخش بیرونی با بافتی سخت‌تر و رنگی تیره‌تر که در فصل تابستان شکل گرفته است چوب تابستانه یا پاییزه نامیده می‌شود (شکل ۱-ب).

**چوب بیرونی:** چوب بیرونی (چوب جوان)، بخش فعال و زنده چوب است که از بافتی بسیار نرم با فشردگی کم تشکیل شده است. این قسمت از تنه درخت، آب و مواد معدنی را از ریشه به طرف برگ‌ها منتقل می‌کند و محل ذخیره مواد غذایی مورد نیاز درخت است. با توجه به خصوصاتی که در توضیحات به آن اشاره گردید این قسمت از تنه درخت در مدل‌سازی، مصرف چندانی ندارد (شکل ۱-الف).

**حلقه نامیه یا کامبیوم (لایه چوب‌زا):** این حلقه از یک لایه بسیار نازک و چسبنده تشکیل شده است که بین چوب بیرونی و پوست داخلی (آوندها) قرار دارد. وظیفه این قسمت از تنه درخت، جمع‌آوری مواد غذایی و انتقال آن در مسیر طولی درخت و رساندن آنها به ساقه‌ها و برگ‌ها است. این لایه در رشد و نمو درخت نقش بسیار مهمی دارد که به آن، لایه چوب‌زا (چوب‌ساز) نیز می‌گویند.

**آوندهای چوب:** این بخش اسفنجی شکل یا پوست داخلی مجموعه‌ای از لوله‌ها یا مجراهای بسیار نازک است که از طریق آنها قندهای نامحلول و هورمون‌های رشد از برگ‌ها به سایر قسمت‌های درخت منتقل می‌شود (شکل ۱).

**پوست خارجی:** پوست خارجی، بیرونی‌ترین قشر تنه درخت است که وظیفه محافظت از بخش‌های درونی درخت به خصوص آوندها، در مقابل عوامل خارجی نظیر: حرارت، نور، ضربه، فشار، حشرات و دیگر جانوران را دارد (شکل ۱).

**اشعه‌های مرکزی:** این بخش به صورت خطوطی بسیار نازک دیده می‌شود که از طرف مرکز تنه درخت به بیرون آن کشیده شده است. اشعه‌های مرکزی وظیفه جابه‌جا کردن و رساندن مواد غذایی به صورت شعاعی در تنه درخت را بر عهده دارد (شکل ۱-الف).

## خواص چوب

چوب فراورده‌ای طبیعی با ساختاری ناهمگن است که خواصی نظیر رنگ، بو، وزن مخصوص، فشردگی، سختی و مقاومت دارد که در جهات و بخش‌های مختلف، با هم متفاوت هستند. چوب مناسب، چوبی است که بیماری نداشته، آسیبی به آن وارد نشده باشد و رشد و نمو صحیحی در جهت عمودی و افقی داشته باشد.

عواملی نظیر رطوبت، حشرات و موجودات زنده، رشد نامنظم تنه درخت، شرایط بد محیط رشد و نمو درخت و نگهداری و انبارداری نامناسب، بر خواص چوب تأثیرگذار هستند. در این میان، رطوبت مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر خواص چوب است.

تأثیر رطوبت در چوب: حدود ۲۰ تا ۶۰ درصد وزن درختان زنده را آب تشکیل می دهد که به طور متوسط ۵ تا ۱۵ درصد آن در چوب درونی و ۱۵ تا ۴۵ درصد آن در چوب بیرونی تنه درخت جریان دارد. پس از قطع کردن درخت، از میزان رطوبت آن کاسته شده و به حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد می رسد. چوب قطع شده، رطوبت خود را با هوای محیط اطراف خود یکسان می کند. اگر چوب به روش طبیعی، کاملاً خشک شود و سپس در مجاورت رطوبت هوا قرار گیرد، پس از مدتی رطوبت هوا را به خود جذب می کند. حال اگر همین چوب در هوای گرم و خشک قرار گیرد، پس از مدتی رطوبت خود را از دست می دهد و خشک می شود. این تغییرات فیزیکی از خواص و معایب چوب محسوب می شود که باعث معایب زیر می شود:

(الف) چوبی که رطوبت جذب کند، سنگین تر می شود و در مدل سازی مصرف ندارد.

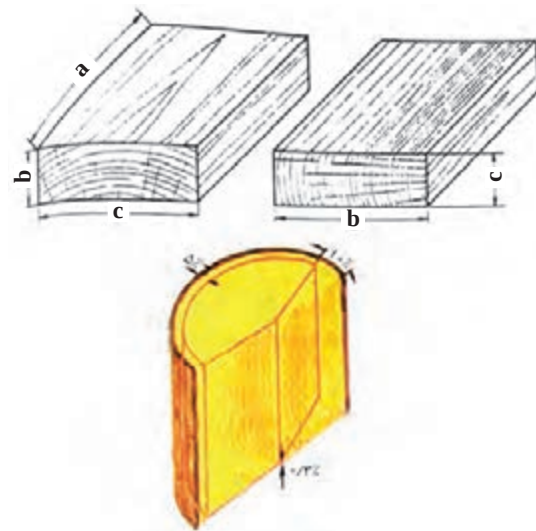
(ب) چوب های مرطوب، مستعد رشد قارچ ها هستند.

(ج) در اثر جذب رطوبت، بعضی از خواص چوب کاهش می یابد.

(د) در اثر کم و زیاد شدن میزان رطوبت، در شکل و حجم چوب، تغییراتی حاصل می شود که آن را اصطلاحاً کار کردن چوب می نامند. کار کردن چوب بدترین و مضرترین ویژگی آن است و تغییراتی که به نام کار کردن چوب در حجم و فرم آن ظاهر می شود، در صنایع چوب به نام های کاستن، منبسط شدن، انداختن، کشیده شدن، پیچیده شدن و ترک خوردن چوب شناخته می شوند.

کاستن: در اثر تبخیر آب، جداره های سلول چوب، خود را جمع کرده و به هم نزدیک می شوند. همچنین در اثر تبخیر آب، از حجم و وزن چوب کاسته می شود. مقدار کاسته شدن در قسمت های مختلف چوب یکسان نیست. با توجه به شکل ۲ این مقدار در جهت طولی (a)، ۱/۰ تا ۳/۰ درصد، در جهت اشعه های مرکزی (b)، ۵ درصد و در جهت حلقه های سالیانه (c)، ۱۰ درصد است.

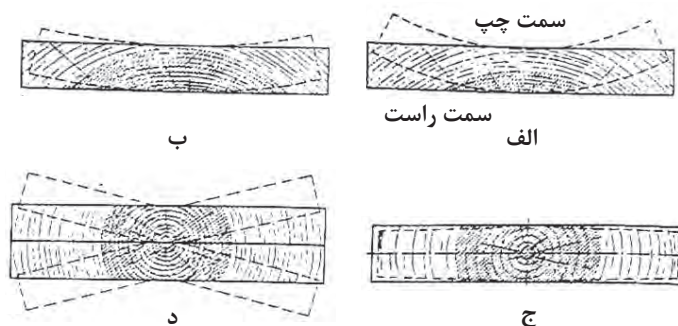
منبسط شدن: چوب در هوای مرطوب، رطوبت هوا را به خود جذب می کند و باعث زیاد شدن حجم و وزن آن می شود، این تغییر را منبسط شدن چوب می نامند. به عنوان مثال اگر قطعه چوبی که در هوای آزاد به طور طبیعی خشک شده باشد، به مدت ۱/۵ تا ۲ ماه در آب قرار گیرد، حجم و وزن آن برابر حجم و وزن زمان بریده شدن از درخت می شود.



شکل ۲

انداختن: تخته های به دست آمده از یک تنه درخت، اغلب به دو گروه تخته های مرکزی (چوب پیر) و تخته های جانبی (چوب جوان) تقسیم می شوند. چوب جوان نسبت به چوب پیر مقدار بیشتری آب دارد و پس از خشک شدن، حجمش بیشتر از چوب پیر کاسته می شود. این تفاوت در جمع شدن بین چوب جوان و پیر، باعث حرکت (تغییر شکل) چوب و در نتیجه سینه شدن آن در جهت عرضی می شود که آن را اصطلاحاً انداختن چوب می نامند.

قسمت سینه یا برجسته تخته را سمت راست و قسمت کاس یا فرورفته آن را سمت چپ می نامند (شکل ۳).



شکل ۳- انداختن چوب در حالت های مختلف

### خط کشی مدل (انتقال نقشه روی چوب)

انتقال تمامی و یا بخشی از نقشه مدل سازی بر روی قطعات چوبی، فلزی و یا پلاستیکی را خط کشی مدل می نامند. قبل از خط کشی قطعه کار، آن را گونیا می کنند. گونیا کردن قطعه کار چوبی را اصطلاحاً یک رو یک نر کردن می نامند.

مدل سازان، ابزار خط کشی مدل را به دو دسته تقسیم بندی کرده اند:

۱ وسایل خط کشی مانند: مداد و سوزن خط کش، پرگار معمولی و میله ای، خط کش تیره دار، گونیای ۴۵ و ۹۰ درجه.

۲ وسایل کمکی در خط کشی مانند: منشور مرکز یاب و گونیای مرکز یاب، سوزن خط کش پایه دار، سنبه نشان، صفحه صافی و میز خط کشی.

### برش کاری

جدا کردن چوب در جهت های عرضی و طولی را برش کاری می گویند. جدا کردن عمود بر جهت الیاف چوب را عرض بُری (قطع کردن) و جدا کردن موازی با الیاف چوب را طول بُری می نامند.

برش کاری دقیق، ضامن تولید مدل هایی با کیفیت ابعادی و سطحی بالا است. برشی را که سراسر طول آن به یک اندازه از محل خط کشی مدل فاصله داشته باشد، برش دقیق می نامند. برای انجام چنین برش هایی انتخاب ابزار مناسب و سالم، همچنین مهارت کافی در استفاده از آن وسیله، لازم و ضروری است. به همین منظور نیاز است با انواع دستگاه های برش کاری و نکات ایمنی آنها قبل از شروع به کار آشنا شویم.

پرسش

چرا برش کاری با فاصله از خط اصلی (در بخش دور ریز) انجام می گیرد؟





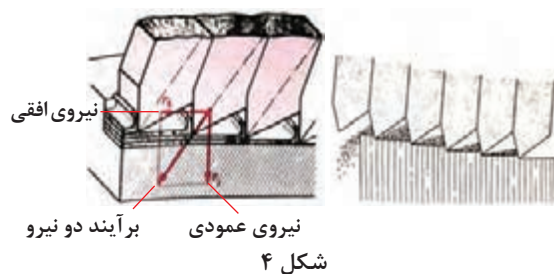
در قالب کار گروهی، ابزارهای برش کاری که برای ساخت مدل های چوبی استفاده می شوند را فهرست کنید و کاربردها و نکات ایمنی در استفاده از هر یک را بنویسید. لازم است یکی از اعضای گروه نتایج به دست آمده را در کلاس درس ارائه کند.

## ابزارهای برش کاری (اره ها)

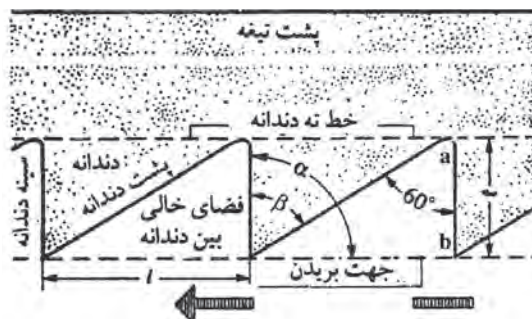
برای بریدن و جداسازی چوب ها با توجه به خواص، حجم و جهت الیاف چوب، همواره از ابزار و وسایل مختلفی استفاده می شود که ابزار برش کاری نامیده می شوند. از آنجایی که بخش برنده در تمامی این وسایل، دارای دندانه های تیز است؛ بنابراین به کلیه ابزار برش کاری چوب، اره گفته می شود. اره ها با توجه به شکل و نوع تیغه به دو گروه اره دستی و اره ماشینی تقسیم می شوند.

### اره های دستی

برای بریدن چوب در جهت های طولی و عرضی و همچنین بریدن فاق، زبانه و شکاف ها، اره هایی ساخته شده اند که از نظر شکل ظاهری به دو گروه اره های کلافی (مانند دندانه درشت و دندانه ریز) و اره های غیرکلافی (مانند ظریف بر، دم روباه، نوکی و روکش بر) دسته بندی می شوند. از آنجایی که مشخصات مربوط به دندانه اره ها در کاربرد آنها نقش اساسی دارد، بنابراین در ابتدا ضروری است توضیحاتی در ارتباط با ویژگی های دندانه اره ارائه شود.



دندانه های اره تأثیر قلم کوچک تیزی را دارند (تأثیر گوه) که در اثر نیروی دست یا ماشین در چوب فرو می روند و آن را برش می دهند (شکل ۴). چوب قابلیت بریده شدن توسط تیغه های اره در جهت های مختلف را دارد و مقاومت آن در برابر تیغه های اره، بستگی به فرم دندانه، جهت برش، جنس چوب (نرمی و سختی) و میزان خشک بودن (درصد رطوبت) دارد. فرم دندانه های اره به شکل مثلث است و تأثیر آن روی برش چوب، به مقدار زاویه برش (آلفا) بستگی دارد. زاویه برش در اره های چوب بری معمولاً بین ۸۰ تا ۱۱۵ درجه است که تا زاویه ۹۰ درجه را خشن بر و از ۹۰ درجه به بالا، ظریف بر گفته می شود (شکل ۵).



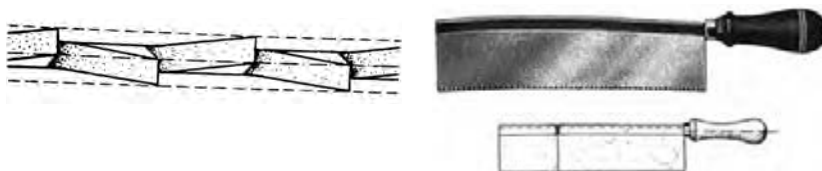
$a$  = قوس ته دندانه  
 $b$  = نوک دندانه  
 $l$  = گام دندانه  
 $t$  = ارتفاع دندانه  
 $\alpha$  = زاویه برش  
 $\beta$  = زاویه گوه

شکل ۵- مشخصات دندانه اره



مقاومت تیغه اره در برابر چوب، بستگی به زاویه برش، تعداد دندانها، فاصله بین دندانها (گام دندان) و ارتفاع دندانها دارد. هر چه فاصله بین دندانها بیشتر باشد، به همان نسبت برش خشن تر و مقدار خاک اره بیشتری خارج می شود. برای بریدن چوب های نرم و برش های طولی از اره های دندان درشت و برای بریدن چوب های سخت از اره های دندان ریز استفاده می شود.

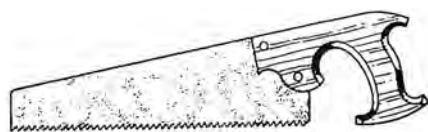
۱- **اره ظریف بر با دسته راست:** این اره از یک تیغه و دسته تشکیل شده است (شکل ۶). تیغه در داخل یک پشته آهنی نصب می شود تا از لرزش آن در هنگام بریدن جلوگیری شود. دندان این نوع اره ها، کم چپ و راست است. از این اره برای برش های ظریف استفاده می شود. طول تیغه اره ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی متر است.



(ب) چپ و راست دندانهای اره

(الف) اره دستی ظریف با دسته راست

شکل ۶

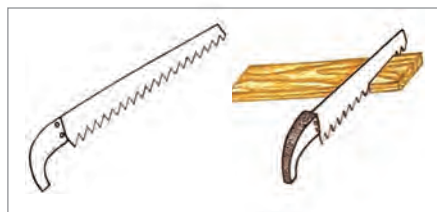


شکل ۷- اره دستی دم روباه

۲- **اره دم روباه:** این اره از یک تیغه و دسته تشکیل شده است. از آنجایی که انتهای تیغه، پهن تر از نوک آن است، به آن اره دم روباه گفته می شود. دندانهای این اره در دو نوع ظریف (کم چپ و راست) و درشت (پر چپ و راست) ساخته می شود. این اره برای بریدن و قطع کردن چوب، صفحات چند لایه، صفحات نئوپان، فیبر و امثال آنها کاربرد دارد. طول تیغه اره حدود ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی متر است (شکل ۷).

### برش کاری با اره دستی

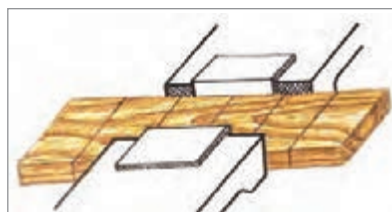
روش صحیح بستن قطعه کار و برش کاری صحیح با اره دستی در جهت ضخامت چوب و پهناي چوب به ترتیب در شکل های ۸، ۹ و ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰- برش در جهت پهنای چوب



شکل ۹- برش در جهت ضخامت چوب

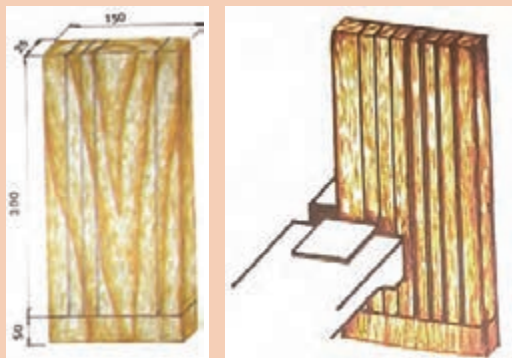


شکل ۸- طریقه صحیح بستن قطعه به گیره



## خط کشی و برش کاری روی چوب و کنترل ابعاد

### نقشه کار:



### وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- ۱ مداد
- ۲ خط کش فلزی ۳۰ سانتی متری
- ۳ متر فلزی
- ۴ سنبه نشان
- ۵ اره دستی
- ۶ میز کار

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ قطعه چوبی به ابعاد  $۲۵ \times ۱۵۰ \times ۳۰۰$  میلی متر از هنرآموز محترم خود دریافت کنید.
- ۲ ابتدا ابعاد چوب خود را که تحویل گرفته اید با متر اندازه گیری و بررسی کنید.
- ۳ خط کشی را مطابق اندازه مورد نیاز روی چوب انجام دهید.
- ۴ قطعه چوب را به نحوی به گیره ببندید که حداقل ۳ برش خارج از گیره باقی بماند.
- ۵ به آرامی برش کاری را شروع کنید و تا انتهای خط ترسیمی ادامه دهید تا سبب لاشه شدن<sup>۱</sup> چوب نگردد.
- ۶ ابعاد قطعات برش خورده را به وسیله ابزار اندازه گیری، کنترل کرده و میزان خطا در هر برش را یادداشت کنید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها و نخاله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## اره های ماشینی

برای برش کاری تعداد زیادی قطعه چوب و یا برش کاری چوب های با ابعاد بزرگ، از اره های ماشینی استفاده می شود. از مهم ترین اره های ماشینی می توان به اره مجموعه (میزی)، اره نواری (فلکه)، اره فارسی بر، اره عمودبر و اره گردبر اشاره کرد.

۱- لاشه شدن چوب به معنای جدا شدن قسمتی از چوب به دلیل خشن بری است.



اره مجموعه‌ای (میزی): این اره معمولاً برای برش کاری چوب‌هایی با ضخامت کمتر از ۱۰ سانتی‌متر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اره مجموعه‌ای بسیار قدرتمند بوده و در صورت استفاده نادرست، خطرناک است. این نوع اره، مخصوص برش صفحاتی نظیر تخته سه‌لایی، نئوپان، ام دی اف و چوب طبیعی است (شکل ۱۱).



### استفاده از اره مجموعه‌ای

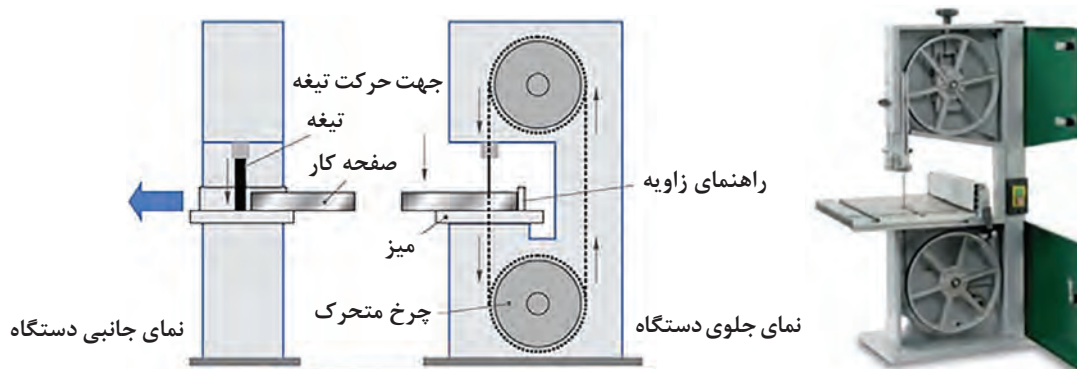
- ۱ برای اره مجموعه‌ای لازم است از فیوز مینیاتوری استفاده شود تا در مواردی که اشکالات الکتریکی پدید می‌آید برق دستگاه قطع گردد.
- ۲ استفاده از عینک ایمنی هنگام کار جهت محافظت از چشم‌ها در مقابل گرد و غبار تراشه چوب و همچنین ماسک به منظور جلوگیری از ورود گرد و غبار به مجاری تنفسی الزامی است.
- ۳ پیش از استفاده از اره مجموعه‌ای، روش صحیح کار با آن را زیر نظر هنرآموز، آموزش ببینید.
- ۴ در هنگام استفاده از اره مجموعه‌ای مراقب کابل برق دستگاه باشید.
- ۵ به منظور حرکت دادن (پیش‌برون) قطعه کار به سمت جلوی تیغه اره، از تکه‌های چوب (هادی‌ها) استفاده کنید تا از نزدیک شدن دست‌ها و انگشتان به تیغه برش اره مجموعه‌ای جلوگیری شود.
- ۶ از یک مکنده مناسب جهت جمع‌آوری گرد و غبار و ذرات ریز از سطح اره مجموعه‌ای استفاده کنید.
- ۷ همواره دست‌ها و انگشتان را از تیغه برش اره مجموعه‌ای دور نگه دارید.
- ۸ قبل از اتصال اره مجموعه‌ای به برق، وضعیت تیغه برش را بررسی کنید. در صورتی که تیغه برش اره مجموعه‌ای آسیب دیده و یا فرسوده به نظر می‌رسد از آن استفاده نکنید.
- ۹ وضعیت چوب مورد استفاده را بررسی کنید. پیچ و میخ را از چوب خارج کنید، چرا که اگر به تیغه برش با سرعت زیاد برخورد کنند احتمال پرتاب شدن قطعه کار وجود دارد، ضمن اینکه تیغه اره نیز آسیب خواهد دید.
- ۱۰ هنگام تعویض یا تنظیم تیغه برش و تعمیر و نگهداری اره مجموعه‌ای باید کابل دستگاه را به‌طور کامل از برق خارج کنید.

نکات ایمنی  
و بهداشتی



### اره نواری (فلکه‌ای)

اره نواری شکل ۱۲ یکی از قدیمی‌ترین ماشین‌های صنایع چوب و مدل‌سازی است و برای برش‌های طولی، عرضی و قوس‌بری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

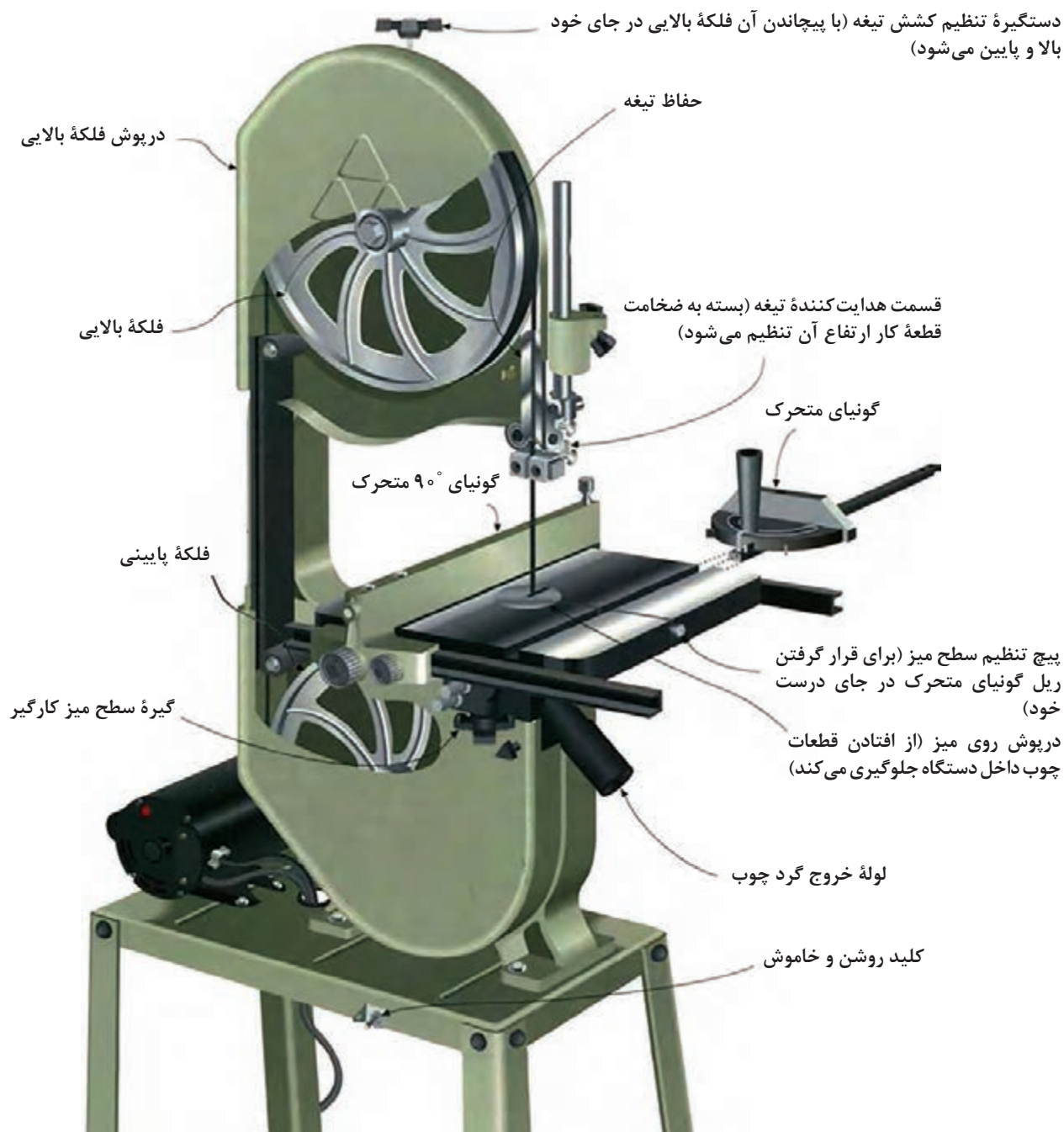


شکل ۱۲- اره نواری (فلکه‌ای)

### قسمت‌های مختلف اره نواری

پایه ماشین: پایه اره نواری معمولاً از چدن ساخته می‌شود و اغلب به پی بتونی پیچ می‌گردد. اجزای مختلف دستگاه بر روی این پایه سوار است (شکل ۱۳).

**فلکه‌های اره:** این ماشین از دو فلکه ثابت و متحرک که در محور خود ثابت هستند، تشکیل شده است. فلکه پایین حرکت چرخشی خود را از الکتروموتور می‌گیرد و این حرکت را توسط تیغه اره به فلکه بالا انتقال می‌دهد. فلکه بالا در جهت طولی متحرک است و امکان تعویض و سفت کردن تیغه اره را فراهم می‌کند. بر روی فلکه بالا یک پیچ تنظیم وجود دارد که از آن برای کنترل حرکت عرضی تیغه اره بر روی فلکه‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱۳- اجزای اره فلکه‌ای

میز کار ماشین: میز کار معمولاً از چدن یا آلایژ آلومینیوم ساخته می شود. میز کار با توجه به عملکرد دستگاه دارای اندازه های متفاوت است. میز ماشین برای برش دادن قطعات، متحرک بوده و می تواند تحت زاویه های مختلف قرار بگیرد. عملکرد اره نواری: با دستگاه اره نواری می توان چوب را در جهت های عرضی و طولی و همچنین قوس بری (منحنی شکل) برش داد. شکل ۱۴ دو نوع قوس بری را نشان می دهد.



شکل ۱۴

## ابزارهای تراشی (رنده ها)

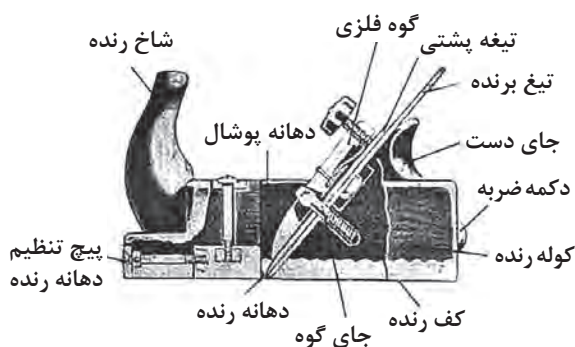
لایه برداری نرم و خشن از سطح چوب، به منظور به دست آوردن ابعاد مورد نیاز و یا رسیدن به شکل خاصی از چوب را، رنده کاری یا تراشیدن چوب و ابزار آن را رنده دستی یا ماشین رنده می گویند. این ابزارها به دو دسته رنده های دستی (چوبی و فلزی) و رنده های ماشینی (کف رند، رنده گندگی، خراطی، و فرز) تقسیم می شوند.

خالی کردن قسمت های داخلی چوب با کدام یک از ابزارها و ماشین های نام برده شده انجام می گیرد؟

با جست و جو در اینترنت، تصاویر انواع رنده های دستی را بیابید و کاربرد آنها را توضیح دهید (نتایج جست و جوی خود را به هنرآموز محترم تحویل دهید).

**رنده دستی:** رنده دستی یکی از پرکاربردترین وسایل مورد استفاده در بین مدل سازان و صنعتگران برای رنده کردن و صاف کردن سطوح چوبی است. رنده ها از نظر جنس بدنه به دو گروه رنده های چوبی و فلزی، و از نظر شکل ظاهری تیغه و کاربرد آن به انواع: قاشچی، یک تیغه، دو تیغه، بغل و خشی تقسیم بندی می شوند.

**ساختمان رنده چوبی:** کوله چوبی، تیغه برنده، گوه یا بن افشار و چند پیچ نگهدارنده و تنظیم کننده، ساختمان رنده چوبی را تشکیل می دهند. کوله چوبی از تنه رنده، شاخ رنده و دستگیره تشکیل شده است. در داخل کوله، یک شکاف برای قرار دادن تیغه رنده و بن افشار ایجاد شده است. قسمت بالای شکاف را دهانه پوشال و قسمت پایین آن را دهانه رنده می نامند. در اغلب رنده ها تیغه رنده و گوه از سمت بالا در داخل شکاف قرار می گیرند.



شکل ۱۵- رنده بدنه چوبی

پرسش



فعالیت  
کلاسی

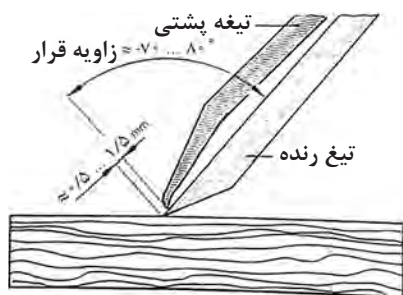


**ساختمان رنده فلزی:** در این نوع رنده، به جای کوله چوبی از کوله آهنی (چدنی یا فولادی)، و به جای دکمه ضربه از پیچ تنظیم که در پشت تیغ قرار دارد، استفاده می‌شود. با چرخاندن پیچ تنظیم به طرف راست و چپ، تیغ رنده در کوله عقب و جلو شده و تنظیم می‌شود. در انتهای تیغ رنده، یک اهرم برای تنظیم جانبی تیغ قرار دارد که با حرکت دادن آن به طرف راست و چپ، لبه تیغ رنده نسبت به کف رنده تنظیم می‌شود. در ابتدا و انتهای کوله، دسته‌های چوبی برای حرکت دادن رنده روی جوب نصب شده است (شکل ۱۶).



در سطح تیغ‌های خاص مانند: رنده دو تیغ، رنده بلند و رنده پرداخت، یک شکاف سرتاسری برای قرار دادن تیغه پشتی ایجاد شده است. تیغه پشتی در روی قسمت تخت تیغ اصلی به وسیله یک پیچ با فاصله ۵/۵ تا ۱/۵ میلی‌متر تنظیم می‌شود. تیغه پشتی، لبه برنده ندارد وظیفه آن فقط تقویت تیغ اصلی (ایجاد نیروی عکس‌العمل) به منظور هر چه تمیزتر و صاف‌تر رنده کردن سطح چوب است (شکل ۱۷).





برای خروج بهتر پوشال از دهانه رنده، زاویه قرار تیغه پستی از ۹۰ درجه به ۷۰ تا ۸۰ درجه کاهش یافته است (شکل ۱۸).

شکل ۱۸

**زاویه برش:** مجموع دو زاویه گوه و آزاد را زاویه برش می‌گویند. شکل ۱۹- الف زاویه گوه در اغلب تیغ‌رنده‌ها ۲۵ درجه است که این زاویه ممکن است در اثر کشیدن لبه تیغ روی سنگ نفت کمی تغییر کند. چنانچه زاویه گوه کمتر از ۲۵ درجه باشد، رنده کاری چوب‌های سخت و گره‌دار آسان‌تر خواهد بود. ولی اگر این اندازه بیشتر از ۲۵ درجه باشد، رنده کاری سخت‌تر است. در این صورت، پوشال ایجاد شده ضخیم است و سطح چوب، خشن و انرژی بیشتری مصرف می‌شود. زاویه گوه را زاویه پخ تیغ رنده نیز می‌نامند. چنانچه زاویه گوه دقیقاً ۲۵ درجه باشد، طول پخ تیغ رنده تقریباً ۲/۵ برابر ضخامت تیغ رنده می‌شود. در اثر پخ زدن تیغ رنده، زاویه آزاد ایجاد می‌شود. مقدار زاویه آزاد رنده‌ها بستگی به زاویه قرار تیغ آنها در کوله دارد. به‌عنوان مثال، مقدار زاویه آزاد در رنده‌های معمولی نسبت به زاویه آزاد در رنده خشی، چنین است:

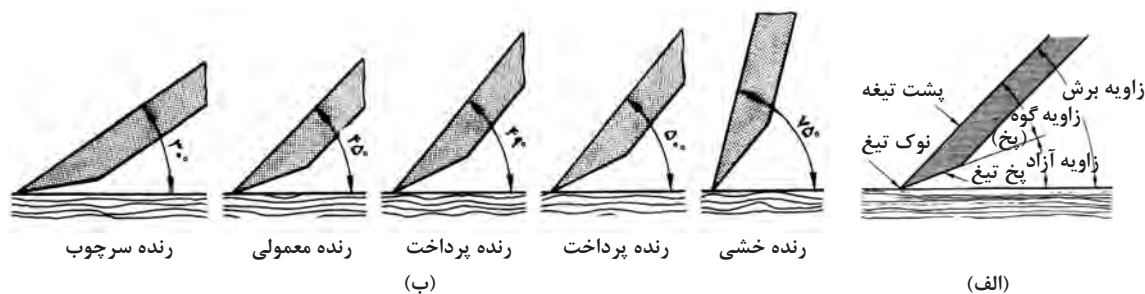
**الف) رنده‌های معمولی** زاویه آزاد = زاویه گوه - زاویه قرار تیغ

$$45 - 25 = 20$$

**ب) رنده خشی** زاویه آزاد = زاویه گوه - زاویه قرار تیغ

$$75 - 25 = 50$$

شکل ۱۹- ب، زاویه قرار تیغ (زاویه برش) انواع رنده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹- الف- زاویه برش و ب- زاویه قرار

**تیز کردن تیغ رنده:** هر چه لبه برنده تیغ رنده تیزتر باشد، به همان نسبت، سطوح چوب تمیزتر و صاف‌تر رنده می‌شود. بنابراین، بعد از کند شدن تیغ رنده باید بلافاصله آن را تیز کرد. تیز کردن تیغ رنده در دو حالت انجام می‌شود. حالت اول موقعی است که لبه برنده تیغ در اثر کار زیاد و برخورد با رگه‌های سخت و گره‌دار چوب کند می‌شود و حالت دوم زمانی است که لبه برنده تیغ با میخ یا آهنک<sup>۱</sup> موجود در چوب برخورد می‌کند و پریدگی در آن ایجاد می‌شود. در حالت اول، تیغ رنده را با سنگ نفت تیز می‌کنند. در حالت دوم، ابتدا تیغ را با ماشین چرخ سنگ سنباده می‌سایند و سپس آن را با سنگ نفت تیز می‌کنند.

۱- در بعضی از درختان، هنگام رشد، مواد آهنی وارد تنه می‌شود که اصطلاحاً آهنک نام دارد.

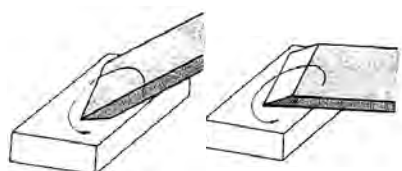




شکل ۲۰- تصویر تیزکن ماشینی

**طرز ساییدن تیغ رنده:** برای ساییدن تیغ رنده، از ماشین چرخ سنگ سنباده استفاده می‌شود. قبل از روشن کردن ماشین، تکیه‌گاه آن را مطابق زاویه پخ تیغ تنظیم می‌کنند و پس از قرار دادن تیغ روی تکیه‌گاه و روشن کردن ماشین، آن قدر آن را به سمت چپ و راست حرکت می‌دهند تا لبه‌های آن صاف شود (شکل ۲۰). برای جلوگیری از سوختن لبه تیغ (آبی رنگ شدن آن) و پله‌پله شدن سطح پخ، باید آن را با حرکت یکنواخت و فشار مساوی روی تکیه‌گاه و چرخ سنگ سنباده به حرکت درآورد. تیغ‌هایی که لبه آنها در اثر بی‌دقتی آبی رنگ می‌شود، مقاومت اولیه خود را از دست می‌دهند. بنابراین، چوب را به خوبی رنده نمی‌کنند (کیفیت اولیه خود را از دست می‌دهند).

**سنگ نفت یا سنگ آب:** بعد از ساییدن تیغ رنده به وسیله ماشین سنگ سنباده، آن را با سنگ نفت یا سنگ آب تیز می‌کنند تا پوشال‌برداری روی چوب به نحو مطلوب انجام شود. قبل از انجام این کار، سنگ نفت را آغشته به نفت و سنگ آب را آغشته به آب می‌کنند. آغشته کردن سنگ به آب و یا نفت بستگی به نوع سنگ دارد، به عنوان مثال، یک سنگ نفت طبیعی ممکن است با آب کار کند و سنگ نفت طبیعی دیگری، که از ترکیب کوارتز ساخته شده است، با نفت یا روغن کار کند و بعضی دیگر از سنگ‌های نفت مصنوعی، هم با آب و هم با نفت قابل استفاده هستند.

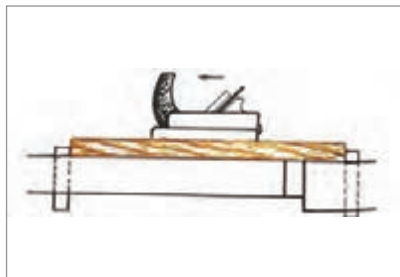


شکل ۲۱

**طرز پلیسه‌گیری تیغ رنده:** در اثر ساییدن تیغ رنده به وسیله ماشین سنگ سنباده، سطح آن خشن می‌شود. برای از بین بردن این خطوط، پخ تیغ را آنقدر روی سطح سنگ حرکت می‌دهند تا سطح آن صیقل شود. در اثر این حرکت، لبه بسیار ظریفی در پشت تیغ اره (قسمت تخت آن) ایجاد می‌شود که اصطلاحاً پلیسه نامیده می‌شود. با کشیدن پشت تیغ رنده روی سنگ نفت و بالعکس (این حرکت را چندین بار تکرار می‌کنند) پلیسه از بین رفته و تیغ رنده، تیز می‌شود. حرکت تیغ رنده روی سنگ نفت به شکل دایره یا بیضی انجام می‌شود (شکل ۲۱).

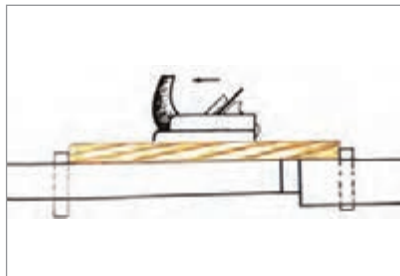
## رنده‌کاری

از بین بردن خطوط ناشی از برش اره و ناهمواری‌های سطوح چوب به وسیله رنده‌های دستی و ماشینی را رنده‌کاری می‌گویند. در بعضی از کارهای مدل‌سازی، رنده کردن چوب به وسیله ماشین امکان‌پذیر نیست و مدل‌ساز مجبور است قطعه کار را با دست رنده کند. برای رسیدن به این مهارت، در این کتاب فقط به آموزش و تمرین رنده‌کاری با دست اشاره شده است.



شکل ۲۲

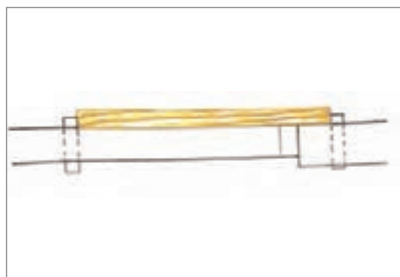
رنده‌کاری در جهت الیاف چوب: مناسب‌ترین حالت رنده‌کاری، رنده کردن چوب در جهت الیاف آن است. در این حالت، پوشال‌ها لطیف، سطح چوب صاف و حرکت پیشروی رنده خوب است، در نتیجه انرژی کمتری مصرف می‌شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۳

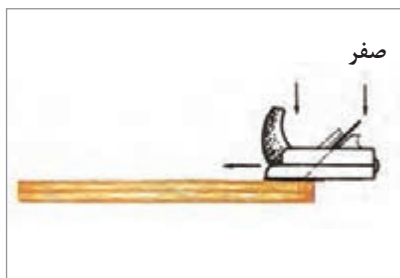
رنده‌کاری در خلاف جهت الیاف چوب: هنگام رنده‌کاری، پوشال‌ها زیر و ضخیم و سطح چوب ناصاف است. در نتیجه، حرکت پیشروی کند و انرژی زیادی مصرف می‌شود. بنابراین، در صورت امکان باید از رنده کردن چوب در این جهت خودداری شود (شکل ۲۳).

### مراحل رنده‌کاری



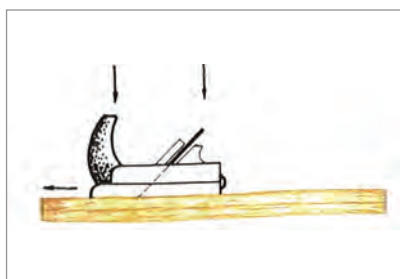
شکل ۲۴

الف) بستن قطعه کار: ابتدا چوب را در پهنا روی صفحه میز کار بین گیره قرار داده و سپس آن را محکم می‌کنند (شکل ۲۴).



شکل ۲۵

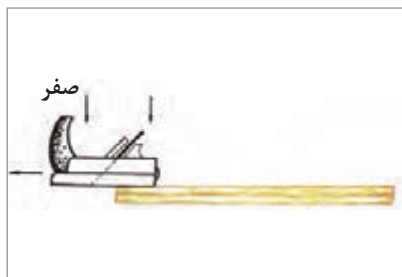
ب) شروع عملیات رنده‌کاری: با وارد آوردن نیروی عمودی و افقی روی شاخ رنده (جلوی رنده) عملیات رنده‌کاری آغاز می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۶

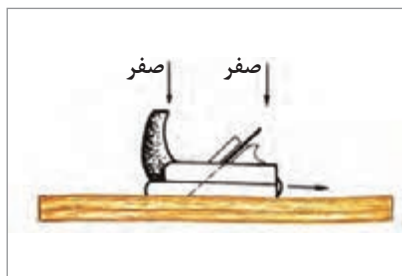
ج) عملیات رنده‌کاری: با حرکت دادن رنده به‌طرف جلو، کف رنده با سطح قطعه کار تماس کامل حاصل می‌کند. در این حالت با اعمال سه نیرو روی رنده، عمل رنده‌کاری انجام می‌شود (شکل ۲۶).





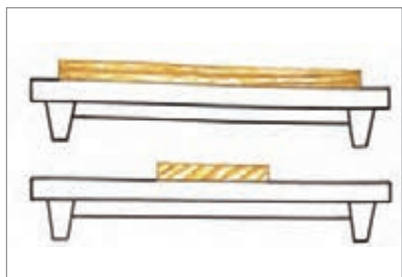
شکل ۲۷

د) پایان رنده کاری: با هدایت رنده به انتهای قطعه کار، یک مرحله کامل رنده کاری (رفت رنده) انجام می گیرد (شکل ۲۷).



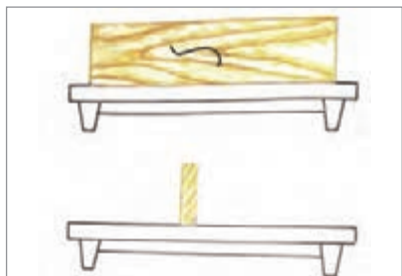
شکل ۲۸

ه) عملیات برگشت رنده: در هنگام برگشت دادن رنده، فقط نیروی افقی اعمال می شود یعنی در این حالت باید سعی شود که رنده را کمی از سطح چوب بالاتر نگاه داشته و سپس با اعمال نیروی افقی آن را به طرف عقب برگشت داد (شکل ۲۸).



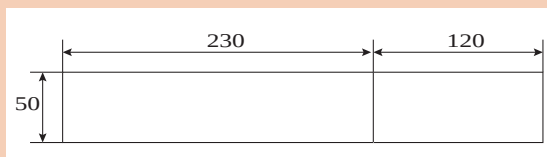
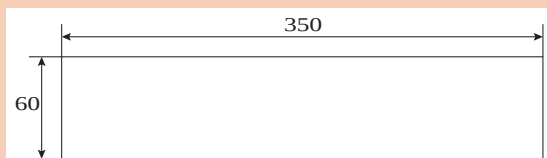
شکل ۲۹

و) مرحله کنترل صافی سطح چوب (پهنای تخته): بعد از رنده کردن سطح چوب (پهنای تخته)، آن را روی سطح صفحه صافی قرار داده و از گونیا شدن آن اطمینان حاصل شود (شکل ۲۹).



شکل ۳۰

ز) مرحله کنترل صافی سطح پهلو (ضخامت تخته): بعد از رنده کردن پهلو چوب (ضخامت تخته)، گونیایی بودن سطح آن به وسیله صفحه صافی کنترل می شود (شکل ۳۰).



## رنده کاری

### نقشه کار:

### وسایل مورد نیاز:

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| ۱ مداد              | ۵ اره دستی  |
| ۲ رنده چوبی یا فلزی | ۶ صفحه صافی |
| ۳ متر فلزی          | ۷ میز کار   |
| ۴ سنبه نشان         |             |

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ قطعه چوبی به ابعاد  $۳۵۰ \times ۶۰ \times ۲۵$  میلی‌متر از هنرآموز محترم خود دریافت کنید.
- ۲ ابتدا ابعاد چوب را با متر اندازه‌گیری و بررسی کنید.
- ۳ قطعه چوب را به نحوی به گیره ببندید که عملیات رنده کاری به راحتی انجام شود.
- ۴ ابعاد قطعه چوب را توسط عملیات رنده کاری به ابعاد نقشه برسانید.
- ۵ سطوح رنده کاری شده را توسط صفحه صافی کنترل کنید.

### نکته:

- میز کار، محیط کارگاه تمیز شود و دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها تفکیک شود.
- در هنگام کار، مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نشود.

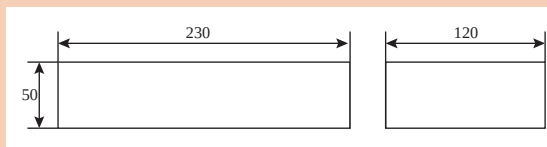


## خط کشی و برش کاری چوب

### نقشه کار:

### وسایل مورد نیاز:

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| ۱ مداد            | ۵ اره دستی  |
| ۲ خط کش فلزی مدرج | ۶ صفحه صافی |
| ۳ متر فلزی        | ۷ میز کار   |
| ۴ سنبه نشان       |             |



### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد قطعه کار آماده شده در فعالیت ۲ را کنترل و اندازه گیری کنید.
- ۲ خط کشی روی سطح چوب را مطابق نقشه کار انجام دهید.
- ۳ قطعه چوب را به گونه ای به گیره ببندید که بتوان عملیات برش کاری را به آسانی انجام داد.
- ۴ به آرامی برش را شروع کنید و عمل برش را تا انتهای خط ترسیمی ادامه دهید تا سبب لاشه شدن چوب نگردد.
- ۵ قطعات بریده شده را به وسیله خط کش کنترل کنید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها و نخاله ها ضرورت دارد.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## ماشین های تراش

### ۱- ماشین های رنده

ماشین رنده کف رند: از این ماشین برای رنده کردن کف و پهلوی چوب (یک رو یک نر کردن) و گونیا نمودن سطح چوب استفاده می شود. این ماشین از سه بخش اصلی، پایه، میز و نیروی محرکه تشکیل شده است. جنس پایه و میز، فلزی است. سایر وسایل کمکی آن عبارتند از: گونیای طولی (روی صفحه میز نصب می شود)، حفاظ ها، برای جلوگیری از خطر برخورد دست با لبه برنده تیغ رنده، و هادی های چوبی یا پلاستیکی به منظور جلو راندن قطعات کوچک چوب روی تیغ رنده، مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- ماشین کف رند

ماشین رنده گندگی: یکی از مهم‌ترین ماشین‌های پوشال‌برداری (رندیدن) ماشین گندگی است. در ماشین گندگی از تکنیکی ساده برای لایه‌برداری سطوح الوارها یا تخته‌ها استفاده شده است. اجزای مهم این ماشین عبارت‌اند از: یک استوانه گردنده (تویی) که روی آن معمولاً چند تیغ ۲ تا ۵ میلی‌متری نصب شده است که وظیفه لایه‌برداری روی سطوح چوب را بر عهده دارد و یک غلتک دنداندار که کشندگی چوب به سمت تیغ‌ها را انجام می‌دهد. با حرکت دادن میز دستگاه توسط فرمان تنظیم دستی و یا اتوماتیک، به محض تماس الوار با غلتک دنداندار کشنده، چوب به سمت تیغ‌ها هدایت می‌شود و عمل تراش کاری (پوشال‌برداری) روی سطح آن انجام می‌گیرد (شکل ۳۲).



شکل ۳۲

- ۱ بعد از آموزش‌های لازم، تحت نظارت و راهنمایی هنرآموز محترم اقدام به روشن کردن دستگاه کنید.
- ۲ پیش از روشن شدن کامل دستگاه (سیستم گرداننده تیغ‌ها و غلتک‌های کشنده)، چوب را درون دستگاه قرار ندهید.
- ۳ از گوشی و ماسک تنفسی برای حفاظت در برابر آلودگی صوتی و محیطی استفاده کنید.
- ۴ بعد از تمام شدن کار با دستگاه، اطراف آن را به دقت تمیز کنید تا از پراکنده شدن پوشال‌های چوب در محیط کارگاه جلوگیری شود.
- ۵ برای قرار دادن یا برداشتن چوب رنده شده در دستگاه از دستکش استفاده نمایید، زیرا احتمال خطر وارد شدن لاشه‌های نازک چوب در پوست دست وجود دارد.
- ۶ در صورت استفاده از چوب‌های بازیافتی، به دقت آن را کنترل کنید که میخ، پیچ یا مگنه‌ای در آن نباشد.
- ۷ هنگامی که دستگاه روشن است، برای بررسی و تنظیم خط‌کش مدرج دستگاه، از عینک ایمنی استفاده کنید.
- ۸ از قرار گرفتن در مقابل محل خروج پوشال‌های چوب خودداری کنید.
- ۹ قبل از رنده کردن سطح چوب، پهنای آن را با کف رند گونیا کنید. در صورت گونیا نبودن سطح زیرین چوب، سطح بالایی چوب نیز ناهموار خواهد شد.
- ۱۰ پس از خاموش کردن موتور اصلی دستگاه، دقت کنید که غلتک نیز خاموش شده باشد (چنانچه دستگاه دارای دو موتور مجزا باشد).

نکات ایمنی  
و بهداشتی



**۲- ماشین خراطی:** ماشین خراطی یکی از قدیمی‌ترین دستگاه‌های مکانیکی در صنعت درودگری است که با توجه به قدمت آن احتمال داده می‌شود ایده ساخت این وسیله را از روی چرخ سفال‌گری برگرفته باشند. با ورود این دستگاه به صنایع چوب، تحولی عظیم در ساخت و تولید قطعات مدور با اشکال درونی و بیرونی متفاوت ایجاد شد. ماشین‌های خراطی امروزی با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف، برای حجم‌های مختلف چوب با سرعت دوران‌های مختلف طراحی شده‌اند که همگی با نیروی برق و الکتروموتوری که نیروی محرکه دستگاه را تأمین می‌کند کار می‌کنند. دستگاه خراطی روش کار بسیار ساده‌ای دارد به گونه‌ای که با گرداندن قطعه کار حول محور خود و برخورد هم‌زمان مغار یا قلم برنده باعث لایه‌برداری از سطح چوب شده و اشکالی متقارن با مقاطع دایره‌ای به وجود می‌آورد.

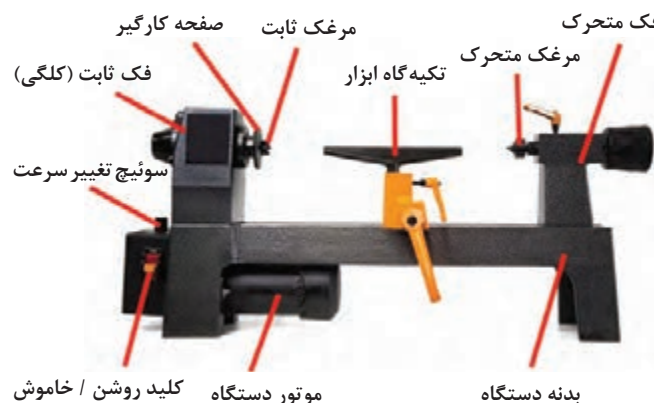
حساس‌ترین و مهم‌ترین بخش ماشین خراطی، بستر ماشین و نیروی محرکه آن است. این ماشین شامل پایه، مرغک، دستگاه ساپورت و تکیه‌گاه‌هایی است که در طول بستر ماشین، قابل جابه‌جایی و تنظیم هستند. بستر ماشین خراطی باید از جنسی ساخته شود که تحمل وزن دستگاه‌های مرغک، ساپورت، و تکیه‌گاه‌ها را داشته باشد. بستر ماشین نباید در اثر کار زیاد، انحناء پیدا کند زیرا که انحناء در بستر ماشین باعث بی‌دقتی در ساخت مدل چوبی می‌شود.



شکل ۳۳

تفاوت بین ماشین خراطی مخصوص مدل‌سازی با ماشین خراطی درودگری در ارتفاع سنتر (محور نیروی محرکه) تا روی سطح بستر ماشین است. با این ماشین می‌توان مدل چوبی تا قطر تقریبی یک متر خراطی و تراشکاری نمود (شکل ۳۳).

### قسمت‌های اصلی یک ماشین خراطی ساده عبارت‌اند از:



شکل ۳۴

- ۱ پایه مرغک متحرک بستر ماشین، مرغک ثابت و مرغک متحرک که در طول بستر ماشین قابل حرکت و تنظیم است.
- ۲ تکیه‌گاه ابزار یا تکیه‌گاه قلم تراش که در طول بستر ماشین قابل حرکت و تنظیم است.
- ۳ کله‌ای و مرغک ثابت (سه نظام و چهار نظام کله‌ای)
- ۴ محل چرخ تسمه و تسمه دوزنقه‌ای برای تغییر دور ماشین
- ۵ دریچه بازدید موتور و تغییر دور ماشین

۶ صفحه نظام داخل تراشی

۷ کلید روشن و خاموش کردن و محفظه الکتروموتور

۸ تکیه‌گاه قلم داخل تراشی

۹ ریل حرکت طولی مرغک متحرک (ریل در طول بستر ماشین متحرک است).

نکات ایمنی  
و بهداشتی



۱ در هنگام خراطی از ماسک و شل محافظ صورت استفاده کنید.

۲ پس از بستن قطعه کار به دستگاه از سفت بودن و بدون حرکت بودن پایه مرغک روی ریل اطمینان حاصل کنید.

۳ فاصله تکیه‌گاه قلم تراش تا قطعه کار را بین ۸ الی ۱۰ میلی‌متر تنظیم کنید. در صورت زیاد بودن فاصله بین تکیه‌گاه و قطعه کار خطر، قاپیدن قلم تراش وجود دارد.

۴ برای وارد کردن فشار کمتر به قطعه کار در حال گردش و کاهش احتمال پرت شدن آن، همواره قلم تراش خود را تیز نگه دارید.

۵ به محض شل شدن یا لق زدن قطعه کار فوراً دستگاه را خاموش کنید.

۶ از هم کلاسی‌های خود بخواهید که به هیچ‌عنوان روبه‌روی شما پشت دستگاه قرار نگیرند.

۷ به هیچ‌عنوان از چوب‌هایی که میخ و گره چوب در آنها است، استفاده نکنید.

۸ هنگامی که از چسب و کاغذ برای ساخت مدل‌های دو تکه استفاده می‌کنید حتماً از خشک شدن چسب اطمینان حاصل کرده، سپس اقدام به خراطی کنید.

۹ از لمس کردن قطعه کار به‌منظور پی بردن به کیفیت سطح آن هنگامی که دستگاه روشن یا در حال دوران است خودداری کنید.

۱۰ در هنگام پرداخت کاری نهایی قطعه کار توسط سوهان و سنباده، آستین‌های لباس کار خود را بالا بزنید.

۱۱ به منظور جلوگیری از خراب شدن پیچ‌های سفت‌کننده پایه مرغک و تکیه‌گاه قلم تراش، آنها را به اندازه کافی محکم کنید و از سفت کردن بیش از حد خودداری کنید.

## جایگاه خراطی در مدل‌سازی

از خراطی در مدل‌سازی معمولاً به منظور:

۱ ساخت مدل‌های استوانه‌ای یک تکه و دو تکه؛

۲ ساخت مدل‌های مدور با ماهیچه سرخود؛

۳ ساخت اجزایی از مدل که بعداً مونتاژ می‌شوند؛

۴ ساخت مدل‌های مدور توخالی با صفحه نظام استفاده می‌شود.

**ساخت مدل‌های دو تکه:** مدل‌های استوانه‌ای، مدل اولیه، مدل ثانویه و مدل‌های صفحه‌ای را می‌توان به‌صورت دو تکه (دو پارچه) توسط دستگاه خراطی ساخت. چنانچه بعد از خراطی، قطعه کار را توسط ماشین اره نواری یا ماشین دیگری به دو نیم تقسیم کنند مقطع مدل از حالت دایره خارج می‌شود، برای جلوگیری از این عیب از قرار دادن کاغذ در محل سطح جدایش قطعه کار استفاده می‌شود؛ به این صورت که در هنگام چوب چسبانی در محل سطح جدایش دو قطعه چوب، از کاغذ روزنامه و چسب چوب (به شکل نقطه‌ای) استفاده می‌شود. کاغذ، لایه‌ای نازک را بین دو سطح قطعه کار ایجاد نموده و از چسبیدن دائمی آنها به یکدیگر جلوگیری می‌کند.

بعد از این مرحله مانند فعالیت خراطی قبل، قطعه کار را مرکز یابی کرده و با توجه به شکل مدل، خراطی می شود. در پایان کار خراطی برای جدا نمودن مدل دو تکه خراطی شده، مغار یا قلم تیزی را در بین سطح جدایش قرار داده و با چکش پلاستیکی یا چوبی ضربه می زنند.

**ساخت مدل های مدور با ماهیچه سرخود:** برای ساخت این نوع مدل ها با ماشین خراطی لازم است پس از قطاع چسبانی و خشک شدن چسب چوب به دو روش زیر قطعه کار را به ماشین خراطی متصل کرد:

۱ استفاده از صفحه پشت بند، پیچ و صفحه نظام

۲ استفاده از چسب آهن و صفحه نظام

با استفاده از صفحه نظام و پشت بند چوبی و پیچ و یا با استفاده از چسب آهن می توان قطعه کار را به ماشین خراطی متصل کرد. نحوه اتصال باید به گونه ای باشد که مرکز قطعه کار با مرکز صفحه نظام با هم منطبق باشند.

نکته



پس از چسبانیدن قطعه کار با چسب روی سطح صفحه نظام برای استحکام بیشتر آن با چکش لاستیکی یا چوبی ضربه های آهسته به قطعه کار وارد می شود. پس از اطمینان از محکم بسته شدن قطعه کار با استفاده از مغار خراطی، داخل تراشی و بیرون تراشی انجام می شود، این مراحل کاری تا پایان ساخت مدل ادامه دارد.

همانند «نکته» توضیح داده شده، مراحل ساخت مدل استوانه ای یک تکه را بنویسید.

فعالیت  
کلاسی



**انواع قلم تراش کاری (مغار خراطی):** این ابزار در انواع و اقسام مختلف ساخته می شود که مهم ترین آنها عبارتند از:

مغار تخت ساده، مغار تخت پخ دار، مغار نیم گرد ساده، مغار نیم گرد فرم دار، مغارهای مخصوص مدل سازی و فرم کاری و مغارهای خراطی.



شکل ۳۵

**مغار تخت:** این مغار در دو نوع ساده و پخ دار ساخته می شود. در مغار ساده فقط لبه برنده پخ دارد. در مغار پخ دار، علاوه بر لبه برنده، پخ سرتاسری در طول مغار ایجاد می شود. این مغارها سبک تر و خوش دست تر هستند به طوری که به راحتی و با سرعت بیشتری در چوب فرو می روند (شکل ۳۵).



شکل ۳۶

**مغار نیم گرد:** این مغار برای جدا کردن و خالی کردن قسمت های قوس دار و نیم گرد به کار می رود. این مغار طبق DIN51142 به عرض های ۴ تا ۵۰ میلی متر ساخته می شود (شکل ۳۶).



مغارهای مخصوص مدل‌سازی: برای تراشیدن و فرم دادن اولیه سطوح چوب و مدل‌های قوس‌دار علاوه بر چوب‌سای و سوهان چوب از این‌گونه مغارها استفاده می‌شود. دنباله این مغار، برعکس سایر مغارها منحنی شکل ساخته می‌شود تا کار کردن با آن راحت‌تر باشد. در هنگام کار کردن، لازم است از ضربه زدن به انتهای دسته خودداری کرد و مغار را فقط با نیروی دست در چوب فرو برد. طول تیغه این مغار، بزرگ‌تر از مغارهای معمولی است که در دو نوع تخت و نیم‌گرد با لبه‌های هلالی شکل به شعاع‌های ۲ تا ۸۰ میلی‌متر ساخته می‌شود (شکل ۳۷).

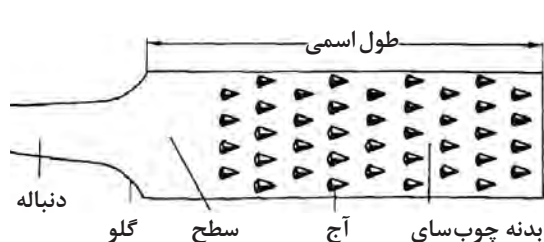


شکل ۳۷

## ابزارهای سایش

### چوب‌سای‌ها و سوهان‌های چوب

برای ساییدن سطوح کج و قوس‌دار و ساخت مدل‌های فرم‌دار علاوه بر اره‌های قوس‌بری و مغارها، از انواع چوب‌سای‌ها و سوهان‌های چوب استفاده می‌شود. چوب‌سای و سوهان چوب، دندانه‌های گوه‌ای شکلی دارند که مانند دندانه‌های اره روی چوب اثر گذاشته و الیاف آن را از یکدیگر جدا می‌کنند. این دندانه‌ها، آج سوهان نامیده می‌شوند. چوب‌سای و سوهان چوب از دو قسمت بدنه اصلی و دنباله تشکیل شده‌اند که روی بدنه اصلی،

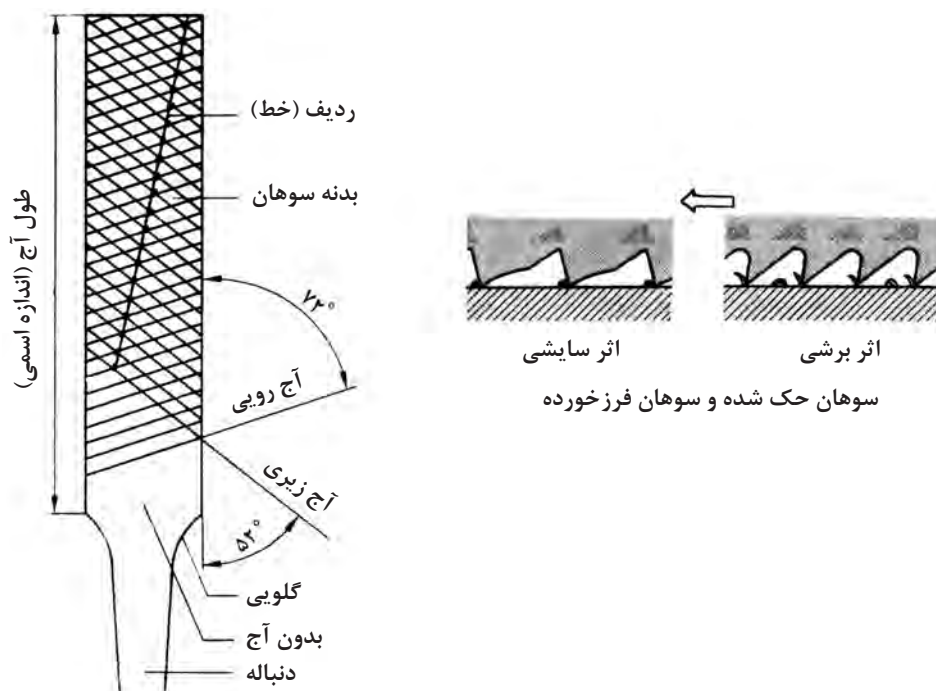


شکل ۳۸

آج چوب‌سای و سوهان ایجاد می‌شود. آج چوب‌سای هرمی شکل است و به وسیله قلم‌های سه‌گوش با روش ضربه زدن با دست یا با ماشین ایجاد می‌شود. تعداد آج‌ها بستگی به نوع چوب‌سای دارد. استاندارد چوب‌سای‌های مدل‌سازی، در هر سانتی‌متر مربع تقریباً سه ردیف آج پیش‌بینی کرده است (شکل ۳۸).



آج سوهان برحسب جنس قطعه کار، به شکل های یک طرفه و دوطرفه ایجاد می شود. آج یک طرفه برای براده برداری مواد نرم و آج دوطرفه برای براده برداری مواد سخت به کار می رود. آج سوهان های چوب، یک طرفه و موجی شکل است (شکل ۳۹).



شکل ۳۹

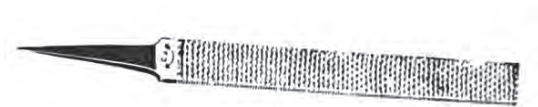
جدول ۱

| شماره آج | درجه آج   | شماره آج | درجه آج    |
|----------|-----------|----------|------------|
| ۱        | خیلی خشن  | ۳        | متوسط      |
| ۲        | خشن (زبر) | ۵        | ظریف (نرم) |

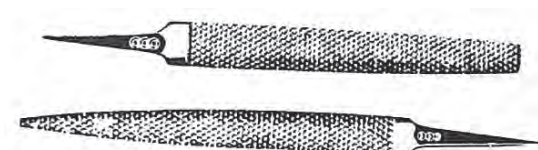
انواع آج از نظر زبری و نرمی در جدول ۱ نشان داده شده است:

### انواع چوبسای

این ابزار برای ساییدن اولیه چوب به کار می رود و به علت داشتن دندانهای درشت (آج زبر) اثر فوری روی چوب گذاشته و آن را به طور خشن می ساید. چوبسای ها انواع مختلف دارند که مهم ترین آنها عبارتند از: چوبسای تخت، چوبسای نیم گرد، چوبسای گرد و چوبسای فرم.



شکل ۴۰



شکل ۴۱

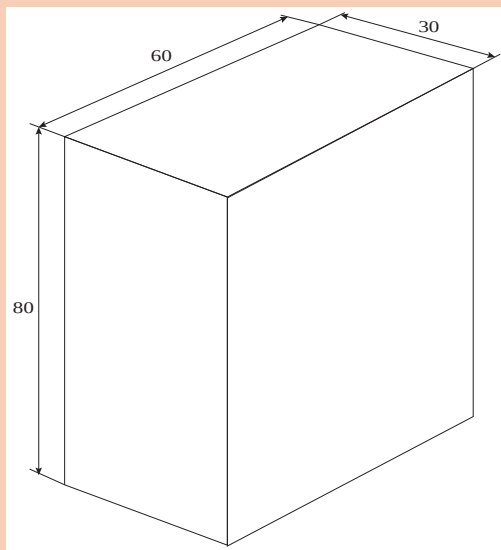


شکل ۴۲

چوب‌سای تخت: برای چوب‌سای کاری سطوح تخت از این وسیله استفاده می‌شود (شکل ۴۰).

چوب‌سای نیم‌گرد: این ابزار با مقطع نیم‌گرد ساخته شده و برای چوب‌سای کاری سطوح قوس‌دار و سطوح تخت به کار می‌رود. چوب‌سای نیم‌گرد در دو نوع نوک تیز و نوک پهن ساخته می‌شود (شکل ۴۱).

چوب‌سای گرد: برای ساییدن داخل سوراخ‌ها و سطوح قوس‌دار به کار می‌رود (شکل ۴۲).



آماده‌سازی جان جعبه ماهیچه چوبی دو تکه (بدون ریشه ماهیچه)

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- |   |                |   |                     |
|---|----------------|---|---------------------|
| ۱ | قطعه کار       | ۵ | کولیس و گونیا       |
| ۲ | اره چوب‌بری    | ۶ | میز کار و صفحه صافی |
| ۳ | رنده و چوب‌سای | ۷ | سنباده              |
| ۴ | خط کش فلزی     |   |                     |

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱ قطعه کار چوبی به ابعاد  $۳۵ \times ۶۵ \times ۳۴۰$  میلی‌متر از هنرآموز خود دریافت کنید.
- ۲ با رنده کاری، ابعاد قطعه کار را به  $۳۰ \times ۶۰ \times ۳۴۰$  میلی‌متر برسانید و با گونیا کنترل کنید.
- ۳ قطعه کار را با اره دستی به طول ۸۵ میلی‌متر برش دهید.
- ۴ قطعه کار را به گیره ببندید و با چوب‌سای از دو طرف، چوب‌سای کاری و گونیا کنید تا به طول ۸۰ میلی‌متر برسد.
- ۵ ابعاد و گونیا بودن قطعات آماده شده را با صفحه صافی و کولیس کنترل کنید.



#### نکته:

- ❑ به منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی و تخریب محیط زیست، قطعه کارهای خود را دور نریزید. با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم گروهی هایتان بر روی هر جزء از قطعه کار، آن را برای استفاده در فعالیت های بعدی و ارزشیابی مرحله ای به هنرآموز خود تحویل دهید.
- ❑ تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها و نخاله ها الزامی است.
- ❑ در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## قوس کاری

براده برداری از روی سطوح منحنی را قوس کاری می نامند. هنگام ساخت منحنی های مختلف روی قطعه کار، باید مراحل انجام گیرد که به آن قوس کاری گفته می شود. این مراحل شامل خط کشی، برش کاری، مغار کاری، چوب سای کاری و ساخت شابلون است.

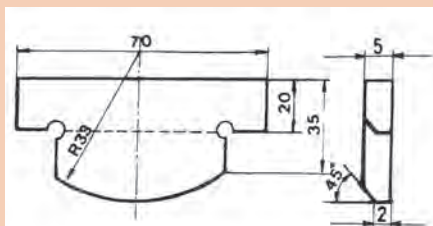
### ساخت شابلون

بهترین وسیله برای کنترل قوس ها و زوایای کار، استفاده از شابلون های آماده یا ساخته شده در کارگاه است. برای کنترل قوس ها و زوایا، از شابلون های مخصوص مدل سازی استفاده می شود که می توان قوس های محدب و مقعر را توسط آنها کنترل کرد. ولی از آنجا که کار مدل سازی بسیار متنوع است و فرم ها و قوس های گوناگونی در هنگام کار پیش می آید، اغلب مدل سازان شخصاً اقدام به ساخت شابلون برای کنترل شکل قطعه خود می کنند. بنابراین لازم است خود هنرجو نیز از همین جا تمرین را شروع کرده و اقدام به ساخت شابلون هایی برای کنترل قوس ها و زوایای قطعه خویش نماید.



## ساخت شابلون طاقی شکل

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱. قطعه کار
۲. اره چوب بری و کمان اره مویی
۳. چوب سای و سوهان چوب
۴. مغار و چکش پلاستیکی
۵. پرگار و گونیا
۶. میز کار و صفحه صافی
۷. سنباده
۸. وسایل خط کشی

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

۱. یک قطعه فیبر یا تخته ۳ لایه انتخاب کنید.
۲. نقشه قوس مورد نظر را با ابزارهای خط کشی بر روی فیبر ترسیم کنید.
۳. تخته زیر کار برش را توسط گیره به لبه میز کار ببندید و فیبر را بر روی تخته قرار دهید و سپس توسط اره مویی، نقشه شابلون ترسیمی بر روی فیبر را برش دهید.
۴. با سنباده نرم، لبه های شابلون برش خورده را تا حدی سنباده بزنید که زبری نداشته باشد. (دقت کنید که سنباده زدن در حد بسیار کم و پلیسه گیری باشد)
۵. به وسیله ابزارهای کنترلی، ابعاد شابلون ساخته شده را کنترل کنید.

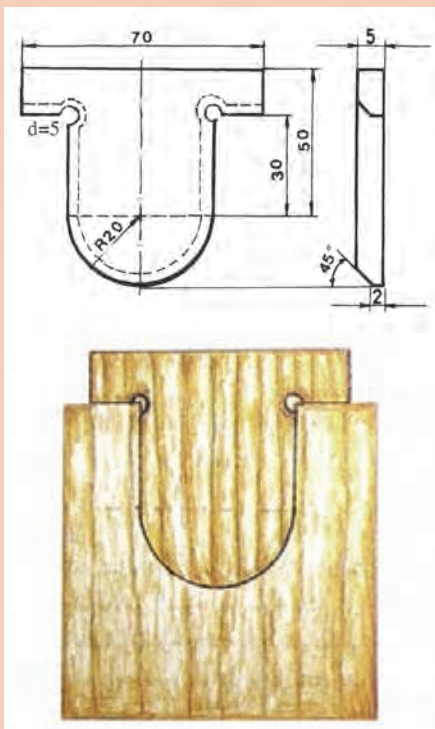
نکته:

- به منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی و تخریب محیط زیست، قطعه کارهای خود را دور نیندازید. با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم گروهی هایتان بر روی هر جزء از قطعه کار، آن را برای استفاده در فعالیت های بعدی و ارزشیابی مرحله ای به هنرآموز خود تحویل دهید.
- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها و نخاله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



## ساخت شابلون قوس نیم دایره

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱. قطعه کار
۲. اره چوب بری و کمان اره مویی
۳. چوب سای و سوهان چوب
۴. مغار و چکش پلاستیکی
۵. پرگار و گونیا
۶. میز کار و صفحه صافی
۷. سنبلاده
۸. وسایل خط کشی

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

۱. یک قطعه فیبر یا تخته ۳ لایه انتخاب کنید.
۲. نقشه قوس مورد نظر را با ابزارهای خط کشی بر روی فیبر ترسیم کنید.
۳. تخته زیر کار برش را توسط گیره به لبه میز کار ببندید و فیبر را بر روی تخته قرار دهید و سپس توسط اره مویی نقشه شابلون ترسیمی بر روی فیبر را برش دهید.
۴. با سنبلاده نرم لبه های شابلون برش خورده را تا حدی سنبلاده بزنید که زبری نداشته باشد. (دقت کنید که سنبلاده زدن در حد بسیار کم و پلیسه گیری باشد)
۵. به وسیله ابزارهای کنترل، ابعاد شابلون ساخته شده را کنترل کنید.

نکته:

- به منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی و تخریب محیط زیست، قطعه کارهای خود را دور نیندازید. با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم گروهی هایتان بر روی هر جزء از قطعه کار، آن را برای استفاده در فعالیت های بعدی و ارزشیابی مرحله ای به هنرآموز خود تحویل دهید.
- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها و نخاله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



## قوس کاری

### نقشه کار:

#### وسایل مورد نیاز:

۱. قطعه کار
۲. اره چوب‌بری
۳. چوب‌سای و سوهان چوب
۴. مغار و چکش پلاستیکی
۵. کمان اره مویی
۶. میز کار و صفحه صافی
۷. سنباده
۸. وسایل خط‌کشی

#### نکات ایمنی و حفاظتی:

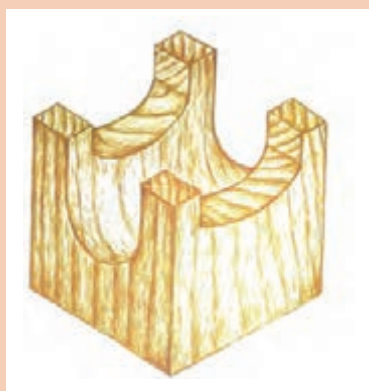
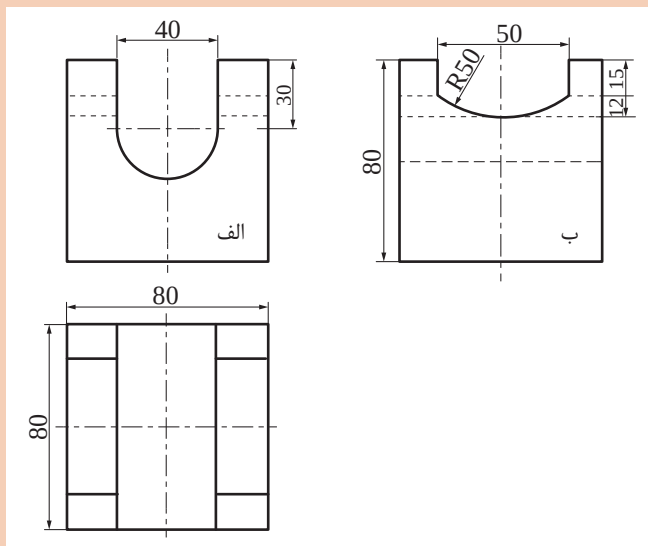
استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

#### مراحل انجام کار:

۱. قطعه کار به ابعاد  $80 \times 80 \times 80$  میلی‌متر را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
۲. خط‌کشی چوب را مطابق نقشه کار انجام دهید.
۳. قطعه چوب را به‌نحوی به گیره ببندید که به‌راحتی بتوان عملیات برش‌کاری را انجام داد.
۴. به آرامی برش را شروع و تا نزدیکی خط نیم‌دایره ادامه دهید تا سبب لاشه شدن چوب نگردد.
۵. شیارهای ایجاد شده را با مغار و چکش جدا کنید.
۶. عمل چوب‌سای‌کاری را انجام داده سپس با سنباده پرداخت‌کاری کنید.
۷. قوس ایجاد شده را با شابلون آماده شده در فعالیت کارگاهی ۵ و ۶ کنترل کنید.

#### نکته:

- به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی و تخریب محیط‌زیست، قطعه‌کارهای خود را دور نیندازید. با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم‌گروهی‌هایتان بر روی هر جزء از قطعه‌کار، آن را برای استفاده در فعالیت‌های بعدی و ارزشیابی مرحله‌ای به هنرآموز خود تحویل دهید.
- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



## ابزار سوراخ کاری (مته‌ها)

برای سوراخ کردن چوب از انواع مته‌های مدرن و ابزار چرخاندن آنها استفاده می‌شود. پیدایش مته‌های امروزی، حاصل تکامل و تغییرات درفش چهار گوش است. تأثیر مته در چوب مطابق قانون اهرم، یک بازویی یا چند بازویی است.

### مته‌های مخصوص چوب

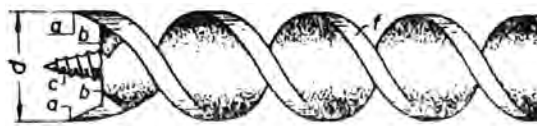
**مته‌های مارپیچ:** این نوع مته کامل‌ترین نوع مته‌های چوب است و برای سوراخ کاری سرچوب و راه چوب به کار می‌رود. مزایای این نوع مته نسبت به سایر مته‌ها، داشتن پوشال گیر دوطرفه و مارپیچ سرتاسری است که باعث فرورفتن سریع مته در چوب و خارج شدن پوشال‌ها از سوراخ می‌شود. از مته مارپیچ با زاویه زیاد برای سوراخ کاری چوب‌های سخت و مته مارپیچ با زاویه کم برای سوراخ کاری چوب‌های نرم استفاده می‌گردد. هرچه زاویه مارپیچ بیشتر باشد فاصله مارپیچ (گام) کمتر و برعکس هر چه زاویه مارپیچ کمتر باشد فاصله مارپیچ بیشتر است. مته‌های مارپیچ، انواع مختلفی دارند که بنابر نوع مارپیچ و نام سازنده به شرح زیر است:

**مته مارپیچ معمولی:** این مته از دو مارپیچ تشکیل می‌شود که در رأس آنها نیش برنده قرار دارد و دارای نیش مرکزی و دنباله استوانه‌ای شکل است. به علت داشتن مارپیچ مضاعف، نیش‌های برنده و نیش مرکزی با سرعت در چوب فرو می‌رود و آن را سوراخ می‌کند. به همین لحاظ این گروه از مته‌های مارپیچ، مناسب‌ترین و بهترین نوع مته برای سوراخ کاری مدل‌های چوبی محسوب می‌شوند (شکل ۴۳).



شکل ۴۳

**مته مارپیچ مدل دوگلاس<sup>۱</sup>:** این مته دارای دو نیش برنده است که هر کدام از آنها در رأس مارپیچ قرار گرفته‌اند. در مرکز تنه، نیش مرکزی با مارپیچ مخروطی برای هدایت مته وجود دارد. مارپیچ این مته مضاعف بوده و دو پوشال گیر در انتهای آن قرار دارد که دارای خاصیت اهرم دوطرفه است. این مته به قطر ۴ تا ۳۲ میلی‌متر ساخته می‌شود (شکل ۴۴).



- a = نیش برنده
- b = پوشال گیر
- c = نیش مته
- d = قطر مته

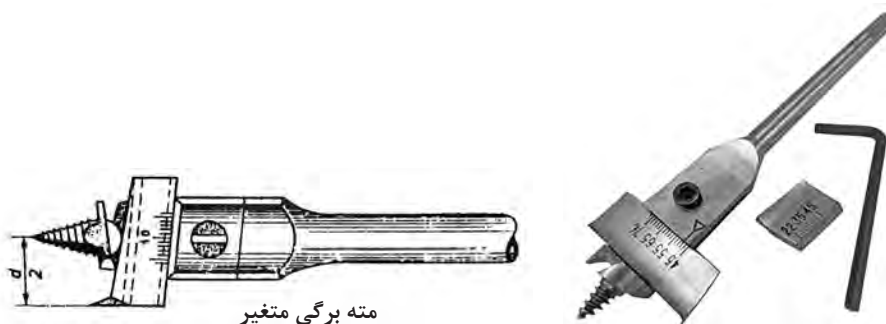
شکل ۴۴- مته مارپیچ مدل دوگلاس



شکل ۴۵

مته برگی: ساختمان این مته شامل نیش مرکزی، نیش برنده، پوشال گیر و دنباله مته است. نیش مرکزی در مدل قدیمی، چهارگوش ولی در مته برگی جدید، به شکل مخروطی مارپیچ ساخته می‌شود. کاربرد: سوراخ‌های بزرگ و تمیز را با استفاده از مته برگی ایجاد می‌کنند (شکل ۴۵). قطر دنباله این مته معمولاً ۶ و قطر پوشال گیر آن ۲ تا ۴۰ میلی‌متر است. برای ایجاد سوراخ‌های بزرگ‌تر از مته برگی متغیر استفاده می‌شود (شکل ۴۶). این مته از بدنه اصلی و یک تیغه جداگانه تشکیل شده است که تیغه در طول شکافی که روی بدنه اصلی مته قرار دارد قابل تنظیم است، یعنی پس از تعیین

قطر مورد نظر، تیغه به وسیله پیچ روی بدنه محکم می‌شود. در محور اصلی مته، نیش برنده و در انتهای آن دنباله مته قرار دارد و در روی برگه مته، نیش برنده و پوشال گیر قرار دارد. با استفاده از مته برگی‌های متغیر می‌توان سوراخ‌های به قطر ۲۲ تا ۶۷ میلی‌متر را ایجاد کرد.



شکل ۴۶

### ساخت جعبه ماهیچه با ماشین‌های مته و فرز

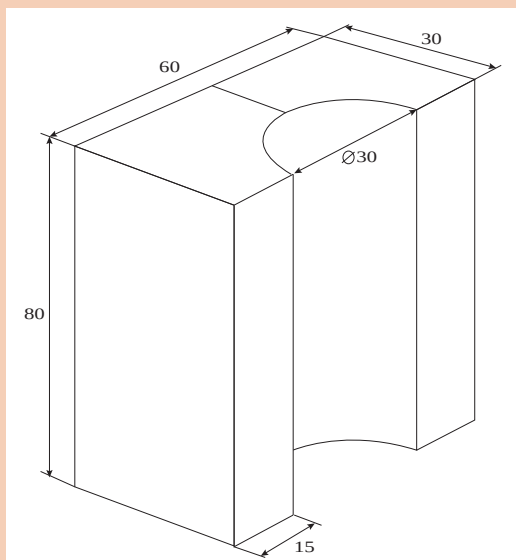
جعبه ماهیچه‌ها (قالب ماهیچه‌ها) نیز در موارد خاص به صورت دو تکه ساخته شده و همانند مدل‌های دو تکه از پین برای اتصال صحیح آنها استفاده می‌شود. چنانچه محفظه داخلی جعبه ماهیچه مدور باشد با توجه به ابعاد داخلی و شکل آن می‌توان ابتدا جعبه را به صورت یک تکه یا چند تکه، چوب چسبانی نموده و پس از اتصال دو نیمه جعبه توسط چسب و کاغذ می‌توان آن را با ماشین‌های مته یا فرز سوراخ کاری و فرز کاری نمود و شکل نهایی را داخل قالب ماهیچه به دست آورد.





## ساخت جان جعبه ماهیچه چوبی دوتکه

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱. قطعه کار
۲. ماشین دریل و مته سایز ۳۰
۳. کولیس
۴. خط کش فلزی
۵. گیره دستی
۶. میز کار
۷. سنبه نشان چوب

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

۱. ۲ قطعه کار چوبی به ابعاد  $۸۰ \times ۶۰ \times ۳۰$  میلی متر آماده شده در فعالیت کارگاهی ۴ را از هنرآموز محترم خود دریافت کنید.
۲. قطعات را در کنار همدیگر قرار داده و با گیره دستی محکم کنید.
۳. مرکز قطعات چوبی کنار همدیگر قرار گرفته را با ترسیم خطوط وتری پیدا کنید و سپس با سنبه نشان، نشانه گذاری کنید.
۴. قطعه کار را به گیره ماشین سوراخ کاری (دریل) ببندید و با مته نمره ۳۰ سوراخ سرتاسری ایجاد کنید. (دقت نمایید: ۱- مته حتماً در مرکز قطعه کار قرار گیرد. ۲- در زیر قطعه کار فضای خالی تا گیره وجود داشته باشد یا از قطعه چوب زیرسری استفاده شود).
۵. ابعاد و هم مرکز بودن سوراخ ایجاد شده را کنترل کنید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## سنباده کاری و پرداخت کاری

پرسش



به نظر شما چه تفاوتی میان ابزارهای پرداخت کاری برای مدل‌های چوبی و مدل‌های فلزی وجود دارد؟

پس از حذف ناصافی‌ها و ناهمواری‌های سطح چوب برای افزایش کیفیت سطح و تمیزی کار و یا برای ایجاد شیب‌ها و پخ‌های ظریف با توجه به اندازه، محل پرداخت کاری و شکل قطعه کار از تجهیزات پرداخت کاری مانند سنباده‌های دستی، ماشینی، لیسسه و رنده لیسسه استفاده می‌شود. سوهان‌ها و چوب‌سای‌ها نیز مانند تجهیزات پرداخت کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**ماشین‌های سنباده:** ماشین‌های سنباده اهمیت زیادی در مدل‌سازی دارند. این ماشین‌ها در انواع مختلف ساخته می‌شوند که مهم‌ترین آنها برای مدل‌سازی عبارت‌اند از:

**ماشین سنباده نوسانی:** از این ماشین برای سنباده کاری داخل قطعات مدور و سایر قطعات منحنی شکل استفاده می‌شود. این ماشین از یک صفحه چدنی، الکتروموتور، شفت یا محور ماشین تشکیل شده است که توپی سنباده، روی آن بسته می‌شود. توپی سنباده توسط شفت (محور ماشین) از سوراخ صفحه چدنی به اندازه دلخواه (بسته به ضخامت قطعه کاری که باید سنباده کاری شود) بالا و پایین می‌شود. این ماشین دارای دو حرکت دورانی و نوسانی است که هر دو حرکت توسط الکتروموتور به شفت یا محور و در نتیجه توپی سنباده منتقل می‌شود. حرکت نوسانی توسط یک اهرم لنگ که با محور شفت در ارتباط است ایجاد می‌شود. این حرکت به توپی سنباده منتقل می‌شود و آن را به ارتفاع حدود ۲ سانتی‌متر نوسان می‌دهد. علت استفاده از حرکت نوسانی، براده‌برداری (سایش) خوب و مناسب و جلوگیری از داغ شدن و سوخته شدن چوب است (شکل ۴۷).



شکل ۴۷

**ماشین سنباده دیسکی:** این ماشین از نوع دورانی است که به ماشین صفحه سنباده دیسکی (ماشین سنباده گردان) معروف است. از این ماشین برای پرداخت کاری قطعات برش خورده، و یا مراحل پرداخت نهایی قطعه کار استفاده می‌شود. همچنین این ماشین برای شیب دادن اجزای مدل، گونیا کردن و فرم‌دهی قطعات مدل به کار می‌رود. این ماشین روی یک پایه فلزی یا چدنی ثابت قرار دارد. قسمت‌های متحرک آن از یک میز صفحه‌ای آلومینیومی تشکیل می‌شود که ابتدا صفحه میز تحت زاویه دلخواه نسبت به دیسک سنباده، تنظیم و سپس به وسیله پیچ‌های جانبی محکم می‌گردد و در ادامه قطعه کار روی آن قرار داده می‌شود (شکل ۴۸).



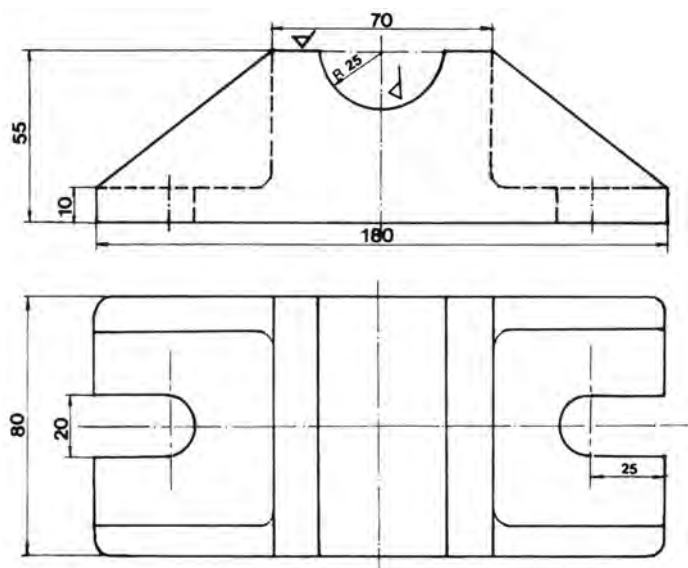
شکل ۴۸

- ۱ در هنگام استفاده از ماشین‌های سنباده، حتماً از ماسک فیلتردار، گوشی صنعتی و عینک استفاده کنید تا ریزگردهای چوبی تولید شده، وارد مجرای تنفسی، چشم و گوش نشود.
  - ۲ از مکنده مناسب به منظور جمع‌آوری غبار و جلوگیری از آلوده شدن محیط کارگاه استفاده کنید.
  - ۳ همواره در محیطی که مجهز به تهویه مناسب است اقدام به سنباده‌زنی کنید.
  - ۴ مانند سایر تجهیزات برقی، لازم است در مسیر کابل برق این دستگاه، فیوز مینیاتوری قرار دهید.
  - ۵ در سنباده دیسکی؛ رعایت نکردن نکات ایمنی که در زیر به آن اشاره شده است می‌تواند بسیار خطرناک باشد.
- الف) چنانچه دیسک ماشین سنباده از چپ به راست گردش کند؛ هنگام سنباده‌کاری، قطعه کار باید در نیمه سمت راست صفحه قرار گیرد تا از پرتاب آن به سمت بالا جلوگیری شود.
- ب) فاصله میز دستگاه از صفحه را در کمترین مقدار ممکن تنظیم کنید.
- ج) هنگام تعویض صفحه سنباده ابتدا لازم است دستگاه را به‌طور کامل از برق جدا کرده سپس سنباده کُند شده را جدا کنید.
- د) از کاردک تیز و سالم برای جداسازی سنباده کُند شده استفاده کرده و از وارد آوردن ضربه به صفحه دیسک خودداری کنید.
- هـ) هنگام استفاده از چسب آهن برای چسباندن سنباده به صفحه دیسک، زمان سخت شدن چسب و دستورالعمل نوشته شده بر روی ظرف چسب را رعایت کنید.
- و) از چسباندن سنباده‌های چند تکه بر روی صفحه دیسکی اجتناب کنید.

نکات ایمنی  
و بهداشتی



## ارزشیابی پایانی به کارگیری ابزارها و ماشین های مدل سازی



شرح کار:

اجزای مدل روبه رو را با کمک ابزار و ماشین های مدل سازی و چوب های موجود در کارگاه بسازید.

استاندارد عملکرد: ساخت اجزای مدل چوبی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با تolerانس عمومی ISO 2768 -C  
شاخص:

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۳ تخت بودن
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد ISO 2768 -C

شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: چوب، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط کش فلزی ۳۰ سانتی متری، کولیس، اره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، مداد، چوب سای تخت، چوب سای نیم دایره، رنده دستی، کمان اره مویی، چسب چوب، سنباده چوب، R سنچ.

معیار شایستگی:

| ردیف                                                     | مرحله کار                           | حداقل نمره دریافتی از ۳                                  | نمره هنرجو |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|
| ۱                                                        | بررسی اولیه مدل                     | ۱                                                        |            |
| ۲                                                        | انتخاب و آماده سازی ابزار و تجهیزات | ۱                                                        |            |
| ۳                                                        | برشکاری قطعات چوبی                  | ۲                                                        |            |
| ۴                                                        | رنده کاری قطعات بریده شده مدل       | ۲                                                        |            |
| ۵                                                        | برشکاری اجزای ساختمان برای ساخت مدل | ۱                                                        |            |
| شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی: * |                                     |                                                          |            |
| ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار                       |                                     | ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه<br>۴- رعایت دقت و نظم | ۲          |
| ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی                       |                                     |                                                          |            |
| میانگین نمرات: **                                        |                                     |                                                          |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارند؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

## واحد یادگیری ۲

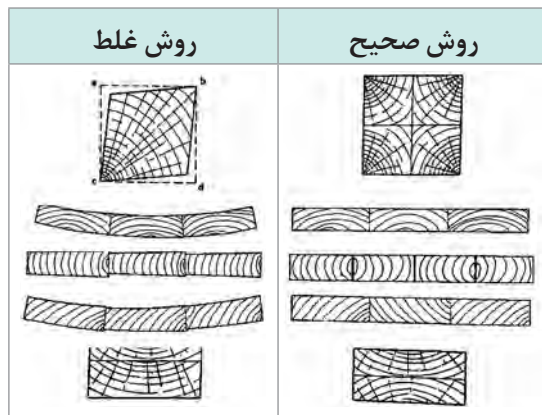
### به کارگیری روش‌های ساخت مدل و جعبه ماهیچه

در این واحد یادگیری، تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی، طراحی مدل، مونتاژ کردن مدل‌ها و جعبه ماهیچه‌ها و تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در مونتاژ، قوس‌کاری و شیب‌دهی مدل‌ها و روش‌های آنها، روش‌های تمام‌کاری و رنگ‌کاری مدل و استانداردهای موجود آن توضیح داده می‌شود.

#### استاندارد عملکرد

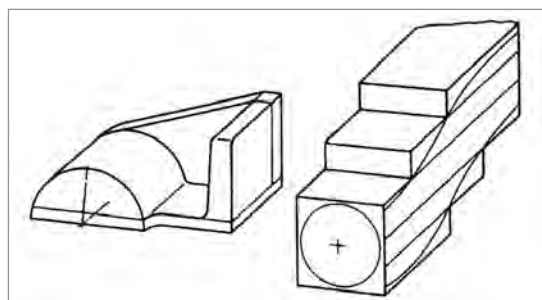
با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه و ابزار لازم، نقشه مدل‌سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه و مدل چوبی ساخته می‌شود.

## درز کردن



شکل ۴۹

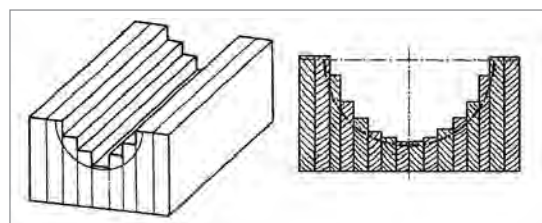
قرار دادن چندین تکه چوب رنده کاری شده و گونیایی شده را کنار هم یا روی هم، درز کردن می‌گویند. درز کردن با توجه به جهت الیاف چوب‌ها به گونه‌ای انجام می‌شود که از تغییر شکل دادن قطعات متصل شده به هم، جلوگیری به عمل آورده یا از شدت آن بکاهد. شکل ۴۹، درز کردن صحیح و غلط چوب را در جهت‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۵۰

درز چسبانی یا تکه چسبانی در مدل‌سازی هنگامی صورت می‌گیرد که:

۱ امکان ساخت مدل به صورت یک تکه وجود نداشته باشد مانند مدل‌های توپر با اشکال پیچیده یا داشتن فرم‌های پیچیده (شکل ۵۰).



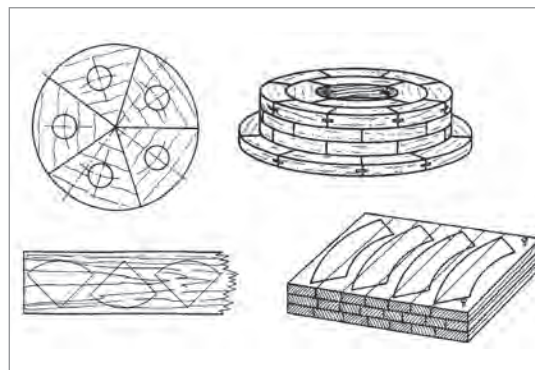
شکل ۵۱

۲ مدلی‌هایی که خطر تغییر فرم و اندازه دارند (حساس به کاستن)، مانند جعبه ماهیچه‌های استوانه‌ای که در اثر کاستن، امکان بیضی شدن دهانه آن وجود دارد (شکل ۵۱).

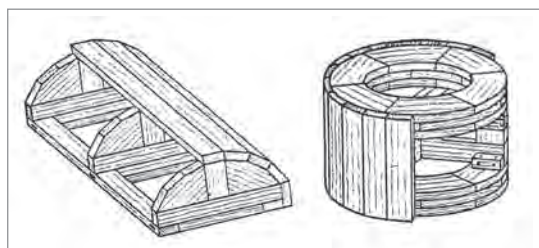
۳ برای ساخت مدل‌های مدور با قطر بالاتر از ۱۰۰ میلی‌متر از روش قطاع چسبانی استفاده می‌شود. قطاع چسبانی با هدف افزایش طول عمر مدل و مقاومت آن در مقابل رطوبت و تغییر فرم است. تعداد قطاع‌ها را طبق استاندارد می‌توان براساس جدول ۲ تعیین نمود (شکل ۵۲).

جدول ۲

| حداقل تعداد قطاع | قطر اسمی مدل بر حسب میلی متر |
|------------------|------------------------------|
| ۳                | تا ۲۰۰                       |
| ۵                | ۲۰۰ تا ۶۰۰                   |
| ۷                | ۶۰۰ تا ۱۰۰۰                  |
| ۹                | ۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰                 |
| ۱۱               | ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰                 |
| ۱۳               | بالاتر از ۲۰۰۰               |



شکل ۵۲



شکل ۵۳

۴ ساخت مدل های بسیار بزرگ و حجیم مانند مدل های توخالی یا اسکلتی (شکل ۵۳).  
ساخت مدل ها و جعبه ماهیچه های استوانه ای شکل بزرگ با این روش را اصطلاحاً روش بشکه ای می گویند.

## قطاع چسبانی

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

۱ تخته چوب به ابعاد  $۳۰ \times ۱۲۰ \times ۵۰۰$  میلی متر

۲ اره

۳ کولیس

۴ خط کش فلزی

۵ گیره دستی

۶ میز کار و صفحه صافی

۷ نقاله

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار



### مراحل انجام کار:

۱. قطعه کار چوبی به ابعاد  $۵۰۰ \times ۱۲۰ \times ۳۰$  میلی‌متر را توسط ماشین اره، کف رند و گندگی آماده کنید.
۲. شابلون قطاع  $۱۲۰$  درجه به قطر  $۲۰۰$  میلی‌متر را بسازید.
۳. سه قطعه قطاع بر روی تخته چوب آماده شده، خط‌کشی کنید.
۴. پس از کنترل قطاع‌های خط‌کشی شده و اطمینان از صحت ابعاد، آنها را با اره نواری برش دهید.
۵. لبه‌های خشن قطاع را با سنباده دیسکی، گونیایی کنید.
۶. دایره قطاع را بر روی صفحه صافی خط‌کشی کنید.
۷. قطعه‌های بریده شده را روی دایره قطاع کنار هم قرار داده و پس از کنترل صحت درز بین چوب‌ها، چسب کاری کنید.
۸. پس از خشک شدن چسب، سطح رو و زیر قطاع را گونیایی کنید.
۹. جهت استحکام بخشی درز بین چوب‌ها می‌توان از اتصال قلیف جانبی استفاده کرد.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## R زدن مدل

در مدل‌های ریخته‌گری هرگز نباید گوشه‌های تیز وجود داشته باشد. به همین منظور باید تمام گوشه‌های داخلی و خارجی انواع مدل‌ها (چوبی، فلزی، پلاستیکی، فومی و مومی) را R زد. به جز گوشه‌های تیز مدل در محل سطح جدایش.

### R زدن گوشه‌های خارجی:

تمامی لبه‌ها، کنج‌ها، زاویه‌ها و ضلع‌های تیز، که بر روی بدنه مدل دیده می‌شود به جز لبه‌ها و گوشه‌های تیز در محل سطح جدایش مدل، باید R زده شوند. در مدل‌های چوبی، گوشه‌ها را می‌توان توسط ابزار سایش



نظیر سوهان و سنباده دستی ابتدا پخ زده، سپس با حذف لبه‌های پخ و صاف‌کاری، آنها را به قوس تبدیل نمود (شکل ۵۴).

شکل ۵۴

مقدار R براساس اندازه داده شده در نقشه مدل‌سازی متفاوت بوده و به شکل‌های R1، R2، R3، R4، R5 و الی آخر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



**R زدن به وسیله سوهان:** این روش معمول‌ترین و کاربردی‌ترین حالت برای قوس لبه‌های تیز مدل‌ها با ابعاد کم و شکلی پیچیده است.

نکاتی که در این روش قابل ذکر است عبارت‌اند از:

در هنگام R زدن لبه‌ها، لازم است مدل به شکلی به گیره بسته شود که مدل‌ساز نسبت به لبه کار کاملاً مسلط باشد.

از آنجایی که در مدل‌های چوبی به دیواره‌های عمودی، شیب مجاز داده می‌شود، باید دقت داشت که R زدن بعد از اعمال شیب صورت پذیرد.

سوهان کاری باید به گونه‌ای انجام شود که تمامی لبه کار به یک اندازه و با زاویه ۴۵ درجه پخ زده شود. (این مورد را می‌توان با سوهان کاری یکنواخت ایجاد نمود).

پس از چوب‌سای کاری، قطعه کار روی تخته سنباده پشته‌دار قرار می‌گیرد و سپس با استفاده از سوهان و سنباده نرم پخ‌های ایجاد شده به قوس تبدیل می‌شوند. (توضیح اینکه با همان سوهان می‌توان گوشه‌های پخ خورده را تبدیل به قوس نمود).

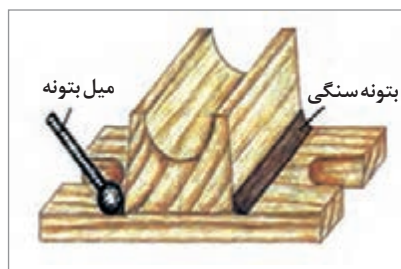
سطح قوس ایجاد شده، توسط سنباده نرم پرداخت کاری و آماده رنگ می‌شود.

**R زدن به وسیله سنباده دستی:** از این روش می‌توان برای R زدن تمام سطوح خارجی مدل استفاده نمود. لازم است دقت شود که میزان قوس ایجاد شده در تمامی زاویه‌ها یکسان باشد. سنباده کاری در دو مرحله زبر (خشن) و نرم (ظریف) جهت پرداخت نهایی سطح انجام می‌گیرد.

### **R زدن گوشه‌های داخلی:**

گوشه‌های تیز داخلی و سطوح ناصاف مدل را می‌توان توسط بتونه سنگی یا بتونه مخصوص چوب، قوس‌دار (فیلِت گذاری) کرد. انتخاب نوع بتونه به اندازه قوس، هزینه کار، سادگی عمل و امکانات کارگاهی بستگی دارد. برای قوس‌دار کردن گوشه‌ها باید به گونه‌ای عمل نمود که بعد از خشک شدن بتونه، کمترین نیاز را به سنباده کاری و پرداخت کاری داشته باشد.

### **مراحل قوس کاری گوشه‌های داخلی توسط بتونه**



شکل ۵۵

بتونه توسط کاردکی کوچک یا پیچ گوشتی بر روی لبه داخلی قرار می‌گیرد. توسط میل بتونه یا ابزاری مشابه، که قوس دایره آن برابر با اندازه قوس مورد نیاز باشد، بتونه در گوشه، فرم داده شده و سطح آن صاف می‌شود. با توجه به نوع بتونه، زمان مناسبی برای خشک شدن آن در نظر گرفته می‌شود. پس از خشک شدن کامل، بتونه‌های اضافه اطراف، توسط سنباده حذف می‌شود. در صورت ترک خوردن بتونه یا کم بودن شعاع قوس، مراحل فوق تکرار می‌شود (شکل ۵۵).

**بتونه مخصوص چوب:** این بتونه با داشتن خصوصياتی مانند: استحکام کافی پس از خشک شدن، چسبندگی عالی روی چوب، حرکت روان خمیر بتونه توسط کاردک روی سطح چوب، بی‌خطر بودن در صورت لمس شدن، پاک شدن آسان از دست توسط آب، قابلیت نگهداری طولانی، توانسته است در بین مدل‌سازان از جایگاه مناسبی برخوردار باشد. ترک خوردن سطح بتونه، هنگامی که ضخامت بتونه اعمال شده زیاد باشد و جذب رنگ هنگام رنگ‌کاری را می‌توان به‌عنوان نقاط ضعف این بتونه دانست.

**طرز ساخت بتونه مخصوص چوب:** بسته به مساحت سطح مدلی که لازم است بتونه‌کاری شود، ترکیب یک قسمت مل، نیم قسمت رنگ پلاستیک، یک چهارم قسمت چسب چوب که به خوبی مخلوط شده‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که مقادیرهای تقریبی اشاره شده در بالا برای ساخت این خمیر کاملاً تجربی است و به مهارت بتونه‌ساز و کیفیت مواد اولیه بستگی دارد.

**بتونه سنگی یا فوری:** از این بتونه به‌دلیل داشتن استحکام بالا در مواقعی که لایه بتونه‌کاری شده باید ضخامت بالایی داشته باشد استفاده می‌گردد. برای استفاده از این بتونه لازم است که مقداری از آن را بر روی سطحی صاف مانند سطح کاردک ریخته و به اندازه مناسب از جزء دوم آن که وظیفه تسریع در فرایند سفت شدن بتونه را دارد به بتونه اضافه کرده و توسط کاردک تمیز کاملاً مخلوط شوند، از این لحظه به بعد زمان کمی برای استفاده و تمام کردن بتونه وجود دارد؛ بنابراین لازم است به سرعت از آن استفاده شود. از این بتونه به‌دلیل قیمت بالا (نسبت به بتونه مخصوص چوب)، سنباده‌کاری مشکل، خودگیری سریع، در مواقع موردنیاز استفاده می‌شود.

هشدار



هیچ‌گاه بتونه فوری توسط انگشت بر روی مدل مالیده نشود.  
ابزار بتونه‌کاری را به محض تمام شدن کار توسط آب و ساییدن آنها روی هم تمیز کنید.

نکته

زیست‌محیطی



- ۱ برای بتونه‌سازی و بتونه‌کاری در کارگاه، یک قسمت مجزا در نظر گرفته شود و از بردن بتونه بر روی میز کار خودداری کنید.
- ۲ هنگام استفاده از بتونه فوری به‌دلیل بوی زننده و احتمال ایجاد مشکلات تنفسی و سر درد؛ لازم است تهویه کارگاه روشن باشد.
- ۳ سنباده‌های استفاده شده را در سطلی جدا از خاک اره‌ها و پوشال‌ها قرار دهید.

## پرداخت نهایی

پس از بتونه‌کاری نهایی مدل و اطمینان از خشک شدن آن، مراحل پرداخت کاری سطوح و گوشه‌های مدل انجام می‌شود. بسته به ابعاد مدل و سطوح بتونه شده، سنباده زبر (خشن) و سنباده نرم (ظریف) انتخاب می‌شود. از تخته سنباده برای پرداخت سطوح تخت، (سنباده به سطح تخته چسبانده شده است)، و برای سطوح گرد و فرم‌دار داخلی از سنباده (به تنهایی) و یا سنباده گرد که روی میله چوبی چسبانده شده نیز استفاده می‌شود.

**مراحل پرداخت نهایی:** هنگام پرداخت نهایی در مرحله اول، تمامی سطوح قوس‌دار (داخلی و خارجی) مدل، پرداخت کاری نهایی می‌شود تا بتوان به سطح مورد نیاز دست یافت. سپس کلیه سطوح تخت پرداخت کاری نهایی می‌شود. برای پرداخت کاری مراحل فوق به ترتیب از سنباده زبر (خشن) و سنباده نرم (ظریف) استفاده می‌شود. پس از کنترل نهایی سطوح مدل، در صورت وجود فرورفتگی ناشی از نشست بتونه (پس از خشک شدن)، لازم است مجدداً آن را بتونه کاری و پرداخت کاری کرد. توضیح اینکه این مرحله از کار ممکن است چندین بار تکرار شود تا به سطوح دل‌خواه و صحت اندازه مدل دست یافت.

### رنگ کاری مدل

پس از پایان بتونه کاری گوشه‌ها و سطوح ناصاف مدل، سطح آن توسط سنباده نرم، کاملاً صاف و پرداخت شده و آماده رنگ کاری می‌شود. در بین انواع مدل‌های ریخته‌گری، مدل‌های چوبی از استانداردها و تنوع رنگ بیشتری برخوردار هستند از جمله این استانداردها می‌توان به استاندارد DIN1511 اشاره کرد. رنگ زمینه اصلی مدل براساس جنس قطعه ریختگی تعیین می‌شود، رنگ قسمت‌های دیگر مدل نظیر تکیه‌گاه‌های مدل، سطوحی که نیاز به ماشین کاری دارند، یا اجزای مختلف مدل‌های شابلونی روی بدنه مدل مشخص می‌شود (جدول ۳ و ۴).

قوس‌های داخل قالب ماسه‌ای که باید بعداً توسط شابلون ایجاد شود با رنگ هاشور مشکی مشخص می‌شود.

نکته



پرسش



چه عاملی می‌تواند اصلی‌ترین دلیل برای رنگ کاری مدل‌های چوبی باشد؟

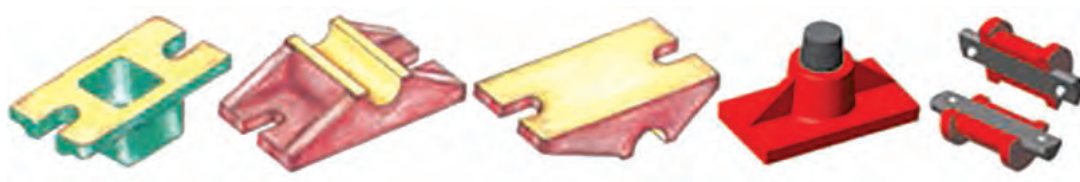
### جدول ۳- شناخت سایر قسمت‌های عمومی به وسیله رنگ

| محل تکیه‌گاه‌ها و قرارگاه‌های ماهیچه                       | به رنگ سیاه                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| قطعات آزاد مدل و بخش‌هایی که بعد از قالب‌گیری باز می‌شوند. | دور تا دور به رنگ سیاه                                                                                         |
| قسمت‌هایی از قالب ماسه‌ای که نیاز به قوس دارد.             | محل‌هایی که باید در قالب ماسه‌ای قوس بزنند روی مدل به رنگ سیاه مشخص کرده و اندازه شاع قوس را روی آن می‌نویسند. |
| زهواره‌ها و زائده‌ها                                       | زمینه مدل با هاشور سیاه مایل                                                                                   |
| سطوحی که نیاز به تراش کاری دارد.                           | در سطوحی با اندازه کوچک و بزرگ به رنگ سیاه، اما در سطوح بسیار بزرگ با هاشور سیاه مایل                          |
| مدل‌های شابلونی و شابلون‌ها                                | سطح شابلون لاک الکل یا کیلر و پخ‌خوردگی شابلون، به رنگ زمینه قطعه ریختگی                                       |

جدول ۴- رنگ مدل براساس جنس قطعه

| جنس قطعه                  | زمینه مدل و قالب ماهیچه | سطح تراش کاری | محل مبرد |
|---------------------------|-------------------------|---------------|----------|
| فولاد ریختگی              | آبی                     | زرد           | قرمز     |
| چدن خاکستری               | قرمز                    | زرد           | آبی      |
| چدن نشکن (با گرافیت کروی) | آلبالویی                | زرد           | قرمز     |
| چدن چکش خوار              | خاکستری                 | زرد           | قرمز     |
| فلزات سنگین               | زرد                     | قرمز          | آبی      |
| فلزات سبک                 | سبز                     | زرد           | آبی      |

رنگ‌های استفاده شده در رنگ‌کاری مدل‌های چوبی از جنس رنگ روغنی بوده، که از حلال‌های نفتی به منظور رقیق کردن آن و پاک کردن دست و تجهیزات رنگ‌آمیزی آلوده به رنگ استفاده می‌شود. از حلال‌های نفتی موجود در بازار می‌توان به تینر روغنی، نفت سفید، بنزین و تینر فوری، اشاره نمود. از بین این حلال‌ها تینر روغنی پیشنهاد می‌شود، چرا که تینر روغنی از قابلیت اشتعال کمتری نسبت به بنزین و تینر فوری، برخوردار بوده و نگهداری آن خطر کمتری دارد. همچنین به دلیل نفوذپذیری بهتر رنگ در چوب، هنگامی که با این حلال رقیق شده باشد، ضخامت و دوام رنگ نیز بیشتر خواهد شد. رنگ‌های روغنی مقاومت بیشتری در مقایسه با دیگر رنگ‌ها، نسبت به رطوبت ماسه قالب دارند، از این رو محافظ بسیار خوبی برای مدل‌های چوبی به شمار می‌آیند. با توجه به شرایط و امکانات موجود، رنگ‌های روغنی را می‌توان توسط قلم‌مو، اسپری و غوطه‌وری، بر روی مدل به کار برد. شکل ۵۶ رنگ مدل چوبی را نشان می‌دهد.



شکل ۵۶

آسان‌ترین و در دسترس‌ترین روش جهت رنگ‌کاری مدل‌ها، استفاده از اسپری‌های رنگ است؛ اما از آنجا که گاز درون اسپری‌ها برای محیط‌زیست مضر شناخته شده است، لذا پیشنهاد می‌شود تا حد امکان از این روش استفاده نشود.

نکته



## مواد و تجهیزات لازم جهت رنگ کاری مدل:

- ۱ رنگ سفید، با توجه به رنگ‌های گزارش شده در استاندارد، جهت ساخت رنگ دل‌خواه؛
- ۲ تینر روغنی به منظور رقیق کردن و پاک کردن رنگ از روی سطح میز یا ابزار؛
- ۳ پارچه نظیف جهت تمیز کردن سطح مدل، قبل از رنگ کاری و پاک کردن سریع رنگ از دست یا محل‌های ناخواسته؛
- ۴ تجهیزات ایمنی لباس کار، ماسک فیلتردار، سربند، عینک رنگ آمیزی، گوشی اسفنجی جهت محافظت از ریه‌ها، پوست و موی سر، چشم‌ها، منافذ گوش، از ورود گردۀ رنگ هنگام رنگ کاری با پیستوله؛
- ۵ قلم‌موی رنگ در اندازه‌های مختلف جهت رنگ کاری بخش‌های مختلف مدل؛
- ۶ کمپرسور هوا و پیستوله رنگ روغن؛
- ۷ اتاق رنگ جهت جلوگیری از آلوده شدن محیط و تجهیزات کارگاه مدل‌سازی توسط گردۀ رنگ؛
- ۸ پارچه صافی جهت فیلتر کردن رنگ ورودی به مخزن پیستوله؛
- ۹ میز مخصوص رنگ‌سازی و رنگ کاری؛
- ۱۰ فن تهویه هوا

### نکته



### نکاتی در ارتباط با رنگ آمیزی با قلم مو

- ۱ نوع قلم‌مو با توجه به ابعاد مدل انتخاب گردد.
- ۲ رنگ موردنظر به مقدار موردنیاز در ظرفی که حمل آن راحت و قلم‌مو در آن وارد شود ریخته شود.
- ۳ قبل از رنگ کاری مدل، بهتر است میز کار را با روزنامه‌ای تمیز پوشش داده و مدل‌ها از مقطعی که استقرار بهتری دارد روی میز قرار داده شوند.
- ۴ به منظور برداشت رنگ، بهتر است قلم‌مو تا جایی که نیمی از موی آن در رنگ فرو رود ظرف شود.
- ۵ بهتر است اضافه رنگ روی قلم‌مو با مالیدن بر لبۀ ظرف حذف شود.
- ۶ هنگام رنگ کاری مدل‌های کوچک می‌توان آن را با شیئی نوک تیز نگاه داشته و در جهت مناسب حرکت داد.
- ۷ برای حذف شیارهای ناشی از قلم‌مو بر روی سطح مدل بهتر است هنگام رنگ کاری، قلم‌مو به جهت‌های مختلف چپ به راست و بالا به پایین حرکت داده شود و یا از رنگ رقیق شده در چند مرحله استفاده شود.
- ۸ مالیدن بیش از حد رنگ به مدل یا بالا بودن غلظت آن باعث می‌شود که رنگ دیرتر خشک شده و سطح آن از کیفیت خوبی برخوردار نباشد. یعنی شیارهای جای قلم‌مو روی کار باقی می‌ماند.
- ۹ برای تسریع در عمل خشک شدن مدل‌های رنگ شده، بهتر است آنها را در مسیر جریان هوا قرار داد.
- ۱۰ قبل از خشک شدن رنگ سطوح رویی مدل، از جابه‌جا کردن یا برگرداندن آن به منظور رنگ کاری پشت آن خودداری شود تا قبل از خشک شدن کامل رنگ، رنگ کاری تکرار نشود.

نکته



### نکاتی در ارتباط با رنگ آمیزی توسط پیستوله

- ۱ برای اتصال پیستوله به شیلنگ کمپرسور لازم است از بست استفاده شود.
- ۲ رنگی که در پیستوله وارد می‌شود باید به اندازه کافی رقیق شده باشد.
- ۳ برای فیلتر کردن رنگ می‌توان بالای مخزن پیستوله الک یا پارچه نازکی قرار داد.
- ۴ پیچ‌های تنظیم پیستوله باید به گونه‌ای تنظیم شود که رنگ به صورت پودر از آن خارج گردد.
- ۵ بهترین فاصله مناسب برای پاشش رنگ بر روی سطح مدل، ۲۵ الی ۳۰ سانتی متری است.
- ۶ برای رنگ کاری بهتر مدل می‌توان آن را توسط پیچ و قلاب آویزان نمود.
- ۷ رنگ پاشی بیش از حد به مدل باعث شمعی شدن یا قطره‌ای شدن رنگ روی سطح مدل می‌شود.

هشدار



تمیزکاری و شست‌وشوی ابزار و تجهیزات رنگ کاری توسط تینر بعد از انجام فرایند رنگ آمیزی یکی از ضروریات این مرحله است.

نکات ایمنی و بهداشتی



- رنگ کاری و ساخت رنگ برای مدل را در محلی مشخص انجام دهید.
- در هنگام رنگ کاری همواره پارچه تمیزی در کنار دست خود داشته باشید.
- با تفکر، راهی بیابید که برای جابه‌جا کردن مدل در هنگام رنگ کاری استفاده نمایید.
- استفاده از گوشی اسفنجی هنگام رنگ کاری با پیستوله را جدی بگیرید.
- چنانچه در فضای باز رنگ کاری می‌کنید کنار درخت یا باغچه این کار را انجام ندهید.
- همواره تینر و رنگ خود را در محلی مشخص روی میز رنگ قرار داده و از جابه‌جا کردن آن جداً خودداری نمایید.
- در صورت لزوم از فن یا سیستم تهویه هوا استفاده کنید.

### کنترل کیفیت مدل

با رعایت نکات ایمنی مربوط به کارگاه، وارد کارگاه شده و مراحل زیر را با راهنمایی هنرآموز خود انجام دهید:

- ۱ کلیه مدل‌های مربوط به فعالیت‌های قبل خود را تحویل بگیرید.
- ۲ توسط ابزار کنترل و بازرسی چشمی که در متن به آنها اشاره شده، اقدام به بازرسی سطح مدل‌ها، ابعاد و شکل آنها و شیب بدنه نمایید. (با توجه به اطلاعات نقشه مدل‌سازی)
- ۳ در صورت نیاز به رفع عیب، با روشی مناسب اقدام به اصلاح و رفع آن نمایید.
- ۴ سطح مدل‌ها را توسط فشار هوا (پیستوله) یا پارچه تمیز پاک کرده و آماده رنگ کاری نمایید.



## قوس کاری و پرداخت کاری

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

۱ مداد

۲ پرگار فلزی

۳ چکش، مغار، چوبسای زبر،

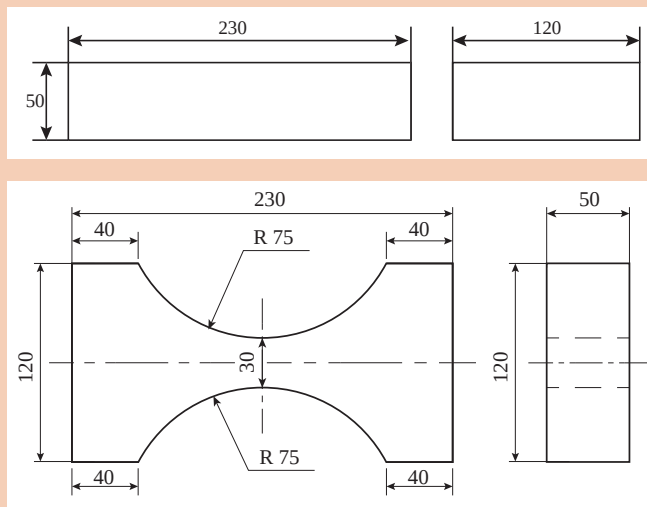
چوبسای نرم، سنباده

۴ سنبه نشان

۵ اره دستی

۶ صفحه صافی

۷ میز کار



## نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

## مراحل انجام کار:

۱ قطعه کار با ابعاد نقشه تهیه کنید.

۲ خط کشی چوب را مطابق نقشه کار انجام دهید.

۳ قطعه چوب را به نحوی به گیره ببندید که به راحتی بتوان عملیات برش کاری را انجام داد.

۴ به آرامی برش را شروع نمایید و عمل برش را تا نزدیکی خط نیم دایره ادامه دهید تا سبب لاشه شدن

چوب نگردد.

۵ با مغار و چکش شیارهای ایجاد شده را جدا نمایید.

۶ عمل چوبسای کاری را انجام داده سپس با سنباده پرداخت کاری کنید.

۷ قوس ایجاد شده را با شابلون کنترل نمایید.

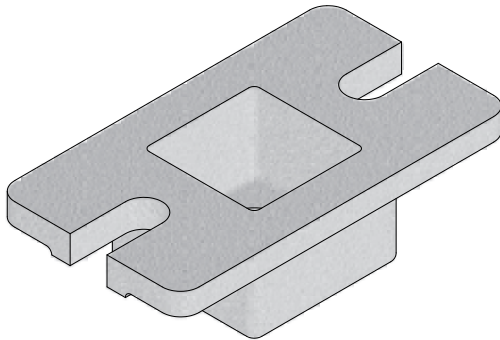
## نکته:

□ تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوبها و نخالهها ضروری است.

□ در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

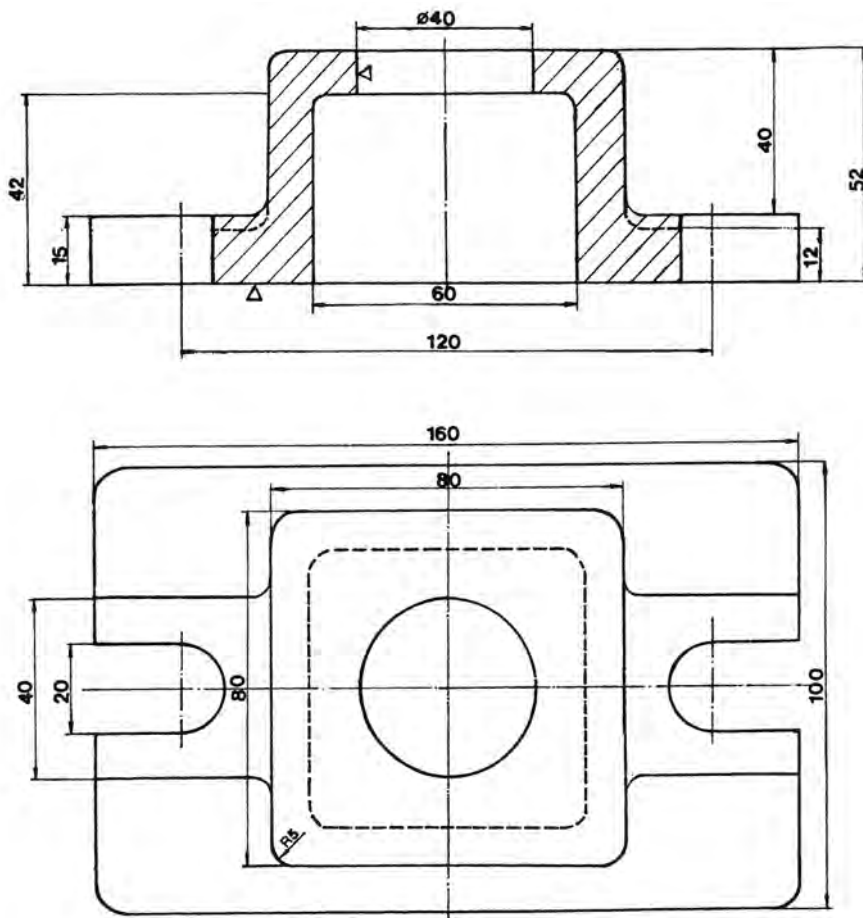
## ساخت مدل مکعبی با ماهیچه سر خود

### نقشه مکانیکی قطعه



شکل ۵۷

نقشه مکانیکی قطعه ریختگی شکل ۵۸ را به دقت مطالعه کرده و پس از بررسی اندازه‌ها و مطالعه نماهای آن، با کمک پرسپکتیو قطعه شکل ۵۷، سطح جدایش مدل‌سازی و قالب‌گیری را مشخص کنید.



شکل ۵۸



### تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

پس از مطالعه نقشه مکانیکی و تعیین سطح جدایش مدل با توجه به معلومات فنی قطعه ریختگی نقشه مدل سازی آن را پیاده کنید. معلومات فنی قطعه ریختگی بدین قرار است:

- جنس قطعه: آلیاژ آلومینیوم
- جنس مدل: H۲
- تعداد قطعه: ۲۵
- نوع قالب گیری: دستی با ماسه تر
- نوع مدل: یکپارچه با ماهیچه سرخود (طبیعی)
- مقدار تراش: از جدول استانداردها
- مقدار شیب: از جدول استانداردها

**محاسبه انقباض:** با مراجعه به جدول استاندارد انقباض جدول ۱- صفحه ۵ مشاهده می شود، درصد انقباض عملی آلیاژ آلومینیوم بین ۰/۸ تا ۱/۵ میلی متر است که با توجه به عواملی نظیر شکل و ابعاد قطعه، روش قالب گیری، جنس قالب و نظایر آن یکی از این اعداد و یا اعداد بین آنها انتخاب می شود. اما برای قطعه مورد نظر ما که ابعادی کوچک دارد، مقدار کاهش حجمی فلز مذاب پس از سرد شدن کامل ۱/۲۵ درصد کافی به نظر می رسد. بنابراین، با معلوم شدن مقدار درصد و با استفاده از فرمول درصد انقباض مقدار انقباض قطعه به قرار زیر قابل محاسبه است:

$$\text{صد در صد اندازه قطعه} + \frac{\text{درصد انقباض} \times \text{صد در صد اندازه قطعه}}{۱۰۰} = \text{اندازه مدل}$$

$$LM = \frac{۱۶۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۱۶۰ = ۱۶۲mm$$

$$LM = \frac{۱۰۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۱۰۰ = ۱۰۱/۲۵mm$$

$$LM = \frac{۱۲۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۱۲۰ = ۱۲۱/۵mm$$

$$LM = \frac{۸۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۸۰ = ۸۱mm$$

$$LM = \frac{۶۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۶۰ = ۶۰/۷۵mm$$

$$LM = \frac{۵۲ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۵۲ = ۵۲/۶۵mm$$

$$LM = \frac{۴۲ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۴۲ = ۴۲/۵mm$$

$$LM = \frac{۴۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۴۰ = ۴۰/۵mm$$

$$LM = \frac{۲۰ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۲۰ = ۲۰/۲۵mm$$

$$LM = \frac{۱۵ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۱۵ = ۱۵/۱۸mm$$

$$LM = \frac{۱۲ \times ۱/۲۵}{۱۰۰} + ۱۲ = ۱۲/۱۵mm$$

محاسبه تراش مجاز: مقدار تراش مجاز با توجه به جنس قطعه ریختگی با مراجعه به جدول اضافه تراش مجاز برای سطوح رویی قطعه ۳ میلی‌متر و برای سطح داخل سوراخ ( $\varnothing 40$ ) ۲/۵ میلی‌متر در شعاع (۵ میلی‌متر در قطر) تعیین می‌شود.

$$40 - 5 = 35$$

محاسبه شیب مدل: در معلومات فنی قطعه ریختگی شیب مدل به روش نقصانی داده شده است. بنابراین، برای به‌دست آوردن مقدار آن باید ابتدا ارتفاع نهایی مدل را تعیین و سپس با مراجعه به جدول شیب‌ها (جدول ۴- صفحه ۱۹) درجه شیب را مشخص کرد.

$$h_1 = 42/5 + 3 = 45/5 \xrightarrow{\text{از جدول}} h_1 = 1^\circ$$

باید توجه داشته باشید که  $1^\circ$  شیب برای سطوح داخلی مدل به‌ویژه مدل مورد نظر که ماهیچه آن با قالب رویی جدا می‌شود، کافی نیست. بنابراین، در این گونه موارد مدل‌ساز مجاز است این مقدار تا حدود ۲ الی ۳ برابر

افزایش دهد. یعنی  $1^\circ$  شیب را  $2^\circ$  الی  $3^\circ$  در نظر گرفته و با استفاده از فرمول

$$F_s (\text{mm}) = \frac{\text{درجه} \times h \times 1/75}{100}$$

مقدار شیب را بر حسب میلی‌متر به‌دست آورد.

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 45/5 \times 2}{100} = 1/6 \text{mm} \approx 1/5 \text{mm}$$

شیب داخل محفظه مدل

برای آنکه دیواره قطعه (گوشت پوسته) به‌طور یکسان ریخته‌گری شود، درجه شیب خارجی پوسته باید با درجه شیب داخلی آن برابر در نظر گرفته شود. بنابراین:

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 40/5 \times 2}{100} = 1/4 \text{mm}$$

تعیین درجه شیب برای سایر ارتفاع‌ها چنین است.

$$12 + 3 = 15 \xrightarrow{\text{از جدول}} 3^\circ$$

$$15 + 3 = 18 \xrightarrow{\text{از جدول}} 3^\circ$$

بنابراین داریم:

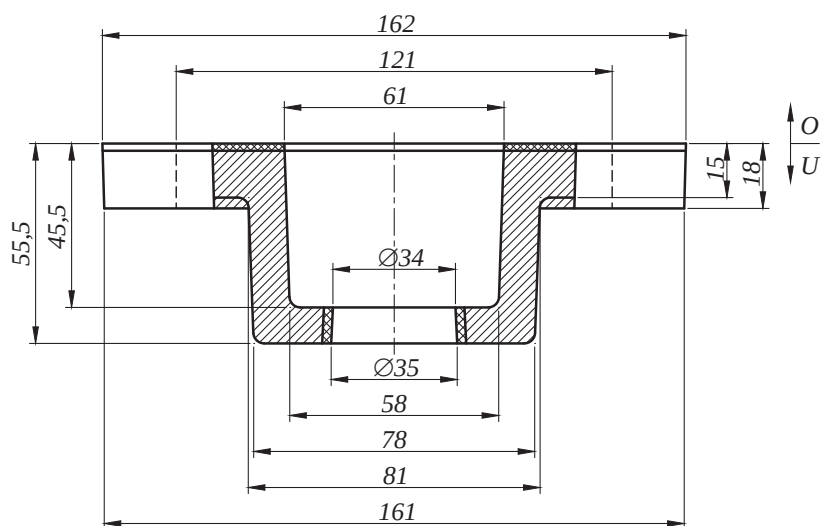
$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 15 \times 2}{100} = 0/5 \text{mm}$$

$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 18 \times 2}{100} = 0/63 \text{mm}$$

شیب سوراخ محفظه که ارتفاع آن ۱۰ میلی‌متر است، از جدول  $3^\circ$  تعیین شده است. بنابراین مقدار آن بر حسب میلی‌متر چنین است:

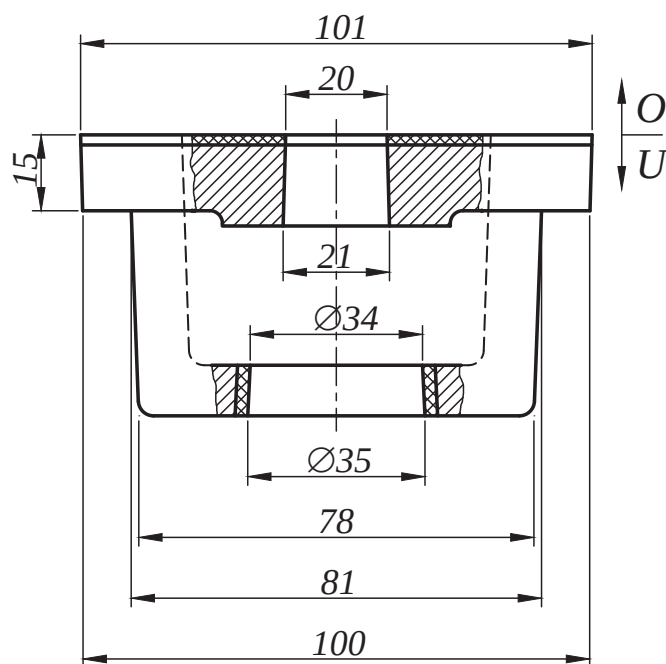
$$F_s (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 10 \times 3}{100} = 0/5 \text{mm}$$

با استفاده از اندازه‌های به دست آمده نقشه مدل سازی، قطعه را به مقیاس ۱:۱ رسم کنید (شکل ۵۹).



شکل ۵۹

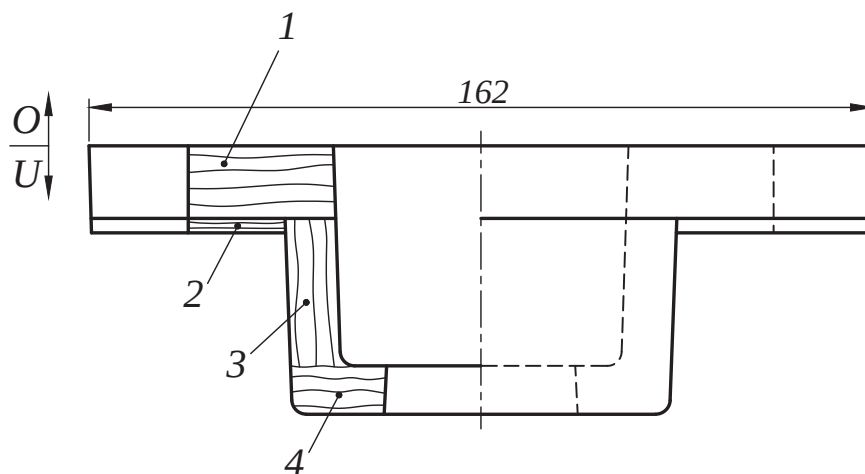
برای نشان دادن شیب شکاف‌ها و اندازه‌های آن رسم نقشه مدل سازی در نمای جانبی نیز مورد نیاز است (شکل ۶۰).



شکل ۶۰

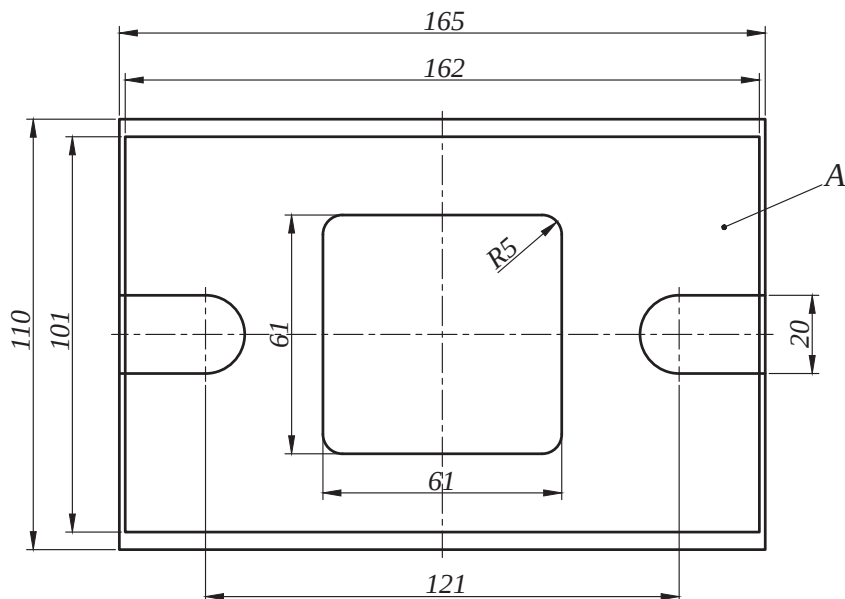
### رسم نقشه ساختمان مدل چوبی

قبل از شروع کار مدل‌سازی باید تعداد چوب‌ها و نحوه اتصال دادن آنها به یکدیگر مشخص شود. به همین منظور ساختمان مدل را به مقیاس ۱:۱ در  $\frac{1}{4}$  برش رسم کنید (شکل ۶۱).



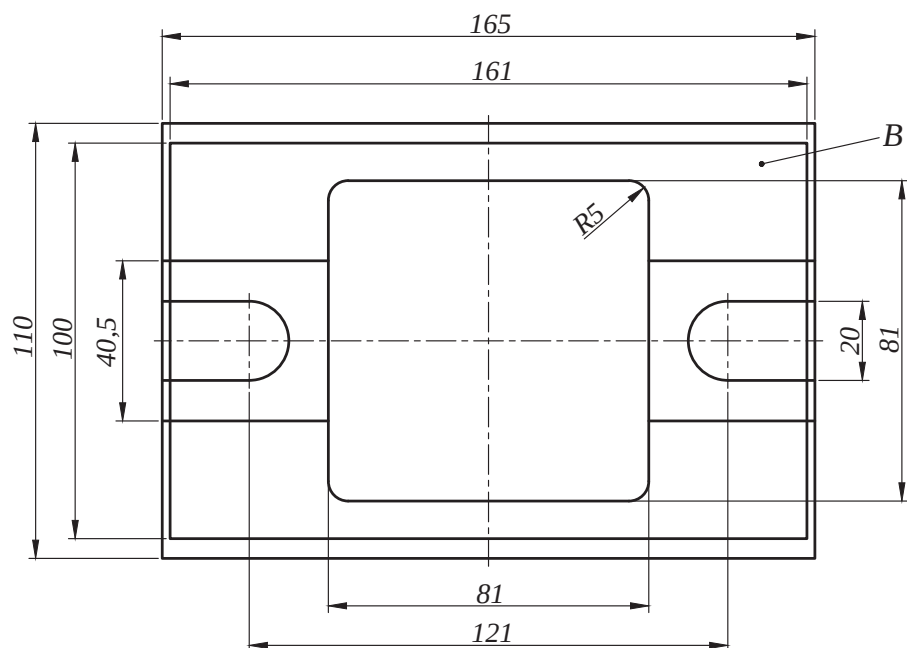
شکل ۶۱

در این برش ۴ قسمت عمده ساختمان مدل چوبی مشخص شده است که به ترتیب شرح داده می‌شوند: شماره ۱: اندازه دقیق این قطعه در نقشه مدل‌سازی  $12 \times 101 \times 162$  میلی‌متر تعیین شده است. اما برای ساخت آن نیاز به تخته بزرگ‌تری به ابعاد تقریبی  $12 \times 110 \times 165$  میلی‌متر است تا بتوان شکل مدل و شیب آن را در دو روی صفحه خط‌کشی کرد (شکل ۶۲).



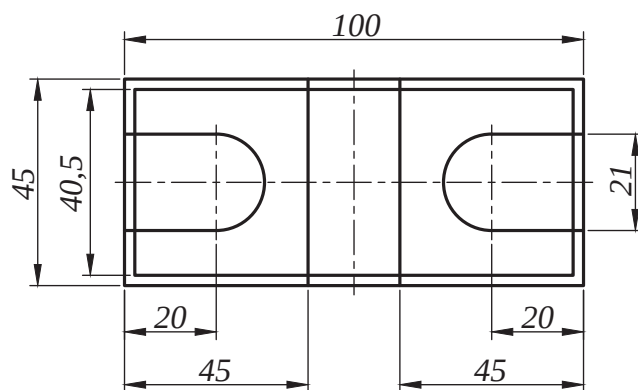
شکل ۶۲- خط‌کشی روی صفحه و داخل محفظه را نشان می‌دهد.

پس از خط کشی روی صفحه (سمت A) محورهای طولی و عرضی را با کمک گونیای  $90^\circ$  به زیر تخته (سمت B) انتقال دهید. با در دست داشتن اندازه‌های مدل سازی و استفاده از محورهای طولی و عرضی، جای شکاف‌ها و محفظه را روی صفحه B خط کشی کنید (شکل ۶۳).



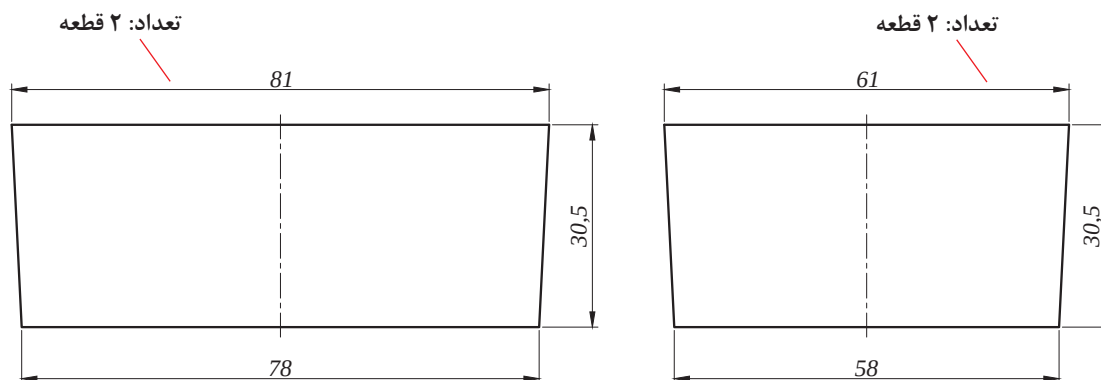
شکل ۶۳

شماره ۲: این قسمت از دو قطعه تشکیل شده و پولک‌های دور شکاف‌ها محسوب می‌شوند. اندازه دقیق آنها  $100 \times 45 \times 3$  میلی‌متر است اما برای ساختن آنها نیاز به یک تخته بزرگ‌تر به ابعاد تقریبی  $100 \times 45 \times 3$  میلی‌متر است (شکل ۶۴).



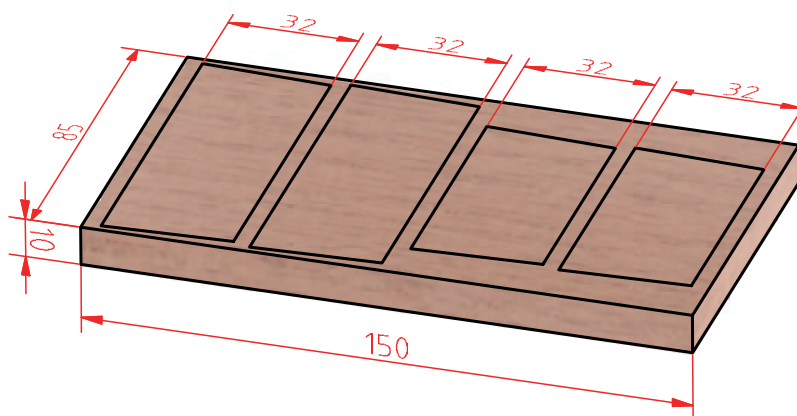
شکل ۶۴

شماره ۳: این قسمت از کار (بدنه مدل) از ۴ قسمت تشکیل شده است (شکل ۶۵).



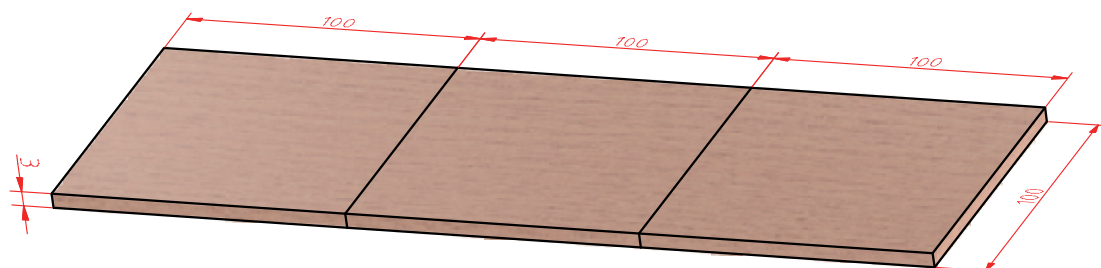
شکل ۶۵

فرم بدنه‌ها را در روی قطعه چوبی به ابعاد  $۱۵۰ \times ۸۵ \times ۱۰$  میلی‌متر خط‌کشی کنید (شکل ۶۶).



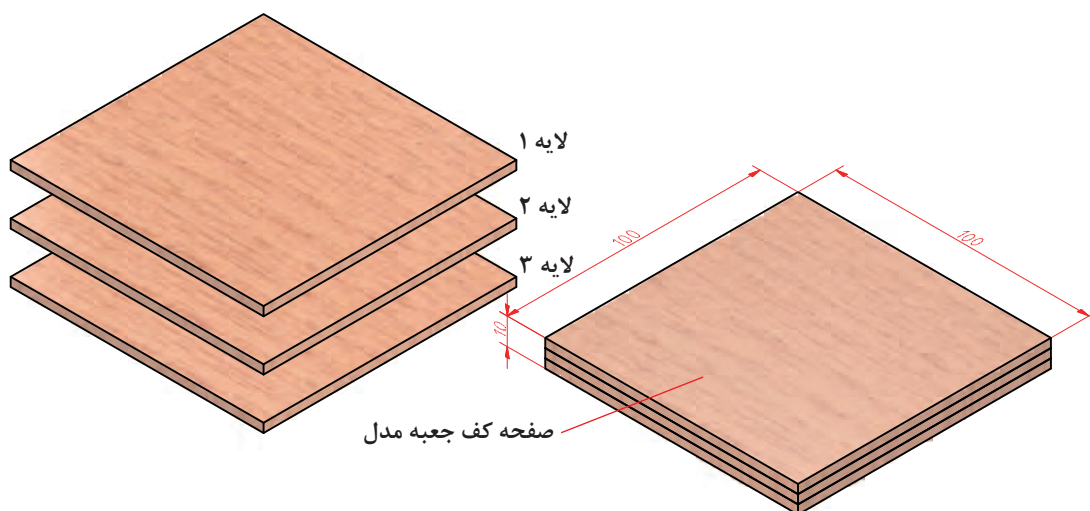
شکل ۶۶

شماره ۴: این قسمت کف جعبه مدل را تشکیل می‌دهد که مراحل خط‌کشی و ساخت آن بدین شرح است:  
 الف) آماده ساختن یک قطعه چوب یا چند لایه به ابعاد  $۳۰۰ \times ۱۰۰ \times ۳$  میلی‌متر.  
 ب) تقسیم‌بندی و خط‌کشی طول تخته به سه قسمت مساوی (شکل ۶۷).



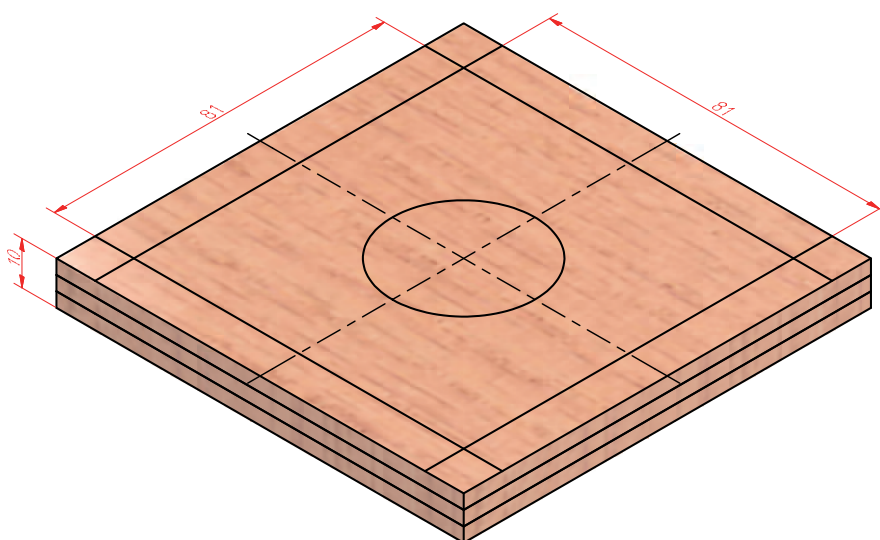
شکل ۶۷

ج) پرس کردن تخته‌ها روی هم به روش چپ و راست (شکل ۶۸).



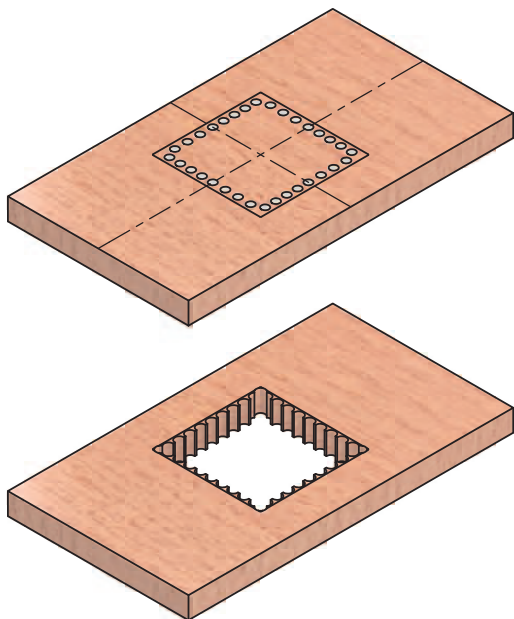
شکل ۶۸

د) جای سوراخ و محل چسبانیدن بدنه‌های مدل در روی صفحه کف جعبه مدل را خط‌کشی کنید (شکل ۶۹).



شکل ۶۹

## مراحل ساخت و مونتاژ مدل



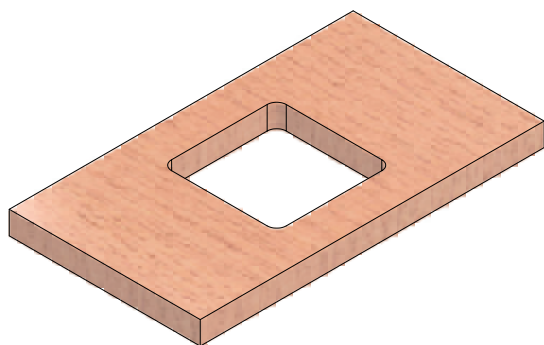
شکل ۷۰

پس از خط کشی قطعات مراحل ساخت مدل با سوراخ کاری، اره کاری، مغار کاری، چوب سای کاری، سوهان کاری شروع می شود.

ساخت قطعه های شماره ۱ و ۲: مراحل ساخت این قطعات، به شرح زیر است:

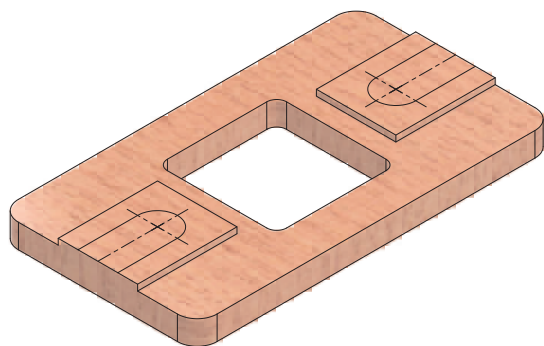
■ شیب دادن دور تا دور صفحه به وسیله دست یا ماشین سنباده دیسکی.

■ سوراخ کاری جای محفظه (شکاف بزرگ) با دریل دستی یا ماشین مته عمودی و خالی کردن آن. توجه داشته باشید که در هنگام سوراخ کاری باید از تخته زیر سری استفاده شود تا از سوراخ کردن میز کار و یا میز ماشین جلوگیری شود (شکل ۷۰).



شکل ۷۱

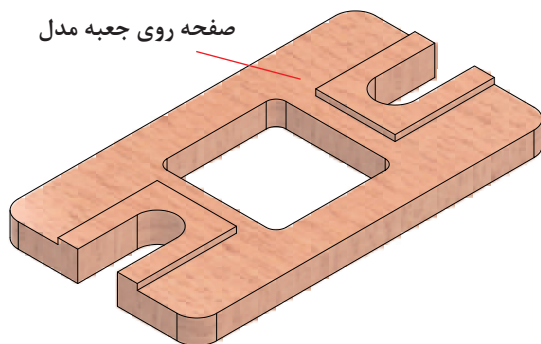
■ چوب سای کاری و سوهان کاری داخل شکاف و اندازه کردن آن تا مرز خط کشی (شکل ۷۱).



شکل ۷۲

■ چسبانیدن پولک ها در محل های خود و خط کشی جای شکاف های کوچک روی آنها (شکل ۷۲).

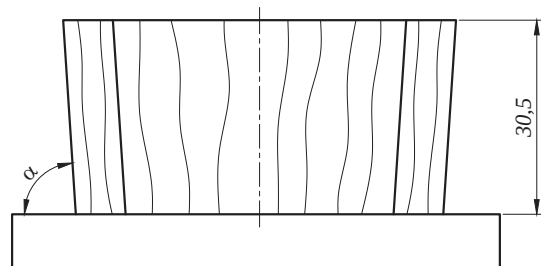




شکل ۷۳

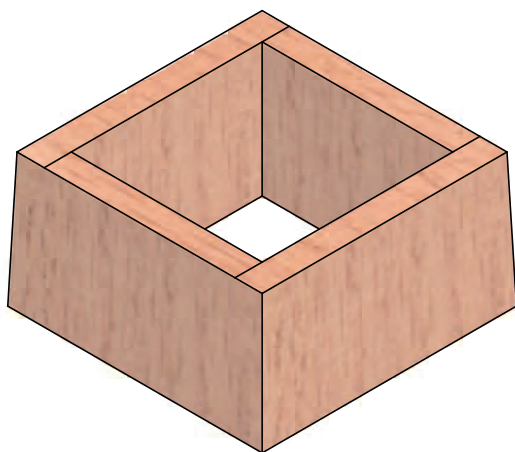
- بریدن و خالی کردن شکاف‌ها با اره نواری.
- چوب‌سای کاری داخل شکاف‌ها و گرد کردن گوشه‌های کار طبق اندازه (شکل ۷۳).

ساخت قطعه شماره ۳: همان‌طوری که قبلاً اشاره شد، این قسمت از مدل از ۴ قطعه چوب تشکیل می‌شود که پس از سر هم کردن به شکل یک جعبه درمی‌آید. مراحل ساخت این جعبه بدین قرار است:



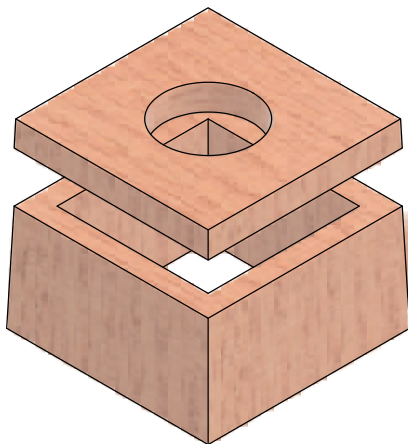
شکل ۷۴

- بریدن قطعات مطابق خط‌کشی (شکل ۶۶).
- اندازه کردن قطعات به وسیله چوب‌سای و یا ماشین سنباده دیسکی.
- شیب دادن کله چوب‌ها و اندازه کردن ارتفاع آنها (شکل ۷۴).



شکل ۷۵

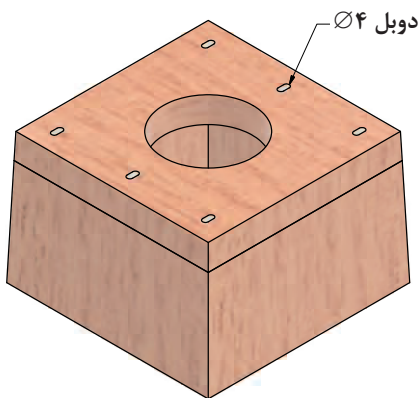
- چسبانیدن تخته‌ها پهلوی هم و کنترل ابعاد داخلی و خارجی جعبه (شکل ۷۵).



شکل ۷۶

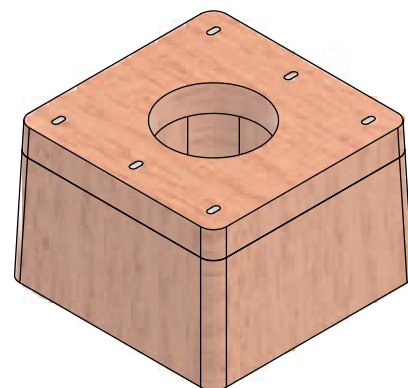
ساخت قطعه کار شماره ۴: این قطعه کف جعبه مدل را تشکیل می‌دهد که مراحل ساخت آن بدین قرار است:

- سوراخ کاری
- چوب‌سای کاری سوهان کاری داخل سوراخ و اندازه کردن و شیب دادن آن.
- چسبانیدن آن به کف جعبه. توجه داشته باشید که محورهای سوراخ با محورهای جعبه دقیقاً در یک راستا قرار گیرند (شکل ۷۶).



شکل ۷۷

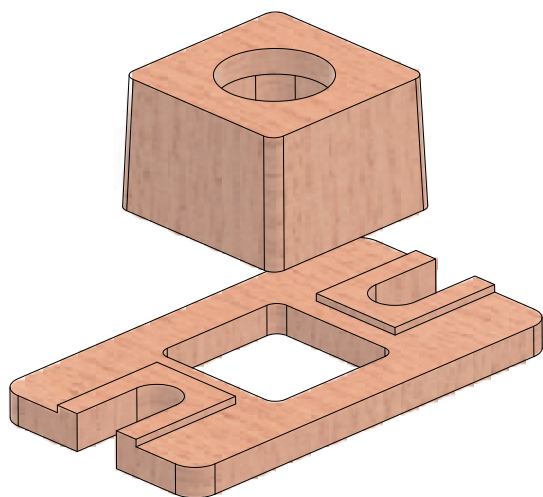
- دور کردن جعبه (همسو کردن شیب صفحه با شیب جعبه).
- محکم کردن صفحه به بدنه به وسیله اتصال دوبل آشکارا (شکل ۷۷).



شکل ۷۸

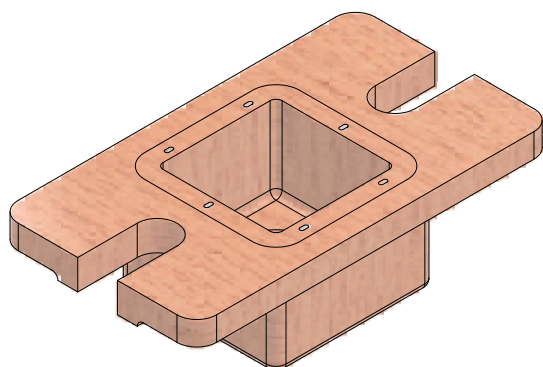
- گرد کردن گوشه‌های تیز مطابق نقشه مدل‌سازی شکل ۷۸ توجه داشته باشید که قبل از گرد کردن گوشه‌های تیز یک بار دیگر اندازه‌های داخلی و خارجی جعبه کنترل شود.

چسباندن جعبه روی صفحه: قبل از چسباندن جعبه روی صفحه یک بار دیگر شیب‌ها و اندازه‌های داخلی و خارجی آنها را با دقت کنترل کنید (شکل ۷۹).



شکل ۷۹

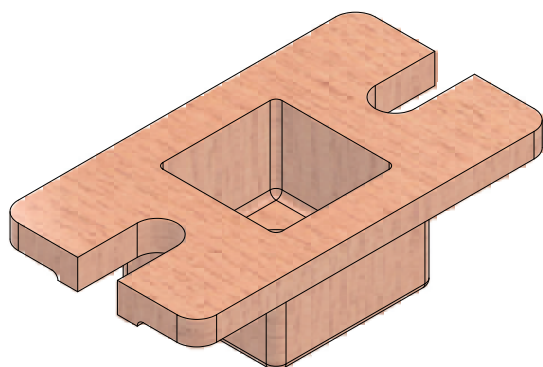
دوبل کردن صفحه به جعبه: بعد از چسبانیدن جعبه روی صفحه و خشک شدن چسب آن با استفاده از چندین دوپل دوام آن را بالا ببرید (شکل ۸۰).



شکل ۸۰

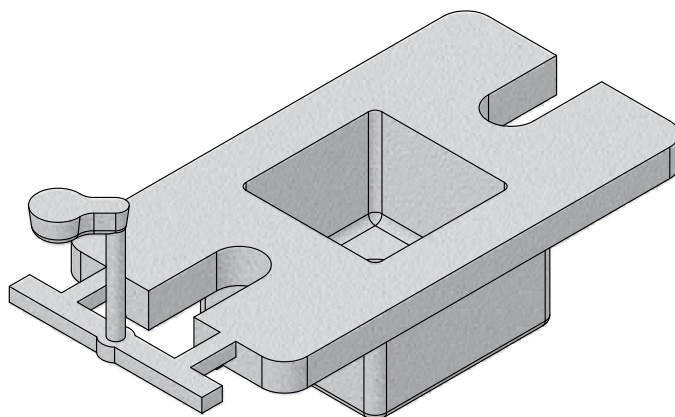
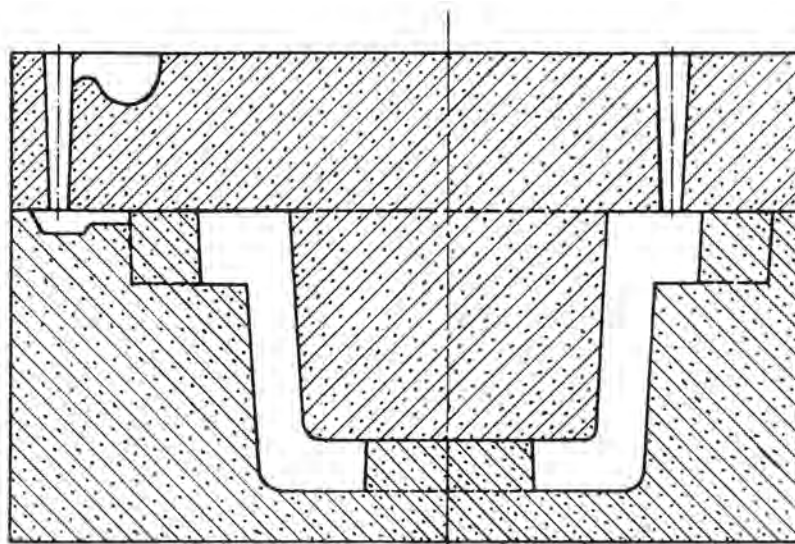
پرداخت کاری و رنگ کاری مدل: پس از ساخته شدن مدل سطوح سریشمی و ناصاف آن را با تخته سنباده پرداخت کنید. توجه داشته باشید که در هنگام سنباده کاری سطوح تیز و حساس مدل دقت اولیه خود را از دست ندهند.

سطوح ریختگی (طبیعی) در این مدل، براساس استاندارد دین ۱۵۱۱ برای آلیاژهای آلومینیوم با رنگ سبز و برای سطوحی که ماشین کاری می‌شوند با رنگ زرد پوشانیده می‌شوند (شکل ۸۱).



شکل ۸۱

قالب‌گیری و ریخته‌گری: برای اینکه از صحت ابعاد مدل و شیب آن اطمینان حاصل شود، آن را قالب‌گیری و ریخته‌گری کنید. (شکل ۸۲)



شکل ۸۲

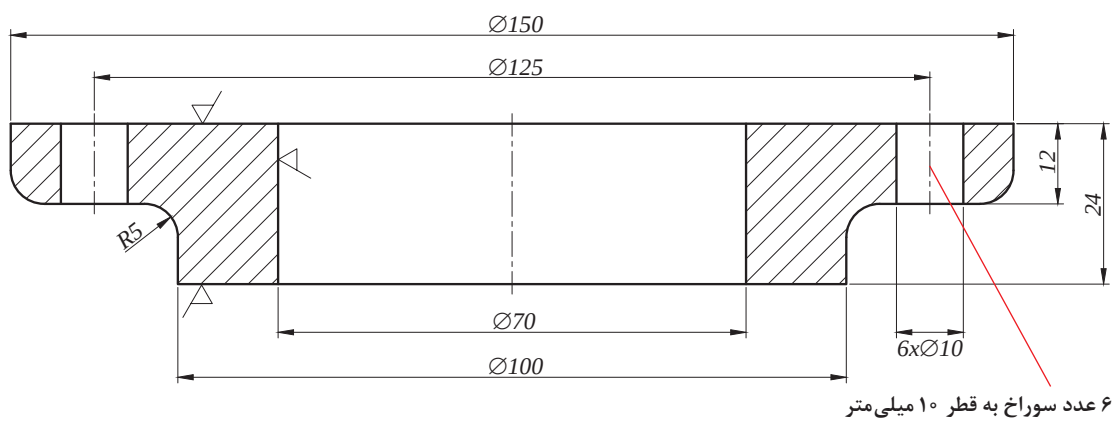
## ساخت مدل مدور با اتصال قطاع

### نقشه مکانیکی

نقشه مکانیکی یک فلانچ در نظر گرفته شده که مشخصات فنی قطعه ریختگی آن بدین قرار است (شکل ۸۳):

#### مشخصات فنی قطعه ریختگی

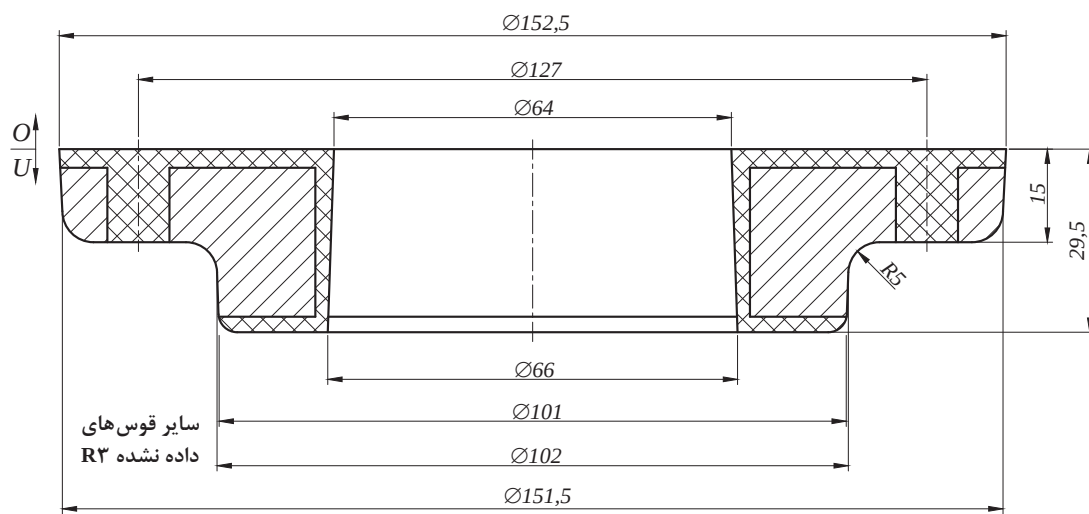
- جنس قطعه: آلیاژ برنج (درصد انقباض متوسط ۱/۵)
- تعداد قطعه: ۱۰ عدد
- نوع قالب‌گیری: دستی با ماسه تر
- نوع مدل: یکپارچه ساده (طبیعی)
- جنس مدل: چوبی (H۲)
- نوع شیب: میانی



شکل ۸۳

### نقشه مدل سازی

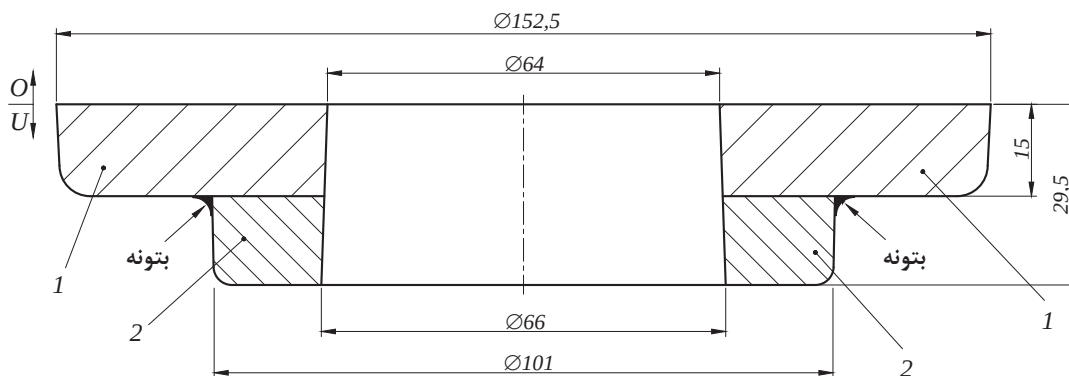
با استفاده از معلومات فنی فوق محاسبات مدل سازی را انجام داده و نقشه مدل سازی را پیاده کنید (شکل ۸۴).



شکل ۸۴

### نقشه ساختمان مدل (چوبی)

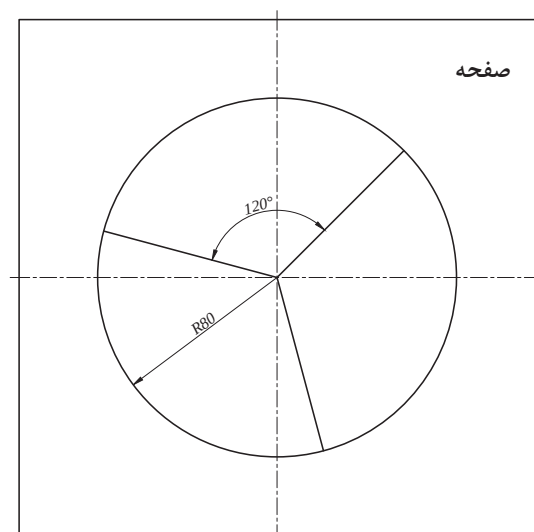
با استفاده از نقشه مدل‌سازی، نقشه ساختمان مدل چوبی رسم می‌شود (شکل ۸۵).



شکل ۸۵

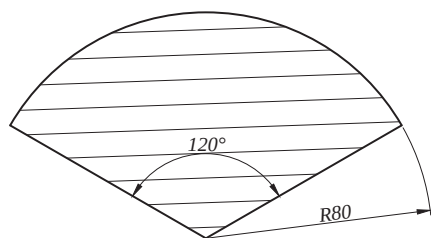
ساختمان مدل از دو صفحه چوبی شماره ۱ و ۲ که در شکل ۸۵ نشان داده شده است تشکیل شده که طرز ساخت آنها بدین قرار است:

**ساخت صفحه شماره ۱:** برای ساخت این صفحه از روش قطاع چسبانی استفاده کنید. تعداد قطاع تا قطر ۲۰۰ میلی‌متر ۳ عدد و از ۲۰۰ میلی‌متر به بالا ۵ عدد تعیین شده است. بنابراین برای ساخت این صفحه که قطر اسمی آن ۱۵۲/۵ میلی‌متر است، تعداد ۳ عدد قطاع کافی است.



شکل ۸۶

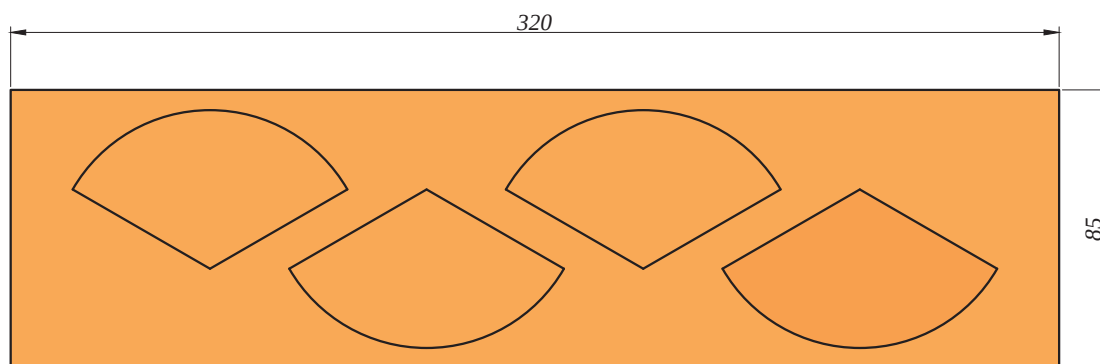
**رسم قطاع‌ها:** بعد از تعیین تعداد قطاع‌ها ابتدا دایره‌ای به شعاع ۸۰ میلی‌متر با مقیاس ۱:۱ روی یک صفحه کاملاً صاف رسم کرده و سپس محیط آن را به سه قسمت مساوی تقسیم کنید. با وصل کردن این نقاط به مرکز دایره سه قطاع به دست می‌آید که زاویه بین آنها ۱۲۰ درجه است (شکل ۸۶).



شکل ۸۷

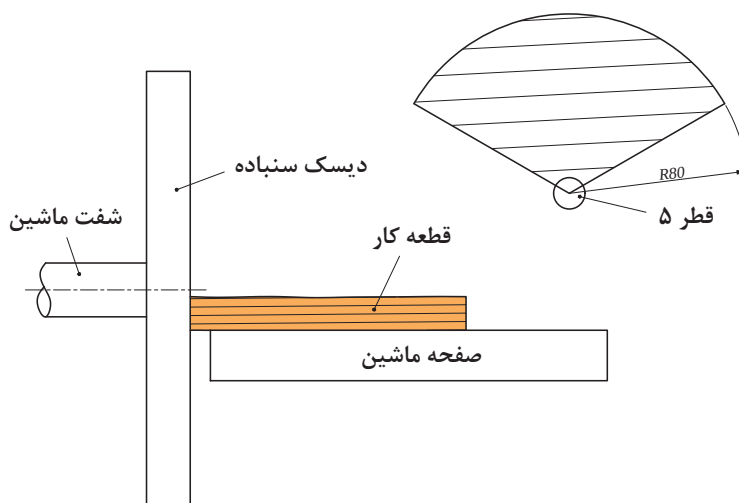
ساخت شابلون: پس از ترسیم قطاع‌ها با استفاده از اندازه‌های آن یک شابلون از جنس چوب یا چندلایی بسازید (شکل ۸۷).

خط‌کشی قطاع‌ها: ابتدا یک قطعه چوب به ابعاد  $350 \times 85 \times 20$  میلی‌متر را آماده کنید و سپس تعداد قطاع‌ها را به وسیله شابلون روی آن خط‌کشی کنید (شکل ۸۸).

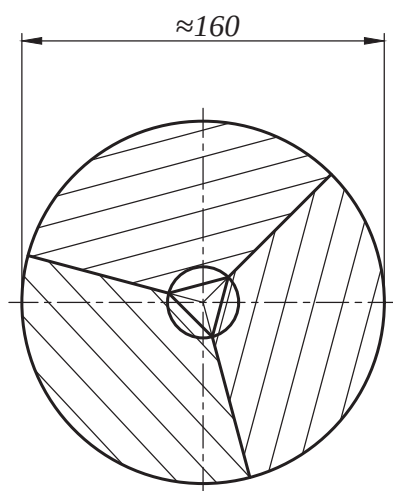


شکل ۸۸

بریدن قطاع‌ها: قطاع‌های خط‌کشی شده را با ماشین اره نواری از بیرون خط ببرید و به وسیله ماشین سنباده دیسکی تا نزدیک خط گونیایی کنید (شکل ۸۹).

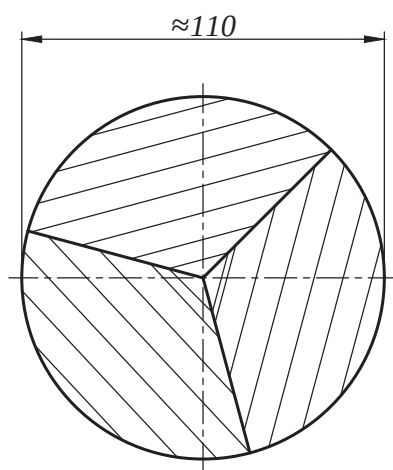


شکل ۸۹



شکل ۹۰

چسبانیدن قطاع های پهلوی هم: قطاع های گونیایی شده را در روی صفحه خط کشی شده شکل ۹۰ قرار داده و پس از کنترل ابعاد و زاویه بین آنها، در صورت درست بودن به وسیله سریشم به یکدیگر بچسبانید (شکل ۹۰).



شکل ۹۱

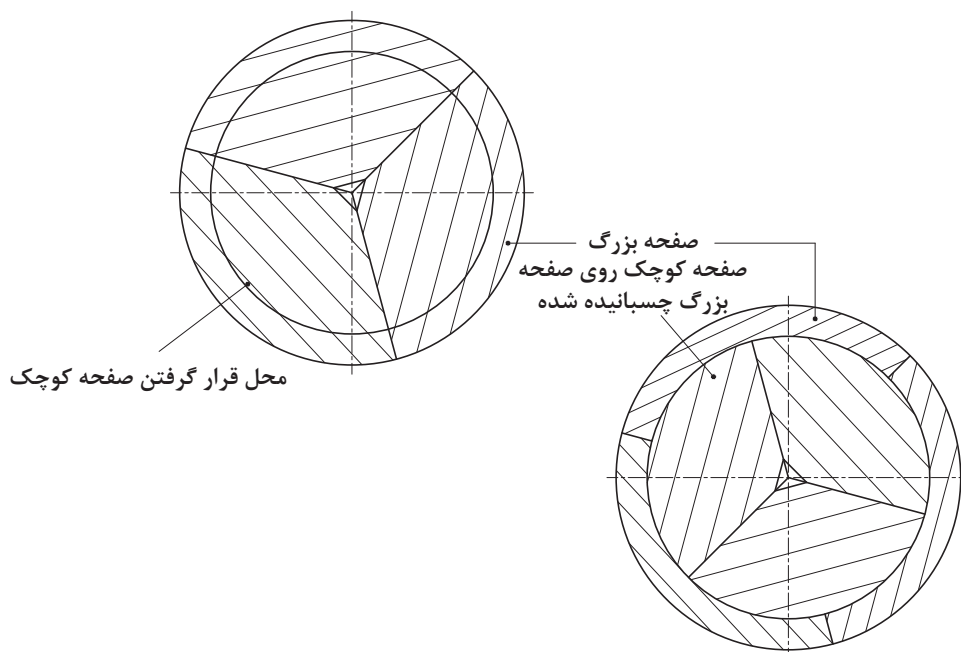
ساخت صفحه شماره ۲: همان طوری که در نقشه مدل سازی شکل ۸۴ مشاهده می شود، اندازه اسمی قطر بزرگ این صفحه ۱۰۲ میلی متر است که باید این مقدار را افزایش داد تا امکان خراطی کردن آن مطابق اندازه نقشه وجود داشته باشد. بنابراین، ابتدا دایره ای به قطر ۱۱۰ میلی متر روی یک صفحه ترسیم کنید و سپس محیط آن را به سه قسمت مساوی تقسیم کنید تا بدین صورت بتوانید تعداد قطاع ها را مانند شکل ۸۶ روی صفحه رسم کنید.

سایر مراحل: شابلون سازی، خط کشی قطاع ها روی تخته، بریدن قطاع ها، سنباده کاری قطاع ها و چسبانیدن آنها پهلوی هم است مانند آنچه برای ساخت صفحه شماره ۱ توضیح داده شد. شکل ۹۱ اندازه تخته مورد نیاز برای ساخت قطاع های این صفحه ۳۰×۶۵×۲۰ میلی متر است.

### طرز چسبانیدن صفحات روی هم

هنگام چسبانیدن قطاع ها پهلوی هم در سطح صفحه به ویژه در محل درز قطاع ها پستی و بلندی های جزئی به وجود می آید که باید به وسیله رنده پرداخت یا رنده خشی از بین بروند. بعد از هر بار رندیدن صفحه را روی صفحه صافی بخوابانید و صحت گونیای آن را کنترل کنید. پس از تسطیح صفحات، جای صفحه کوچک (شماره ۲) را روی صفحه بزرگ (شماره ۱) خط کشی کرده و صفحه کوچک را روی صفحه بزرگ بچسبانید (شکل ۹۲).

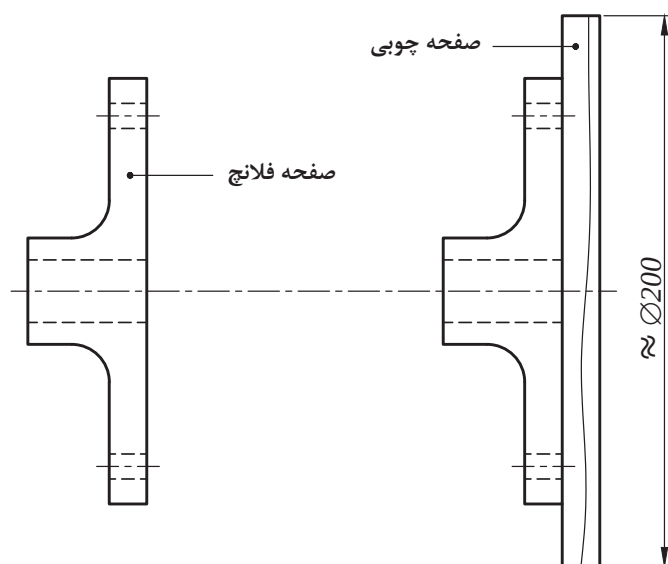




شکل ۹۲

برای جلوگیری از سُر خوردن صفحات، قبل از بستن پیچ دستی آنها را به وسیله چند میخ به همدیگر ثابت کنید. در هنگام بستن پیچ دستی از لب گیره استفاده کنید تا از زخمی شدن صفحات جلوگیری شود.

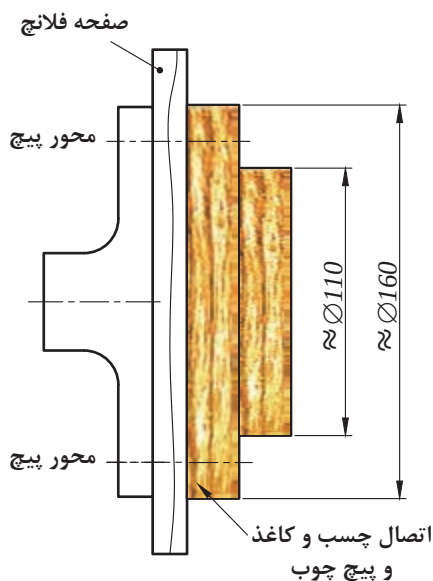
#### طرز بستن قطعه کار به صفحه فلانچ ماشین خراطی



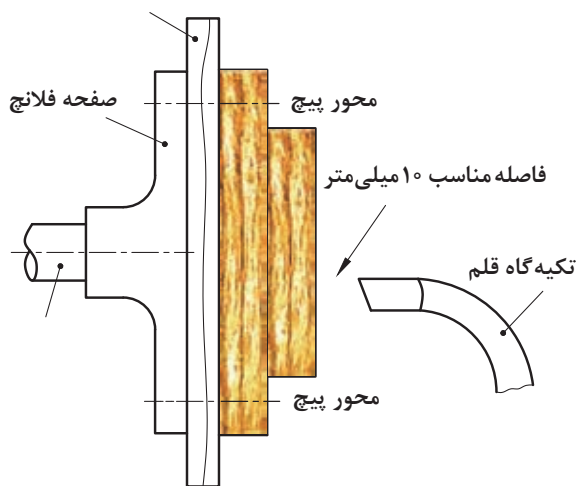
شکل ۹۳

برای تراشکاری مدل از ماشین خراطی یا ماشین تراش استفاده می شود. اما از آنجا که اغلب کارگاه های مدل سازی فاقد ماشین تراش هستند و بیشتر از ماشین خراطی استفاده می کنند، طرز بستن قطعه کار برای این ماشین توضیح داده می شود:

■ نصب یک صفحه چوبی به قطر حدود ۲۰۰ میلی متر و ضخامت حداقل ۲۵ میلی متر روی صفحه فلانچ (شکل ۹۳).



شکل ۹۴



شکل ۹۵

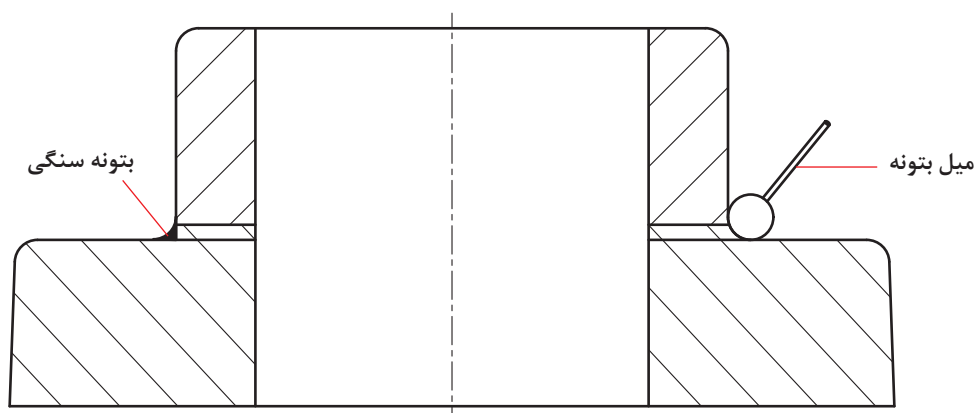
- سوار کردن صفحه فلانچ به ماشین خراطی و دور کردن صفحه چوبی با قلم خراطی. توجه داشته باشید که سطح صفحه چوبی نیز باید نسبت به صفحه فلانچ دور باشد.
- به وسیله قلم نوک تیز یا درفش دایره‌ای را که قطر آن کمی بیشتر قطر قطعه کار باشد، در روی صفحه ایجاد کنید.
- فلانچ را از ماشین خراطی پیاده کرده و قطعه کار را در مرکز دایره ایجاد شده با چسب محکم بچسبانید. برای آن که قطعه کار به راحتی از صفحه جدا شود، بین آنها کاغذ روزنامه قرار دهید.
- پس از خشک شدن چسب بین آنها، با پیچانیدن چندین پیچ چوب خطر پرتاب قطعه کار در هنگام خراطی را کاهش دهید. (شکل ۹۴).

### مراحل خراطی کردن

- مراحل خراطی کردن قطعه فوق بدین قرار است:
- دور ماشین را نسبت به قطر قطعه کار و وزن آن تنظیم کنید.
- قطعه را روی ماشین سوار کرده و آن را محکم ببندید.
- تکیه‌گاه مغار را با فاصله مناسب نسبت به قطعه کار تنظیم کرده و محکم کنید (شکل ۹۵).
- قبل از روشن کردن ماشین قطعه کار را با دست بچرخانید تا از تماس احتمالی آن با بدنه ماشین اطمینان حاصل شود.
- ماشین را روشن کرده و با قلم روتراش پیرامون و سطح قطعه کار را دور کنید.
- پس از دور کردن قطعه کار، با قلم داخل تراش سوراخ مدل را خراطی کنید.

- کف قطعه کار را آن قدر تراشکاری کنید تا ارتفاع سوراخ که ۲۹/۵ میلی‌متر است، به دست آید.
- پس از اندازه کردن ارتفاع سوراخ، خراطی داخل سوراخ را ادامه داده و قطرهای ۶۴ و ۶۶ را به دست آورید.
- بعد از خراطی کردن سوراخ مدل، کار خراطی را با فلانچ کوچک ادامه دهید. در این مرحله از خراطی قطر بزرگ ۱۰۲، قطر کوچک ۱۰۱ و ارتفاع فلانچ ۱۴/۵ میلی‌متر از کار درمی‌آید.
- کار خراطی را با فلانچ بزرگ ادامه دهید به طوری که اندازه قطر بزرگ ۱۵۲/۵، قطر کوچک ۱۵۱/۵ و ارتفاع آن ۱۵ میلی‌متر از کار درآید.
- در پایان کار خراطی ابتدا کلیه ابعاد مدل را یک بار دیگر با دقت کنترل کنید و سپس سطوح قوس دار را مطابق R داده شده در نقشه، خراطی کنید.

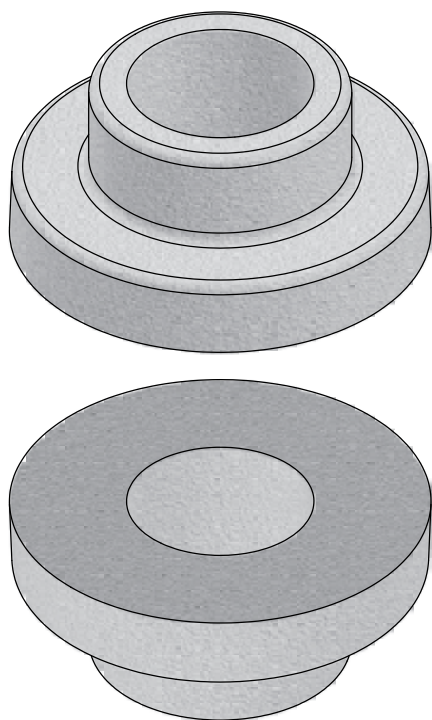
- کلیه سطوح مدل را با سنباده نرم پرداخت کنید. توجه داشته باشید که در هنگام سنباده کاری سطوح حساس و گوشه های تیز مدل دقت اولیه خود را از دست ندهند.
- ماشین را خاموش کرده و صفحه فلانچ را از آن پیاده کنید.
- مدل خراطی شده را از صفحه فلانچ جدا سازید.
- قوسی معادل R۵ پیرامون پله با بتونه سنگی ایجاد کنید (شکل ۹۶).



شکل ۹۶

### رنگ مدل

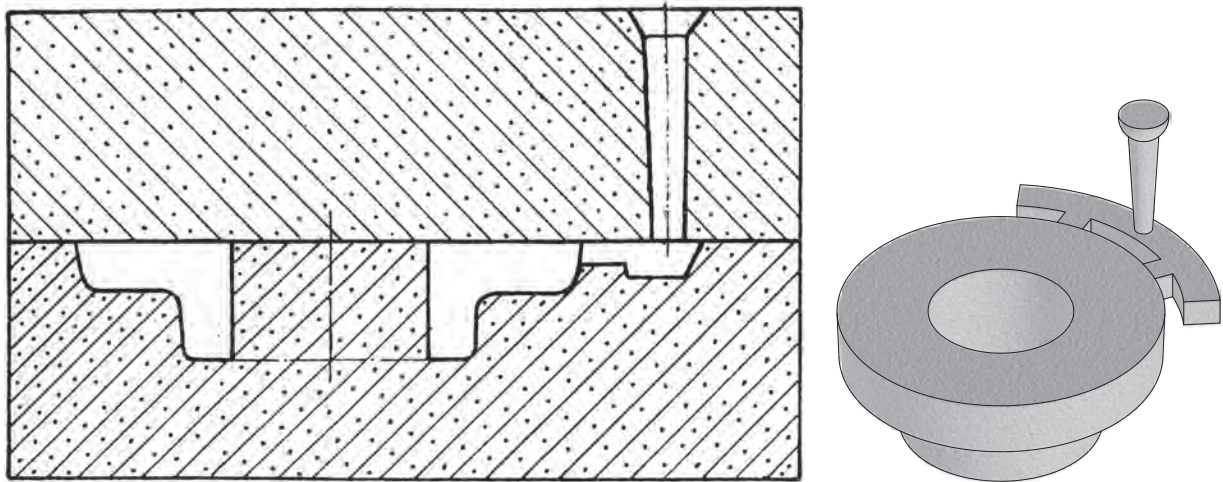
سطوح ریختگی (طبیعی) این مدل براساس استاندارد DIN1511 آلمان برای آلیاژهای برنج به رنگ زرد و سطوحی که ماشین کاری می شوند، با رنگ قرمز پوشانیده شوند (شکل ۹۷).



شکل ۹۷

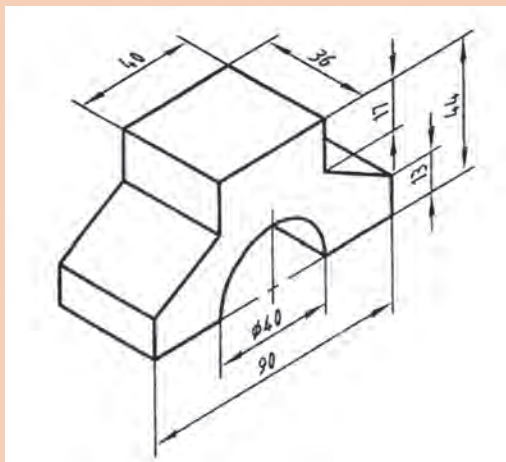
### قالب گیری و ریخته گری

برای آنکه از صحت ابعاد مدل و قطعه ریختگی اطمینان حاصل کنید مدل را قالب گیری و سپس ریخته گری کنید (شکل ۹۸).



شکل ۹۸

### ساخت مدل چوبی پایه نگهدارنده چدنی



فعالیت کارگاهی  
۱۱



### وسایل مورد نیاز:

- |                                               |                |
|-----------------------------------------------|----------------|
| ۱ مداد                                        | ۷ چکش لاستیکی  |
| ۲ پرگار فلزی                                  | ۸ چسب چوب      |
| ۳ چکش، مغار، چوب سای زبر، چوب سای نرم، سنباده | ۹ سنباده دیسکی |
| ۴ اره دستی                                    | ۱۰ بتونه سنگی  |
| ۵ صفحه صافی                                   | ۱۱ رنگ اسپری   |
| ۶ میز کار                                     |                |

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

### نکته:

جهت ساخت این مدل مجاز هستید که ابعاد این مدل تا ۲ برابر بزرگ تر شود و مدل ساخته شود.

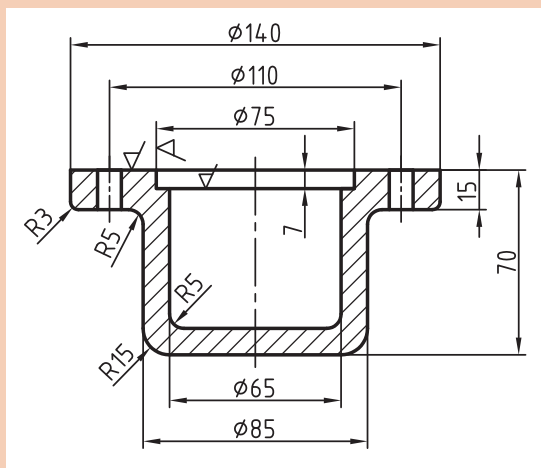
### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده بالا.
- ۲ آماده سازی چوب های ساخت مدل با استفاده از نقشه ساختمان مدل.
- ۳ دایره قسمت پایین را توسط روش اره، اره کردن با استفاده از مغار و چکش لاستیکی دایره را ایجاد کنید.
- ۴ چسباندن اجزای مدل به یکدیگر و بتونه کاری قسمت های مورد نیاز.
- ۵ پرداخت کاری و رنگ کاری مدل مطابق استاندارد.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها ضروری است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیب به فردی وارد نگردد.

### ساخت مدل پوسته آلومینیومی



### وسایل مورد نیاز:

- |                                               |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| ۱ مداد                                        | ۷ دریل ستونی    |
| ۲ پرگار فلزی                                  | ۸ چسب چوب       |
| ۳ چکش، مغار، چوب سای زبر، چوب سای نرم، سنباده | ۹ ماشین خراطی   |
| ۴ اره دستی                                    | ۱۰ سنباده دیسکی |
| ۵ صفحه صافی                                   | ۱۱ بتونه سنگی   |
| ۶ میز کار                                     | ۱۲ رنگ اسپری    |



### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

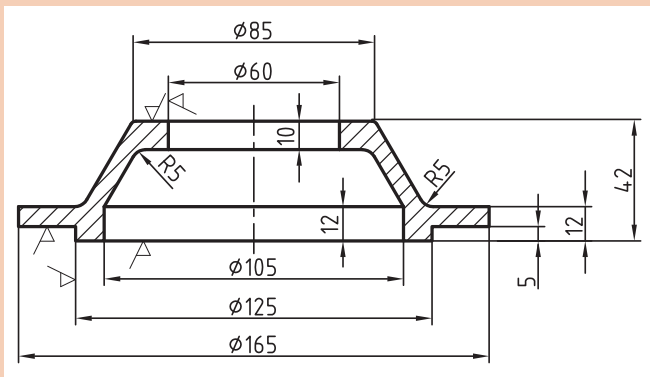
### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده بالا.
- ۲ آماده سازی چوب های ساخت مدل با استفاده از نقشه ساختمان مدل.
- ۳ ماشین کاری (خراطی) اجزای مدل مطابق نقشه ساختمان مدل.
- ۴ چسباندن اجزای مدل به یکدیگر و بتونه کاری قسمت های مورد نیاز.
- ۵ پرداخت کاری و رنگ کاری مدل مطابق استاندارد.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب ها ضروری است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیب به فردی وارد نگردد.

### ساخت مدل چوبی درپوش چدنی



### وسایل مورد نیاز:

- |                                               |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| ۱ مداد                                        | ۷ دریل ستونی    |
| ۲ پرگار فلزی                                  | ۸ چسب چوب       |
| ۳ چکش، مغار، چوب سای زبر، چوب سای نرم، سنباده | ۹ ماشین خراطی   |
| ۴ اره دستی                                    | ۱۰ سنباده دیسکی |
| ۵ صفحه صافی                                   | ۱۱ بتونه سنگی   |
| ۶ میز کار                                     | ۱۲ رنگ اسپری    |

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده بالا.
- ۲ آماده سازی چوب های ساخت مدل با استفاده از نقشه ساختمان مدل.
- ۳ ماشین کاری (خراطی) اجزای مدل مطابق نقشه ساختمان مدل.





۴ چسباندن اجزای مدل به یکدیگر و بتونه کاری قسمت‌های مورد نیاز.

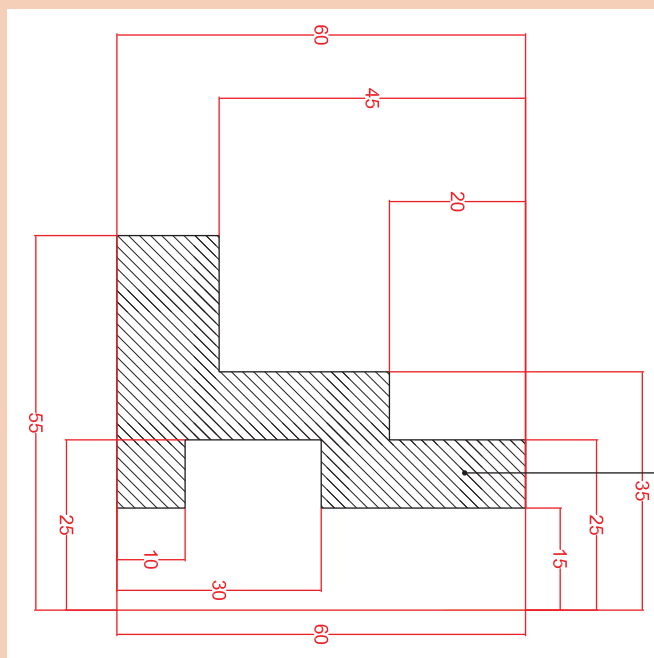
۵ پرداخت کاری و رنگ کاری مدل مطابق استاندارد.

نکته:

□ تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها ضروری است.

□ در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیب به فردی وارد نگردد.

### ساخت مدل چوبی ۲ تکه با تکیه‌گاه عمودی دوطرفه



### وسایل مورد نیاز:

- |                                               |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| ۱ مداد                                        | ۷ دریل ستونی    |
| ۲ پرگار فلزی                                  | ۸ چسب چوب       |
| ۳ چکش، مغار، چوب‌سای زبر، چوب‌سای نرم، سنباده | ۹ ماشین خراطی   |
| ۴ اره دستی                                    | ۱۰ سنباده دیسکی |
| ۵ صفحه صافی                                   | ۱۱ بتونه سنگی   |
| ۶ میز کار                                     | ۱۲ کاغذ روزنامه |

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده.
- ۲ آماده‌سازی چوب با استفاده از نقشه ساختمان مدل.

۳ ماشین کاری (خراطی) مدل مطابق نقشه ساختمان مدل.

۴ طراحی و ترسیم نقشه جعبه ماهیچه با استفاده از نقشه مدل‌سازی.

۵ ساخت قالب جعبه ماهیچه ۲ تکه.

۱- ساخت قالب جان ماهیچه

۲- ساخت قالب ریشه ماهیچه زیرین

۳- ساخت قالب ریشه ماهیچه بالایی

۶ چسباندن اجزای جعبه ماهیچه به همدیگر، تسطیح سطوح آنها و پین کردن روی هم.

۷ پرداخت کاری و رنگ کاری مدل و جعبه ماهیچه.

نکته:

□ تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها ضروری است.

□ در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیب به فردی وارد نگردد.

فعالیت کارگاهی  
۱۵



## ساخت مدل چوبی ۲ تکه با تکیه‌گاه افقی دوطرفه

وسایل مورد نیاز:

۱ مداد

۲ پرگار فلزی

۳ چکش، مغار، چوب‌سای زبر، چوب‌سای نرم، سنباده

۴ اره دستی

۵ صفحه صافی

۶ میز کار

۷ دریل ستونی

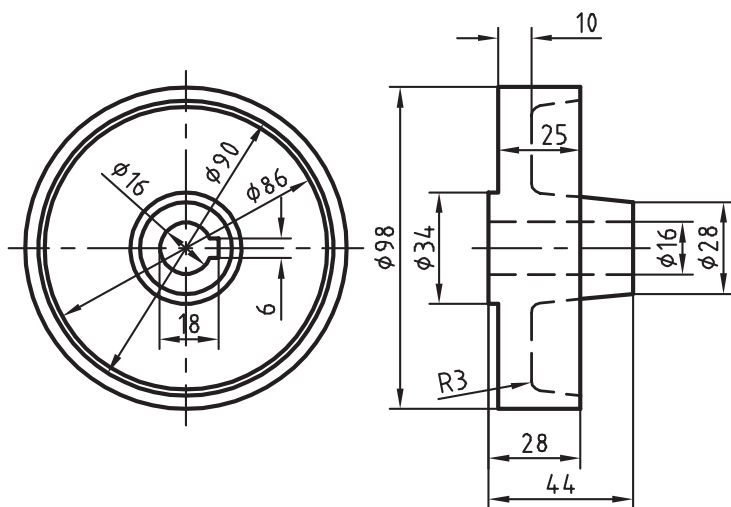
۸ چسب چوب

۹ ماشین خراطی

۱۰ سنباده دیسکی

۱۱ بتونه سنگی

۱۲ کاغذ روزنامه





### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

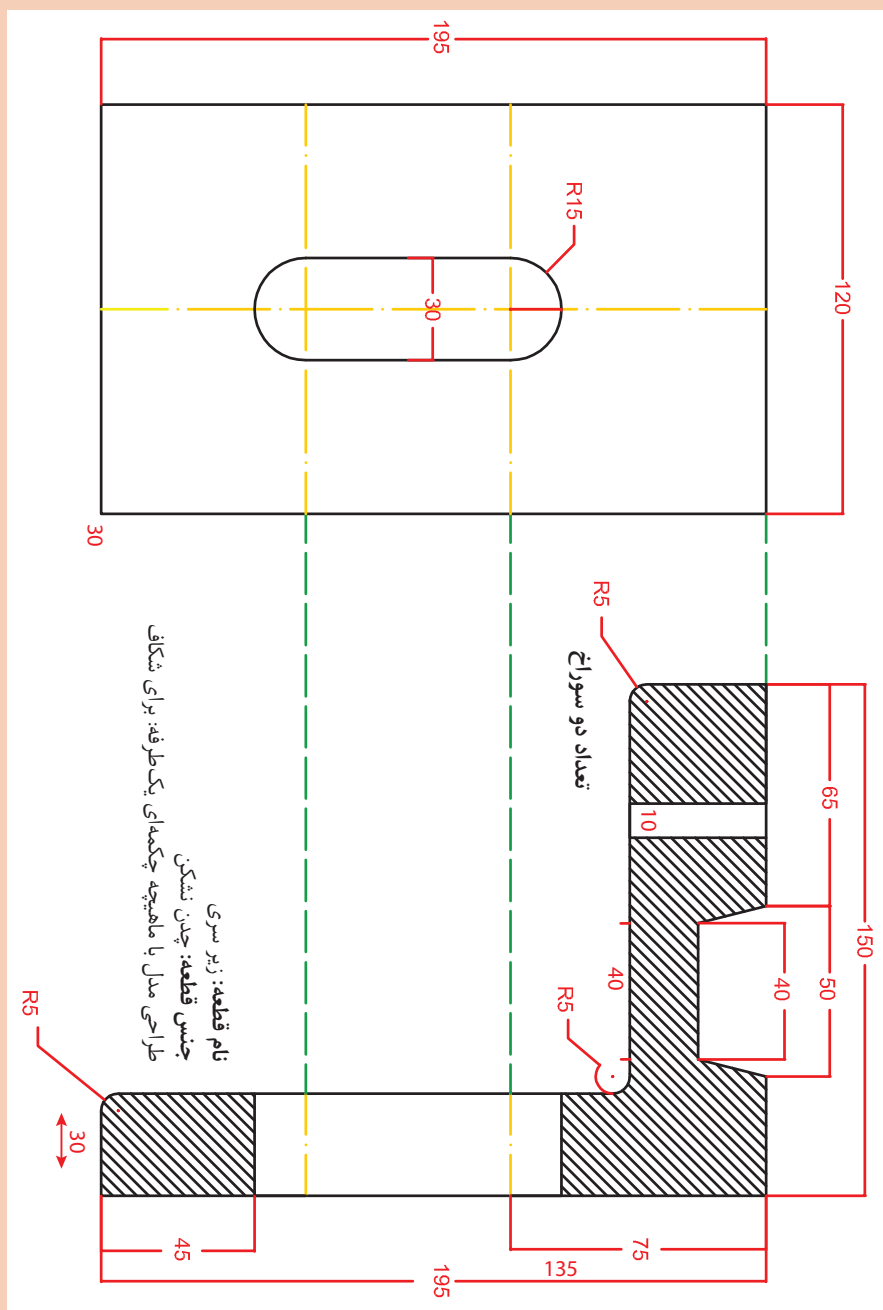
### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده.
- ۲ آماده‌سازی چوب با استفاده از نقشه ساختمان مدل.
- ۳ ماشین‌کاری (خراطی) مدل مطابق نقشه ساختمان مدل.
- ۴ طراحی و ترسیم نقشه جعبه ماهیچه با استفاده از نقشه مدل‌سازی.
- ۵ ساخت جعبه ماهیچه ۲ تکه.
- ساخت قالب جان ماهیچه در ۳ بخش همراه با ریشه ماهیچه‌ها.
- ۶ چسبانیدن اجزای جعبه ماهیچه به همدیگر، تسطیح سطوح آنها و پین کردن روی هم.
- ۷ پرداخت کاری و رنگ‌کاری مدل و جعبه ماهیچه

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها ضروری است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## پودمان دوم: ساخت مدل‌های چوبی



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ مداد
- ۲ پرگار فلزی
- ۳ چکش، مغار، چوب‌سای زبر، چوب‌سای نرم، سنباده
- ۴ اره دستی
- ۵ صفحه صافی
- ۶ میز کار
- ۷ دریل ستونی
- ۸ چسب چوب
- ۹ سنباده دیسکی
- ۱۰ بتونه سنگی
- ۱۱ کاغذ روزنامه

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار.

### مراحل انجام کار:

- ۱ طراحی و ترسیم نقشه ساختمان مدل با استفاده از نقشه مکانیکی داده شده.
- ۲ آماده‌سازی چوب با استفاده از نقشه ساختمان مدل.
- ۳ طراحی و ترسیم نقشه جعبه ماهیچه با استفاده از نقشه مدل چوبی.
- ۴ ساخت قالب جعبه ماهیچه ۲ تکه.
- ۱- ساخت قالب جان ماهیچه
- ۲- ساخت قالب ریشه ماهیچه چکمه‌ای
- ۵ چسباندن اجزای جعبه ماهیچه به همدیگر، تسطیح سطوح آنها و پین کردن روی هم.
- ۶ پرداخت کاری و رنگ مدل و جعبه ماهیچه.

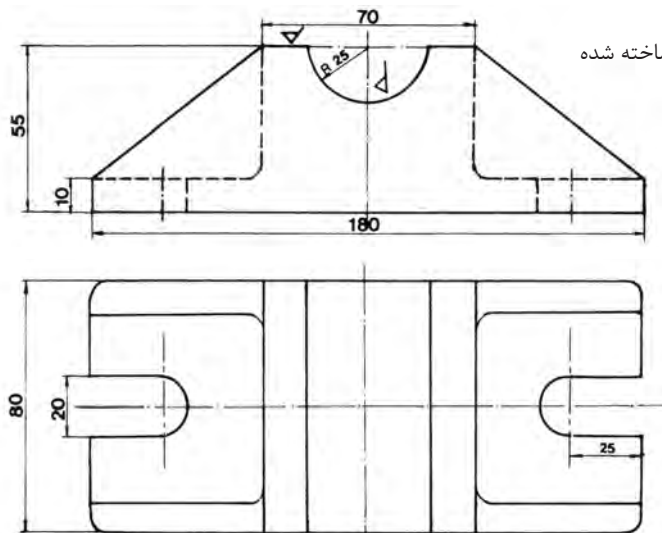
### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز چوبی سالم از سایر چوب‌ها و نخاله‌ها ضروری است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیب به فردی وارد نگردد.

## ارزشیابی پایانی به کارگیری روش های ساخت مدل و جعبه ماهیچه

شرح کار:

ابتدا مدل چوبی را مطابق نقشه داده شده بسازید و سپس از مدل ساخته شده یک قطعه آلومینیومی ریخته گری کنید.



استاندارد عملکرد: ساخت مدل چوبی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با تolerانس عمومی - ISO 2768 -C  
شاخص:

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۳ تخت بودن
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد - ISO 2768 -C

شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهیه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: قطعه خام، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط کش فلزی ۳۰ سانتی متری، کولیس، اره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، مداد، چوب سای تخت، چوب سای نیم دایره، رنده دستی، کمان اره مویی، چسب چوب، سنباده چوب، R سنج، اسپری رنگ، بتونه، وسایل و تجهیزات قالب گیری و ریخته گری

معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                                  | مرحله کار                                                  | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                                     | آماده سازی اجزای ساختمان مدل (برشکاری شده)                 | ۱                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                                     | اتصال اجزای مدل به یکدیگر                                  | ۲                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                                     | پرداخت کاری و رنگ کاری مدل                                 | ۲                       |            |
| ۴                                                                                                                                                                                                                     | قالب گیری مدل ساخته شده و ریخته گری آن                     | ۱                       |            |
| ۵                                                                                                                                                                                                                     | جدا کردن سیستم راهگامی از قطعه کار، تمیز کردن و تحویل قطعه | ۱                       |            |
| <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی</p> <p>۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه</p> <p>۴- رعایت دقت و نظم</p> |                                                            |                         |            |
| میانگین نمرات: **                                                                                                                                                                                                     |                                                            |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارند؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

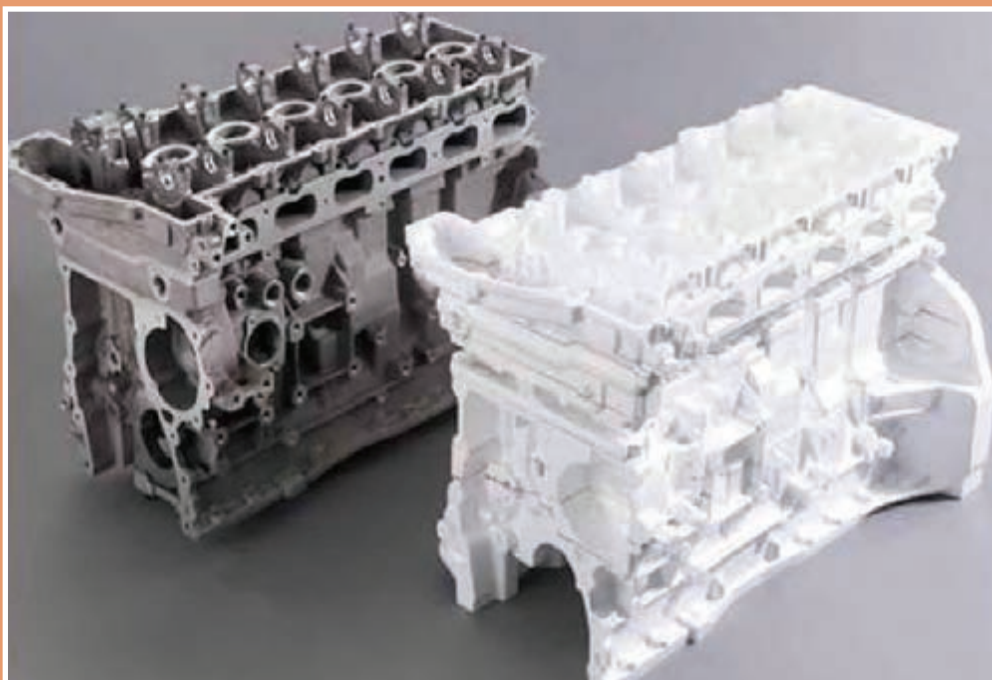
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.





## پودمان ۳

### ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)



## واحد یادگیری ۱

### ساخت مدل های یونولیتی

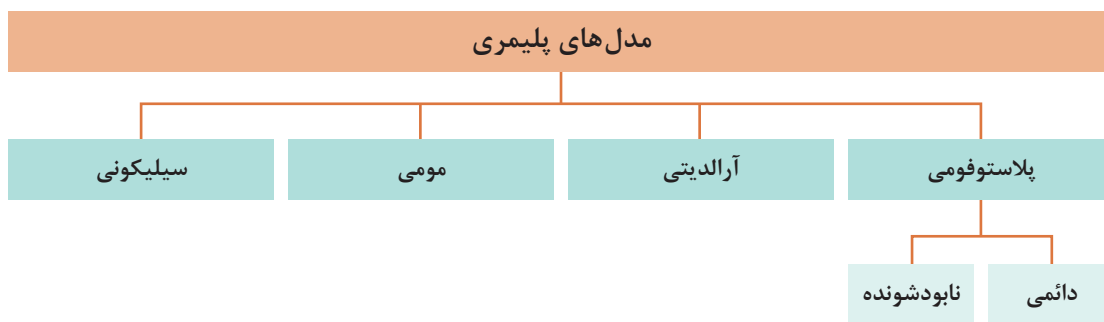
یکی از انواع مدل های مورد استفاده در مراحل قالب گیری و ریخته گری، مدل های یونولیتی است که از نوع مدل های دفنی فداشونده می باشد. به نحوی که مدل در هنگام ذوب ریزی از بین رفته و در اصطلاح نابود می شود. در این پودمان، یادگیری تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی، ترسیم نقشه مدل سازی، ساخت و مونتاژ مدل یونولیتی و سیستم راهگاهی مذاب و کنترل کیفی مدل نهایی توضیح داده می شود.

#### استاندارد عملکرد

نقشه مدل سازی با استفاده از نقشه مکانیکی، مواد اولیه لازم و ابزارآلات، براساس استانداردهای مربوطه تهیه و مدل یونولیتی ساخته می شود.

## مدل های پلیمری

ورود به عرصه های نوین و رقابت در بازارهای امروزی، نیازمند استفاده از تکنولوژی های مدرن در زمینه های مختلف صنعتی است. با پیشرفت تکنولوژی، دستیابی سریع تر، آسان تر و کم هزینه تر نسبت به قطعات سالم در فرایند ریخته گری میسر شده است. از آنجایی که همواره یکی از محدودیت های طراحی یک قطعه پیچیده، عدم قابلیت تولید آن با فرایند ریخته گری است بنابراین استفاده از روش ها و تکنیک هایی که این محدودیت ها را برطرف نماید، بسیار سودمند است. یکی از روش هایی که محدودیت های بسیاری را در بخش طراحی و ساخت مدل رفع کرده است، به کارگیری موادی با دمای ذوب و تبخیر بسیار پایین، جهت ساخت مدل های ریخته گری است. این مدل ها یک بار مصرف بوده و در طول فرایند ریخته گری، قبل و یا هنگام ذوب ریزی به بخار تبدیل می شوند. مدل های پلیمری به صورت زیر دسته بندی می شوند.



نمودار ۱

## مدل های پلاستوفومی (یونولیتی)

ایده استفاده از پلاستوفوم (یونولیت) برای ساخت مدل های ذوب شونده (ناپود شونده) و دائمی، اولین بار توسط آقای رویر<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۸ ارائه گردید. این ایده توسط کمپانی گرونزی و هارتمان<sup>۲</sup> خریداری و پس از توسعه، برای تولید صنعتی مورد استفاده قرار گرفت. در دهه های اخیر استفاده از مدل های ذوب شونده رشد گسترده ای، به ویژه در بین کارخانه های پیشرفته تولید قطعات خودرو، داشته است. نام علمی پلاستوفوم، پلی استایرن است، که یک پلیمر مصنوعی از محصولات پتروشیمی است. انواع پلی استایرن عبارتند از:

- پلی استایرن معمولی<sup>۳</sup> (GPPS)
- پلی استایرن مقاوم<sup>۴</sup> (HIPS)
- پلی استایرن انبساطی<sup>۵</sup> (EPS)
- پلی استایرن اکستروود شده<sup>۶</sup> (XPS)

۱- Royer

۲- grunzwey and Hartmann

۳- general - purpose polystyrene

۴- high impact polystyrene

۵- expanded polystyrene

۶- extruded polystyrene



پرکاربردترین پلی استایرن برای ساخت مدل های ریخته گری، پلی استایرن انبساطی است که در ایران به نام یونولیت معروف است. شکل ۱ یونولیت را در سه فرم متفاوت نشان می دهد.

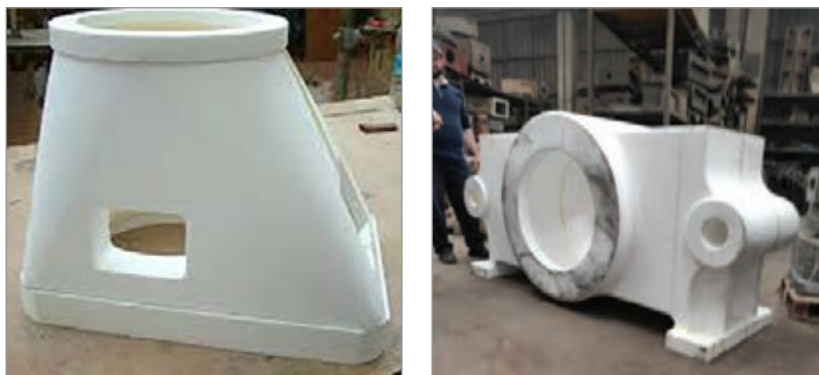


شکل ۱- فرم های مختلف یونولیت؛ ۱- گرانول های قبل از انبساط، ۲- دانه های بعد از انبساط و ۳- شکل نهایی

مدل های یونولیتی برحسب نیاز به دو دسته: مدل های دائمی و مدل های نابودشونده تقسیم بندی می شوند. از مدل های دائمی برای قالب گیری و ریخته گری ماسه ای قطعات متوسط تا بزرگ و از مدل های نابودشونده برای قالب گیری و ریخته گری قطعات کوچک تا متوسط به روش دقیق استفاده می شود.

### مدل های یونولیتی

۱- **مدل های یونولیتی دائمی:** برای ساخت مدل های دائمی از بلوک یونولیت فشرده استفاده می شود. انتخاب میزان فشردگی بستگی به تعداد دفعات قالب گیری و یا تعداد قطعه ریختگی خواسته شده دارد. برای قالب گیری تا ۵۰ بار از بلوک یونولیت فشرده با چگالی حدود ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب استفاده می شود. شکل ۲ نمونه هایی از مدل های دائمی ساخته شده را نشان می دهد. برای ساخت مدل های یونولیتی دائمی از ابزارهای دستی نظیر اره، رنده، فرز و سیم المنت داغ استفاده می شود؛ در صورتی که برای ساخت مدل های دقیق، روش های ماشینی، المنتی، لیزری و CNC<sup>۱</sup> به کار گرفته می شود.

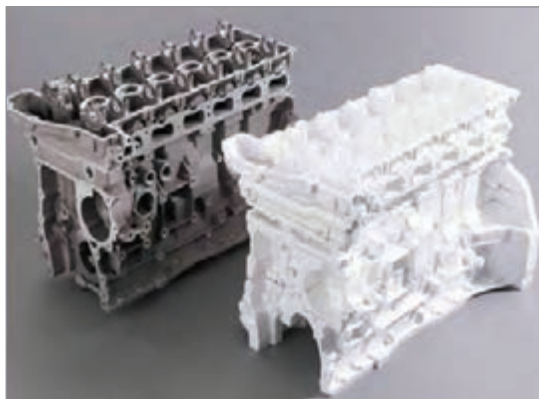


شکل ۲

۱- computer numerical control



تعداد دفعات قالب‌گیری به کیفیت جنس یونولیت، کیفیت سطح مدل، شیب مناسب قالب‌گیری، جنس مواد قالب‌گیری، رنگ‌کاری مدل، نصب یراق‌های مناسب در داخل مدل برای خارج کردن آن از داخل ماسه و رعایت نکات قالب‌گیری بستگی دارد. همچنین برای قالب‌گیری با مدل‌های یونولیتی، داشتن تخصص ضروری است.



شکل ۳

**۲- مدل‌های یونولیتی نابودشونده:** برای تولید قطعات ریختگی به تعداد زیاد (سری ریزی) از مدل‌های نابودشونده استفاده می‌شود. در این روش برای تولید هر قطعه ریختگی یک مدل یونولیتی نابودشونده نیاز است. مدل‌های نابودشونده برای تولید قطعات ریختگی ظریف و دقیق تا وزن حدود ۷ کیلوگرم مناسب هستند. شکل ۳ نمونه‌ای از مدل نابودشونده به همراه قطعه ریخته شده را نشان می‌دهد. مهم‌ترین مراحل که برای تولید مدل‌های یونولیتی مورد توجه است، آماده‌سازی و ساخت قالب‌های معکوس فلزی از جنس آلایژهای سبک و صیقل‌پذیر است. قالب‌های معکوس فلزی زمانی به کار گرفته می‌شود که تعداد زیادی مدل یونولیتی هم‌شکل مورد نیاز باشد.

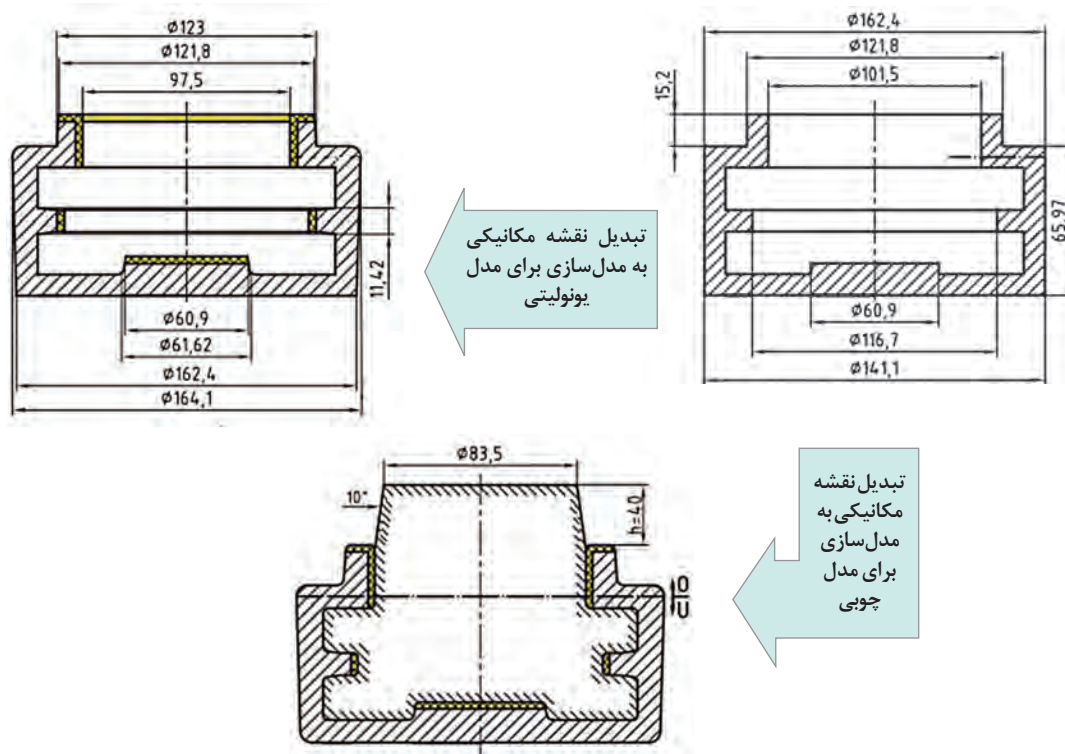
برای تولید مدل‌های یونولیتی با قالب معکوس فلزی، نیاز به گرانول‌های خام یونولیت است. با تزریق گرانول‌ها به داخل قالب معکوس فلزی و انبساط آنها، مدل یونولیتی شکل اصلی خود را به دست می‌آورد. چگالی گرانول‌های انبساطی هنگام شکل‌گیری در داخل قالب، حدود ۶۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب است که بعد از انبساط کامل مدل، به ۱۶ تا ۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش می‌یابد.

### مراحل ساخت یک مدل یونولیتی

- ۱ تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی
- ۲ ترسیم نقشه مدل‌سازی روی سطح یونولیت
- ۳ برش‌کاری یونولیت
- ۴ مونتاژ مدل و سیستم راهگاهی
- ۵ کنترل کیفی مدل نهایی

**۱- تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی:** مدل یونولیتی نیز همانند دیگر مدل‌ها (چوبی یا فلزی) باید با استفاده از نقشه مدل‌سازی که از روی نقشه مکانیکی قطعه نهایی رسم شده است، ساخته شود. با توجه به اینکه در ترسیم نقشه مدل‌سازی در مدل‌های یونولیتی یک‌بارمصرف، نیازی به در نظر گرفتن جهت خروج از قالب (سطح جدایش)، شیب مدل‌سازی و ماهیچه‌گذاری نیست، بنابراین نقشه مدل‌سازی یک مدل یونولیتی، کاملاً مشابه نقشه مکانیکی قطعه نهایی است. اما برای ساخت یک مدل یونولیتی، لازم است با توجه به اصول و

استانداردهای موجود، ابتدا نقشه مدل سازی تهیه گردد. شکل ۴ نقشه مدل سازی یونولیتی و چوبی تهیه شده از یک نقشه مکانیکی یکسان را نشان می دهد.



شکل ۴

با توجه به اضافات و متغیرهایی که براساس آنها نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی تبدیل می شود، نقشه مدل سازی یک مدل یونولیتی را با نقشه یک مدل چوبی (اولیه) مقایسه کرده و جدول زیر را مطابق نمونه تکمیل کنید.

فعالیت  
کلاسی

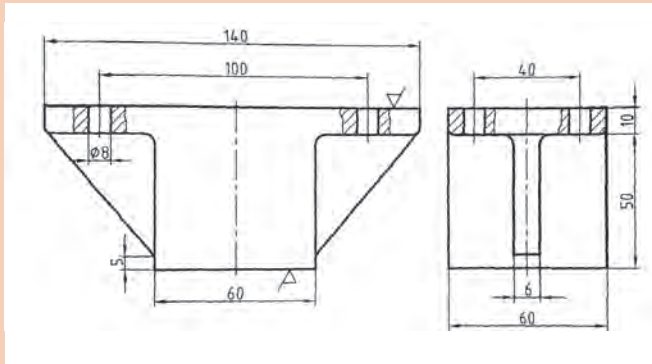


| جنس مدل      | سطح جدایش | شیب مجاز | اضافه تراش | پیچیدگی | ماهیچه | قوس گوشه ها | دقت ابعادی | گزینه ها                  |
|--------------|-----------|----------|------------|---------|--------|-------------|------------|---------------------------|
| چوبی (اولیه) |           |          |            |         |        |             | ✓          | وجود دارد                 |
|              |           |          |            |         |        |             | x          | ممکن است وجود داشته باشد. |
|              |           |          |            |         |        |             | x          | وجود ندارد                |
| یونولیتی     |           |          |            |         |        |             | ✓          | وجود دارد                 |
|              |           |          |            |         |        |             | x          | ممکن است وجود داشته باشد. |
|              |           |          |            |         |        |             | x          | وجود ندارد                |



## محاسبه ابعاد و ترسیم نقشه مدل سازی با استفاده از نقشه مکانیکی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب
- ۳ ابزار و وسایل کنترل نقشه مدل سازی

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه اضافات مدل سازی (انقباض و تراش) برای تمامی ابعاد را با استفاده از جداول استاندارد پودمان اول انجام دهید (جنس قطعه تولیدی از آلایژ آلومینیوم است).
- ۲ نقشه مدل سازی را با مقیاس ۱:۱ ترسیم کنید.
- ۳ با وسایل مورد نیاز نقشه مدل سازی ترسیم شده را کنترل کنید.
- ۴ به دلیل اینکه مدل از نوع ذوب شونده است از در نظر گرفتن شیب مدل صرف نظر کنید.
- ۵ نقشه مدل سازی خود را جهت کنترل و ارزیابی فعالیت انجام شده به هنرآموز خود تحویل دهید.

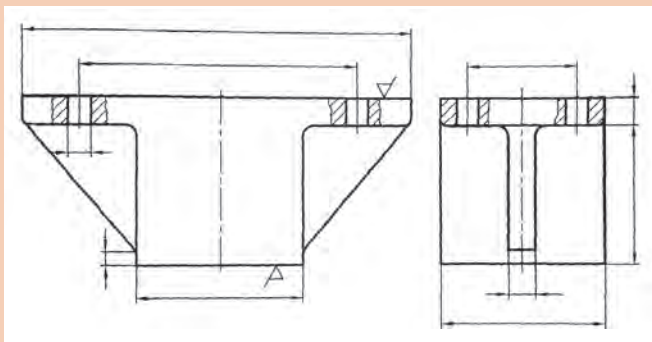
۲- ترسیم نقشه مدل سازی روی سطح یونولیت: همان طور که در ابتدا به آن اشاره گردید، دومین مرحله در ساخت یک مدل یونولیتی، انتقال نقشه مدل سازی بر روی سطح بلوک خام یونولیت است. مراحل انجام کار به شرح زیر است:

- ۱ تقسیم نقشه مدل سازی به بخش هایی که امکان ساخت (برش کاری) آنها وجود داشته باشد (در صورتی که نتوان مدل یونولیتی را یک تکه ساخت).
- ۲ انتخاب ابزار اندازه گیری و انتقال خط سالم و دقیق.
- ۳ انتقال ابعاد و خطوط هر بخش از نقشه مدل سازی بر روی سطوح یونولیت.



## رسم نقشه مدل سازی روی سطح یونولیت

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ یونولیت خام
- ۲ ابزار و وسایل اندازه گیری و خط کشی (کولیس، پرگار، خط کش فلزی و سایر تجهیزات کنترل و اندازه گیری)

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد محاسبه شده مدل سازی را بر روی نقشه صفحه قبل انتقال دهید.
- ۲ مدل را ۴ تکه در نظر بگیرید.
- ۳ ابعاد مدل سازی را بر روی هر تکه یونولیت انتقال دهید.

نکته



در اختیار داشتن ابزار اندازه گیری و انتقال خط سالم و استاندارد، ضامن داشتن یک نقشه دقیق است.

**۳- برش کاری یونولیت ها:** برش کاری یونولیت یکی از مهم ترین مراحل در ساخت یک مدل یونولیتی سالم است که بستگی بسیار زیادی به انتخاب ابزار، تکنیک مناسب، شناخت کامل، توانایی، محدودیت ابزار، مهارت و توانایی برش کاری دارد. از این رو آشنایی با ابزارهای برش کاری مرسوم و معمولی، مانند کاتر (تیزبر)، هویه و سیم داغ (المنت) که در ساخت مدل های یونولیتی مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین داشتن مهارت در استفاده از این ابزارها مهم است و اهمیت بسیاری در مدل سازی یونولیتی دارد.

### ابزار برش کاری و فرم دادن یونولیت

**الف) کاتر:** راحت ترین و ارزان ترین راه برش کاری و فرم دادن یونولیت استفاده از کاتر است. در استفاده از این ابزار، ابتدا یونولیت با کاتر بریده شده و سپس با استفاده از سنباده و سوهان، لبه های برش کاری صاف می شود. برای ساخت مدل های پیچیده تر باید از روش های پیشرفته استفاده کرد. همچنین باید دقت کرد که هرچه یونولیت فشرده تر باشد ریزش دانه های آن کمتر و در نتیجه برش کاری یونولیت تمیزتر خواهد بود.

نکات ایمنی و بهداشتی



- ۱ در هنگام استفاده از کاتر حتماً به اندازه مورد نیاز، تیغ کاتر را از غلاف بیرون بیاورید.
- ۲ بعد از استفاده، حتماً تیغ را به داخل غلاف برگردانید.
- ۳ به هیچ عنوان برای تحویل دادن کاتر به دیگر دوستان یا هر کار دیگر، آن را پرتاب نکنید.
- ۴ در هنگام تعویض یا کوچک کردن تیغ، از لمس کردن لبه برنده آن خودداری کنید.
- ۵ از آوردن فشار زیاد به کاتر خودداری نمایید (به دلیل احتمال شکست یا برش کاری غیرمسطح).
- ۶ لبه تیغ کند شده را پس از تعویض ابتدا روی کاغذ سنباده کشیده سپس در سطل مربوط به خود بیندازید.

نکته



چنانچه یونولیت از فشردگی خوبی برخوردار نباشد لبه های برش کاری و سطح بریده شده صاف نبوده و زائده هایی دارد. برای جلوگیری از این حالت، کافی است تیغ کاتر را به مدت ۵ الی ۱۰ ثانیه با شعله، گرم کرد. دقت کنید که این کار باعث داغی بیش از حد کاتر نشود.

ب) **سیم داغ:** دستگاه برش کاری سیم داغ، از اصلی‌ترین ابزارهای یک کارگاه مدل‌سازی یونولیتی است. از این دستگاه برای انجام هرگونه برش کاری (مسطح یا فرم‌دار)، استفاده می‌شود.

ج) **میز برش کاری (سیم داغ ثابت):** این وسیله که در سه حالت اتوماتیک (CNC)، نیمه اتوماتیک و دستی، موجود است، می‌تواند برش کاری‌های راه بدری را به صورت قائم، شیب‌دار و فرم‌دار (بسته به فرم سیم، زاویه سیم یا میز دستگاه) ایجاد نماید. در نمونه اتوماتیک و نیمه اتوماتیک، با برنامه‌ای که از پیش به رایانه دستگاه داده می‌شود، با کنترل حرکت سیم داغ، میز و یونولیت در تمامی جهات، می‌توان برش کاری‌های دقیقی با سطوح بسیار صیقلی ایجاد نمود. اما در نمونه دستی برای داشتن برش کاری صیقلی و دقیق، باید حتماً از شابلون استفاده کرد. شکل ۵ نمونه‌ای از میز برش کاری و سیم داغ به همراه تعدادی مدل یونولیتی ساخته شده را نشان می‌دهد.



شکل ۵

## کاربردها

- ۱ برش کاری‌های طولی (جداسازی دوتکه)
- ۲ فرم‌دهی لبه‌های بیرونی قطعه کار
- ۳ خالی کردن شیارها یا سوراخ‌های درونی راه بدر
- ۴ برش کاری‌های صاف با شیب‌های متفاوت (با تغییر زاویه میز یا سیم داغ)

- ۱ از لمس کردن سیم داغ در هنگام کار خودداری کنید.
- ۲ قبل از برش کاری نهایی، میزان سفتی سیم در فک‌ها و حرارت آن را به وسیله تکه‌های زائد یونولیت، بررسی نمایید.
- ۳ برای انجام برش کاری‌های قائم، قبل از روشن نمودن دستگاه، میز را نسبت به سیم برش کاری، گونیا کنید.
- ۴ تناسب میان سرعت پیشروی و حرارت سیم در هنگام برش کاری، برای یک برش کاری بدون عیب، از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین سرعت پیشروی (برش کاری) را به گونه‌ای تنظیم کنید که فشار زیادی به سیم وارد نشود.
- ۵ در صورت بریده شدن سیم داغ، سریعاً دستگاه را خاموش و از تماس با سیم بریده شده پرهیز کنید.

نکات ایمنی  
و بهداشتی





شکل ۶

د) سیم داغ دستی (انبری یا کمانی): از این وسیله تقریباً در ساخت تمامی مدل‌ها (پیچیده، کوچک و بزرگ) استفاده می‌شود. به کمک این وسیله می‌توان محل‌هایی را که توسط سیم داغ ثابت نمی‌توان به آنها دسترسی داشت یا مواردی که نیاز به مانور بالای سیم برش کاری دارد استفاده کرد (شکل ۶).

برای جلوگیری از برق گرفتگی هنگام کار به دلیل تماس سیم داغ با دست، از دستگاه‌هایی که با ولتاژ برق کم کار می‌کنند استفاده کنید. به عنوان مثال پیشنهاد می‌شود از دستگاهی که با برق ۱۲ ولت و جریان متغیر بین ۵ الی ۱۲ آمپر کار می‌کند، استفاده کنید.

هشدار

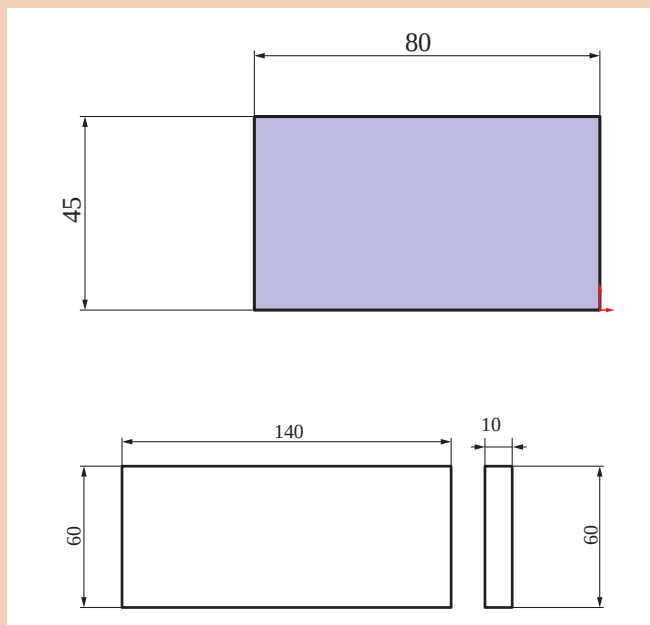


فعالیت کارگاهی  
۳



### برش کاری تکه‌های ترسیم شده یونولیتی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱) تکه‌های ترسیم شده در فعالیت کارگاهی ۲
- ۲) ابزار و وسایل برش کاری یونولیت

نکات ایمنی و حفاظتی:

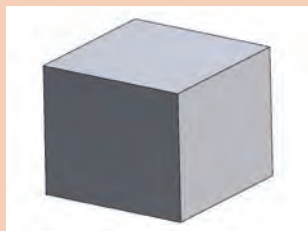
استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱) دستگاه برش کاری را روشن کنید و صبر کنید تا سیم برش داغ و سرخ شود.
- ۲) داغ بودن سیم را با یک تکه یونولیت کنترل کنید.

۳) تکه‌های مدل را با دقت برش کاری کنید.

۴) تکه‌های برش کاری شده را جهت کنترل و ارزیابی فعالیت انجام شده به هنرآموز خود تحویل دهید.





#### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز یونولیتی سالم از سایر یونولیت‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

**۴- مونتاژ مدل و سیستم راهگاهی:** چهارمین مرحله در ساخت یک مدل یونولیتی، مونتاژ اجزای مدل روی سیستم راهگاهی آن است. در صورتی که نکات ذکر شده در مراحل و فعالیت‌های قبل، نظیر دقت در ترسیم نقشه مدل‌سازی، رسم الگو، دقت در انتخاب ابزار برش کاری، برش کاری بی‌نقص و استفاده از علائم راهنما روی هر جزء، به خوبی رعایت شده باشد، در مرحله مونتاژ تنها نکته‌ای که سلامت مدل نهایی را تضمین می‌کند، نوع چسب به کار رفته است. چسب، یکی از ارکان مهم در ساخت مدل‌های یونولیتی چند تکه است. چسب‌ها دارای انواع گوناگونی هستند که هر یک برای دستیابی به هدف خاصی به کار برده می‌شوند. داشتن دانش و تجربه در زمینه استفاده از چسب مناسب، باعث بالا رفتن کیفیت مدل‌های ساخته شده و استحکام آنها خواهد شد. هنگام انتخاب چسب باید به مواردی نظیر زمان خودگیری، نحوه قالب‌گیری و خارج‌سازی مدل از قالب (مدل‌های دائمی)، نیروهایی که در اثر وزن مدل یا نحوه قالب‌گیری یا حمل و نقل مدل به محل اتصال چسب وارد می‌شوند و در نهایت مقرون به صرفه بودن آن دقت کرد.

#### نکته



یکی از مشکلات یونولیت‌ها حساسیت آنها به مواد شیمیایی است. به همین دلیل برای چسباندن تکه‌های یونولیتی نباید از چسب‌هایی که محتوی حلال‌های نفتی همچون تینر هستند استفاده کرد. استفاده از این گونه چسب‌ها باعث آب شدن و از بین رفتن آنها خواهد شد. امروزه، چسب چوب و چسب یونولیت بیشترین استفاده را در کارگاه‌های مدل‌سازی دارند.

**الف) چسب چوب:** این چسب پایه طبیعی داشته و محتوی مواد شیمیایی کمتری است. چسب چوب توسط آب رقیق می‌شود و به همین دلیل این چسب در هنگام خشک شدن یا تبخیر (هنگام ریخته‌گری)، بخار سمی ایجاد نمی‌کند. این چسب پس از خشک شدن به راحتی توسط سیم داغ یا دیگر وسیله‌های برش کاری، بریده می‌شود.

مهم‌ترین عیب چسب چوب را می‌توان زمان نسبتاً طولانی برای خشک شدن آن دانست، (در روزهای گرم تابستان ۱۵ الی ۲۰ دقیقه، اما در زمستان این زمان می‌تواند به نصف روز نیز افزایش پیدا کند).

**ب) چسب یونولیت:** این چسب نوعی چسب مایع و شفاف است، فاقد حلال یونولیت است و بنابراین می‌توان از آن برای چسباندن تکه‌های یونولیتی استفاده کرد. قدرت چسبندگی چسب یونولیت پایین و مدت زمان خشک شدن آن نیز نسبتاً طولانی است، اما از چسب چوب کمتر است. از این نوع چسب به دلیل استحکام پایین نمی‌توان به صورت حرفه‌ای در ساخت مدل استفاده کرد. اما برای تولید مدل‌های آموزشی، انتخاب مناسبی به حساب می‌آید.

#### هشدار



هیچ گاه برای افزایش استحکام در اتصالات مدل یونولیتی از میخ یا سوزن یا هر شیء فلزی دیگری استفاده نکنید.

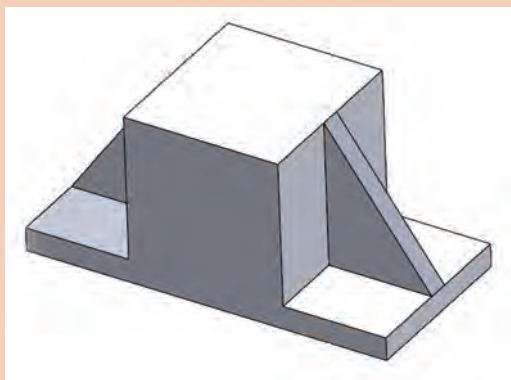




با جست‌وجو در اینترنت، چسب‌های دیگری که می‌توان با استفاده از آنها مدل‌های یونولیتی را مونتاژ نمود (با ذکر مزیت و محدودیت هر کدام)، یافته و معرفی نمایید.

### مونتاژ تکه‌های بریده شده یونولیتی روی یکدیگر

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ تکه‌های یونولیت کنترل شده از فعالیت کارگاهی ۳
- ۲ چسب مخصوص یونولیت
- ۳ ابزار و وسایل مونتاژ یونولیت
- ۴ ابزار و تجهیزات پرداخت کاری

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱ تکه‌های بریده شده را بر روی نقشه مدل‌سازی قرار داده و کنترل کنید.
- ۲ با چسب مخصوص یونولیت، محل اتصال تکه‌ها را آغشته نموده و سپس آنها را به یکدیگر بچسبانید.
- ۳ پس از خشک شدن کامل، R گوشه‌های داخلی مدل را با استفاده از گرانول یونولیت و چسب ایجاد کنید.
- ۴ تمام سطوح مدل را سنباده‌کاری و پرداخت کنید.
- ۵ در صورت در دسترس بودن رنگ مخصوص یونولیت، مدل را رنگ‌آمیزی کنید.
- ۶ تکه‌های یونولیتی چسبانیده شده را جهت کنترل و ارزیابی فعالیت انجام شده به هنرآموز خود تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز یونولیتی سالم از سایر یونولیت‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



در صورت بیرون زدگی چسب، قبل از خشک شدن آن را پاک کنید.

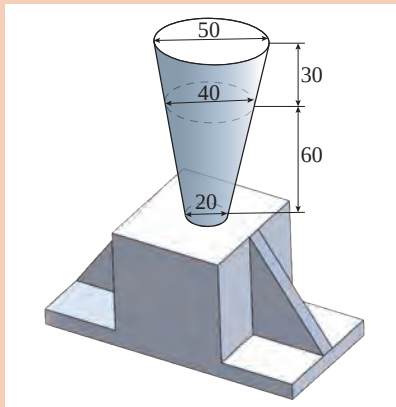
۵- کنترل کیفی مدل ساخته شده: پس از ساخت مدل یونولیتی، لازم است صحت ابعاد مدل، زبری و ناصافی سطوح، گوشه‌های تیز، محل‌های اتصال و شره چسب مورد بازبینی و کنترل قرار گیرد.

فعالیت کارگاهی  
۵



ساخت سیستم راهگاهی با یونولیت و مونتاژ آن روی مدل آماده شده، قالب‌گیری و ریخته‌گری مدل با سیستم راهگاهی و تبدیل آن به قطعه آلومینیومی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱. مدل آماده از فعالیت کارگاهی ۴
۲. ابزار و وسایل مونتاژ یونولیت (چسب، سنباده و سایر ابزارآلات)
۳. ابزار و تجهیزات پرداخت کاری
۴. ابزار و تجهیزات قالب‌گیری و ریخته‌گری
۵. کوره ذوب، آلومینیوم و سایر تجهیزات مورد نیاز

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

۱. ابعاد سیستم راهگاهی را برای مدل ساخته شده در فعالیت، طراحی و محاسبه کنید.
۲. سیستم راهگاهی را براساس ابعاد محاسبه شده بسازید و بر روی مدل در محل مورد نظر مونتاژ نموده و بچسبانید.
۳. پس از خشک شدن سیستم راهگاهی مدل را قالب‌گیری کنید.
- توضیح: در قالب‌گیری مدل‌های یونولیتی، مدل و اجزای سیستم راهگاهی در داخل ماسه دفن می‌شوند و فقط سطوح حوضچه بالایی و تغذیه‌ها دیده می‌شوند.
۴. مقدار ذوب موردنیاز را آماده نموده و ریخته‌گری کنید.
۵. پس از سرد شدن درجه آن را تخریب نموده و بعد از تمیزکاری کنترل کنید.
۶. قطعه تولید شده به‌همراه سیستم راهگاهی متصل به آن را جهت کنترل و ارزیابی فعالیت انجام شده به هنرآموز تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک دورریز یونولیتی سالم از سایر یونولیت‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## تولید مدل یونولیتی با استفاده از قالب فلزی

برای تولید مدل های یونولیتی نابودشونده می توان از قالب های فلزی، ترجیحاً آلومینیومی استفاده کرد. این قالب ها براساس انتخاب سطح جدایش معمولاً از چند تکه تشکیل می شوند. وجود مکانیزمی برای بستن قالب الزامی است. در شکل ۷ از پیچ و مهره برای بستن قالب استفاده شده است. در ساخت قالب های فلزی، شیب مناسب برای خروج مدل یونولیتی در نظر گرفته می شود. در ضمن شیارهای کوچکی نیز در یکی از سطوح جدایش قالب برای خروج بخار تعبیه می گردد. سپس قالب فلزی با گرانول پر و بسته شده و به منظور انبساط کامل گرانول ها و خودگیری مدل، قالب بسته شده برای مدت مناسب در داخل آب در حال جوش قرار می گیرد. پس از سرد شدن قالب، قالب فلزی باز و مدل ساخته شده شکل ۸ خارج می گردد. در روش های ماشینی، مراحل فوق به صورت اتوماتیک انجام می شود.



شکل ۸



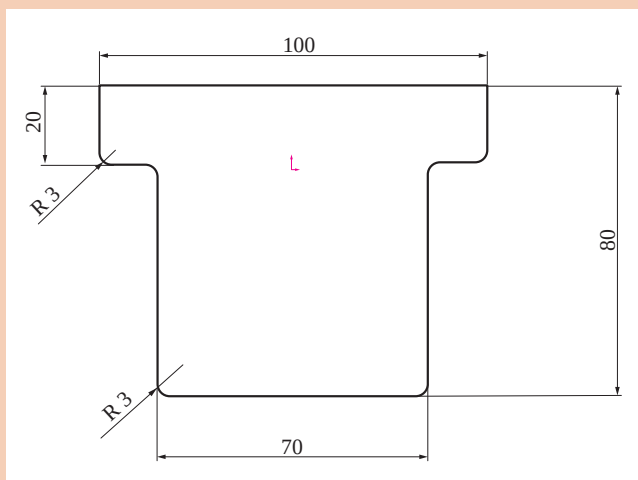
شکل ۷

### ساخت بلوک خام یونولیتی

#### نقشه کار:

#### وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و وسایل مورد نیاز جهت ساخت قالب فلزی
- ۲ تجهیزات قالب گیری و ریخته گری
- ۳ ابزارهای براده برداری (ماشین تراش، سوهان، آلومینیوم ساب و سنباده)
- ۴ ماشین دریل و مته مناسب
- ۵ پیچ و مهره
- ۶ گرانول خام یونولیت
- ۷ ظرف آب جوش



محل سطح جدایش قالب فلزی با محور عمودی مدل منطبق است.

#### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

فعالیت کارگاهی  
۶



### مراحل انجام کار:

- ۱ قالب فلزی مناسبی را برای نقشه فوق با فرایندهای مدل‌سازی و ریخته‌گری، تراشکاری و فرزکاری بسازید.
- ۲ پس از مونتاژ قالب و کنترل نهایی، آن را با گرانول یونولیت پر کنید.
- ۳ سپس درپوش‌های قالب را قرار داده و پیچ‌های آن را کاملاً سفت کنید.
- ۴ برای پخت گرانول، قالب را در آب جوش قرار دهید.
- ۵ پس از اطمینان از پخت گرانول، قالب را از آب جوش خارج کنید.
- ۶ بعد از سرد شدن قالب، مدل یونولیتی ساخته شده را خارج نموده و کنترل کنید.
- ۷ بلوک یونولیتی تولید شده را جهت کنترل و ارزیابی فعالیت انجام شده به هنرآموز تحویل دهید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و جداکردن گرانول سالم یونولیت از سایر گرانول‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

### برش کاری یونولیت جهت ساخت مدل با استفاده از تجهیزات نوین

با پیشرفت تکنولوژی و نیاز روزافزون به افزایش کیفیت و دقت قطعات گوناگون ساخته شده، استفاده از دستگاه‌های به روز و پیشرفته امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین هر چقدر قطعات ساخته شده و مونتاژ شده کیفیت و دقت بالاتری داشته باشند، استفاده از دستگاه‌های CNC پیشرفته، بیشتر احساس می‌شود. یکی از مهم‌ترین پارامترهای ساخت هر قطعه، فرایند برش کاری آن از ماده خام است که از ابتدایی‌ترین مراحل ساخت است. هر چقدر خطا در این مرحله بیشتر باشد کیفیت و دقت قطعه ساخته شده پایین‌تر است. برای برش کاری قطعات با ماشین‌های CNC ابتدا باید نقشه قطعه موردنظر توسط نرم‌افزارهای طراحی رایانه‌ای (کتیا<sup>۱</sup>، سالیدورک<sup>۲</sup> و یا اتوکد<sup>۳</sup>) طراحی شود. با استفاده از این نقشه می‌توان توسط ماشین‌های CNC قطعات نمونه اولیه را طبق دستورالعمل‌های رایانه‌ای، برش کاری کرد. رایانه، برنامه‌هایی از پیش تعیین شده را برای برش کاری انواع فلزات و غیرفلزات مانند شیشه، چوب، پلاستیک و یونولیت به این دستگاه انتقال می‌دهد و ماشین CNC طبق دستورالعمل، قطعات را برش کاری می‌کند. سرعت و دقت در تولید محصول با استفاده از ماشین CNC، بالا است. تمام CNCها از حرکت دقیق و سریع محورهای ماشین و انجام یک فرایند از پیش تعیین شده روی قطعه کار برخوردارند.

انواع دستگاه‌هایی که در برش کاری یونولیت مورد استفاده قرار می‌گیرند و فرایند برش کاری در آنها به‌وسیله رایانه کنترل می‌گردد عبارت‌اند از:

- (الف) ماشین برش کاری سیم داغ با میز ثابت.
- (ب) ماشین برش کاری سیم داغ با میز متحرک.
- (ج) ماشین فرز برش کاری.
- (د) ماشین لیزر<sup>۴</sup> برش کاری.
- (ه) ماشین برش کاری با محور متحرک و میز متحرک (چند محوره)

۱- CATIA

۳- Autocad

۲- Solidwork

۴- laser

در تمامی این ماشین‌ها، نقشه اجزای مدل توسط نرم‌افزارهای رایانه‌ای طراحی و ترسیم می‌شود، پس از ذخیره نمودن فایل نقشه با پسوند DXF، این فایل جهت فرایند برش کاری به سیستم پردازنده دستگاه برش منتقل می‌شود.

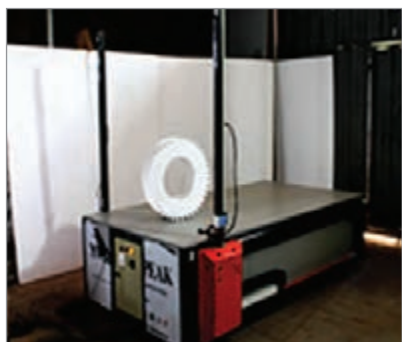


شکل ۹



**الف) ماشین برش کاری سیم داغ با میز ثابت:** در این ماشین، بلوک خام یونولیت بر روی صفحه ثابت دستگاه قرار می‌گیرد و پس از انتقال فایل به دستگاه؛ توسط فرمان‌هایی که از رایانه می‌گیرد، سیم داغ شروع به برش کاری بلوک یونولیتی می‌کند. شکل ۹ نمونه‌ای از مدل یونولیتی و یک ماشین برش سیم داغ با میز ثابت را نشان می‌دهد.

**ب) ماشین برش کاری سیم داغ با میز متحرک:** در این ماشین، بلوک خام یونولیت بر روی صفحه متحرک قرار گرفته و سیم برش کاری داغ ثابت است. صفحه متحرک که فرامین را از رایانه می‌گیرد شروع به جابه‌جا نمودن بلوک یونولیت می‌کند و برش کاری توسط سیم داغ انجام شده و اجزای مدل یونولیتی برش داده می‌شود. شکل ۱۰ نمونه‌ای از یک ماشین برش سیم داغ با میز متحرک و یک مدل برش کاری شده به همراه سیستم راهگاهی مونتاژ شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰



شکل ۱۱



**ج) ماشین برش کاری فرز:** در این روش بلوک خام یونولیت بر روی میز ثابت ماشین فرز قرار گرفته و پس از انتقال فایل به دستگاه؛ عمل برش کاری و شکل‌دهی یونولیت توسط تیغه‌های فرز مخصوص انجام می‌گیرد و در نهایت اجزای مدل یونولیتی ساخته می‌شود. نمونه‌ای از یک ماشین فرز و مدل‌های برش کاری شده در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۲

د) ماشین برش کاری لیزر: ماشین برش کاری لیزر یکی از پیشرفته ترین دستگاه های برش کاری مدرن است. برای بریدن آلیاژهای آهنی و غیرآهنی و همچنین برای برش کاری و حکاکی غیرفلزات، و کامپوزیت ها از لیزر استفاده می شود. از مهم ترین مزایای

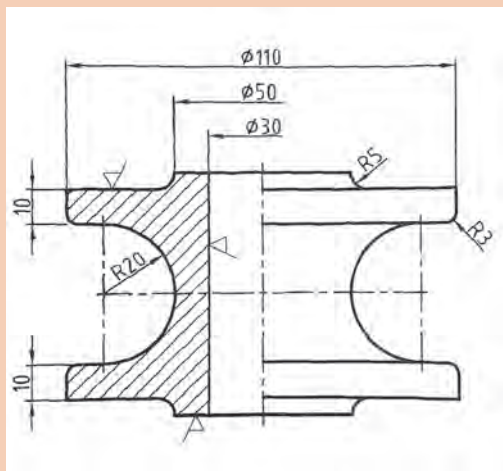
برش کاری لیزر می توان به عدم نیاز به ماشین کاری مجدد، دقت بالا در برش کاری بدون پلیسه، ایجاد هرگونه شکل دلخواه و پیچیده، صافی سطح بالا، عدم سوختگی ناشی از برش کاری و دورریز کم، اشاره کرد. در این روش، پس از انتقال فایل DXF به دستگاه، بلوک یونولیت خام روی میز دستگاه قرار گرفته و سپس عمل برش کاری با لیزر انجام می شود. شکل ۱۲ نمونه ای از یک ماشین برش لیزر و مدل های برش کاری شده را نمایش می دهد.

فعالیت کارگاهی  
۷



### ساخت مدل یونولیتی با استفاده از ماشین برش

#### نقشه کار:



#### وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی
- ۲ رایانه و نرم افزار ترسیم نقشه
- ۳ ماشین برش کاری یونولیت
- ۴ بلوک یونولیتی خام فشرده
- ۵ تجهیزات مدل سازی
- ۶ چسب مخصوص یونولیت
- ۷ میز کار

#### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

#### مراحل انجام کار:

- ۱ نقشه مکانیکی داده شده را به نقشه مدل سازی تبدیل کنید.
- ۲ نقشه مدل سازی را در نرم افزار مربوطه رسم کنید.
- ۳ بلوک یونولیتی خام را بر روی میز دستگاه قرار داده و پس از بستن، عملیات برش کاری را انجام دهید.
- ۴ پس از برش کاری، مدل یونولیتی ساخته شده را از دستگاه خارج نموده و ابعاد و کیفیت سطح مدل را بررسی کنید.



۵ چنانچه محدودیت دستگاه، باعث گردد مدل در چند بخش جداگانه برش داده شود، در پایان کار، قطعات ساخته شده مدل را با چسب به یکدیگر مونتاژ کنید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات یونولیت از سایر یونولیت‌ها و نخاله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## از مدل سازی تا توان دفاعی: نقش صنعت فولاد در پایداری زیرساخت‌های کشور



صنعت فولاد به عنوان یکی از صنایع زیربنایی و راهبردی، نقش بسیار مهمی در توسعه صنعتی و توان تولیدی کشور دارد. کارخانه فولاد مبارکه اصفهان نیز به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان فولاد در ایران، بخش قابل توجهی از ورق‌ها و محصولات فولادی مورد نیاز صنایع مختلف را تأمین می‌کند. محصولات این کارخانه

در حوزه‌های گوناگونی مانند ساخت تجهیزات صنعتی، سازه‌های فلزی، خودروسازی و برخی صنایع پیشرفته از جمله هوافضا و تجهیزات دفاعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به همین دلیل در شرایط جنگ (مانند جنگ تحمیلی سوم)، مراکز بزرگ صنعتی و تولیدی مانند کارخانه‌های فولاد می‌توانند به دلیل اهمیت زیرساختی و تأثیر آنها بر توان صنعتی و دفاعی کشور مورد هدف قرار گیرند.

در تولید بسیاری از قطعات مورد استفاده در این صنایع، فرایند ریخته‌گری و مدل سازی نقش بسیار مهمی دارد. برای مثال در ساخت قطعات مورد استفاده در خطوط نورد یا تولید ورق‌های فولادی که در صنایع مختلف از جمله بدنه برخی تجهیزات دفاعی کاربرد دارند، ابتدا مدل قطعه معمولاً از موادی مانند پلی‌استایرن (یونولیت) ساخته می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های قالب‌گیری ماسه‌ای مانند رزین فوران یا سدیم سیلیکات، قالب تهیه شده و فلز مذاب در آن ریخته می‌شود. پس از سرد شدن و خروج قطعه از قالب، عملیات تکمیلی و ماشین‌کاری انجام می‌گیرد تا قطعه آماده استفاده در خطوط تولید شود. این فرایند نشان می‌دهد که مدل سازی یکی از مراحل کلیدی در تضمین دقت، کیفیت و عملکرد قطعات در صنعت فولاد است.



عبور تختال‌ها از بین غلتک‌ها



تختال بر روی خط نورد

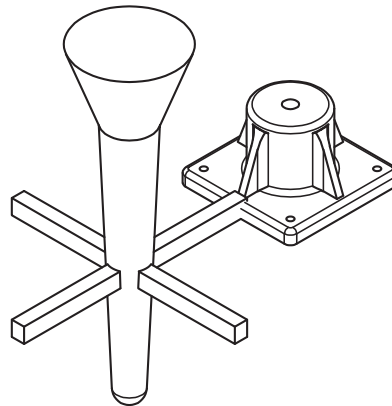
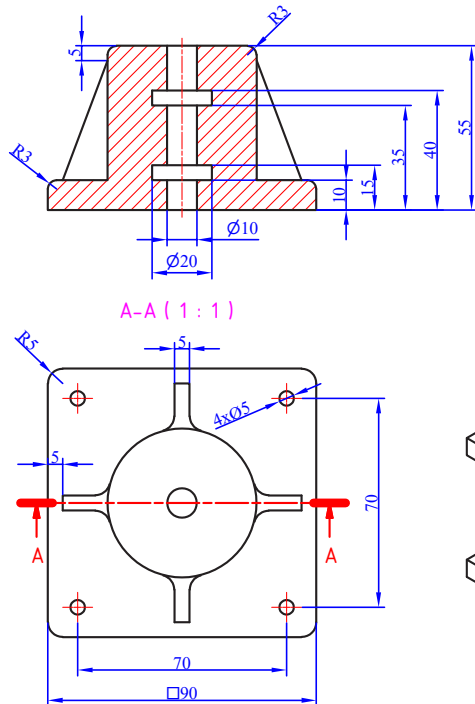


غلتک نورد

## ارزشیابی پایانی ساخت مدل های یونولیتی

شرح کار:

۴ عدد مدل یونولیتی بسازید و بر روی آن سیستم راهگاهی نصب کنید و سپس به روش دفنی قالب گیری و ریخته گیری کنید.



استاندارد عملکرد: ساخت مدل یونولیتی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با تolerانس عمومی ISO2768 - C

شاخص: ۱ کیفیت سطح ۲ عمود بودن ۳ تخت بودن ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد ISO2768 - C

شرایط انجام کار: ۱ محیط کارگاهی ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: یونولیت، آلومینیوم، کوره ریخته گیری، بوته ذوب، درجه، ماسه قالب گیری، دریل ستونی، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط کش فلزی ۳۰ سانتی، کولیس، آره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، سنبه فلز، مداد، چوب ساینده نیم دایره، چسب چوب، سنباده چوب، R سنج، اسپری رنگ، بتونه، و سایر وسایل و تجهیزات قالب گیری و ریخته گیری

معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                                  | مرحله کار                                  | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                                     | تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی        | ۱                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                                     | ساخت مدل یونولیتی                          | ۲                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                                     | ساخت سیستم راهگاهی یونولیتی                | ۱                       |            |
| ۴                                                                                                                                                                                                                     | مونتاژ مدل روی سیستم راهگاهی               | ۲                       |            |
| ۵                                                                                                                                                                                                                     | ریخته گیری و تولید قطعه خوشه ای آلومینیومی | ۱                       |            |
| <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی</p> <p>۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه</p> <p>۴- رعایت دقت و نظم</p> |                                            |                         |            |
| میانگین نمرات:                                                                                                                                                                                                        |                                            |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
 \*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.



## واحد یادگیری ۲

### ساخت مدل های پلیمری (آرالدیتی، سیلیکونی و مومی)

از انواع دیگر مدل های مورد استفاده در مراحل قالب گیری و ریخته گری، مدل های سیلیکونی، مومی و آرالدیتی می باشد.

در این واحد به یادگیری تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی، ترسیم نقشه مدل سازی، ساخت مدل های آرالدیتی، ساخت قالب های سیلیکونی و ساخت مدل های مومی و مونتاژ آنها، همچنین به سیستم راهگاهی مذاب و کنترل کیفی مدل نهایی توضیح داده می شود.

### استاندارد عملکرد

ساخت نقشه مدل سازی با استفاده از نقشه مکانیکی، مواد اولیه لازم و ابزارآلات، براساس استانداردهای مربوطه تیغه و مدل آرالدیتی، سیلیکونی و مومی.

## مدل‌های آرالدیتی

پلیمرها به دو شکل گرمانرم (ترموپلاست<sup>۱</sup>) و گرماسخت (ترموست<sup>۲</sup>) تولید و در دسترس صنعتگران قرار می‌گیرند. مهم‌ترین پلیمرهای مورد مصرف در مدل‌سازی عبارت‌اند از: آرالدیت‌ها<sup>۳</sup>، پلی‌اورتان‌ها<sup>۴</sup>، پلی‌کلرید وینیل‌ها<sup>۵</sup> و پلی‌استایرن‌ها<sup>۶</sup>.

آرالدیت نام تجاری رزین اپوکسی و از خانواده ترموست‌ها است. مدل آرالدیتی نسبت به مدل چوبی و فلزی از خواص بالاتری برخوردار است که عبارت‌اند از:

- پایداری بیشتر در برابر عوامل شیمیایی
- صافی سطح بهتر نسبت به چوب و فلزات
- پایداری و حفظ بهتر ابعاد در برابر عوامل محیطی
- نیاز به شیب کمتر به علت داشتن صافی سطح مناسب
- خارج شدن آسان‌تر مدل از ماسه قالب‌گیری
- سبکی وزن بیشتر نسبت به مدل فلزی مشابه
- مقاومت بیشتر در برابر رطوبت و سایر عوامل محیطی
- کاربرد زیاد به دلیل شکل‌پذیری آسان و مرغوبیت سطح مدل

آرالدیت‌ها در مدل‌سازی به چند گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱ پوششی (ژل‌کت<sup>۷</sup>)

۲ ریختگی

۳ چند منظوره

۴ پشت ساز

۱- آرالدیت‌های پوششی (ژل‌کت‌ها): برای بالا بردن کیفیت سطح و سبکی وزن مدل و قالب آرالدیتی و همچنین صرفه‌جویی در مصرف آرالدیت از ژل‌کت‌ها استفاده می‌شود. هر ژل‌کت کاربرد خاص خود را دارد. به عنوان مثال، اگر ژل‌کت (SW۴۰۴) با سخت‌کننده (HY۲۴۰۴) مخلوط شود، برای پوشش دادن قالب‌های برآمده (پوزیتیو<sup>۸</sup>) به ضخامت ۱ تا ۳ میلی‌متر مناسب است. ژل‌کت (SV۴۱۰) با سخت‌کننده (HY۲۴۰۴) برای ساخت قالب‌های معکوس (نگاتیو<sup>۹</sup>) و قالب‌های برآمده مناسب است.

۱- thermoplast

۲- thermoset

۳- Araldite

۴- polyurethane

۵- polyvinyl chloride (PVC)

۶- polystyrene

۷- gelcoat

۸- positive

۹- negative

## مزایای عمومی ژلکت‌ها:

- مقاومت سایشی بالا
- مقاومت به ضربه خوب (۷/۵ تا ۹/۵ کیلو ژول بر مترمربع)
- مقاومت در برابر عوامل شیمیایی (ضداسید و سایر مواد خورنده)
- صیقل پذیری و سختی سطح عالی
- چسبندگی کم به ماسه قالب‌گیری (جداپذیری خوب از قالب ماسه‌ای)
- مقاومت حرارتی ژلکت SW۴۰۴ بین ۷۰ تا ۷۵ درجه سلسیوس و ژلکت (SV۴۱۰) بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه سلسیوس
- ژلکت‌های گروه SV قابلیت ماشین‌کاری و براده‌برداری دارند

## معایب:

- ژلکت SW۴۰۴ در برابر ضربه شکننده است و مانند شیشه خرد می‌شود.
- ژلکت SW۴۰۴ غیرقابل ماشین‌کاری و براده‌برداری است.
- جدول ۱ مشخصات تعدادی از آرالیدیت‌های پوششی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات انواعی از آرالیدیت‌های پوششی (ژلکت‌ها)

| رنگ                                                 | علامت تجاری | سخت‌کننده | نسبت مخلوط* | زمان سخت شدن ۵۰۰ گرم بر حسب دقیقه | وزن مخصوص (g/cm <sup>۳</sup> ) | قابلیت ماشین‌کاری   |
|-----------------------------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| آبی                                                 | SW۴۰۴       | HY ۲۴۰۴   | ۱۰ بر ۱۰۰   | ۲۵ تا ۳۰                          | ۱/۸ تا ۱/۹                     | ندارد               |
| سفید                                                | SV۴۱۰       | HY ۲۴۰۴   | ۱۴ بر ۱۰۰   | ۲۰ تا ۲۵                          | ۱/۴                            | دارد                |
| سفید                                                | SV۴۱۲       | HY ۲۴۰۴   | ۱۶ بر ۱۰۰   | ۱۵ تا ۲۵                          | ۱/۳                            | چقرمه قابل رنگ‌کاری |
| سیاه                                                | SW۴۱۹       | HY ۲۴۱۹   | ۱۳ بر ۱۰۰   | ۲۰ تا ۳۰                          | ۲/۳                            | دارد                |
| خاکستری                                             | SV۵۰۰۰      | HY ۵۰۰۱   | ۱۶ بر ۱۰۰   | ۲۰ تا ۳۰                          | ۱/۷                            | دارد                |
| * نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت‌کننده بر آرالیدیت است. |             |           |             |                                   |                                |                     |

۲- آرالیدیت‌های ریختگی: این آرالیدیت‌ها با علامت اختصاری (CW)، برای ساخت قالب‌ها و مدل‌های آرالیدیتی با حجم کم به کار می‌روند. مخلوط کردن این نوع آرالیدیت‌ها با سخت‌کننده آن، بستگی به موارد زیر دارد:

- کوچکی و بزرگی مدل
- دمای محیط

انتخاب نوع آراالدیت و سخت کننده آن مطابق جدول شماره ۲ انجام می گیرد.

جدول ۲- مشخصات انواعی از آراالدیت های ریختگی

| رنگ<br>ظاهری | سایر خواص                    | وزن مخصوص<br>g/cm <sup>۳</sup> | زمان سخت شدن<br>۱۰۰ g/min | نسبت<br>مخلوط* | سخت کننده | علامت تجاری |
|--------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------|-----------|-------------|
| خاکستری      | حاوی فیلر فلزی و معدنی       | ۱/۸                            | ۳۰ تا ۴۰                  | ۱۱ بر ۱۰۰      | HY ۲۱۶    | CW۲۱۶-۱     |
| بژ روشن      | قابلیت رنگ کاری، واکنش آرام  | ۱/۸                            | ۵۰ تا ۶۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۰   | CW۲۲۱۵      |
| بژ روشن      | قابلیت رنگ کاری، واکنش متوسط | ۱/۶                            | ۳۰ تا ۴۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۱   | CW۲۲۱۵      |
| بژ روشن      | قابلیت رنگ کاری، واکنش سریع  | ۱/۶                            | ۲۰ تا ۳۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۲   | CW۲۲۱۵      |
| خاکستری      | ماشین کاری خوب، واکنش آرام   | ۱/۶                            | ۶۰ تا ۹۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۰   | CW۲۲۱۷      |
| خاکستری      | ماشین کاری خوب، واکنش متوسط  | ۱/۷                            | ۳۰ تا ۴۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۱   | CW۲۲۱۷      |
| خاکستری      | ماشین کاری خوب، واکنش سریع   | ۱/۷                            | ۲۰ تا ۳۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۲   | CW۲۲۱۷      |
| سیاه         | فیلر فلزی، واکنش آرام        | ۱/۷                            | ۵۰ تا ۶۰                  | ۲۰ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۱۸   | CW۲۴۱۸-۱    |
| سیاه         | فیلر فلزی، واکنش آهسته       | ۱/۷                            | ۶۰ تا ۹۰                  | ۱۲ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۰   | CW۲۴۱۸-۱    |
| سیاه         | فیلر فلزی، واکنش متوسط       | ۲/۴                            | ۳۰ تا ۴۰                  | ۱۵ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۱   | CW۲۴۱۸-۱    |
| سیاه         | فیلر فلزی، واکنش سریع        | ۲/۱                            | ۲۰ تا ۳۰                  | ۱۵ بر ۱۰۰      | HY ۵۱۶۲   | CW۲۴۱۸-۱    |

\* نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت کننده بر آراالدیت است.

### خواص عمومی آراالدیت های ریختگی:

- ۱ قابلیت ریخته شدن در قالب
  - ۲ مناسب برای ساخت قالب های معکوس
  - ۳ تولید مدل به تعداد دلخواه با استفاده از قالب معکوس
  - ۴ مناسب برای ساخت مدل های صفحه ای به ویژه ساخت مدل صفحه ای سرخود با سطح جدایش غیر یکنواخت
  - ۵ قابلیت ماشین کاری، سنباده کاری و پرداخت کاری
  - ۶ ساخت مدل های ترکیبی (با ترکیبی از چوب و فلز)
- سایر خواص در جدول ۲ دیده می شود.

۳- آراالدیت‌های چند منظوره: این آراالدیت‌ها با علامت اختصاری M یا CY نشان داده می‌شوند و برای ساخت مدل‌های کوچک و متوسط به کار می‌روند. مصرف این آراالدیت‌ها تا زمانی مناسب است که وزن مدل و یا قالب معکوس ساخته شده با آنها بیش از حد مجاز سنگین نشود. برای رسیدن به این هدف این آراالدیت‌ها را با مواد پرکننده (مانند خرده چوب، پوک‌های معدنی و فوم انبساطی) مخلوط می‌کنند. قابلیت پرداخت کاری مدل‌ها و قالب‌های معکوس ساخته شده از آراالدیت‌های چند منظوره، مناسب است. انتخاب نوع آراالدیت و سخت‌کننده آن مطابق جدول شماره ۳ انجام می‌گیرد و جدول ۴ انواع مواد پرکننده و خواص آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مشخصات انواعی از آراالدیت‌های چندمنظوره

| علامت تجاری                                         | سخت‌کننده | نسبت مخلوط* | زمان سخت شدن ۵۰۰g/min | رنگ         | سایر خواص                                    |
|-----------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------------------------------|
| M                                                   | HY ۹۵۶    | ۲۰ بر ۱۰۰   | ۲۰-۳۰                 | مایل به زرد | شفاف                                         |
| CY ۲۱۹                                              | HY ۵۱۶۰   | ۵۰ بر ۱۰۰   | ۹۰-۱۲۰                | مایل به زرد | شفاف، واکنش آهسته                            |
| CY ۲۱۹                                              | HY ۵۱۶۱   | ۵۰ بر ۱۰۰   | ۴۰-۵۰                 | مایل به زرد | شفاف، واکنش نیمه آهسته                       |
| CY ۲۱۹                                              | HY ۵۱۶۲   | ۵۰ بر ۱۰۰   | ۲۰-۳۰                 | مایل به زرد | شفاف، واکنش سریع                             |
| IW ۵۶۱                                              | HY ۲۱۶    | ۲۷ بر ۱۰۰   | ۴۰-۷۰                 | خاکستری     | با فیلر معدنی                                |
| XB ۵۰۸۲                                             | HB ۵۰۸۳   | ۲۳ بر ۱۰۰   | ۱۷۰-۲۰۰               | بی‌رنگ      | واکنش سریع در حالت رقیق بودن برای ۱۰۰ گرم آن |
| * نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت‌کننده بر آراالدیت است. |           |             |                       |             |                                              |

جدول ۴- انواع مواد پرکننده و خواص آنها

| خواص و معایب                                             | مواد پرکننده پر مصرف                  |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| سبک، قابلیت انتقال حرارت خوب، کار کردن روی آن آسان است.  | گرانول آلومینیوم                      |
| بسیار سنگین است، کار کردن روی آن مشکل است                | ماسه سیلیسی با دانه‌بندی مختلف        |
| قابلیت فشرده شدن خوبی دارد                               | پودر یا آرد چینی                      |
| سبک است اما قابلیت فشرده شدن کمی دارد                    | گرانول PVC                            |
| سبک است، خوب فشرده می‌شود اما رطوبت جذب می‌کند           | پوست گردو                             |
| خوب فشرده می‌شود، خیلی بادوام است                        | نخاله الیاف شیشه                      |
| خواص و معایب                                             | مواد پرکننده کم مصرف                  |
| خیلی سبک، کم‌دوام                                        | گرانول پلی‌استریل سخت                 |
| سبک، مقاوم                                               | پوکه معدنی                            |
| در موارد خاص و به‌ندرت مورد مصرف قرار می‌گیرد سرطان‌زاست | الیاف آزبست                           |
| خواص و معایب                                             | پودر یا گریس پر مصرف                  |
| سبک، غیرمقاوم در برابر سایش                              | پودر آلومینیوم                        |
| سنگین، مقاوم در برابر سایش                               | پودر آهن                              |
| برای پر کردن جاهای غیرمهم به کار می‌رود                  | پودر موزائیک یا آرد چینی              |
| خیلی سبک، برای پوشش دادن و بالابردن غلظت به کار می‌رود   | میکروبالون                            |
| سبک، خواص ضدشوره را بالا می‌برد مقاومت کم                | آئروسول <sup>۱</sup> SiO <sub>۲</sub> |
| خواص و معایب                                             | پودرهای کم مصرف                       |
| سبک، عدم مقاومت در برابر سایش                            | پودر تالک                             |
| سبک، عدم مقاومت در برابر سایش                            | گیپس <sup>۲</sup>                     |
| سخت، ضدسایش، فاقد خاصیت الاستیسیته                       | گچ معمولی                             |
| سخت، ضدسایش، فاقد خاصیت الاستیسیته                       | خمیر پرکننده فولاد (فیلر)             |
| سخت، ضدسایش، فاقد خاصیت الاستیسیته                       | پودر سیلیسیم کاربید                   |
| سخت، ضدسایش، فاقد خاصیت الاستیسیته                       | پودر تیتانیوم دی‌اکسید                |

۱- Aerosol

۲- Gypsum

۴- آرال دیت‌های پشت‌ساز: این آرال دیت‌ها با علائم اختصاری LV و SV برای پرکردن پشت مدل‌ها و قالب‌های معکوس آرال دیتی استفاده می‌شود. پس از مخلوط کردن خمیر آرال دیتی با سخت‌کننده مخصوص خود، به شکل گلوله درآورده و به وسیله دست و یا ابزار مخصوص، پشت‌سازی براساس فرم و فضای خالی پشت مدل انجام می‌شود. یکی از خواص مهم این آرال دیت‌ها، شکل‌پذیری خوب و سرعت در پرکردن پشت قالب است. بعضی از این آرال دیت‌ها قابلیت پذیرش مواد پرکننده را دارند و باعث می‌شوند که مدل یا قالب معکوس سبک وزن ساخته شود. جدول ۵ انواع آرال دیت‌های خمیری و پشت‌ساز را نشان می‌دهد.

جدول ۵- انواع آرال دیت‌های خمیری

| علامت تجاری | سخت‌کننده | نسبت مخلوط* | رنگ     | سایر خواص                                  |
|-------------|-----------|-------------|---------|--------------------------------------------|
| LV ۱۵۶۹     | HY ۲۹۵۹   | ۱۵ بر ۱۰۰   | آبی     | قابل مخلوط با مواد پرکننده                 |
| LV ۵۷۲      | HY ۲۱۶    | ۸ بر ۱۰۰    | خاکستری | مقاومت بالا در برابر حرارت                 |
| LV ۵۷۳      | HY ۲۹۵۹   | ۱۵ بر ۱۰۰   | خاکستری | سبک                                        |
| SV ۴۲۷      | HY ۴۲۷    | ۱۰۰ بر ۱۰۰  | خاکستری | پس از خشک شدن مانند چوب قابل کار کردن است. |

\* نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت‌کننده بر آرال دیت است.

نوع دیگری از مواد پلیمری سبک وجود دارد که پس از ریخته شدن در داخل قالب به شکل اسفنجی پف کرده و پشت مدل یا قالب را پر می‌کند. همچنین نوع دیگری از آرال دیت خمیری به بازار عرضه شده است که پس از سخت شدن به رنگ چوب درمی‌آید (رنگ قهوه‌ای تیره و روشن) و با بلوک ساخته شده از آن در کارگاه (بلوک مکعبی یا استوانه‌ای) و با استفاده از ماشین‌های تراش، فرز و یا CNC می‌توان مدل‌های دقیق پلاستیکی تولید کرد.

**مواد جدایش:** برای آنکه مدل به آسانی از داخل قالب آرال دیتی جدا شود، از مواد جدایش استفاده می‌گردد (جدول ۶). مواد جدایش به دو شکل جامد و مایع به بازار عرضه می‌شود. مواد جدایش جامد با علامت QV و مواد جدایش مایع با علامت QZ مشخص می‌گردند. درجه غلظت مواد جدایش مایع با نوشتن اعداد تعیین می‌گردد. به عنوان مثال QZ۵ رقیق‌ترین و QZ۱۳ غلیظ‌ترین پوشش است که با استفاده از قلم مو یا پیستوله، سطح مدل و قالب با آن پوشش داده می‌شود.

## جدول ۶- انواع مواد جداکننده و کاربرد آنها

| علامت تجاری | کاربرد          | زمان خشک شدن         | سایر خواص                                                                |
|-------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| QZ ۱-۱      | پوشش جدایش      | کمتر از چند دقیقه    | قابل حل در آب برای جداسازی از مواد پلاستیکی، چرم، لاستیک و چوب           |
| QZ ۵        | پوشش جدایش      | نزدیک به یک ساعت     | به رنگ بنفش، با ویسکوزیته کم، برای جداسازی از گچ، ماسه، بتن (خشک یا خیس) |
| QV ۱۰       | پوشش جدایش      | ۳۰ دقیقه تا ۶۰ دقیقه | واکس سخت، برای جداسازی در روش‌های سرد و گرم تا ۷۰ درجه سلسیوس            |
| QZ ۱۱       | جداکننده بی‌رنگ | تقریباً ۱۰ دقیقه     | حلال موم، برای جداسازی در روش‌های سرد و گرم تا ۷۰ درجه سلسیوس            |
| QZ ۱۳       | جداکننده بی‌رنگ | تقریباً ۱۵ دقیقه     | برای جداسازی مدل یا قالب سرد از گرم و گرم از گرم تا ۷۰ درجه سلسیوس       |
| XB ۲۹۶۱     | پوشش جدایش      | تقریباً ۳۰ دقیقه     | زرد روشن، برای جداسازی مدل یا قالب خلل و فرج‌دار مانند چوب، گچ خشک و بتن |
| DT ۵۰۳۹     | پوشش جدایش      | تقریباً ۳۰ دقیقه     | برای پوشاندن میزکار، صفحات و... تولید کم گرد و خاک                       |

مواد جدایش جامد (مانند QV ۱۰) به شکل واکس است که برای پوشش دادن سطح مدل و قالب از پنبه و پارچه تنظیف استفاده می‌شود. پس از خشک شدن کامل مواد جدایش باید سطح مدل و قالب را کاملاً صیقل داد، تا از لوچ شدن (جمع شدن) مواد جدایش روی سطح مدل و یا داخل قالب جلوگیری شود. هرگونه سهل‌انگاری باعث انتقال لوچ به مدل یا قالب آرالدیتی و ناصافی سطح آن می‌گردد.

## ساخت مدل‌های آرالدیتی

مدل‌های آرالدیتی به روش‌های مختلف ساخته می‌شوند که در این بخش به ۲ روش آن در زیر اشاره شده است:

الف) مدل آرالدیتی ریختگی (بدون استفاده از ژلکت)

ب) مدل آرالدیتی با استفاده از ژلکت

### الف) مراحل ساخت مدل آرالدیتی ریختگی (بدون استفاده از ژلکت)



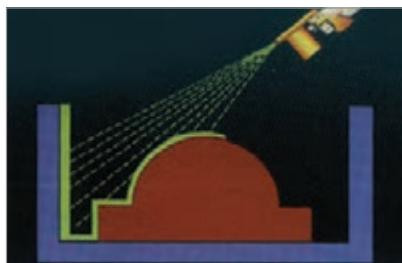
شکل ۱۳

برای ساخت قالب معکوس و مدل آرالدیتی توپر، به ابعاد کوچک تا متوسط، مراحل زیر انجام می‌گیرد:

- تهیه مدل نمونه از جنس چوب، فلز و یا پلیمر (شکل ۱۳).
- نصب مدل نمونه (اولیه) روی صفحه چوبی، فلزی یا هر صفحه مناسب دیگر.
- نصب قاب چوبی یا فلزی روی صفحه.



۴ پوشش دادن سطوح صفحه، قاب و مدل با مواد جدایش (QZ) مانند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴

۵ انتخاب یک نوع آردایت ریختگی از جدول ۲ و مخلوط کردن خمیر پلیمر با سخت کننده (هاردنر) به صورت دستی و یا ماشینی.  
۶ ریختن آردایت مخلوط شده به روش باز به داخل قاب و روی مدل نمونه (شکل ۱۵).



شکل ۱۵

۷ صاف کردن سطح قاب با خط کش چوبی یا فلزی قبل از سخت شدن مواد آردایت.  
۸ جدا کردن قاب و صفحه و مدل پس از سخت شدن آردایت و به دست آمدن قالب معکوس (شکل ۱۶).



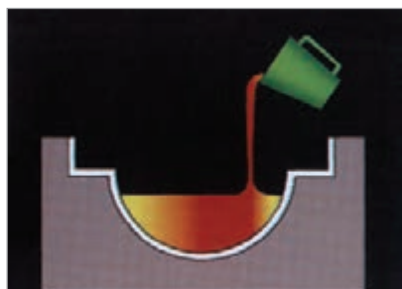
شکل ۱۶

۹ کنترل کردن سطوح داخلی قالب معکوس و مشاهده عیوب احتمالی (چنانچه پستی و بلندی در آن مشاهده شود، باید با بتونه کاری و سنباده کاری آن را برطرف نمود).  
۱۰ آغشته نمودن سطح داخلی قالب معکوس به مواد جدایش و پولیش دادن آن (شکل ۱۷).

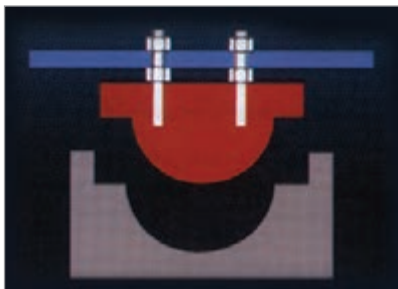


شکل ۱۷

۱۱ انتخاب آردایت مخصوص ساخت مدل آردایتی برآمده و مخلوط نمودن خمیر پلیمر با سخت کننده، به وسیله دست یا مخلوط کن ماشینی.  
۱۲ ریختن آردایت مخلوط شده به داخل قالب معکوس به روش باز و صاف کردن سطح آن با خط کش (شکل ۱۸).



شکل ۱۸



شکل ۱۹

۱۳ خارج کردن مدل آرالدیتی برآمده از داخل قالب معکوس با وسایل جداسازی (شکل ۱۹).

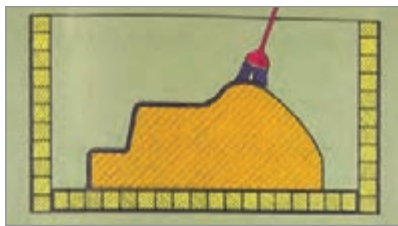
با استفاده از قالب معکوس می‌توان چندین مدل آرالدیتی را برای نصب روی صفحه (مدل صفحه‌ای) تولید کرد.

نکته

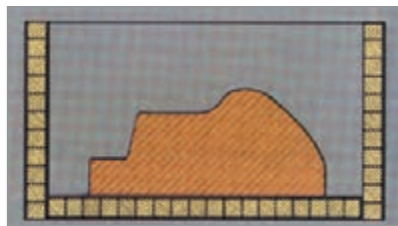


### ب) مراحل ساخت مدل آرالدیتی با استفاده از ژلکت

۱ با توجه به نقشه یا مدل نمونه داده شده، مدل آرالدیتی موردنظر ساخته می‌شود. محل سطح جدایش، کف قطعه است. برای کلیه سطوح عمودی (سطوح قالب‌گیری)، ۲ درجه شیب منظور شده است.



(ب)

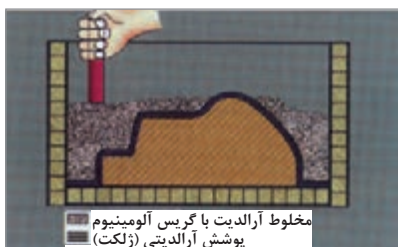


(الف)

شکل ۲۰

۲ تهیه و ساخت قاب چوبی یا فلزی و صفحه زیرین.

۳ نصب مدل و قاب، روی صفحه (شکل ۲۰-الف).



شکل ۲۱

۴ پوشش دادن سطوح مدل، صفحه زیرین و داخل قاب با مواد جدایش.

۵ آماده‌سازی مخلوط آرالدیت مخصوص قالب معکوس با ژلکت.

۶ پوشش دادن سطح مدل با ژلکت به وسیله قلم‌مو به ضخامت ۱ تا ۳ میلی‌متر (شکل ۲۰-ب).

۷ بعد از اینکه آرالدیت پوشش داده شده در بند ۶ حالت ژله‌ای پیدا کرد، داخل قالب با مخلوطی از آرالدیت گروه CY, M, CW و LV و مواد پرکننده کاملاً پر شود (شکل ۲۱).

۸ صاف کردن سطح قاب با خط‌کش چوبی یا فلزی قبل از سخت شدن مواد آرالدیت.

۹ جدا کردن قاب، صفحه و مدل از آرالدیت پس از سخت شدن آن و به‌دست آوردن قالب معکوس.

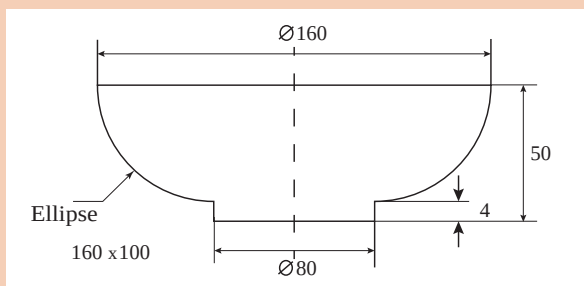
۱۰ بازدید کردن سطح داخلی قالب معکوس پس از جدا کردن مدل (چنانچه در داخل قالب پستی و بلندی (ناصافی) دیده شود، آن قالب باید کنار گذاشته شود).

۱۱ برای تولید مدل آرالدیتی به تعداد مورد نیاز، از این قالب معکوس استفاده می‌شود و می‌توان مدل‌های تولید شده را بر روی صفحه مدل مونتاژ کرد.



## مراحل ساخت قالب معکوس و مدل آرالدیتی توپر به روش ریختگی

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ مدل اولیه چوبی
- ۲ انواع آرالدیت
- ۳ مواد جدایش
- ۴ مواد پشت ساز
- ۵ وسایل مدل سازی آرالدیتی

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ نقشه مکانیکی داده شده را به نقشه مدل سازی تبدیل کنید.
- ۲ مدل چوبی اولیه را با استفاده از نقشه مدل سازی بسازید.
- ۳ صفحه و قاب ها را براساس قطر بزرگ مدل اولیه و همچنین با در نظر گرفتن ارتفاع و مقدار پشت بند آن، آماده کنید.
- ۴ مدل اولیه را از سمت قطر بزرگ بر روی صفحه نصب کنید.
- ۵ در محور قطر ۸۰ میلی متری مدل، یک میله توپر مخروطی به قطر کوچک ۱۰ میلی متر روی آن طوری قرار داده شود که حداقل ۳۰ میلی متر از سطح قاب بیرون باشد.
- ۶ قاب را طوری بر روی صفحه قرار دهید که ضخامت ۳۰ میلی متر اطراف آن رعایت شده باشد.
- ۷ سطوح اطراف قاب و مدل را تمیز نموده و کنترل کنید.
- ۸ سطح صفحه، مدل و میله ۱۰ میلی متری را به مواد جدایش آغشته کرده و پس از خشک شدن صیقل کنید.
- ۹ آرالدیت ریختگی را با استفاده از جدول و امکانات موجود در کارگاه انتخاب و با مواد سخت کننده به نسبت استاندارد با خمیر آرالدیت مخلوط کنید.
- ۱۰ مخلوط آماده شده را داخل قاب بریزید تا قاب کاملاً پر شود.
- ۱۱ پس از پر شدن داخل قاب، اضافی مواد روی آن را با خط کش صاف کنید.
- ۱۲ پس از سخت شدن آرالدیت، میله مخروطی را خارج کنید.
- ۱۳ قالب را برگردانده و صفحه را کنار بگذارید.
- ۱۴ قالب سخت شده را دوباره برگردانده و بر روی دو زیرسری به ارتفاع حدود ۳۰ میلی متر طوری قرار دهید که با سطح مدل تماس نداشته باشد.
- ۱۵ از طریق سوراخ تعبیه شده در بالای مدل، با استفاده از یک چکش و میله ۱۰ میلی متری با ضربه های آرام، مدل را از قالب جدا سازید.

- ۱۶ قالب را برگردانده و داخل آن را تمیز نمایید. سوراخ ۱۰ میلی‌متری و هر فرورفتگی موجود در سطح قالب را با مواد پرکننده و بتونه سنگی پر نموده و پس از خشک شدن پرداخت کنید.
- ۱۷ سطوح داخلی قالب معکوس را به مواد جدایش آغشته نموده و صیقل کاری کنید.
- ۱۸ پس از آویزان کردن پیچ و مهره جدایش، مخلوط آرادیت ریختگی را آماده کرده و به داخل قالب معکوس بریزید تا کاملاً پر شود.
- ۱۹ پس از سخت شدن مدل آرادیتی، آن را با استفاده از پیچ و مهره جدایش، از داخل قالب معکوس خارج کنید (به شکل شماره ۱۹ مراجعه کنید).
- ۲۰ مدل آرادیتی ساخته شده را کنترل کرده و به هنرآموز خود تحویل دهید.
- توضیح: با استفاده از قالب معکوس ساخته شده می‌توان به روش فوق به تعداد دلخواه، مدل آرادیتی تولید کرد.

#### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات آرادیت از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## سیلیکون

سیلیکون یک نوع پلیمر است که به دلیل وجود سیلیسیم در ساختار آن در دسته پلیمرهای معدنی جای دارد. این پلیمر به لحاظ خاصیت الاستیکی که دارد، اصطلاحاً لاستیک سیلیکون نیز به آن گفته می‌شود و در قالب‌گیری و ساخت قطعات ظریف اهمیت دارد.

سیلیکون‌ها به شدت در برابر گرما و مواد شیمیایی مقاوم هستند و به صورت مایع یا جامد (حالت الاستیکی) موجودند. حداکثر دمای قابل تحمل سیلیکون‌ها ۳۱۵ درجه سیلیسیوس و حداقل دمای کاری آنها ۷۳- درجه سیلیسیوس است که می‌توانند حالت خود را حفظ کنند. یکی دیگر از خصوصیات سیلیکون‌ها جذب گرمای بالا است و علت استفاده از آنها در گوشی تلفن همراه و لپ‌تاپ همین مورد ویژه است.

سیلیکون یک پلیمر دوجزئی که شامل جزء اصلی و جزء سخت‌کننده است. ترکیب این دو جزء با یکدیگر سبب ایجاد ترکیب مناسب (خمیر سیلیکون) می‌شود که کاربردهای گوناگونی در صنعت دارد.

سیلیکون‌ها به ۴ دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۲۲):

۱- سیلیکون‌های گرما پخت (HTV<sup>۱</sup>): خودگیری و آماده‌سازی این نوع سیلیکون، با اضافه کردن کاتالیزور، در دمای بالا صورت می‌گیرد و به نام گرما پخت شناخته می‌شود. این سیلیکون برای ساخت قالب‌های شکلات و کیک، که به شکل انبوه تولید می‌گردند، استفاده می‌شود. این قالب‌ها، گرمای قابل توجه فر را در پختن کیک و شکلات به راحتی تحمل می‌کنند.

۱- High temperature vulcanization

۲- سیلیکون‌های هوا پخت (RTV2)<sup>۱</sup>: خودگیری و آماده‌سازی این نوع سیلیکون، با اضافه کردن کاتالیزور، در دمای معمولی اتاق و ترکیب با اکسیژن انجام گرفته و به نام هواپخت شهرت دارد. این سیلیکون در بازار به RTV2 معروف است. امروزه، بسیاری از مشاغلی که نیاز به ساخت قالب دارند نظیر، دندانپزشکی و مجسمه‌سازی، این ماده را به کار می‌برند. رعایت نسبت دو جزء در هنگام ترکیب که توسط سازندگان توصیه می‌شود، الزامی است. نوعی از این ماده که سیلیکون فوری نامیده می‌شود، در دندانپزشکی و نیز برای ساخت سریع قالب انگشتر و زیورآلات کاربرد دارد.

۳- سیلیکون مایع (LSR)<sup>۲</sup>: این نوع سیلیکون دو جزئی است که جزء سخت‌کننده آن اکسیژن و رطوبت هوا است و اغلب به شکل یک خمیر استفاده می‌شود. خودگیری این نوع سیلیکون، بدون افزودن کاتالیزور، در مجاورت هوای آزاد انجام می‌گیرد. این سیلیکون به صورت مایع و در قوطی و تیوب‌هایی که در مقابل اکسیژن محافظت شده‌اند نگهداری می‌شود. این نوع سیلیکون نظیر چسب‌ها و اسپری‌های سیلیکونی، مصارف عمومی فراوانی دارند و به همین لحاظ برای عموم شناخته شده هستند. خمیرهایی که برای درزگیری به کار می‌روند و به چسب آکواریوم معروف‌اند از مهم‌ترین انواع این سیلیکون‌ها هستند.

۴- محلول سیلیکونی (SS)<sup>۳</sup>: این نوع سیلیکون به روغن سیلیکون نیز معروف است و زمانی استفاده می‌شود که نیاز است ویسکوزیته سیلیکون کاهش یابد.



سیلیکون HTV

سیلیکون RTV2

سیلیکون LSR

سیلیکون SS

شکل ۲۲

در بین سیلیکون‌های ذکر شده، سیلیکون نوع هواپخت (RTV2) در مدل‌سازی کاربرد دارد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

### سیلیکون‌های هوا پخت (RTV2)

این نوع سیلیکون که مقاوم به گرما است به صورت مایع یا لاستیکی مانند یافت می‌شود. این سیلیکون که در قالب‌سازی دو جزئی به کار می‌رود در بسته‌بندی‌های مختلف در بازار وجود دارد. یک جزء آن به صورت مایع بسیار غلیظ و لزج است که به همراه یک جزء سخت‌کننده استفاده می‌شود. پس از ترکیب کردن این دو جزء در دمای اتاق و پس از گذشت مدت زمان مشخص، سیلیکون قالب‌سازی از حالت روان به لاستیکی جامد و انعطاف‌پذیر تغییر شکل می‌دهد.

۱- Room temperature vulcanization

۲- Liquid silicon rubber

۳- Silicon solution

- برخی از کاربردهای این سیلیکون به شرح زیر است:
- ساختن قالب قطعات زینتی و زیورآلات و قالب تولید مدل‌های مومی.
  - کاربردهای پزشکی و تولید اجزای مصنوعی بدن.
  - صنایع دستی، شمع‌سازی، مجسمه و پیکرسازی، صنایع روشنایی، تولید محصولاتی از جنس سنگ، گچ، بتن، رزین اپوکسی و سنگ مصنوعی.
  - ساخت قالب کفی و زیره کفش و همچنین نمونه‌سازی کفی کفش.
- از جمله ویژگی‌های کلی سیلیکون RTV2 می‌توان به کشسانی مناسب، گرانروی یا ویسکوزیته کم و روان، مقاومت در برابر حرارت، اسید، مواد قلیایی، رطوبت و الکتریسیته و عدم تغییر شکل به مرور زمان اشاره کرد.
- کاربرد سیلیکون RTV2 در مدل‌سازی:** با توجه به مزایای ذکر شده، سیلیکون‌ها جایگاه ویژه‌ای را در صنعت مدل‌سازی و ریخته‌گری به خود اختصاص داده‌اند. به عنوان مثال در ساخت قالب‌های معکوس، جهت تولید قطعات با کیفیت سطحی و دقت ابعادی بالا؛ برای تولید مدل‌های مومی در ریخته‌گری دقیق از قالب‌های سیلیکون استفاده می‌شود. علاوه بر این؛ از سیلیکون RTV2 برای ساخت قالب معکوس (نگاتیو) قطعات زینتی نظیر تندیس و مجسمه استفاده می‌شود.

#### مراحل ساخت قالب سیلیکونی یک تکه (یک پارچه):

- ۱ ابتدا مدل نمونه (مدل اولیه) انتخاب شده، کاملاً تمیز و از هرگونه آلودگی پاک می‌شود.
- ۲ صفحه مناسب آماده و مدل اولیه به وسیله چسب بر روی آن نصب می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳

- ۳ آماده ساختن قاب و چسبانیدن مدل نمونه روی صفحه باید به گونه‌ای انجام شود که فاقد هرگونه منفذ و درز باشد تا سیلیکون RTV2 از آن منفذ خارج نشود (شکل ۲۴).



شکل ۲۴





۴ سطح مدل و صفحه به مواد جدایش آغشته می‌شود.  
۵ پس از محاسبه حجم محفظه قالب؛ مقدار حجم سیلیکون مورد نیاز محاسبه و وزن می‌شود و با سخت کننده (مطابق دستورالعمل سازنده) کاملاً مخلوط می‌گردد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵



شکل ۲۶

۶ مخلوط آماده شده با دقت و به آرامی به درون محفظه قالب، ریخته می‌شود تا از ورود هرگونه حباب به آن جلوگیری شود (شکل ۲۶).

۷ خودگیری سیلیکون با توجه به مقدار سخت کننده، زمان و دمای محیط متفاوت است. بنابراین پس از خودگیری کامل، قاب از قالب سیلیکونی جدا می‌شود (شکل ۲۷).



شکل ۲۷



شکل ۲۸

۸ پس از کنار گذاشتن قالب، قالب ۱۸۰ درجه برگردانده شده با مشاهده کف مدل اولیه و فرم آن، جهت سطح جدایش انتخاب شده و ترسیم می گردد. پس از آن با ابزار مناسب برش کاری (کاتر) جهت سطح جدایش از روی خط ترسیمی با دقت؛ بریده می شود. سپس مدل خارج می شود (شکل ۲۸).

۹ پس از مشاهده و بررسی داخل قالب، در صورت معیوب نبودن، آماده تولید می شود.

۱۰ جهت اطمینان از سالم بودن قالب معکوس، می توان با استفاده از دوغاب گچ یک نمونه تولید نمود.



### ساخت قالب سیلیکونی یک تکه و تهیه یک نمونه زینتی گچی

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| ۱ انتخاب مدل به دلخواه هنرجو | ۵ گچ ساختمانی |
| ۲ سیلیکون دو جزئی RTV2       | ۶ مواد جدایش  |
| ۳ ترازوی آزمایشگاهی          | ۷ رنگ دلخواه  |
| ۴ تجهیزات ساخت قالب سیلیکونی |               |

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱ مطابق نمونه های داده شده به دلخواه یکی از آنها را انتخاب کنید.
- ۲ قالب سیلیکونی نمونه انتخاب شده را مطابق درس داده شده بسازید.
- ۳ سطح جدایش را ایجاد کرده و مدل نمونه را خارج کنید.
- ۴ داخل قالب را با مواد جدایش پوشش دهید.
- ۵ پس از جفت کردن قالب، دوغاب گچی آماده شده را داخل قالب بریزید.
- ۶ پس از سخت شدن گچ، نمونه ریخته شده را از داخل قالب خارج کنید.
- ۷ پس از بررسی و کنترل نمونه، آن را رنگ آمیزی کنید.
- ۸ مدل گچی ریخته شده را جهت بررسی و ارزیابی به هنرآموز خود تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات سیلیکون و گچ از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.





شکل ۲۹

مراحل ساخت قالب سیلیکونی دو تکه (دو پارچه): جهت ساخت قالب‌های دو تکه سیلیکونی که دارای سطح جدایش یکنواخت و غیریکنواخت هستند مراحل زیر صورت می‌گیرد:  
**۱** انتخاب مدل دو تکه اولیه با سطح جدایش یکنواخت و نصب نیمه زیرین آن بر روی صفحه (شکل ۲۹).



شکل ۳۰

**۲** ساخت قاب چوبی یا فلزی مطابق حجم مدل به گونه‌ای که دور تا دور مدل ۲۰ میلی‌متر فاصله داشته باشد (شکل ۳۰).



شکل ۳۱

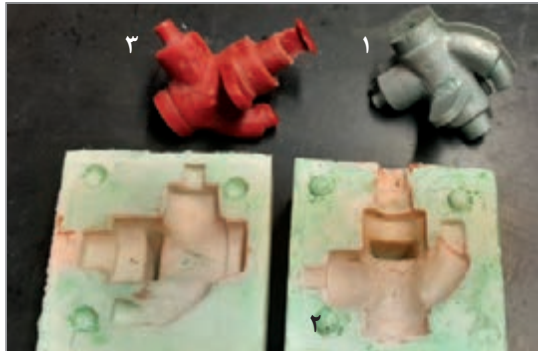
**۳** آغشته نمودن سطح مدل و صفحه و راهنماها با مواد جدایش در محل‌های تعیین شده جهت سهولت خارج کردن مدل از قالب (شکل ۳۱).



شکل ۳۲

**۴** محاسبه وزن و حجم سیلیکون مورد نیاز پس از محاسبه حجم محفظه قالب؛ و مخلوط کردن کامل با سخت‌کننده (مطابق دستورالعمل سازنده)  
**۵** ریختن مخلوط آماده شده با دقت و به آرامی به درون محفظه قالب جهت جلوگیری از ورود حباب به داخل محفظه قالب (شکل ۳۲).  
**۶** برگرداندن قالب پس از خودگیری آن و جدا کردن صفحه زیرین و گوی‌های راهنما.  
**۷** آغشته کردن سطح قالب، مدل و سیستم راهگامی به مواد جدایش پس از تمیز کردن آنها.

- ۸ قرار دادن و محکم کردن قاب رویی بر روی قاب زیرین و پوشاندن منافذ اطراف آن با چسب.
- ۹ پر کردن نیمه اول داخل محفظه قاب رویی با مخلوط سیلیکون تا سطح بالای قاب (مطابق دستورات).
- ۱۰ جدا کردن نیمه زیرین قالب پس از خودگیری و سپس جدا کردن نیمه مدل ها از هر دو لنگه قالب.

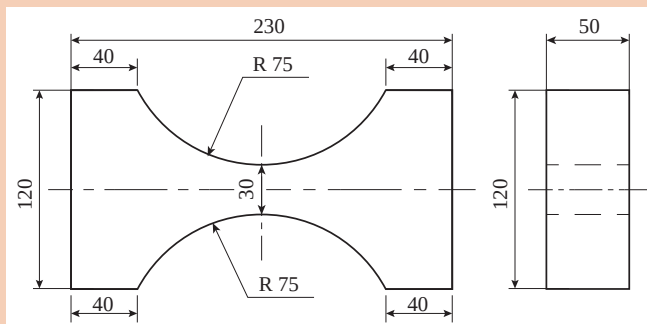


شکل ۳۳- ۱- مدل فلزی، ۲- قالب سیلیکونی دو تکه و ۳- مدل مومی

- ۱۱ کنترل کردن دو نیمه قالب ها و آماده کردن آنها برای تولید پس از اطمینان از صحت آنها.
- ۱۲ آغشته کردن دو لنگه قالب به مواد جدایش و سپس جفت و محکم کردن آنها برای ریختن یک نمونه مومی (شکل ۳۳).

### ساخت قالب سیلیکونی دو تکه و تهیه یک نمونه گچی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ انتخاب مدل ساخته شده در فعالیت کارگاهی شماره ۱۰ پودمان دوم
- ۲ سیلیکون دو جزئی RTV2
- ۳ ترازوی آزمایشگاهی
- ۴ تجهیزات ساخت قالب سیلیکونی
- ۵ گچ ساختمانی
- ۶ مواد جدایش
- ۷ رنگ دلخواه

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱ مدل دو تکه را مطابق نقشه داده شده آماده کنید.
- ۲ قالب های سیلیکونی را با استفاده از مدل دو تکه آماده شده مطابق درس داده شده بسازید.
- ۳ پس از کنترل داخل قالب ها، سطح داخلی آنها را با مواد جدایش پوشش دهید.
- ۴ پس از جفت کردن قالب ها با یکدیگر و بستن آنها، دوغاب آماده شده گچی را داخل قالب بریزید.
- ۵ پس از سخت شدن گچ، نمونه ریخته شده را از داخل قالب خارج کنید.



۶ پس از بررسی و کنترل نمونه، آن را رنگ آمیزی کنید.

۷ مدل گچی ریخته شده را جهت بررسی و ارزیابی به هنرآموز محترم خود تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات سیلیکون و گچ از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

### مدل‌های مومی



شکل ۳۴

ساخت مدل‌های مومی از ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد شروع شده و تا به امروز ادامه دارد. در گذشته موم طبیعی یا موم عسل برای ساخت قطعات هنری و تزئینی نظیر مجسمه‌ها، تندیس‌ها، زنگ کلیساها، و اشیای زینتی گران قیمت مورد مصرف قرار گرفته است. امروزه بیشتر از موم مصنوعی به جای موم طبیعی برای تولید و ساخت این گونه اشیای با ارزش استفاده می‌گردد. موم عسل: موم عسل از محصولات زنبور عسل به حساب می‌آید. از این موم برای کارهای هنری از جمله مجسمه‌سازی، جواهرسازی و ریخته‌گری دقیق اشیاء استفاده می‌شود (شکل ۳۴).

### موم صنعتی (موم مصنوعی)

موم صنعتی در انواع تخته‌ای، ورقه‌ای و بلوکی در بازار عرضه می‌شود. از خواص فیزیکی آن، نقطه ذوب بالا و شکل‌پذیری خوب آن است. موم مصنوعی ریشه در موم زنبور عسل نداشته و از فراورده‌های نفتی و گیاهی به دست می‌آید.

موم مصنوعی خواص موم طبیعی را دارد اما از لحاظ شکل ظاهری با یکدیگر تفاوت دارند و هنگام خرید قابل تشخیص هستند. موم در انواع مختلفی با قابلیت ماشین کاری CNC قلم‌زنی و موم ریخته‌گری دقیق به رنگ‌ها و شکل‌های مختلف در بازار یافت می‌شوند (شکل ۳۵).



شکل ۳۵

ریخته‌گری دقیق: این نوع ریخته‌گری به سه گروه ریخته‌گری زینتی، هنری و صنعتی دسته‌بندی می‌شود. ریخته‌گری زینتی: قطعات تزئینی ظریف نظیر انگشتر، گوشواره و گردنبند به ابعاد تقریبی چند میلی‌متر تا ۱۰۰ میلی‌متر و به وزن تقریبی ۱۰ تا ۵۰۰ گرم به این روش ساخته می‌شوند (شکل ۳۶).



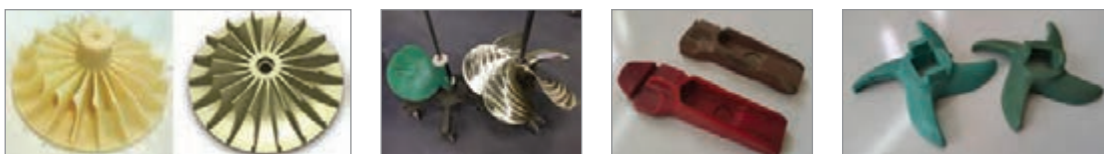
شکل ۳۶



شکل ۳۷

ریخته‌گری هنری: برای تولید قطعات هنری به تعداد کم و با ارزش نظیر مجسمه‌ها و تندیس‌ها (شکل ۳۷) از ریخته‌گری دقیق استفاده می‌شود. در این فرایند، آلیاژهای طلا، نقره، آلومینیوم، برنز و آلیاژهای سرب و روی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ریخته‌گری صنعتی: در گذشته از ریخته‌گری دقیق بیشتر برای ساخت قطعات زینتی و مجسمه‌سازی استفاده می‌شده است. نیاز مبرم بشر به ساخت قطعات صنعتی نظیر اسلحه‌سازی باعث شد که آمریکایی‌ها هنگام جنگ جهانی دوم برای اولین بار در سال ۱۹۴۰ ساخت مدل‌های مومی خوشه‌ای را برای تولید انبوه قطعه رایج نمایند. چند سال بعد در سال ۱۹۵۰ اروپایی‌ها از جمله آلمانی‌ها و اتریشی‌ها ریخته‌گری دقیق را در کشورشان رواج دادند. قطعات سبک و ظریف نظیر اسلحه‌سازی، چرخ خیاطی، ماشین‌های ریسندگی و بافندگی با مدل‌های مومی و قطعات سنگین نظیر چرخ دنده‌ها، شیرآلات، قطعات اتومبیل و پره‌های توربین با مدل‌های فومی ریخته‌گری دقیق می‌شوند (شکل ۳۸).



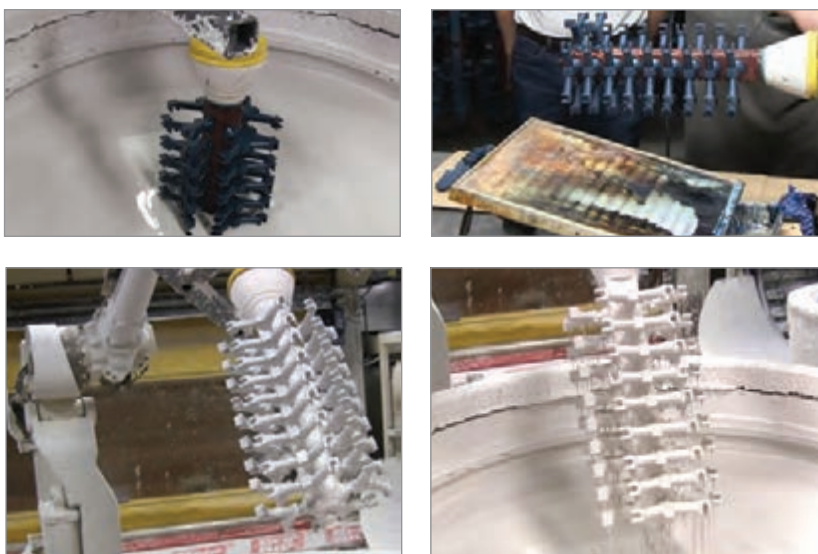
شکل ۳۸

**فرایند ساخت مدل‌های مومی:** برای تولید انبوه مدل‌های مومی، از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. این قالب‌ها بیشتر از آلیاژهای سبک آلومینیومی ساخته می‌شوند و به دو شکل دستی و ماشینی اتومات، باز و بسته می‌شوند (شکل ۳۹). طراحی و ساخت قالب‌های فلزی براساس شکل ظاهری مدل، ممکن است ساده، چند تکه یا پیچیده با چند ماهیچه فلزی و یا ماسه‌ای صورت گیرد. در قالب‌های پیچیده، جفت شدن محل سطح جدایش‌ها باید خیلی دقیق صورت گیرد تا موم ذوب شده از محل درزها بیرون نزنند.



شکل ۳۹

**فرایند قالب‌گیری:** مدل‌های مومی در حمام یا پاتیل دوغاب سرامیک غوطه‌ور شده و شکل اولیه را به خود می‌گیرند. در تولید انبوه و سری‌ریزی، تعداد زیادی مدل مومی، روی سیستم راهگاهی از جنس خودشان مونتاژ می‌شوند که به مدل‌های خوشه‌ای معروف هستند. در این فرایند که قالب‌گیری با دوغاب سرامیک و مدل خوشه‌ای انجام می‌گیرد، نکته قابل توجه، تهیه دوغاب برای پاتیل اول است که باید نرم و رقیق باشد تا پس از فروبری مدل به داخل دوغاب، قشری صاف و ظریف، پیرامون آن تشکیل شود. سپس شن‌پاشی و خشک شدن صورت می‌گیرد. در مراحل بعدی، غوطه‌وری در پاتیل‌های بعدی با دوغاب غلیظ‌تر و شن درشت‌تر صورت می‌گیرد (شکل ۴۰).



شکل ۴۰



قشر پوسته سرامیکی مورد نیاز براساس وزن قطعه تعیین و تعداد پاتیل‌ها نیز بر همین اساس آماده قالب‌گیری می‌شوند. ضخامت پوسته سرامیکی نیز براساس وزن قطعه از ۱/۵ تا ۸ میلی‌متر مورد توجه است. بعد از رسیدن به ضخامت مورد نیاز و خشک شدن آن، قالب آماده شده به داخل کوره ذوب موم منتقل می‌شود و موم داخل قالب، بخار شده و قالب آماده ریخته‌گری می‌شود (شکل ۴۱).



شکل ۴۱

در مدل یونولیتی (فومی)، پس از فرایند تهیه قالب سرامیکی که در بالا توضیح داده شد، قالب‌گیری در ماسه سیلیسی و بدون استفاده از چسب، صورت گرفته و سپس مواد مذاب مستقیماً روی مدل ریخته می‌شود.<sup>۱</sup>

نکته



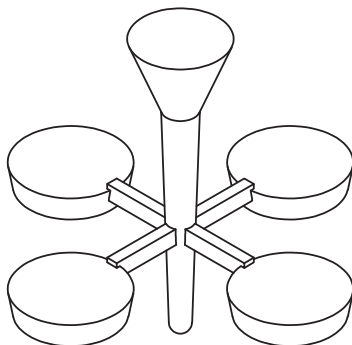
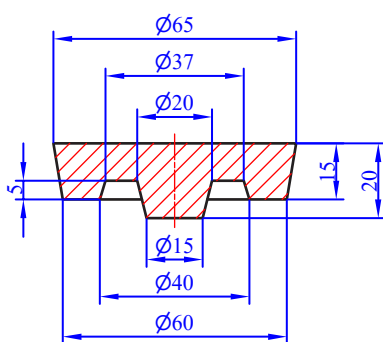
فعالیت کارگاهی  
۱۱



ساخت خوشه مومی چهارتایی با استفاده از نقشه مدل سازی و مونتاژ آن بر روی سیستم راهگاهی نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار آلات ساخت مدل چوبی و سیستم راهگاهی
- ۲ چوب مورد نیاز ساخت مدل
- ۳ سیلیکون دو جزئی RTV2
- ۴ ترازوی آزمایشگاهی
- ۵ تجهیزات ساخت قالب سیلیکونی
- ۶ موم ریخته‌گری
- ۷ ابزار آلات مونتاژ مدل مومی روی سیستم راهگاهی
- ۸ تجهیزات قالب‌گیری ریخته‌گری دقیق
- ۹ شمش سرب یا آلومینیوم
- ۱۰ تجهیزات و وسایل ریخته‌گری



۱- این فرایند ریخته‌گری به ریخته‌گری دفنی یا lost foam معروف است.

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

۱. مدل چوبی یک تکه و سیستم راهگاهی را مطابق نقشه داده شده بسازید.
۲. قالب‌های سیلیکونی را با استفاده از مدل چوبی و مدل سیستم راهگاهی تولید کنید.
۳. موم مذاب آماده شده را داخل قالب سیلیکونی بریزید و این فرایند را برای ساخت ۴ مدل ادامه دهید.
۴. موم مذاب آماده شده را داخل قالب سیلیکونی لوله راهگاه بریزید.
۵. پس از سخت شدن مدل مومی و لوله راهگاه، آنها را از قالب سیلیکونی خارج کرده و سالم بودن آنها را کنترل کنید.
۶. مدل‌های مومی را بر روی سیستم راهگاهی مونتاژ کنید.
۷. خوشه مومی را داخل دوغاب سرامیکی، غوطه‌ور کرده و سپس شن‌پاشی را انجام دهید. این مراحل را چندین بار تکرار کنید تا ضخامت مناسب پوسته حاصل شود.
۸. مذاب فلز آماده شده را به‌داخل پوسته‌های سرامیکی ریخته‌گری کنید.
۹. پس از سرد شدن، قطعات را خارج کرده و آنها را تمیزکاری نموده و خوشه را جهت ارزیابی تحویل هنرآموز خود دهید.

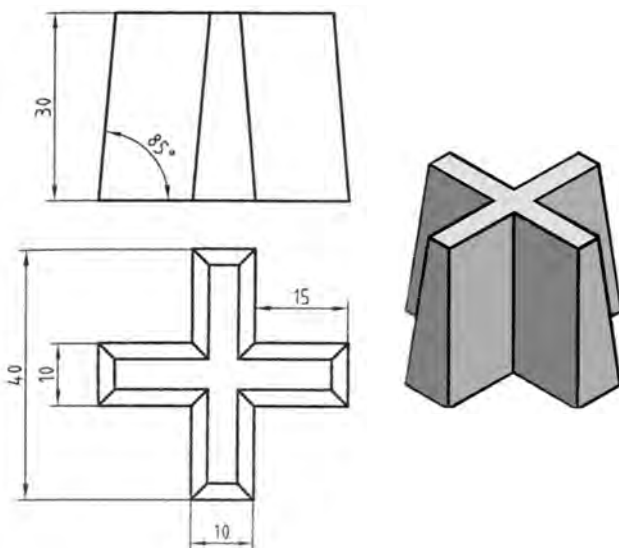
### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات سیلیکون و موم از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## ارزشیابی پایانی ساخت مدل خوشه ای مومی

### شرح کار:

نقشه مکانیکی داده شده مربوط به قطعه برنز آلومینیوم است. قالب سیلیکونی آن را تهیه کنید سپس تعداد ۶ عدد مدل مومی از آن تهیه کرده و آنها را روی میله راهگاه مومی نصب کنید.



**استاندارد عملکرد:** ساخت مدل مومی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با تolerانس عمومی ISO2768 -C

شاخص:

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۳ تخت بودن
- ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد ISO2768 -C

### شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد

**ابزار و تجهیزات:** یونولیت، آلومینیوم، کوره ریخته گری، بوته ذوب، درجه، ماسه قالب گیری، دریل ستونی، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط کش فلزی ۳۰ سانتی، کولیس، آره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، سنبه فلز، مداد، چوب ساینده نیم دایره، چسب چوب، سنباده چوب، R سنج، اسپری رنگ، بتونه، و سایر وسایل و تجهیزات قالب گیری و ریخته گری، ابزارهای نقشه کشی، قاب چوبی، اسپری روانکار، صفحه مدل، سیلیکون دو جزئی RTV۲، کاتر، موم، ظرف مخصوص ذوب موم، هیتر، قالب راهگاه سیلیکونی

### معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                  | مرحله کار                           | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                     | تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی | ۱                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                     | ساخت قالب سیلیکونی                  | ۲                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                     | تولید مدل مومی                      | ۱                       |            |
| ۴                                                                                                                                                                                                     | مونتاژ مدل روی لوله راهگاه          | ۲                       |            |
| <b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</b><br>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار<br>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی<br>۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه<br>۴- رعایت دقت و نظم |                                     |                         |            |
| <b>میانگین نمرات:</b> ***                                                                                                                                                                             |                                     |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

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







## پودمان ۴

### ساخت مدل های فلزی



## واحد یادگیری ۱

### به کارگیری روش‌های ساخت مدل فلزی (ماشینی و ریخته‌گری)

یکی از انواع مدل‌های مورد استفاده در 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 ساخته 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.

## مدل های فلزی

به منظور افزایش طول عمر، حفظ و دقت ابعادی، مقاومت در مقابل عوامل مکانیکی و شیمیایی، عدم جذب رطوبت، استحکام و دوام بالاتر در مقابل سایش و تولید قطعات با تعداد زیاد، از مدل های فلزی استفاده می شود. این مدل ها به روش های ماشین کاری و ریخته گری تولید می شوند و می توانند کاملاً فلزی و یا ترکیبی از فلز و سایر مواد مدل سازی ساخته شوند. انتخاب جنس مدل فلزی براساس تعداد تولید قطعه، روش قالب گیری (سرد، گرم، دستی و ماشینی)، حجم و وزن، صیقل پذیری و دوام مدل صورت می گیرد. آلیاژهای منیزیم، آلومینیوم، چدن، فولاد، سرب، روی و آلیاژهای پایه مس، جهت ساختن مدل فلزی مناسب است. معایب مدل فلزی شامل خوردگی، سنگینی وزن و هزینه ساخت بالا است. از کاربردهای مدل های فلزی می توان به قالب گیری دستی یا ماشینی به تعداد کم تا زیاد، ساخت مدل صفحه ای جهت تولید انبوه قطعات ریختگی با فرایند قالب گیری ماشینی سرد و گرم اشاره کرد.

## ساخت مدل فلزی به روش ماشین کاری

براساس فرم و ابعاد مدل و با در دست داشتن نقشه و یک بلوک فلزی (مکعبی یا استوانه ای) ساخت مدل به روش ماشین کاری (تراش، فرز و CNC) انجام می شود. در این روش ابتدا نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی تبدیل می شود. پس از کنترل ابعاد نقشه مدل سازی، بلوک فلزی خام به دستگاه بسته می شود. پس از کنترل و آماده سازی ماشین براده برداری (تنظیم دور، بستن ابزار براده برداری به ماشین و اطمینان از محکم بسته شدن آن، کنترل آزاد بودن قطعه کار)، دستگاه شروع به کار می نماید. پس از اتمام کار، ابعاد مدل فلزی ساخته شده با نقشه مدل سازی، کنترل نهایی می شود.

## ماشین کاری (براده برداری)

معمولاً ماشین کاری برای تولید قطعاتی با تolerانس ابعادی دقیق و با پرداخت سطحی خوب به کار می رود. در خیلی از موارد از ماشین کاری به عنوان عملیات تکمیلی روی قطعاتی که قبلاً با شیوه هایی مثل ریخته گری یا نوردکاری و... تولید شده اند نیز استفاده می شود. بیشتر قطعاتی که ساخته می شوند باید قبل از مونتاژ ماشین کاری شوند. تنوع فرایندهای ماشین کاری و ماشین های ابزاری که در صنعت به کار می روند زیاد است. ماشین کاری به موازات صنعتی شدن رشد چشمگیری داشته است و در بیشتر عملیات ماشین کاری از انرژی مکانیکی به عنوان یک نیروی محرک ابزار یا قطعه کار استفاده می شود. عمل براده برداری از طریق تماس ابزار با قطعه کار است و ماشین هایی که برای این منظور به کار می روند معمولاً به ماشین های ابزار معروف هستند (شکل ۱).



ماشین تراش



ماشین فرز

شکل ۱

از آنجایی که قطعات ساخته شده دارای شکل متفاوت هستند و ممکن است دارای سطوح تخت، استوانه‌ای، منحنی و... باشند، لازم است که برحسب نیاز از ماشینی استفاده شود که حرکات لازم برای ایجاد سطوح موردنظر را با سرعت و دقت کافی تأمین نماید و از نظر اقتصادی تولید قطعات مقرون به صرفه باشد.

## تراشکاری

به شکل قطعات زیر دقت کنید. به نظر شما این قطعات با چه روشی ساخته شده‌اند؟



شکل ۲

همان‌طوری که مشاهده می‌کنید، بیشتر قسمت‌های این قطعات را می‌توان به شیوه تراشکاری تولید کرد.

تراشکاری عبارت است از براده‌برداری از سطوح قطعه کار در حال دَوَران به وسیله ابزاری بُرنده به نام رنده تراشکاری.

این روش براده‌برداری یکی از روش‌هایی است که از قدمت بالایی برخوردار است. امروزه در زمینه ساخت و تولید، ساخت قطعات با استفاده از شیوه تراشکاری بسیار رایج است. این روش هم، مانند بسیاری از روش‌های تولید، با ظهور فناوری‌های نوین دستخوش تغییر شده، به‌طوری‌که امروزه استفاده از دستگاه‌های تراش<sup>۱</sup> CNC متداول است. به نمونه‌ای از تراش قطعه کار توجه کنید (شکل ۳).



شکل ۳

۱- Computer Numerical Control

## تاریخچه دستگاه تراش



شکل ۴

این ماشین یکی از قدیمی ترین دستگاه های براده برداری است. با توجه به شواهد موجود اولین دستگاه تراش، که حدود دو هزار سال قبل از میلاد ساخته شد برای تراشیدن چوب به کار می رفت. در سیر پیشرفت این دستگاه، دستگاه های تراش ساده بدون جعبه دنده پیشروی و با حرکت چرخ های مکانیکی بزرگ ساخته شد و سپس اندک اندک کامل گردید و به شکل دستگاه های امروزی درآمد.

### قسمت های مختلف دستگاه تراش:

اغلب دستگاه های تراشی که در هنرستان های فنی مورد استفاده قرار می گیرد، ساخت کارخانجات ماشین سازی تبریز است. این دستگاه ها که طول کارگیر آنها ۱/۵ و ۲ متر است در دو مدل TN۵۰ و TN۴۰ تولید می شود. دستگاه تراش از قسمت های مختلف ساخته شده و شامل پنج قسمت اصلی زیر است:

- ۱ سر دستگاه
- ۲ بستر یا میز دستگاه
- ۳ سوپرت ها
- ۴ دستگاه مرغک
- ۵ تجهیزات خنک کننده

### سر دستگاه



شکل ۵

در قسمت سر دستگاه، جعبه دنده اصلی که کار آن تبدیل عده دوران الکتروموتور به دورهای متنوع و قدرت های متفاوت است، قرار دارد. در این قسمت، محور اصلی قرار دارد و سه نظام یا چهار نظام به عنوان کارگیر دستگاه تراش در سر این محور قرار می گیرد. همچنین در این قسمت موتور محرک دستگاه، تابلوی برق و کلیدهای راه اندازی قرار دارد. از قسمت های مهم قابل ذکر در این بخش اهرم های تعویض دورهای سه نظام است و در قسمت پایین تر از این اهرم ها جعبه دنده پیشروی قرار گرفته است.

**بستر یا میز دستگاه:** قسمتی است که سوپرت ها و دستگاه مرغک روی آن قرار گرفته است. وظیفه میز دستگاه، هدایت و تحمل نیروهای دستگاه مرغک و دستگاه سوپرت است.

### سوپرت‌ها

دستگاه سوپرت شامل سه نوع سوپرت است. همه آنها روی قسمت اصلی جعبه‌دنده سوپرت قرار دارند. وظیفه جعبه‌دنده سوپرت تأمین حرکت طولی و عرضی ابزار است این سوپرت‌ها عبارت‌اند از:

**سوپرت طولی:** این سوپرت به سوپرت اصلی معروف است و حرکت طولی ابزار را امکان‌پذیر می‌سازد و دقت حرکت آن  $0/1$  میلی‌متر است (شکل ۶-الف).

**سوپرت عرضی:** حرکت عرضی ابزار را تأمین می‌کند که دقت حرکت آن  $0/05$  میلی‌متر است (شکل ۶-ب).

**سوپرت بالایی:** حرکت طولی ابزار را در مخروط‌تراشی و حرکت‌های دقیق تأمین می‌کند و دقت حرکت آن  $0/02$  میلی‌متر است (شکل ۶-ب).

**ابزارگیر (قلم‌گیر):** وسیله‌ای است برای نگهداری و تنظیم رنده که روی سوپرت بالایی قرار دارد.



ب



الف

شکل ۶

### دستگاه مرغک

دستگاه مرغک روی ریل یا بستر دستگاه قرار دارد و محل استقرار مرغک است. از دستگاه مرغک معمولاً برای تکیه‌گاه قطعات بلند استفاده می‌شود. از آن برای مته مرغک زدن و سوراخ‌کاری پیشانی قطعه کار نیز استفاده می‌شود.

### تجهیزات خنک‌کننده

این قسمت شامل مخزن، پمپ، لوله‌های آب‌صابون و سینی است. وظیفه سینی جمع‌آوری براده‌ها و هدایت آب‌صابون به مخزن دستگاه است.



## راه اندازی دستگاه



شکل ۷

قبل از اینکه دستگاه تراش راه اندازی شود باید مطابق دستورالعمل قید شده در دفترچه راهنمای دستگاه، چشمی های روغن را بررسی کنید و محل های مشخص شده برای روغن کاری روزانه را به وسیله پمپ دستی روغن کاری نمایید. سپس بررسی کنید که اهرم کلاچ در حالت درگیر نباشد. کلید اصلی برق دستگاه را در حالت روشن قرار دهید و در مرحله بعدی کلید استارت را فشار دهید. پس از راه اندازی الکتروموتور با حرکت دادن اهرم کلاچ به سمت پایین، سه نظام در جهت چپ می چرخد و اگر اهرم کلاچ را به سمت بالا حرکت دهید سه نظام در جهت راست خواهد چرخید (شکل ۷).

هیچ گاه، برای اطمینان از سالم بودن سیستم خنک کننده، در حالت روشن بودن کلید پمپ آب صابون، به الکتروموتور آن دست نزنید.

هشدار

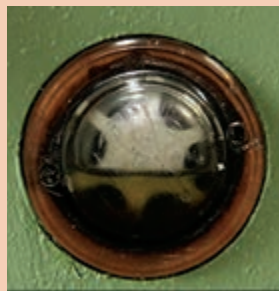


فعالیت کارگاهی  
۱



مراحل زیر را تمام هنرجویان، زیر نظر هنرآموز، انجام دهند:

- ۱ پس از پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی پشت دستگاه مستقر شوید.
- ۲ چشمی های روغن جعبه دنده اصلی و جعبه دنده سوپرت را کنترل کنید که روغن در حد مطلوب باشد.
- ۳ با یک تکه پارچه نظیف، روی بستر دستگاه را تمیز نمایید.
- ۴ به وسیله روغندان فشاری، محل های روغن کاری روزانه را روغن کاری نمایید.
- ۵ اهرم کلاچ را بررسی کنید که در حالت درگیر نباشد.
- ۶ سوپرت را در فاصله ای ایمن از سه نظام قرار دهید.
- ۷ کلید استارت را فشار دهید.
- ۸ اهرم کلاچ را به سمت پایین حرکت دهید.

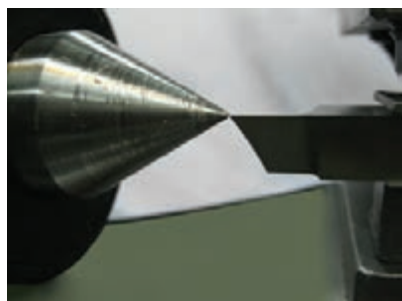






- قبل از روشن نمودن دستگاه، از درگیر نبودن قلم‌بند و سوپرت‌ها با سه‌نظام اطمینان حاصل کنید.
- مسیر حرکت سوپرت‌ها را قبل از درگیر شدن کلاچ، از وسایل اضافی پاک‌سازی کنید و از نبودن آچار سه‌نظام روی سه‌نظام مطمئن شوید.

## بستن رنده



شکل ۸

قرار گرفتن صحیح رنده در هنگام براده‌برداری یکی از اصول اولیه تراشکاری است. برای بستن رنده باید دقت شود که نوک رنده با نوک مرغک در یک راستا باشد (شکل ۸).



مراحل زیر به ترتیب، همراه با تدریس هنرآموز، انجام شود:

- ۱ ابتدا داخل غلاف دستگاه مرغک را به وسیله نخ پنبه، تمیز کنید و سپس مرغک را در دستگاه مرغک قرار دهید.
- ۲ دستگاه مرغک را به سمت قلم‌بند حرکت دهید.
- ۳ پیچ قلم‌بند را باز کنید و قلم‌بند را بچرخانید تا با زاویه ۳۰ تا ۴۵ درجه نسبت به محور عرضی قرار گیرد.
- ۴ محل قرار گرفتن رنده را به وسیله نخ پنبه، کاملاً تمیز کنید.
- ۵ زیررنده‌ای مناسب را انتخاب کنید و رنده را روی آن قرار دهید.
- ۶ یک ورق روی رنده بگذارید.
- ۷ ابتدا پیچ وسط را کمی سفت کنید.
- ۸ باید نوک رنده با نوک مرغک هم‌ارتفاع باشد به همین منظور مرغک را به رنده نزدیک کنید.
- ۹ سپس پیچ‌های جلو و عقب را کمی سفت کنید این عمل را به ترتیب برای پیچ‌ها انجام دهید تا به‌طور یکسان سفت شوند.
- ۱۰ در انتها از هم‌ارتفاع بودن رنده و مرغک اطمینان حاصل نمایید.
- ۱۱ قلم‌بند را به جای اصلی برگردانید.

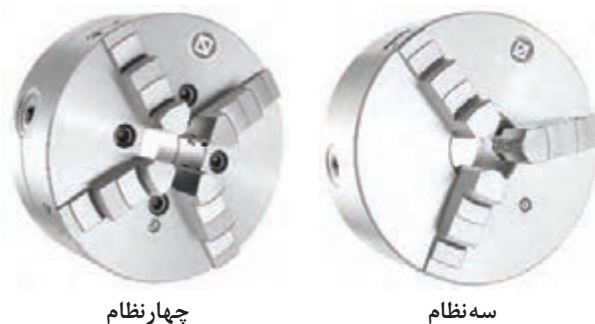




هیچ گاه نباید آچار روی قلم بند بماند.

## بستن قطعه کار

وسایل بستن قطعه کار روی دستگاه تراش عبارت اند از: سه نظام و چهار نظام، که هر کدام برای بستن قطعات با شکل های خاص به کار می رود (شکل ۹). سه نظام بیشترین کاربرد را برای قطعات گرد و شش پهلو دارد.



شکل ۹

جهت بستن قطعه کار، فک های سه نظام را بیشتر از قطر قطعه کار باز کنید و سپس قطعه کار را درون سه نظام قرار دهید و پس از آن فک های سه نظام را سفت کنید و آچار سه نظام را بردارید. بعد از آن کلاچ را درگیر کنید تا سه نظام شروع به چرخش نماید. اگر قطعه دارای لنگی باشد با استفاده از چکش مسی یا سربی لنگی قطعه کار را بگیرید (شکل ۱۰). توجه داشته باشید که ضربات وارده نباید سنگین باشد، زیرا قطعه بیشتر دچار لنگی خواهد شد.



لنگی گرفتن



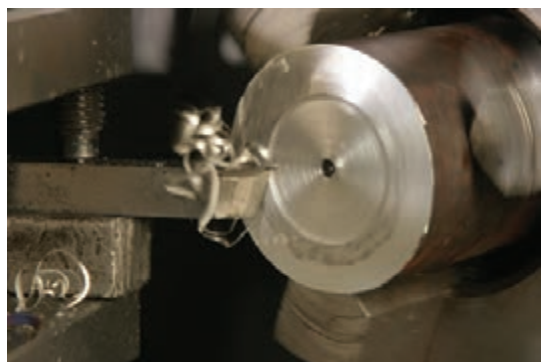
بستن قطعه

شکل ۱۰



هرگز آچار سه‌نظام را حتی برای یک لحظه، روی سه‌نظام باقی نگذارید.

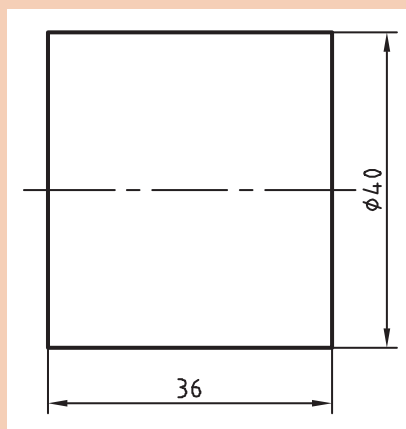
## پیشانی تراشی



شکل ۱۱

پیشانی تراشی عبارت است از براده‌برداری از سطح پیشانی قطعه کار در حال دَوَران روی دستگاه. این عمل به‌منظور عمود بودن سطح پیشانی بر سطح جانبی قطعه کار و کاهش طول آن انجام می‌شود (شکل ۱۱).

فعالیت کارگاهی  
۳



قطعه‌ای به قطر ۴۰ و طول ۳۶ میلی‌متر را مطابق نقشه پیشانی تراشی نمایید.

۱ قطعه را در سه‌نظام ببندید و آچار را از روی سه‌نظام بردارید. حدود ۲۰ میلی‌متر از کار داخل سه‌نظام باشد.

۲ رنده را ۳۰ تا ۴۵ درجه بچرخانید تا راستای رنده با سطح پیشانی قطعه کار زاویه‌ای حدود ۳۰ درجه بسازد.

۳ رنده را به‌وسیله سوپرت طولی حرکت دهید و با سطح پیشانی قطعه کار مماس کنید (این کار را می‌توان در حالت خاموش بودن هم انجام داد). سپس ورنیه سوپرت طولی را روی صفر تنظیم کنید.

۴ به‌وسیله سوپرت عرضی، رنده را به سمت خودتان هدایت کنید تا از قطعه کار جدا شود. سپس سوپرت طولی را روی ۰/۵ میلی‌متر قرار دهید پیشروی دستگاه را روی ۰/۲ میلی‌متر تنظیم کنید.

۵ کلاچ را به سمت پایین حرکت دهید تا سه‌نظام شروع به چرخش نماید.

۶ با دست سوپرت عرضی را حرکت دهید تا براده‌برداری آغاز شود.

۷ هنگامی که رنده به مرکز قطعه کار رسید، حرکت را قطع و دستگاه را خاموش کنید. اگر سطح پیشانی به‌طور کامل براده‌برداری شده بود دیگر نیازی به ادامه کار نیست، ولی در غیر این صورت باید براده‌برداری با همان حالت قبل به‌اندازه ۰/۵ میلی‌متر تکرار شود.

۸ قطعه را باز کنید و آن را حدود ۱۷ میلی‌متر از طرف دیگر آن، در سه‌نظام ببندید. ابتدا اندازه بگیرید که چقدر اضافه طول دارد. مقدار اضافه طول را در چند مرحله به عمق براده ۱ میلی‌متر براده‌برداری کنید. این عمل را تا رسیدن به اندازه ۲۰ ادامه دهید.

۹ قطعه را از سه‌نظام باز کنید.



هیچ گاه دستگاه را در حالت روشن و به ویژه روی اتومات رها نکنید.

## تمیز کردن دستگاه



شکل ۱۲

معمولاً پس از هر بار کار با دستگاه، باید براده ها و آب صابون به جامانده از روی دستگاه زدوده شود. برای این منظور باید از تکه های پارچه یا نخ پنبه استفاده شود. برای تمیز کردن، ابتدا به وسیله قلم موی مخصوص براده های درشت را از بالاترین سطح دستگاه که سطح قلم بند است به سمت سینی دستگاه هدایت کنید. سپس هر یک از سوپرت ها را جابه جا و فضای بین آنها را تمیز کنید (شکل ۱۲).

## فرزکاری



شکل ۱۳

فرزکاری عبارت است از براده برداری سطوح قطعه کار، توسط ابزار چند لبه در حال دوران، به نام تیغه فرز.

در این روش مانند سوراخ کاری ابزار حرکت دورانی دارد، قطعه کار با روش مناسب روی میز ماشین بسته شده و می توان عمل براده برداری روی قطعه کار را انجام داد (شکل ۱۳).



شکل ۱۴

یکی از ماشین‌هایی که برای تولید سطوح مستوی، افقی و عمودی، مایل و فرم‌دار استفاده می‌شود، دستگاه فرز می‌باشد. همچنین شیارهای مستقیم و مارپیچ و چرخ‌دنده‌ها نیز با این دستگاه‌ها قابل ساخت هستند. دستگاه فرز از نظر قرارگیری محور ابزارگیر در انواع گوناگون ساخته می‌شود که یک نمونه آن در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود.

### تاریخچه فرز کاری

از آنجایی که همه قطعات تولیدی دارای سطوح دوار نیستند که بتوان با روش تراشکاری تولید کرد، ضرورت استفاده از قطعات با هندسه متفاوت و دارای سطوح مستقیم شیب‌دار، فرم‌دار و... در صنعت، انسان را بر آن داشت تا به فکر روشی باشد که بتواند براده‌برداری سطوح مورد نظر را انجام دهد. این احساس نیاز منجر به ساخت اولین ماشین فرز گردید.

### انواع دستگاه فرز

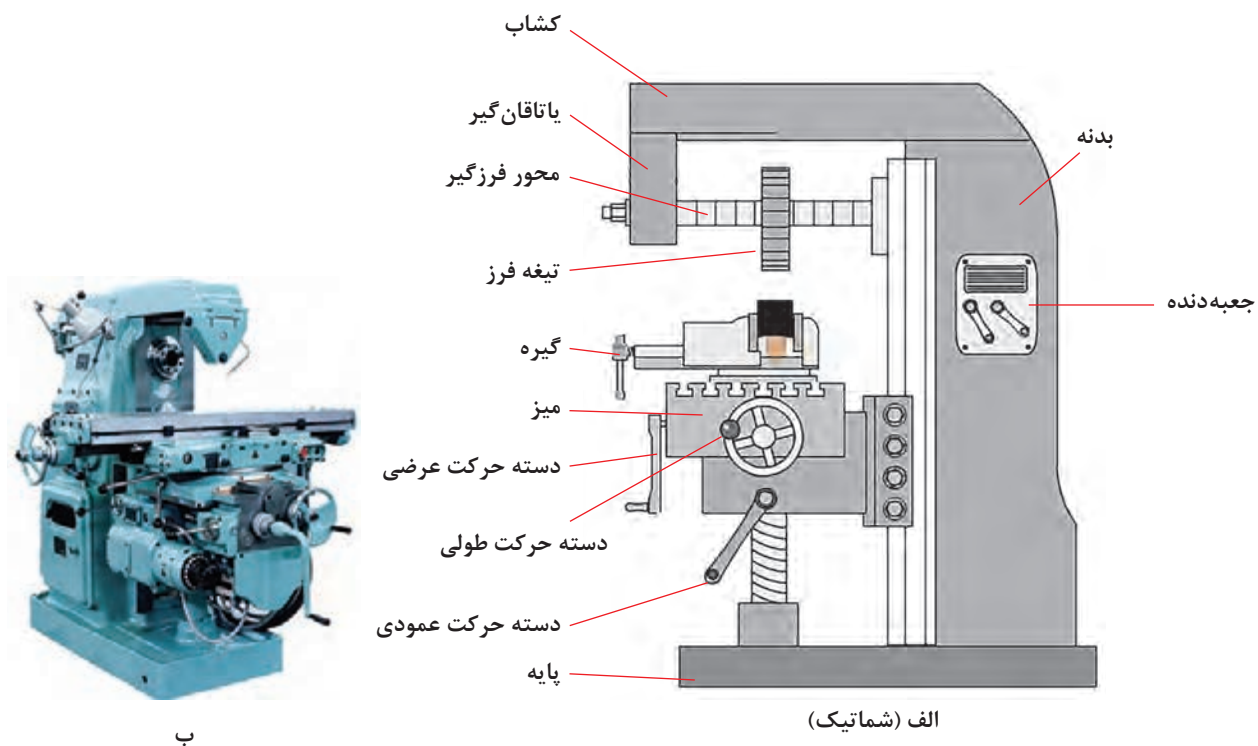
دستگاه فرز افقی: مهم‌ترین مشخصه این نوع دستگاه افقی بودن محور ابزارگیر این دستگاه است و به این ترتیب قادر به ماشین‌کاری قطعات مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می‌کنید (شکل ۱۵)



شکل ۱۵

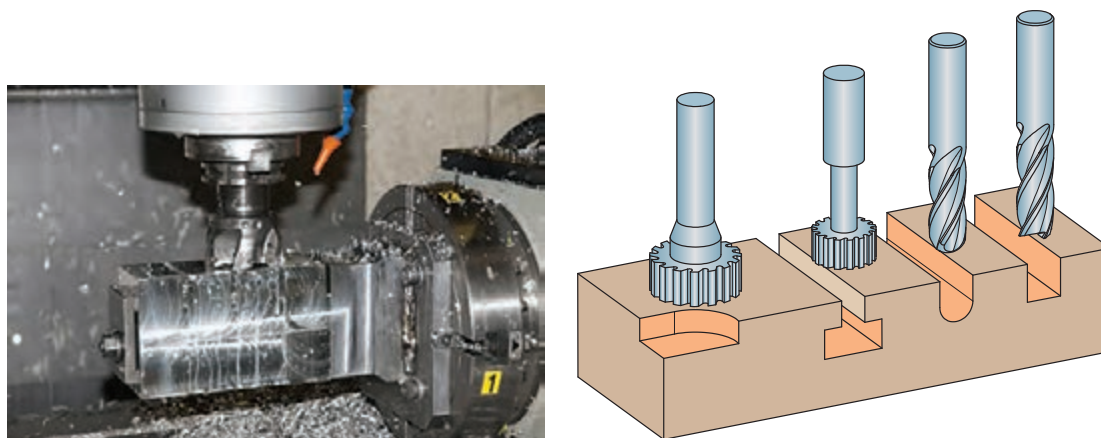
برای تنظیم عده دوران تیغه فرز و در نتیجه تأمین سرعت برش مناسب، دستگاه دارای جعبه‌دنده اصلی است که حرکت خود را از یک الکتروموتور دریافت می‌کند. قسمت‌های مختلف ماشین فرز افقی در شکل ۱۶ دیده می‌شود. مکانیزم حرکت طولی، عرضی و عمودی میز به وسیله پیچ و مهره و همچنین به صورت خودکار امکان‌پذیر است.



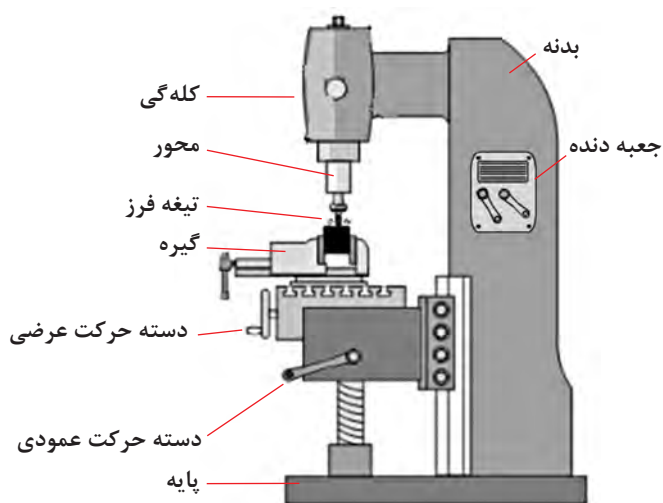


شکل ۱۶

ماشین فرز عمودی: با توجه به اینکه محور ابزار گیر این دستگاه ها به صورت عمودی است به دستگاه های فرز عمودی معروف هستند. به این ترتیب این نوع دستگاه قادر به ماشین کاری فرم های مختلفی هستند که در زیر چند نمونه از آنها را مشاهده می کنید (شکل ۱۷).



شکل ۱۷



شکل ۱۸

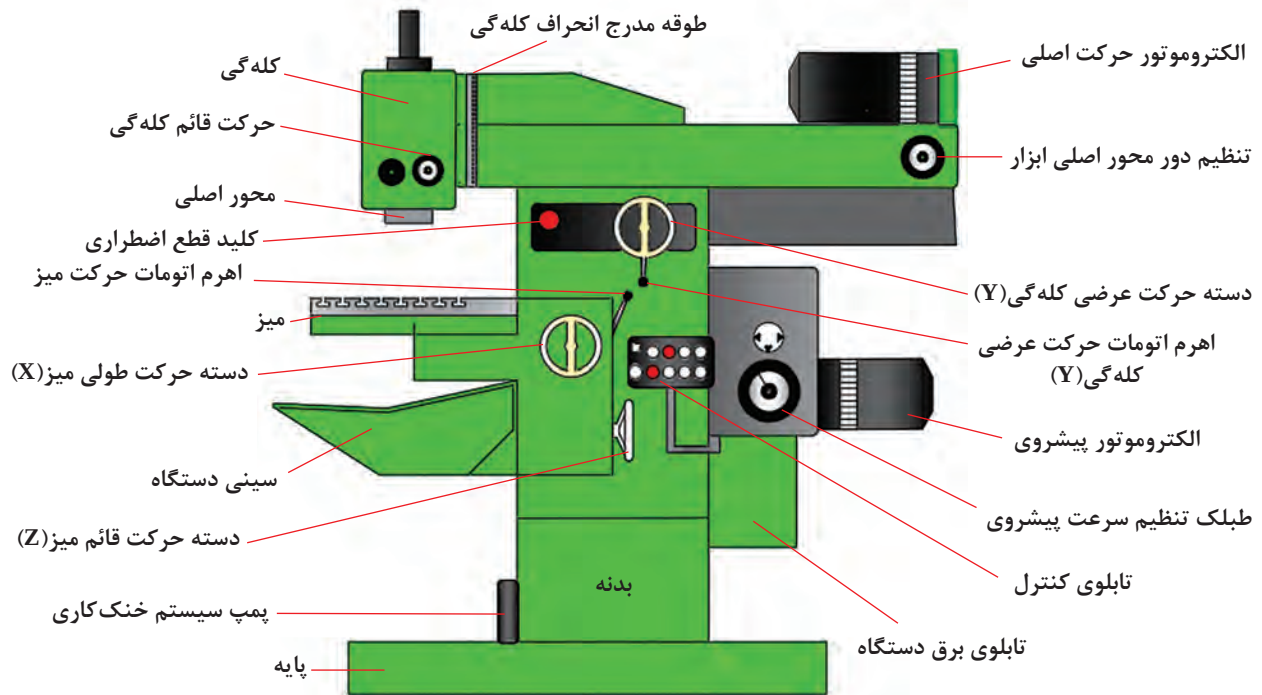
قسمت‌های مختلف آن شبیه ماشین فرز افقی است. محور فرزگیر در داخل قسمتی به نام کله گی دستگاه سوار می‌شود که البته در بعضی از انواع آن و در صورت نیاز می‌تواند تحت زاویه قرار داده شود و در برخی دستگاه‌ها می‌توان با تعویض بعضی قسمت‌ها، آن را به نوع افقی تبدیل کرد. باید در نظر داشت که امتداد محورفرزگیر باید همواره بر سطح تراش عمود باشد. به کمک این ماشین می‌توان کارهایی مثل پیشانی‌تراشی، شیارتراشی، سطوح زاویه‌دار و... را انجام داد (شکل ۱۸).



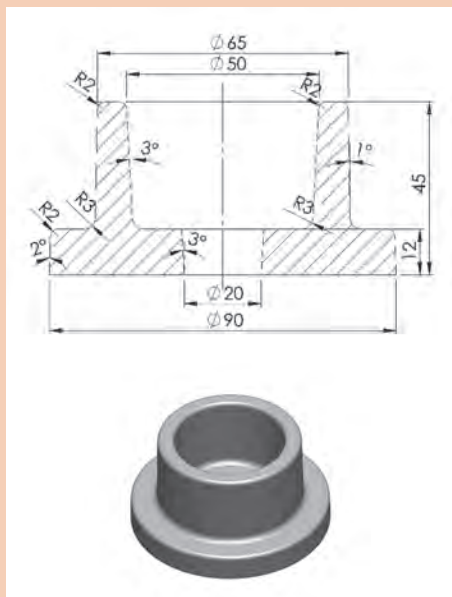
شکل ۱۹

ماشین فرز اونیورسال: این دستگاه‌ها دارای محور ابزارگیر عمودی و افقی بوده و ساختمان آن شبیه به ماشین فرز افقی است. در این نوع دستگاه حرکت میله هادی میز از طریق چرخ‌دنده‌های تعویضی به دستگاه تقسیم منتقل شده و حرکت دورانی قطعه کار را به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر می‌سازد. بدین ترتیب علاوه بر کارهای معمولی، شیارها، چرخ‌دنده، تیغه‌فرزها و برقوهای مارپیچ و همچنین دنده‌های حلزونی به کمک آنها قابل ساخت است. ماشین فرز FP4M از نوع فرز اونیورسال است (این دستگاه دارای میز اونیورسال و قابل انحراف بوده که می‌تواند جایگزین میز معمولی گردد) (شکل ۱۹).

با توجه به اینکه مبنای آموزش، دستگاه فرز مدل FP4M ساخت ماشین سازی تبریز می باشد، در شکل ۲۰ به توضیح در مورد بعضی از قسمت های آن می پردازیم (شکل ۲۰):



شکل ۲۰



#### ساخت مدل ساده فلزی به روش ماشیننی (مستقیم)

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

۱. بلوک خام فلزی
۲. ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس، پرگار، زاویه سنج و سایر تجهیزات کنترل و اندازه گیری)
۳. ابزارهای براده برداری و پرداخت کاری
۴. ماشین تراش یا فرز
۵. سوهان نرم و زبر، سنباده و تجهیزات پرداخت کاری و رنگ مدل

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار





### مراحل انجام کار:

۱ ترسیم نقشه مدل سازی و تهیه بلوک خام با ابعاد نقشه

نکته ۱: در این کتاب نقشه یک مدل ساده به عنوان نمونه ارائه شده است، هر نمونه دیگری که امکان ساخت آن در کارگاه مدل سازی و یا تراشکاری فراهم است، زیر نظر و با کنترل هنرآموز مجاز است و آن را اجرا کنید.

نکته ۲: چنانچه بلوک فلزی و ماشین تراش به اندازه کافی در دسترس نیست، فعالیت کارگاهی را به صورت گروهی زیر نظر هنرآموز انجام دهید. در فعالیت کارگاهی ۱، قطر و ارتفاع بلوک فلزی با توجه به اندازه داده شده در نقشه مدل سازی تعیین شده است. چنانچه بلوک فلزی به این اندازه در بازار یافت نشد، آن را به روش ریخته گری با امکانات موجود در کارگاه آماده کنید.

۲ بلوک خام را در دستگاه تراش یا ماشین فرز محکم ببندید.

۳ فرم مدل را مطابق نقشه، براده برداری کنید.

۴ مدل ساخته شده را پرداخت کاری کنید.

۵ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

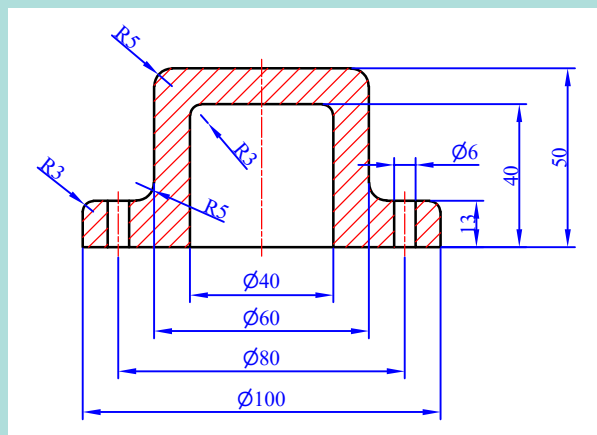
## ساخت مدل فلزی به روش ریخته گری

برای ساخت مدل فلزی از مدل اولیه چوبی و یا پلیمری، از فرایند قالب گیری و ریخته گری، استفاده می شود. این مدل فلزی را مدل ثانویه می نامند. مدل فلزی ریخته شده، پس از تمیز کاری، سندبلاست و تکمیل کاری (سوهان کاری، تراشکاری، بتونه کاری و پرداخت کاری) می تواند جهت قالب گیری و تولید قطعه مورد استفاده قرار گیرد. در مواردی که نیاز به تولید انبوه باشد، مدل فلزی تهیه شده را می توان به مدل صفحه ای تبدیل کرد.

انتخاب جنس مدل فلزی براساس روش های قالب گیری، تعداد دفعات قالب گیری، ابعاد و اندازه مدل، صیقل پذیری و دوام مدل انجام می گیرد. قبل از ساخت مدل اولیه باید جنس مدل ثانویه و جنس قطعه ریختگی، تعیین شده باشد. برای روشن تر شدن موضوع مثالی همراه با شکل آورده شده است.



چنانچه بخواهیم درپوش چدنی مطابق نقشه مکانیکی داده شده در شکل ۲۱ را تولید کنیم، ابعاد مدل چوبی (مدل اولیه) بدون در نظر گرفتن اضافه تراش و شیب چقدر باید باشد؟ فرض کنید جنس مدل فلزی (مدل ثانویه) از آلایژ آلومینیوم باشد.



شکل ۲۱

حل: جهت به دست آوردن ابعاد مدل اولیه چوبی باید دو مرحله انقباض، یک بار برای مدل فلزی آلومینیومی و یکبار برای قطعه چدنی (درپوش) محاسبه شود. چنانچه درصد انقباض مدل آلومینیومی ۱/۲ درصد و درپوش چدنی ۱ درصد باشد، با استفاده از فرمول دقیق انقباض خواهیم داشت:

$$S_G = S_1 + S_r$$

$$S_G = 1 + 1/2 = 2/2 \text{ مجموع کل انقباض}$$

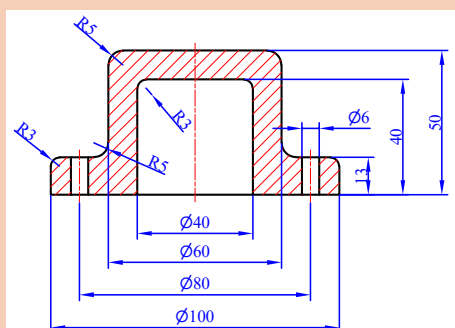
برای محاسبه ابعاد مدل اولیه از رابطه زیر استفاده می شود.

$$L_M = \frac{L_G \times 100}{100 - S_G}$$

$L_G$  اندازه قطعه روی نقشه مکانیکی،  $L_M$  اندازه مدل چوبی و  $S_G$  مجموع درصد انقباض به عنوان نمونه دو مورد از محاسبات انقباض با ابعاد داده شده در شکل ۲۱ در زیر آورده شده است:

$$L_M = \frac{50 \times 100}{100 - 2/2} = 51/1 \text{ mm ارتفاع مدل}$$

$$L_M = \frac{40 \times 100}{100 - 2/2} = 40/9 \text{ mm اندازه قطر داخلی مدل}$$



با فرض اینکه مقدار اضافه تراش در کف قطعه ۳mm و سوراخ قطر ۶mm توپر در نظر گرفته شود.

محاسبه ابعاد و ترسیم نقشه مدل سازی درپوش چدنی با استفاده از نقشه مکانیکی (روش قالب گیری عمودی با ماهیچه سرخود)  
نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی

۲ ماشین حساب

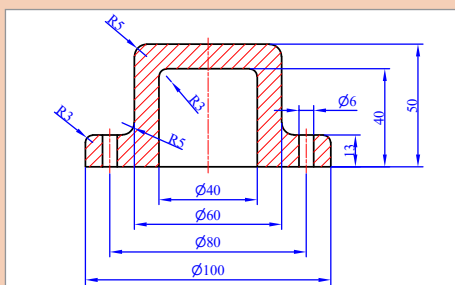
۳ ابزار و وسایل کنترل نقشه مدل سازی

مراحل انجام کار:

۱ محاسبه اضافات مدل سازی (انقباض، تراش و شیب) برای تمامی ابعاد انجام گردد. (شیب مدل براساس جدول استاندارد آورده شده در پودمان ۱ جدول ۴ محاسبه گردد).

۲ با استفاده از نقشه مکانیکی و محاسبات انجام شده، نقشه مدل سازی را رسم کنید.

۳ با وسایل مورد نیاز نقشه مدل سازی رسم شده را بررسی و جهت کنترل به هنرآموز خود تحویل دهید.



ساخت مدل چوبی و فلزی یک تکه با ماهیچه سرخود عمودی با استفاده از نقشه مدل سازی  
نقشه کار:

۱ نقشه خام

۲ محل ترسیم نقشه مدل سازی که توسط هنرجو محاسبه و ترسیم می شود.

وسایل مورد نیاز:

۱ ابزار مدل سازی چوبی و فلزی

۲ ابزار قالب گیری و ریخته گری

۳ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)

۴ ابزارهای براده برداری و پرداخت کاری

۵ کوره ذوب آلومینیوم

۶ شمش آلومینیوم

۷ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب آلومینیوم

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ نقشه مدل سازی رسم شده در فعالیت کارگاهی ۲ را در نظر بگیرید.
- ۲ مدل چوبی را مطابق با ابعاد نقشه مدل سازی بسازید.
- ۳ مدل چوبی را پرداخت کاری، رنگ کاری و کنترل ابعادی کنید.
- ۴ مدل چوبی را قالب گیری کرده و سپس قالب ماسه ای را کنترل کرده و بر روی هم جفت کنید.
- ۵ مذاب آلومینیوم را در قالب آماده شده ریخته گری کنید.
- ۶ مدل فلزی ریخته گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۷ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

### نکته:

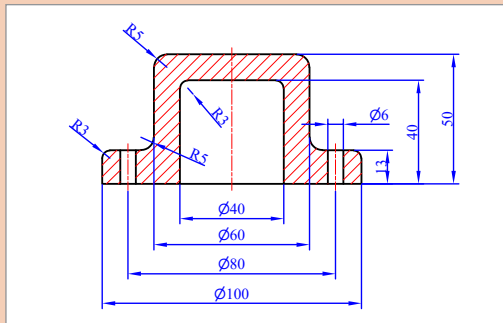
- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

فعالیت کارگاهی  
۷



### تولید قطعه در پوش چدنی به روش ریخته گری

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار قالب گیری و ریخته گری
- ۲ کوره ذوب چدن
- ۳ شمش چدن
- ۴ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب چدن
- ۵ ابزارهای براده برداری و پرداخت کاری
- ۶ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

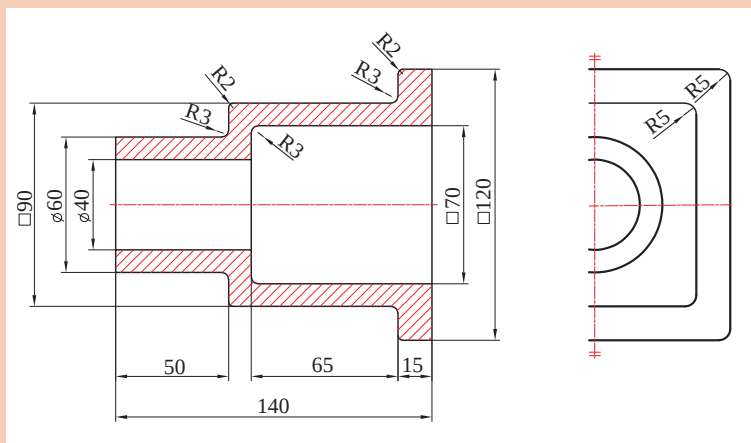
- ۱ مدل آلومینیومی ساخته شده در فعالیت کارگاهی ۳ را در نظر بگیرید.
- ۲ مدل را قالب گیری کرده و سپس قالب ماسه ای را کنترل و بر روی هم جفت کنید.
- ۳ روی قالب را وزنه گذاری کنید.

- ۴ چدن مذاب را در قالب آماده شده، ریخته‌گری کنید.
- ۵ قطعه ریخته شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۶ کیفیت سطحی و ابعادی قطعه را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

ساخت مدل دو تکه چوبی و فلزی به روش افقی با استفاده از نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی و ماشین حساب
- ۲ ابزار مدل سازی چوبی و فلزی
- ۳ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۴ ابزارهای براده برداری و پرداخت کاری
- ۵ کوره ذوب آلومینیوم
- ۶ شمش آلومینیوم
- ۷ ابزار قالب گیری و ریخته‌گری
- ۸ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب آلومینیوم

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار



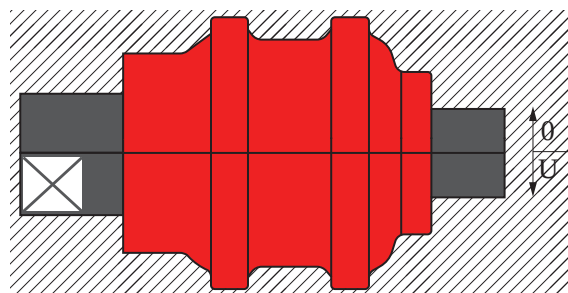
### مراحل انجام کار:

- ۱ تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی در مقیاس ۱:۱.
- ۲ مدل چوبی را مطابق با ابعاد نقشه مدل سازی بسازید. چون قطعه قرینه است، یک نیمه از مدل و جعبه ماهیچه چوبی ساخته شود.
- ۳ مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده را پرداخت کاری، رنگ کاری و کنترل ابعادی کنید.
- ۴ مدل و جعبه ماهیچه را دو بار قالب گیری کرده و سپس قالب ماسه ای را کنترل و بر روی هم جفت کنید.
- ۵ مذاب آلومینیوم تهیه شده را در قالب های آماده شده ریخته گری کنید.
- ۶ قطعات ریخته گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۷ نیمه های مدل و جعبه ماهیچه فلزی را روی هم جفت و پین کاری کنید.
- ۸ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز تحویل دهید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

ابتدا مدل چوبی را ساخته و سپس از آن مدل آلومینیومی تهیه کنید.



۱ کیفیت سطح  
۲ عمود بودن  
۳ تخت بودن  
۴ اندازه‌ها بر اساس استاندارد C-ISO2768

## ۱ محیط کارگاهی

۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس

**ابزار و تجهیزات:** چوب، آلومینیوم، کوره ریخته‌گری، بوته ذوب، درجه، ماسه قالب‌گیری، دریل ستونی، میز کار، آچار تنظیم‌گیره، خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری، کولیس، اره دستی چوب‌بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی‌متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، سنبه فلز، مداد، آلومینیوم‌سای، چوب‌سای تخت، چوب‌سای نیم‌دایره، رنده دستی، کمان اره مویی، چسب چوب، سنباده چوب، Rسنب، اسپری رنگ، بتونه و سایر وسایل و تجهیزات قالب‌گیری و ریخته‌گری

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

| ردیف | مرحله کار                                                                                                                                                                                                          | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱    | تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی                                                                                                                                                                                | ۱                       |            |
| ۲    | ساخت مدل و جعبه ماهیچه چوبی                                                                                                                                                                                        | ۱                       |            |
| ۳    | ساخت مدل و جعبه ماهیچه فلزی                                                                                                                                                                                        | ۲                       |            |
| ۴    | مونتاژ مدل روی صفحات جداگانه به همراه سیستم راهگاهی                                                                                                                                                                | ۲                       |            |
| ۵    | ریخته گری و تولید قطعه خوشه ای آلومینیومی                                                                                                                                                                          | ۱                       |            |
|      | <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:*</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار      ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه</p> <p>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی      ۴- رعایت دقت و نظم</p> | ۲                       |            |
|      | میانگین نمرات: **                                                                                                                                                                                                  |                         |            |

\* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

## واحد یادگیری ۲

### ساخت مدل های صفحه ای (فلزی - آراالدیتی)

جهت تولید قطعات ریخته گری به تعداد زیاد، از انواع مدل های صفحه ای استفاده می شود. در کارخانجات ریخته گری این مدل ها قابلیت نصب بر روی ماشین های قالب گیری: دیزاماتیک، واگنر و پرس های جوئنت اسکوئیز را دارند. همچنین در کارگاه های ریخته گری از مدل های صفحه ای جهت قالب گیری به روش: ماسه تر و ماسه  $CO_2$  نیز استفاده می شود. در این واحد یادگیری به ساخت مدل های صفحه ای و مونتاژ مدل های فلزی و آراالدیتی بر روی صفحه مدل، اشاره شده است.

### استاندارد عملکرد

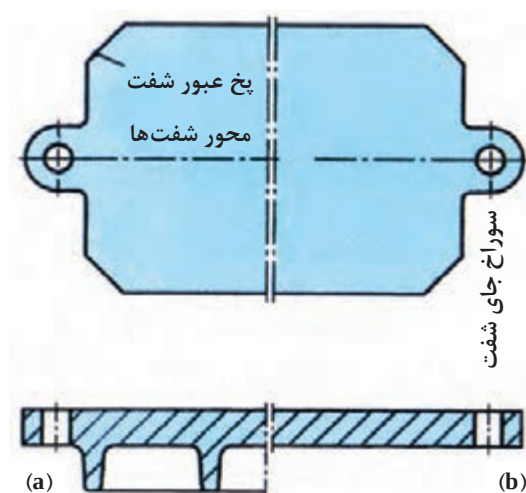
براساس نقشه مکانیکی و مدل های فلزی از قبل آماده شده، مدل صفحه ای ساخته شود.



در سال ۱۸۲۷ میلادی شخصی به نام فرانکن فلد<sup>۱</sup> در آلمان از یک نوع مدل پلیمری (رزینی) برای تولید درپچه‌های چدنی استفاده کرد. این مدل‌ها بعدها به مدل صفحه‌ای معروف شدند. در مدل‌های صفحه‌ای، مدل همراه صفحه بوده و از آنجا که ریخته‌گری قطعه می‌تواند به روش دستی یا ماشینی (نیمه‌اتومات و یا تمام اتومات) در ماسه صورت گیرد، موجب افزایش 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 است. در این مدل‌ها اکثر اجزای سیستم راهگاهی (شامل حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهبار) همیشه روی صفحه تعبیه می‌شود. ساخت و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه در روی مدل‌های صفحه‌ای، سرعت قالب‌گیری را زیاد و هزینه قطعه را کاهش می‌دهد.

**مزایای مدل‌های صفحه‌ای عبارت‌اند از:**

- ۱ نصب چندین مدل روی یک صفحه (به‌خصوص برای مدل‌های کوچک)؛
- ۲ تنظیم و نصب سیستم‌های راهگاهی و تغذیه روی مدل؛
- ۳ سهولت قالب‌گیری و ایجاد سطح جدایش غیرمسطح روی صفحه مدل (به‌خصوص در مدل‌هایی با سطح جدایش غیریکنواخت)؛
- ۴ معیوب شدن کمتر قطعات ریختگی (از سرخوردن و غیریکنواخت کوبیدن قالب جلوگیری می‌شود)؛
- ۵ سرعت در قالب‌گیری و تولید انبوه قطعات ریختگی؛
- ۶ قابل استفاده در روش‌های قالب‌گیری دستی و ماشینی؛
- ۷ دوام زیاد (چون عمل لق کردن و ضربه زدن با دست انجام نمی‌شود).



(a) مدل صفحه‌ای یک‌طرفه

(b) مدل صفحه‌ای دوطرفه

شکل ۲۲

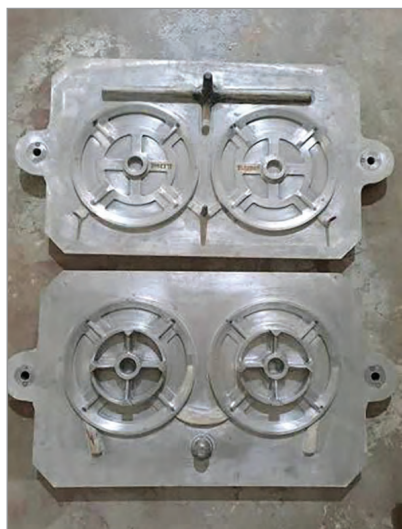
مدل‌های صفحه‌ای به دو روش یک طرفه (یک رو) و دو طرفه (دو رو) طراحی و ساخته می‌شوند (شکل ۲۲). در نوع یک طرفه، مدل در یک طرف صفحه قرار می‌گیرد، در حالی که در نوع دو طرفه، بخشی از مدل در یک طرف صفحه و بخشی دیگر در طرف دیگر صفحه قرار دارد. در نوع دو دوطرفه، دو بخش مدل در دو صفحه جداگانه قرار می‌گیرند و هر یک از این صفحه‌ها در درجه جداگانه قالب‌گیری می‌شوند.

جنس این مدل‌ها ممکن است از چوب، پلیمر و یا فلز باشد. این روش برای تولید انبوه و نیز قطعات نسبتاً بزرگ به کار می‌رود.

مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای روش قالب‌گیری و براساس چگونگی نصب مدل تقسیم‌بندی می‌شوند. در این قسمت، ابتدا دسته‌بندی مدل‌های صفحه‌ای بر مبنای

چگونگی نصب مدل روی صفحه و سپس بر مبنای روش قالب‌گیری به ترتیب توضیح داده می‌شوند:

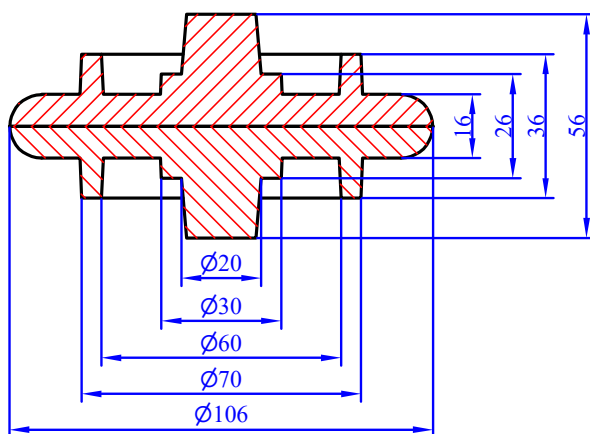
### دسته بندی مدل های صفحه ای بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه



شکل ۲۳

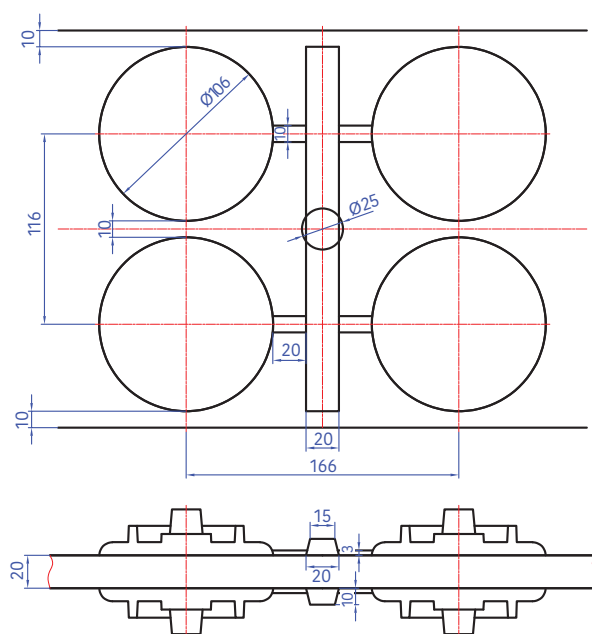
مدل ها با سطح جدایش یکنواخت: در این مدل ها سطح جدایش یکنواخت (صاف) است. از مزایای این مدل ها، امکان تعویض مدل های تخریب شده و نصب مدل های جدید روی صفحه و تبدیل مدل های غیر صفحه ای به صفحه ای (نصب مدل های دستی روی صفحه) است. در این دسته، شکل و ابعاد صفحه باید طوری در نظر گرفته شود که قابل استفاده برای قالب گیری ماشینی باشد. بر روی این صفحات اغلب دو سوراخ برای هدایت میله های راهنما ایجاد می گردد. همچنین چهار گوشه صفحه از پخ ۴۵ درجه برخوردار است تا محل عبور میله های راهنمای دستگاه قالب گیری باز باشد. میله های راهنما از چهار گوشه صفحه عبور می کنند و درجه (قالب) را از صفحه جدا می سازند. شکل ۲۳ یک نوع صفحه ماشینی را نشان می دهد.

در این دسته از مدل های صفحه ای، جنس صفحات به روش قالب گیری و ماشین های قالب گیری بستگی دارد. جنس صفحات می تواند از چوب فشرده (صفحات مطبق چوبی)، مواد پلیمری فشرده و یا فلزی نظیر آلایزهای آلومینیوم، فولاد، چدن، منیزیم و مس (به ویژه برای صفحات بزرگ) انتخاب شود. **نصب مدل روی صفحه:** برای نصب مدل روی صفحه، ابتدا مدل به طور جداگانه تهیه شده و سپس به وسیله پین، پیچ و یا چسب (موقتی) روی صفحه نصب می شود. اغلب مدل های دو تکه، سطح جدایش یکنواخت دارند. در این مدل ها، مدل صفحه ای با استفاده از دو صفحه، یک صفحه برای مدل رویی و یک صفحه برای مدل زیری ساخته می شود. برای اینکه مدل ها به طرز صحیحی در روی صفحات نصب شوند (پس و پیش شدن یا شیفت مدل در قطعه ریختگی ایجاد نشود)، از دو روش استفاده می شود:



شکل ۲۴

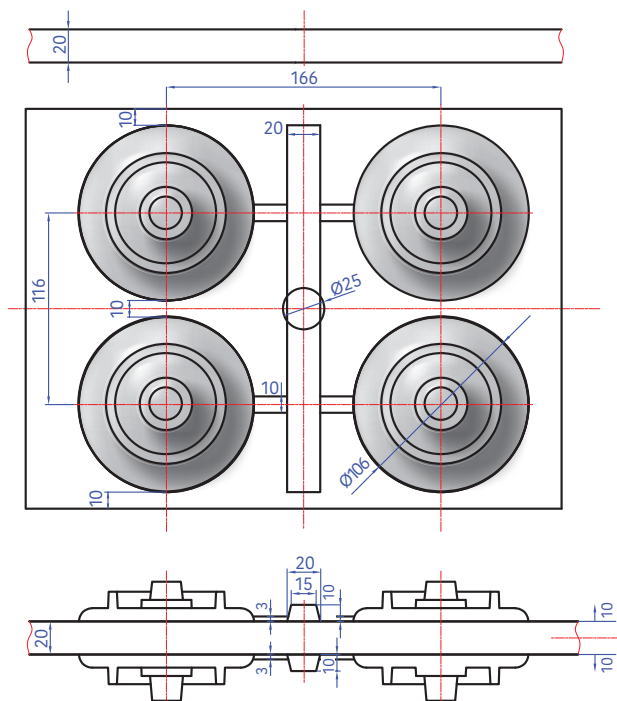
الف) نصب مدل روی صفحه بر مبنای خط‌کشی: نصب مدل روی صفحه بر مبنای خط‌کشی برای صفحه مدل یک‌طرفه و دوطرفه یکسان است؛ به عنوان مثال نصب مدل برای شکل ۲۴ روی صفحه مدل دو طرفه به شرح زیر است (شکل ۲۵):



شکل ۲۵

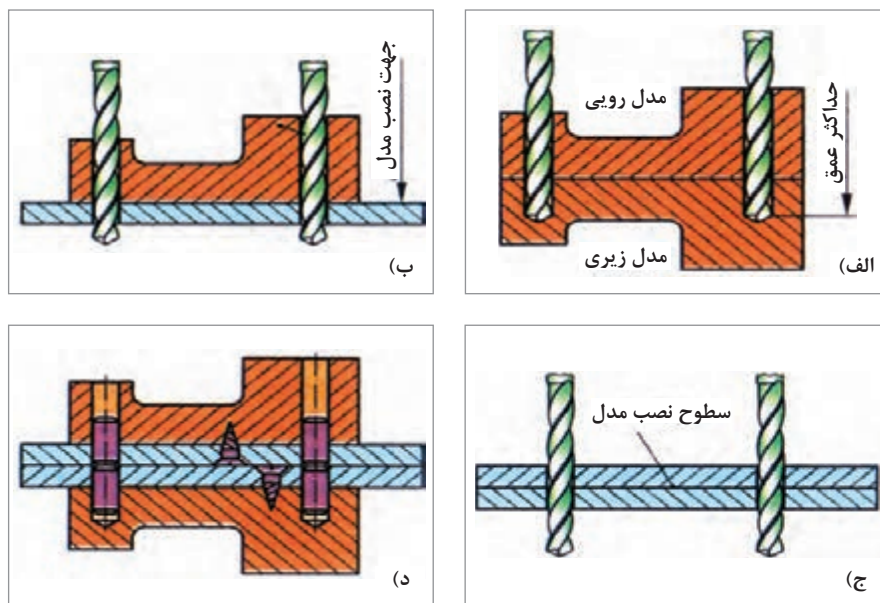
- ۱ محور صفحه مدل و محور میله‌های راهنما با سوزن خط‌کش به‌طور دقیق ترسیم می‌گردد.
- ۲ ترسیم محور طولی و عرضی سیستم‌های راهگاهی و ترسیم قطرهای در سطح مدل‌های دایره‌ای شکل، جهت انتقال به روی محور صفحه مدل انجام می‌شود.
- در این قسمت چون مدل انتخاب شده دایره‌ای شکل است، در محل سطح جدایش، قطرهای دایره، عمود بر هم رسم می‌شوند.
- ۳ رسم محل قرارگیری نیمه مدل‌ها و سیستم راهگاهی در سطح رویی صفحه مدل انجام می‌شود. این صفحه برای قالب رویی در نظر گرفته می‌شود.
- ۴ رسم محل قرارگیری نیمه مدل‌ها و محل قرارگیری حوضچه زیری، در سطح زیری صفحه مدل انجام می‌شود. این صفحه برای قالب زیری است.
- مراحل نصب نیمه مدل‌ها و سیستم راهگاهی در دو طرف صفحه مدل (سطح رویی و سطح زیری) به شرح زیر است:
  - نیمه مدل‌ها و حوضچه زیری (پای راهگاه)، در محل خط‌کشی روی صفحه مدل زیری جهت کنترل خط‌کشی قرار می‌گیرد (اندازه مدل با اندازه خط‌کشی روی صفحه باید یکی باشد).

- پس از اطمینان از صحت اندازه های ترسیم شده (محل قرارگیری مدل و حوضچه)، نیمه های مدل از قبل ساخته شده توسط چسب در محل خود چسبانده می شوند. این نیمه مدل ها قرینه هستند. این فرایند روی صفحه رویی نیز انجام می شود (شکل ۲۶).



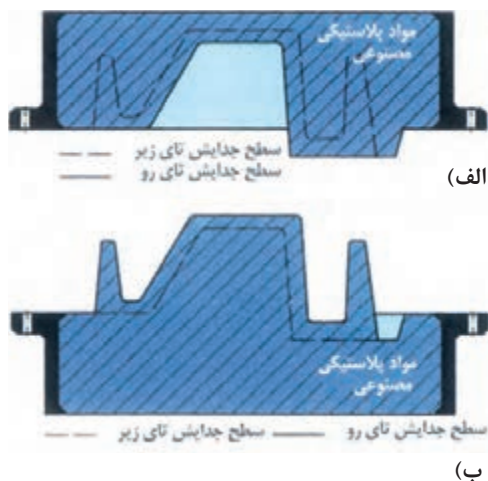
شکل ۲۶

- پس از خشک شدن چسب، نیمه مدل ها شماره گذاری شده و با انتخاب ماشین سوراخ کاری و مته مناسب، قطر مته بر مبنای گام پیچ در نظر گرفته می شود.
- در پایان سوراخ کاری، نیمه مدل ها با ضربه چکش چوبی یا پلاستیکی از صفحه مدل جدا شده و محل های چسب با الکل یا تینر تمیز می شوند.
- پس از کامل شدن مراحل سوراخ کاری و فلاویز کاری، دو طرف صفحه مدل، سطح مدل ها و سطح سیستم راهگاهی نیز تمیز می گردند و سپس در محل های شماره گذاری شده، به صفحه مدل، پیچ می شوند.
- جهت کنترل نصب صحیح نیمه مدل و سیستم راهگاهی در سر جای خود، قبل از فرستادن مدل صفحه ای برای تولید انبوه، حداقل یک بار با استفاده از این مدل، نمونه ریزی انجام می گیرد.
- چنانچه نمونه ریخته شده سالم باشد مدل صفحه ای را جهت تولید انبوه قطعه به خط قالب گیری ماشینی تحویل می دهند.
- **ب) نصب مدل روی صفحه بر مبنای سوراخ کاری:** در این روش ابتدا دو نیمه مدل روی هم جفت شده و در محل های تعیین شده، سوراخ های عمودی مطابق شکل ۲۷-الف ایجاد می شود. جهت انجام مراحل بعدی نکات زیر مورد توجه است:



شکل ۲۷

- نیمه مدل رویی در محل تعیین شده روی صفحه مدل بسته شده و سوراخ‌های ایجاد شده قبلی ادامه یافته تا صفحه مدل نیز سوراخ شود (شکل ۲۷-ب).
- صفحه سوراخ شده (صفحه مدل اولی) روی صفحه مدل دومی قرار داده شده و سوراخ‌کاری ادامه می‌یابد تا صفحه دومی نیز سوراخ شود (شکل ۲۷-ج).
- در پایان سوراخ‌کاری، نیمه مدل‌ها به وسیله میله‌های راهنما روی صفحات ثابت می‌گردند.
- پس از ثابت کردن نیمه مدل‌ها روی صفحه‌ها، محل پیچ‌ها در نیمه مدل‌ها و در صفحه مدل‌ها سوراخ می‌شوند.
- در پایان سوراخ‌کاری، در محل‌های تعیین شده قلاویزکاری انجام می‌گردند.
- نیمه مدل‌ها، روی صفحه مدل‌ها سوار و سر جای خود پیچ می‌گردند (شکل ۲۷-د).
- جهت کنترل صحت مدل صفحه‌ای ساخته شده، با استفاده از آن یک نمونه قالب‌گیری و ریخته‌گری انجام می‌شود. چنانچه قطعات ریخته شده، پس و پیش نباشند، قالب‌گیری با مدل صفحه‌ای جهت تولید انبوه قطعه ریختگی، مجاز خواهد بود.



شکل ۲۸

**مدل صفحه‌ای توپر (ماسیو):** مدل صفحه‌ای توپر را مدل صفحه‌ای سرخود جداگانه نیز می‌نامند، چرا که مدل و صفحه مدل، از یک جنس متصل به هم، مانند مواد مصنوعی، به شکل یک پارچه ساخته می‌شوند. در (شکل ۲۸-الف) قسمت‌های نگاتیو (معکوس یا فرورفته) و در (شکل ۲۸-ب) قسمت‌های پوزیتیو (برآمده) یک مدل به صورت سرخود دیده می‌شود.

### مزایا:

- محکم بودن مدل صفحه ای و استحکام بالای آن برای قالب گیری به دفعات زیاد؛
- امکان ساخت مدل های صفحه ای با برآمدگی ها و فرورفتگی ها (مدل های پر پیچ و خم)

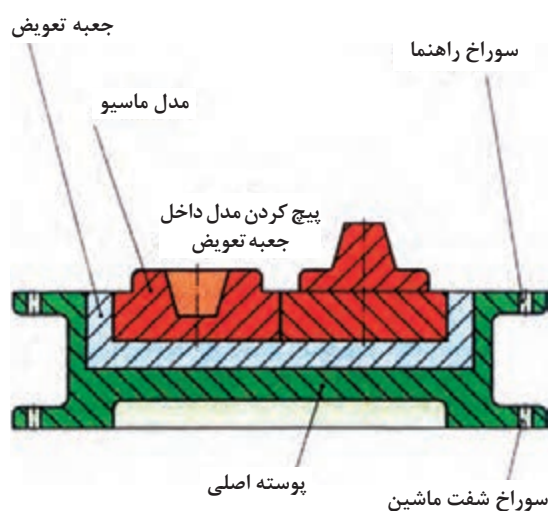
### عیب:

- قیمت بالای ساخت مدل

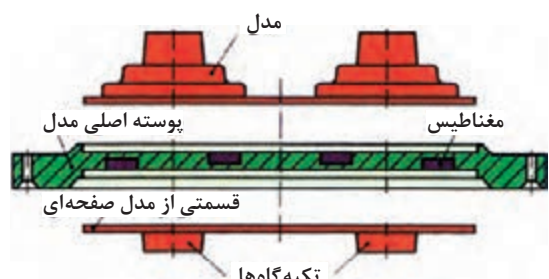
نکته



این دسته از مدل های صفحه ای با کمک مدل اولیه چوبی یا فلزی ساخته می شوند. جنس مدل های صفحه ای معکوس، اغلب از مواد پلیمری (آرالدیت ها) است. این نوع مدل های صفحه ای به صورت قالب های فرورفته و برآمده در داخل درجه های جفت شده، با مواد پلیمری پر می شوند. در (شکل ۲۸- الف)، مدل صفحه ای نگاتیو یا قسمت فرورفته قطعه ریختگی و (شکل ۲۸- ب)، مدل صفحه ای پوزیتیو یا قسمت برآمده قطعه ریختگی را نشان می دهند.



شکل ۲۹



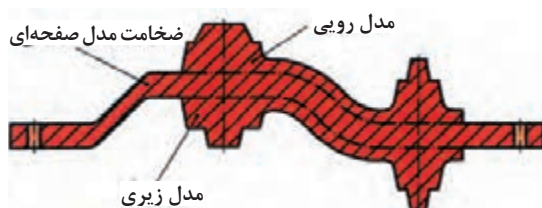
شکل ۳۰

**مدل صفحه ای تعویضی:** نصب تعداد زیاد مدل روی صفحه و احتمال تعویض بعضی از آنها در طول قالب گیری، استفاده از این گونه مدل صفحه ای را مطلوب تر می سازد. صفحه مدل از یک پوسته اصلی که بر روی آن محل میله راهنمای درجه (سوراخ شفت ماشین)، محل قرار گیری کردن مدل روی ماشین قالب گیری و محل قرار گیری جعبه تعویض همراه با مدل اصلی، تشکیل شده است (شکل ۲۹). در ابتدا مدل ها به شکل نیم مدل و تمام مدل داخل قاب جاسازی می شوند و سپس کل قاب همراه با مدل ها در داخل محفظه پوسته قرار داده می شود. این مدل به نام های دیگری همچون، مدل صفحه ای چندتایی، مدل صفحه ای با قاب جاسازی شده و قابل تعویض، مدل صفحه ای کلیشه ای، مدل صفحه ای جعبه ای و مدل صفحه ای موزائیکی نامیده می شود.

**مدل صفحه ای مغناطیسی:** از ویژگی های عمده این مدل، تعویض سریع آن و نصب مدل جدید در روی پوسته اصلی صفحه مدل است. در این نوع مدل صفحه ای، مدل به شکل مکانیکی روی صفحه مدل بسته نمی شود، بلکه با استفاده از یک سیستم مغناطیسی، مدل ها در یک طرف یا دو طرف پوسته اصلی قرار داده می شوند. مدل های ساخته شده باید از فلزات آهنی باشند (شکل ۳۰).



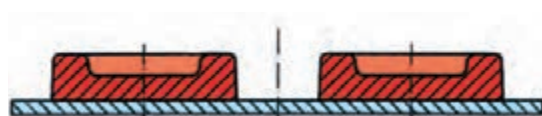
مدل صفحه‌ای سر خود دو طرفه: این مدل جزء مدل‌های صفحه‌ای دو طرفه محسوب می‌شود که در هر طرف آن مدل‌های سرخود قرار دارد. در این نوع مدل، صفحه مدل همراه با مدل‌های دو طرف آن به صورت یک تکه و از یک جنس با سطح جدایش یکنواخت یا غیریکنواخت طراحی و ساخته می‌شود.



شکل ۳۱

نیمه‌های مدل به طور دقیق در دو سمت صفحه روی هم منطبق می‌شوند در این نوع مدل، از پیچ کردن مدل روی صفحه مدل، صرفه‌جویی می‌شود زیرا که مدل و صفحه مدل مانند شکل ۳۱ سرخود ساخته می‌شوند. این مدل معمولاً از آلیاژ سرب خشک (زاماک) یا آلومینیوم و یا آرالدیت ساخته می‌شود. در شکل ۳۱ مدل صفحه‌ای با سطح جدایش غیریکنواخت طراحی و ساخته شده است.

از این مدل برای قالب‌گیری دستی، ماشینی، اتومات و نیمه اتومات استفاده می‌شود.



شکل ۳۲- مدل قرینه با سطح جدایش یکنواخت

مدل صفحه‌ای قرینه: در این مدل صفحه‌ای، نیمه مدل‌هایی از یک تا چند مدل قرینه با فاصله‌های دقیق و برابر روی صفحه مدل نصب می‌شود. برای ساخت هر

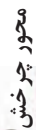
قالب کامل باید دو بار از روی مدل، قالب‌گیری شود. قالب رویی ابتدا ۱۸۰ درجه چرخانیده می‌شود و سپس روی قالب زیری جفت می‌گردد. در شکل ۳۲، یک مدل صفحه‌ای قرینه با سطح جدایش یکنواخت و در شکل ۳۳ یک مدل صفحه‌ای قرینه با سطح جدایش غیریکنواخت طراحی و ساخته شده است.

مزیت:

- صرفه‌جویی در هزینه ساخت نیمه دوم مدل صفحه‌ای (فقط یک نیمه مدل ساخته می‌شود).

عیب:

- در قالب‌گیری‌های عمومی (ماسه تر) هنگام برگرداندن قالب و جفت کردن آن روی قالب زیری، خطر ماسه‌ریزی و خراب شدن گوشه‌های تیز قالب و قسمت‌های برآمده آن وجود دارد.



شکل ۳۳- مدل قرینه با سطح جدایش غیریکنواخت

این مدل صفحه‌ای در صورت برطرف کردن عیوب مدل و اطمینان از قالب‌گیری سالم توسط آن، برای قالب‌گیری به روش عمودی (دیزاماتیک<sup>۱</sup>) کاربرد مناسبی دارد. به‌عنوان مثال برای قالب‌گیری سیلندرهای پرده‌دار که نصب تغذیه در حالت عمودی روی مقطع سیلندر ضرورت داشته باشد ساخت آن برای روش جعبه گرم (هات باکس<sup>۲</sup>) مناسب و مقرون به‌صرفه است، قالب‌گیری به روش جعبه گرم با مدل صفحه‌ای قرینه از سرعت بیشتری برخوردار است.

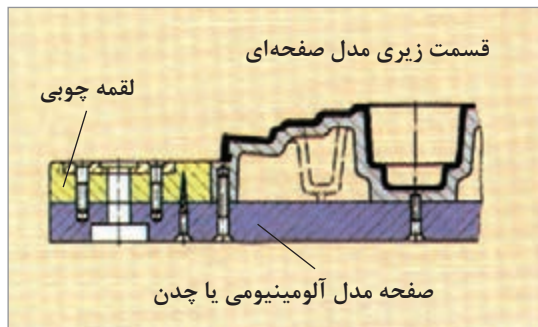
جزئیات روش دیزاماتیک را به صورت گروهی جست و جو کنید و در کلاس با هنرآموز محترم به اشتراک بگذارید.

تحقیق کنید





## ساخت مدل ترکیبی

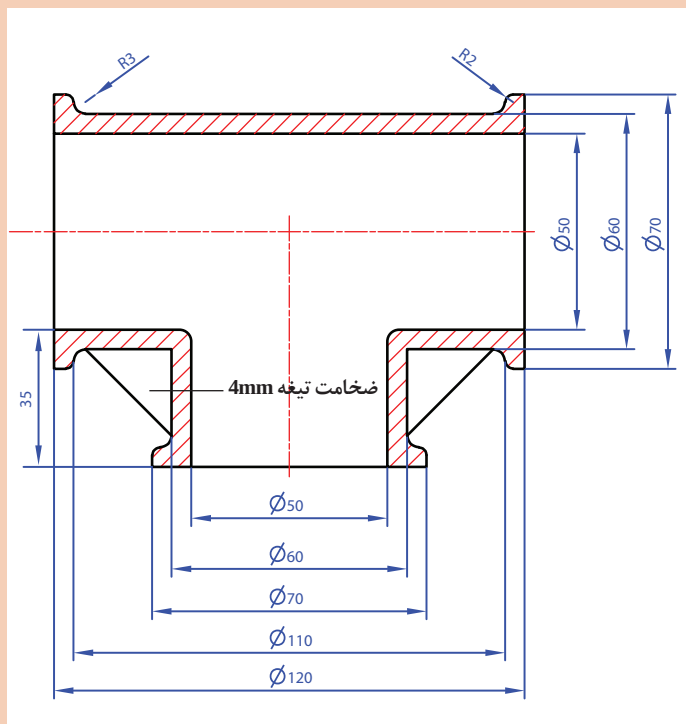


شکل ۳۴

شکل ظاهری بعضی از قطعات ریخته‌گری از پیچیدگی خاصی برخوردار است و جهت سبک‌تر ساخته شدن مدل فلزی مربوط به آنها از روش ترکیبی استفاده می‌شود. در این روش یک پوسته فلزی سبک بر مبنای شکل قطعه، تولید و آماده می‌گردد، سپس اندازه نهایی مدل ترکیبی توسط پوسته پلیمری (آرالدیت ژلکت) به دست می‌آید. در شکل ۳۴ مدل فلزی پوسته‌ای با ترکیب ژلکت آرالدیتی نشان داده شده است. قابل ذکر است که علاوه بر آرالدیت، هر نوع مواد پلیمری دیگری که پوشش سختی بر روی پوسته فلزی ایجاد کند، می‌تواند مورد استفاده مدل‌ساز قرار گیرد.

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی و ساخت یک نیمه‌مدل چوبی و جعبه ماهیچه آن

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه‌کشی و ماشین حساب
- ۲ ابزار مدل‌سازی چوبی
- ۳ ابزار و وسایل اندازه‌گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۴ ابزارهای پرداخت‌کاری و در صورت نیاز رنگ‌کاری

فعالیت کارگاهی  
۹



### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ نقشه مکانیکی را به نقشه مدل سازی در مقیاس ۱:۱ تبدیل کنید.
- ۲ مدل چوبی را مطابق با ابعاد نقشه مدل سازی بسازید. چون قطعه قرینه است، ساخت یک نیمه از مدل و جعبه ماهیچه چوبی کافی است.
- ۳ مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده را پرداخت کاری، رنگ کاری و کنترل ابعادی کنید.
- ۴ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

ساخت صفحه مدل چوبی با پایه راهنما و تبدیل آن به صفحه فلزی طراحی و ساخت سیستم راهگاهی از جنس چوب سخت

### وسایل مورد نیاز:

- ۱ صفحه چوبی با ابعاد  $30 \times 300 \times 400$  میلی متر (این ابعاد پیشنهادی است و متناسب با درجه موجود در کارگاه قابل تغییر است).
- ۲ چوب سخت به مقدار مورد نیاز
- ۳ ابزار مدل سازی چوبی و فلزی (براده برداری، سوراخ کاری و قلاویز کاری)
- ۴ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۵ ابزارهای بتونه کاری، پرداخت کاری و در صورت نیاز رنگ کاری
- ۶ کوره ذوب آلومینیوم
- ۷ شمش آلومینیوم
- ۸ ابزار قالب گیری و ریخته گری
- ۹ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب آلومینیوم

### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ مدل چوبی صفحه باید در ابعادی ساخته شود که هنگام قالب گیری، پیرامون مدل تا دیواره درجه حداقل ۴۰ الی ۵۰ میلی متر فاصله داشته باشد.
- ۲ تعداد مدلی که باید روی صفحه نصب شود و طراحی سیستم راهگاهی مربوط به آن را متناسب با درجه و صفحه تعیین کنید.

فعالیت کارگاهی  
۱۰



### نکته مهم:

فاصله کانال اصلی (راهبار) و کانال‌های فرعی (راهبار) تا مدل باید حداقل ۲۰ میلی‌متر و همچنین فاصله پشت بند ماسه تا دیواره درجه و فاصله مدل‌ها از یکدیگر در حد استاندارد باشد.

۳ پس از مشخص شدن تعداد مدل روی صفحه، مدل چوبی صفحه را با ابعاد درجه‌های موجود بسازید. ضخامت صفحه را با توجه به تعداد مدلی که روی صفحه نصب می‌شود از ۳۰ الی ۳۵ میلی‌متر در نظر بگیرید.

۴ مدل چوبی صفحه را پرداخت کاری و رنگ کاری نمایید.

۵ مدل آماده شده را قالب‌گیری و کنترل نموده و سپس ریخته‌گری نمایید.

۶ پس از کنترل صحت صفحه ریخته‌گری شده، ابتدا فرایند تراشکاری در دو سمت صفحه تا ضخامت مورد نظر صورت گیرد و سپس جای راهنمای پین درجه‌ها سوراخ کاری شود.

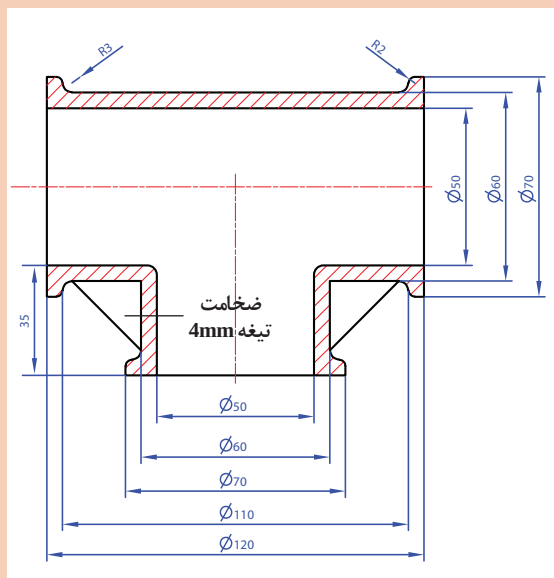
۷ سیستم راهگاهی متناسب با تعداد مدل‌های نصب شده را روی صفحه با کمک هنرآموز محترم خود طراحی کنید.

۸ سیستم راهگاهی طراحی شده را از جنس چوب سخت بسازید.

۹ نصب، پرداخت کاری و رنگ کاری سیستم راهگاهی را روی صفحه انجام دهید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



ساخت مدل و جعبه ماهیچه دو تکه فلزی به روش قالب‌گیری و ریخته‌گری با استفاده از مدل چوبی و نصب آن در دو طرف صفحه مدل به روش خط‌کشی (چهارتایی با سیستم راهگاهی)

### نقشه کار:

### وسایل مورد نیاز:

۱ ابزار مدل‌سازی فلزی (براده‌برداری، سوراخ کاری و قلاویز کاری)

۲ ابزار و وسایل اندازه‌گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)

۳ ابزارهای بتونه کاری، پرداخت کاری و در صورت

نیاز رنگ کاری

۴ کوره ذوب آلومینیوم

۵ شمش آلومینیوم

۶ ابزار قالب‌گیری و ریخته‌گری

۷ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب آلومینیوم



### نکات ایمنی و حفاظتی:

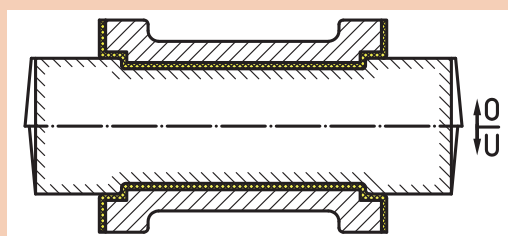
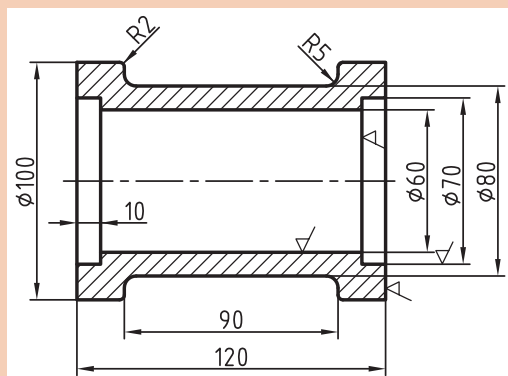
استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

### مراحل انجام کار:

- ۱ نیمه مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده در فعالیت کارگاهی ۶ را دو بار قالب‌گیری کرده و سپس قالب ماسه‌ای را کنترل و بر روی هم جفت کنید.
- ۲ مذاب آلومینیوم تهیه شده از قبل را در قالب‌های آماده شده ریخته‌گری کنید.
- ۳ قطعات ریخته‌گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۴ نیمه‌های مدل و جعبه ماهیچه فلزی را روی هم جفت و پین کاری کنید.
- ۵ محورهای صفحه مدل را در دو طرف، خط‌کشی کنید و سپس محل قرار گرفتن نیمه مدل‌ها را با استفاده از محورهای تقارن دقیقاً خط‌کشی کنید.
- ۶ پس از مشخص شدن محل سوراخ پیچ‌ها در مدل‌های رویی، آنها را با زیر سری روی بستر دریل ستونی قرار داده و با مته تلرانسی راه به در سوراخ کنید.
- ۷ مدل‌های سوراخ کاری شده را روی صفحه رویی توسط چسب فوری در محل خط‌کشی شده در جای خود بچسبانید.
- ۸ پس از خشک شدن چسب صفحه مدل، نیمه مدل‌های زیری را با مته تلرانسی به عمق ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر سوراخ کنید.
- ۹ پس از سوراخ کاری با چکش پلاستیکی یا چوبی نیمه مدل‌ها را از صفحه جدا کنید.
- ۱۰ با استفاده از قلاویز مناسب جای پیچ‌ها را قلاویز کاری کنید.
- ۱۱ پس از تمیز کردن دو طرف صفحه و تمیز کردن داخل سوراخ‌های قلاویز شده و روغن کاری آن، نیمه مدل‌ها را به صفحه پیچ کنید.
- ۱۲ بعد از نصب نیمه‌های مدل روی صفحه و کنترل محکم بودن و دقت آن، محل عبور مته را در نیمه‌های رویی مدل با بتونه سنگی پر نموده و تمامی مدل‌های نصب شده در رو و زیر صفحه مدل را پرداخت کاری کنید.
- ۱۳ پس از نصب سیستم راهگاهی روی صفحه بالایی و نصب حوضچه روی صفحه پایینی و بتونه کاری، پرداخت کاری و رنگ کاری آنها و اطمینان از صحت نصب، از آن قالب‌گیری و ریخته‌گری به عمل آورده شود.
- ۱۴ خوشه ریخته‌گری شده را بعد از تمیز کاری، بررسی کنید تا از پس و پیش بودن آن اطمینان حاصل شود (در صورتی که هر کدام از قطعات ریخته‌گری شده پس و پیش باشد، باید مدل مربوط به آن را روی صفحه اصلاح کرد).
- ۱۵ قطعه ریخته‌گری شده را بدون جدا کردن سیستم راهگاهی تمیز کرده و به هنرآموز محترم خود تحویل دهید.

### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله‌ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



ساخت یک مدل چوبی و جعبه ماهیچه آن با استفاده از نقشه مکانیکی و مدل سازی داده شده

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی و ماشین حساب
- ۲ ابزار مدل سازی چوبی
- ۳ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۴ ابزارهای براده برداری و پرداخت کاری

نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

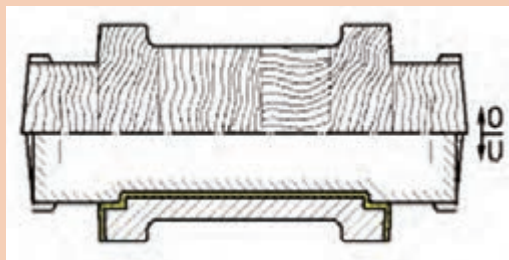
- ۱ تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی در مقیاس ۱:۱.
- ۲ مدل چوبی و جعبه ماهیچه را مطابق با ابعاد نقشه مدل سازی بسازید.
- ۳ مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده را پرداخت کاری، رنگ کاری و کنترل ابعادی کنید.
- ۴ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



ساخت مدل و جعبه ماهیچه دو تکه فلزی به روش قالب گیری و ریخته گری با استفاده از مدل چوبی و نصب آن در دو صفحه مدل جداگانه به روش سوراخ کاری  
نقشه کار:



#### وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار مدل سازی فلزی (براده برداری، سوراخ کاری و قلاویز کاری)
- ۲ ابزار و وسایل اندازه گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۳ ابزارهای بتونه کاری، پرداخت کاری و در صورت نیاز رنگ کاری
- ۴ کوره ذوب آلومینیوم
- ۵ شمش آلومینیوم
- ۶ ابزار قالب گیری و ریخته گری
- ۷ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب آلومینیوم

#### نکات ایمنی و حفاظتی:

استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

#### مراحل انجام کار:

- ۱ مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده در فعالیت کارگاهی ۱۲ را قالب گیری کرده و سپس قالب ماسه ای را کنترل کرده و بر روی هم جفت کنید.
- ۲ جهت سبک شدن وزن مدل و همچنین مصرف مواد اولیه کمتر، از ماهیچه ساخته شده توسط جعبه ماهیچه مربوط به خود مدل، استفاده شود.
- ۳ مذاب آلومینیوم تهیه شده از قبل را در قالب های آماده شده ریخته گری کنید.
- ۴ قطعات ریخته گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۵ نیمه های مدل و جعبه ماهیچه فلزی را روی هم جفت و پین کاری کنید.
- ۶ محورهای صفحه مدل را در دو طرف خط کشی کنید و سپس محل قرار گرفتن نیمه مدل ها را با استفاده از محورهای تقارن دقیقاً خط کشی کنید.
- ۷ دو نیمه مدل ها را پس از پرداخت کاری در محل سطح جدایش روی هم جفت کنید.
- ۸ پس از بستن مدل به دریل ستونی به صورت کاملاً عمود سوراخ هایی به قطر میله راهنما با در نظر گرفتن تolerانس تا عمق ۱۵ تا ۲۰ میلی متری مدل زیری ایجاد نمایید.
- ۹ مدل های رویی را در سر جای خود با چسب فوری بچسبانید و پس از خشک شدن با همان مته قبل، سوراخ ها را از صفحه عبور دهید.

۱۰ صفحه سوراخ کاری شده را بر روی صفحه سوراخ کاری نشده قرار دهید و با همان مته، صفحه زیری را سوراخ کنید.

۱۱ میله های راهنما را از صفحه عبور داده و به تعداد مورد نیاز، صفحه و مدل را سوراخ کاری تلرانسی کنید (این عمل برای هر دو صفحه است).

۱۲ پس از جدا کردن مدل ها از صفحه و میل راهنما، داخل سوراخ های ایجاد شده در مدل ها را قلاویز کاری کنید.

۱۳ مدل ها را سر جای خود روی صفحه و میله راهنما قرار داده و سپس آنها را به صفحه پیچ کنید (این عمل در هر دو صفحه به طور جداگانه انجام می شود).

۱۴ پس از نصب سیستم راهگاهی روی صفحه بالایی و نصب حوضچه روی صفحه پایینی و بتونه کاری، پرداخت کاری و رنگ کاری آنها و اطمینان از درست بودن نصب، از آن قالب گیری و ریخته گری به عمل آورده شود.

۱۵ خوشه ریخته گری شده را بعد از تمیزکاری، بررسی کنید تا از پس و پیش بودن آن اطمینان حاصل شود (در صورتی که هر کدام از قطعات ریخته گری شده پس و پیش باشد، باید مدل مربوط به آن را روی صفحه اصلاح کرد).

۱۶ خوشه قطعه ریختگی تولید شده را به هنرآموز محترم خود تحویل دهید.

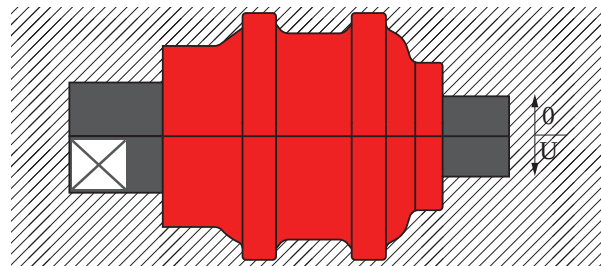
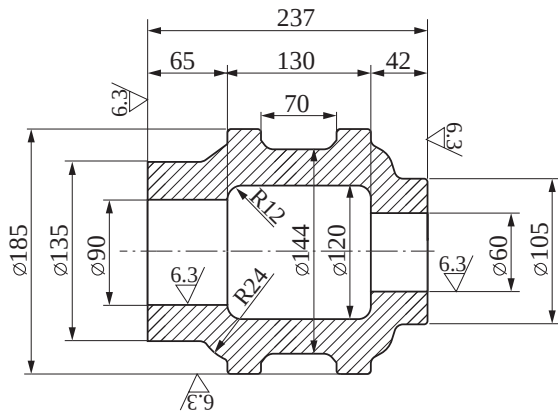
نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله ها الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## ارزشیابی پایانی ساخت مدل صفحه ای فلزی

### شرح کار:

ساخت مدل صفحه ای دوتایی بر روی دو صفحه جداگانه با سیستم راهگاهی مناسب و ریخته گری خوشه ای قطعه آلومینیومی، (مدل های فلزی ساخته شده در ارزشیابی پایانی واحد یادگیری ۱ باید جهت نصب روی صفحات در نظر گرفته شوند)



**استاندارد عملکرد:** ساخت مدل چوبی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با تolerانس عمومی ISO2768 -C  
**شاخص:**

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۲ تخت بودن
- ۲ اندازه ها بر اساس استاندارد ISO2768 -C

### شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۲ تهویه استاندارد و دمای ۲۰ درجه سلسیوس
- ۲ اندازه ها براساس استاندارد

**ابزار و تجهیزات:** چوب، آلومینیوم، کوره ریخته گری، بوته ذوب، درجه، ماسه قالب گیری، دریل ستونی، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط کش فلزی ۳۰ سانتی متری، کولیس، اره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، سنبه فلز، مداد، آلومینیوم سای، چوب سای تخت، چوب سای نیم دایره، رنده دستی، کمان اره مویی، چسب چوب، سنباده چوب، R سنچ، اسپری رنگ، بتونه و سایر وسایل و تجهیزات قالب گیری و ریخته گری

### معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                                                                      | مرحله کار                                           | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                                                                         | تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی                 | ۱                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                                                                         | ساخت مدل و جعبه ماهیچه چوبی                         | ۱                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                                                                         | ساخت مدل و جعبه ماهیچه فلزی                         | ۲                       |            |
| ۴                                                                                                                                                                                                                                                         | مونتاژ مدل روی صفحات جداگانه به همراه سیستم راهگاهی | ۱                       |            |
| ۵                                                                                                                                                                                                                                                         | ریخته گری و تولید قطعه خوشه ای آلومینیومی           | ۱                       |            |
| <p><b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</b>*</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار      ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه</p> <p>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی      ۴- رعایت دقت و نظم</p> <p><b>میانگین نمرات: **</b></p> |                                                     |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

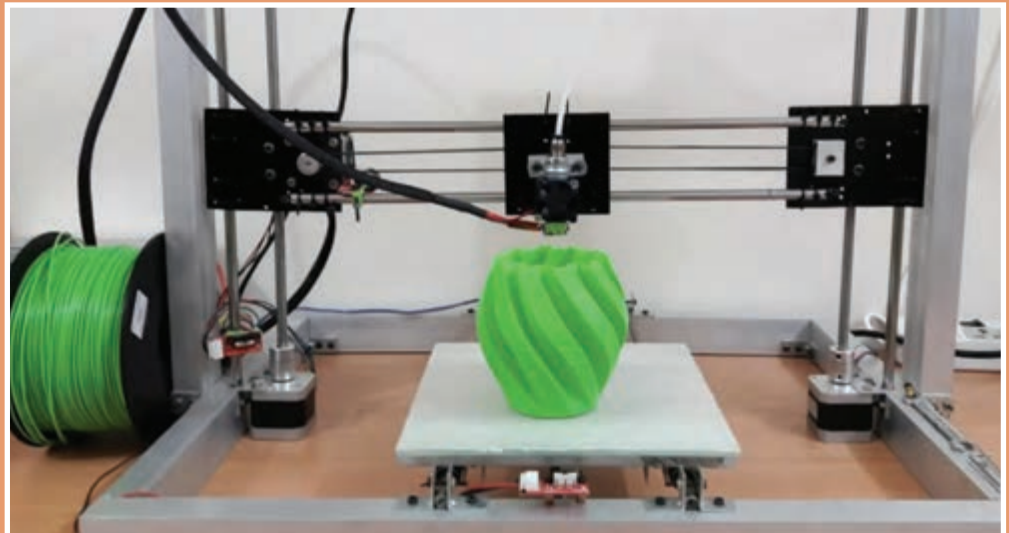






## پودمان ۵

### مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



## واحد یادگیری ۱

### طراحی نرم‌افزاری نقشه مدل سازی

پیشرفت فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر موجب شده است که بشر به‌منظور رفع نیازهای صنعتی، ماشین‌های جدیدی را به خدمت گیرد. استفاده از سیستم‌های هوشمند و حذف دخالت دست در تولید صنعتی سال‌های اخیر با عنوان انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود. ایده انقلاب صنعتی چهارم در سال ۲۰۱۱ در نمایشگاه صنعتی هانوفر آلمان معرفی شد. این ایده همان‌طور که ارتباطات و بازار مصرف را دگرگون کرد، تولید را نیز تحت تأثیر خود قرار داد. ایده اصلی انقلاب صنعتی چهارم آن بود که تولید صنعتی باید همگام با فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته رشد کند.

### استاندارد عملکرد

تهیه و تولید نقشه مدل سازی با استفاده از نرم‌افزار سالی‌دورک.

## مدل سازی با نرم افزار سالیدورک<sup>۱</sup>

امروزه استفاده از فناوری های جدید در صنعت ریخته گری بسیار گسترش یافته است، به طوری که می توان گفت در تمامی روش های صنعت ریخته گری، دسترسی به نتیجه مطلوب بدون استفاده از فناوری تقریباً غیرممکن است، زیرا بدون استفاده از فناوری های نوین امکان کاهش زمان و هزینه های تولید وجود ندارد. ساخت مدل های ریخته گری امروزه دچار تغییرات زیادی شده است. همان گونه که در پودمان سوم فراگرفته اید استفاده از مدل های یونولیتی به جای مدل های چوبی در حال گسترش است. چرا که هزینه های ساخت این مدل ها بسیار پایین بوده و باعث می شود که هزینه های تولید کاهش یابد. یکی دیگر از روش های مدل سازی که امروزه استفاده از آن با اقبال فراوانی روبه رو شده است ساخت مدل از جنس مواد پلیمری است. ساخت این مدل ها با استفاده از فناوری های نوین مانند ساخت افزایشی<sup>۲</sup> امکان پذیر است. در این روش ابتدا با استفاده از نرم افزارهای طراحی و نقشه کشی، مدل سه بعدی آن طراحی شده و سپس با استفاده از چاپگرهای سه بعدی به صورت مدل واقعی ساخته می شود. سرعت ساخت در این روش باعث شده که قیمت تمام شده مدل ها کاهش یافته و از طرفی دقت آنها در حد قابل قبولی باشد به طوری که می توانند به جای بسیاری از مدل ها به کار گرفته شوند. یکی از نرم افزارهایی که در ساخت این مدل ها استفاده می شود نرم افزار سالیدورک است. با استفاده از این نرم افزار می توان یک مدل پیچیده را طراحی کرد و سپس توسط دستگاهی به نام چاپگر سه بعدی آن را تولید کرد.

### مدل سازی با نرم افزار سالیدورک

نرم افزار سالیدورک یکی از نرم افزارهای مطرح در زمینه مدل سازی رایانه ای است که تقریباً تمامی نیازهای یک طراح را پاسخ می دهد و استفاده از آن در مقایسه با سایر نرم افزارهای مدل سازی آسان تر است.

### محیط های نرم افزار سالیدورک



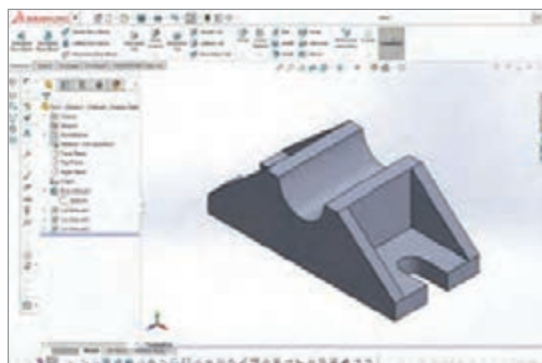
شکل ۱- پنجره انتخاب محیط

این نرم افزار دارای محیط های مختلف به شرح زیر است (شکل ۱).

- ۱ محیط مدل سازی قطعه (part)
- ۲ محیط نقشه کشی (drawing)
- ۳ محیط مونتاژ (assembly)

۱- Solidworks

۲- Additive manufacturing



شکل ۲

محیط مدل سازی قطعه: در این محیط می توان با استفاده از فرمان های مختلف هریک از مدل ها را به صورت سه بعدی ایجاد کرد (شکل ۲).

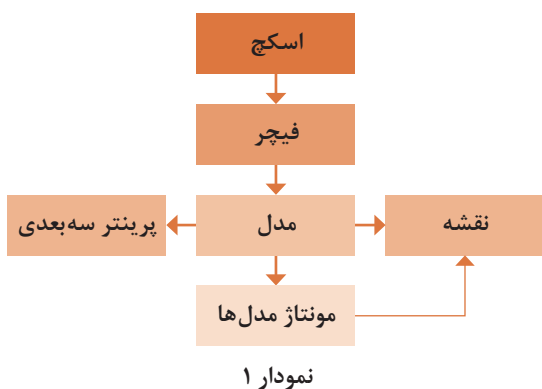


شکل ۳

محیط نقشه کشی: در این محیط می توان از مدل های ایجاد شده، نقشه های اجرایی تهیه کرد. یعنی می توان با توجه به نیاز از مدل مورد نظر تصاویر سه نما تهیه کرد (شکل ۳).

محیط مونتاژ: در این محیط می توان مدل های چندتکه را روی هم سوار کرده و تبدیل به یک مدل مرکب کرد. با توجه به اینکه بیشتر مدل های مورد استفاده در این قسمت مدل های یک تکه هستند به این محیط پرداخته نخواهد شد.

### فرایند مدل سازی در نرم افزار سالیدورک



حجم های مرکب: اساس کار در این نرم افزار، تبدیل سطح به حجم است. در این فرایند ابتدا یک طرح اولیه که یک سطح مشخص است را به وسیله فرمان اسکچ<sup>۱</sup> ترسیم نموده، سپس با فیچر<sup>۲</sup> یا نمایه ها به مدل تبدیل می شود. در نمایه ها دستورهایمانند برجسته سازی، دوران و حرکت دادن سطح در یک مسیر مشخص وجود دارد که تبدیل یک سطح به حجم را امکان پذیر می کند. نمودار مقابل فرایند ساخت مدل در نرم افزار سالیدورک را نمایش می دهد.

۱- sketch

۲- features

روند کلی مدل سازی قطعات در سالیدورک به شرح زیر می باشد:

- ۱ انتخاب صفحه طراحی
- ۲ ترسیم اسکچ
- ۳ قیدگذاری و اندازه گذاری اسکچ
- ۴ ایجاد نمایه اصلی
- ۵ ایجاد نمایه های تکمیلی (تکرار مراحل ۱ تا ۴)

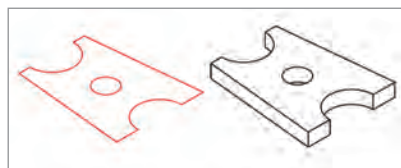
با جست و جو در منابع اطلاعاتی و به خصوص اینترنت پنج نرم افزار مدل سازی را نام ببرید و تفاوت آنها را با نرم افزار اتوکد که قبلاً یاد گرفته اید شرح دهید.

تحقیق کنید



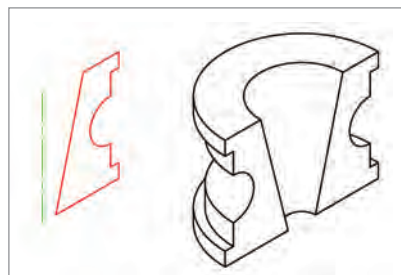
### روش های اصلی مدل سازی در نرم افزار سالیدورک

مدل سازی صلب نوعی شبیه سازی قطعه واقعی در رایانه است. بعد از این که قطعه در رایانه مدل شد می توان مانند یک قطعه واقعی با آن برخورد کرد. برای مدل کردن یک قطعه روش های محدودی وجود دارد. در تمام این روش ها یک شکل دوبعدی ترسیم می شود و به طرق مختلف به آن حجم داده می شود. روش های مدل سازی پایه که حجم اصلی قطعه را تشکیل می دهد عبارت اند از:



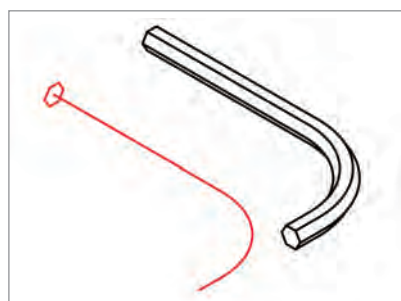
شکل ۴

**برجسته سازی یا اکستروود (Extrude):** در این روش اسکچ با اندازه ای مشخص به یک سمت یا به صورت دوطرفه برجسته می شود. اکستروود در فیچرهای تکمیلی می تواند برجسته یا فرورفته باشد. به عبارت دیگر می تواند موجب افزایش حجم و یا کاهش حجم مدل شود (شکل ۴).



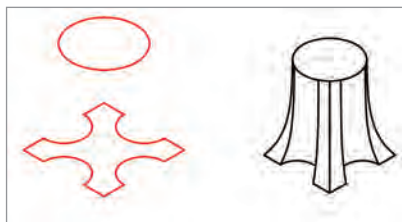
شکل ۵

**دوران یا ریوالو (Revolve):** در این روش اسکچ حول یک محور با زاویه ای مشخص دوران می یابد و حجم اصلی قطعه را تشکیل می دهد. ریوالو هم مانند اکستروود در فیچرهای تکمیلی می تواند پر یا خالی باشد. یک فیچر پر به حجم قطعه افزوده می شود و با آن جمع می شود اما یک فیچر خالی از حجم قطعه می کاهد (شکل ۵).



شکل ۶

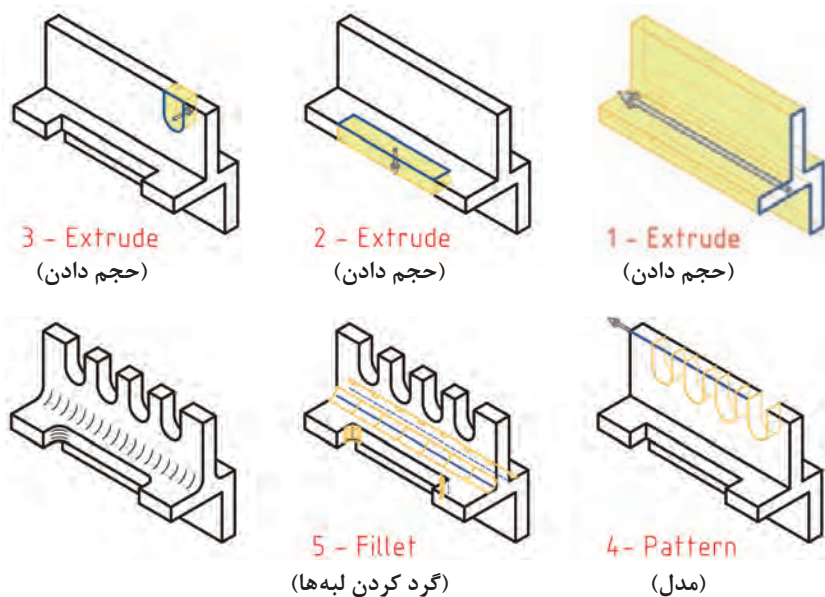
**حرکت در یک مسیر یا سوئپ (Sweep):** اسکچ در مسیری مشخص حرکت می کند و مدل قطعه را ایجاد می نماید. مسیر می تواند یک خط ساده و یا یک شکل سه بعدی پیچیده باشد (شکل ۶).



شکل ۷

حجم بین مقاطع یا لاف (Loft): می‌توان اسکچ‌های متعددی را که مقاطع مختلف یک قطعه هستند، در صفحات فضایی مربوطه ترسیم کرد و با پرکردن فضای بین آنها، مدل قطعه را ایجاد کرد (شکل ۷).

بعد از اینکه حجم اصلی قطعه یا فیچر اصلی ایجاد شد باید باتوجه به هندسه قطعه، فیچرهای تکمیلی را اجرا نمود. فیچرهای تکمیلی همان چهار روش اصلی مدل‌سازی یا ترکیبی از آنها است که تحت نام ابزارهای مشخص در نرم‌افزارهای مختلف ارائه می‌شوند. برای مثال می‌توان به Fillet برای گردکردن گوشه‌ها و یا Hole برای ایجاد سوراخ‌کاری‌های مختلف روی مدل قطعه اشاره کرد. در شکل ۸ به‌عنوان نمونه مراحل مدل‌سازی یک قطعه نمایش داده می‌شود.



شکل ۸

برای هریک از چهار روش اصلی مدل‌سازی دو قطعه را مثال بزنید و نحوه مدل‌سازی آن را شرح دهید.

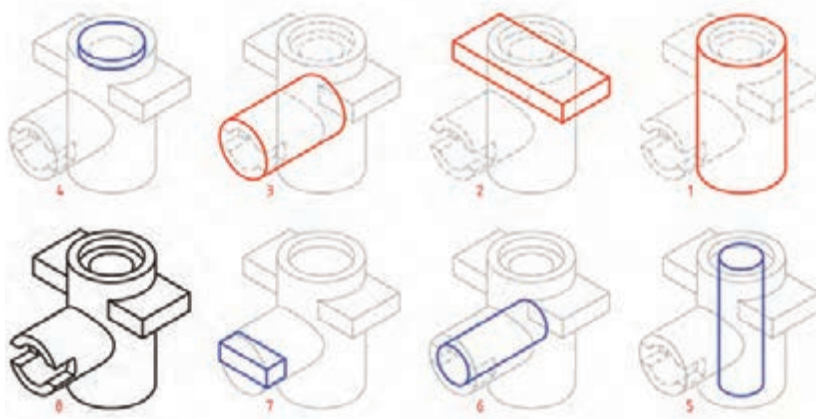
فعالیت  
کلاسی



### حجم‌های مرکب

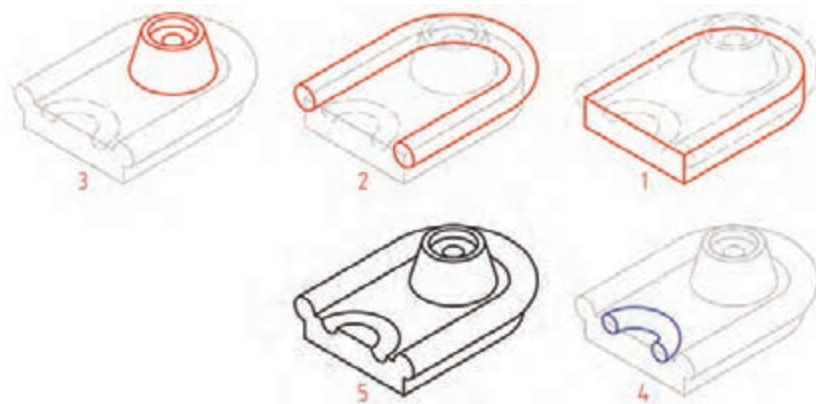
معمولاً مدل‌ها از حجم‌های ساده تشکیل شده‌اند. برای ایجاد این مدل‌ها باید حجم‌هایی که در مدل به‌کاررفته است را به‌طور کامل مورد بررسی قرار داد. یعنی قبل از مدل‌سازی باید به‌خوبی آن را تجزیه و تحلیل کرد که از چه حجم‌هایی تشکیل شده‌اند. به شکل ۹ توجه کنید.

پودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

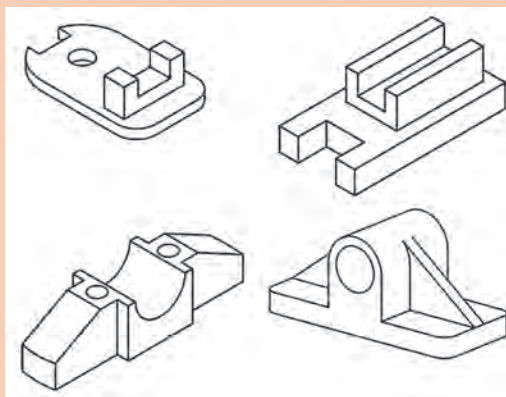


شکل ۹- مدل و حجم های تشکیل دهنده آن

حجم های ساده و تشکیل دهنده یک حجم مرکب علاوه بر حجم های ساده هندسی، می تواند حجم هایی باشد که با روش های اصلی مدل سازی ایجاد می شوند. در شکل ۱۰ حجم نهایی ترکیبی است از حجم هایی که با روش های متداول ایجاد شده اند.



شکل ۱۰



حجم های به کار رفته در مدل های مقابل را با دست آزاد رسم کنید.

فعالیت کارگاهی  
۱





## نصب نرم افزار سالدورک

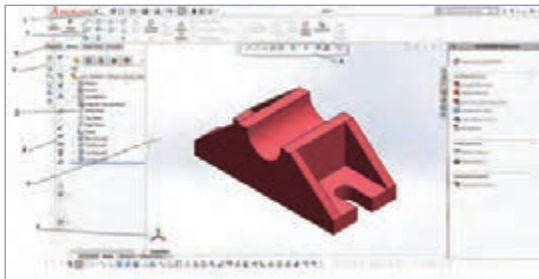
معمولاً شرکت های فروشنده نرم افزار، فیلم مراحل نصب را در پوشه اصلی نرم افزار قرار می دهند. قبل از نصب ابتدا راهنمای نصب را به دقت مشاهده کنید و سپس نصب نرم افزار را مرحله به مرحله انجام دهید.

نکته



در نسخه های جدید علاوه بر نرم افزار اصلی، نرم افزارهای جانبی هم قرار داده شده که در فرایند نصب، انتخابی هستند. در رشته متالورژی نیازی به نصب کامل این نرم افزارهای جانبی نیست و فقط نصب نرم افزار اصلی کافی است.

## فضای نرم افزار سالدورک



شکل ۱۱

با اجرای اغلب نرم افزارها با یک نمای ظاهری از نرم افزار مواجه می شویم که ابزارها و دستورهای مختلف در بخش های مختلف به صورت گرافیکی تعبیه شده است. برای تسلط بر نرم افزار باید به خوبی با این بخش ها آشنا شد. شکل ۱۱ محیط نرم افزار سالدورک نسخه ۲۰۱۸ را در محیط مدل سازی قطعه (part) نشان می دهد.

ابزارهای پر کاربرد این نرم افزار به شرح زیر معرفی می شوند:

- ۱ **نوار منو Menu Bar**: شامل ابزارهای منوهای استاندارد است که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند.
- ۲ **مدیریت فرمان Command Manager**: این بخش که مانند ریبون در اتوکد عمل می کند، دارای ابزارهایی است که نسبت به عملیات جاری حساس است و به صورت خودکار متناسب با آن عوض می شود.
- ۳ **زبان انتخاب ابزار**: با انتخاب هریک از این زبانها ابزار مورد نیاز برای ترسیم یا ایجاد مدل ظاهر می شود.
- ۴ **نوار ابزار Toolbars**: در نسخه های جدید از آنجایی که اغلب ابزارها و فرمان ها در مدیریت فرمان موجود است، نوارهای ابزار به صورت پیش فرض پنهان هستند.
- ۵ **درخت طراحی Design Tree**: هر عملیاتی مانند نمایه و اسکچ که در محیط قطعه، مونتاژ یا نقشه کشی اجرا شود به ترتیب در این بخش نمایش داده می شود. با مشاهده درخت طراحی، می توان به آسانی نحوه مدل سازی قطعه را مشاهده و درک کرد.
- ۶ **فضای ترسیمی**: این فضا همانند محیط ترسیم در نرم افزار اتوکد است که تمام شکل های ترسیمی را نشان می دهد.
- ۷ **نوار ابزار دید View Toolbar**: کلیه ابزارهای مورد نیاز برای تغییر حالت دید و مشاهده مدل در این نوار شفاف قرار دارد.

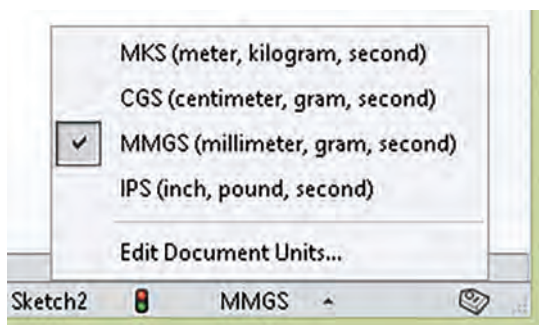
## کار با نرم افزار سالیدورک

برای شروع به کار با نرم افزار همانند سایر نرم افزارها، آن را اجرا کنید و مراحل زیر را انجام دهید.  
۱ پس از باز شدن نرم افزار از پنجره باز شده گزینه part را انتخاب و روی Ok کلیک کنید.

نکته



می توانید با دوبار کلیک کردن روی part به همین نتیجه برسید.



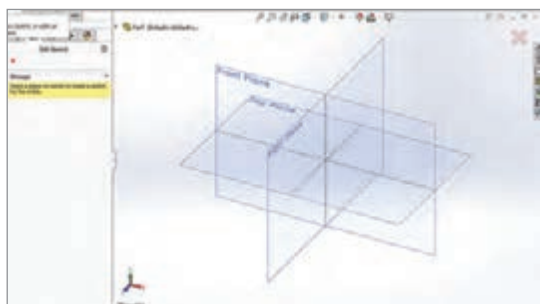
شکل ۱۲

۲ در ابتدای کار از گوشه سمت راست پایین واحد اندازه گیری را انتخاب کنید (شکل ۱۲). واحد باید MMGS (میلی متر، گرم، ثانیه) انتخاب شود. توجه کنید که ممکن است پیش فرض نرم افزار روی IPS (اینچ، پوند، ثانیه) تنظیم شده باشد.

نکته



در سالیدورک اگر در ابتدای مدل سازی واحد را MMGS انتخاب نکنید باید در تمام مراحل که نیاز به اندازه گذاری دارید از واحد میلی متر استفاده کنید. این کار زمان بر است و احتمال خطا را زیاد می کند.



شکل ۱۳

۳ با انتخاب ابزار Sketch شکی ظاهر خواهد شد که امکان انتخاب نما یا صفحه ترسیمی را به شما می دهد (شکل ۱۳). پس از انتخاب صفحه ترسیم، با استفاده از ابزار اسکچ می توان شکل مورد نظر را ترسیم کرد.

نکته

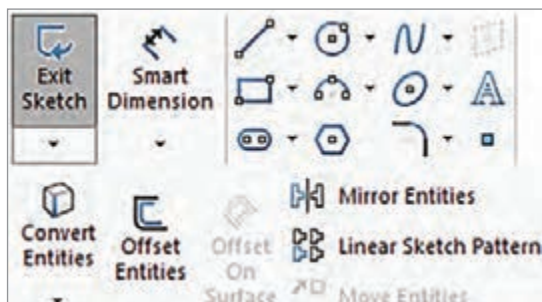


سه صفحه ترسیمی Front-Top-Right به صورت پیش فرض وجود دارد. انتخاب این صفحات در درخت طراحی نیز مقدور است.

## ترسیم اسکچ

اسکچ می تواند یک شکل ساده مانند یک دایره و یا یک شکل پیچیده و پر از خط و کمان باشد. هرچه اسکچ ها ساده تر باشند تعداد عملیات مدل سازی بیشتر می شود. به طور کلی توصیه می شود به جای اسکچ های پیچیده از اسکچ های ساده تر استفاده شود. زیرا یک اسکچ ساده را می توان به راحتی ترسیم و قید گذاری کرد.

## ابزارهای ترسیمی

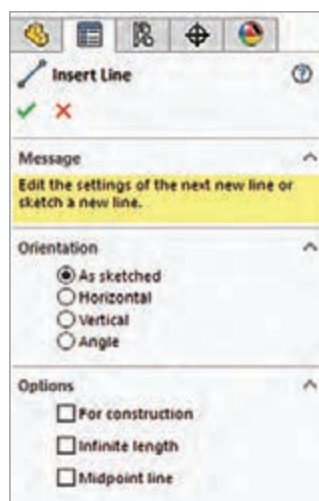


شکل ۱۴

ابزارهای ترسیم در نرم افزارهای نقشه کشی و طراحی یکسان است اما ممکن است نحوه اجرای برخی ابزارها در یک نرم افزار با نرم افزارهای دیگر کمی متفاوت باشد. در نرم افزار سالدورک ابزارهای ترسیمی مشابه دستورات ترسیمی در محیط اتوکد است. با این تفاوت که ترسیم در این نرم افزار مبتنی بر شیء است شکل ۱۴ ولی در اتوکد مبتنی بر اطلاعات ورودی است. به طور مثال در اتوکد شما برای ترسیم یک خط مختصات نقاط ابتدا و انتها را معرفی می کنید و

خط ترسیم می شود ولی در سالدورک می توانید خط را به صورت حدودی رسم کنید سپس با اندازه گذاری طول آن را تغییر دهید.

**Line:** برای ترسیم این اسکچ ابزار Line را که با کلید میانبر (L) نیز قابل اجراست فعال کنید؛ نشانگر ماوس به شکل یک مداد ( ) تبدیل می شود.



با اجرای هر ابزاری از جمله ابزار Line پنجره مدیریت ویژگی ها در سمت چپ صفحه نمایش داده می شود. درمورد ابزار Line می توان ویژگی های خط ترسیمی از جمله افقی یا عمودی بودن، زاویه، اندازه، نوع خط از نظر اصلی یا ساختاری بودن و نقطه شروع خط در وسط آن را تعیین کرد. پس از رسم خط برای خروج روی علامت تیک سبز رنگ کلیک کنید تا از دستور خط خارج شود.

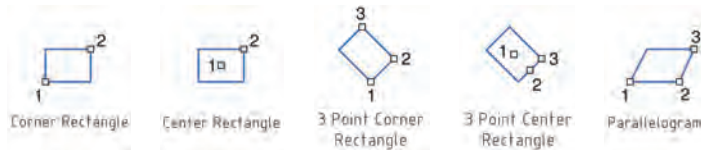
نکته



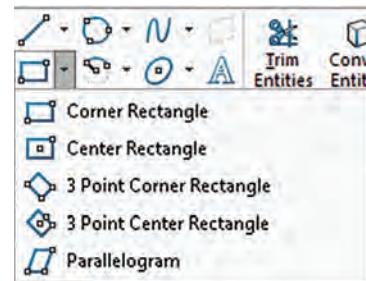
**Circle:** در سالدورک دو روش برای رسم دایره در نظر گرفته شده است: ۱- روش معمول با تعیین نقطه مرکز و شعاع ۲- دایره سه نقطه ای با تعیین سه نقطه روی دایره.

**Rectangle:** این ابزار برای ترسیم چهارضلعی به کار می رود (شکل ۱۵). این ابزار دارای حالت های مختلفی است که با انتخاب هریک می توان چهارضلعی را به روش های مختلف ترسیم کرد (شکل ۱۶).

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۱۶

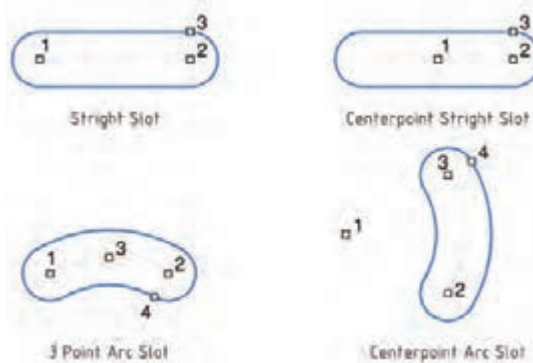


شکل ۱۵



شکل ۱۷

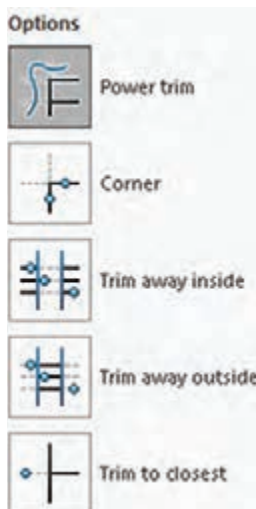
**Arc:** در سالیدورک برای ترسیم کمان سه روش تعبیه شده است که ترتیب تعیین نقاط در شکل ۱۷ نمایش داده شده است.



شکل ۱۸

**Polygon:** به صورت پیش فرض می توان با استفاده از این ابزار و با تعیین مرکز و یک گوشه، یک شش ضلعی ترسیم کرد. می توان تعداد اضلاع را در بخش Parameters در پنجره مدیریت ویژگی ها تعیین کرد.

**Slot:** در سالیدورک برای ترسیم شیارهای خطی و قوس دار ابزاری خاص وجود دارد که می توان از آن در چهار حالت نشان داده شده در شکل ۱۸ برای رسم انواع شیارها استفاده کرد. به ترتیب انتخاب نقاط در حالت های مختلف رسم شیار دقت کنید.



شکل ۱۹

**Trim:** در سالیدورک Trim حالت های مختلفی دارد که می توان با استفاده از آنها، خطوط و کمان ها یا بخشی از آنها را حذف کرد یا امتداد داد (شکل ۱۹).

**الف) Power Trim:** می‌توان به سادگی روی آن بخش‌هایی از اسکچ که لازم است حذف شوند درگ کرد. در شکل ۲۰ این عملکرد نشان داده شده است.



شکل ۲۰

در این حالت با کلیک کردن روی یک شکل رسم شده می‌توان آن را تا یک شکل دیگر امتداد داد؛ بخشی از آن را که با یک جزء دیگر برخورد دارد حذف کرد و یا با کلیک در یک فضای خالی طول آن را تغییر داد.

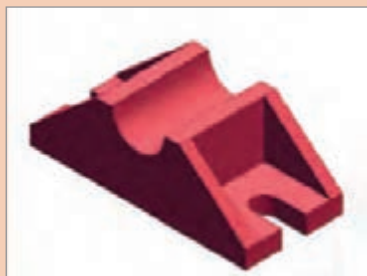
**ب) Corner:** با انتخاب دو شکل ترسیم شده می‌توان آنها را به هم رساند و یا بخش‌های اضافی آنها را حذف کرد.

**ج) Trim Away Inside:** با انتخاب دو شکل ترسیم شده می‌توان قسمت‌های بین آنها یا بخش داخلی شکل‌هایی که دو بخش مرزی را قطع کرده باشند، حذف کرد.

**د) Trim Away Outside:** با انتخاب دو شکل ترسیم شده می‌توان قسمت‌های بیرون آنها یا بخش بیرونی شکل‌ها که دو بخش مرزی را قطع کرده باشند، حذف کرد.

**هـ) Trim to Closest:** با این ابزار می‌توان هر شکل ترسیم شده یا بخشی از آن را تا نزدیک‌ترین مرز حذف کرد. این حالت مانند عملکرد Trim در اتوکد است.

**Extend:** با این ابزار می‌توان شکل ترسیم شده انتخابی را تا نزدیک‌ترین مرز امتداد داد.



اسکچ یا تاقان مطابق شکل را جهت رسم مدل سه بعدی در محیط سالدورک ترسیم کنید.

فعالیت کارگاهی  
۲



بهترین نما برای رسم اسکچ نمایی است که بتوان بیشترین جزئیات را در حالت سه بعدی برای مدل نمایش داد. در این شکل نمای سمت چپ، بهترین نماست.

نکته



بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

برای رسم اسکچ نمونه (فعالیت داده شده) مانند مراحل زیر عمل کنید:

۱ پس از انتخاب صفحه کاری Front روی ابزار خط کلیک کنید و از مبدأ مختصات، خطی به طول ۱۸۳ میلی متر رسم کنید (شکل ۲۱).



شکل ۲۱

بعد از انتخاب نقطه به صورت حدودی با کلیک کردن روی خط می توان در کادر اندازه در پنجره ویژگی ها (Parameters)، عدد ۱۸۳ را وارد کنید.

نکته



۲ خط عمودی سمت چپ را از مبدأ مختصات به اندازه ۱۵ میلی متر رسم کنید (شکل ۲۲).



شکل ۲۲

۳ خط بعدی را به طول ۷۴/۹ میلی متر و با زاویه ۴۱/۰۳ درجه رسم کنید (شکل ۲۳).



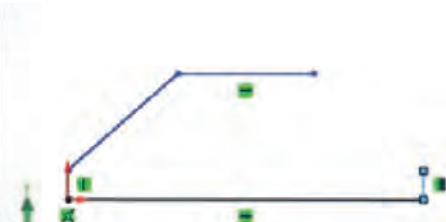
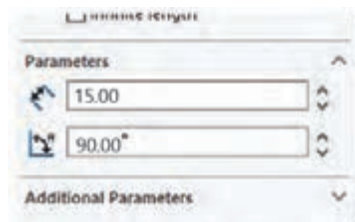
شکل ۲۳

۴ از نقطه انتهایی خط قبلی، خطی افقی به طول ۷۰ میلی متر رسم کنید (شکل ۲۴).



شکل ۲۴





شکل ۲۵

۵ از انتهای خط اولی که به طول ۱۸۳ میلی متر رسم کرده بودید خطی عمودی به اندازه ۱۵ میلی متر رسم کنید (شکل ۲۵).



شکل ۲۶

۶ با خطی، انتهای خط ۱۵ میلی متر را به انتهای خط افقی متصل کنید (شکل ۲۶).

با اتصال انتهای دو خط به یکدیگر خطوط ترسیم شده به سطح تبدیل می شود.

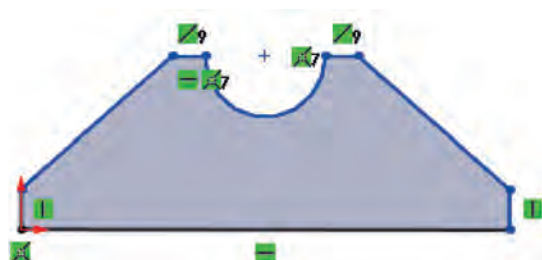
نکته



۷ با استفاده از ابزار دایره  دایره ای به شعاع ۲۲/۵ میلی متر در مرکز خط افقی بالایی ترسیم کنید (شکل ۲۷).



شکل ۲۷



شکل ۲۸

۸ با استفاده از ابزار trim  قسمت بالایی دایره و خط قطری آن را قطع کنید (شکل ۲۸).

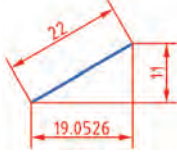
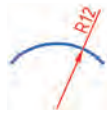
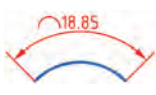
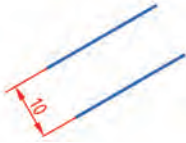
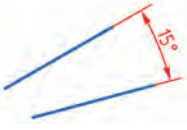
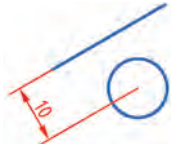
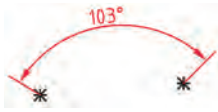
۹ فایل را به نام یاتاقان ۱ ذخیره کنید.

### اندازه گذاری اسکچ

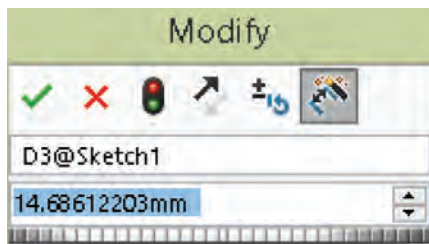
با انجام فعالیت کارگاهی پی بردید که رسم اسکچ با این شیوه دشوار است. اگر در زمان رسم از ابزار اندازه گذاری استفاده کنید رسم اسکچ بیش از حد ساده خواهد شد. می توان ابتدا اسکچ را به طور حدودی رسم کرد و سپس با ابزار اندازه گذاری آن را به اندازه اصلی تغییر داد.

**ابزار اندازه گذاری:** ابزار اصلی اندازه گذاری در محیط اسکچ، Smart Dimension است. با این ابزار می توان تمام قسمت های یک اسکچ را اندازه گذاری کرد. قسمت انتخابی نوع اندازه گذاری را تعیین می کند. مثلاً با انتخاب دو خط، چنانچه خطوط با هم موازی باشند، فاصله بین آنها و چنانچه متقاطع باشند، زاویه بین آنها اندازه گذاری می شود. در جدول ۱ نوع اندازه گذاری در ارتباط با انتخاب قسمت نشان داده شده است.

جدول ۱

| موضوع انتخاب شده | خط                                                                                                             | دایره                                                                                                             | کمان                                                                                                          | کمان و نقاط انتهایی آن                                                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نوع اندازه گیری  | افقی - عمودی - هم راستا<br> | قطری - خطی<br>                   | شعاعی<br>                    | طول کمان<br>  |
| موضوع انتخاب شده | دو خط موازی<br>            | دو خط متقاطع<br>               | خط و نقطه<br>              | دو نقطه<br> |
| نوع اندازه گیری  | فاصله عمودی<br>            | زاویه<br>                      | فاصله عمودی<br>            | فاصله<br>   |
| موضوع انتخاب شده | دایره و خط<br>             | دو دایره<br>                   | نقطه و خط محور<br>         | سه نقطه<br> |
| نوع اندازه گذاری | فاصله خط تا مرکز دایره<br> | فاصله بین مرکزهای دایره ها<br> | فاصله - فاصله دو برابر<br> | زاویه<br>   |





شکل ۲۹

بعد از انتخاب موضوع و تعیین محل درج متن اندازه، پنجره کوچکی نمایش داده می‌شود شکل ۲۹ که می‌توان عدد اندازه موردنظر را در آن وارد کرد. با کلیک کردن روی عدد اندازه‌های درج شده نیز می‌توان اندازه آنها را ویرایش کرد.

نکته



اگر بعد از درج اندازه، پنجره Modify نمایش داده نشد باید از مسیر Options > System Options > General گزینه Input Dimension Value را تیک بزنید.

اندازه‌گذاری در اتوکد، ابعاد شکل ترسیمی را نمایش می‌دهد، اما در سالی‌دورک، اندازه‌گذاری، ابعاد شکل را تعیین می‌کند. به عبارت دیگر می‌توان گفت در سالی‌دورک شکل، تابع اندازه‌گذاری است.

نکته

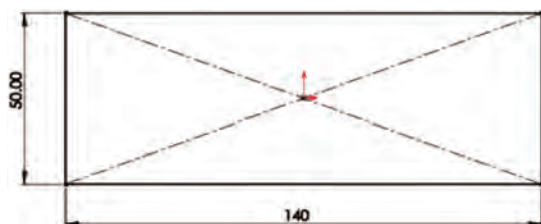


برای حذف صفرهای بعد از ممیز در اندازه‌های طولی، گزینه Remove را در مسیر Options>Document Properties>Dimension>Zeroes>Trailing Zeroes>Dimensions انتخاب کنید.

بسیاری از کاربران اتوکد تمایل دارند که هم‌زمان با رسم اسکچ، اندازه‌های آن را وارد کنند. این ویژگی که در اتوکد به آن ورود فعال اطلاعات Input (Dynamic) می‌گویند، در سالی‌دورک به صورت پیش‌فرض غیرفعال است. برای فعال کردن آن باید گزینه Enable on screen numeric را در مسیر:

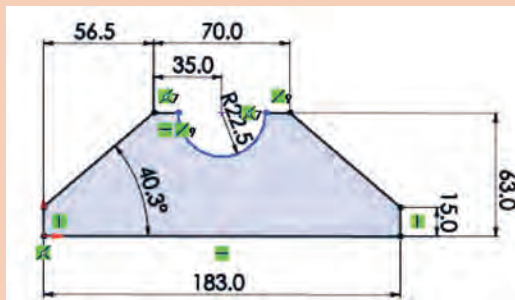
Tools > Options > System Options > Sketch

فعال کرد. انتخاب گزینه Sketch Numeric Input از منوی راست کلیک نیز همین عملکرد را دارد. با فعال کردن این عملکرد موقع رسم شکل‌های ترسیمی مانند خط، کادری عددی در کنار نشانگر ماوس ظاهر می‌شود که می‌توان طول خط را در آن وارد کرد (شکل ۳۰). برای درج اندازه هم‌زمان با رسم اسکچ نیز باید گزینه Create Dimension only when value is entered را در همان مسیر فعال کرد.



شکل ۳۰

پودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چابگرهای سه بعدی



اسکچ یاتاقان را اندازه گذاری کنید.

۱ فایل یاتاقان ۱ را باز کنید.

۲ با استفاده از ابزار اندازه گذاری اسکچ را اندازه گذاری کنید.

۳ فایل را ذخیره کنید.

فعالیت کارگاهی  
۳

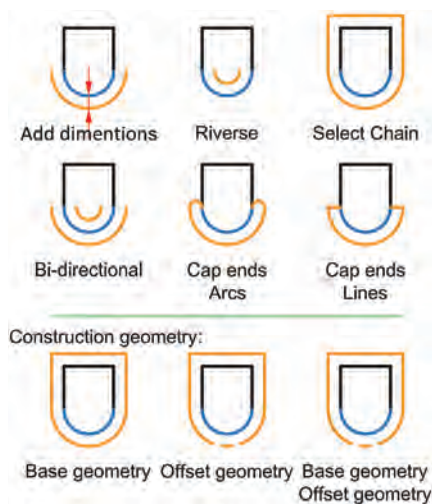


پرسش



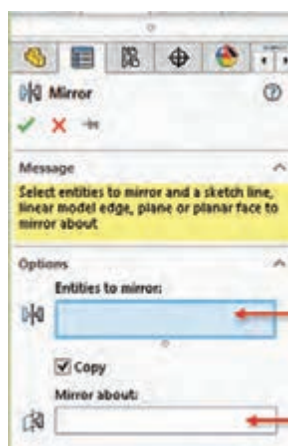
چرا پس از اندازه گذاری رنگ نیم دایره تغییری نکرد؟

برخی دیگر از ابزار ترسیم



شکل ۳۱

**Offset:** با این ابزار می توان یک جزء ترسیمی از اسکچ یا مدل ترسیم شده را به صورت موازی با فاصله ای معین کپی کرد. تأثیر انتخاب گزینه های مختلف این ابزار در شکل ۳۱ نمایش داده شده است.



شکل ۳۲

**Mirror:** با این ابزار می توان قرینه اجزای انتخابی را ایجاد کرد، ابتدا موضوعات مورد نظر را انتخاب کرده سپس با کلیک کردن در بخش Mirror about و فعال کردن آن خط تقارن انتخاب می شود. برای خط تقارن می توان از لبه های مدل یا صفحات مرجع استفاده کرد (شکل ۳۲).



با مشورت با همکلاسی‌های خود و اجرای ابزار Dynamic Mirror از منوی Tools > Sketch Tools سعی کنید عملکرد آن را درک کنید. سپس آن را برای هنرآموز خود توضیح دهید.

### الگوها یا آرایه‌ها

**الگوی خطی (Linear Pattern):** الگوی خطی می‌تواند در یک یا دو جهت دارای تعدادی عضو با فاصله‌های معین باشد. هرکدام از جهت‌ها می‌تواند زاویه مشخصی داشته باشد.

**الگوی دایره‌ای (Circular Pattern):** مرکز الگوی دایره‌ای به صورت پیش‌فرض مبدأ مختصات است اما می‌توان مختصات X و Y آن را وارد کرد و یا نقطه‌ای که با ابزار Point ایجاد شده است را انتخاب کرد.

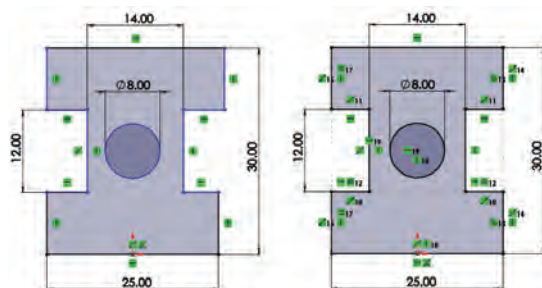


با اجرای ابزارهای Scale, Rotate, Copy, Move و Stretch روش اجرای آنها را توضیح دهید. تفاوت و شباهت این ابزارها با دستورهای مشابه در اتوکد را بنویسید.

**قیدگذاری اسکچ:** قیدها ابزارهایی هستند که یک جزء را وادار می‌کنند تا حالت، موقعیت، راستا، ارتباط یا اندازه خود را حفظ کند. قیدها از درجات آزادی اجزا می‌کاهند. به عبارت دیگر برای اینکه مدل در مراحل مدل‌سازی دچار تغییرات ناخواسته نشود باید اسکچ آن را کاملاً مقید کرد.

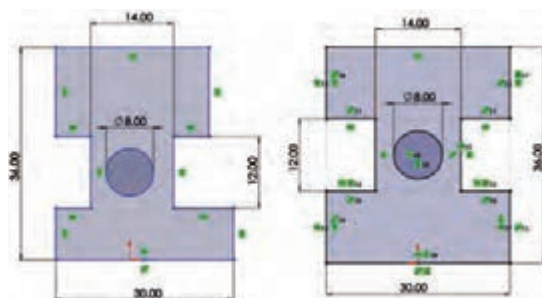
در سالدورک از اسکچ‌هایی که قیدگذاری نشده باشند نیز می‌توان در مراحل مدل‌سازی استفاده کرد اما به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

نکته



شکل ۳۳

شاید این سؤال به ذهن خطور کند که چرا باید اسکچ کاملاً قیدگذاری و تعریف شده باشد. به دو تصویر در شکل ۳۳ که ابعاد و هندسه یکسانی دارند نگاه کنید. شکل سمت راست به صورت کامل قیدگذاری شده است اما شکل سمت چپ فقط دارای قیدهای ابعادی و برخی قیدهای هندسی است که نرم‌افزار به صورت خودکار اعمال کرده است.



شکل ۳۴

حال اگر به دلایلی مجبور به تغییر برخی اندازه‌ها شویم هندسه اسکچ چه تغییری می‌کند؟ در شکل ۳۴ این اسکچ‌ها را بعد از تغییر اندازه‌های ۲۵ و ۳۰ مشاهده می‌کنید.

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

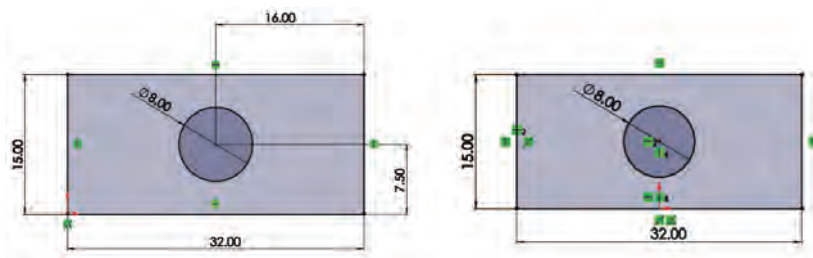
افزایش ارتفاع در شکل سمت چپ موجب شده است که دایره و شیارها پایین تر از وسط جسم قرار بگیرد. افزایش طول نیز در این شکل موجب شده است که طول اسکچ در بالا و پایین با هم متفاوت شود.

به نظر شما چه عامل یا قیدی موجب شده است که تصویر سمت راست شکل ۳۴ بعد از تغییر اندازه، هندسه خود را حفظ کند؟

پرسش



**قیدگذاری دستی:** بسیاری از قیدها زمان رسم اسکچ به صورت خودکار اعمال می شود. با تمرین بیشتر می توان اسکچ هایی را رسم کرد که نیاز کمتری به قیدگذاری دستی داشته باشند. با اعمال هر قید به یکی از اجزاء، علامت کوچکی روی آن ظاهر می شود که نشان دهنده نوع قید اعمالی است. اندازه نیز نوعی قید است. ممکن است گفته شود چرا به جای قیدگذاری هندسی، اسکچ را با اندازه گذاری به صورت کامل تعریف نکنیم؟ به شکل ۳۵ نگاه کنید. شکل سمت راست به صورت صحیح قیدگذاری شده است اما در شکل سمت چپ موقعیت سوراخ با استفاده از اندازه گذاری در وسط مستطیل تعریف شده است.



شکل ۳۵



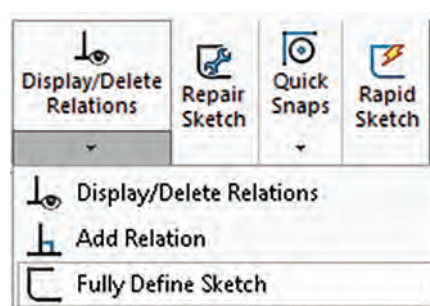
در منوی شکل ۳۶ با تغییر ابعاد مستطیل برای تصویر اسکچ سمت چپ شکل ۳۵، باید موقعیت سوراخ را مجدداً تعریف کرد (چرا؟) اما در اسکچ سمت راست نیازی به این کار نیست.

شکل ۳۶



همیشه اسکچ را از نقطه مبدأ شروع کنید. اگر شکل متقارن است، بهتر است نقطه مبدأ را در وسط شکل قرار دهید.

برای اعمال قید بر اجزاء، می‌توان ابتدا اجزای مورد نظر را انتخاب کرد و یا ابتدا ابزار Add Relation را اجرا و سپس اجزا را انتخاب کرد (شکل ۳۷). با استفاده از ابزار Add Relation و انتخاب موضوعات در مدیریت ویژگی‌ها، قیدهای موجود و قیدهای قابل اعمال بر موضوع انتخابی، نمایش داده می‌شود.



شکل ۳۷



برای انتخاب بیش از یک موضوع، باید دکمه کنترل (Ctrl) در صفحه کلید را بگیرید.

انواع قیدهای هندسی: قیدهای هندسی را می‌توان بر یک یا چند موضوع ترسیمی یا اجزای مدل، اعمال کرد (جدول ۲).

## جدول ۲

| شکل قید                                                                               | نوع قید                | نام قید            | توضیح قید                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | قید افقی               | Horizontal         | این قید را می توان بر یک یا چند خط اعمال کرد. با انتخاب دو نقطه نیز می توان قید افقی بودن بر آنها اعمال نمود. علاوه بر نقاط معمولی از نقطه مبدأ مختصات، نقاط مرکز، انتها یا میانی نیز می توان استفاده کرد. |
|    | قید عمودی              | Vertical           | این قید را می توان مانند قید افقی بر خطوط و نقاط اعمال کرد.                                                                                                                                                |
|    | قید هم راستایی         | Collinear          | با این قید می توان دو خط را هم راستا کرد.                                                                                                                                                                  |
|    | قید تعامد              | Perpendicular      | با این قید می توان دو خط را نسبت به هم عمود کرد.                                                                                                                                                           |
|    | قید توازی              | Parallel           | با این قید می توان دو خط را باهم موازی کرد.                                                                                                                                                                |
|    | قید مماس               | Tangent            | با این قید می توان یک منحنی (دایره، کمان، بیضی، کشیدار منحنی) را با یک خط یا منحنی دیگر مماس کرد.                                                                                                          |
|   | قید هم راستایی منحنی   | Conradial          | با این قید می توان دو دایره یا کمان را هم مرکز و هم شعاع نمود.                                                                                                                                             |
|  | قید هم مرکزی           | Concentric         | با این قید می توان دو دایره یا کمان را هم مرکز نمود. از نقطه، گوشه های مدل و لبه های گرد نیز می توان برای هم مرکزی استفاده کرد.                                                                            |
|  | قید تساوی              | Equal              | با این قید می توان طول دو خط را برابر کرد. اگر این قید را روی دایره یا کمان اعمال کنیم، آنها هم شعاع می شوند.                                                                                              |
|  | قید انطباق نقطه برخورد | Intersection       | با این قید می توان یک نقطه را با محل برخورد دو خط منطبق کرد.                                                                                                                                               |
|  | قید انطباق             | Coincident         | با این قید می توان یک نقطه را بر یک خط یا منحنی منطبق نمود.                                                                                                                                                |
|  | قید انطباق نقطه میانی  | Midpoint           | با این قید می توان یک نقطه را با نقطه وسط یک خط منطبق کرد.                                                                                                                                                 |
|  | قید تقارن              | Symmetric          | با این قید می توان دو موضوع را نسبت به یک خط محور، متقارن کرد.                                                                                                                                             |
|  | قید تثبیت              | Fix                | با این قید می توان موقعیت یک نقطه، خط یا کمان را تثبیت نمود. طول خط یا کمانی که ثابت شده باشد را می توان تغییر داد.                                                                                        |
|  | قید ادغام              | Merge              | با این قید می توان دو نقطه انتهایی موضوعات را باهم ادغام نمود و دو موضوع را به هم متصل کرد.                                                                                                                |
|  | قید تساوی طول کمان     | Equal Curve Length | با این قید می توان طول کمان ها را باهم یکسان کرد.                                                                                                                                                          |

در جدول ۳ قیدهای قابل اعمال بر موضوعات انتخاب شده، به صورت تصویری نشان داده شده است.

جدول ۳

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |
| Fix                                                                                 | Vertical                                                                            | Horizontal                                                                          | یک یا چند خط                                                                          |
|                                                                                     |    |    |    |
|                                                                                     | Midpoint                                                                            | Coincident                                                                          | خط و نقطه                                                                             |
|    |    |    |      |
| Equal                                                                               | Collinear                                                                           | Parallel                                                                            | Perpendicular                                                                         |
|                                                                                     |    |    |      |
|                                                                                     | Collinear                                                                           | Vertical                                                                            | Horizontal                                                                            |
|  |  |  |    |
| Equal                                                                               | Concentric                                                                          | Coradial                                                                            | Tangent                                                                               |
|                                                                                     |  |  |  |
|                                                                                     | Coincident                                                                          | Concentric                                                                          | کمان و نقطه                                                                           |
|                                                                                     |  |  |  |
|                                                                                     | Equal Curve Length                                                                  | Tangent                                                                             | کمان و خط                                                                             |
|                                                                                     |                                                                                     |  |  |
|                                                                                     |                                                                                     | Intersection                                                                        | نقطه و دو جزء متقاطع                                                                  |
|                                                                                     |  |                                                                                     |  |
|                                                                                     | Symmetric                                                                           |                                                                                     | دو جزء و خط محور                                                                      |



## حالت های مختلف اسکچ

به تصاویر شکل ۳۸ دقت کنید. چه تفاوتی با هم دارند؟



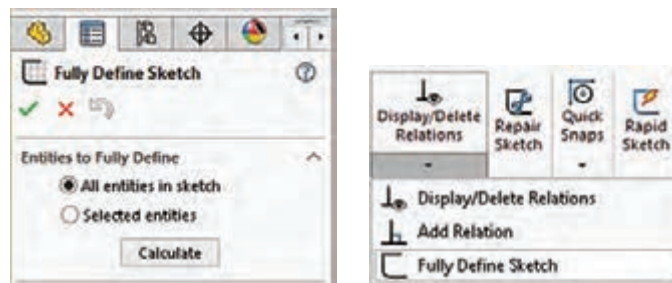
شکل ۳۸

حالت های مختلف اسکچ، در نوار وضعیت، نمایش داده می شود. این حالت ها عبارت اند از:

**Fully Defined:** اگر اسکچ کاملاً تعریف شده یا قیدگذاری شده باشد آن را Fully Defined می نامند. در چنین اسکچی با تغییر یک اندازه، اندازه های دیگر و هندسه آنها به صورت ناخواسته تغییر نمی کند. در سالیدورک رنگ اسکچ Fully Defined سیاه است.

با انتخاب ابزار Fully Define Sketch می توان بررسی و محاسبه اسکچ یا بخشی از آن را به نرم افزار سپرد و قیدها و اندازه های مورد نیاز را به صورت خودکار درج نمود.

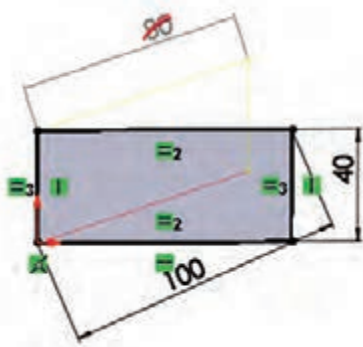
نکته



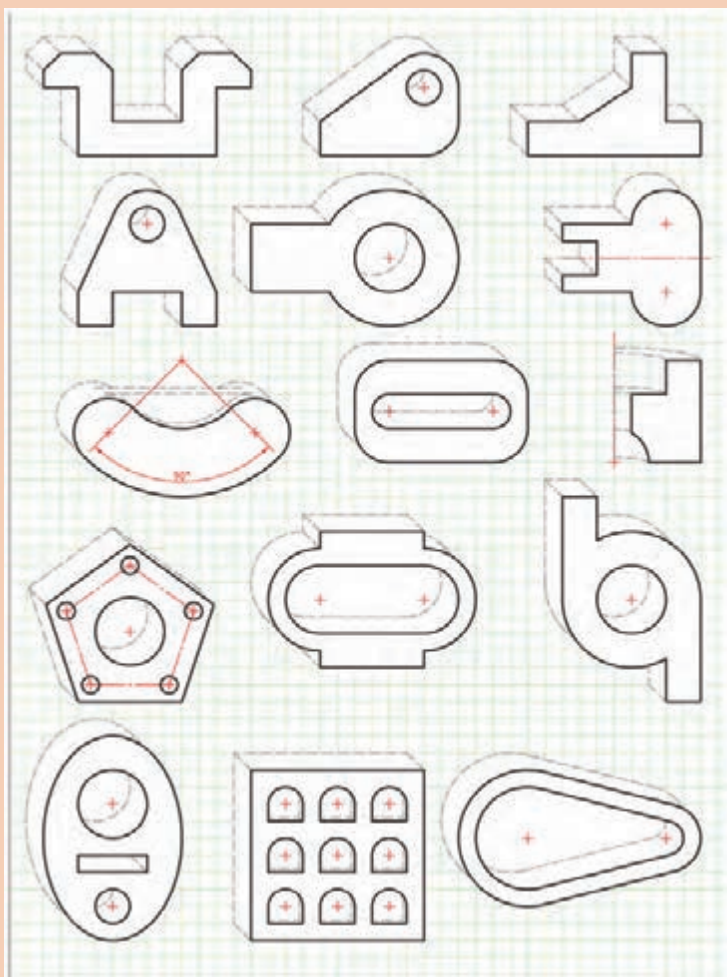
شکل ۳۹

**Under Defined:** اگر اسکچ کاملاً تعریف و قیدگذاری نشده باشد به آن Under Defined می گویند. با افزودن اندازه یا قیدهای هندسی باید این اسکچ را Fully Defined کرد. رنگ اسکچ یا بخشی از آن که Under Defined باشد آبی است. **Over Defined:** اگر اسکچ، بیش از حد مورد نیاز، قید یا اندازه داشته باشد به آن Over Defined گفته می شود. قیدهای اضافی و یا قیدهایی که ناسازگار هستند را باید حذف کرد. اسکچ Over Defined به رنگ زرد دیده می شود. قیدهای غیرقابل حل، قرمز هستند (شکل ۳۹).





برای اصلاح خودکار این اسکچ باید روی ابزار Over Defined در نوار وضعیت، دو بار کلیک کرد. در پنجره سمت چپ، روی Diagnose کلیک کنید تا اسکچ را اصلاح کرده و اصلاحات را نمایش دهد. برای پذیرش اصلاحات روی Accept کلیک کنید.



اسکچ شکل‌های مقابل که هرکدام نمای اصلی یک قطعه هستند را ترسیم کنید و بعد از اندازه‌گذاری و قیدگذاری به صورت مجزا ذخیره نمایید.

نکته



برای ترسیم اسکچ به نکات زیر توجه کنید:

- ۱ اسکچ را از نقطه مبدأ شروع کنید.
- ۲ برای خروج از اسکچ روی آیکون فلش در گوشه بالا سمت راست  کلیک کنید و یا یکی از فیچرها را اجرا کنید.
- ۳ برای تغییر صفحه اسکچ روی آن در درخت طراحی، راست کلیک کنید و Edit Sketch Plane را انتخاب کنید.
- ۴ برای تغییر اسکچ ترسیم شده، روی آن در درخت طراحی، راست کلیک کنید و Edit Sketch را انتخاب کنید.
- ۵ برای تغییر اندازه های اسکچ می توان روی اسکچ، کلیک کرده و روی متن اندازه مورد نظر کلیک کنید.
- ۶ برای استفاده از یک اسکچ در فیچرهای مختلف روی آن راست کلیک کنید و Show را انتخاب کنید تا اسکچ دیده شود. بعد از استفاده از آن می توان دوباره آن را پنهان (Hide) کرد.
- ۷ اسکچ باید حداقل یک محدوده بسته داشته باشد.
- ۸ اسکچ باز برای مدل سازی صلب مورد استفاده قرار نمی گیرد و از آن می توان در مدل صفحه ای استفاده کرد.

### مدل سازی سه بعدی در نرم افزار سالیدورک

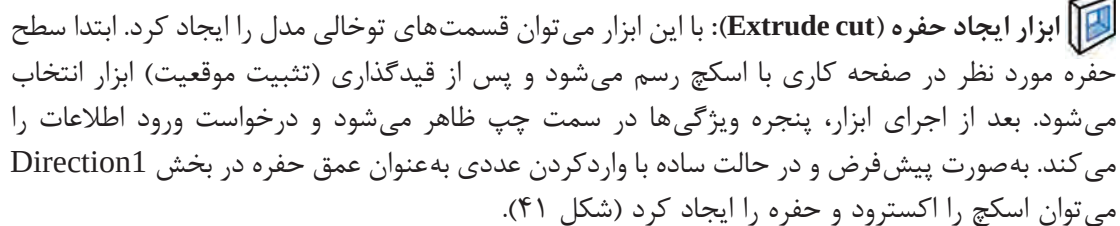
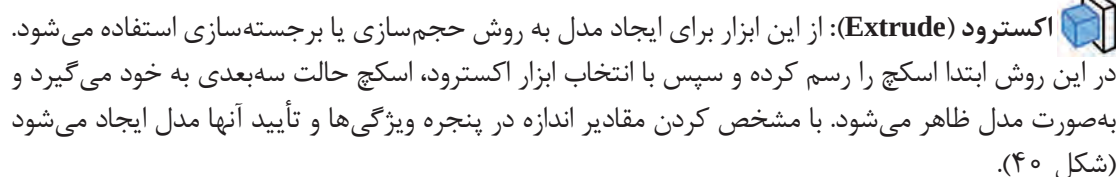
ایجاد مدل های سه بعدی در نرم افزار سالیدورک با روش های مختلف انجام می شود:

- ۱ برجسته سازی سطح
- ۲ دوران سطح حول یک محور
- ۳ حرکت سطح در یک مسیر مشخص

نکته

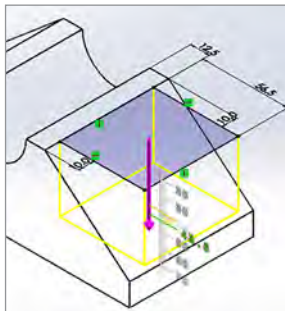


ابزارهای مدل سازی در زبانه نمایه (Features) قرار دارند.





در ابزارهای ایجاد حفره و اکستروود می توان با کشیدن (درگ کردن) میله راهنما در مدل نیز عمق یا ارتفاع اکستروود و جهت آن را تعیین کرد.

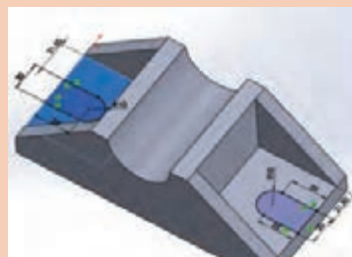
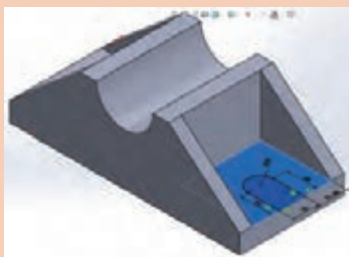
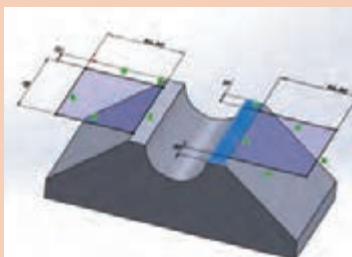
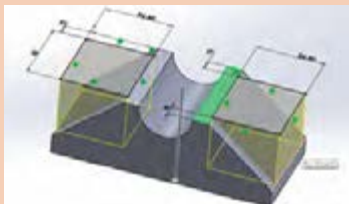


شکل ۴۲

برای اعمال شیب روی مدل پس از محاسبه مقدار شیب بر حسب درجه، می توان آن را در قسمت زاویه باریک شدن  0.00deg در پنجره ویژگی ها وارد کرد (شکل ۴۲).



- ۱ پایه یاتاقان را با استفاده از ابزار اکستروود مدل سازی کنید.
- ۱ اسکچ ترسیمی در فعالیت کلاسی قبلی که با نام یاتاقان ۱ ذخیره کرده بودید را باز کنید.
- ۲ ابزار اکستروود را اجرا نمایید و اندازه اکستروود را ۸۳ میلی متر وارد نموده و تأیید کنید.
- ۳ صفحه بالایی مدل را انتخاب نموده و اسکچ هایی مطابق شکل، ترسیم نموده و آن را همراه با اندازه گذاری قیدگذاری کنید.
- ۴ ابزار Extrude Cut را اجرا کنید و لبه ۱۰ میلی متری را انتخاب کنید و سپس تأیید کنید.
- ۵ صفحه میان دو تیغه را انتخاب نموده و اسکچی مطابق شکل ترسیم و قیدگذاری نمایید.
- ۶ با درگ کردن چرخ ماوس مدل را چرخانده و هم زمان در طرف دیگر، اسکچ را ترسیم نمایید.
- ۷ با ابزار Extrude Cut شیار را ایجاد کنید.
- ۸ فایل را ذخیره کنید.



### نحوه نمایش مدل در محیط نرم افزار

برای تغییر نما و نحوه نمایش مدل در پنجره گرافیکی، روش های مختلفی وجود دارد. هر کاربر به سلیقه خود می تواند از هر کدام از روش ها استفاده کند. در سالی دورک بسیاری از ابزارهای تغییر نما و نمایش مدل در نوار ابزار View بالای پنجره گرافیکی در دسترس هستند (شکل ۴۳).



شکل ۴۳

در جدول ۴ ابزارهای تغییر نما به طور اختصار آورده شده است.

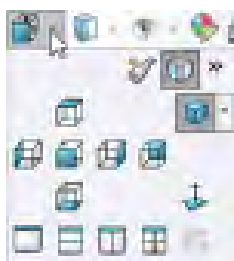
جدول ۴

| نام ابزار        | نماد (آیکون) | عملکرد                                                                                                                                                       |
|------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zoom to Fit      |              | مدل را متناسب با ابعاد صفحه نمایشگر بزرگ یا کوچک می کند.                                                                                                     |
| Zoom to Area     |              | مدل را به اندازه کادری که کاربر ترسیم می کند بزرگ می کند.                                                                                                    |
| Previous View    |              | نمای قبلی را برمی گرداند.                                                                                                                                    |
| Section View     |              | مدل به صورت برش خورده با یک یا چند صفحه اصلی نمایش داده می شود.                                                                                              |
| View Orientation |              | با اجرای این ابزار پنجره ای باز می شود که انتخاب جهت های مختلف و نماهای استاندارد را امکان پذیر می سازد.<br>نکته: با فشردن کلید space این پنجره ظاهر می شود. |
| Display Style    |              | سبک نمایش مدل با این ابزار قابل انتخاب است. می توان مدل را به صورت سیمی (وایرفریم) یا رنگی، با خطوط نمدید و یا بدون آن نمایش داد.                            |

نکته



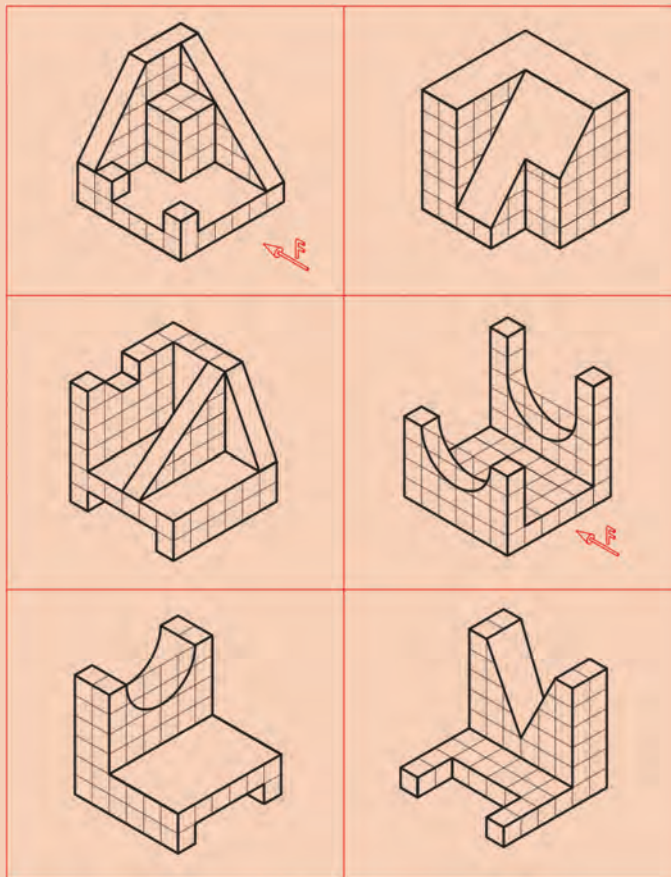
با کلیک بر روی مثلث تیره کنار این آیکون، پنجره کوچکی نمایش داده می شود که می توان در آن نماهای استاندارد را انتخاب کرد (شکل زیر). در این پنجره علاوه بر نماهای استاندارد سه نوع تصویر مجسم ایزومتریک، دیمتریک و تریمتریک قابل انتخاب است. چهار آیکون ردیف پایین نیز تعداد دریچه های دید را تعیین می کند. یعنی می توان هم زمان نماهای روبه رو، جانبی، افقی و تصویر سه بعدی (پرسپکتیو) مدل را نمایش داد. چرخش چرخ (اسکرول) ماوس باعث زوم به داخل یا زوم به خارج می شود.



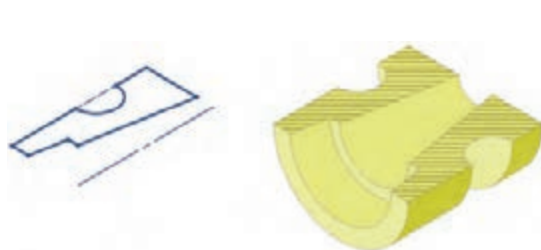




حجم های روبه رو را با استفاده از ابزارهای اکستروود مدل سازی کنید.



### مدل سازی حجم های دوار



شکل ۴۴

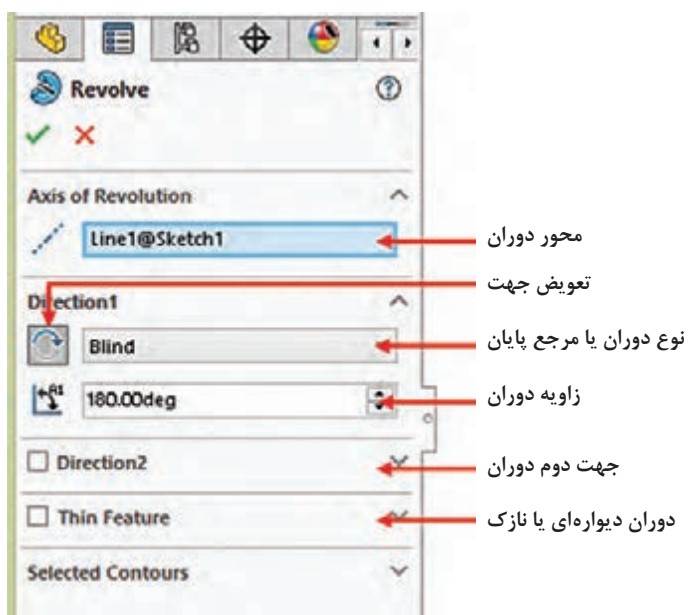
ابزار دوران **Revolve**: یکی دیگر از روش های ایجاد مدل های سه بعدی، دوران سطح، حول یک محور است. در این روش ابتدا سطحی که باید دوران داده شود توسط ابزارهای اسکچ ترسیم می شود و سپس با انتخاب ابزار دوران، سطح تعیین شده، حول محور انتخابی، دوران داده می شود. حاصل این حرکت ایجاد مدل سه بعدی است (شکل ۴۴).



علاوه بر خط محور از لبه‌های مدل و خطوط اسکچ نیز می‌توان به‌عنوان محور دوران استفاده کرد. اغلب گزینه‌های Revolve؛ با گزینه‌های اکستروود یکسان است و نیازی به توضیح دوباره ندارد (شکل زیر).

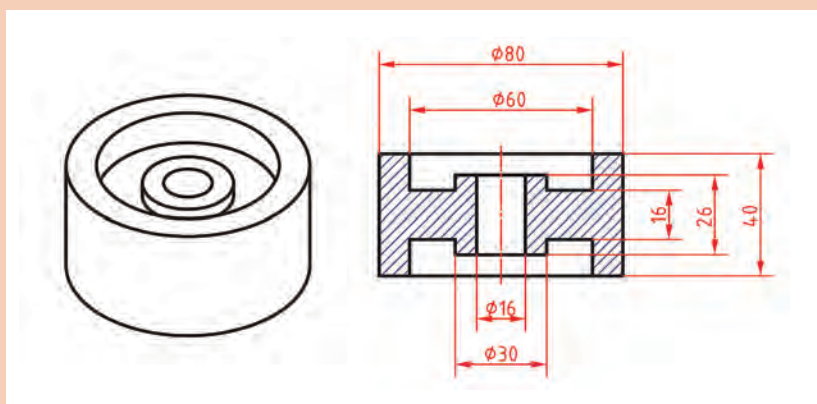
### نکته کلیدی:

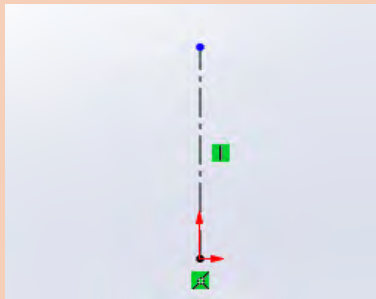
چنانچه مدل‌های دوار به‌صورت عمودی قالب‌گیری شوند میزان شیب مدل را می‌توان در هنگام ترسیم اسکچ اعمال کرد.



برای قطعه زیر، مدلی از جنس آلومینیوم ترسیم کنید.

فعالیت کارگاهی  
۹





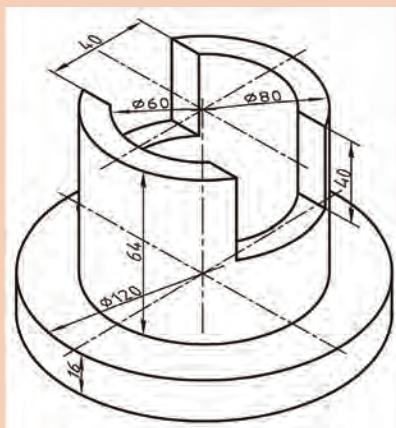
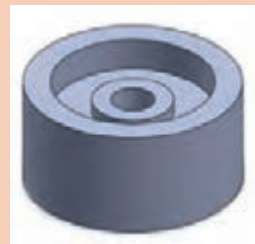
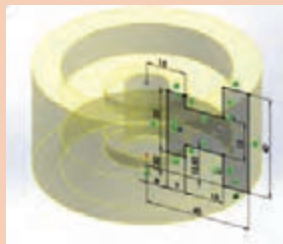
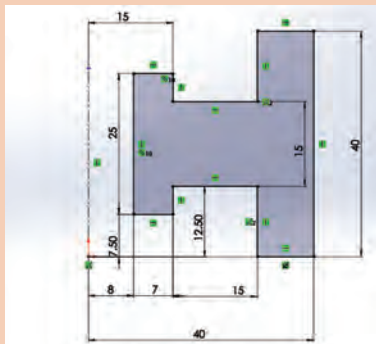
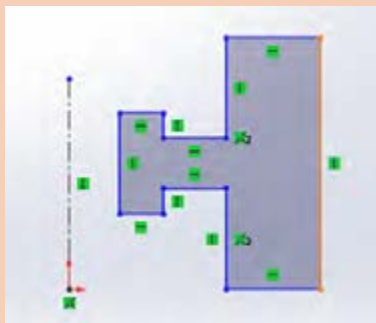
۱ خط محوری مطابق شکل رسم کنید. برای ترسیم خط محور کافی است که روی مثلث تیره کنار ابزار ترسیم خط، کلیک نموده و خط محور را انتخاب کنید.

۲ اسکچ را مطابق شکل ترسیم کنید.

۳ اسکچ را اندازه گذاری و مقید نمایید.

۴ با استفاده از ابزار Revolve اسکچ را به مدل تبدیل نمایید.

۵ پس از تأیید مدل ترسیم شده آن را با نام دلخواه ذخیره نمایید.

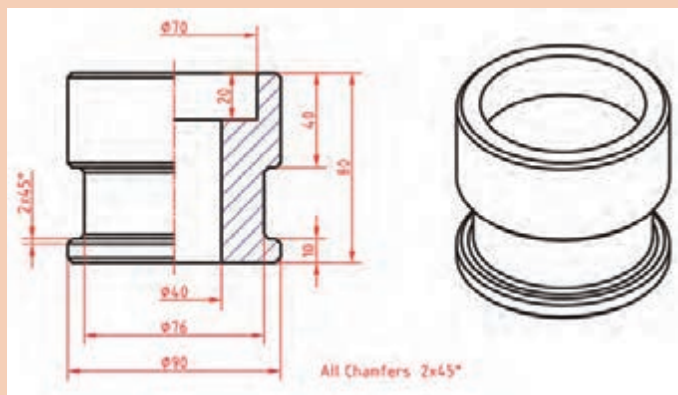


○ پس از محاسبه اضافات مجاز مدل ریخته گری قطعه روبه رو از جنس آلومینیوم را با استفاده از ابزارهای دوران و اکستروود مدل سازی کنید.

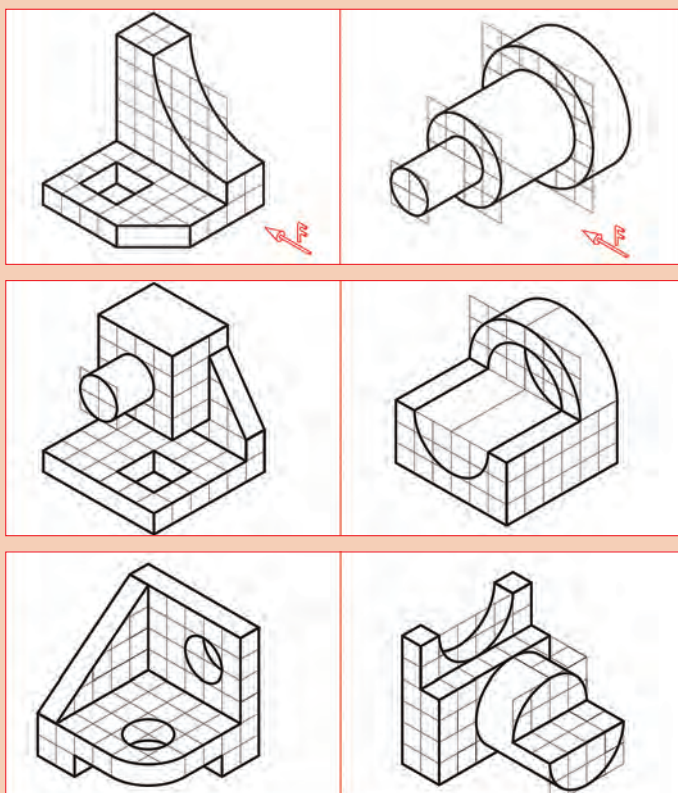




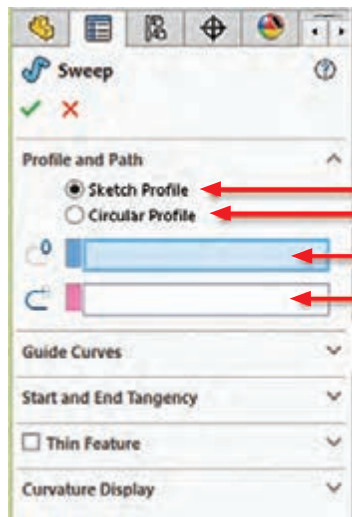
○ مدل زیر را با استفاده از ابزارهای دوران مدل سازی کنید.



○ حجم های زیر را با استفاده از ابزارهای اکستروود و یا دوران مدل سازی کنید.



یک حجم دوار مانند گلدان را به سلیقه خود طراحی و مدل سازی کنید.



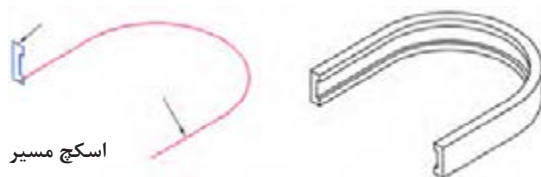
### مدل سازی L با استفاده از اکستروود پروفیل در یک مسیر (sweep)

با استفاده از این ابزار می توان یک سطح را در مسیر مشخص حرکت داد (شکل ۴۵). حجم حاصل از این روش حجمی با شکل مسیر و مقطع ترسیم شده است. مدل سازی با این ابزار نیاز به دو اسکچ مختلف دارد که اسکچ پروفیل باید عمود بر مسیر باشد.

شکل ۴۵

چنانچه از حالت Circular Profile استفاده شود، نیازی به ترسیم اسکچ پروفیل نیست و تنها باید قطر دایره پروفیل را تعیین کرد.

نکته



شکل ۴۶

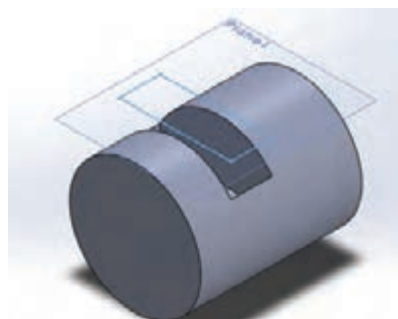
مسیر می تواند یک اسکچ باز یا بسته باشد. پروفیل باید یک اسکچ بسته باشد اما از لبه های مدل می توان به عنوان مسیر استفاده کرد (شکل ۴۶).



شکل ۴۷

لازم نیست پروفیل با مسیر تماس داشته باشد اما باید در صفحه عمود بر آن باشد. در مسیر باز، صفحه ترسیم پروفیل باید در نقطه شروع یا پایان مسیر قرار گیرد. چنانچه مسیر در دو طرف پروفیل ادامه داشته باشد، سه گزینه تصویری در پنجره سمت چپ افزوده می شود که می توان یک سمت مسیر یا دو طرف آن را انتخاب کرد (شکل ۴۷).

### ایجاد صفحه کاری موازی با یک صفحه

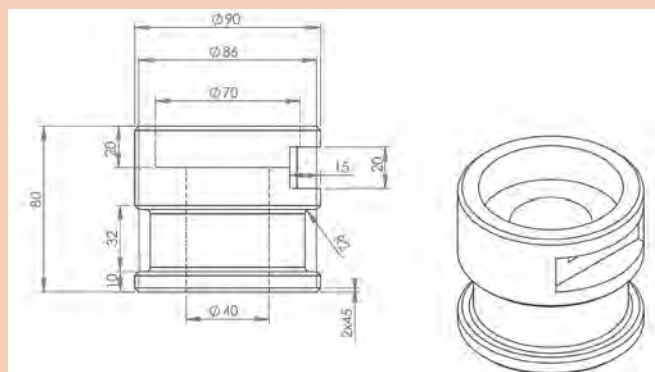


شکل ۴۸

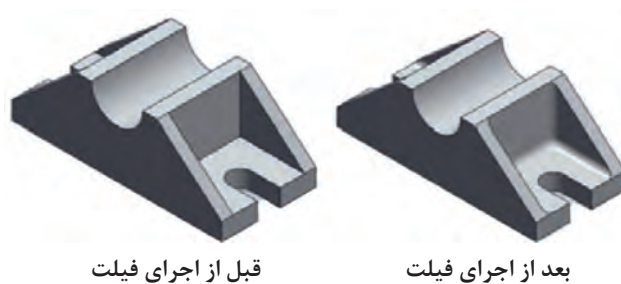
در برخی از مدل ها مانند مدل های مدور نمی توان سطح قوس دار را به عنوان صفحه کاری انتخاب نمود. برای ایجاد تغییرات روی این سطوح باید از صفحه کاری موازی استفاده کرد. با استفاده از ابزار Plane می توان صفحه ای موازی با صفحه موجود و با فاصله ای معین تعریف کرد. برای این کار بعد از اجرای ابزار Plane ابتدا در درخت طراحی Top Plane انتخاب می شود، سپس در بخش Offset distance فاصله مورد نظر وارد می گردد (شکل ۴۸).



پس از محاسبه اضافات مجاز، مدل ریخته‌گری قطعه زیر از جنس آلومینیوم را مدل‌سازی کنید.



### گرد کردن لبه‌های مدل (Fillet)

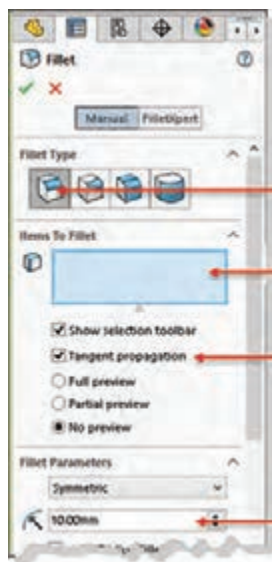


قبل از اجرای فیلت

بعد از اجرای فیلت

شکل ۴۹

همان‌طوری که می‌دانید گوشه‌های تیز در مدل‌های ریخته‌گری باعث آسیب رسیدن به قطعه می‌شود. برای جلوگیری از این آسیب در فرایند مدل‌سازی، گوشه‌های تیز مدل را حذف نموده و آنها را به قوس یا پخ تبدیل می‌کنند (شکل ۴۹).



گرد کردن ساده با شعاع ثابت

موضوع انتخاب شده

انتخاب لبه‌های مماس با لبه انتخاب شده

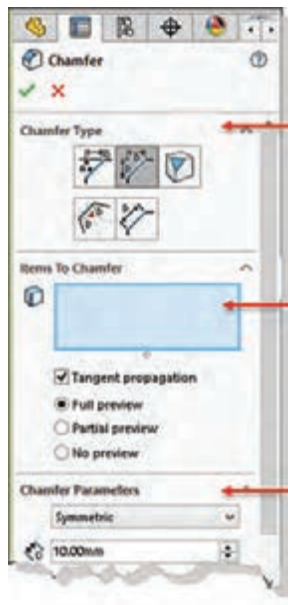
شعاع فیلت

شکل ۵۰

با استفاده از ابزار Fillet می‌توان گوشه‌های داخلی را گرد یا قوس‌دار نمود. بعد از اجرای این ابزار باید لبه‌ها یا سطوح موردنظر را انتخاب کرد و شعاع فیلت را نیز در بخش Radius تعیین نمود (شکل ۵۰).

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

### پخ زدن لبه های مدل (Chamfer)



شکل ۵۱

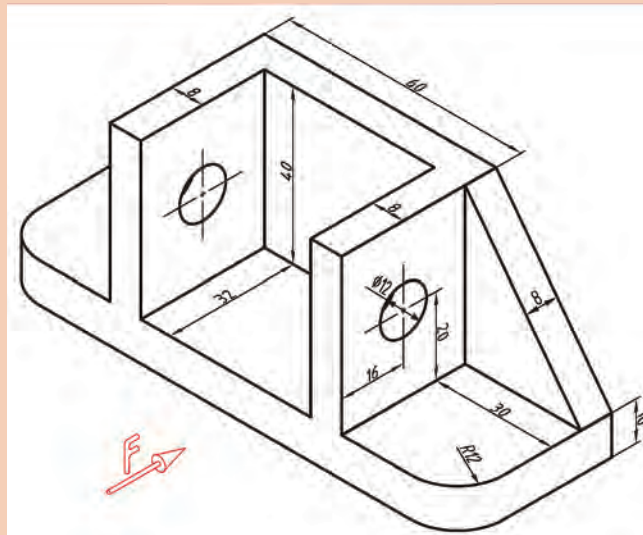
یکی دیگر از راه های از بین بردن لبه های تیز در مدل ها، پخ زدن است. این کار با ابزاری به نام Chamfer امکان پذیر است (شکل ۵۱).

با اجرای ابزار Chamfer پنجره ویژگی ها در سمت چپ ظاهر می شود. این پنجره دارای نوع پخ و اندازه پخ است که با انتخاب هریک از گزینه های پخ، این پارامترها تغییر می کند. پخ متقارن ۴۵ درجه: پخ متقارن، علاوه بر انتخاب گزینه Symmetric تنها یک پارامتر دارد که در آن بعد از انتخاب لبه باید طول پخ را مشخص کرد.

پخ نامتقارن با دو طول مختلف (Distance Distance): در این نوع پخ باید گزینه Asymmetric را انتخاب و دو پارامتر طولی برای لبه های پخ تعیین شود.

پخ با تعیین طول و زاویه (Angle Distance): در این نوع پخ باید پارامترهای طول و زاویه پخ را تعیین کرد.

پس از محاسبه اضافات مجاز، مدل ریخته گری قطعه زیر از جنس آلومینیوم را مدل سازی کنید.



فعالیت کارگاهی  
۱۳



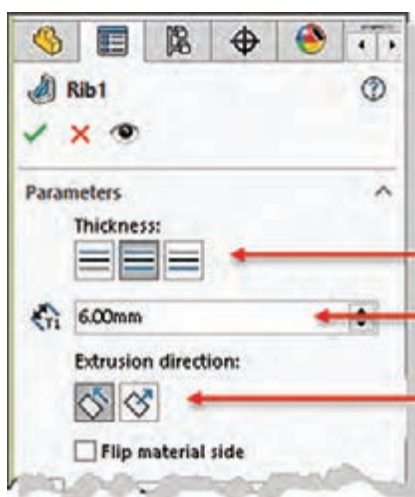
### ایجاد تیغه های تقویتی (Rib)

با استفاده از اسکچ های باز یا بسته می توان تیغه های نازک تقویتی را در مدل ایجاد کرد. معمولاً اسکچ باید در صفحه وسط تیغه ترسیم شود اما می توان ضخامت تیغه را در یک سمت صفحه در نظر گرفت.

توجه



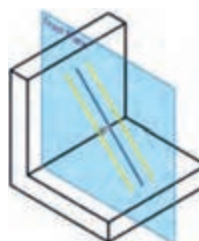
اسکچ تیغه باید طوری ترسیم شود که تیغه به صفحات مدل برخورد کند.



جهت قرار گرفتن ضخامت تیغه

ضخامت تیغه

تعیین سمت ایجاد تیغه



نکته

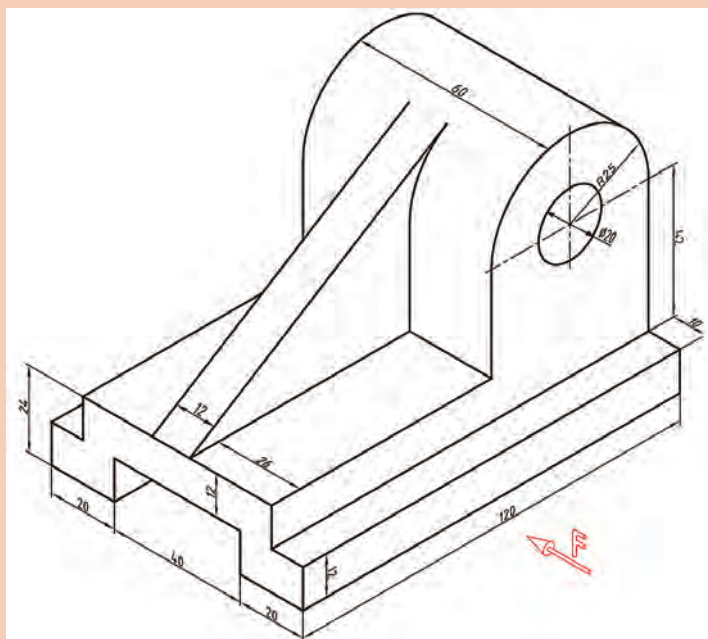


در صفحه گرافیکی به فلش تعیین سمت ایجاد تیغه دقت کنید که به سمت قطعه باشد.

فعالیت کارگاهی  
۱۴

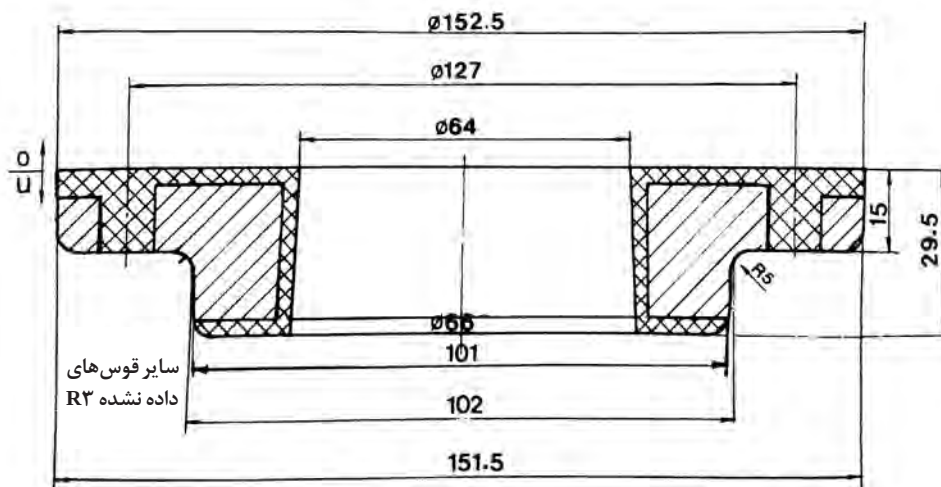


پس از محاسبه اضافات مجاز، مدل ریخته‌گری قطعه زیر را مدل‌سازی کنید.





## ارزشیابی پایانی طراحی نرم افزاری نقشه مدل سازی



شرح کار:

نقشه مدل سازی قطعه مقابل را نرم افزار سالیدورک رسم کنید.

استاندارد عملکرد: طراحی و ترسیم نقشه مدل سازی توسط نرم افزار سالیدورک مطابق با تیرانس عمومی C-ISO2768. شاخص:

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۳ تخت بودن
- ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد C-ISO2768

شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: سیستم رایانه ای، نرم افزار سالیدورک، کولیس

معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                                   | مرحله کار                     | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                                      | طراحی و محاسبات نقشه مدل سازی | ۱                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                                      | ترسیم نقشه مدل سازی           | ۲                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                                      | ذخیره سازی فایل با فرمت STL   | ۲                       |            |
| <p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:*</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی</p> <p>۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه</p> <p>۴- رعایت دقت و نظم</p> |                               |                         |            |
| میانگین نمرات: **                                                                                                                                                                                                      |                               |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
\*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

## واحد یادگیری ۲

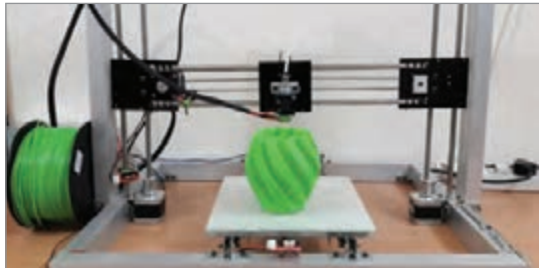
### چاپ سه بعدی نقشه مدل سازی

در صنعت کنونی استفاده از کامپیوتر و نرم افزارهای کامپیوتری کاربرد بسیار زیادی دارد همچنین ماشین آلاتی که توسط نرم افزارهای رایانه ای کنترل می شود بسیار رایج می باشند. یکی از این نرم افزارهای کمکی؛ نرم افزار Simplify 3D است که نرم افزار واسطه پرینترهای سه بعدی می باشد. پرینترهای سه بعدی روز به روز در صنعت در حال گسترش می باشند از تولید قطعات زینتی تا قطعات صنعتی کاربرد دارند. در این واحد یادگیری به آموزش نرم افزار Simplify 3D و همچنین پرینت سه بعدی قطعات پرداخته می شود.

### استاندارد عملکرد

تهیه و تولید برنامه برای ساخت نمونه فیزیکی به کمک دستگاه چاپگر سه بعدی.

## چاپگر سه بعدی (3D Printer)



شکل ۵۲

چاپ سه بعدی یکی از روش های نمونه سازی سریع به شمار می آید که در مقایسه با «روش های تولید معمول» از سرعت بیشتر، دقت بالاتر و هزینه کمتر در نمونه سازی قطعات برخوردار است. از جمله محاسن آن می توان به کاهش زمان، کاهش هزینه، افزایش سرعت طراحی محصول جدید، اعمال سریع اصلاحات و عرضه سریع محصولات جدید به بازار اشاره نمود (شکل ۵۲).

### کاربردهای چاپگر سه بعدی

امروزه مدل سازی سه بعدی در رشته های گوناگونی همچون قطعه سازی، معماری و ساختمان سازی، طراحی صنعتی، رباتیک و صنایع هوافضا رایج شده است (شکل ۵۳). این مدل سازی ها تا پیش از این به شکل تصاویر دو بعدی روی صفحه های نمایشگر یا روی کاغذ ارائه می شدند تا افراد با دیدن آنها درکی از آنچه طراحان در ذهنشان دارند را به دست آورند. اما با این روش ایده های طراحان در زمان بسیار کوتاهی به واقعیت تبدیل می شوند.



شکل ۵۳

### مراحل کار چاپگر سه بعدی

برای انجام عملیات پرینت سه بعدی، چهار گام زیر باید طی شود.

**گام اول:** خلق ایده یا گرفتن سفارش از مشتری: در این مرحله طراح، ایده ای را که در ذهن خود خلق کرده است را روی کاغذ آورده و آن را بررسی می کند. چنانچه نمونه ای را سفارش گرفته باشد آن نمونه را به طور کامل بررسی می کند.

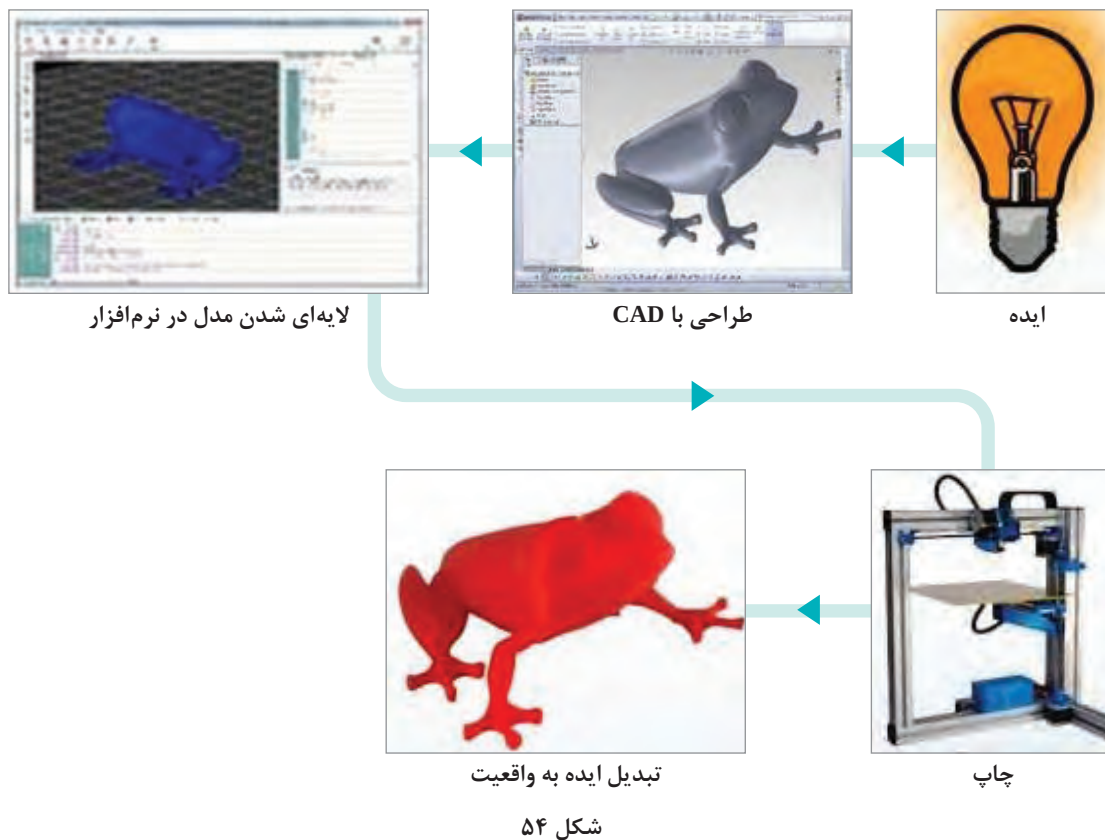
**گام دوم:** مدل سازی نمونه: مدل طراحی شده با استفاده از نرم افزارهای CAD به صورت سه بعدی مدل سازی می شود.

**گام سوم:** تبدیل نقشه به زبان پرینتر توسط نرم افزار: در این مرحله از نرم افزارهای برش دهنده (Slicer) استفاده می شود. وظیفه این نرم افزارها تبدیل مدل سه بعدی به برش های عرضی است که با قرار دادن این برش ها بر روی هم، هندسه قطعه کار، کامل می شود. هر کدام از این برش ها جهت عملیات به دستگاه چاپگر سه بعدی، فرمان حرکت ترکیبی طولی و عرضی مناسب نازل را می دهد.

**گام چهارم:** عملیات پرینت سه بعدی: در این مرحله فرایند تزریق مواد خام به صورت صفحه به صفحه روی هم توسط دستگاه چاپگر سه بعدی انجام می شود.



در شکل ۵۴ می‌توان فرایند تولید، به وسیله چاپگر سه بعدی را مشاهده نمود:



#### موارد استفاده از چاپ سه بعدی

- نمونه‌سازی
- ساخت قطعات خاص مانند قطعات مورد استفاده در صنایع فضایی، نظامی، پزشکی، دندان پزشکی و ورزشی
- ساخت وسایل سرگرمی مانند انواع اسباب‌بازی و وسایل مورد استفاده در منزل مانند قاب کنترل تلویزیون و مجسمه.

#### روش کار دستگاه چاپ سه بعدی

چاپ سه بعدی از نرم‌افزاری استفاده می‌کند که مدل سه بعدی را به لایه‌های متعددی تقسیم کرده (در اغلب موارد این لایه‌ها ضخامت ۰/۰۱ میلی‌متر و یا کمتر دارند) سپس هر لایه بر روی صفحه ساخت چاپگر، لایه نشانی می‌شود و پس از تکمیل لایه اول، صفحه ساخت، پایین رفته و لایه بعدی روی لایه زیری اضافه می‌شود تا جسم سه بعدی مورد نظر تولید گردد.

در حال حاضر با وجود چاپگرهای سه بعدی، تولید محصول به روش سنتی به عنوان تولید با بازدهی ضعیف شناخته می‌شود چرا که در این فرایندها جسم سه بعدی اغلب از یک بلوک پیش ساخته با حذف مواد از روی آن ساخته می‌شود.

فرایندهایی مانند فرزکاری و برشکاری، اگرچه کم هزینه هستند ولی باعث اتلاف در مواد می شوند. در حقیقت این روش ها با حذف مواد از بلوک پیش ساخته، آنها را به ضایعات تبدیل می کنند. چاپ سه بعدی با حذف این ضایعات و تولید اجسام سبک (توخالی) فرایندی بسیار مقرون به صرفه در استفاده از مواد جهت ساخت است.

### مزایا و محدودیت های چاپ سه بعدی

#### مزایا

تولید لایه به لایه اجازه می دهد تا انعطاف پذیری و خلاقیت بیشتری در فرایند طراحی ایجاد شود. طراحان می توانند با ایجاد یک طراحی مناسب، قطعات سبک تر و مستحکم تر ایجاد نمایند. چاپ سه بعدی به طرز چشمگیری سرعت فرایند طراحی و نمونه سازی را افزایش داده است. هیچ مشکلی سر راه طراحان برای ایجاد شکل های مختلف وجود ندارد و در هر زمان می توانند طراحی را تغییر دهند. در مقایسه با روش تولید به صورت سنتی که در آن محصولات از چند هفته تا چندماه تولید می شدند هم اکنون به کمک تکنولوژی چاپ سه بعدی این فرایند در عرض چند ساعت انجام می گیرد. همچنین از آنجا که قیمت چاپگرهای سه بعدی در طول سال ها کاهش یافته است، هم اکنون مراکز آموزشی و صنایع کوچک به راحتی و با پرداخت هزینه ای کم می توانند نسبت به تهیه انواع مختلفی از این چاپگرها اقدام نمایند.

#### محدودیت ها

محدودیت های چاپ سه بعدی به طور کلی شامل سخت افزار و مواد گران قیمت است (در چاپگرهایی که دقت و کیفیت بسیار بالایی دارند) که منجر به تولید قطعات گران قیمت می شود و از لحاظ سرعت و قیمت نیز نمی تواند با تولید به صورت انبوه رقابت کند. همچنین نیاز به یک طراح برای ایجاد آنچه مشتری در ذهن دارد می تواند باعث افزایش هزینه ها گردد. در حال حاضر می توان تأثیر چاپ سه بعدی را در بسیاری از صنایع مشاهده کرد، به طوری که چاپ سه بعدی در آینده، انقلاب صنعتی جدیدی را به وجود خواهد آورد.

به طور کلی در چاپگرهای سه بعدی از تکنولوژی های زیر استفاده می شود:

۱- تکنولوژی جاگذاری<sup>۱</sup>

۲- تکنولوژی جامدسازی<sup>۲</sup>

۳- تکنولوژی ذوبی<sup>۳</sup>

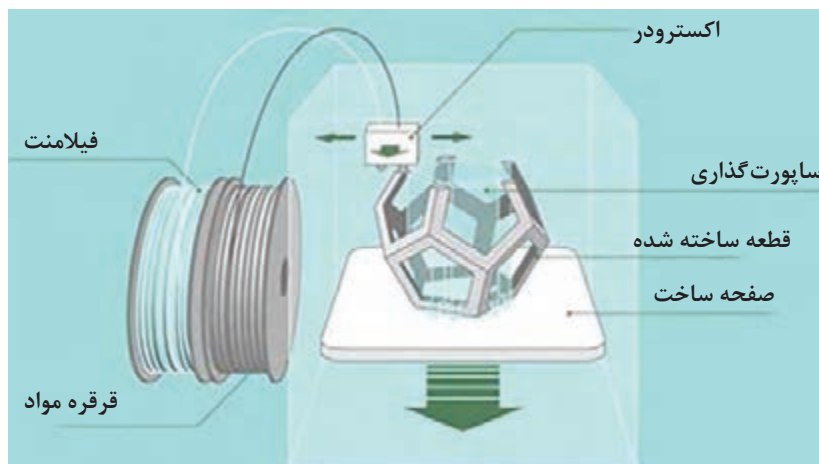
#### ۱- چاپگر سه بعدی بر اساس تکنولوژی جاگذاری (FDM)

در این چاپگرها از رول های پلاستیکی به نام فیلامنت استفاده می شود که اغلب در پشت دستگاه قرار گرفته و رشته ای نازک از این رول ها به نوک نازل چاپگر متصل می شود، با گرم شدن نوک نازل، رشته فیلامنت ذوب شده و به صورت لایه لایه بر روی صفحه ساخت، قرار می گیرد و در نهایت قطعه ای با دقت تقریباً ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرون تولید می گردد (شکل ۵۵).

۱- FDM (fused deposition modeling)

۲- SLA (stereo lithography) و DLP (digital light projection)

۳- SLS (selective laser sintering)



شکل ۵۵

**روش کار:** یک رول از فیلامنت ترموپلاستیک، در چاپگر بارگذاری می‌شود. هنگامی که نازل به دمای موردنظر رسید، فیلامنت به سر اکسترودر و نازل که در آن ذوب می‌شود تغذیه می‌شود. سر اکسترودر به یک سیستم سه محوره متصل شده است که اجازه حرکت در جهت محورهای  $X$ ،  $Y$  و  $Z$  را می‌دهد. مواد ذوب شده در رشته‌های نازک اکسترودر شده و در لایه‌ای در مکان‌های از پیش تعیین شده قرار می‌گیرند، تا جامد شوند. گاهی اوقات فن‌های خنک‌کننده به سر اکسترودر متصل هستند که برای خنک کردن مواد ذوب شده استفاده می‌شوند.

برای پر کردن یک منطقه، لازم است نازل در چند جهت حرکت کند (مثل رنگ آمیزی یک مستطیل با نشانگر). هنگامی که یک لایه به پایان رسید، صفحه ساخت حرکت می‌کند (یا در سایر تنظیمات ماشین، سر اکسترودر حرکت می‌کند) و یک لایه جدید ساخته می‌شود. این روند تا زمانی که قطعه کامل شود تکرار می‌شود.

### مزایای روش FDM

ارزان‌ترین روش ساخت قطعات و نمونه‌های ترموپلاستیک سفارشی است. زمان ساخت مدل به علت قابلیت دسترسی بالای این تکنولوژی کوتاه است. به دلیل چسبندگی بالای لایه‌ها به یکدیگر، قطعات دارای استحکام مناسبی هستند.

### محدودیت‌های روش FDM

دارای کمترین دقت ابعاد نسبت به سایر تکنولوژی‌های چاپ سه بعدی است، بنابراین برای قطعات با جزئیات پیچیده مناسب نیست.

قطعات دارای خطوط لایه قابل مشاهده هستند، بنابراین پس از اتمام نیاز به پرداخت کاری دارند. قسمت‌هایی از قطعات نیاز به نگهدارنده (سایپورت<sup>۱</sup>) دارند که پس از اتمام پرینت و جدا کردن پایه‌ها باید آن سطوح، پرداخت و کیفیت سطح آن بهبود یابد.

۱- Support

## ۲- چاپگر سه بعدی بر اساس تکنولوژی جامدسازی (SLA)

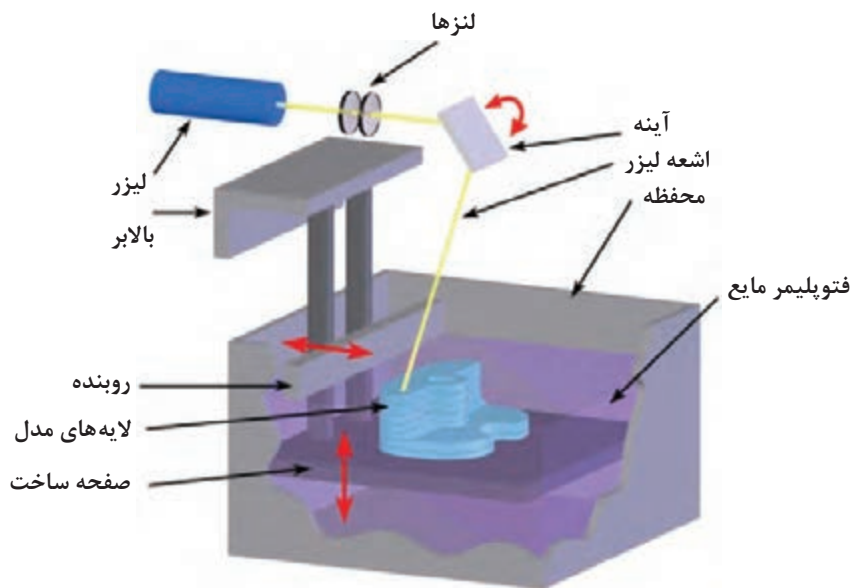
این چاپگرها به عنوان اولین تکنولوژی های پرینت سه بعدی شناخته می شوند. فناوری این نوع چاپگرها بر پایه لیزر است که با رزین های فتوپلیمر کار می کند. رزین با پرتو لیزر واکنش داده و شکل جامد به صورت دقیق ایجاد می شود. از این تکنولوژی بیشتر در ساخت قطعات بسیار دقیق استفاده می شود.

در این فرایند یک نور ماورای بنفش یا اشعه مادون قرمز و یا لیزر به صورت کنترل شده بر ظرفی از مایع (رزین فتوپلیمر) که بر روی یک صفحه متحرک قرار دارد تابانده می شود. بر اثر این تابش، لایه های بسیار نازک از رزین سخت شده و بعد از تکمیل شدن یک لایه، مخزن به سمت پایین حرکت کرده تا لایه های بعدی ایجاد شوند. در این روش قسمت هایی از مدل نیاز به نگهدارنده دارند تا وزن آن لایه، باعث تغییر شکل قطعه نگردد. این نگهدارنده که به صورت متخلخل ایجاد می شود در نهایت پس از چاپ نمونه از محل جدا می شود.

چاپگر سه بعدی SLA، ایده آل برای نمونه سازی و ریخته گری جواهرات با جزئیات پیچیده است. در حال حاضر رزین هایی ساخته شده اند که به جواهرسازان و ریخته گران اجازه می دهد مدل چاپ شده را به صورت مستقیم در ریخته گری استفاده کنند.

ارتفاع لایه محور Z معمولاً برای تعیین وضوح یک چاپگر سه بعدی استفاده می شود. در چاپگرهای SLA محور Z می تواند بین ۲۵ تا ۱۰۰ میکرون تنظیم شود. در مقایسه، چاپگرهای سه بعدی FDM و SLS معمولاً محور Z را از ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرون محاسبه می کنند. با این حال، بخشی که در ۱۰۰ میکرون بر روی یک چاپگر سه بعدی FDM یا SLS چاپ شده است متفاوت از یک بخش چاپ شده در ۱۰۰ میکرون بر روی یک چاپگر سه بعدی SLA است.

چاپگر سه بعدی SLA محصولاتی با سطح صاف تر از دیگر چاپگرها تولید می کند، زیرا لایه تازه تولید شده با لایه قبلی تعامل دارد و اثر پله ای را از بین می برد (شکل ۵۶).



شکل ۵۶

### ۳- چاپگر سه بعدی براساس تکنولوژی جامدسازی (DLP)

این فرایند بسیار شبیه به فرایند SLA است با این تفاوت که در روش DLP با استفاده از یک منبع نور معمولی به همراه یک صفحه LCD تمام سطح مخزن حاوی رزین فتوپلیمر را در یک لحظه تحت تأثیر قرار می‌دهد، در واقع هر لایه را در یک لحظه می‌سازد و بدین ترتیب از تکنولوژی SLA سریع‌تر است. یکی از مزیت‌های این روش نسبت به روش SLA استفاده از یک مخزن رزین با عمق بسیار کم است که باعث کاهش هزینه و صرفه‌جویی در اتلاف مواد می‌شود، از معایب این روش می‌توان نیاز به نگهدارنده برای قسمت‌هایی از قطعات و نیاز به پرداخت، پس از اتمام چاپ را اشاره کرد (شکل ۵۷).



شکل ۵۷

### ۴- پرینت سه بعدی براساس تکنولوژی ذوبی (SLS)

در این تکنولوژی قطعات با استفاده از مواد پودری اولیه (پودر فلز و پودر پلاستیک) و ذوب این مواد به کمک لیزر و سپس جامدکردن لایه‌ها بر روی صفحه ساخت، ایجاد می‌شوند. پس از آن صفحه ساخت به اندازه ضخامت لایه دوم پایین رفته و دوباره لایه‌ای از پودر اعمال شده و عملیات ذوب تکرار می‌گردد و لایه دوم به لایه اول با لیزر متصل می‌شود. از این چاپگرها بیشتر در صنعت استفاده می‌شود. بزرگ‌ترین مزیت این روش آزادی در طراحی است زیرا پودر ذوب نشده اضافی به عنوان یک نگهدارنده عمل می‌کند که باعث می‌شود شکل‌های پیچیده بدون نیاز به نگهدارنده، طراحی و ایجاد شوند (شکل ۵۸).



شکل ۵۸

### طراحی برای پرینت با چاپگر سه بعدی

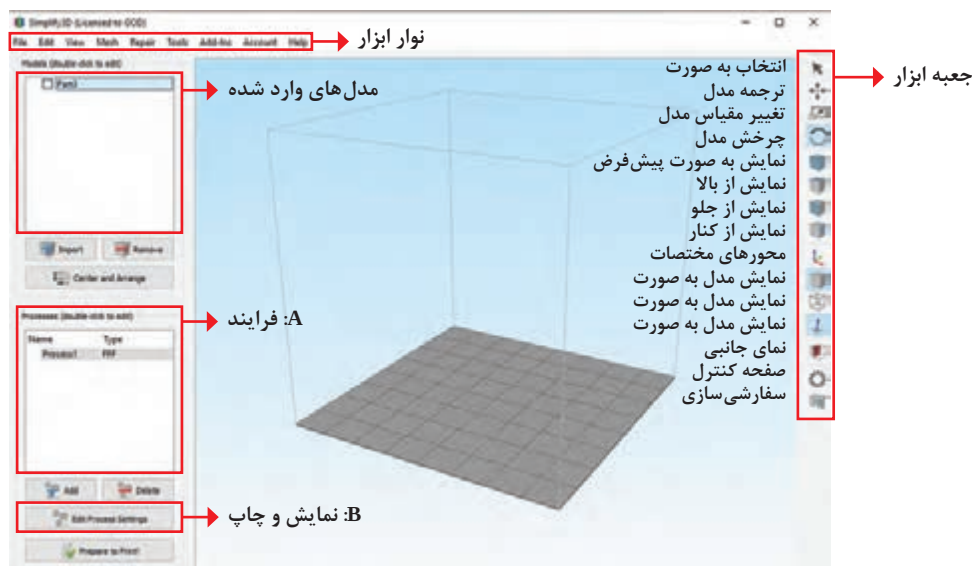
تمام قطعات ایجاد شده با استفاده از چاپگر سه بعدی باید با استفاده از نرم افزارهای CAD طراحی شوند. در تولید به روش پرینت سه بعدی، کیفیت قطعات تولید شده بستگی به کیفیت طراحی مدل و همچنین دقت چاپگر دارد. انواع مختلفی از نرم افزارهای CAD مانند کتیا و سالیدورک وجود دارند که به راحتی می توان از آنها در طراحی بهره برد.

#### نکات قابل توجه جهت طراحی برای چاپ سه بعدی:

- مدل سه بعدی طراحی شده باید جامد باشد، یعنی نه فقط یک سطح بلکه باید حجم واقعی داشته باشد.
- طراحی قسمت های بسیار ظریف و کوچک و پیچیده ممکن است به درستی چاپ نشود و این مورد کاملاً وابسته به دقت و مشخصات چاپگر سه بعدی است.
- در چاپگرهایی که با استفاده از پس قالب قسمت های با شیب منفی را ایجاد می کنند باید توجه شود مدل به نحوی روی صفحه ساخت قرار گیرد که قسمت های ایجاد شده بر روی پس قالب دارای حساسیت بالا از لحاظ کیفیت سطحی نباشد زیرا پس از برداشتن پس قالب، سطح مورد نظر کیفیت مناسبی در قیاس با سطوح دیگر نخواهد داشت.
- قبل از استفاده از چاپ سه بعدی باید آن را کالیبره نمود، برای این کار لازم است اطمینان حاصل شود که لایه اول به درستی بر روی صفحه ساخت بچسبد و این نیازمند تراز بودن صفحه ساخت و اعمال چسب بر روی صفحه به صورت یکنواخت است زیرا در غیر این صورت ممکن است مدل شکسته و کار چاپ ناتمام بماند.
- با توجه به اینکه چاپگرها ممکن است در محورهای مختصات، کیفیت متفاوتی بر روی هر محور داشته باشند باید قسمت هایی از قطعه که لازم است دارای کیفیت بالا باشد در راستای محور مورد نظر طراحی شود.

### نرم افزار Simplify 3D

پس از نصب این نرم افزار صفحه اصلی را مشاهده خواهید کرد که اجزای آن در شکل ۵۹ نشان داده شده است.

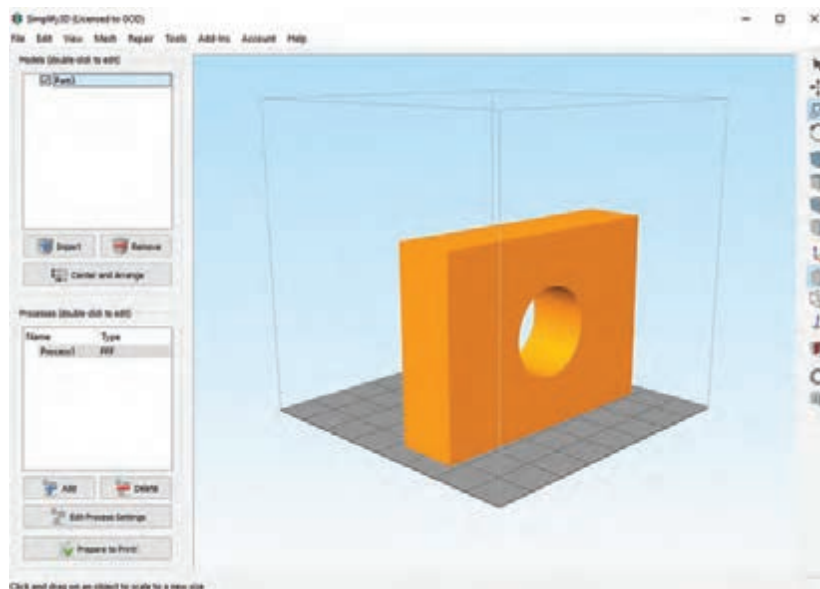


شکل ۵۹



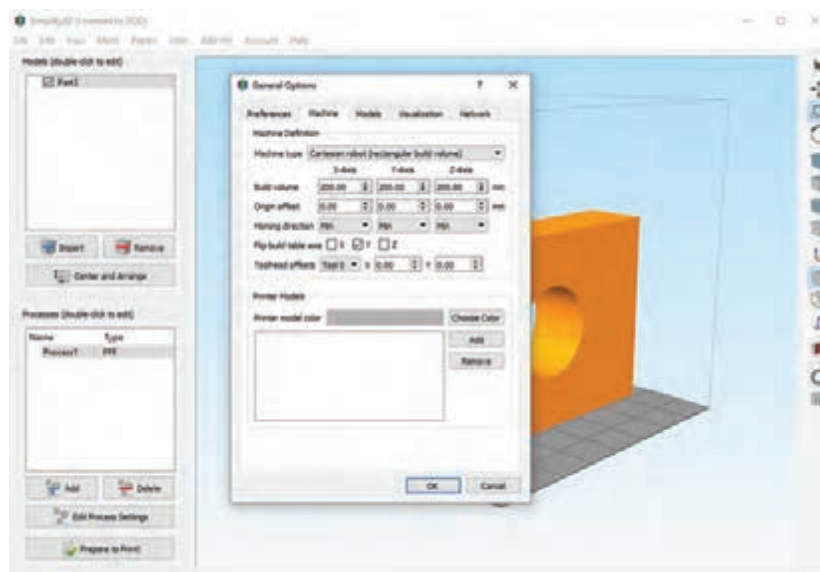
مراحل‌ای که باید جهت انجام فرایند چاپ سه بعدی انجام شود به صورت زیر است:

۱ **وارد کردن مدل:** اولین قدم وارد کردن مدلی است که در نرم افزارهای CAD قبلاً طراحی و با پسوند‌های Stl, Obj و یا سایر پسوندهایی مورد قبول نرم افزار ذخیره شده است و لازم است آن را بر روی صفحه ساخت و در قسمت مدل‌ها وارد کرد. می‌توان با کلیک بر روی گزینه import از منوی file و با انتخاب فایل با پسوند قابل قبول، مدل را بر روی صفحه ساخت مشاهده کرد (شکل ۶۰).



شکل ۶۰

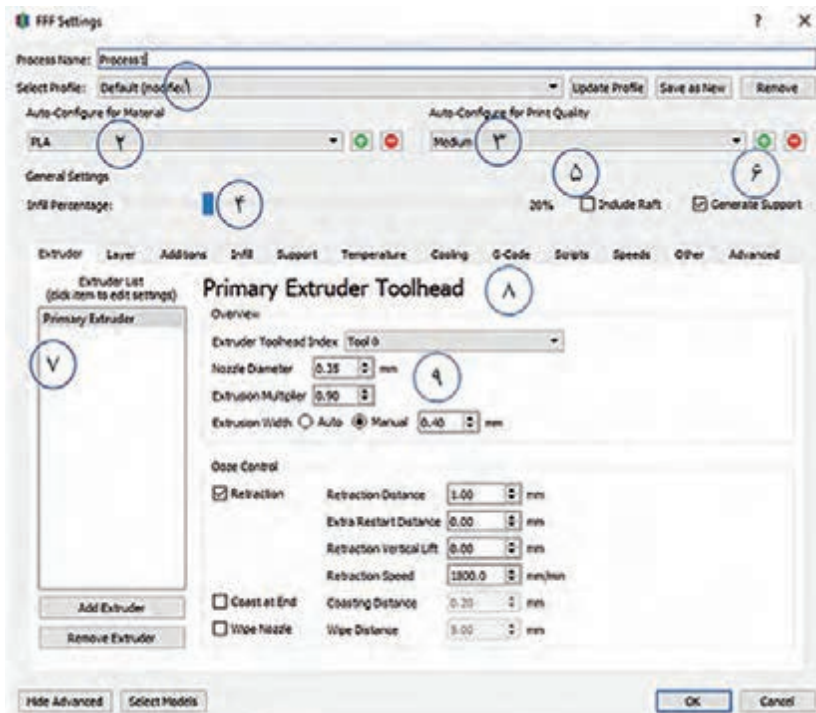
۲ **تعریف ابعاد چاپ سه بعدی:** با استفاده از نوار ابزار می‌توان وارد منوی Tools شد و گزینه اول یعنی Option را انتخاب کرد. سپس لازم است وارد منوی Machine شده و مقادیر وارد شده بر روی محورهای مختصات x, y و z را به دلخواه تغییر داد (شکل ۶۱).



شکل ۶۱

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

۲ تعریف چگونگی فرایند ساخته شدن مدل: برای ساخت اکثر مدل ها از یک فرایند استفاده می شود درحالی که برای ساخت مدل های پیچیده می توان از چندین فرایند استفاده کرد. تنظیمات دلخواه را می توان در قسمت Edit Process Setting قسمت A در شکل ۵۹ انجام داد و یا از تنظیمات پیش فرض نرم افزار استفاده نمود. جهت وارد کردن تنظیمات به صورت دستی می توان با دو بار کلیک بر روی process قسمت B در شکل ۵۹ وارد تنظیمات دستی شد و یا می توان از گزینه Edit Process Setting استفاده نمود. در اینجا با دوبار کلیک بر روی Process پنجره FFF Setting باز می شود شکل ۶۲ و مراحل مشخص شده در پنجره به ترتیب به صورت زیر انجام می گیرد:



شکل ۶۲

۱ انتخاب مشخصات و تنظیماتی که قبلاً ذخیره شده اند به جهت اینکه در هر بار پرینت نیاز به اعمال تنظیمات نباشد.

۲ در این قسمت می توان با انتخاب هر یک از مواد جهت چاپ، تنظیمات مربوط به هر یک را اعمال کرد.

۳ تنظیمات مربوط به کیفیت چاپ از قبیل تنظیم ارتفاع لایه ها و میزان چگالی صورت گیرد.

۴ در این قسمت می توان استحکام داخلی مدل را تعیین کرد. عدد صفر بیانگر مدل توخالی و عدد ۱۰۰ بیانگر مدل کاملاً توپر است.

۵ در اینجا اگر گزینه raft تیک زده شود دستگاه به صورت خودکار ساختاری زیر مدل و روی صفحه ساخت ایجاد می کند که باعث استحکام بالای مدل ساخته شده جهت جلوگیری از تاب خوردن و شکستن حین ساخت می گردد و بیشتر برای مدل های بزرگ و سنگین کاربرد دارد.

۶ با روشن کردن ابزار ساپورت، دستگاه، ساختاری زیر قسمت هایی که مدل در آنجا شیب منفی دارد را ایجاد می کند تا مدل بتواند حین ساخت به آن تکیه کرده و همچنین مواد بتوانند روی این سطوح، لایه نشانی شوند.

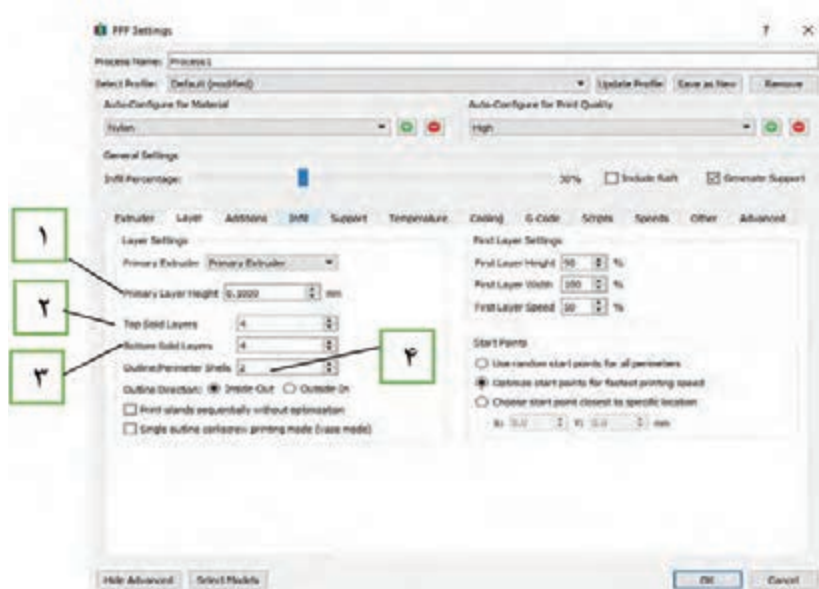


- ۷ این قسمت زمانی استفاده می‌شود که فرایند ساخت، چند مرحله‌ای باشد بدین منظور با انتخاب اکسترودر مربوطه به صورت خودکار پرینت سه بعدی با همان اکسترودر آغاز می‌شود.
- ۸ در این قسمت می‌توان مواردی از قبیل ارتفاع لایه گذاری، درصد ساپورت گذاری، طول فیلامنت و موارد دیگر را تنظیم کرد.
- ۹ قطر نازل متناسب با دستگاه چاپ سه بعدی تنظیم می‌شود.

### منوی Layer (تنظیمات مربوط به لایه گذاری)

مراحل تنظیمات منوی layer مطابق شکل ۶۳ انجام می‌شود.

- ۱ برای تنظیم ارتفاع لایه گذاری، روی گزینه primary layer height (قسمت ۱) کلیک شود.
- ۲ برای مشخص نمودن تعداد لایه‌ها بر روی سطح مدل روی گزینه top solid layers (قسمت ۲) کلیک شود.
- ۳ برای مشخص نمودن تعداد لایه‌های کف مدل روی گزینه bottom solid layers (قسمت ۳) کلیک شود.
- ۴ برای مشخص نمودن تعداد لایه‌ها بر روی سطح مدل روی گزینه outline/perimeter shells (قسمت ۴) کلیک شود.

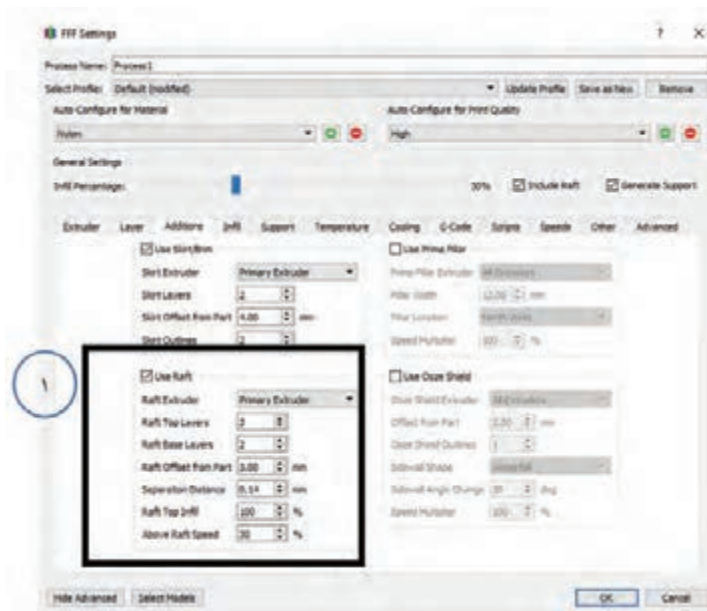


شکل ۶۳- منوی Additions

### منوی Additions (تنظیمات مربوط به مستحکم سازی مدل)

در این قسمت می‌توان تعیین کرد که با کدام نازل اقدام به ایجاد raft کرد، همچنین تعداد لایه‌های بالایی و پایینی، فاصله از مدل اصلی، تراکم و موارد دیگر را تنظیم نمود، در شکل ۶۴ یک نمونه از raft مشاهده می‌شود.

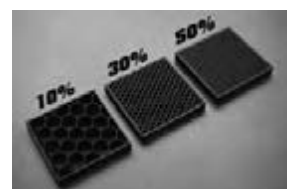
بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۶۴

### منوی Infill (تنظیم استحکام داخلی مدل)

با استفاده از این منو می توان با افزایش تراکم داخل مدل و همچنین طرح تراکم داخلی (لانه زنبوری، مستطیلی، لوزی و طرح های دیگر) نسبت به مستحکم سازی مدل اقدام کرد (شکل ۶۵).

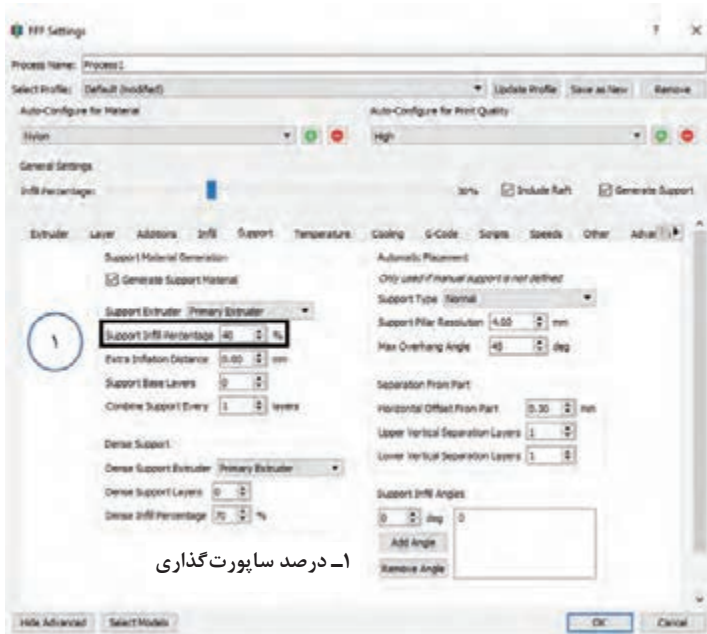


- ۱- چگونگی پر کردن داخل قطعه (به صورت لانه زنبوری، مستطیلی و...)
- ۲- درصد پر کردن داخل قطعه

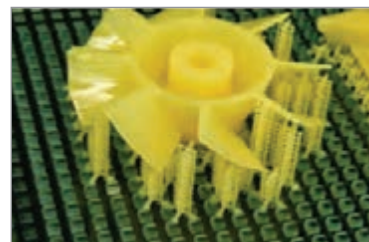
شکل ۶۵

### منوی ساپورت (تنظیمات مربوط به ساختار داخلی نگهدارنده یا ساپورت)

همان طور که قبلاً ذکر شد برای مدل هایی که شیب منفی دارند در این گونه چاپگرها نیاز است یک نگهدارنده در زیر قسمت های با شیب منفی ایجاد شود تا طراح بتواند بر روی این نگهدارنده طراحی کرده و بتوان آن را چاپ کرد، در این قسمت مقدار تراکم درون نگهدارنده تعیین می شود (شکل ۶۶).

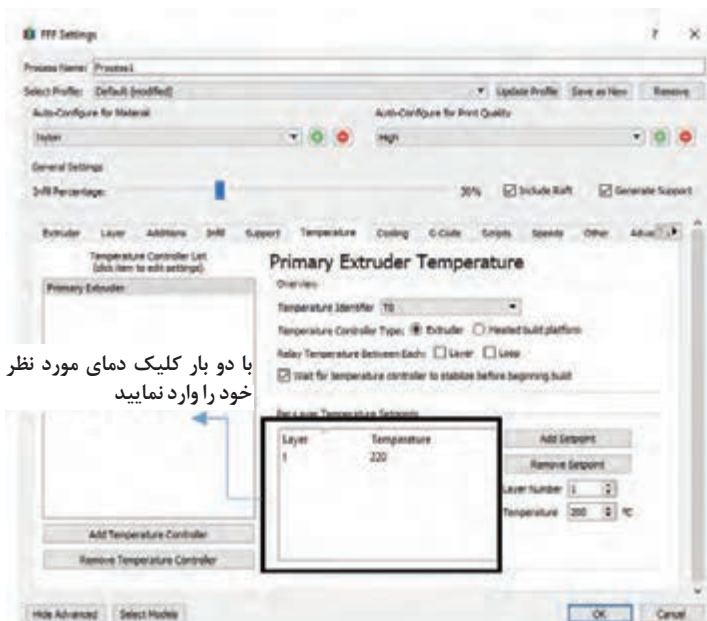


۱- درصد ساپورت گذاری



شکل ۶۶

### منوی Temperature (تنظیمات مربوط به دما)

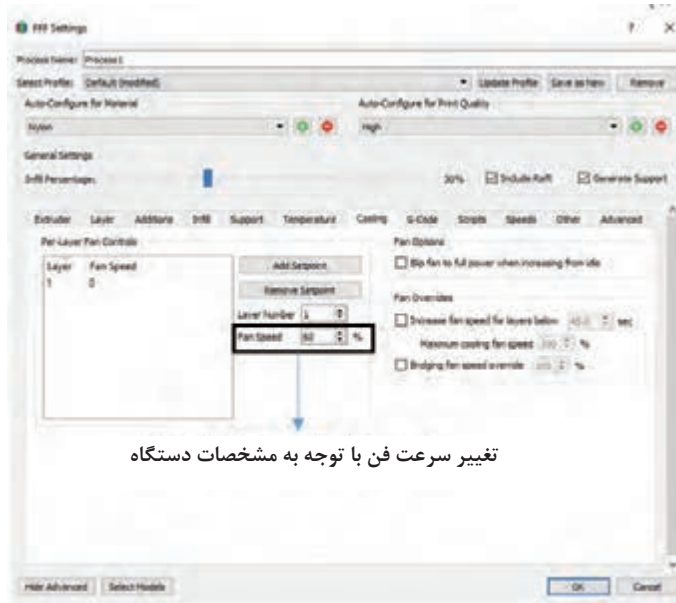


با دو بار کلیک دمای مورد نظر خود را وارد نمایید

در این قسمت می توان تنظیمات مربوط به دمای نازل را انجام داد. بدین ترتیب که با دوبار کلیک بر روی پنجره نمایش داده شده، می توان دمای موردنظر را وارد کرد، دمای اکسترودر باعث ذوب شدن فیلامنت می گردد و فیلامنت ذوب شده از نازل عبور کرده و به روی صفحه ساخت منتقل می شود، لازم به ذکر است دمای اکسترودر با جنس مواد به کار رفته در چاپ سه بعدی نسبت مستقیم دارد (شکل ۶۷).

شکل ۶۷

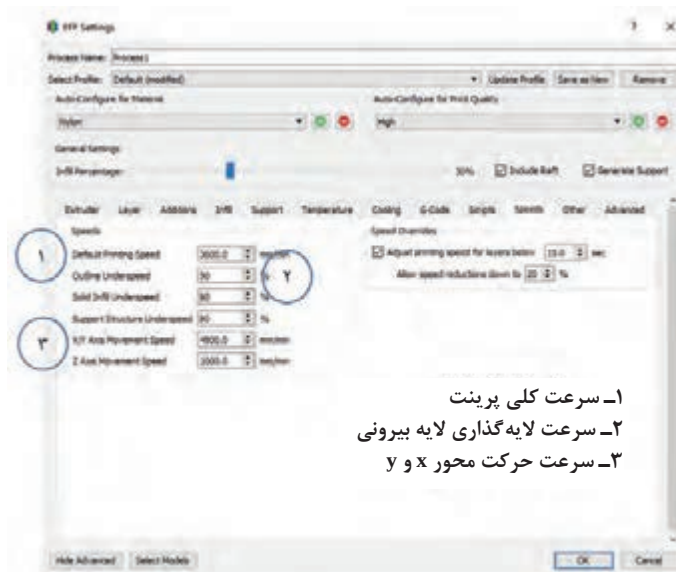
### منوی Cooling (تنظیمات مربوط به فن دستگاه)



شکل ۶۸

فن خنک کننده بلافاصله بعد از اینکه فیلامنت ذوب شده پلاستیک از نازل خارج شد و در جای خودش قرار گرفت، شروع به سرد کردن آن می کند. این فرایند به قطعه کمک می کند که شکل خودش را حفظ کند. این قطعه با فن مختص به سینک حرارتی متفاوت است. فن سینک حرارتی تنها انتهای داغ اکسترودر را خنک می کند در حالی که فن خنک کننده لایه کل قطعه پرینت شده را خنک می کند (شکل ۶۸).

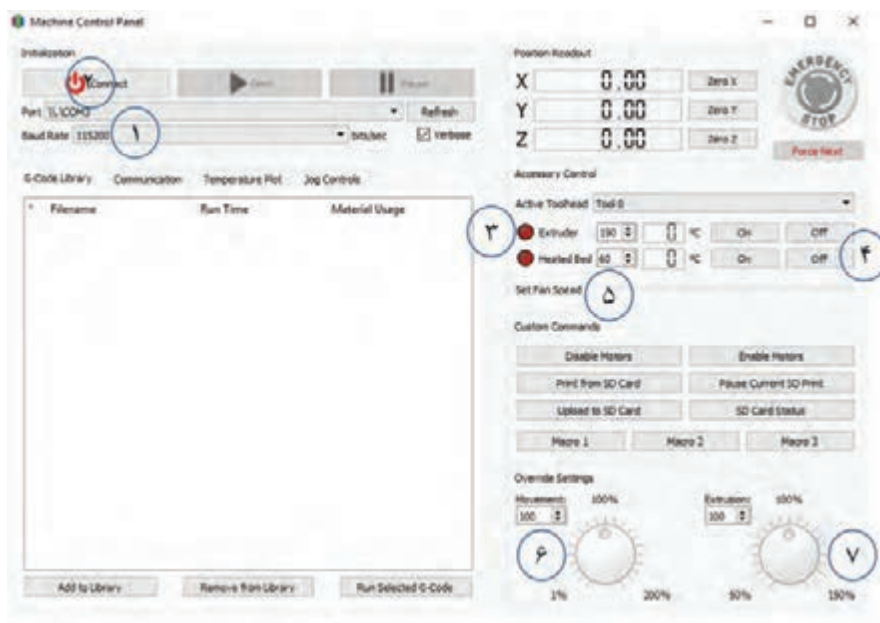
### منوی Speed (تنظیمات مربوط به سرعت چاپ)



شکل ۶۹

به طور معمول سه نرخ سرعت پرینت با مواد فیلامنت وجود دارد؛ سرعت اولین گروه در محدوده ۴۰ تا ۵۰ میلی متر بر ثانیه، و سرعت دومین گروه در محدوده ۸۰ تا ۱۰۰ میلی متر بر ثانیه است. درحالی که بالاترین رنج سرعتی، حدود ۱۵۰ میلی متر بر ثانیه است. برخی چاپگرها با سرعت های بالاتر هم کار می کنند (شکل ۶۹). فراموش نکنید هرچه سرعت بالاتر رود به همان میزان از دقت چاپ کاسته می شود، مخصوصاً در سرعت های بالاتر از ۱۵۰ میلی متر بر ثانیه، این افت کیفیت بیشتر هم به چشم می آید و حتی ممکن است مشکلات تزریق فیلامنت نیز پیش بیاید.

پس از انجام تنظیمات، با انتخاب منوی Tools و کلیک بر روی گزینه machine control panel (صفحه‌ای که در آن می‌توان تنظیمات نهایی جهت انجام چاپ سه بعدی را انجام داد) صفحه زیر باز می‌شود (شکل ۷۰).



شکل ۷۰

سپس مراحل زیر مطابق شکل ۷۰ انجام می‌گیرد:

- ۱ در ابتدا این گزینه روی ۲۵۰۰۰ تنظیم می‌شود. (سرعت انتقال اطلاعات)
- ۲ با فشار این دکمه رایانه به دستگاه چاپ سه بعدی متصل می‌شود.
- ۳ دمای نازل با فشردن دکمه on افزایش می‌یابد.
- ۴ با فشردن این دکمه (On) دمای صفحه ساخت بالا می‌رود.

قبل از بالا بردن دمای صفحه ساخت لازم است نسبت به اعمال چسب بر روی آن اقدام شود.

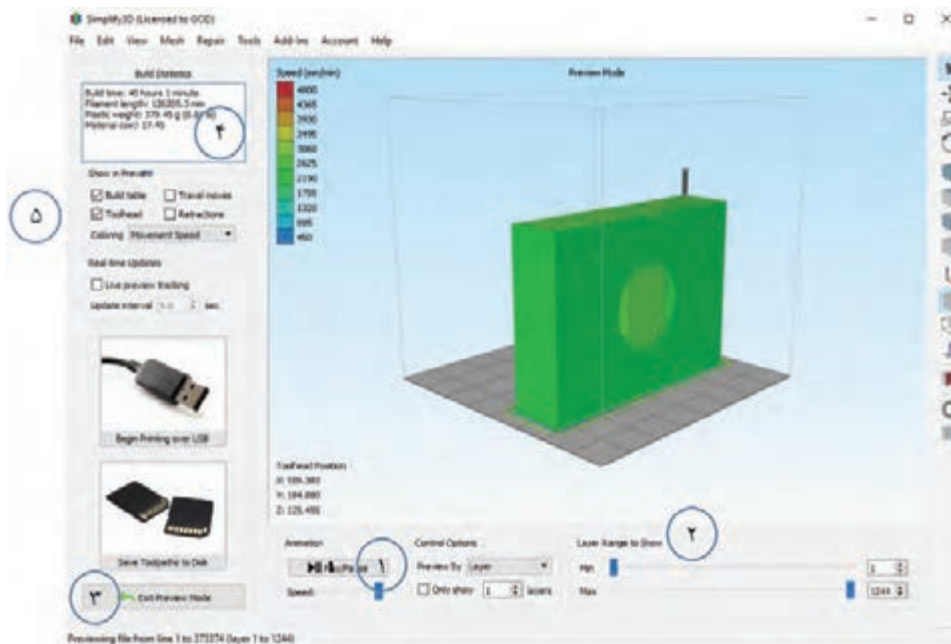
نکته



- ۵ سرعت فن با توجه به کاتالوگ دستگاه افزایش می‌یابد.
  - ۶ سرعت پرینت مدل را می‌توان افزایش داد.
  - ۷ با این گزینه میزان اکستروود کردن فیلامنت را می‌توان تغییر داد.
- اگر در صفحه اصلی نرم‌افزار گزینه prepare to print انتخاب شود، نرم‌افزار اجازه می‌دهد تا بتوان نماها و جنبه‌های مختلف مدل را قبل از پرینت نهایی بررسی کرد (شکل ۷۱).



بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۷۱

امکانات گزینه prepare to print به صورت مشخص شده در شکل ۷۱ به شرح زیر است:

- ۱ نمایش انیمیشن مدل در حال پرینت به صورت لایه لایه.
- ۲ در این قسمت به صورت دستی می توان فرایند پرینت را بررسی کرد.
- ۳ در صورت نیاز به تغییر مدل، این گزینه را انتخاب تا از حالت پیش نمایش خارج شود.
- ۴ در این قسمت اطلاعاتی از قبیل زمان لازم برای چاپ، طول فیلامنت، وزن مدل ساخته شده و هزینه ساخت مدل به نمایش درمی آید.



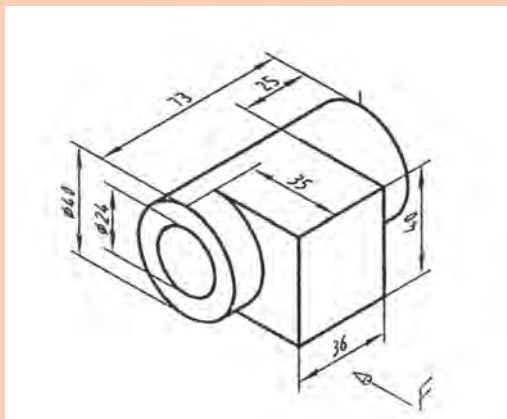
شکل ۷۲

با استفاده از usb و اتصال آن به چاپگر می توان عملیات چاپ را آغاز و با استفاده از real time در شماره ۵ و زدن تیک live preview می توان عملیات ساخت را از طریق رایانه مشاهده و پیگیری نمود.  
محصول نهایی به صورت شکل ۷۲ نمایش داده شده است.



## ساخت مدل توسط پرینتر سه بعدی

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ سیستم رایانه‌ای که حاوی نرم افزار مربوطه است.
- ۲ دستگاه پرینتر سه بعدی
- ۳ فیلامنت مخصوص پرینتر
- ۴ کاتر
- ۵ کاردک
- ۶ چسب مخصوص

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد نقشه مکانیکی در نرم افزار سالیدروک به صورت سه بعدی ترسیم شود.
- ۲ نقشه ترسیمی در نرم افزار Simplify 3D آماده پرینت شود.
- ۳ توسط پرینتر سه بعدی نقشه آماده شده پرینت شود.
- ۴ به وسیله کاردک مخصوص به آرامی مدل پرینت شده از صفحه دستگاه جدا گردد.
- ۵ ابعاد مدل ساخته شده توسط کولیس کنترل گردد.
- ۶ مدل ساخته شده به هنرآموز تحویل گردد.

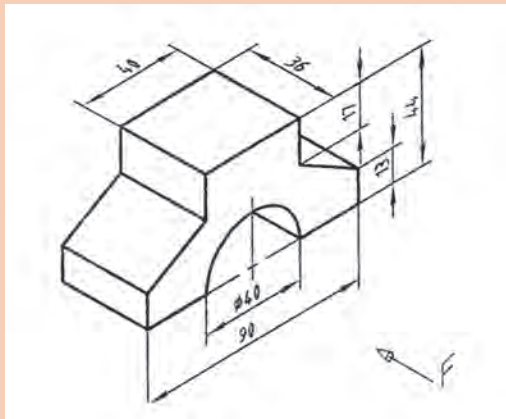
### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات پلیمری الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



## ساخت مدل توسط پرینتر سه بعدی

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ سیستم رایانه‌ای که حاوی نرم افزار مربوطه است.
- ۲ دستگاه پرینتر سه بعدی
- ۳ فیلامنت مخصوص پرینتر
- ۴ کاتر
- ۵ کاردک
- ۶ چسب مخصوص

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد نقشه مکانیکی در نرم افزار سالیدروک به صورت سه بعدی ترسیم شود.
- ۲ نقشه ترسیمی در نرم افزار Simplify 3D آماده پرینت شود.
- ۳ توسط پرینتر سه بعدی نقشه آماده شده پرینت شود.
- ۴ به وسیله کاردک مخصوص به آرامی مدل پرینت شده از صفحه دستگاه جدا گردد.
- ۵ ابعاد مدل ساخته شده توسط کولیس کنترل گردد.
- ۶ مدل ساخته شده به هنرآموز تحویل گردد.

### نکته:

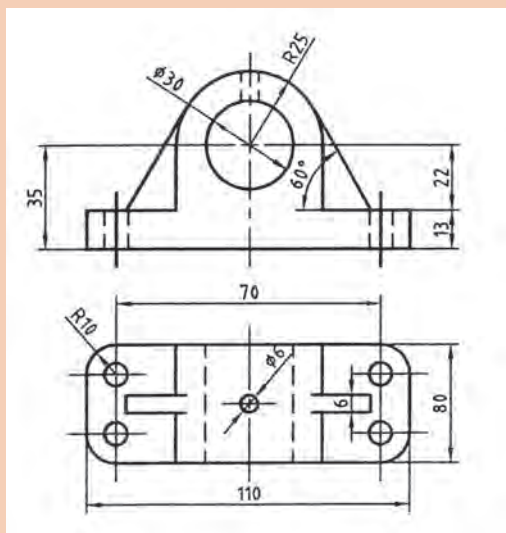
- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات پلیمری الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.





## ساخت مدل یاتاقان توسط پرینتر سه بعدی

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ سیستم رایانه‌ای که حاوی نرم افزار مربوطه است.
- ۲ دستگاه پرینتر سه بعدی
- ۳ فیلامنت مخصوص پرینتر
- ۴ کاتر
- ۵ کاردک
- ۶ چسب مخصوص

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد نقشه مکانیکی در نرم افزار سالیدروک به صورت سه بعدی ترسیم شود.
- ۲ نقشه ترسیمی در نرم افزار Simplify 3D آماده پرینت شود.
- ۳ توسط پرینتر سه بعدی نقشه آماده شده پرینت شود.
- ۴ به وسیله کاردک مخصوص به آرامی مدل پرینت شده از صفحه دستگاه جدا گردد.
- ۵ ابعاد مدل ساخته شده توسط کولیس کنترل گردد.
- ۶ مدل ساخته شده به هنرآموز تحویل گردد.

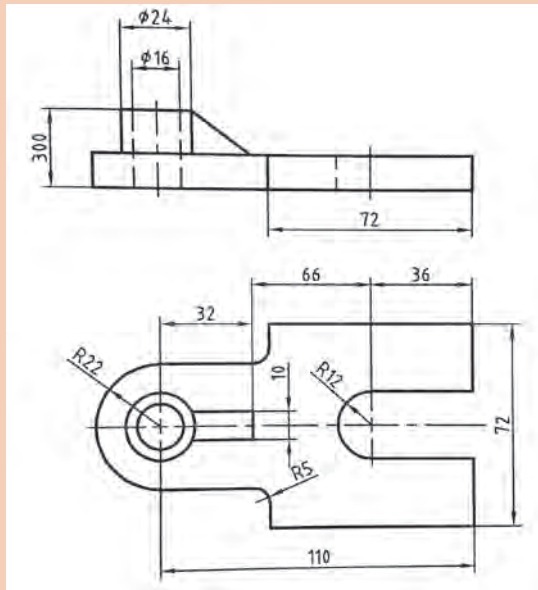
### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات پلیمری الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.



## ساخت مدل توسط پرینتر سه بعدی

### نقشه کار:



### وسایل مورد نیاز:

- ۱ سیستم رایانه ای که حاوی نرم افزار مربوطه است.
- ۲ دستگاه پرینتر سه بعدی
- ۳ فیلامنت مخصوص پرینتر
- ۴ کاتر
- ۵ کاردک
- ۶ چسب مخصوص

### مراحل انجام کار:

- ۱ ابعاد نقشه مکانیکی در نرم افزار سالیدروک به صورت سه بعدی ترسیم شود.
- ۲ نقشه ترسیمی در نرم افزار Simplify 3D آماده پرینت شود.
- ۳ توسط پرینتر سه بعدی نقشه آماده شده پرینت شود.
- ۴ به وسیله کاردک مخصوص به آرامی مدل پرینت شده از صفحه دستگاه جدا گردد.
- ۵ ابعاد مدل ساخته شده توسط کولیس کنترل گردد.
- ۶ مدل ساخته شده به هنرآموز تحویل گردد.

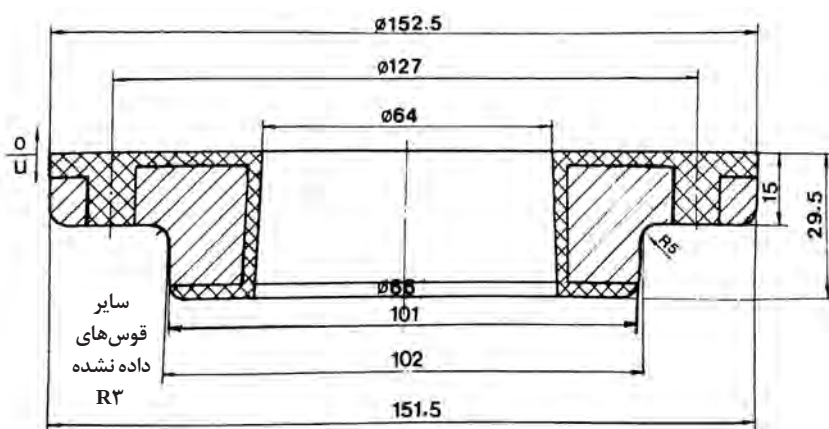
### نکته:

- تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات پلیمری الزامی است.
- در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

## ارزشیابی پایانی چاپ سه بعدی نقشه مدل سازی

### شرح کار:

مدل پلیمری مطابق نقشه مدل سازی داده شده ترسیم و سپس توسط پرینتر سه بعدی پرینت شود. سپس در کارگاه ریخته گری از مدل پلیمری ساخته شده یک قطعه آلومینیومی ریخته گری شود.



**استاندارد عملکرد:** طراحی و ترسیم نقشه مدل سازی توسط نرم افزار سالیدورک مطابق با تیرانس عمومی ISO2768-C، پرینت سه بعدی نقشه ترسیم شده از جنس فیلامنت پلیمری، ریخته گری آلومینیومی از مدل پرینت شده.

### شاخص:

- ۱ کیفیت سطح
- ۲ عمود بودن
- ۳ تخت بودن
- ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد ISO2768-C

### شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۳ تهویه استاندارد و دمای  $20 \pm 3$  درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها بر اساس استاندارد

**ابزار و تجهیزات:** سیستم رایانه ای، نرم افزار سالیدورک، پرینتر سه بعدی، کولیس، فیلامنت پرینتر، کاتر، چسب مخصوص، کاردک، سنباده نرم، بتونه، وسایل و تجهیزات قالب گیری و ریخته گری

### معیار شایستگی:

| ردیف                                                                                                                                                                                                  | مرحله کار                                                      | حداقل نمره دریافتی از ۳ | نمره هنرجو |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| ۱                                                                                                                                                                                                     | ترسیم نقشه مدل سازی در نرم افزار سالیدورک                      | ۲                       |            |
| ۲                                                                                                                                                                                                     | آماده سازی نقشه جهت پرینت سه بعدی در نرم افزار مربوطه          | ۱                       |            |
| ۳                                                                                                                                                                                                     | پرینت سه بعدی نقشه                                             | ۲                       |            |
| ۴                                                                                                                                                                                                     | قالب گیری مدل پرینت شده و ریخته گری آن از مذاب آلومینیوم       | ۱                       |            |
| ۵                                                                                                                                                                                                     | جدا نمودن سیستم راهگامی از قطعه کار، تمیز کردن آن و تحویل قطعه | ۱                       |            |
| <b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</b><br>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار<br>۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی<br>۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه<br>۴- رعایت دقت و نظم |                                                                |                         |            |
| <b>میانگین نمرات:</b> **                                                                                                                                                                              |                                                                |                         |            |

\* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.  
 \*\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

- ۱ برنامه درسی درس مدل سازی و ماهیچه ها ۱۴۰۳. سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش.
- ۲ دانش فنی تخصصی رشته متالورژی (۱۴۰۲). کد ۲۱۲۵۳۲. سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش. چاپ ششم. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۳ دانش فنی تخصصی رشته ماشین ابزار (۱۴۰۲). کد ۲۱۲۴۱۹. سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش. چاپ ششم. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۴ سلیمی، مراد (۱۳۹۵). تکنولوژی و کارگاه مدل سازی. کد ۴۸۷/۲. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۵ سلیمی، مراد (۱۳۸۲). اصول طراحی مدل ها و قالب های ریخته گری. چاپ دوم. تهران: انتشارات فنی حسینیان.
- ۶ عالی، حجت الله، آجودانی، عسگر و قاضوی، سید محمد کاظم (۱۳۸۳). کارگاه ریخته گری و مدل سازی. چاپ اول، تهران: مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم.
- ۷ سلیمی، مراد (۱۳۹۵). رسم مدل و قالب. کد ۴۸۷/۸. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- ۸ رولر، رولف. ترجمه ولی نژاد، عبدالله (۱۳۷۵). طراحی و ساخت مدل های ریخته گری، چاپ اول. تهران: مؤسسه نشر علوم نوین (مرکز چاپ و نشر کتاب های علمی دانشگاهی)
- ۹ سلیمی، مراد (۱۳۸۸). اصول ساخت مدل های آالدیتی و پلاستوفومی در صنعت ریخته گری. چاپ اول. تهران: انتشارات چرتکه.
- ۱۰ باقری، محمد حسین (۱۳۸۹). مدل سازی و فرایند تولید قطعات. چاپ اول. تهران: انتشارات اریکه.



هنرآموزان محترم، هنجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «[nazar.roshd.ir](http://nazar.roshd.ir)» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی