

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



مدل سازی و ماهیچه‌ها

رشته متالورژی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** مدل‌سازی و ماهیچه‌ها - ۲۱۱۵۳۶
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حسن حامد، ندی دیده‌ور، امیر ریاحی، حسن طیب‌زاده، اسداله عبادی، حسن عبدالله‌زاده و محمد معتمدی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** علیرضا آژمند، حسن جعفری، غلامرضا خلیج، امیر ریاحی، مراد سلیمی، مهدی قربانی و محمدتقی محمدی (اعضای آباد (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - مریم کیوان (طراح جلد) سوروش سعادت‌مندی (صفحه‌آرا) - الهام محبوب (رسام)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- چاپخانه:** تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** وب‌گاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- چاپ اول ۱۴۰۳**
- شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)
- چاپخانه:** تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

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 به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، 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 «قَدِّسَ سِرُّهُ»

۱	پودمان ۱: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی
۴۹	پودمان ۲: ساخت مدل های چوبی
۹۷	پودمان ۳: ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)
۱۳۹	پودمان ۴: ساخت مدل های فلزی
۱۶۵	پودمان ۵: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی
۲۱۹	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 شده است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی مدل‌سازی با استفاده از چاپگرهای 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 در پایه ۱۱ 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 یک یا چند 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. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نیست. 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 می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه هنرجو خود را می‌توانید 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.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است بنابراین توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها را جدی بگیرید. امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنر آموزان گرامی

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 ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی لازم است برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها 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 زیست محیطی 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، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای 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. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل براساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است. کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

پودمان دوم: ساخت مدل‌های چوبی

پودمان سوم: ساخت مدل‌های پلیمری (پلاستیکی)

پودمان چهارم: ساخت مدل‌های فلزی

پودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش



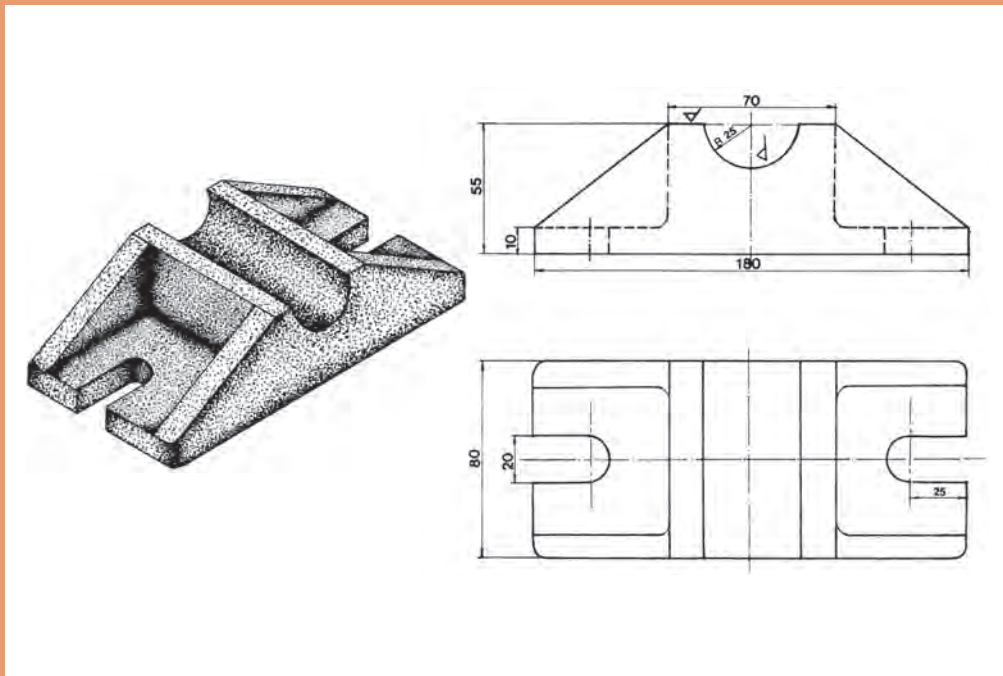
نظر سنجی کتاب درسی





پودمان ۱

تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی



واحد یادگیری ۱

تبدیل نقشه مکانیکی به 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 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

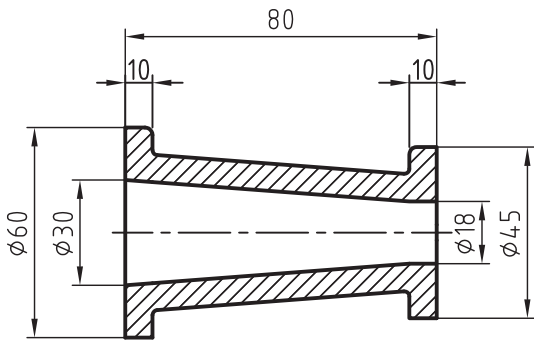
با استفاده از نقشه مکانیکی و لوازم نقشه کشی، نقشه مدل سازی براساس استانداردهای مربوطه تهیه می شود.

پیش نیاز

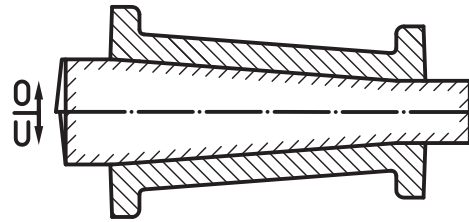
نقشه کشی فنی رایانه ای

نقشه مدل سازی

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

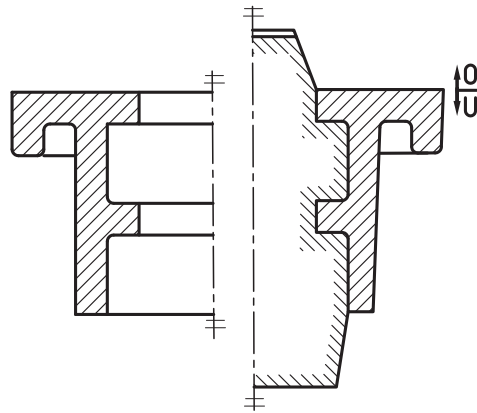


نقشه مکانیکی



نقشه مدل سازی

شکل ۱- الف



نقشه مکانیکی

نقشه مدل سازی

شکل ۱- ب

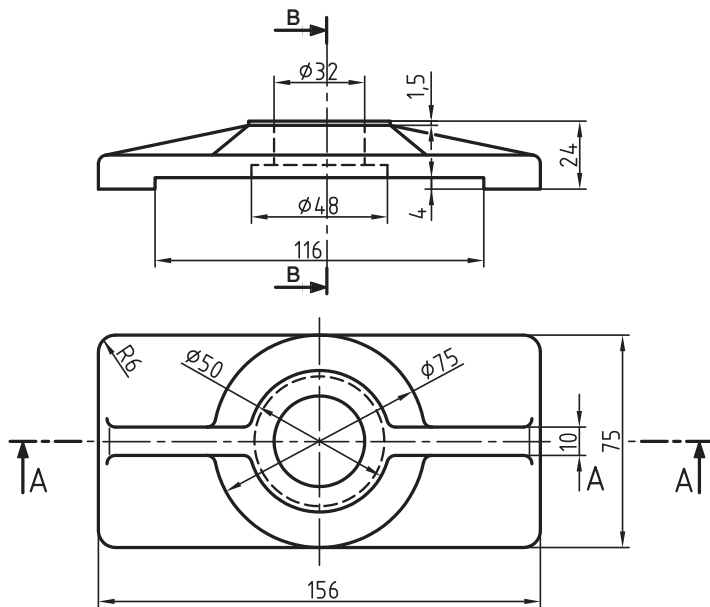
در قطعات پیچیده و خاص در اثر ترسیم تکیه‌گاه‌ها، ماهیچه‌ها، ریشه ماهیچه‌ها و راهنماهای ماهیچه، نقشه مدل سازی، شکل واقعی مدل را نشان نمی‌دهد.

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 ۲ دو نما از نقشه مکانیکی را نشان می دهد.



شکل ۲

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.
- قالب گیری مدل و جعبه ماهیچه به سهولت انجام شود.
- عملیات ماشین کاری 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.

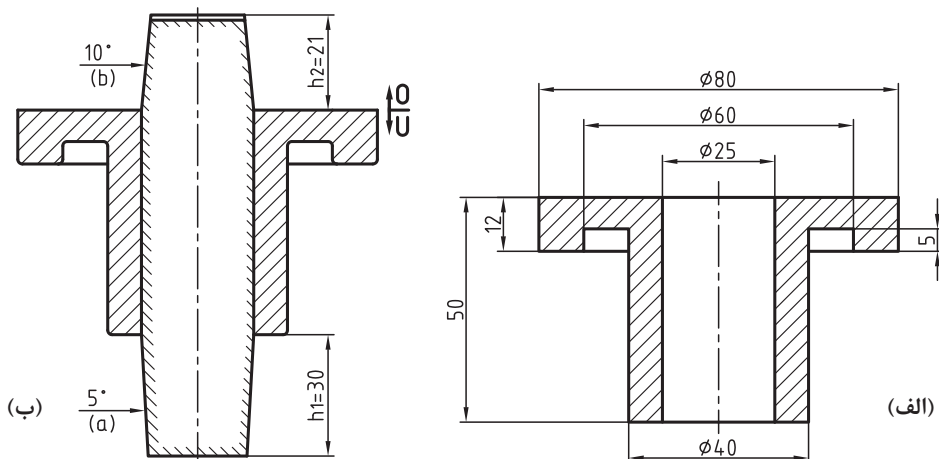
نکته



- ۱ بوش‌ها، فلنچ‌ها، غلتک‌ها، استوانه‌ها و قطعات مشابه برای ایجاد بهترین کیفیت، باید عمودی قالب گیری 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 قالب گیری و با چرخش قالب، به صورت عمودی مذاب ریزی می‌شود.
- ۳ پره‌ها، قیدها و قسمت‌های ظریف و حساس، بهتر است در درجه زیری قالب گیری شوند.

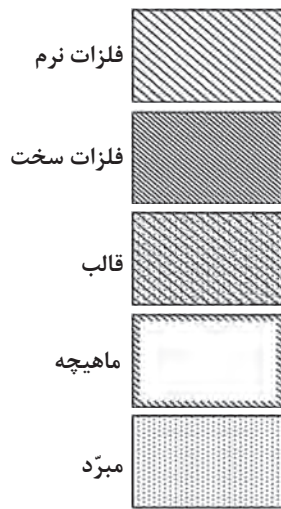
رسم سطح جدایش: سطح جدایش مدل در نقشه مدل سازی و نقشه قالب گیری با پاره خط و نقطه ضخیم یا با خط اصلی ضخیم رسم می‌شود (طول پاره خط‌ها بر حسب ابعاد نقشه بین ۳ تا ۱۵ میلی متر انتخاب می‌شود). هرگاه در نقشه مدل سازی، خط سطح جدایش با خط اصلی نقشه، روی هم منطبق باشند، به جای پاره خط و نقطه، خط اصلی ضخیم رسم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

شکل ۳ نقشه مکانیکی و سطح جدایش افقی و عمودی قطعه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- الف- نقشه مکانیکی و ب- نقشه مدل سازی

استانداردهای ترسیم



شکل ۴

- 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

اضافه تراش (تراش مجاز)

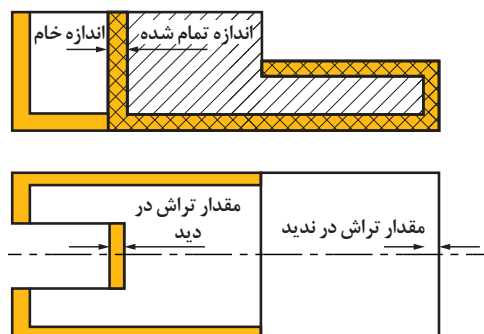
دقت ابعادی و کیفیت سطحی اغلب قطعات ریختگی، پایین است. بنابراین نیازمند عملیات تکمیلی مانند ماشین‌کاری هستند و همچنین به منظور حذف مک‌ها، حفره‌ها و ناخالصی‌های سطحی باید اغلب قطعات ریختگی را براده‌برداری کرد، به همین منظور در محل‌هایی که احتیاج به براده‌برداری است، متناسب با روش براده‌برداری باید اندازه 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 ۵).

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

نکته



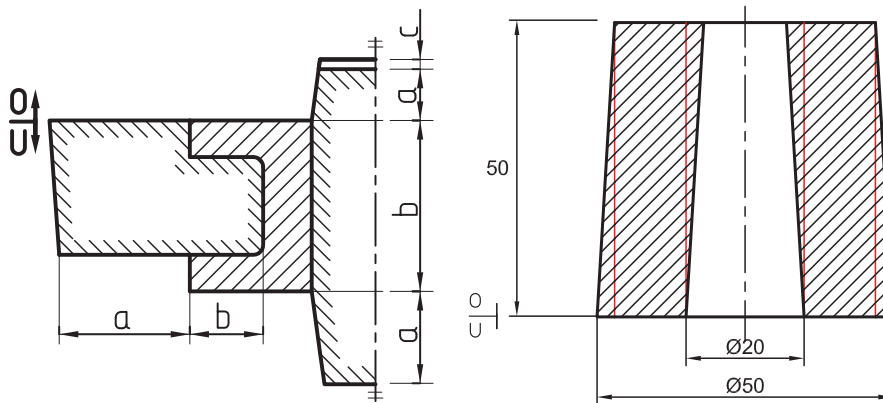
شکل ۵

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 ۶- 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 ۶- ب).

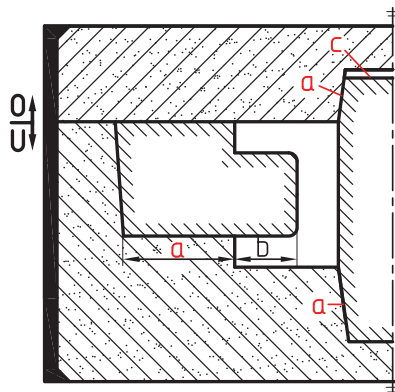


ب) شیب در مدل ماهیچه دار

الف) شیب در مدل ساده

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

شکل ۶

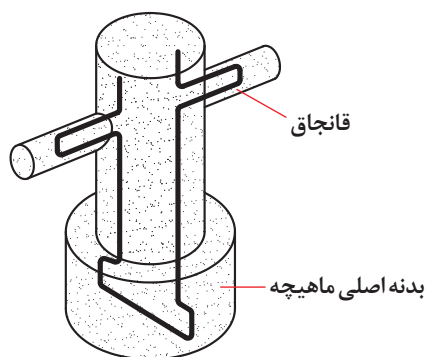
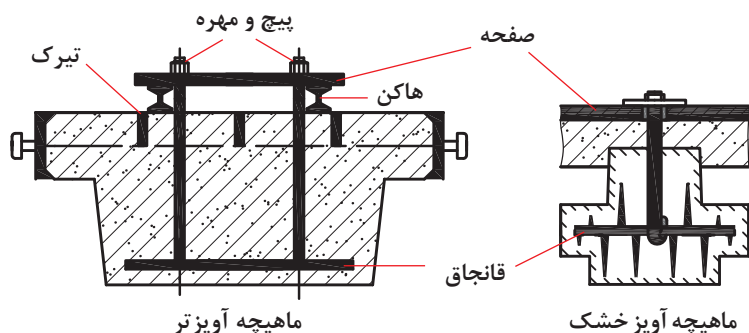


شکل ۷

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 ۶- 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 ۷).

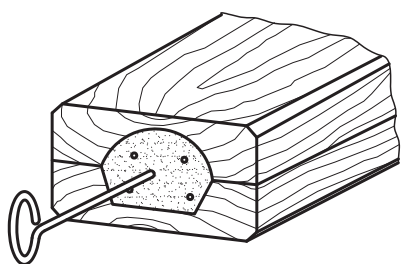
رسم تقویت‌کننده‌ها: برای تقویت ماهیچه‌های بزرگ به‌ویژه ماهیچه‌های آویز و ماهیچه‌های پایه که ماهیچه‌های دیگر روی آن سوار و مونتاژ می‌شوند از وسایل و تقویت‌کننده‌هایی با نام‌های هاکن، قانجاق، صفحه و پیچ و مهره استفاده می‌شود (شکل ۸). همچنین برای تقویت قسمت‌های ضعیف ماهیچه (تضمین اتصال قسمت‌های نازک به بدنه اصلی ماهیچه) نیز از قانجاق استفاده می‌شود.



شکل ۸

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

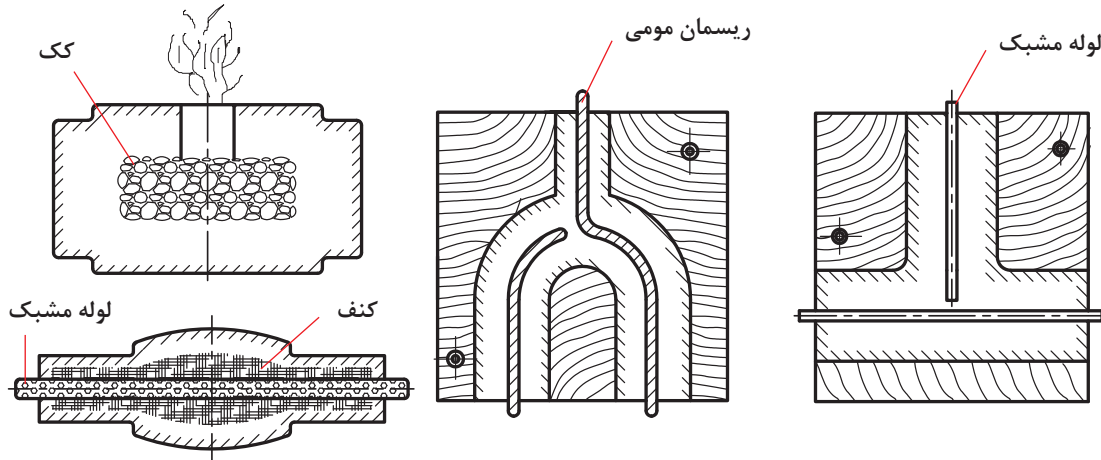
نکته



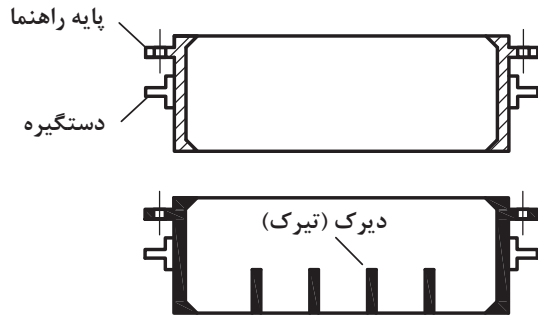
شکل ۹

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 کف 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 ۹).

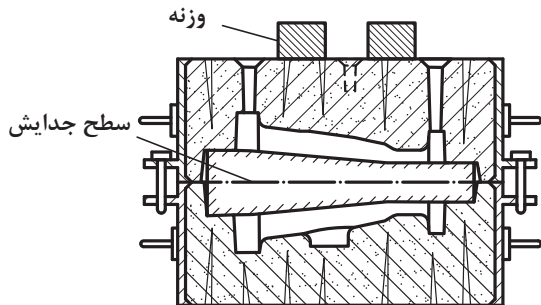
ماهیچه‌هایی که حجم بزرگ‌تری دارند گاز بیشتری تولید می‌کنند لذا برای ایجاد کانال بزرگ‌تر از لوله، ریسمان مومی، کنف و زغال کک در مرکز ماهیچه برای خروج گاز استفاده می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰



شکل ۱۱



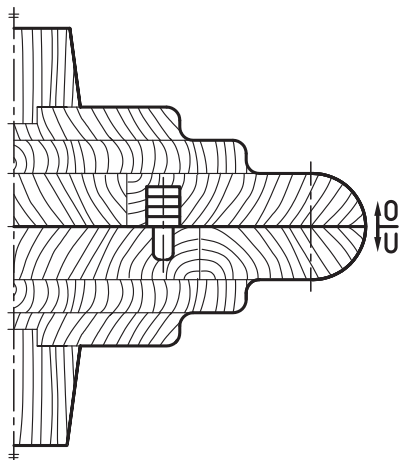
شکل ۱۲

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 در برش با هاشور ۴۵ درجه نشان داده می‌شوند که ضخامت آن را به رنگ سیاه رسم و مشخص می‌کنند. شکل ۱۱ درجه بدون ماسه و شکل ۱۲ 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 می شود.

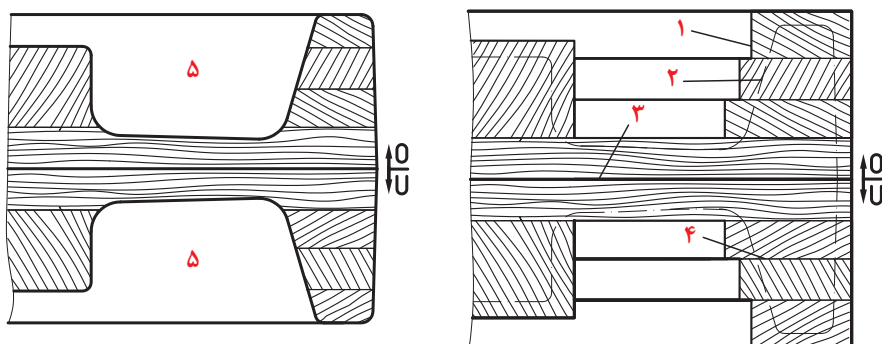
رسم نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه



شکل ۱۳

بعد از رسم نقشه مدل سازی، رسم نقشه ساختمان مدل چوبی انجام می شود. در این نقشه، سطح جدایش مدل و قالب گیری، تعداد قطعات چوب، جهت الیاف چوب، نوع اتصال، ابزار و یراق مخصوص خارج کردن مدل از قالب، جای مبردها و جای پین ها در مقیاس استاندارد رسم می شود. در مواردی که مدل و جعبه ماهیچه به وسیله ماشین تراش و یا ماشین فرز به اتمام می رسد، ابتدا نقشه خام (اولیه) و سپس نقشه پایانی رسم می شود. 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 قالب گیری و متعلقات مدل تعیین و رسم می شود.

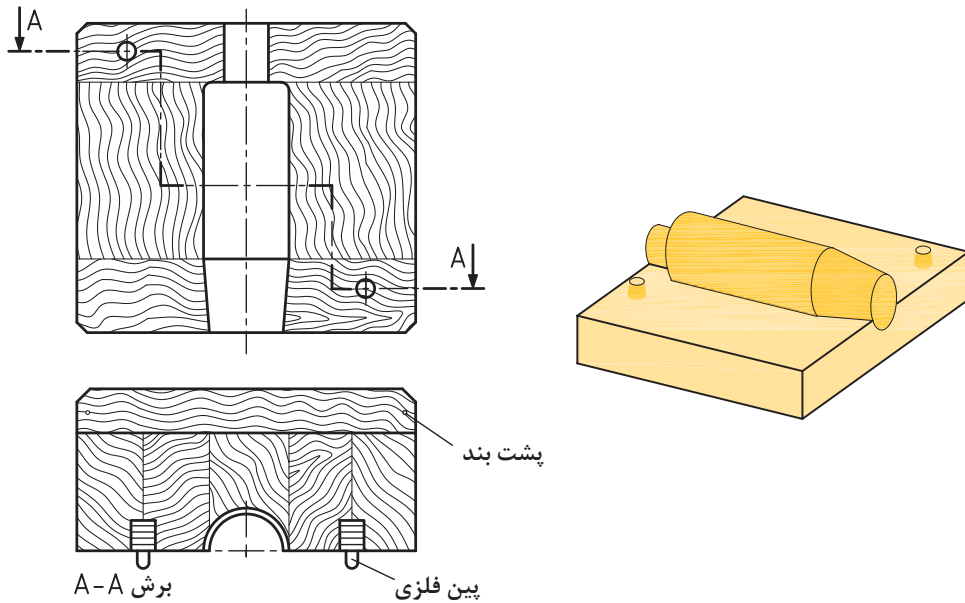
الف) در نقشه خام، مرز چوب چسبانی (مرز اولیه) با خط اصلی و مرز مدل (مرز ثانویه) با خط و نقطه نازک رسم می شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴-۱- مرز خام (اولیه)، ۲- مرز مدل، ۳- سطح جدایش، ۴- درز چوب چسبانی و ۵- نیمه رویی و زیری مدل در برش

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

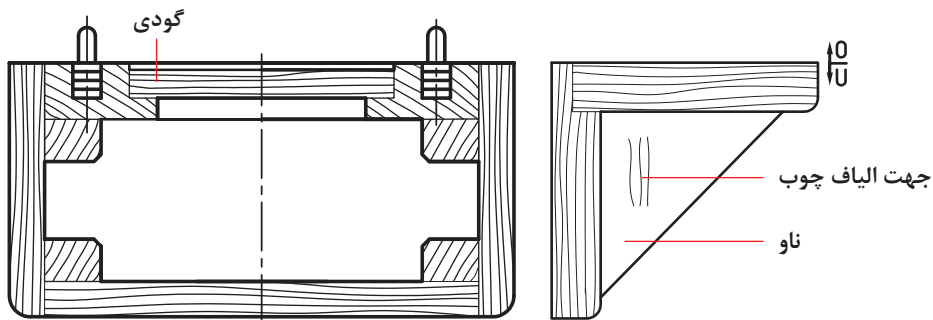
ب) در نقشه ساختمان جعبه ماهیچه، جای پین‌ها و پشت‌بندها نیز تعیین و رسم می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵

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 ۱۶).

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 ۱۶ و ۱۷).



شکل ۱۷

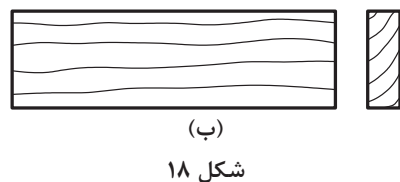
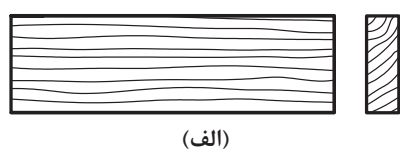
شکل ۱۶

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

استاندارد رسم الیاف چوب مدل سازی: بر اساس استاندارد DIN1511، چوب‌های مدل سازی با علائم نشان داده شده در جدول ۱ دسته بندی می شوند.

جدول ۱- استاندارد چوب‌ها

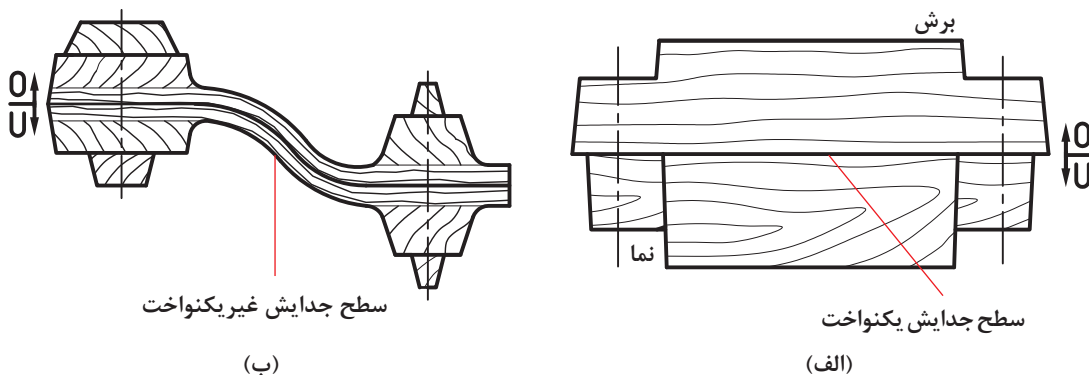
علائم اختصاری	گونه و جنس چوب
H1a	چوب فشرده و سخت (چوب صنعتی): کاربرد آن در مدل‌های ماشینی است (مدل‌هایی که با ماشین فرز کپی یا CNC ساخته می‌شوند).
H1	چوب سخت مانند افرا، گلابی، گردو و گیلان: کاربرد آن در مدل‌های کوچک است.
H2	چوب نیمه سخت مانند توسکا، نمدار، کاج و سرو: کاربرد آن در مدل‌های متوسط است.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



شکل ۱۸- الف هاشور سر چوب و راه چوب در چوب‌های فشرده و سخت و شکل ۱۸- ب هاشور سر چوب و راه چوب در چوب‌های نرم با الیاف باز را نشان می‌دهد.

رسم سطح جدایش در نقشه ساختمان مدل و جعبه ماهیچه

این رسم هم در نما و هم در برش با خط اصلی (پُر) انجام می‌شود. سطح جدایش مدل و جعبه ماهیچه معمولاً به دو شکل یکنواخت (مستقیم) (شکل ۱۹- الف) و غیریکنواخت (شکسته) (شکل ۱۹- ب) رسم می‌شود.



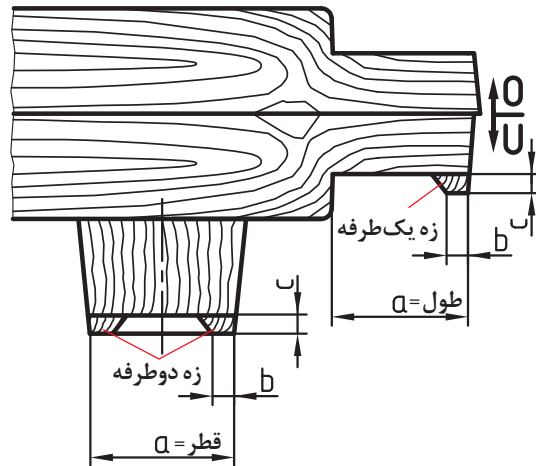
شکل ۱۹

رسم زه ریزش ماسه در نقشه ساختمان مدل

ابعاد زه ریزش ماسه از جدول استاندارد (جدول ۲) تعیین می شود و سپس به نقشه ساختمان مدل منتقل و رسم می شود (شکل ۲۰). 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 ۲ به دست آورد. مقطع زه ریزش ماسه در ساختمان مدل چوبی با هاشور ۴۵ درجه (سر چوب) رسم می شود (شکل ۲۰).

جدول ۲

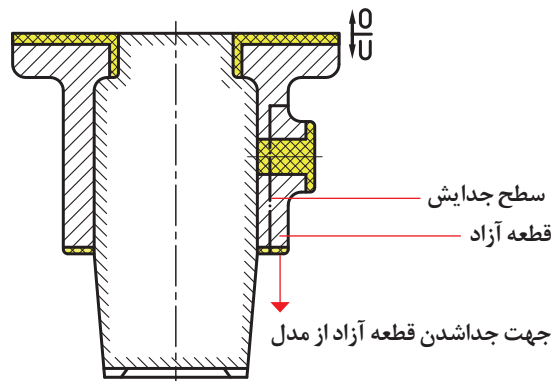
b	c	b	c	پهنای تکیه گاه a =
۶	۳	۸	۴	تا ۵۰ میلی متر
۱۱	۵	۱۴	۷	تا ۱۰۰ میلی متر
۱۸	۷	۲۲	۱۰	تا ۲۰۰ میلی متر



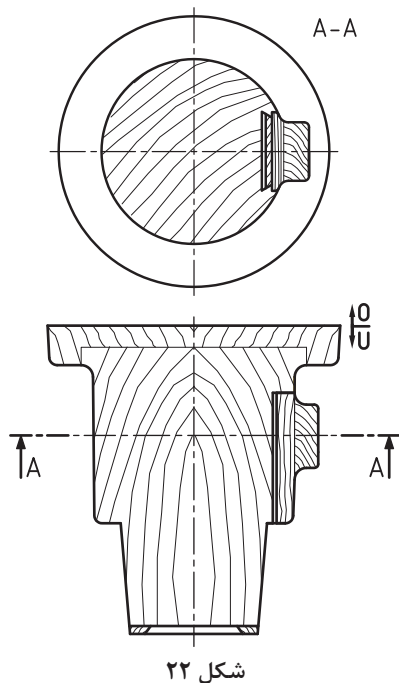
شکل ۲۰

رسم قطعه آزاد مدل: در مواردی که تعداد کمی قطعه ریختگی مورد نیاز باشد برای حذف ماهیچه های جانبی، زائده های جانبی موجود در قطعه را به شکل 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، به شکل ۴۵ درجه و هم جهت با آن رسم می شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۱



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 ۲۲). ضمناً در ساختمان مدل‌های فلزی، هاشور قطعه آزاد، برعکس هاشور بدنه اصلی مدل است.

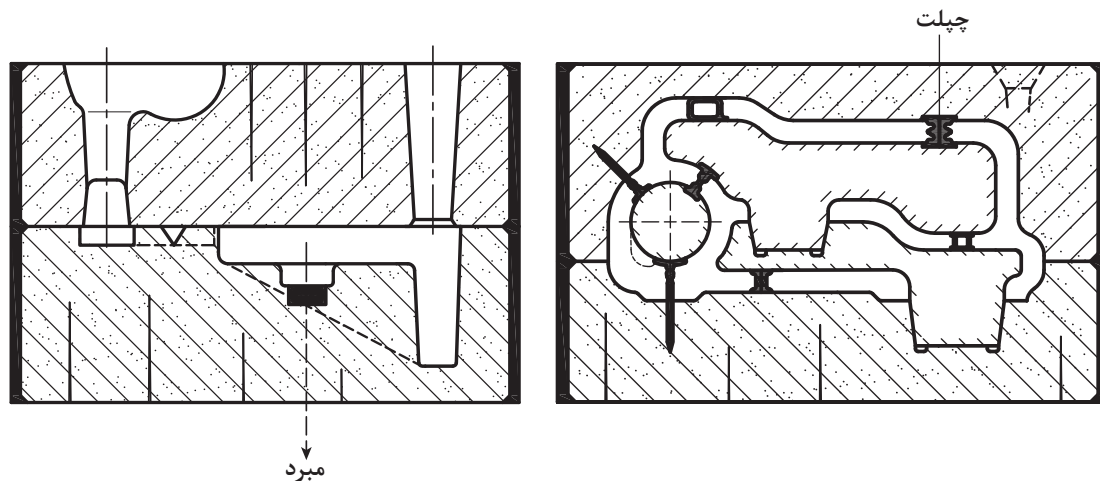
رسم نقشه قالب گیری

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

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

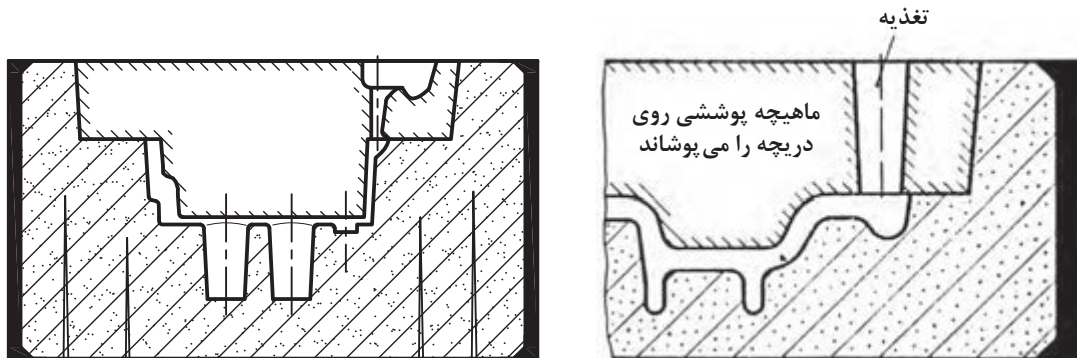
■ هاشورهای قالب رویی در جهت عکس هاشورهای قالب‌زیری به‌طور ۴۵ درجه و با خط پر و نازک رسم می‌شوند. فضای خالی بین هاشورها با نقطه‌های سیاه بی‌شمار پر می‌گردد. ضخامت درجه و پایه‌های آن و میز به رنگ سیاه رسم می‌شود.

■ چپلت‌های داخل قالب، پس از ترسیم با رنگ سیاه پر می‌شود (شکل ۲۳).

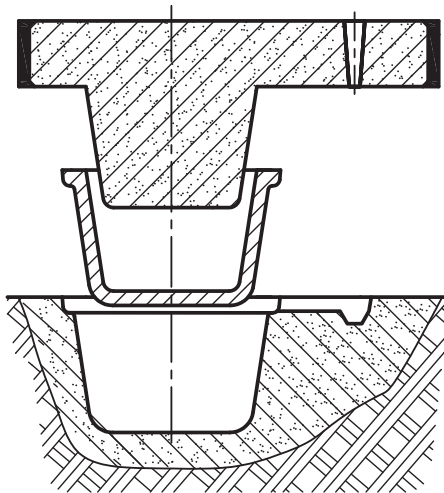


شکل ۲۳

- 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 ۲۴).
- خط جدایش، قبل از محفظه قالب به صورت خط اصلی، در داخل ماهیچه ها به صورت خط و نقطه ضخیم و در محفظه قالب به صورت خط اصلی رسم می شوند (شکل ۱۲).



شکل ۲۴



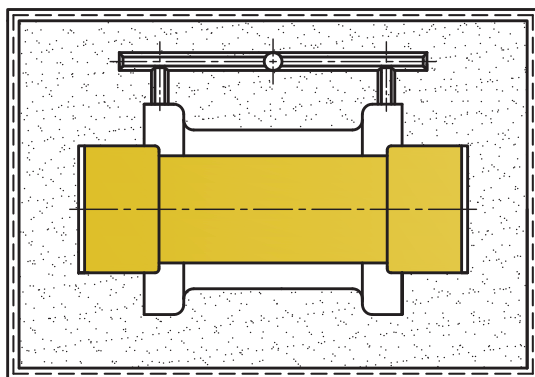
شکل ۲۵

- مراحل قالب گیری زمینی رو بسته همراه با مدل و ماهیچه سرخود مانند شکل ۲۵ رسم می شود.

۲- رسم نقشه قالب گیری در نما: در این نقشه، محفظه قالب، چپلت، مبرّد، قانجاق، سیستم های راهگامی، 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.

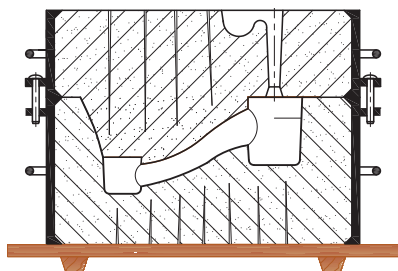
- سطح قالب: دانه های ماسه با نقطه های سیاه بی شمار سطح قالب را می پوشانند.
- سطح ماهیچه: با نقطه های کم رنگ بی شمار و فاصله دار پوشانیده می شود.

- 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 ۲۶).
- محفظه قالب: سفید نمایش داده می شود.



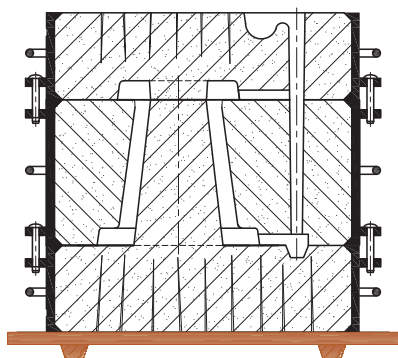
شکل ۲۶

۳- رسم نقشه قالب گیری دو درجه‌ای 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 می‌شود (شکل ۲۷).



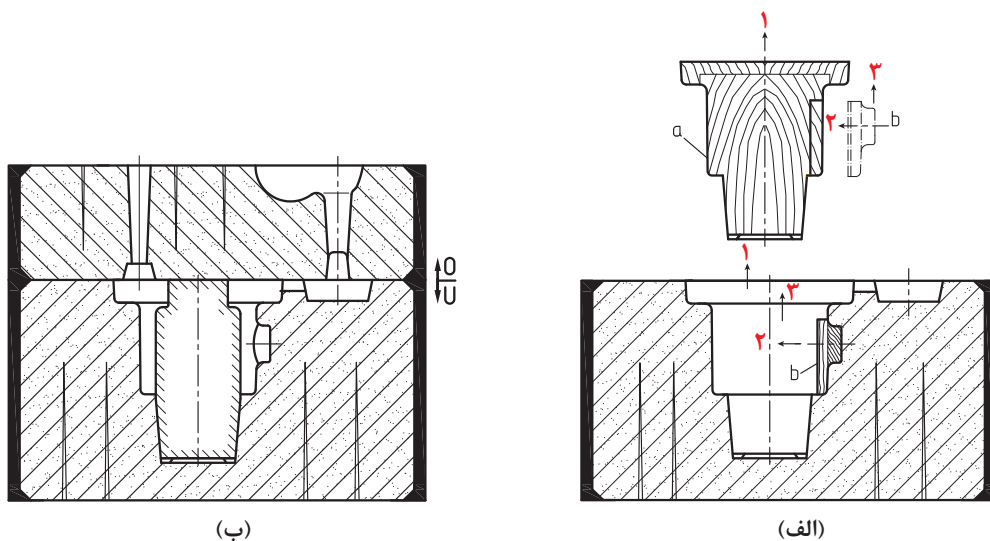
شکل ۲۷

۴- رسم نقشه قالب گیری سه درجه‌ای: در این نقشه، سطح جدایش قالب‌ها با خط پر و ضخیم و سطح جدایش مدل با پاره خط و نقطه ضخیم رسم می‌شود (شکل ۲۸).



شکل ۲۸

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 می‌شود (شکل ۲۹).



(ب)

(الف)

شکل ۲۹- 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 ریخته‌گری

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.

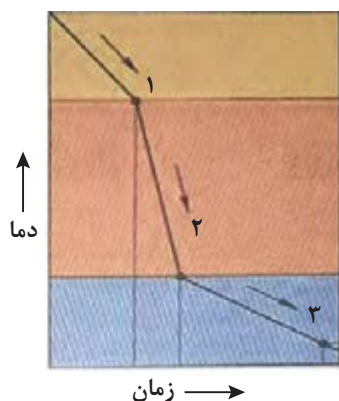
برای ساخت مدل، ابعاد آن بزرگ تر در نظر گرفته شده که اضافات مدل سازی نامیده می شود و شامل اضافه مجاز انقباض، اضافه مجاز ماشین کاری و اضافه مجاز شیب مدل است:

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 ۳۰):

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 راهگامی 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.



۱- فاز مایع:

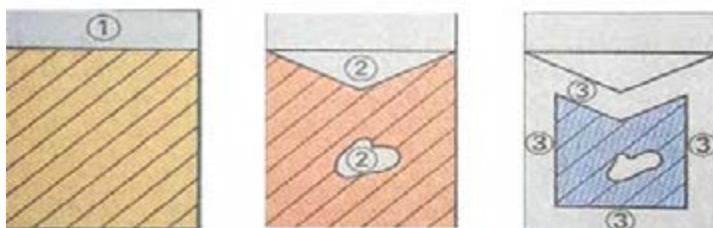
از درجه حرارت فوق ذوب تا درجه حرارت شروع انجماد

۲- فاز مایع و جامد:

در فاز مایع و جامد، کاهش حجم در تمام ابعاد قطعه رخ می دهد.

۳- فاز جامد:

پایان انجماد کامل یعنی کاهش درجه حرارت از نقطه ذوب فلز تا سرد شدن کامل آن که باعث کوچک شدن ابعاد قطعه ریختگی می شود.



شکل ۳۰- نمودار دما - زمان و تصاویر شماتیکی انقباض ها در سه مرحله

مهم‌ترین عوامل مؤثر در مقدار انقباض عبارت‌اند 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 ۳ تعیین می‌شود.

جدول ۳- درصد انقباض تئوری و عملی فلزات در قالب‌های 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 منگن‌دار	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

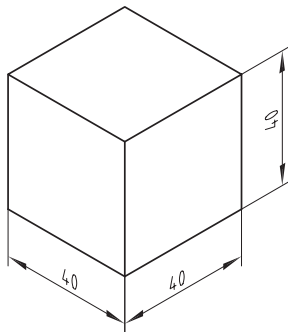
پس از تعیین مقدار انقباض، ابعاد مدل از رابطه ۱ (رابطه دقیق) محاسبه می شود:

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

در این رابطه:
 LM: اندازه مدل
 LG: اندازه قطعه
 S: درصد انقباض

این رابطه برای مدل های مورد استفاده در قالب گیری ماشینی به کار می رود.
 برای مدل های چوبی مورد استفاده در قالب گیری دستی، رابطه ۲ (رابطه تقریبی) مناسب است.

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



شکل ۳۱

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه مکعبی (شکل ۳۱) به ضلع ۴۰ میلی متر برابر ۱/۲۵ درصد باشد، اندازه های اولیه مدل برای قالب گیری 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 می نویسیم.

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

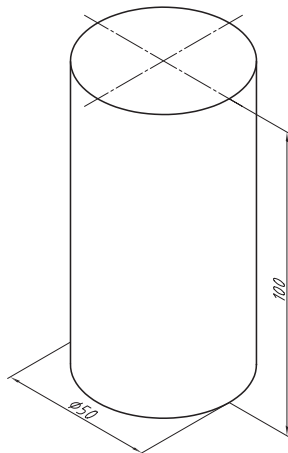
سپس اندازه مدل را محاسبه می کنیم.

درصد انقباض $S = 1/25$

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

$$LG = 40 \text{ mm} \rightarrow LM = \frac{LG \times S}{100} + LG = \frac{40 \times 1/25}{100} + 40 = 40/5 \text{ mm}$$

اندازه اولیه مدل



شکل ۳۲

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه استوانه ای (شکل ۳۲) به قطر ۵۰ میلی متر و ارتفاع ۱۰۰ میلی متر برابر ۱/۱ درصد باشد اندازه های اولیه مدل برای قالب گیری 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.

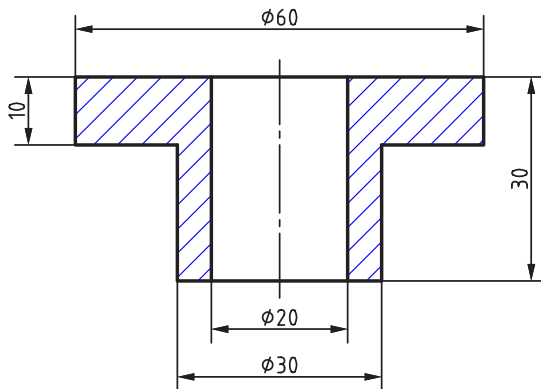
$$LM = \frac{LG \times S}{100} + LG$$

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

$S = 1/1$ درصد انقباض

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

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



شکل ۳۳

مثال: اگر مقدار انقباض قطعه (شکل ۳۳) برابر $1/2$ 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.

$S = 1/2$ 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.

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

نکته

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



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 ریخته گری شود درصد انقباض کل برای ساختن مدل چوبی چقدر است؟

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

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

فعالیت های زیر را به صورت گروه های 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

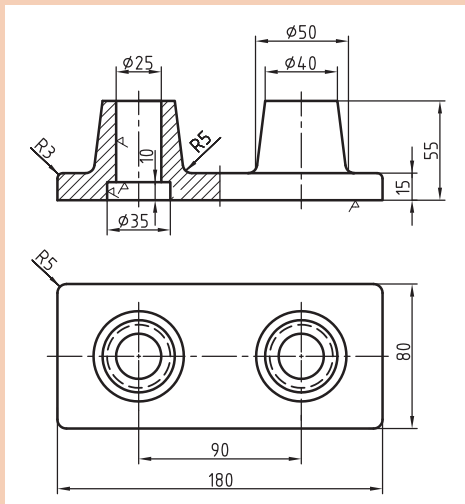


فعالیت کارگاهی
۱



محاسبه درصد انقباض مدل از روی نقشه مکانیکی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

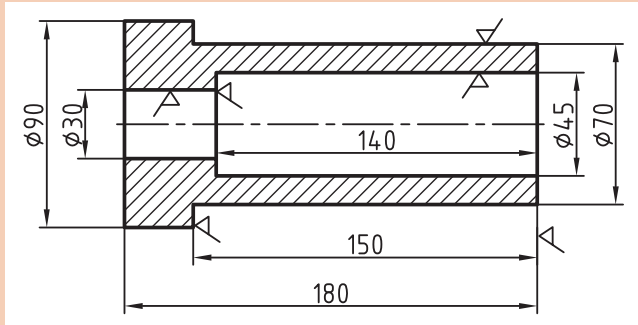
مراحل انجام کار:

- 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:

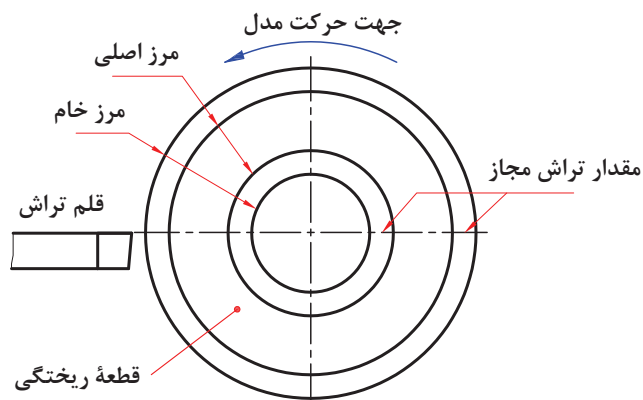
- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی و سپس تبدیل آن به مدل آلومینیومی جهت تولید قطعات چدنی با استفاده از جدول شماره ۳
- 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 ریخته‌گری قطعه، کارهایی نظیر تمیزکاری، سنگ‌کاری، تراش‌کاری، فرزکاری و سوراخ‌کاری روی آن انجام می‌شود، بنابراین باید روی این‌گونه قطعات، محل تراش‌کاری، سوراخ‌کاری 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 ۳۴).



شکل ۳۴

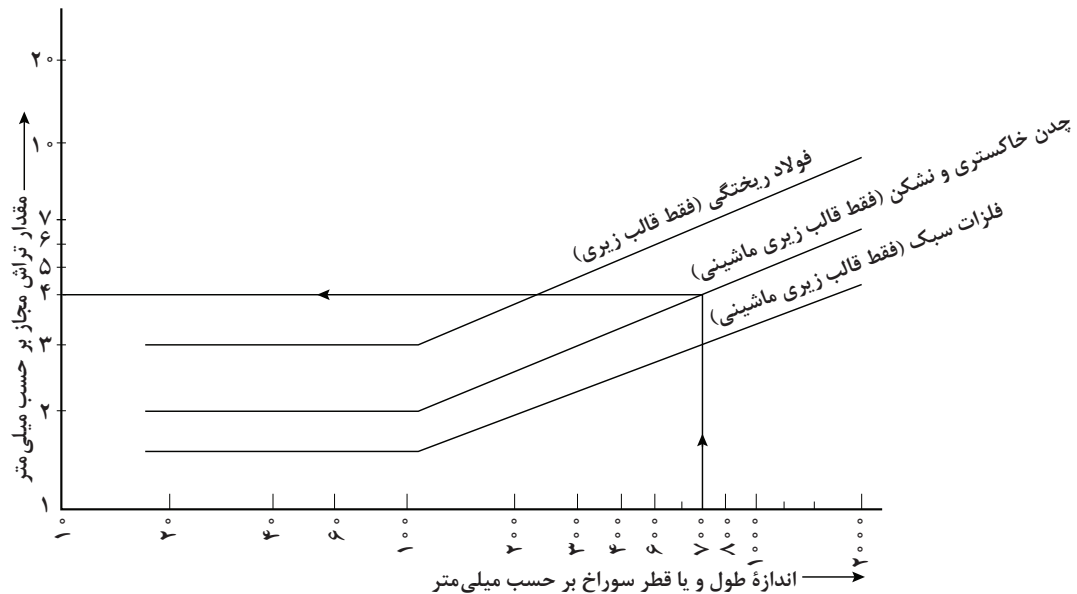


شکل ۳۵

کم کردن مقدار تراش بستگی به جنس قطعه و روش‌های قالب‌گیری و ریختگی نیز دارد. به عنوان مثال قطعاتی که به روش ریختگی دقیق و ریختگی تحت فشار تولید می‌شوند، تراش کاری کمتری لازم دارند و حداقل مقدار تراش برای آنها در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳۵).

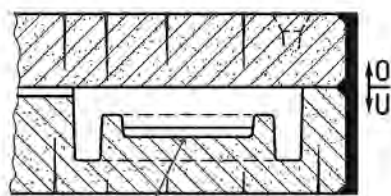
مقدار تراش مجاز به عوامل زیر بستگی دارد:

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 می‌رود. 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 می‌دهد.



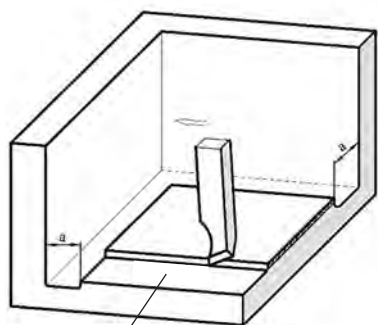
نمودار ۱- مقدار تراش مجاز برحسب نوع جنس و اندازه طول و یا قطر سوراخ قطعه

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



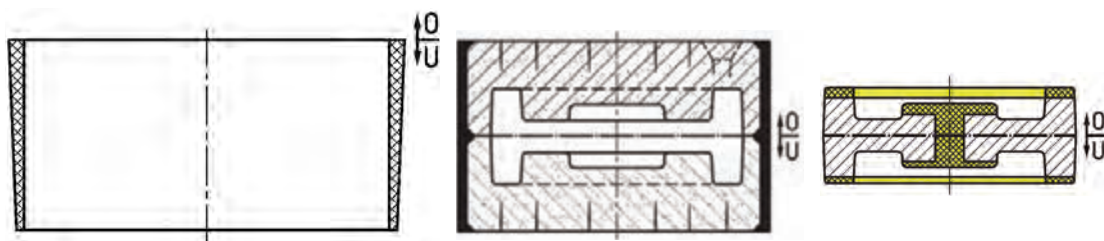
شکل ۳۶
سطح حساس

۲- محل تراش: در هنگام ریختگی ابتدا فلز مذاب وارد قسمت‌های زیری قالب، و سپس سایر قسمت‌های دیگر آن شده و قالب پر می‌شود. این امر باعث می‌شود مذاب همراه با اجسام سبک و سرباره‌ها در بالاترین نقطه قالب قرار گیرد. بنابراین محل‌های حساس قطعه، که بعد از ماشین‌کاری باید از کیفیت سطحی خوبی برخوردار باشند، در حد امکان در قالب زیری قرار داده شوند (شکل ۳۶). مقدار تراش مجاز برای سطوح پایینی قالب در حد استاندارد و برای سطوح بالا $1/5$ تا 2 برابر استاندارد است (شکل ۳۷).



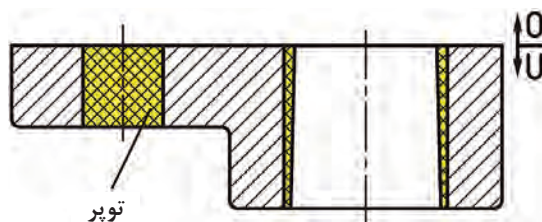
شکل ۳۷
سطح حساس

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 ۳۸).



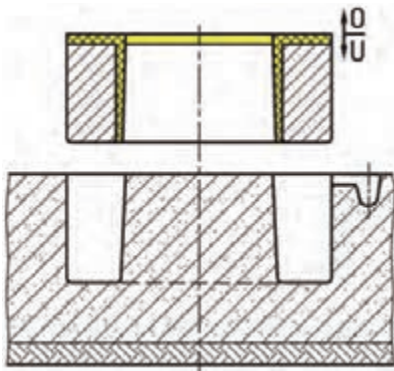
شکل ۳۸

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 ۳۹).



شکل ۳۹

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی



شکل ۴۰

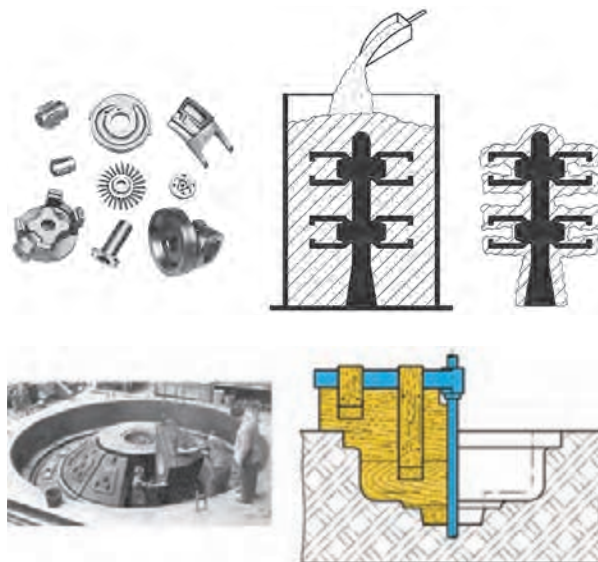
مقدار تراش مجاز برای قطعاتی که روباز ریختگی می شوند و قطعاتی که به روش زمینی و شابلونی قالب گیری می شوند خیلی بیشتر است (شکل ۴۰).

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 مهندسين و کارشناسان مورد بررسی قرار می گیرد.

نکته



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 $0/3$ تا $1/5$ 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 ۴۱).



شکل ۴۱

علاوه بر مطالب گفته شده، از جدول استاندارد ۴ نیز برای تعیین مقدار تراش مجاز استفاده می‌شود.

جدول ۴- مقدار استاندارد تراش مجاز در آلیاژهای مختلف بر حسب میلی‌متر

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
فلزات غیرآهنی	۱۰-۷۵	۱/۵	۱/۵	۲
	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 ۴، 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 ۵، جدول استاندارد تراش مجاز در سوراخ‌ها را برحسب میلی‌متر در شعاع ارائه کرده است.

جدول ۵- مقدار استاندارد تراش مجاز در سوراخ‌ها برحسب میلی‌متر در شعاع

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

به‌طور مثال برای سوراخی با قطر ۱۲۰ میلی‌متر و طول ۴۰۰ میلی‌متر، قطر ۱۲۰ در ستون قطرها بین ۱۰۵-۱۸۰ 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.

۱ چنانچه سوراخی در قطعه دارای چند قطر باشد برای محاسبه اضافه تراش، قطر متوسط در نظر گرفته می‌شود.

۲ 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.

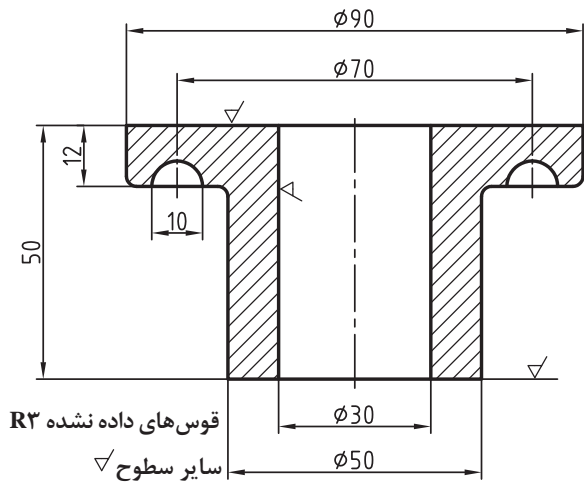
نکته



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

سطوح زبری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
۱/۵	۲	۲/۵

حل: برای حل این مسئله با مراجعه به جدول ۴ و با توجه به اینکه در گروه فلزات غیرآهنی قرار دارد و اندازه قطعه (۱۸۰ میلی‌متر) بین ۷۵-۲۰۰ میلی‌متر است، پس مقدار تراش مجاز طبق جدول روبه‌رو است.

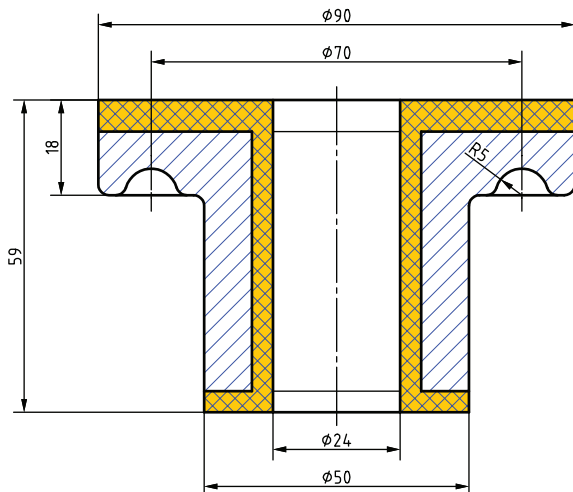


شکل ۴۲- نقشه فنی قطعه

مثال: میزان اضافه تراش مجاز برای سطوح مختلف قطعه (شکل ۴۲) را تعیین نمایید و آن را روی شکل رسم کنید؛ در صورتی که قطعه از جنس فولاد باشد.

سطوح زیری	سطوح داخلی و جانبی	سطوح رویی
۳	۳	۶

حل: بزرگ‌ترین اندازه قطعه ۹۰ میلی‌متر و قطعه از جنس فولاد است. طبق جدول ۴ میزان اضافه مجاز تراش برای سطوح مختلف قطعه به قرار روبه‌رو است.



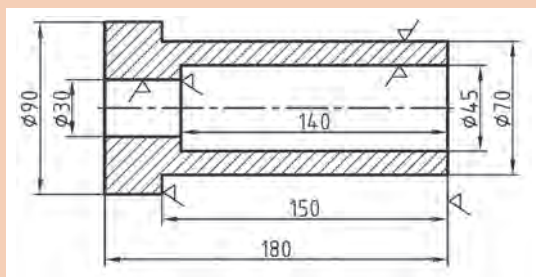
شکل ۴۳

برای محاسبه مقدار تراش سوراخ قطعه فوق از جدول ۵ 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.



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

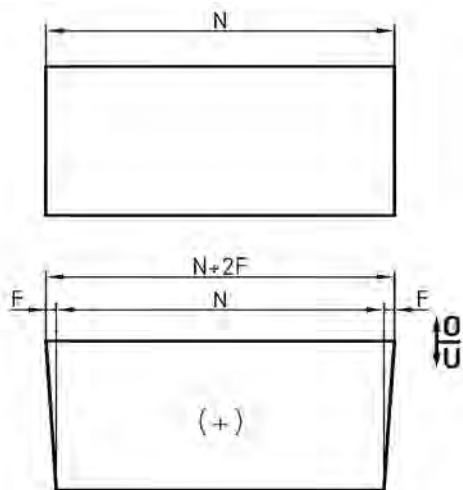
طراحی مدل باید طوری باشد که مدل به سهولت از قالب خارج شود، بنابراین هنگام ساخت مدل های یک تکه تا چند تکه دیواره های عمودی آن را شیب می دهند. مدل یک تکه را یک پارچه و مدل چند تکه را چند پارچه نیز می گویند.

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^۱ 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 ۱/۵ در مقدار شیب

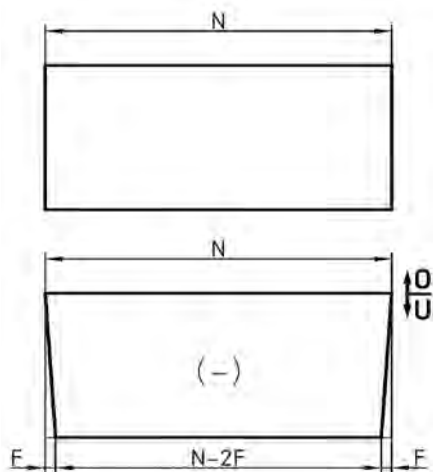
استاندارد به دست می آید. اگر قالب از روی مدل جدا شود یعنی شیب مربوط به تکه بالایی مدل باشد مقدار شیب قسمت‌های خارجی مدل از ضرب عدد $1/5$ در مقدار شیب استاندارد به دست می آید (یعنی شیب خارجی درجه بالایی برابر شیب داخلی درجه زیری است) و شیب داخلی تکه بالایی مدل از ضرب دو بار عدد $1/5$ در مقدار شیب استاندارد به دست می آید.

انواع شیب



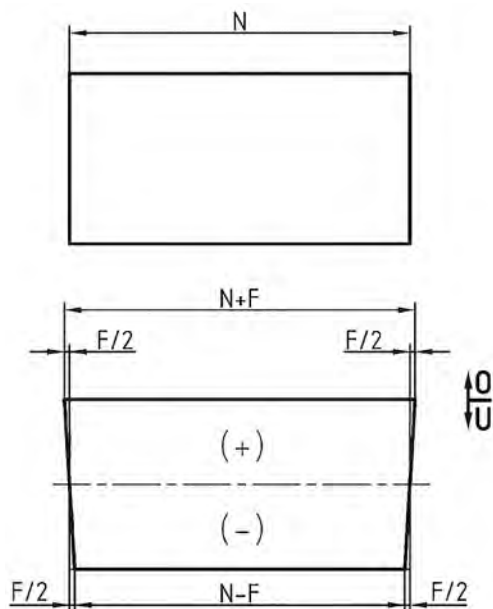
شکل ۴۴

همان‌طور که قبلاً بیان شد؛ شیب مجاز به سه روش اضافی $(+)$ ، نقصانی $(-)$ و میانی یا متوسط (\pm) رسم می‌شود. 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 می‌یابد (شکل ۴۴).



شکل ۴۵

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 می‌یابد (شکل ۴۵).



شکل ۴۶

شیب میانی یا متوسط: مقدار شیب، هم به اندازه اسمی قطعه اضافه می شود و هم از آن کسر می شود، 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 قالب گیری و هم مقدار شیب به دو قسمت مساوی تقسیم و سپس رسم می شوند (شکل ۴۶).

کاربرد انواع شیب

- ۱ برای قسمت هایی که اضافه تراش در نظر گرفته شده است کیفیت بالایی لازم است بنابراین بهتر است برای این قسمت ها شیب را اضافه در نظر گرفت و با در نظر گرفتن مقدار تراش، مقدار شیب را به یکی از روش های گفته شده، روی مدل اجرا کرد.
- ۲ در قالب گیری های خشن به ویژه قالب های بزرگ زمینی و استفاده از درجه های بزرگ فلزی، به علت بزرگ بودن قطعه، مقدار تراش بیشتری روی مدل اضافه می شود.
- در قالب گیری های ماشینی و سایر روش های قالب گیری مانند قالب گیری سرامیکی و ریختگی دقیق، قالب گیری CO_2 و قالب گیری پوسته ای می توان مقدار اضافه تراش را کاهش داد.
- ۳ اگر روی مدلی، پره های نازک وجود داشته باشد، بهتر است برای افزایش استحکام و عمر مدل، شیب پره ها را اضافه گرفت. اگر نوع شیب باعث تغییر شکل قطعه شود می توان نوع شیب را میانی در نظر گرفت و یا پره ها را با ماهیچه تولید کرد.
- ۴ برای درپوش ها، پوسته ها، 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 وقت گیر است. مناسب ترین راه مراجعه به جدول استاندارد شیب ها (جدول ۶) است.

جدول ۶- 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 و ۳۰'	۳۲۰-۵۰۰	۳
۳۰-۵۰	۱	۵۰۰-۸۰۰	۴/۵
۵۰-۸۰	۴۵'	۸۰۰-۱۲۰۰	۷
۸۰-۱۸۰	۳۰'	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 ۶ تعیین می‌شود. با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی متر محاسبه می‌گردد.

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

F_s : 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.

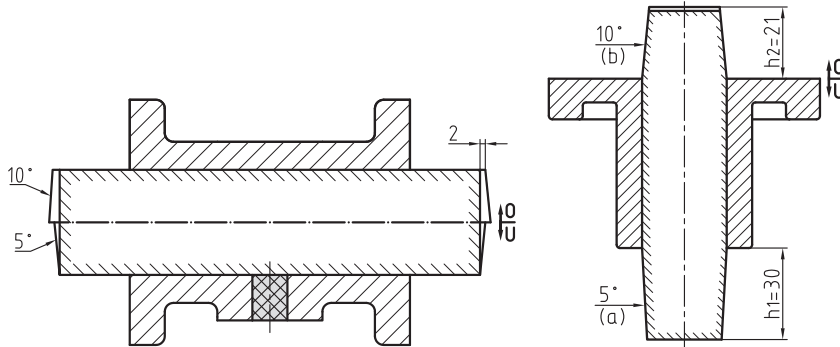
شیب مدل بر حسب درصد ارتفاع مدل نیز محاسبه می‌شود (جدول ۷).

جدول ۷- شیب بر حسب درصد

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

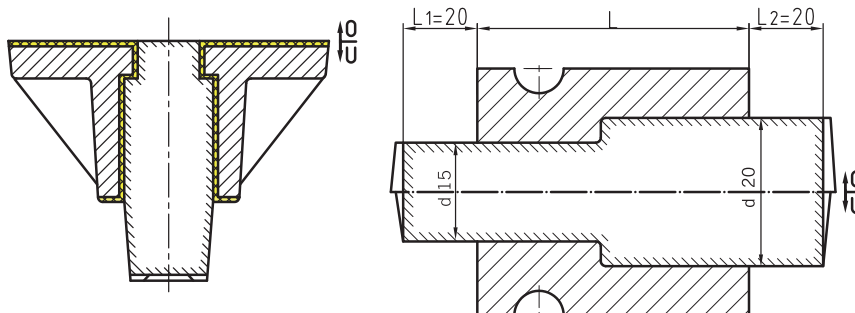
تعیین طول / ارتفاع و شیب تکیه‌گاه‌های مدل

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 ۴۷ نمونه‌ای از تکیه‌گاه‌های افقی و عمودی را نشان می‌دهد.

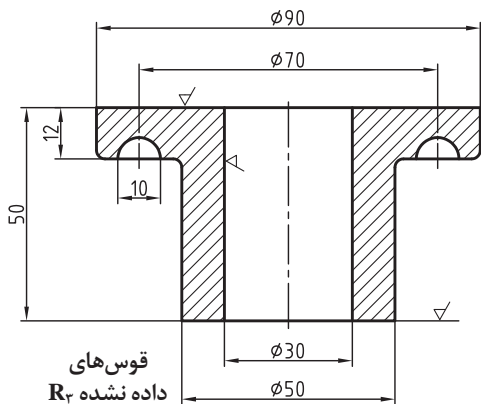


شکل ۴۷

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 ۴۸).



شکل ۴۸



شکل ۴۹- نقشه فنی قطعه

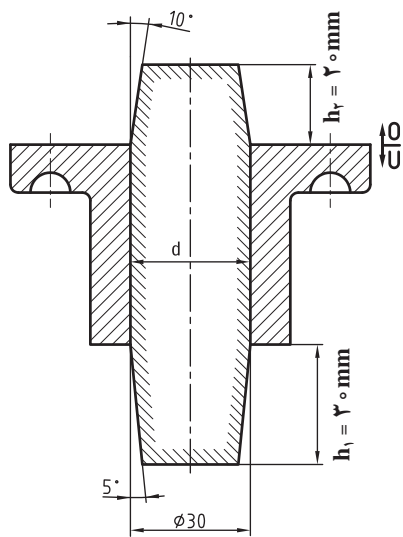
مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی در شکل ۴۹ را براساس **DIN1511** تعیین کنید.

حل: ارتفاع تکیه‌گاه 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 می‌رسد. ارتفاع تکیه‌گاه رویی (برابر قطر ماهیچه تعیین شده که زیاد به نظر می‌رسد و $\frac{2}{3}$ قطر ماهیچه کافی است. بنابراین داریم:

$$h_r = d = 30 \Rightarrow \text{ارتفاع تکیه‌گاه زیری} = 1 \times 30 \text{ mm}$$

$$h_r = d = 30 \Rightarrow \text{ارتفاع تکیه‌گاه رویی} = \frac{2}{3} \times 30 \text{ mm}$$

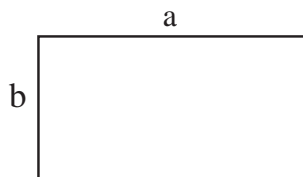
$$h_r = 20 \text{ mm}$$



بنابراین ارتفاع تکیه‌گاه زیری و رویی را به نقشه انتقال می‌دهیم (شکل ۵۰).

شکل ۵۰- نقشه مدل سازی قطعه

در مواقعی که مقطع ماهیچه، دایره‌ای شکل نیست برای تعیین خط فرضی و استفاده از آن در جدول از نصف محیط مقطع ماهیچه استفاده می‌شود. 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 ۸ و ۹ استفاده می‌شود.

جدول ۸- ارتفاع تکیه‌گاه زیری در ماهیچه عمودی

ارتفاع تکیه‌گاه زیری بر حسب میلی‌متر = h_1										قطر ماهیچه = D	ارتفاع ماهیچه = h
بیش از ۲۵۰۰	۱۶۰۱	۱۰۰۱	۶۵۱	۴۰۱	۲۵۱	۱۶۱	۱۰۱	۵۱	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 تکیه‌گاه زیری ماهیچه در نظر گرفته می‌شود.

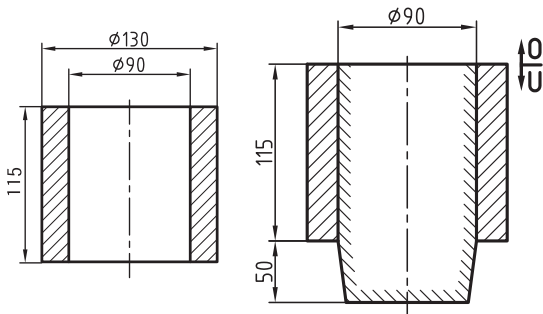
نکته



مثال: ارتفاع تکیه‌گاه زیری (شکل ۵۱) را با استفاده

از جدول ۸ محاسبه کنید.

حل: با توجه به اینکه ارتفاع ماهیچه ۱۱۵ میلی‌متر و قطر ماهیچه ۹۰ میلی‌متر است، با مراجعه به جدول ۸ 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 نشان‌دهنده ارتفاع تکیه‌گاه زیری است (شکل ۵۲).



شکل ۵۱

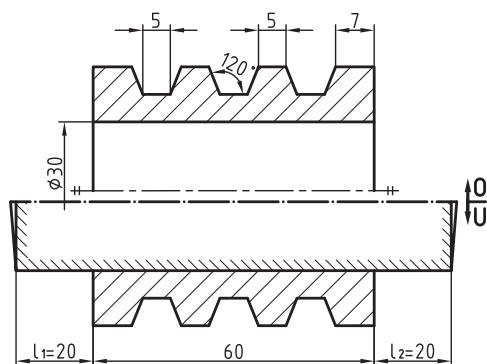
شکل ۵۲

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

برای تعیین طول تکیه گاه افقی، از جدول ۹ استفاده می‌شود.

جدول ۹- تعیین طول تکیه گاه‌های افقی بر حسب میلی متر

طول تکیه گاه = $I_1 = I_2$											طول ماهیچه = L $D = \frac{D+d}{2}$
بیش از ۳۰۰۰	۲۵۰۱ ۳۰۰۰	۲۰۰۱ ۲۵۰۰	۱۵۰۱ ۲۰۰۰	۱۰۰۱ ۱۵۰۰	۷۵۱ ۱۰۰۰	۵۰۱ ۷۵۰	۳۰۱ ۵۰۰	۱۵۱ ۳۰۰	۵۰ ۱۵۰	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 ۵۳

مثال: طول تکیه گاه‌های شکل ۵۳ را با استفاده از جدول ۹ تعیین کنید.

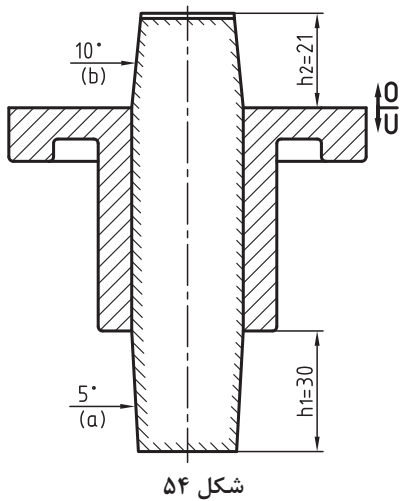
حل: در ماهیچه‌های افقی با تکیه گاه‌های دوطرفه، طول ریشه‌های ماهیچه با هم برابر است. بنابراین با توجه به اینکه در شکل ۵۳ طول جان ماهیچه ۶۰ میلی متر و قطر ماهیچه ۳۰ میلی متر است، با استفاده از جدول ۹ داریم:

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

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

نکته





شکل ۵۴

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:

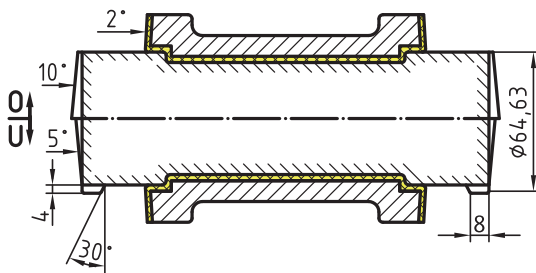
ریشه ماهیچه زیری: برای اینکه ریشه ماهیچه به راحتی در قالب قرار گیرد و تکیه‌گاه مدل نیز به آسانی از قالب جدا شود. تکیه‌گاه زیری را شیب می‌دهند که مقدار آن برای تکیه‌گاه زیری تا ۷۰ میلی‌متر، ۵ درجه و از ۷۰ میلی‌متر به بالا، ۳ درجه تعیین شده است.

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 ۵۴).

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

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

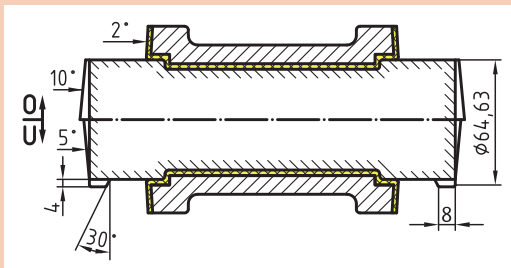
۲- قالب رویی: تا ارتفاع ۷۰ میلی‌متر، ۱۰ درجه و از ۷۰ به بالا، ۶ درجه در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵۵).



شکل ۵۵

محاسبه طول تکیه‌گاه‌های 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:

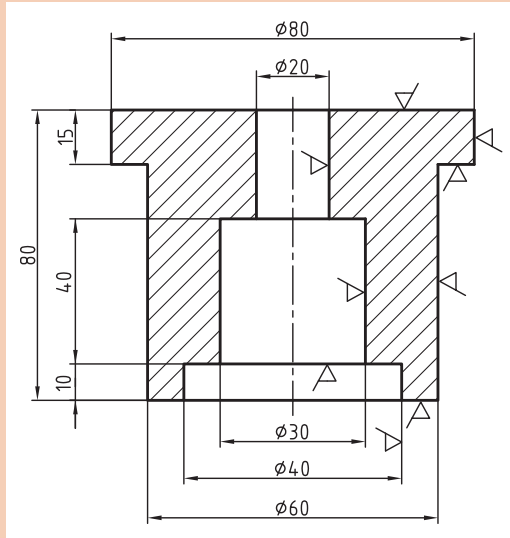
- ۱ محاسبه ابعاد طول تکیه‌گاه با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل ابعاد آن.
- ۳ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.





محاسبه اضافات مجاز استاندارد و ترسیم نقشه مدل سازی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

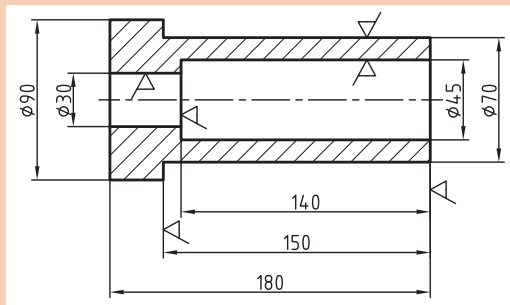
مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی برای تولید قطعات از آلیاژ 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:

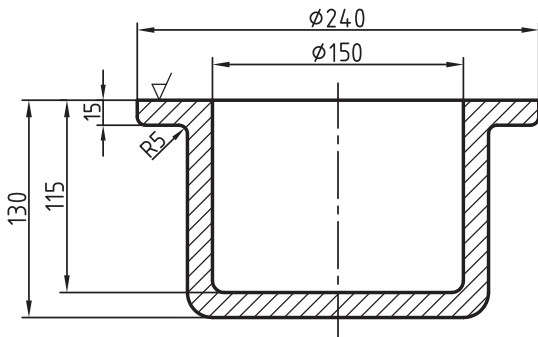


وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

مراحل انجام کار:

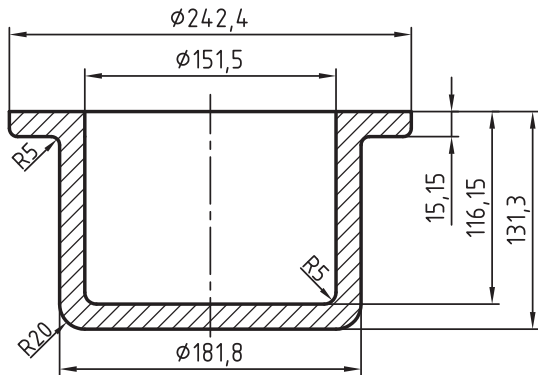
- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی جهت تولید قطعات آلیاژ آلومینیوم-سیلیسیم، با استفاده از جدول استاندارد.
- ۲ محاسبه اضافه مجاز تراش مدل چوبی از جدول استاندارد.
- ۳ محاسبه مقدار شیب اضافی مجاز از جدول استاندارد.
- ۴ محاسبه مقدار طول تکیه گاه های عمودی ماهیچه از جدول استاندارد.
- ۵ ترسیم نقشه مدل سازی و کنترل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



شکل ۵۶

مثال: در صورتی که قطعه داده شده در شکل ۵۶ 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.



شکل ۵۷

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با استفاده از رابطه تقریبی و درصد انقباض داده شده (۱ درصد) خواهیم داشت: (شکل ۵۷)

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

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

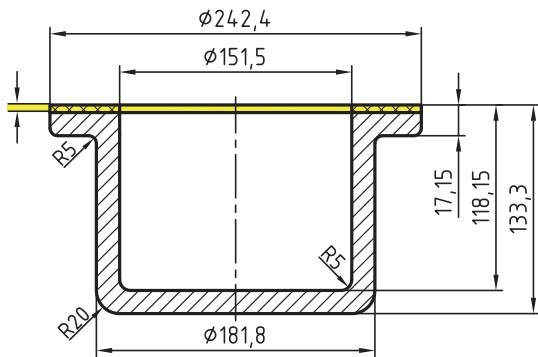
$$\varnothing 180 \Rightarrow LM = \frac{180 \times 1}{100} + 180 = 181/8 \text{ mm}$$

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

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

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

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



شکل ۵۸

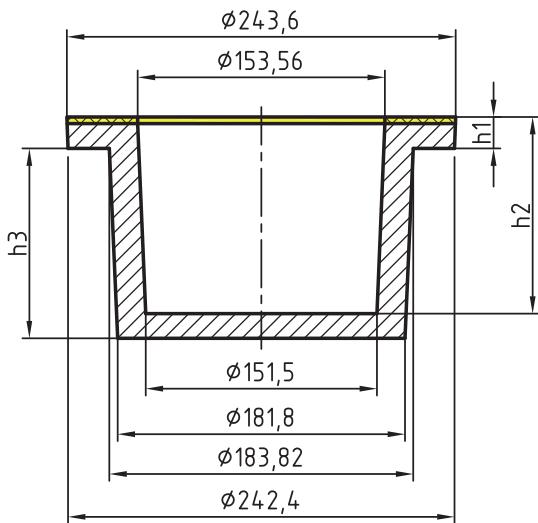
مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: مقدار تراش برای سطح بالایی با توجه به بیشترین ارتفاع قطعه، ۱۳۰ میلی‌متر و جنس قطعه (در دسته فلزات سبک) تقریباً ۲ میلی‌متر است که در شکل ۵۸ با رنگ زرد مشخص شده و به ارتفاع قطعه اضافه شده است.

مرحله چهارم: تعیین شیب بر حسب درجه: با مراجعه به جدول استاندارد شیب‌ها (جدول ۶) داریم:

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

$$h_2 = 116/15 + 2 = 118/15 \text{ mm} \rightarrow \frac{1}{2}^\circ$$

$$h_3 = 133/3 - 17/5 = 115/8 \text{ mm} \rightarrow \frac{1}{2}^\circ$$



شکل ۵۹

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب بر حسب میلی‌متر: با استفاده از رابطه ۳ مقدار شیب بر حسب میلی‌متر به شرح صفحه بعد به دست می‌آید (شکل ۵۹).

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

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

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

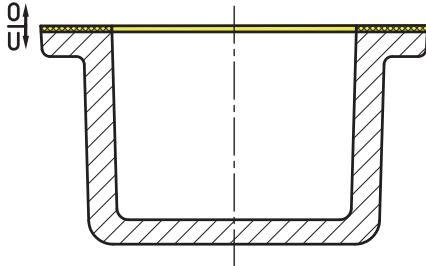
$$h_2 = 118/15 \text{ mm} \Rightarrow \frac{1}{2}^\circ \Rightarrow f_{s_2} (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 118/15 \times 0/5}{100} = 1/03 \text{ mm از هر طرف} \Rightarrow$$

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

$$\varnothing 151/5 + 1/0.3 + 1/0.3 = \varnothing 153/56$$

$$h_r = 115/8 \text{ mm} \Rightarrow \frac{1}{2} \Rightarrow f_{sr} (\text{mm}) = \frac{1/75 \times 115/8 \times 0/5}{100} = 1/0.1 \text{ mm} \Rightarrow \text{از هر طرف}$$

$$\varnothing 181/8 + 1/0.1 + 1/0.1 = \varnothing 183/82 \text{ mm}$$

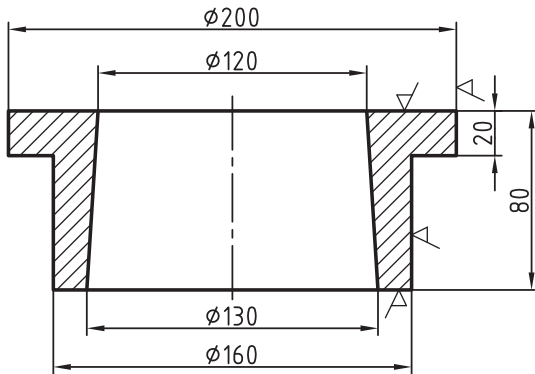


شکل ۶۰

مرحله ششم: رسم نقشه مدل سازی: در نقشه مدل سازی سطح جدایش مدل، مقدار ماشین کاری و مقدار شیب مدل رسم می شود (شکل ۶۰).

رسم نقشه مدل سازی تا حد امکان به مقیاس ۱:۱ انجام می شود.

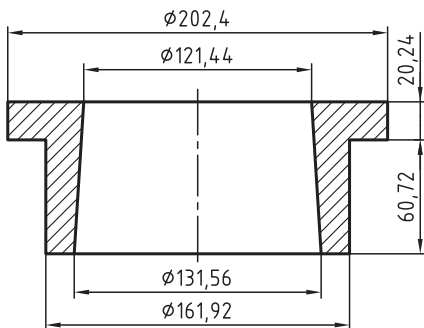
نکته



شکل ۶۱

مثال: در صورتی که قطعه داده شده از جنس آلایژ آلومینیوم با ۱/۲ درصد انقباض و شیب اضافی (+) ریخته گری شود، مطلوب است: محاسبه اضافات مدل سازی و رسم نقشه مدل سازی (شکل ۶۱).

مرحله اول: تعیین سطح جدایش: در مواردی که مدل در قالب زیرین قرار می گیرد سطح رویی آن عنوان سطح جدایش مدل را دارد که با علامت $\begin{matrix} \uparrow O \\ \downarrow U \end{matrix}$ نشان داده می شود (مانند شکل ۶۰).



شکل ۶۲

مرحله دوم: تعیین مقدار انقباض مجاز: با در دست داشتن درصد انقباض و رابطه ۲ (رابطه تقریبی) مقدار آن به شرح زیر به دست می آید (شکل ۶۲).

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

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

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

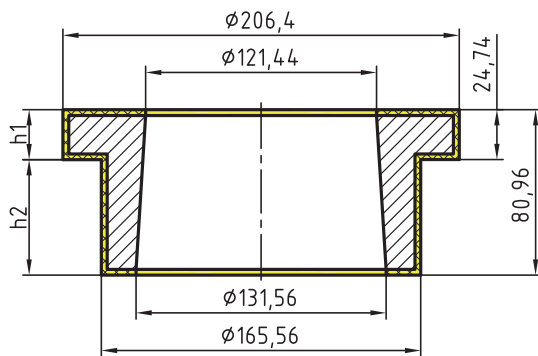
$$\varnothing 130 \Rightarrow LM = \frac{130 \times 1/2}{100} + 130 = 131/56 \text{ mm}$$

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

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

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

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



شکل ۶۳

مرحله سوم: تعیین مقدار تراش مجاز: با مراجعه به جدول استاندارد (جدول ۴) با توجه به اینکه ارتفاع مدل ۸۰/۹۶ است، مقدار تراش مجاز برای سطح رویی ۲/۵ میلی متر، سطح جانبی ۲ میلی متر و سطح زیری ۱/۵ میلی متر تعیین می شود (شکل ۶۳).

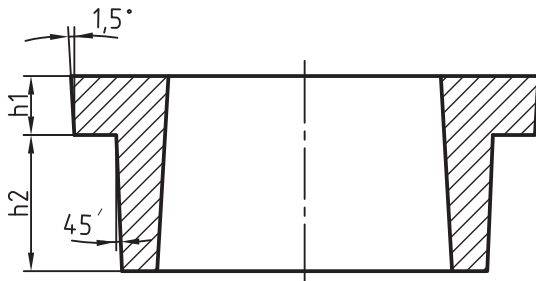
$$\varnothing 202/4 \Rightarrow 202/4 + 2 + 2 = 206/4 \text{ mm}$$

$$\varnothing 161/92 \Rightarrow 161/92 + 2 + 2 = 165/92 \text{ mm}$$

$$H'_1 = 80/96 \Rightarrow 80/96 + 2/5 + 1/5 = 84/96 \text{ mm}$$

$$H'_r = 20/24 \Rightarrow 20/24 + 2 + 2/5 = 24/74 \text{ mm}$$

$$H'_r = 60/72 \Rightarrow 60/72 + 1/5 - 2 = 60/22 \text{ mm}$$

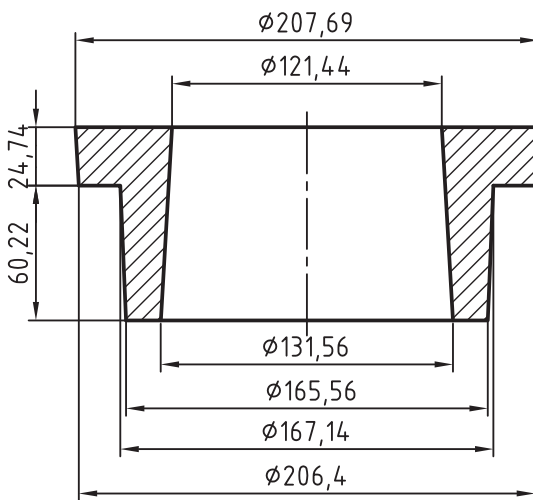


شکل ۶۴

مرحله چهارم: تعیین شیب برحسب درجه: با استفاده از جدول استاندارد شیب مدل و ارتفاع مدل (جدول ۶)، شیب مدل بر حسب درجه به دست می آید (شکل ۶۴).

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

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



شکل ۶۵

مرحله پنجم: تعیین مقدار شیب برحسب میلی متر: با استفاده از درجه شیب و رابطه ۳ مقدار شیب مدل برحسب میلی متر به دست می آید (شکل ۶۵).

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

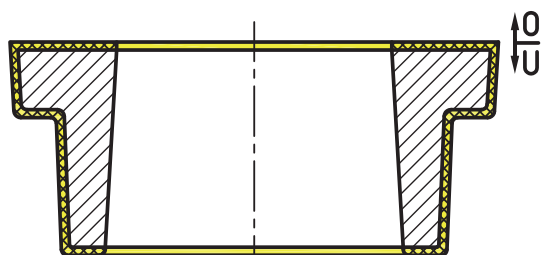
$$h_1 = 24/74 \rightarrow 1/5^\circ \Rightarrow f_s = \frac{1/75 \times 24/74 \times 1/5}{100} = 0/649 \text{ متر برحسب میلی متر}$$

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

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

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

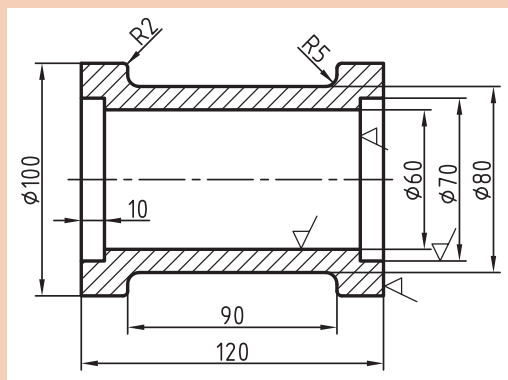
با توجه به اینکه قسمت داخلی قطعه مربوط به ماهیچه از ابتدا دارای شیب بوده، نیازی به محاسبه شیب نیست.



شکل ۶۶

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 ۶۶).

گوشه های تیز مدل باید گرد رسم شود به جز گوشه های تیز در محل سطح جدایش مانند شکل ۶۶.



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

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

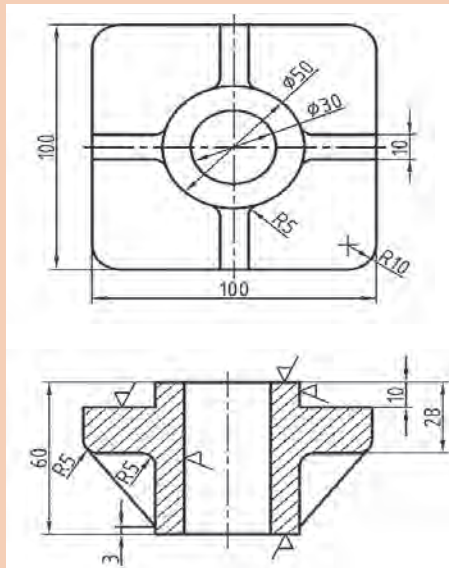
مراحل انجام کار:

- 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 تکیه گاه های افقی 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، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و قالب گیری

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب

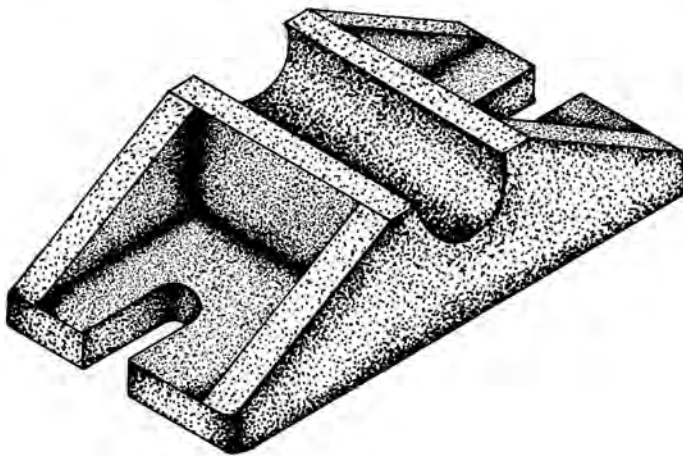
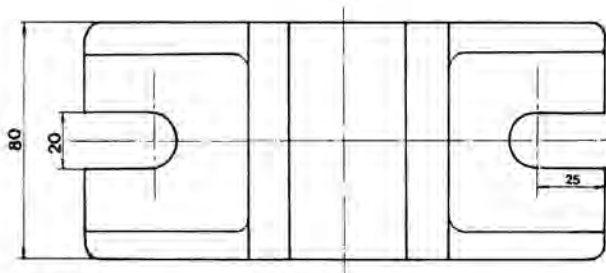
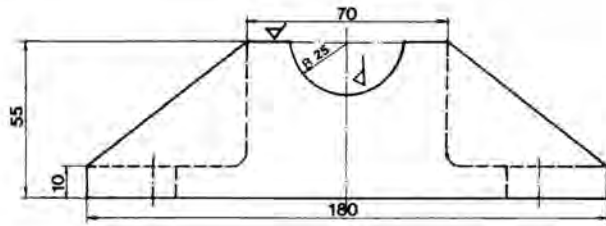
مراحل انجام کار:

- ۱ محاسبه ابعاد مدل چوبی جهت تولید قطعات 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 تکیه گاه های عمودی از جدول استاندارد.
- ۵ ترسیم نقشه مدل سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه، قالب گیری و کنترل ابعاد آن.
- ۶ تحویل نقشه به هنرآموز جهت کنترل و ارزشیابی.

ارزشیابی پایانی تبدیل نقشه مکانیکی به 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، نقشه‌های مدل سازی، ساختمان مدل، جعبه ماهیچه و 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 $20^{\circ}\text{C} \pm 3$
- 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

بودمان اول: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی

معیار شایستگی:

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

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





پودمان ۲

ساخت مدل های چوبی



واحد یادگیری ۲

ساخت مدل های چوبی

اولین مرحله در تولید قطعه به روش ریخته گری، ساخت مدل قطعه ریخته گری است. مدل از لحاظ جنس، انواع مختلفی دارد که اولین نوع آن، مدل چوبی است. در این واحد یادگیری، چوب شناسی، روش های چسباندن چوب، انواع تجهیزات برش کاری و تراش کاری و صافکاری چوب، روش های مونتاژ کردن مدل ها و تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در مونتاژ، قوس کاری و شیب دهی مدل ها و روش های آنها، روش های تمام کاری و رنگ کاری مدل و استانداردهای موجود آن توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه و ابزار لازم، نقشه مدل سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه و مدل چوبی ساخته می شود.

پیش نیاز

تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی

ساخت مدل چوبی

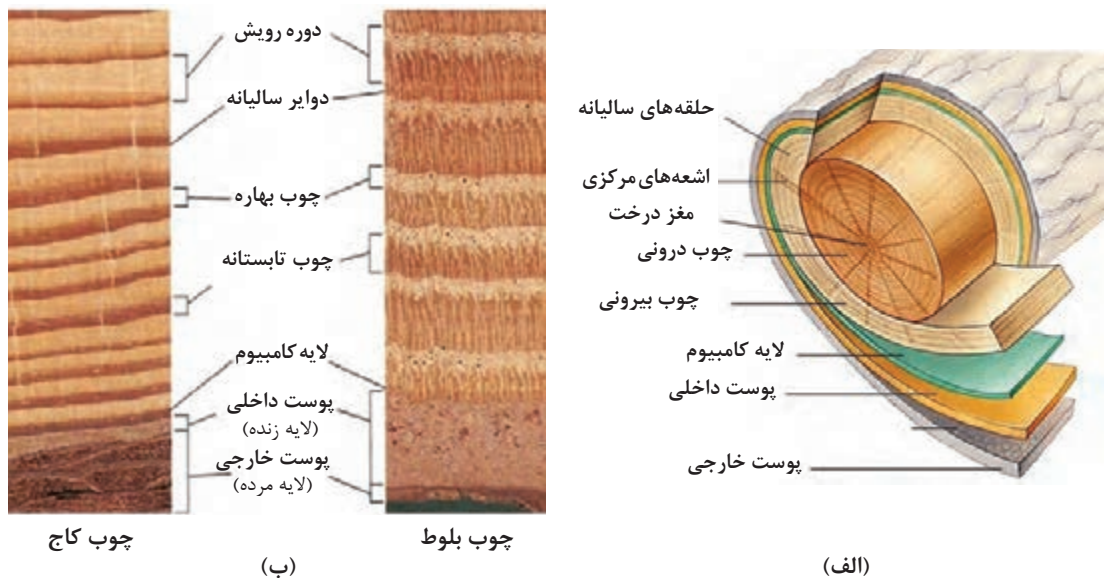
چرا مدل‌سازان به اولین ماده‌ای که برای ساخت مدل روی آوردند چوب بود؟ چرا امروزه هم با پیشرفت عظیم علم باز هم چوب جایگاه ویژه‌ای در مدل‌سازی دارد؟

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 چوب مناسب مدل‌سازی را از بازار خریداری و برای ساخت مدل با در نظر گرفتن شرایط محیط کارگاه‌های مدل‌سازی و ریخته‌گری، اقدام به انتخاب چوب مناسب کند.

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 خصوصیات 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 ساق‌ها 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 می‌دهد که به‌طور 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 می‌رسد. چوب قطع شده، رطوبت خود را با هوای محیط اطراف خود یکسان می‌کند. 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 می‌کند. حال اگر همین چوب در هوای گرم و خشک قرار گیرد، پس از مدتی رطوبت خود را از دست می‌دهد و خشک می‌شود. این خاصیت از معایب چوب محسوب می‌شود که باعث معایب زیر می‌شود:

(الف) چوبی که رطوبت جذب کند، سنگین‌تر می‌شود و در مدل‌سازی مصرف ندارد.

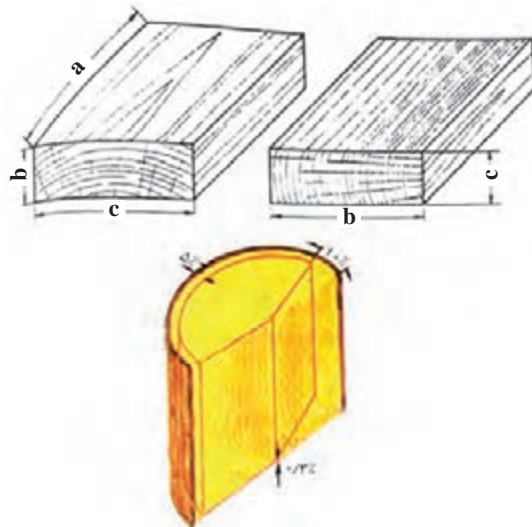
(ب) چوب‌های مرطوب، مستعد رشد قارچ‌ها هستند.

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

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

کاستن: در اثر تبخیر آب، جداره‌های سلول چوب، خود را جمع کرده و به هم نزدیک می‌شوند. همچنین در اثر تبخیر آب، از حجم و وزن چوب کاسته می‌شود. مقدار کاسته شدن در قسمت‌های مختلف چوب یکسان نیست. با توجه به شکل ۲ این مقدار در جهت طولی (a)، ۱/۰ تا ۳/۰ درصد، در جهت اشعه‌های مرکزی (b)، ۵ درصد و در جهت حلقه‌های سالیانه (c)، ۱۰ درصد است.

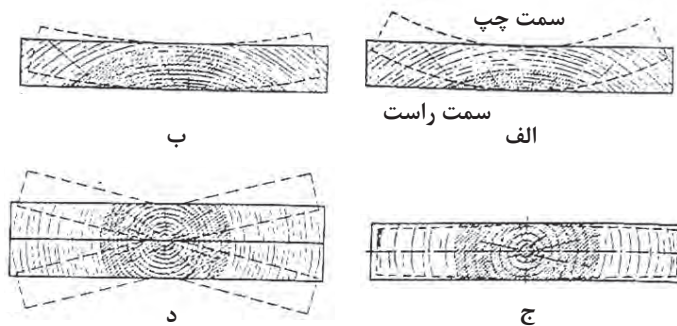
منبسط شدن: چوب در هوای مرطوب، رطوبت هوا را به خود جذب می‌کند و باعث زیاد شدن حجم و وزن آن می‌شود، این تغییر را منبسط شدن چوب می‌نامند. به‌عنوان مثال اگر قطعه چوبی که در هوای آزاد به‌طور طبیعی خشک شده باشد، به مدت ۱/۵ تا ۲ ماه در آب قرار گیرد، حجم و وزن آن برابر حجم و وزن زمان بریده شدن از درخت می‌شود.



شکل ۲

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

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



شکل ۳- انداختن چوب در حالت‌های مختلف

خط کشی مدل (انتقال نقشه روی چوب)

انتقال تمامی و یا بخشی از نقشه مدل‌سازی بر روی قطعات چوبی، فلزی و یا پلاستیکی را خط‌کشی مدل می‌نامند. قبل از خط‌کشی قطعه کار، آن را گونیا می‌کنند. گونیا کردن قطعه کار چوبی را اصطلاحاً یک رو یک نر کردن می‌نامند.

مدل‌سازان، ابزار خط‌کشی مدل را به دو دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند:

۱ وسایل خط‌کشی مانند: مداد و سوزن خط‌کش، پرگار معمولی و میله‌ای، خط‌کش تیره‌دار، گونیای ۴۵ و ۹۰ درجه.

۲ وسایل کمکی در خط‌کشی مانند: منشور مرکز‌یاب و گونیای مرکز‌یاب، سوزن خط‌کش پایه‌دار، سنبه‌نشان، صفحه صافی و میز خط‌کشی.

برش‌کاری

جدا کردن چوب در جهت‌های عرضی و طولی را برش‌کاری می‌گویند. جدا کردن عمود بر جهت الیاف چوب را عرض‌بری (قطع کردن) و جدا کردن موازی با الیاف چوب را طول‌بری می‌نامند.

برش‌کاری دقیق، ضامن تولید مدل‌هایی با کیفیت ابعادی و سطحی بالا است. برشی را که سراسر طول آن به یک اندازه از محل خط‌کشی مدل فاصله داشته باشد، برش دقیق می‌نامند. برای انجام چنین برش‌هایی انتخاب ابزار مناسب و سالم، همچنین مهارت کافی در استفاده از آن وسیله، لازم و ضروری است. به همین منظور نیاز است با انواع دستگاه‌های برش‌کاری و نکات ایمنی آنها قبل از شروع به کار آشنا شویم.

سؤال

چرا برش‌کاری با فاصله از خط اصلی (در بخش دور ریز) انجام می‌گیرد؟





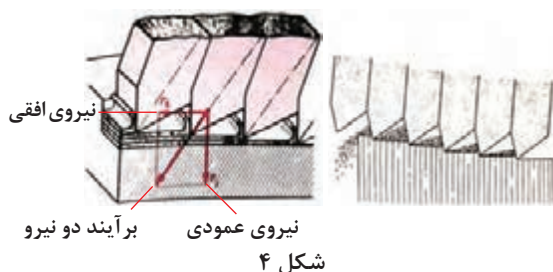
در قالب کار گروهی، ابزارهای برش کاری که برای ساخت مدل‌های چوبی استفاده می‌شوند را فهرست کنید و کاربردها و نکات ایمنی در استفاده از هر یک را بنویسید. لازم است یکی از اعضای گروه نتایج به دست آمده را در کلاس درس ارائه کند.

ابزارهای برش کاری (اره‌ها)

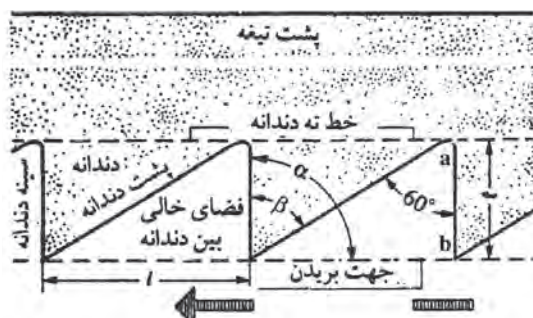
برای بریدن و جداسازی چوب‌ها با توجه به خواص، حجم و جهت الیاف چوب، همواره از ابزار و وسایل مختلفی استفاده می‌شود که ابزار برش کاری نامیده می‌شوند. از آنجایی که بخش برنده در تمامی این وسایل، دارای دندانه‌های تیز است؛ بنابراین به کلیه ابزار برش کاری چوب، اره گفته می‌شود. اره‌ها با توجه به شکل و نوع تیغه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

اره‌های دستی

برای بریدن چوب در جهت‌های طولی و عرضی و همچنین بریدن فاق، زبانه و شکاف‌ها، اره‌هایی ساخته شده‌اند که از نظر شکل ظاهری به دو گروه اره‌های کلافی (مانند دندانه درشت و دندانه ریز) و اره‌های غیرکلافی (مانند ظریف‌بر، دم‌روبا، نوکی و روکش‌بر) دسته‌بندی می‌شوند. از آنجایی که مشخصات مربوط به دندانه اره‌ها در کاربرد آنها نقش اساسی دارد، بنابراین در ابتدا ضروری است توضیحاتی در ارتباط با ویژگی‌های دندانه اره ارائه شود.



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

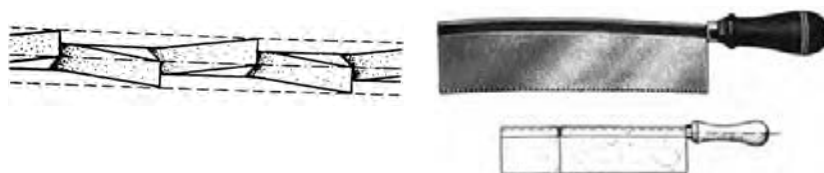


a = قوس ته دندانه
 b = نوک دندانه
 I = گام دندانه
 t = ارتفاع دندانه
 α = زاویه برش
 β = زاویه گوه

شکل ۵- مشخصات دندانه اره

مقاومت تیغه اره در برابر چوب، بستگی به زاویه برش، تعداد دندانه‌ها، فاصله بین دندانه‌ها (گام دندانه) و ارتفاع دندانه‌ها دارد. هر چه فاصله بین دندانه‌ها بیشتر باشد، به همان نسبت برش خشن‌تر و مقدار خاک اره بیشتری خارج می‌شود. برای بریدن چوب‌های نرم و برش‌های طولی از اره‌های دندانه درشت و برای بریدن چوب‌های سخت از اره‌های دندانه ریز استفاده می‌شود.

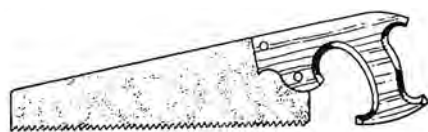
۱- اره ظریف بر با دسته راست: این اره از یک تیغه و دسته تشکیل شده است (شکل ۶). تیغه در داخل یک پشته آهنی نصب می‌شود تا از لرزش آن در هنگام بریدن جلوگیری شود. دندانه این نوع اره‌ها، کم چپ و راست است. از این اره برای برش‌های ظریف استفاده می‌شود. طول تیغه اره ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر است.



ب) چپ و راست دندانه‌های اره

الف) اره دستی ظریف با دسته راست

شکل ۶

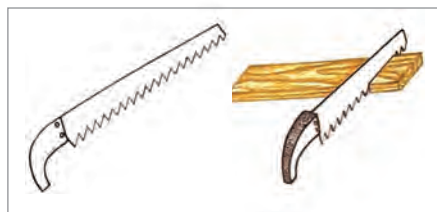


شکل ۷- اره دستی دم روباه

۲- اره دم روباه: این اره از یک تیغه و دسته تشکیل شده است. از آنجایی که انتهای تیغه، پهن‌تر از نوک آن است، به آن اره دم روباه گفته می‌شود. دندانه‌های این اره در دو نوع ظریف (کم چپ و راست) و درشت (پر چپ و راست) ساخته می‌شود. 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 میلی‌متر است (شکل ۷).

برش کاری با اره دستی

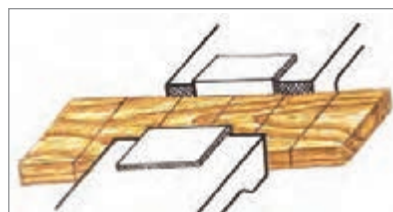
روش صحیح بستن قطعه کار و برش کاری صحیح با اره دستی در جهت ضخامت چوب و پهنا چوب به ترتیب در شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰- برش در جهت پهنای چوب



شکل ۹- برش در جهت ضخامت چوب



شکل ۸- طریقه صحیح بستن قطعه به گیره

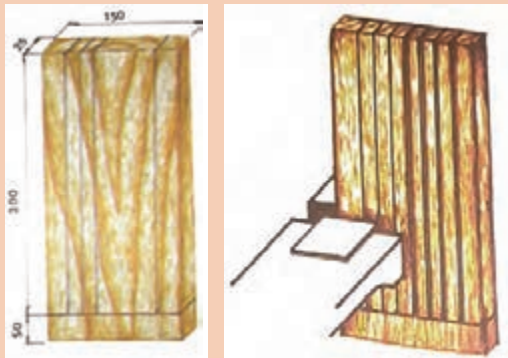


خط کشی و برش کاری روی چوب و کنترل ابعاد

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^۱ 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 بوی است.

اره مجموعه‌ای (میزی): این اره معمولاً برای برش کاری چوب‌هایی با قطر 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).



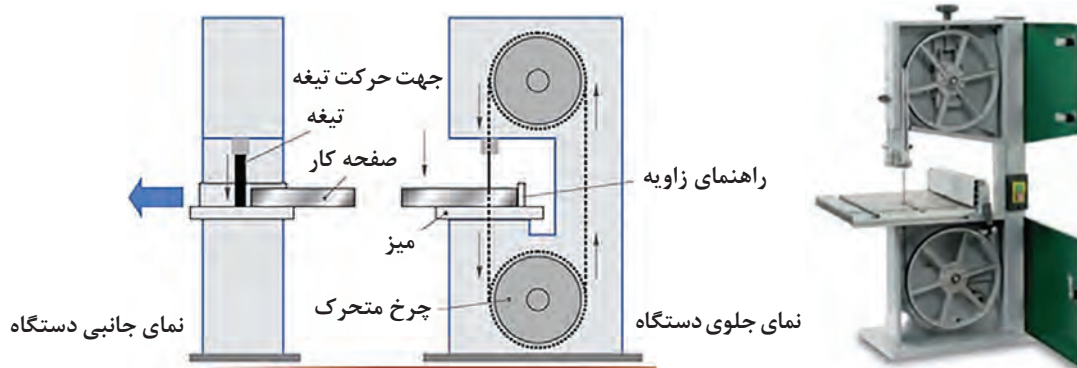
شکل ۱۱- اره مجموعه‌ای

نکات ایمنی و بهداشت در 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.

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.

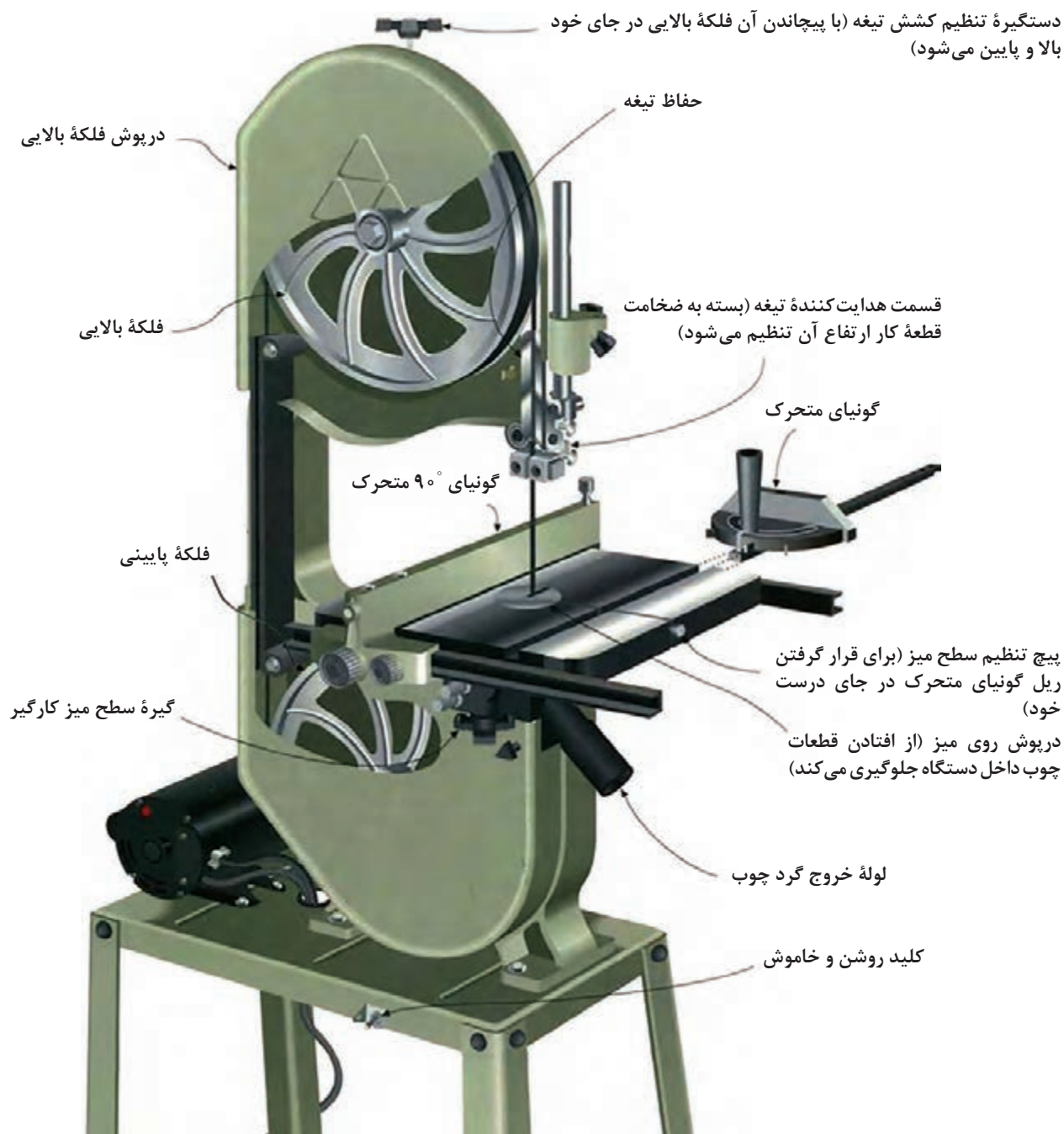


شکل ۱۲- اره نواری (فلکه‌ای)

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 آلیاژ آلومینیوم ساخته می‌شود. میز کار با توجه به عملکرد دستگاه دارای اندازه‌های متفاوت است. میز ماشین برای برش دادن قطعات، متحرک بوده و می‌تواند تحت زاویه‌های مختلف قرار بگیرد. عملکرد اهر نواری: با دستگاه اهر نواری می‌توان چوب را در جهت‌های عرضی و طولی و همچنین قوس‌بری (منحنی شکل) برش داد. شکل ۱۴ دو نوع قوس‌بری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴

ابزارهای تراشی (رنده‌ها)

لایه‌برداری 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 می‌گویند. این ابزارها به دو دسته رنده‌های دستی (چوبی و فلزی) و رنده‌های ماشینی (کف رند، رنده گندگی، خراطی، و فرز) تقسیم می‌شوند.

خالی کردن قسمت‌های داخلی چوب با کدام یک از ابزارها و ماشین‌های نام برده شده انجام می‌گیرد؟

سؤال



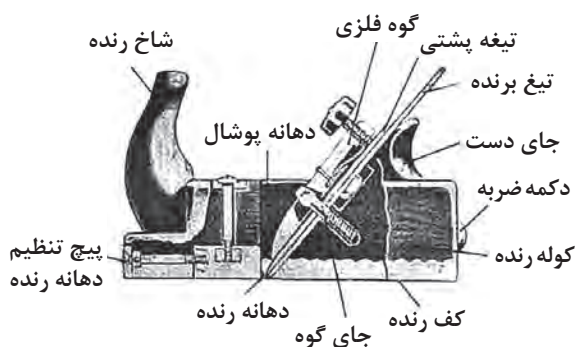
با جست‌وجو در اینترنت، تصاویر انواع رنده‌های دستی را بیابید و کاربرد آنها را توضیح دهید (نتایج جست‌وجوی خود را به هنرآموز محترم تحویل دهید).

فعالیت
کلاسی



رنده دستی: رنده دستی یکی از پرکاربردترین وسایل مورد استفاده در بین مدل‌سازان و صنعتگران برای رنده کردن و صاف کردن سطوح چوبی است. رنده‌ها از نظر جنس بدنه به دو گروه رنده‌های چوبی و فلزی، و از نظر شکل ظاهری تیغه و کاربرد آن به انواع: قاچی، یک تیغ، دو تیغ، بغل و خشی تقسیم‌بندی می‌شوند.

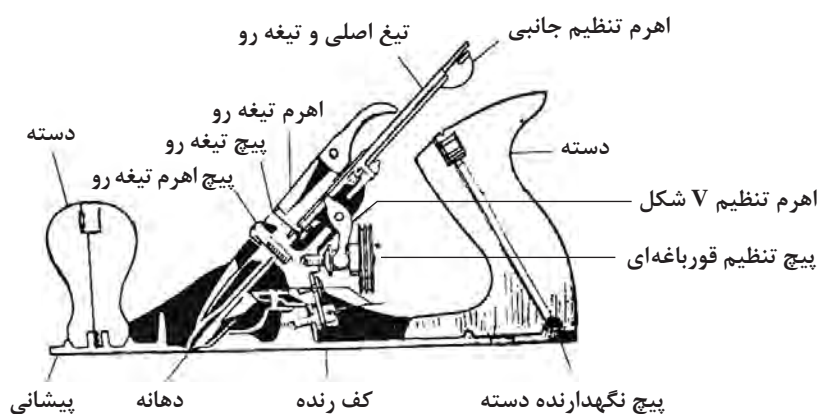
ساختمان رنده چوبی: کوله چوبی، تیغه برنده، گوه یا بن افشار و چند پیچ نگهدارنده و تنظیم‌کننده، ساختمان رنده چوبی را تشکیل می‌دهند. کوله چوبی از تنه رنده، شاخ رنده و دستگیره تشکیل شده است. در داخل کوله، یک شکاف برای قرار دادن تیغه رنده و بن افشار ایجاد شده است. قسمت بالای شکاف را دهانه پوشال و قسمت پایین آن را دهانه رنده می‌نامند. در اغلب رنده‌ها تیغ رنده و گوه از سمت بالا در داخل شکاف قرار می‌گیرند.



شکل ۱۵- رنده بدنه چوبی

فقط در چند نوع رنده؛ تیغ رنده از سمت پایین و گوه آن از سمت بالا در کوله رنده جاسازی می‌شوند. در بعضی از رنده‌ها دکمه ضربه و پیچ تنظیم‌کننده دهانه رنده، نصب می‌شود (شکل ۱۵).

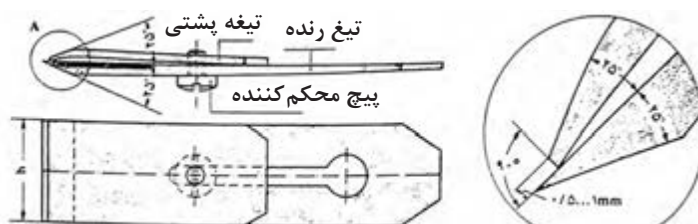
ساختمان رنده فلزی: در این نوع رنده، به جای کوله چوبی از کوله آهنی (چدنی یا فولادی)، و به جای دکمه ضربه از پیچ تنظیم که در پشت تیغ قرار دارد، استفاده می‌شود. با چرخاندن پیچ تنظیم به طرف راست و چپ، تیغ رنده در کوله عقب و جلو شده و تنظیم می‌شود. در انتهای تیغ رنده، یک اهرم برای تنظیم جانبی تیغ قرار دارد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



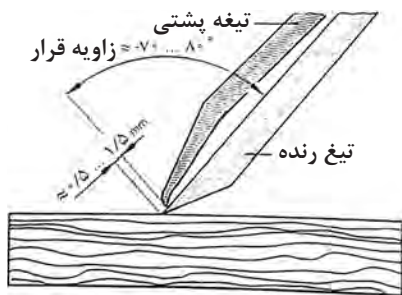
شکل ۱۶- رنده بدنه فلزی

تیغ رنده: تیغ رنده از فولاد ابزار ساخته می‌شود. فرم تیغ‌ها بستگی به ساختمان رنده و نوع کاری که انجام می‌دهند دارد.

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 ۵/۰ 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).



شکل ۱۷



شکل ۱۸

برای خروج بهتر پوشال از دهانه رنده، زاویه قرار تیغه پشتی از ۹۰ درجه به ۷۰ تا ۸۰ درجه کاهش یافته است (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 پخ‌زدن 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:

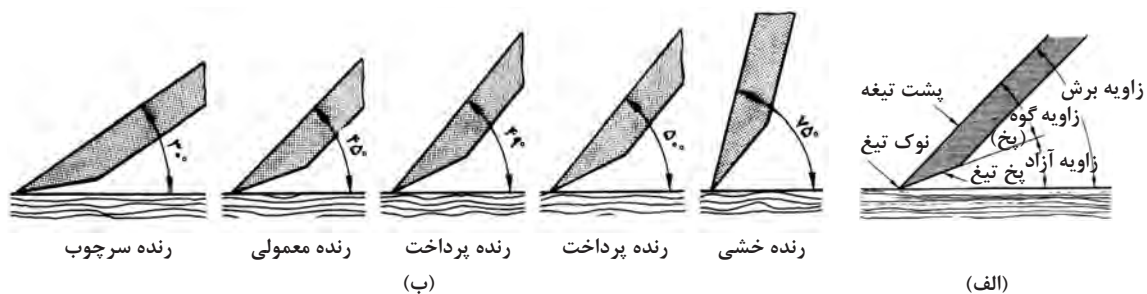
الف) رنده‌های معمولی زاویه آزاد = زاویه گوه - زاویه قرار تیغ

$$45 - 25 = 20$$

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^۱ موجود در چوب برخورد می‌کند و پربدگی 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.

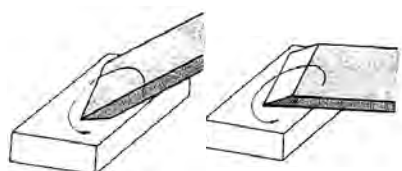
۱- در بعضی از درختان، هنگام رشد، مواد آهنی وارد تنه می‌شود که اصطلاحاً آهنک نام دارد.



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.

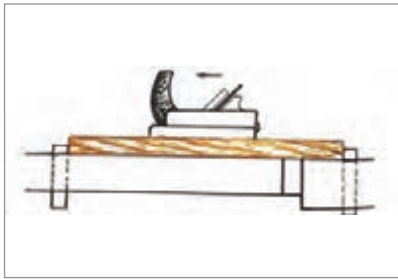


شکل ۲۱

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).

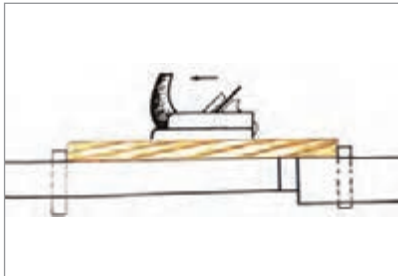
رنده‌کاری

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

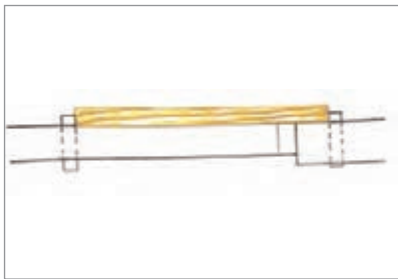
رنده‌کاری در جهت الیاف چوب: مناسب‌ترین حالت رنده‌کاری، رنده کردن چوب در جهت الیاف آن است. در این حالت، پوشال‌ها لطیف، سطح چوب صاف و حرکت پیشروی رنده خوب است، در نتیجه انرژی کمتری مصرف می‌شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۳

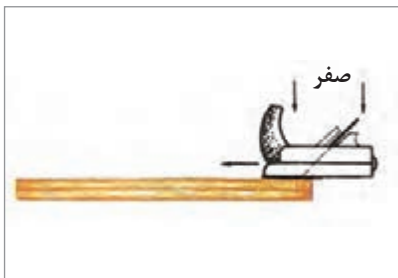
رنده‌کاری در خلاف جهت الیاف چوب: هنگام رنده‌کاری، پوشال‌ها زبر و ضخیم و سطح چوب ناصاف است. در نتیجه، حرکت پیشروی کند و انرژی زیادی مصرف می‌شود. بنابراین، در صورت امکان باید از رنده کردن چوب در این جهت خودداری شود (شکل ۲۳).

مراحل رنده‌کاری



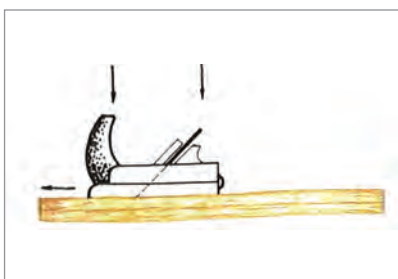
شکل ۲۴

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).



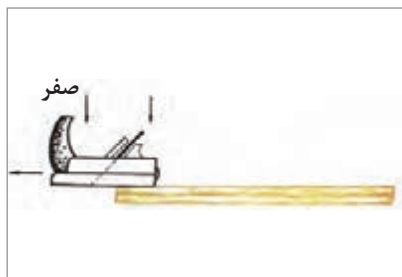
شکل ۲۵

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



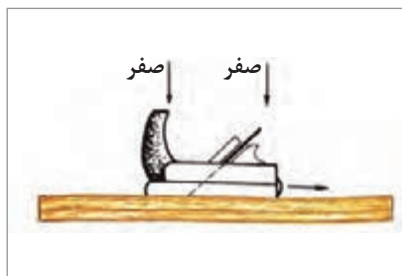
شکل ۲۶

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



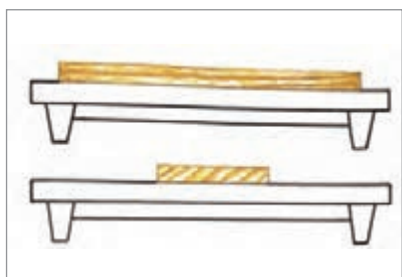
شکل ۲۷

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



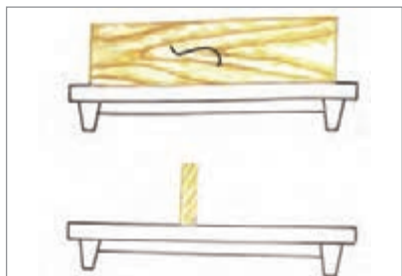
شکل ۲۸

ه) عملیات برگشت رنده: در هنگام برگشت دادن رنده، فقط نیروی افقی اعمال می‌شود 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).



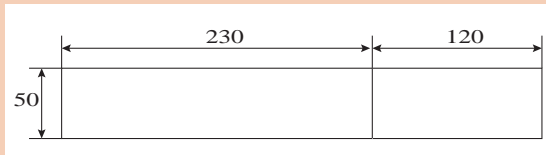
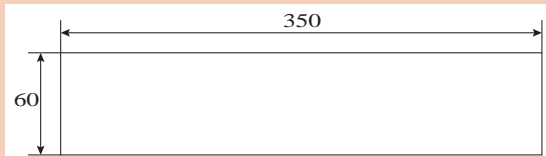
شکل ۲۹

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 می‌شود (شکل ۳۰).



رنده کاری

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

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

نکات ایمنی و حفاظتی:

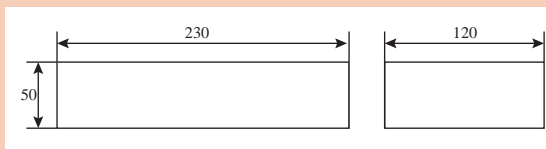
استفاده از لباس کار، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، عینک ایمنی و ماسک فیلتردار

مراحل انجام کار:

- ۱ قطعه چوبی به ابعاد $350 \times 60 \times 25$ میلی متر از هنرآموز محترم خود دریافت کنید.
- ۲ ابتدا ابعاد چوب را با متر اندازه گیری 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 چوب ها و نخاله ها 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
- ۲ خط کش فلزی مدرج
- ۳ متر فلزی
- 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 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 گونه‌ای 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 چوب‌ها و نخاله‌ها ضرورت دارد. در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی بوده تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

ماشین‌های تراش

۱- ماشین‌های 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 می‌شود. این ماشین از سه بخش اصلی، پایه، میز و نیروی محرکه تشکیل شده است. جنس پایه و میز، فلزی است. سایر وسایل کمکی آن عبارت‌اند از: گونیای طولی (روی صفحه میز نصب می‌شود)، حفاظ‌ها، برای جلوگیری از خطر برخورد دست با لبه برنده تیغ رنده، و هادی‌های چوبی یا پلاستیکی به منظور جلو راندن قطعات کوچک چوب روی تیغ رنده، مورد استفاده قرار می‌گیرند (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

نکات ایمنی



- 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 منگنه‌ای 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).

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.

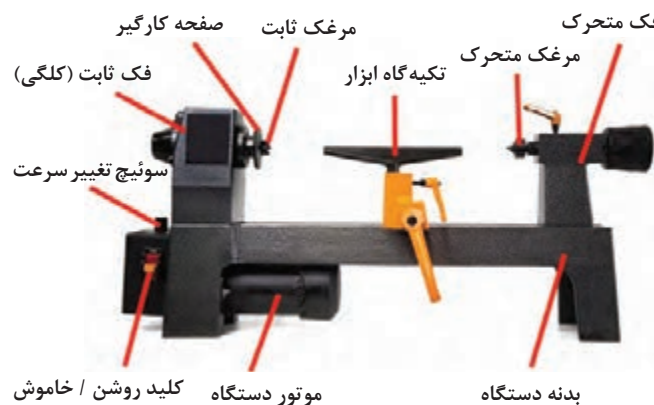
حساس‌ترین و مهم‌ترین بخش ماشین خراطی، بستر ماشین و نیروی محرکه آن است. این ماشین شامل پایه، مرغک، دستگاه ساپورت و تکیه‌گاه‌هایی است که در طول بستر ماشین، قابل جابه‌جایی و تنظیم هستند. بستر ماشین خراطی باید از جنسی ساخته شود که تحمل وزن دستگاه‌های مرغک، ساپورت، و تکیه‌گاه‌ها را داشته باشد. بستر ماشین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

مدل چوبی می‌شود. 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 (تصویر ۳۳).



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 تکیه گاه قلم داخل تراشی

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

نکات ایمنی



- 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 تکیه گاه قلم تراش تا قطعه کار را بین ۸ الی ۱۰ میلی متر تنظیم کنید. در صورت زیاد بودن فاصله بین تکیه گاه 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 کلاسی های خود بخواهید که به هیچ عنوان روبه روی شما پشت دستگاه قرار نگیرند.
- ۷ به هیچ عنوان از چوب هایی که میخ و گره چوب در آنها است، استفاده نکنید.
- ۸ هنگامی که از چسب و کاغذ برای ساخت مدل های دو تکه استفاده می کنید حتماً از خشک شدن چسب اطمینان حاصل کرده، سپس اقدام به خراطی کنید.
- ۹ از لمس کردن قطعه کار به منظور 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، آستین های لباس کار خود را بالا بزنید.
- ۱۱ به منظور جلوگیری از خراب شدن پیچ های سفت کننده پایه مرغک و تکیه گاه قلم تراش، آنها را به اندازه کافی محکم کنید و از سفت کردن بیش از حد خودداری کنید.

جایگاه خراطی در مدل سازی

از خراطی در مدل سازی معمولاً به منظور:

۱ ساخت مدل های استوانه ای یک تکه و دو تکه؛

۲ ساخت مدل های مدور با ماهیچه سرخود؛

۳ ساخت اجزایی از مدل که بعداً مونتاژ می شوند؛

۴ ساخت مدل های مدور توخالی با صفحه نظام استفاده می شود.

ساخت مدل های دو تکه: مدل های استوانه ای، مدل اولیه، مدل ثانویه و مدل های صفحه ای را می توان به صورت 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 می شود، برای جلوگیری از این عیب از قرار دادن کاغذ در محل سطح جدایش قطعه کار استفاده می شود؛ به این صورت که در هنگام چوب چسبانی در محل سطح جدایش دو قطعه چوب، از کاغذ روزنامه و چسب چوب (به شکل نقطه ای) استفاده می شود. کاغذ، لایه ای نازک را بین دو سطح قطعه کار ایجاد نموده و از چسبیدن دائمی آنها به یکدیگر جلوگیری می کند.

بعد از این مرحله مانند فعالیت خراطی قبل، قطعه کار را مرکزبایی کرده و با توجه به شکل مدل، خراطی می‌شود. 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 می‌زنند.

ساخت مدل‌های مدور با ماهیچه سرخود: برای ساخت این نوع مدل‌ها 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 پشت‌بند، پیچ و صفحه نظام

۲ استفاده از چسب آهن و صفحه نظام

با استفاده از صفحه نظام و پشت‌بند چوبی و پیچ و یا با استفاده از چسب آهن می‌توان قطعه کار را به ماشین خراطی متصل کرد. نحوه اتصال باید به گونه‌ای 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 ضربه‌های آهسته به قطعه کار وارد می‌شود. پس از اطمینان از محکم بسته شدن قطعه کار با استفاده از مغار خراطی، داخل تراشی و بیرون تراشی انجام می‌شود، این مراحل کاری تا پایان ساخت مدل ادامه دارد.

فعالیت
کلاسی



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

انواع قلم تراش کاری (مغار خراطی): این ابزار در انواع و اقسام مختلف ساخته می‌شود که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

مغار تخت ساده، مغار تخت پخ‌دار، مغار نیم‌گرد ساده، مغار نیم‌گرد فرم‌دار، مغارهای مخصوص مدل‌سازی و فرم‌کاری و مغارهای خراطی.



مغار تخت: این مغار در دو نوع ساده و پخ‌دار ساخته می‌شود. در مغار ساده فقط لبه برنده پخ دارد. در مغار پخ‌دار، علاوه بر لبه برنده، پخ سرتاسری در طول مغار ایجاد می‌شود. این مغارها سبک‌تر و خوش‌دست‌تر هستند به طوری که به راحتی و با سرعت بیشتری در چوب فرو می‌روند (شکل ۳۵).



شکل ۳۵



مغار نیم‌گرد: این مغار برای جدا کردن و خالی کردن قسمت‌های قوس‌دار و نیم‌گرد به کار می‌رود. این مغار طبق DIN51142 به عرض‌های ۴ تا ۵۰ میلی‌متر ساخته می‌شود (شکل ۳۶).



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).

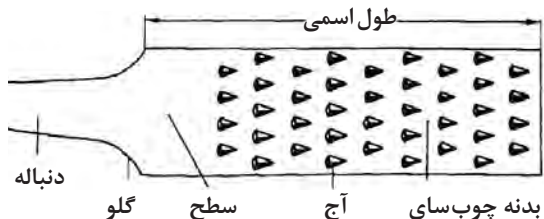


شکل ۳۷

ابزارهای سایش

چوب‌سای‌ها و سوهان‌های چوب

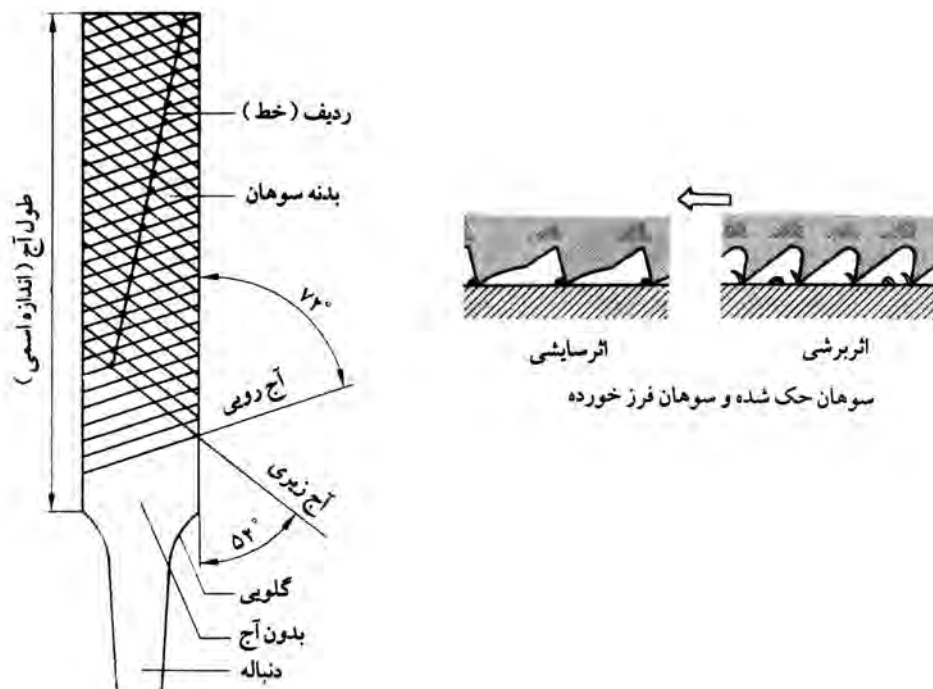
برای ساییدن سطوح کج و قوس‌دار و ساخت مدل‌های فرم‌دار علاوه بر اره‌های قوس‌بری و مغارها، از انواع چوب‌سای‌ها و سوهان‌های چوب استفاده می‌شود. چوب‌سای و سوهان چوب، دندانه‌های گوه‌ای شکلی دارند که مانند دندانه‌های اره روی چوب اثر گذاشته و الیاف آن را از یکدیگر جدا می‌کنند. این دندانه‌ها، آج سوهان نامیده 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 شکل‌های یک‌طرفه و دوطرفه ایجاد می‌شود. آج یک‌طرفه برای براده‌برداری مواد نرم و آج دوطرفه برای براده‌برداری مواد سخت به کار می‌رود. آج سوهان‌های چوب، یک‌طرفه 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 می‌رود و به علت داشتن دندانه‌های درشت (آج زبر) اثر فوری روی چوب گذاشته و آن را به‌طور خشن می‌ساید. چوب‌سای‌ها انواع مختلف دارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: چوب‌سای تخت، چوب‌سای نیم‌گرد، چوب‌سای گرد و چوب‌سای فرم.



شکل ۴۰

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



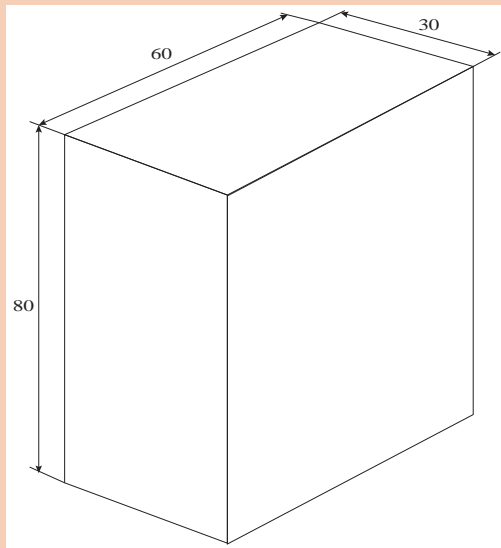
شکل ۴۱

چوبسای نیم گرد: این ابزار با مقطع نیم گرد ساخته شده و برای چوبسای کاری سطوح قوس دار و سطوح تخت به کار می رود. چوبسای نیم گرد در دو نوع نوک تیز و نوک پهن ساخته می شود (شکل ۴۱).



شکل ۴۲

چوبسای گرد: برای ساییدن داخل سوراخ ها و سطوح قوس دار به کار می رود (شکل ۴۲).



آماده سازی جان جعبه ماهیچه چوبی دو تکه (بدون ریشه ماهیچه)

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- | | | | |
|---|---------------|---|---------------------|
| ۱ | قطعه کار | ۵ | کولیس و گونیا |
| ۲ | اره چوب بری | 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 $۳۵ \times ۶۵ \times ۳۴۰$ میلی متر از هنرآموز خود دریافت کنید.
- ۲ با رنده کاری، ابعاد قطعه کار را به $۳۰ \times ۶۰ \times ۳۴۰$ میلی متر برسانید و با گونیا کنترل کنید.
- ۳ قطعه کار را با اره دستی به طول ۸۵ میلی متر برش دهید.
- ۴ قطعه کار را به گیره ببندید و با چوبسای از دو طرف، چوبسای کاری و گونیا کنید تا به طول ۸۰ میلی متر 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، چوبسای کاری و ساخت شابلون است.

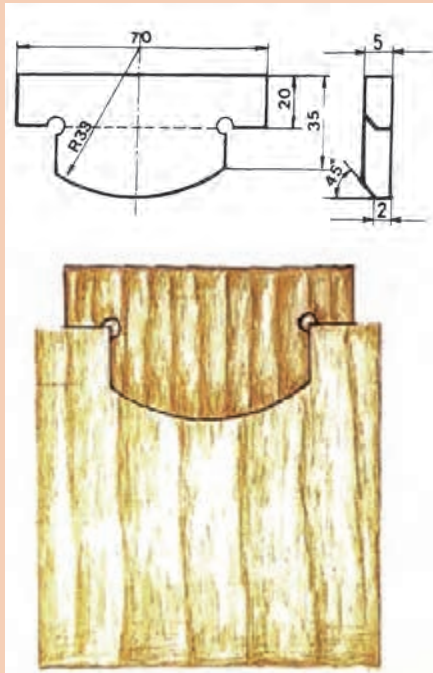
ساخت شابلون

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.

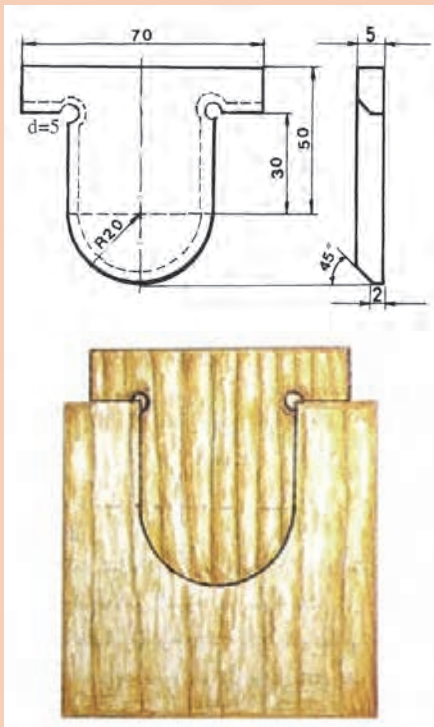
نکته:

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 نیم‌دایره

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱. قطعه کار
۲. اره چوب‌بری و کمان اره مویی
۳. چوب‌سای و سوهان چوب
۴. مغار و چکش پلاستیکی
۵. پرگار و گونیا
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. یک قطعه فیبر یا تخته ۳ لایه انتخاب کنید.
۲. نقشه قوس مورد نظر را با ابزارهای خط‌کشی 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 لبه‌های شابلون برش خورده را تا حدی سنباده بزنید که زبری نداشته باشد. (دقت کنید که سنباده زدن در حد بسیار کم و پلیسه‌گیری باشد)
۵. به‌وسیله ابزارهای کنترل، ابعاد شابلون ساخته شده را کنترل کنید.

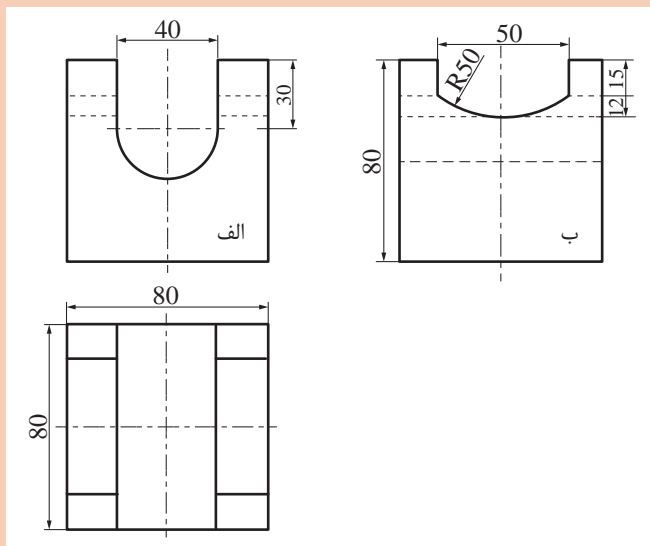
نکته:

به‌منظور جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی و تخریب محیط‌زیست، قطعه کارهای خود را دور نیندازید. با نوشتن اسم و مشخصات خود و هم‌گروهی‌هایتان بر روی هر جزء از قطعه کار، 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.



قوس کاری

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ قطعه کار
- ۲ اره چوب بری
- ۳ چوب ساسی و سوهان چوب
- ۴ مغار و چکش پلاستیکی
- ۵ کمان اره مویی
- 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 قطعه کار به ابعاد $80 \times 80 \times 80$ میلی متر را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
- 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 و تا نزدیکی خط نیم دایره ادامه دهید تا سبب لاشه شدن چوب نگردد.
- ۵ شیارهای ایجاد شده را با مغار و چکش جدا کنید.
- ۶ عمل چوب ساسی کاری را انجام داده سپس با سنبلاده پرداخت کاری کنید.
- ۷ قوس ایجاد شده را با شابلون آماده شده در فعالیت کارگاهی ۵ و ۶ 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.

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.

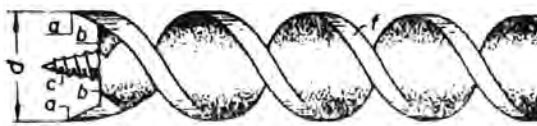
مته‌های مخصوص چوب

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: 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

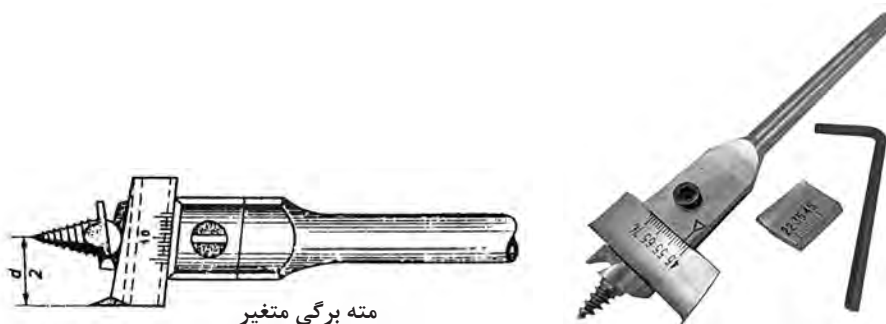
شکل ۴۴- مته مارپیچ مدل دوگلاس



شکل ۴۵

مته برگی: ساختمان این مته شامل نیش مرکزی، نیش برنده، پوشال‌گیر 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 پوشال‌گیر 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 پوشال‌گیر قرار دارد. با استفاده از مته برگی‌های متغیر می‌توان سوراخ‌های به قطر ۲۲ تا ۶۷ میلی‌متر را ایجاد کرد.



شکل ۴۶

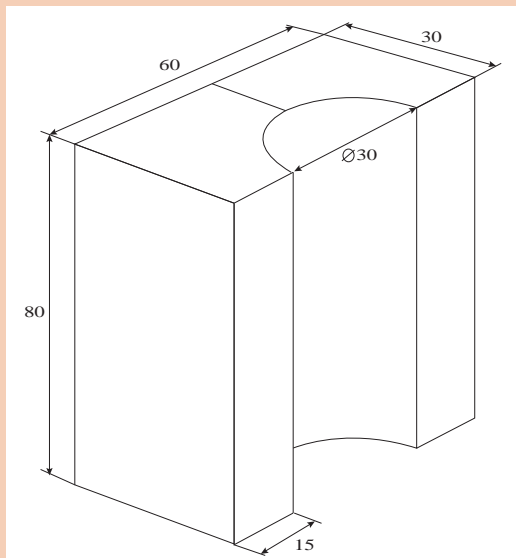
ساخت جعبه ماهیچه با ماشین‌های مته و فرز

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 چندتکه، چوب چسبانی نموده و پس از اتصال دو نیمه جعبه توسط چسب و کاغذ می‌توان آن را با ماشین‌های مته یا فرز سوراخ‌کاری و فرز‌کاری نمود و شکل نهایی را داخل قالب ماهیچه به دست آورد.



ساخت جان جعبه ماهیچه چوبی دو تکه

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. قطعه کار چوبی به ابعاد $۳۰ \times ۶۰ \times ۸۰$ 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.



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، لیسه و رنده لیسه 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).



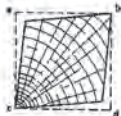








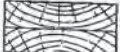
شکل ۴۸

نکات ایمنی



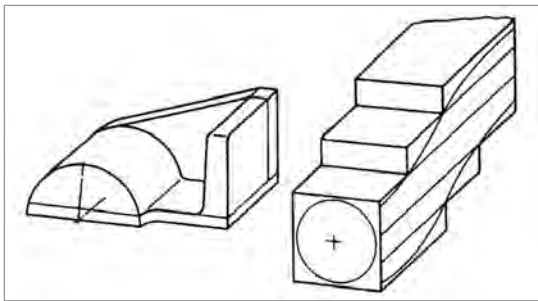
- ۱ در هنگام استفاده از ماشین‌های سنباده، حتماً از ماسک فیلتردار، گوشی صنعتی و عینک استفاده کنید تا ریزگردهای چوبی تولید شده، وارد مجرای تنفسی، چشم و گوش نشود.
- ۲ از مکنده مناسب به منظور جمع‌آوری غبار و جلوگیری از آلوده شدن محیط کارگاه استفاده کنید.
- ۳ همواره در محیطی که مجهز به تهویه مناسب است اقدام 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 کند شده را جدا کنید. د) از کاردک تیز و سالم برای جداسازی سنباده‌گند شده استفاده کرده و از وارد آوردن ضربه به صفحه دیسک خودداری کنید. ه) 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.

درز کردن

روش غلط	روش صحیح
	
	
	
	
	

شکل ۴۹

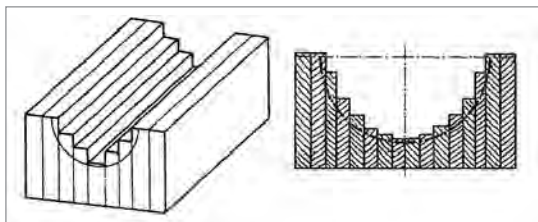
قرار دادن چندین تکه چوب رنده‌کاری شده و گونیایی شده را کنار هم یا روی هم، درز کردن می‌گویند. درز کردن با توجه به جهت الیاف چوب‌ها به‌گونه‌ای انجام می‌شود که از تغییر شکل دادن قطعات متصل شده به هم، جلوگیری به عمل آورده یا از شدت آن بکاهد. شکل ۴۹، درز کردن صحیح و غلط چوب را در جهت‌های مختلف نشان می‌دهد.



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).



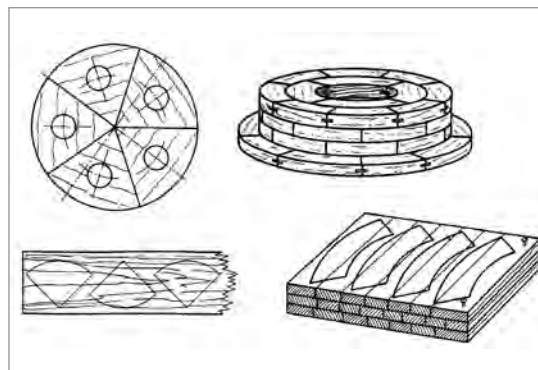
شکل ۵۱

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).

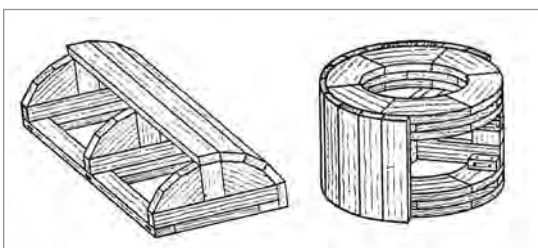
۳ برای ساخت مدل‌های مدور با قطر بالاتر از ۱۰۰ میلی‌متر از روش قطاع چسبانی استفاده می‌شود. قطاع چسبانی با هدف افزایش طول عمر مدل و مقاومت آن در مقابل رطوبت و تغییر فرم است. تعداد قطاع‌ها را طبق استاندارد می‌توان براساس جدول ۲ تعیین نمود (شکل ۵۲).

جدول ۲

حداقل تعداد قطاع	قطر اسمی مدل بر حسب میلی‌متر
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

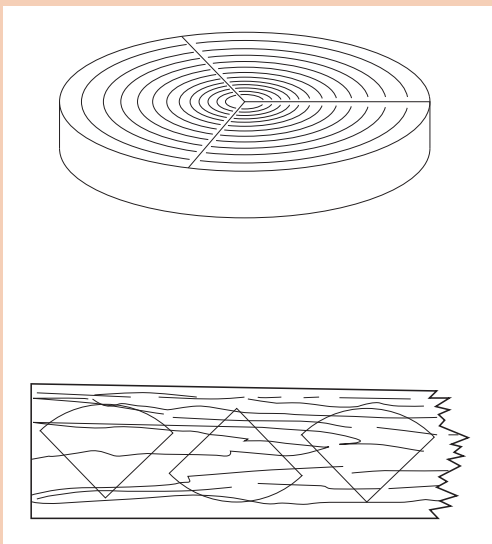
۴ ساخت مدل‌های بسیار بزرگ و حجیم مانند مدل‌های توخالی یا اسکلتی (شکل ۵۳).

در مدل‌سازی، سنجش ابعاد فیزیکی اجسام ساخته شده از جمله طول، عرض، ضخامت و قطر را اندازه‌گیری می‌نامند.



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 $۳۰ \times ۱۲۰ \times ۵۰۰$ میلی متر را توسط ماشین اره، کف رند و گندگی آماده کنید.
- ۲ شابلون قطاع ۱۲۰ درجه به قطر ۲۰۰ میلی متر را بسازید.
- ۳ سه قطعه قطاع بر روی تخته چوب آماده شده، خط کشی کنید.
- ۴ پس از کنترل قطاع‌های خط کشی 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 خط کشی 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.

R زدن گوشه‌های خارجی:

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



نظیر سوهان و سنبادۀ 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 R5، R4، R3، R2، R1 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.

سوهان‌کاری 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 سوهان‌کاری یکنواخت ایجاد نمود).

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

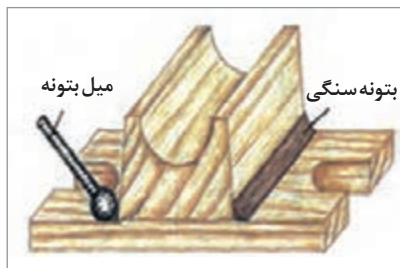
سطح قوس ایجاد شده، توسط سنباده نرم پرداخت‌کاری و آماده رنگ می‌شود.

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. سنباده‌کاری 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 (فیلت‌گذاری) 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 خصوصیتی 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 رنگ کاری را می‌توان به‌عنوان نقاط ضعف این بتونه دانست.

طرز ساخت بتونه مخصوص چوب: بسته به مساحت سطح مدلی که لازم است بتونه کاری 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 مقدرهای 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 بتونه کاری 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 لیسه‌ای تمیز مالش داده 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)، سنباده کاری مشکل، خودگیری سریع، در مواقع مورد نیاز استفاده می‌شود.

هیچ‌گاه بتونه فوری توسط انگشت بر روی مدل مالیده نشود.

ابزار بتونه کاری را به محض تمام شدن کار توسط آب و ساییدن آنها روی هم تمیز کنید.

هشدار





- 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 به دلیل 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) 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 بتونه‌کاری 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.

رنگ‌کاری مدل

پس از پایان بتونه‌کاری گوشه‌ها و سطوح ناصاف مدل، سطح آن توسط سنباده نرم، کاملاً صاف و پرداخت شده و آماده رنگ‌کاری 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 ریخته‌گری تعیین می‌شود، رنگ قسمت‌های دیگر مدل نظیر تکیه‌گاه‌های مدل، سطوحی که نیاز به ماشین‌کاری 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.



چه عاملی می‌تواند اصلی‌ترین دلیل برای رنگ‌کاری مدل‌های چوبی باشد؟

جدول ۳- شناخت سایر قسمت‌های عمومی به‌وسیله 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 شمع 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 چکش‌خوار	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 به‌شمار 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 رنگ‌کاری 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 پارچه‌های تمیز جهت تمیز کردن سطح مدل، قبل از رنگ‌کاری و پاک کردن سریع رنگ از دست یا محل‌های ناخواسته؛
- ۴ تجهیزات ایمنی لباس کار، ماسک فیلتردار، سربند، عینک رنگ‌آمیزی، گوشی اسفنجی جهت محافظت از ریه‌ها، پوست و موی سر، چشم‌ها، منافذ گوش، از ورود گردۀ رنگ هنگام رنگ‌کاری با پیستوله؛
- ۵ قلم‌موی رنگ در اندازه‌های مختلف جهت رنگ‌کاری 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 رنگ‌کاری.

نکته



نکاتی در ارتباط با رنگ‌آمیزی با قلم‌مو

- 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 رنگ‌کاری 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 وارد ظرف شود.
- ۵ بهتر است اضافه رنگ روی قلم‌مو با مالیدن بر لبۀ ظرف حذف شود.
- ۶ هنگام رنگ‌کاری 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 رنگ‌کاری، قلم‌مو به جهت‌های مختلف چپ به راست و بالا به پایین حرکت داده 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.
- 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 رنگ‌کاری پشت آن خودداری شود.
- ۱۱ تا قبل از خشک شدن کامل رنگ، رنگ‌کاری تکرار نشود.

نکته



نکاتی در ارتباط با رنگ‌آمیزی 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 سانتی‌متری است.
- ۶ برای رنگ‌کاری بهتر مدل می‌توان آن را توسط پیچ و قلاب آویزان نمود.
- ۷ رنگ‌پاشی بیش از حد به مدل باعث شمع‌ی شدن یا قطره‌ای شدن رنگ روی سطح مدل می‌شود.

هشدار



تمیزکاری و شست‌وشوی ابزار و تجهیزات رنگ‌کاری توسط تینر بعد از انجام فرایند رنگ‌آمیزی یکی از ضروریات این مرحله است.

نکات
بهداشتی



- رنگ‌کاری و ساخت رنگ برای مدل را در محلی مشخص انجام دهید.
- در هنگام رنگ‌کاری همواره پارچه تمیزی در کنار دست خود داشته باشید.
- با تفکر، راهی بیابید که برای جابه‌جا کردن مدل در هنگام رنگ‌کاری استفاده نمایید.
- استفاده از گوشی اسفنجی هنگام رنگ‌کاری با پیستوله را جدی بگیرید.
- چنانچه در فضای باز رنگ‌کاری 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.

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 پارچهٔ تنظیف پاک کرده و آمادهٔ رنگ‌کاری نمایید.

فعالیت کارگاهی
۱۰



قوس کاری و پرداخت کاری

نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ مداد
- ۲ پرگار فلزی
- ۳ چکش، مغار، چوب‌سای زبر، چوب‌سای نرم، سنباده
- ۴ سنبه‌نشان
- 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 آماده شدهٔ فعالیت ۳ را کنترل ابعادی کنید.
- ۲ خط‌کشی 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 نیم‌دایره 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.

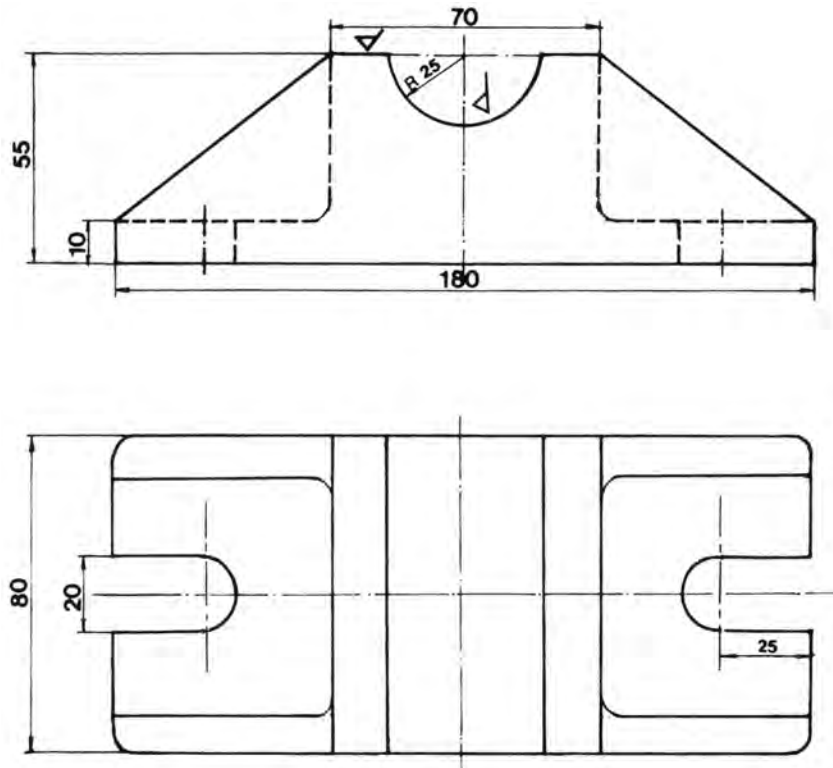
نکته:

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.

ارزشیابی پایانی مدل سازی چوبی

شرح کار:

ابتدا مدل چوبی را مطابق نقشه داده شده بسازید و سپس از مدل ساخته شده یک قطعه آلومینیومی ریخته‌گری 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
- ۲ تخت بودن
- ۴ اندازه‌ها براساس استاندارد ISO 2768 -C

شرایط انجام کار:

- ۱ محیط کارگاهی
- ۲ نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس
- ۲ تهویه استاندارد و دمای ۲۰ درجهٔ سیلسیوس
- ۴ اندازه‌ها براساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: قطعه خام، میز کار، آچار تنظیم گیره، خط‌کش فلزی ۳۰ سانتی‌متری، کولیس، اره دستی چوب‌بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی‌متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، مداد، چوب‌سای تخت، چوب‌سای نیم‌دایره، رنده دستی، کمان اره مویی، چسب چوب، سنباده چوب، Rسنج، اسپری رنگ، بتونه، وسایل و تجهیزات قالب‌گیری و ریخته‌گری

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی اولیه قطعه کار (چوب)	۱	
۲	انتخاب و آماده سازی ابزار و تجهیزات	۱	
۳	ساخت مدل چوبی مطابق با نقشه	۲	
۴	قالب گیری مدل ساخته شده و ریخته گری آن	۱	
۵	جدا نمودن سیستم راهگاهی از قطعه کار، تمیز کردن آن و تحویل قطعه	۱	
	<p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه ۴- رعایت دقت و نظم</p>		
	میانگین نمرات: *		

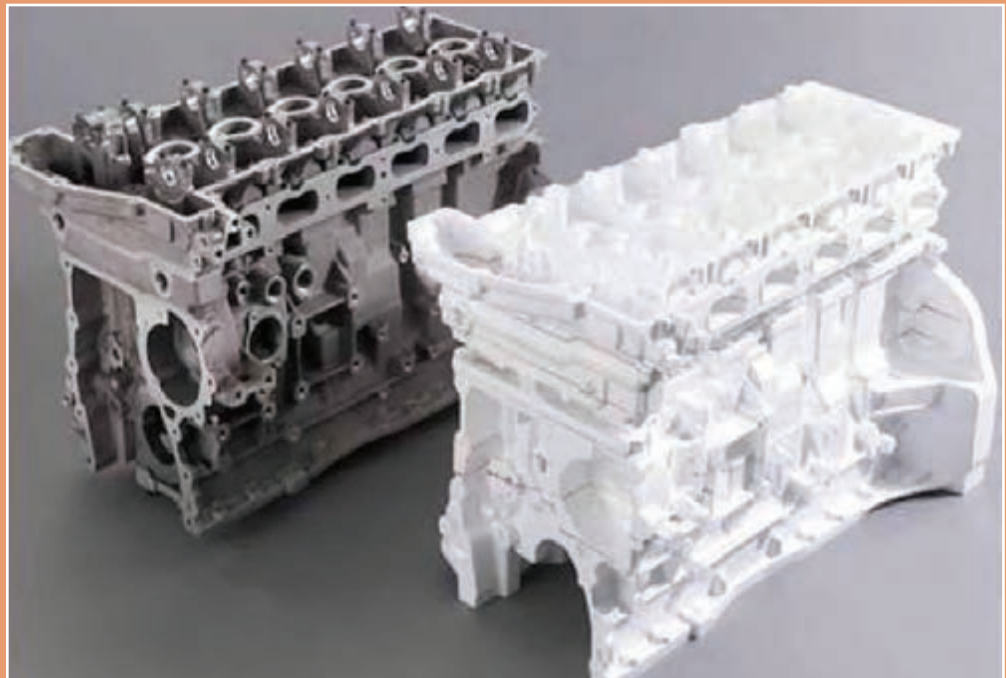
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.





پودمان ۳

ساخت مدل‌های پلیمری (پلاستیکی)



واحد یادگیری ۳

ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)

یکی از انواع مدل های مورد استفاده در مراحل قالب گیری و ریخته گری، مدل های پلیمری (پلاستیکی) است که به چند دسته پلاستوفومی (یونولیتی)، آرالدیتی، مومی و سیلیکونی تقسیم می شوند. در این پودمان، یادگیری انواع مدل های پلیمری، تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی، ترسیم نقشه مدل سازی، ساخت، مونتاژ مدل و سیستم راهگامی، و کنترل کیفی مدل نهایی توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد

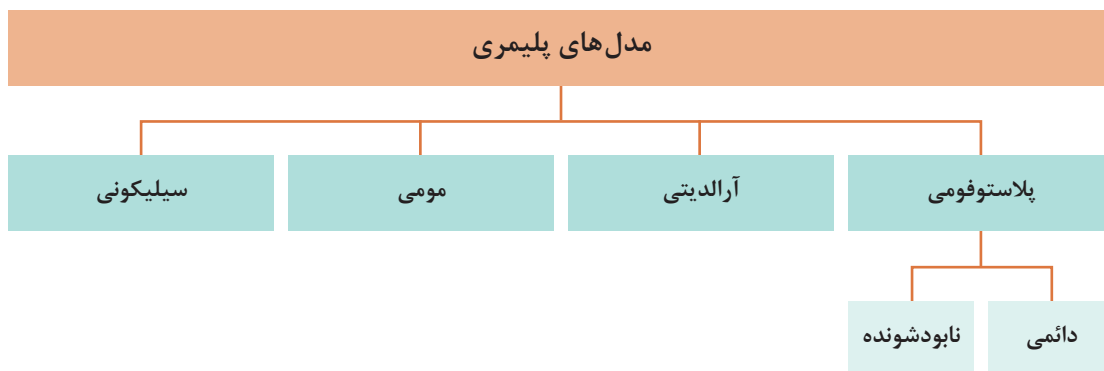
نقشه مدل سازی با استفاده از نقشه مکانیکی، مواد اولیه لازم و ابزارآلات، براساس استانداردهای مربوطه تهیه و مدل پلیمری ساخته می شود.

پیش نیاز

تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی

مدل‌های پلیمری

ورود به عرصه‌های نوین و رقابت در بازارهای امروزی، نیازمند استفاده از تکنولوژی‌های مدرن در زمینه‌های مختلف صنعتی است. با پیشرفت تکنولوژی، دستیابی سریع‌تر، آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر نسبت به قطعات سالم در فرایند ریخته‌گری میسر شده است. از آنجایی که همواره یکی از محدودیت‌های طراحی یک قطعه پیچیده، عدم قابلیت تولید آن با فرایند ریخته‌گری است بنابراین استفاده از روش‌ها و تکنیک‌هایی که این محدودیت‌ها را برطرف نماید، بسیار سودمند است. یکی از روش‌هایی که محدودیت‌های بسیاری را در بخش طراحی و ساخت مدل رفع کرده است، به کارگیری موادی با دمای ذوب و تبخیر بسیار پایین، جهت ساخت مدل‌های ریخته‌گری است. این مدل‌ها یک‌بار مصرف بوده و در طول فرایند ریخته‌گری، قبل و یا هنگام ذوب‌ریزی به بخار تبدیل می‌شوند. مدل‌های پلیمری به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند.



مدل‌های پلاستوفومی (یونولیتی)

ایده استفاده از پلاستوفوم (یونولیت) برای ساخت مدل‌های ذوب شونده (ناپود شونده) و دائمی، اولین بار توسط آقای رویر^۱ در سال ۱۹۵۸ ارائه گردید. این ایده توسط کمپانی گرونزی و هارتمان^۲ خریداری و پس از توسعه، برای تولید صنعتی مورد استفاده قرار گرفت. در دهه‌های اخیر استفاده از مدل‌های ذوب‌شونده رشد گسترده‌ای، به‌ویژه در بین کارخانه‌های پیشرفته تولید قطعات خودرو، داشته است. نام علمی پلاستوفوم، پلی‌استایرن است، که یک پلیمر مصنوعی از محصولات پتروشیمی است. انواع پلی‌استایرن عبارت‌اند از:

- پلی‌استایرن معمولی^۳ (GPPS)
- پلی‌استایرن مقاوم^۴ (HIPS)
- پلی‌استایرن انبساطی^۵ (EPS)
- پلی‌استایرن اکستروود شده^۶ (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.

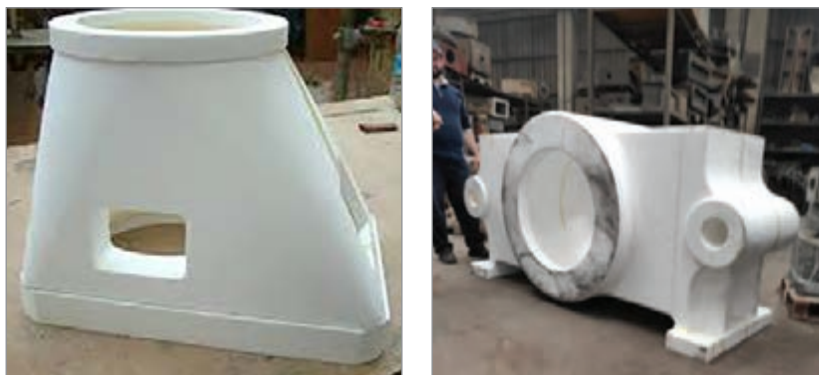


شکل ۱- فرم های مختلف یونولیت؛ ۱- گرانول های قبل از انبساط، ۲- دانه های بعد از انبساط و ۳- شکل نهایی

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

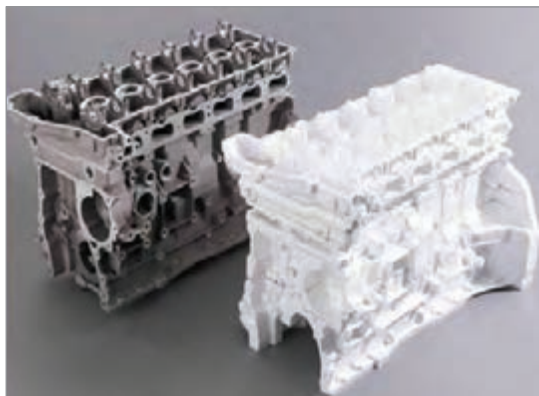
۱- **مدل های یونولیتی دائمی:** برای ساخت مدل های دائمی از بلوک یونولیت فشرده استفاده می شود. انتخاب میزان فشردگی بستگی به تعداد دفعات قالب گیری و یا تعداد قطعه ریختگی خواسته شده دارد. برای قالب گیری تا ۵۰ بار از بلوک یونولیت فشرده با چگالی حدود ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب استفاده می شود. شکل ۲ نمونه 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^۱ 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، رنگ کاری 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.

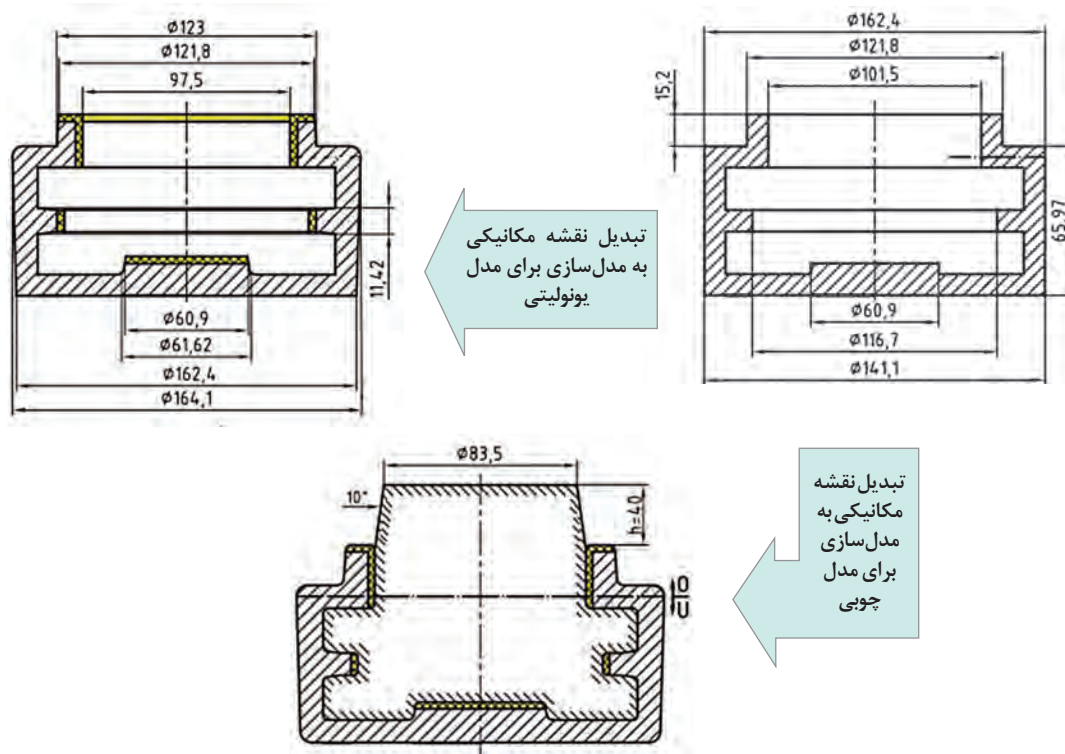
برای تولید مدل‌های یونولیتی با قالب معکوس فلزی، نیاز به گرانول‌های خام یونولیت است. با تزریق گرانول‌ها به داخل قالب معکوس فلزی و انبساط آنها، مدل یونولیتی شکل اصلی خود را به دست می‌آورد. چگالی گرانول‌های انبساطی هنگام شکل‌گیری در داخل قالب، حدود ۶۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب است که بعد از انبساط کامل مدل،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



شکل ۴

با توجه به اضافات و متغیرهایی که براساس آنها نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی تبدیل می‌شود، 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

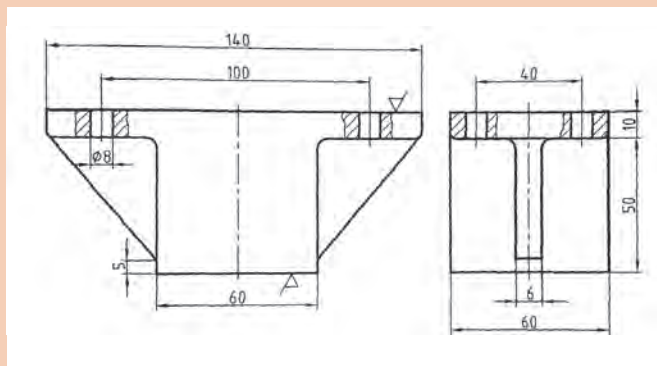


گزینه‌ها	دقت ابعادی	قوس گوشه‌ها	ماهیچه	پیچیدگی	اضافه تراش	شیب مجاز	سطح جداپس	جنس مدل
وجود دارد	✓							چوبی (اولیه)
ممکن است وجود داشته باشد.	x							
وجود ندارد	x							یونولیتی
وجود دارد	✓							
ممکن است وجود داشته باشد.	x							
وجود ندارد	x							



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.

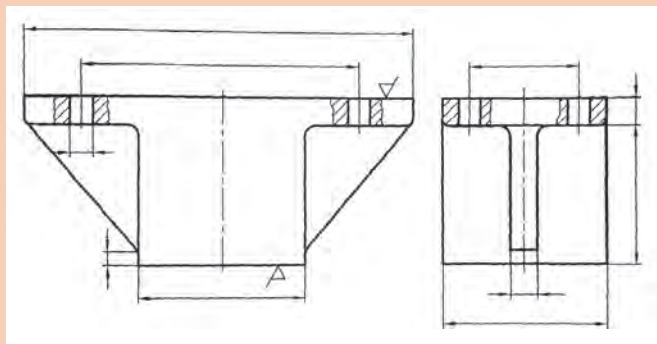
۲- ترسیم نقشه مدل سازی روی سطح یونولیت: همان طور که در ابتدا به آن اشاره گردید، دومین مرحله در ساخت یک مدل یونولیتی، انتقال نقشه مدل سازی بر روی سطح بلوک خام یونولیت است. مراحل انجام کار به شرح زیر است:

- 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



- 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)

نکات ایمنی



- 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.



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

هشدار

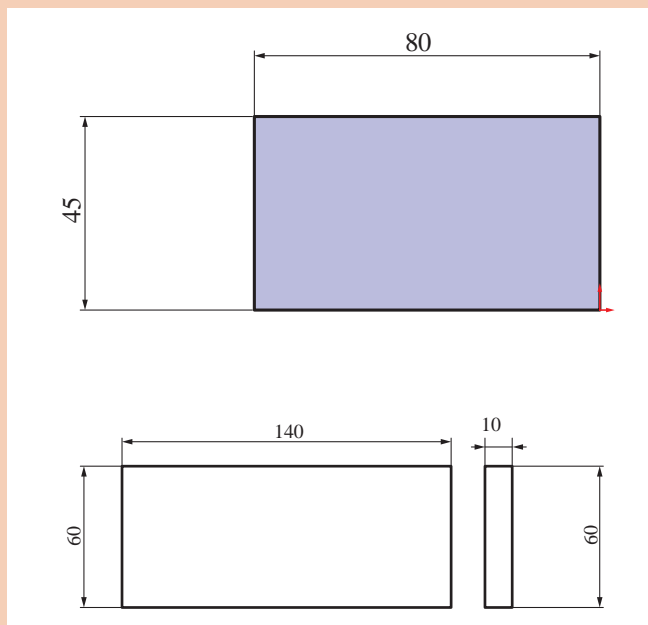


فعالیت کارگاهی
۳



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:

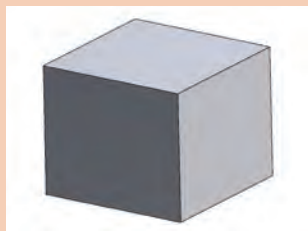
استفاده از لباس کار، استفاده از دستکش ایمنی، استفاده از کفش ایمنی، استفاده از عینک ایمنی و استفاده از ماسک فیلتردار

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 راهگامی: چهارمین مرحله در ساخت یک مدل یونولیتی، مونتاژ اجزای مدل روی سیستم راهگامی 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 برش‌کاری، برش‌کاری 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 این‌گونه چسب‌ها باعث آب شدن و از بین رفتن آنها خواهد شد. امروزه، چسب چوب و چسب یونولیتی 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 برش‌کاری، 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.

هیچ‌گاه برای افزایش استحکام در اتصالات مدل یونولیتی از میخ یا سوزن یا هر شیء فلزی دیگری استفاده نکنید.

هشدار



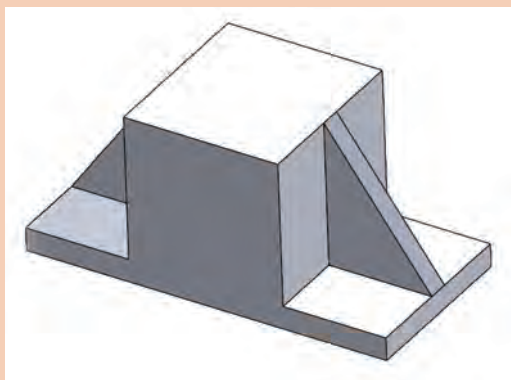


با جست‌وجو در اینترنت، چسب‌های دیگری که می‌توان با استفاده از آنها مدل‌های یونولیتی را مونتاژ نمود (با ذکر مزیت و محدودیت هر کدام)، یافته و معرفی نمایید.



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، 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.

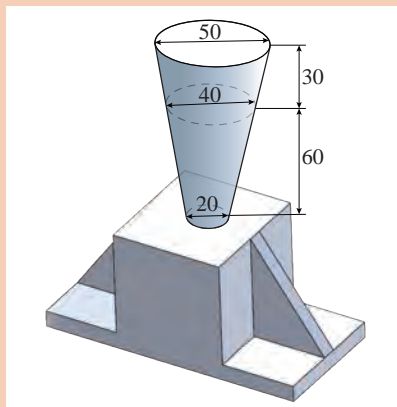


در صورت بیرون زدگی چسب، قبل از خشک شدن آن را پاک کنید.

۵- کنترل کیفی مدل ساخته شده: پس از ساخت مدل یونولیتی، لازم است صحت ابعاد مدل، زبری و ناصافی سطوح، گوشه های تیز، محل های اتصال و شره چسب مورد بازبینی و کنترل قرار گیرد.



ساخت سیستم راهگاهی با یونولیت و مونتاژ آن روی مدل آماده شده، قالب گیری و ریخته گری 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 قالب گیری و ریخته گری
- 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 قالب گیری کنید.
- توضیح: در قالب گیری مدل های یونولیتی، مدل و اجزای سیستم راهگاهی در داخل ماسه دفن می شوند و فقط سطوح حوضچه بالایی و تغذیه ها دیده می شوند.
- ۴ مقدار ذوب مورد نیاز را آماده نموده و ریخته گری کنید.
- ۵ پس از سرد شدن درجه آن را تخریب نموده و بعد از تمیزکاری کنترل کنید.
- ۶ قطعه تولید شده به همراه 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 یونولیت ها و نخاله ها 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

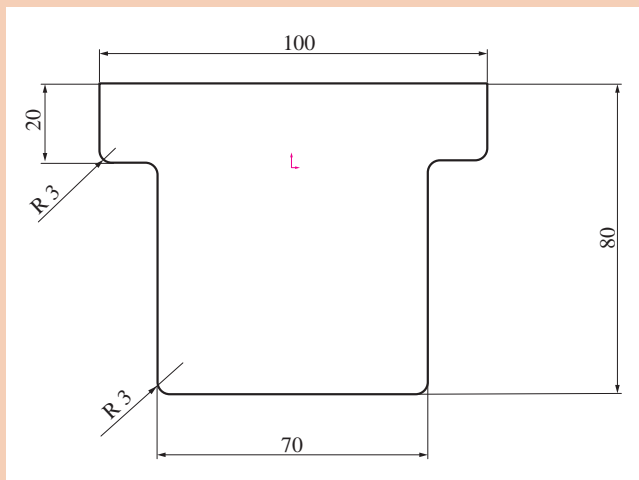
فعالیت کارگاهی
۶



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

مراحل انجام کار:

- ۱ قالب فلزی مناسبی را برای نقشه فوق با فرایندهای مدل‌سازی و ریخته‌گری، تراشکاری و فرز کاری 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^۱، سالیدورک^۲ و یا اتوکد^۳) 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^۴ برش کاری.
- (ه) ماشین برش کاری با محور متحرک و میز متحرک (چند محوره)

۱- CATIA

۳- Autocad

۲- Solidwork

۴- laser

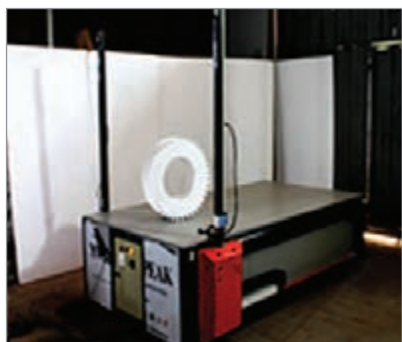
در تمامی این ماشین‌ها، نقشه اجزای مدل توسط نرم‌افزارهای رایانه‌ای طراحی و ترسیم می‌شود، پس از ذخیره نمودن فایل نقشه با پسوند DXF، این فایل جهت فرایند برش کاری به سیستم پردازنده دستگاه برش منتقل می‌شود.



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.



شکل ۱۰



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 راهگامی مونتاژ شده را نشان می‌دهد.

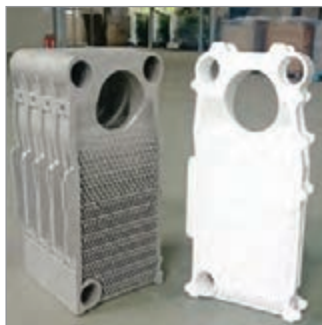


شکل ۱۱



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.

د) ماشین برش کاری لیزر: ماشین برش کاری لیزر یکی از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های برش کاری مدرن است. برای بریدن آلیاژهای آهنی و غیرآهنی و همچنین برای برش کاری و حکاکی غیرفلزات، و کامپوزیت‌ها از لیزر استفاده می‌شود. از مهم‌ترین مزایای برش کاری لیزر می‌توان 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 می‌شود. شکل ۱۲ نمونه‌ای از یک ماشین برش لیزر و مدل‌های برش کاری شده را نمایش می‌دهد.



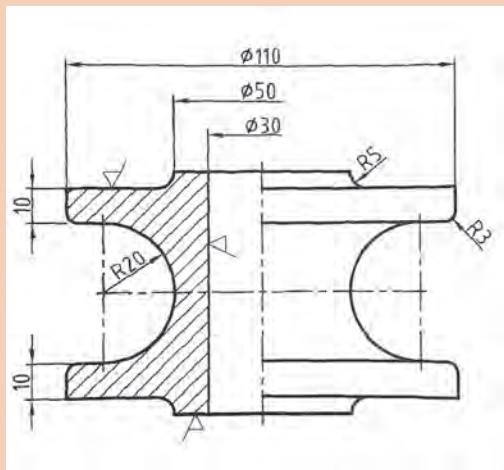
شکل ۱۲

ساخت مدل یونولیتی با استفاده از ماشین برش

فعالیت کارگاهی
۷



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 یونولیت ها و نخاله ها الزامی است. در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

مدل های آرالدیتی

پلیمرها به دو شکل گرمانرم (ترموپلاست^۱) و گرماسخت (ترموست^۲) تولید و در دسترس صنعتگران قرار می گیرند. مهم ترین پلیمرهای مورد مصرف در مدل سازی عبارت اند از: آرالدیت ها^۳، پلی اورتان ها^۴، پلی کلرید وینیل ها^۵ و پلی استایرن ها^۶.

آرالدیت نام تجاری رزین اپوکسی و از خانواده ترموست ها است. مدل آرالدیتی نسبت به مدل چوبی و فلزی از خواص بالاتری برخوردار است که عبارت اند 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 آسان تر مدل از ماسه قالب گیری
- سبکی وزن بیشتر نسبت به مدل فلزی مشابه
- مقاومت بیشتر در برابر رطوبت و سایر عوامل محیطی
- کاربرد زیاد به دلیل شکل پذیری آسان و مرغوبیت سطح مدل

۱- thermoplast

۲- thermoset

۳- Araldite

۴- polyurethane

۵- polyvinyl chloride (PVC)

۶- polystyrene

آرالدیت‌ها در مدل‌سازی به چند گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱ پوششی (ژلکت^۱)

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. به‌عنوان مثال، اگر ژلکت (SW۴۰۴) با سخت‌کننده (HY۲۴۰۴) مخلوط شود، برای پوشش دادن قالب‌های برآمده (پوزیتیو^۲) به ضخامت ۱ تا ۳ میلی‌متر مناسب است. ژلکت (SV۴۱۰) با سخت‌کننده (HY۲۴۰۴) برای ساخت قالب‌های معکوس (نگاتیو^۳) و قالب‌های برآمده مناسب است.

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)
- صیقل‌پذیری و سختی سطح عالی
- چسبندگی کم به ماسه قالب‌گیری (جداپذیری خوب از قالب ماسه‌ای)
- مقاومت حرارتی ژلکت SW۴۰۴ بین ۷۰ تا ۷۵ درجه سلیسیوس و ژلکت (SV۴۱۰) بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد
- 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 آرالدیت‌های پوششی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات انواعی از آرالدیت‌های پوششی (ژلکت‌ها)

رنگ	علامت تجاری	سخت‌کننده	نسبت مخلوط [*]	زمان سخت شدن ۵۰۰ گرم بر حسب دقیقه	وزن مخصوص (g/cm ^۳)	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 آرالدیت است.

۲- آرال دیت های ریختگی: این آرال دیت ها با علامت اختصاری (CW)، برای ساخت قالب ها و مدل های آرال دیتی با حجم کم به کار می روند. مخلوط کردن این نوع آرال دیت ها با سخت کننده آن، بستگی به موارد زیر دارد:

- کوچکی و بزرگی مدل
- دمای محیط

انتخاب نوع آرال دیت و سخت کننده آن مطابق جدول شماره ۲ انجام می گیرد.

جدول ۲- مشخصات انواعی از آرال دیت های ریختگی

رنگ ظاهری	سایر خواص	وزن مخصوص g/cm ³	زمان سخت شدن ۱۰۰ g/min	نسبت مخلوط*	سخت کننده	علامت تجاری
خاکستری	حاوی فیلر فلزی و معدنی	۱/۸	۴۰ تا ۳۰	۱۱ بر ۱۰۰	HY ۲۱۶	CW۲۱۶-۱
بژ روشن	قابلیت رنگ کاری، واکنش آرام	۱/۸	۶۰ تا ۵۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۰	CW۲۲۱۵
بژ روشن	قابلیت رنگ کاری، واکنش متوسط	۱/۶	۴۰ تا ۳۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۱	CW۲۲۱۵
بژ روشن	قابلیت رنگ کاری، واکنش سریع	۱/۶	۳۰ تا ۲۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۲	CW۲۲۱۵
خاکستری	ماشین کاری خوب، واکنش آرام	۱/۶	۹۰ تا ۶۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۰	CW۲۲۱۷
خاکستری	ماشین کاری خوب، واکنش متوسط	۱/۷	۴۰ تا ۳۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۱	CW۲۲۱۷
خاکستری	ماشین کاری خوب، واکنش سریع	۱/۷	۳۰ تا ۲۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۲	CW۲۲۱۷
سیاه	فیلر فلزی، واکنش آرام	۱/۷	۶۰ تا ۵۰	۲۰ بر ۱۰۰	HY ۵۱۱۸	CW۲۴۱۸-۱
سیاه	فیلر فلزی، واکنش آهسته	۱/۷	۹۰ تا ۶۰	۱۲ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۰	CW۲۴۱۸-۱
سیاه	فیلر فلزی، واکنش متوسط	۲/۴	۴۰ تا ۳۰	۱۵ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۱	CW۲۴۱۸-۱
سیاه	فیلر فلزی، واکنش سریع	۲/۱	۳۰ تا ۲۰	۱۵ بر ۱۰۰	HY ۵۱۶۲	CW۲۴۱۸-۱

* نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت کننده بر آرال دیت است.

خواص عمومی آرال دیت 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 سر خود 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- آرادیت‌های چند منظوره: این آرادیت‌ها با علامت اختصاری M یا CY نشان داده می‌شوند و برای ساخت مدل‌های کوچک و متوسط به کار می‌روند. مصرف این آرادیت‌ها 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 آرادیت‌ها را با مواد پرکننده (مانند خرده چوب، پوک‌های معدنی و فوم انبساطی) مخلوط می‌کنند. قابلیت پرداخت کاری مدل‌ها و قالب‌های معکوس ساخته شده از آرادیت‌های چند منظوره، مناسب است. انتخاب نوع آرادیت 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 آرادیت‌های چندمنظوره

علامت تجاری	سخت‌کننده	نسبت مخلوط*	زمان سخت شدن ۵۰۰g/min	رنگ	سایر خواص
M	HY ۹۵۶	۱۰۰ بر ۲۰	۳۰-۲۰	مایل به زرد شفاف	
CY ۲۱۹	HY ۵۱۶۰	۱۰۰ بر ۵۰	۱۲۰-۹۰	مایل به زرد شفاف، واکنش آهسته	
CY ۲۱۹	HY ۵۱۶۱	۱۰۰ بر ۵۰	۵۰-۴۰	مایل به زرد شفاف، واکنش نیمه آهسته	
CY ۲۱۹	HY ۵۱۶۲	۱۰۰ بر ۵۰	۳۰-۲۰	مایل به زرد شفاف، واکنش سریع	
IW ۵۶۱	HY ۲۱۶	۱۰۰ بر ۲۷	۷۰-۴۰	خاکستری	با فیلر معدنی
XB ۵۰۸۲	HB ۵۰۸۳	۱۰۰ بر ۲۳	۲۰۰-۱۷۰	بی‌رنگ	واکنش سریع در حالت رقیق بودن برای ۱۰۰ گرم آن

* نسبت مخلوط، منظور نسبت سخت‌کننده بر آرادیت 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 دانه بندی مختلف
قابلیت فشرده شدن خوبی دارد	پودر یا آرد چینی
سبک است اما قابلیت فشرده شدن کمی دارد	گرانول PVC
سبک است، خوب فشرده می شود اما رطوبت جذب می کند	پوست گردو
خوب فشرده می شود، خیلی بادوام است	نخاله الیاف شیشه
خواص و معایب	مواد پرکننده کم مصرف
خیلی سبک، کم دوام	گرانول پلی استریل سخت
سبک، مقاوم	پوکه معدنی
در موارد خاص و به ندرت مورد مصرف قرار می گیرد سرطان زاست	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 می رود	پودر موزائیک یا آرد چینی
خیلی سبک، برای پوشش دادن و بالابردن غلظت به کار می رود	میکروبالون
سبک، خواص ضدشوره را بالا می برد مقاومت کم	اُروسول ^۱ SiO _۲
خواص و معایب	پودرهای کم مصرف
سبک، عدم مقاومت در برابر سایش	پودر تالک
سبک، عدم مقاومت در برابر سایش	گیپس ^۲
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 دی اکسید

۱- Aerosol

۲- Gypsum

۴- آرالیدیت‌های پشت‌ساز: این آرالیدیت‌ها با علائم اختصاری LV و SV برای پرکردن پشت مدل‌ها و قالب‌های معکوس آرالیدیتی استفاده می‌شود. پس از مخلوط کردن خمیر آرالیدیتی 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 آرالیدیت‌ها، شکل‌پذیری خوب و سرعت در پرکردن پشت قالب است. بعضی از این آرالیدیت‌ها قابلیت پذیرش مواد پرکننده را دارند و باعث می‌شوند که مدل یا قالب معکوس سبک وزن ساخته شود. جدول ۵ انواع آرالیدیت‌های خمیری و پشت‌ساز را نشان می‌دهد.

جدول ۵- انواع آرالیدیت‌های 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 آرالیدیت 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 آرالیدیت خمیری به بازار عرضه شده است که پس از سخت شدن به رنگ چوب در می‌آید (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 آرالیدیتی 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، چوب و...
QZ ۵	پوشش جدایش	نزدیک به یک ساعت	به رنگ بنفش، با ویسکوزیته کم، برای جداسازی از گچ، ماسه، بتن (خشک یا خیس)
QV۱۰	پوشش جدایش	۳۰ دقیقه تا ۶۰ دقیقه	واکس سخت، برای جداسازی در روش‌های سرد و گرم تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد
QZ۱۱	جداکننده بی‌رنگ	تقریباً ۱۰ دقیقه	حلال موم، برای جداسازی در روش‌های سرد و گرم تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد
QZ۱۳	جداکننده بی‌رنگ	تقریباً ۱۵ دقیقه	برای جداسازی مدل یا قالب سرد از گرم و گرم از گرم تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد
XB۲۹۶۱	پوشش جدایش	تقریباً ۳۰ دقیقه	زرد روشن، برای جداسازی مدل یا قالب خلل و فرج‌دار مانند چوب، گچ خشک، بتن و...
DT۵۰۳۹	پوشش جدایش	تقریباً ۳۰ دقیقه	برای پوشاندن میزکار، صفحات و... تولید کم گرد و خاک

مواد جدایش جامد (مانند QV۱۰) به شکل واکس است که برای پوشش دادن سطح مدل و قالب از پنبه و پارچه نظیف 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

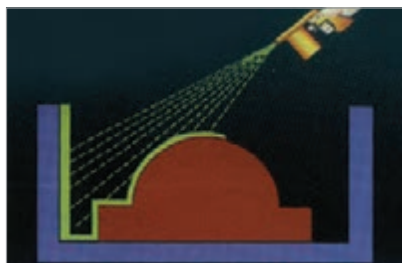
الف) مراحل ساخت مدل آرالدیتی ریختگی (بدون استفاده از ژلکت)



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.



شکل ۱۴

۴ پوشش دادن سطوح صفحه، قاب و مدل با مواد جدایش (QZ) مانند شکل ۱۴.



شکل ۱۵

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).



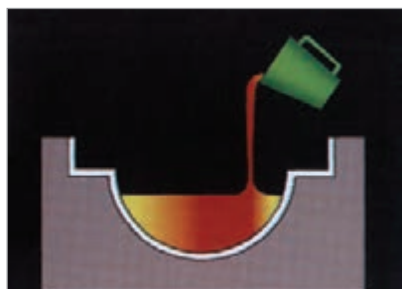
شکل ۱۶

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).



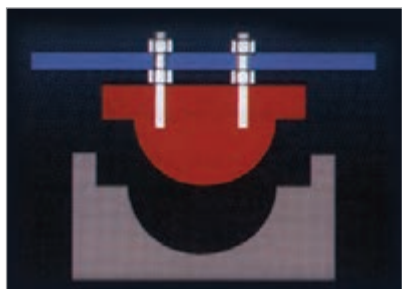
شکل ۱۷

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 ۱۸

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 ۱۹

۱۲ خارج کردن مدل آرالدیتی برآمده از داخل قالب معکوس با وسایل جداسازی (شکل ۱۹).

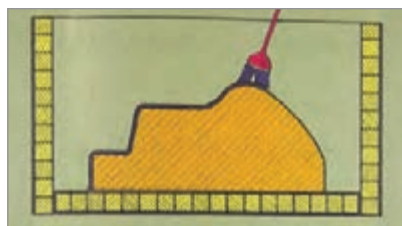
نکته



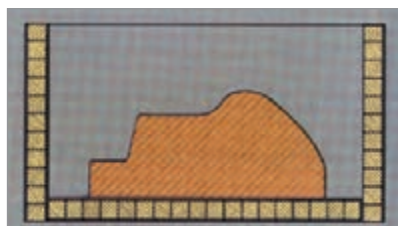
با استفاده از قالب معکوس می‌توان چندین مدل آرالدیتی را برای نصب روی صفحه (مدل صفحه‌ای) تولید کرد.

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)

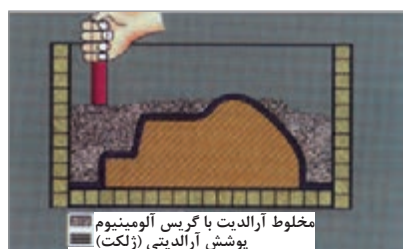


(الف)

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.

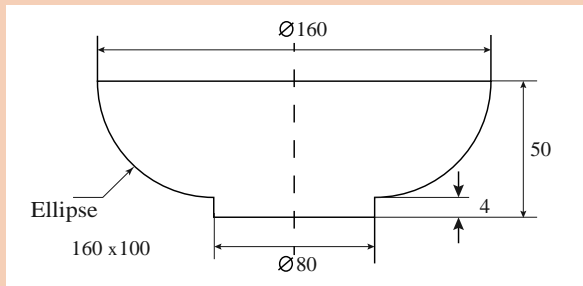
۱۰ بازدید کردن سطح داخلی قالب معکوس پس از جدا کردن مدل (چنانچه در داخل قالب پستی و بلندی (ناصافی) دیده شود، آن قالب باید کنار گذاشته شود).

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 پشت‌ساز
- ۵ وسایل مدل‌سازی 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 مدل‌سازی تبدیل کنید.
- ۲ مدل چوبی اولیه را با استفاده از نقشه مدل‌سازی بسازید.
- ۳ صفحه و قاب‌ها را براساس قطر بزرگ مدل اولیه و همچنین با در نظر گرفتن ارتفاع و مقدار پشت‌بند آن، آماده کنید.
- ۴ مدل اولیه را از سمت قطر بزرگ بر روی صفحه نصب کنید.
- ۵ در محور قطر ۸۰ میلی‌متری مدل، یک میله توپر مخروطی به قطر کوچک ۱۰ میلی‌متر روی آن طوری قرار داده شود که حداقل ۳۰ میلی‌متر از سطح قاب بیرون باشد.
- ۶ قاب را طوری بر روی صفحه قرار دهید که ضخامت ۳۰ میلی‌متر اطراف آن رعایت شده باشد.
- ۷ سطوح اطراف قاب و مدل را تمیز نموده و کنترل کنید.
- ۸ سطح صفحه، مدل و میله ۱۰ میلی‌متری 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 سخت‌کننده 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 خط‌کش صاف کنید.
- ۱۲ پس از سخت شدن آرالدیت، میله مخروطی را خارج کنید.
- ۱۳ قالب را برگردانده و صفحه را کنار بگذارید.
- ۱۴ قالب سخت‌شده را دوباره برگردانده و بر روی دو زیرسری به ارتفاع حدود ۳۰ میلی‌متر 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 میلی‌متری با ضربه‌های 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 اویزان کردن پیچ و مهره جدایش، مخلوط آردایت ریختگی را آماده کرده و به داخل قالب معکوس بریزید تا کاملاً پر شود.

۱۹ پس از سخت شدن مدل آردایتی، آن را با استفاده از پیچ و مهره جدایش، از داخل قالب معکوس خارج کنید (به شکل شماره ۱۹ مراجعه کنید).

۲۰ مدل آردایتی 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 آردایتی تولید کرد.

نکته:

تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات آردایت 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، اصطلاح 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): 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.

۲- سیلیکون‌های هوا پخت (RTV^۱): 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- لاستیک سیلیکون مایع (LSR^۲): 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^۳): 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 انعطاف پذیر 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 محصولات 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. به‌عنوان 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 هر گونه آلودگی پاک می‌شود.
- ۲ صفحه مناسب آماده و مدل اولیه به‌وسیله چسب بر روی آن نصب می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳

- ۳ آماده ساختن قاب و چسبانیدن مدل نمونه روی صفحه باید به‌گونه‌ای انجام شود که فاقد هرگونه منفذ و درز باشد تا سیلیکون RTV2 از آن منفذ خارج نشود (شکل ۲۴).



شکل ۲۴

پودمان سوم: ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)



۴ سطح مدل و صفحه به مواد جدایش آغشته می شود.
۵ پس از محاسبه حجم محفظه قالب؛ مقدار حجم سیلیکون مورد نیاز محاسبه و وزن می شود و با سخت کننده (مطابق دستورالعمل سازنده) کاملاً مخلوط می گردد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵



۶ مخلوط آماده شده با دقت و به آرامی به درون محفظه قالب، ریخته می شود تا از ورود هرگونه حباب به آن جلوگیری شود (شکل ۲۶).

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 می شود (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 می‌گردد. پس از آن با ابزار مناسب برش کاری (کاتر) جهت سطح جدایش از روی خط ترسیمی با دقت؛ بریده می‌شود. سپس مدل خارج می‌شود (شکل ۲۸).

۹ پس از مشاهده و بررسی داخل قالب، در صورت معیوب نبودن، آماده تولید می‌شود.

۱۰ جهت اطمینان از سالم بودن قالب معکوس، می‌توان 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 نمونه‌های 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 رنگ‌آمیزی 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 زباله‌ها 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).

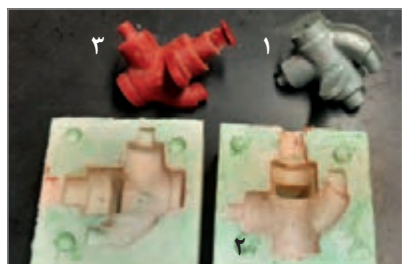


شکل ۳۲

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 راهگاهی 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 مدل‌ها از هر دو لنگه قالب.



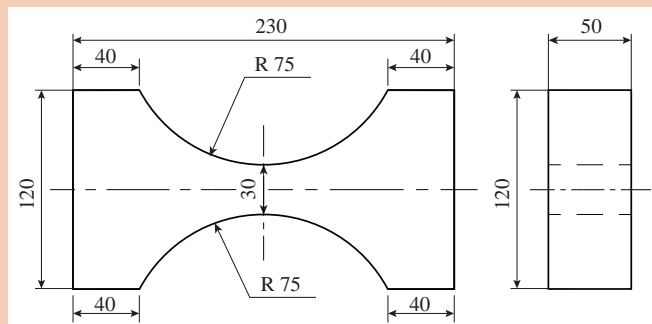
شکل ۳۳: ۱- مدل فلزی، ۲- قالب سیلیکونی دو تکه و ۳- مدل مومی

- ۱۱ کنترل کردن دو نیمه قالب‌ها 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 قالب‌های سیلیکونی را با استفاده از مدل دو تکه آماده شده مطابق درس داده شده بسازید.
- ۳ پس از کنترل داخل قالب‌ها، سطح داخلی آنها را با مواد جدایش پوشش دهید.
- ۴ پس از جفت کردن قالب‌ها 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 رنگ‌آمیزی 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 گران‌قیمت مورد مصرف قرار گرفته است. امروزه بیشتر از موم مصنوعی به جای موم طبیعی برای تولید و ساخت این‌گونه 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 فرآورده‌های 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 ماشین‌کاری 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).



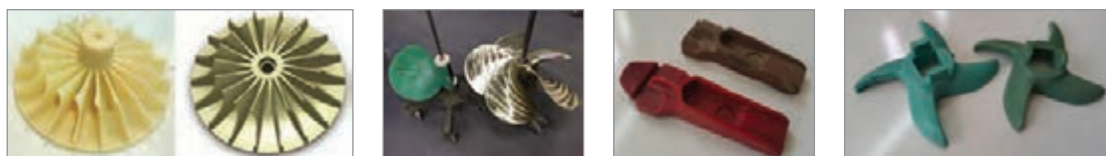
شکل ۳۶



شکل ۳۷

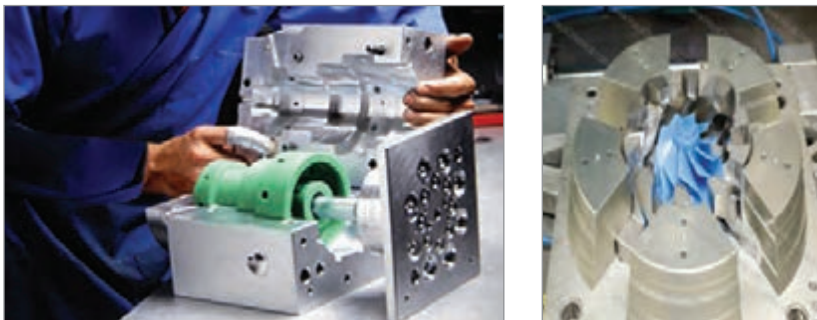
ریخته‌گری هنری: برای تولید قطعات هنری به تعداد کم و با ارزش نظیر مجسمه‌ها و تندیس‌ها (شکل ۳۷) از ریخته‌گری دقیق استفاده می‌شود. در این فرایند، آلیاژهای طلا، نقره، آلومینیوم، برنز و آلیاژهای سرب و روی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

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).



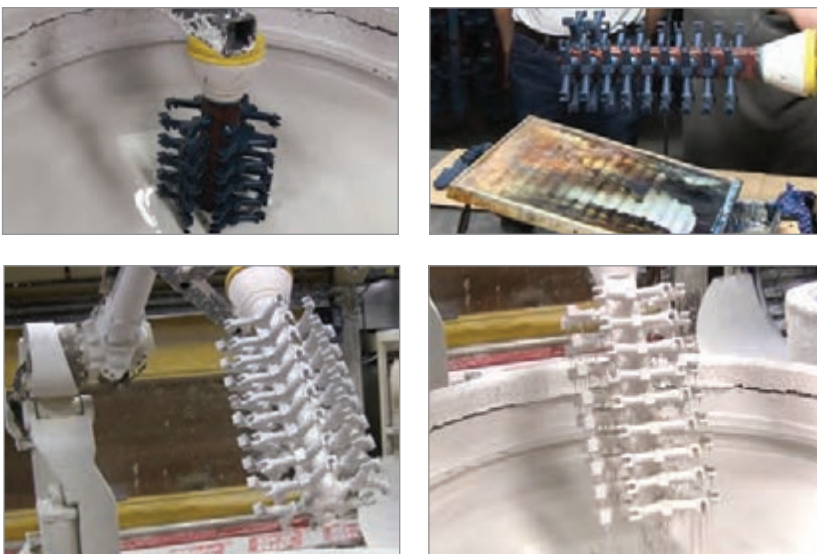
شکل ۳۸

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 راهگامی 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).



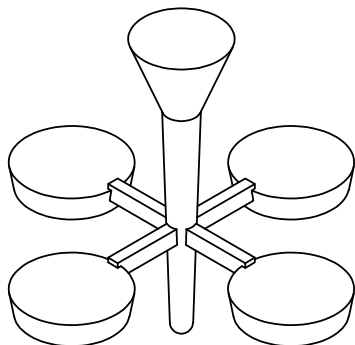
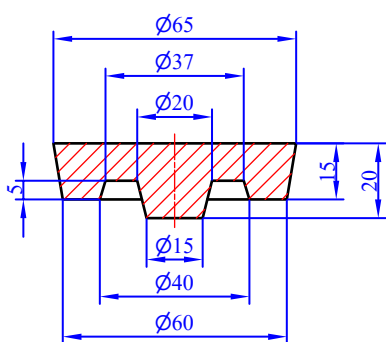
شکل ۴۱

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.^۱

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 راهگاہ بریزید.
- ۵ پس از سخت شدن مدل مومی و لوله راهگاہ، 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.

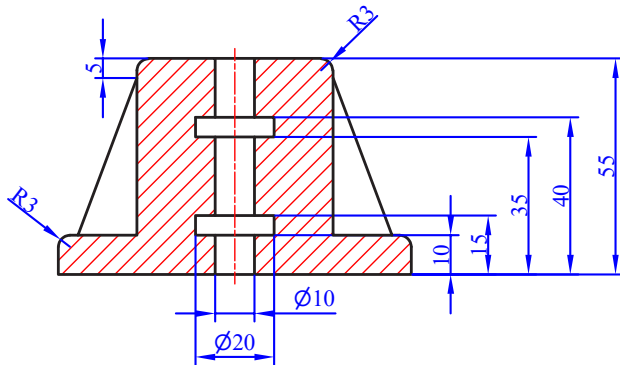
نکته:

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.

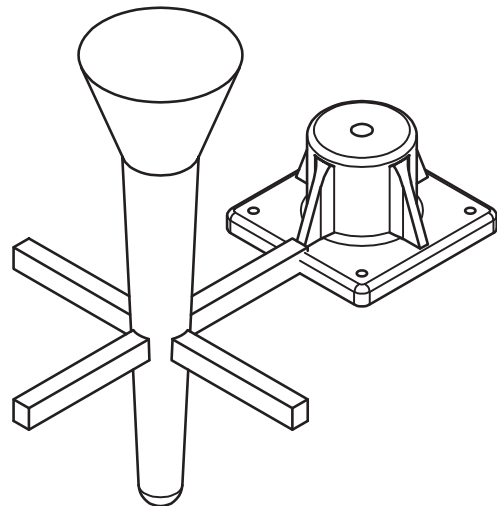
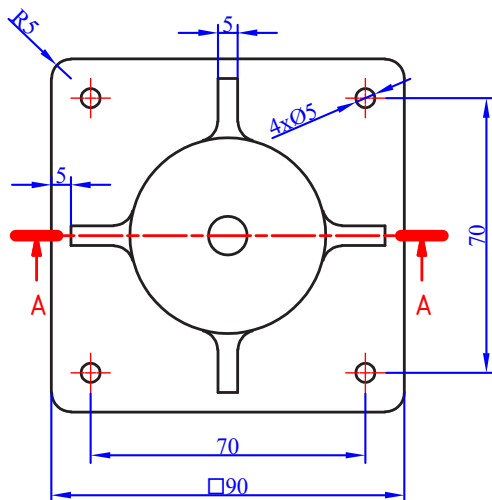
ارزشیابی پایانی ساخت مدل های پلیمری (پلاستیکی)

شرح کار:

ساخت مدل یونولیتی چهارتایی با سیستم راهگاهی مناسب، قالب گیری دوغابی و ریخته گیری آن به صورت دفنی و تولید خوشه آلومینیومی. ابتدا ۴ عدد مدل یونولیتی بسازید و آن را روی سیستم راهگاهی نصب کنید. سپس به روش دفنی عملیات قالب گیری را انجام داده و ریخته گیری کنید.



A-A (1 : 1)



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 ۲۰ 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، اره دستی چوب بری، گونیا به طول ۱۵۰ میلی متر، صفحه صافی، پرگار، سنبه چوب، سنبه فلز، مداد، چوب سای تخت، چوب سای 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 مدل‌سازی	۱	
۲	ساخت مدل یونولیتی	۲	
۳	ساخت سیستم راهگامی یونولیتی	۱	
۴	مونتاژ مدل روی سیستم راهگامی	۱	
۵	ریخته‌گری و تولید قطعه خوشه‌ای آلومینیومی	۱	
<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی: ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه ۴- رعایت دقت و نظم</p>		۲	
میانگین نمرات: *			

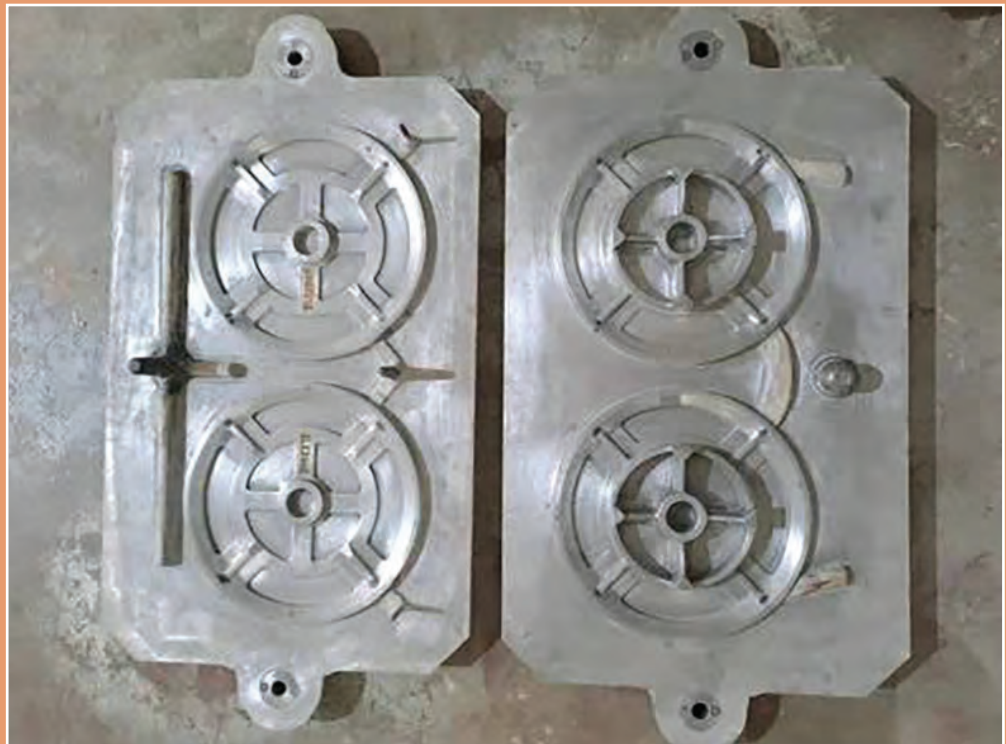
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.





پودمان ۴

ساخت مدل های فلزی



واحد یادگیری ۴

ساخت مدل های فلزی

یکی از انواع مدل های مورد استفاده در قالب گیری، 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 روش های قالب گیری و ریخته گری، روش های انجام خشن کاری، پلیسه گیری، پرداخت کاری، نصب مدل روی صفحه با روش مناسب و تعبیه راهنمای مورد نیاز در ابعاد مناسب روی صفحه و کنترل کیفی مدل از لحاظ ابعاد و شکل ظاهری توضیح داده می شود.

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 می شود.

پیش نیاز

ساخت مدل چوبی

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.

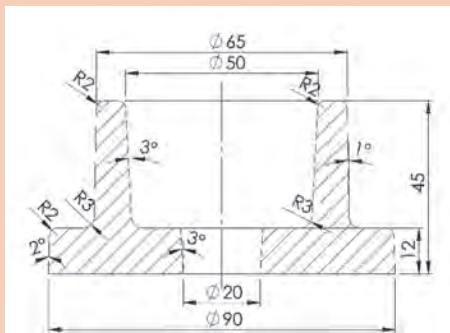
این مدل ها به روش های ماشین کاری و ریخته گری تولید می شوند و می توانند کاملاً فلزی و یا ترکیبی از فلز و سایر مواد مدل سازی ساخته شوند. انتخاب جنس مدل فلزی براساس تعداد تولید قطعه، روش قالب گیری (سرد، گرم، دستی و ماشینی)، حجم و وزن، صیقل پذیری و دوام مدل صورت می گیرد. آلیاژهای منیزیم، آلومینیوم، چدن، 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 ریخته گری 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.



ساخت مدل ساده فلزی به روش ماشینی (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:

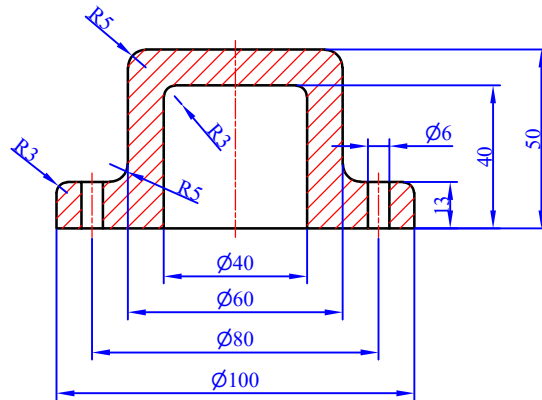
تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله‌ها الزامی است. در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

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 تمیزکاری، سندبلاست و تکمیل کاری (سوهان کاری، تراش کاری، 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 ریخته گری، تعیین شده باشد. برای روشن تر شدن موضوع مثالی همراه با شکل آورده شده است.

مثال: چنانچه بخواهیم درپوش چدنی مطابق نقشه مکانیکی داده شده در شکل ۱ 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 آلیاژ آلومینیوم باشد.



شکل ۱

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:

$$S_G = S_1 + S_r$$

$$S_G = 1 + 1/2 = 2/2 \text{ مجموع کل انقباض}$$

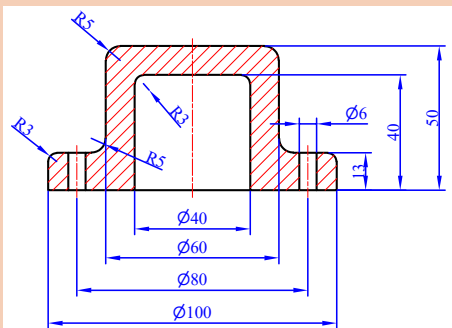
برای محاسبه ابعاد مدل اولیه از رابطه زیر استفاده می شود.

$$L_M = \frac{L_G \times 100}{100 - S_G}$$

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 ۱ 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:

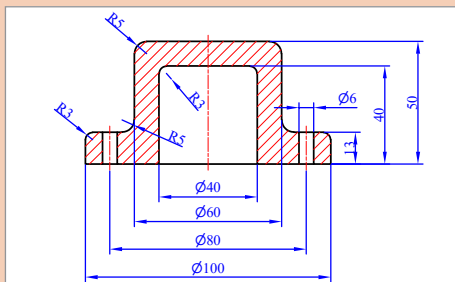
- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی
- ۲ ماشین حساب
- ۳ ابزار و وسایل کنترل نقشه مدل سازی





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 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 سر خود 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 ریخته‌گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.

۷ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

نکته:

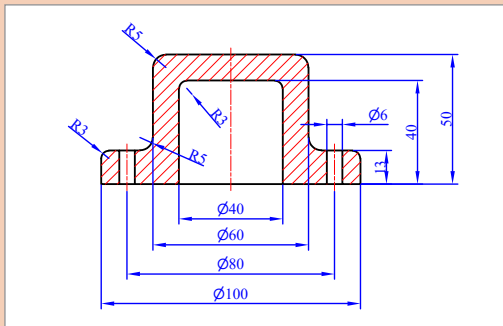
تمیز کردن میز کار، محیط کارگاه و تفکیک ضایعات از سایر زباله‌ها الزامی است. در هنگام کار مراقب ابزار و تجهیزات کارگاهی باشید تا آسیبی به فردی وارد نگردد.

فعالیت کارگاهی
۴



تولید قطعه درپوش چدنی به روش ریخته‌گری

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

۱ ابزار قالب‌گیری و ریخته‌گری

۲ کوره ذوب چدن

۳ شمش چدن

۴ کمک ذوب و مواد افزودنی جهت ذوب چدن

۵ ابزارهای براده‌برداری و پرداخت کاری

۶ ابزار و وسایل اندازه‌گیری 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 قالب‌گیری کرده و سپس قالب ماسه‌ای را کنترل و بر روی هم جفت کنید.

۳ روی قالب را وزنه‌گذاری کنید.

۴ چدن مذاب را در قالب آماده شده، ریخته‌گری کنید.

۵ قطعه ریخته‌گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.

۶ کیفیت سطحی و ابعادی قطعه را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

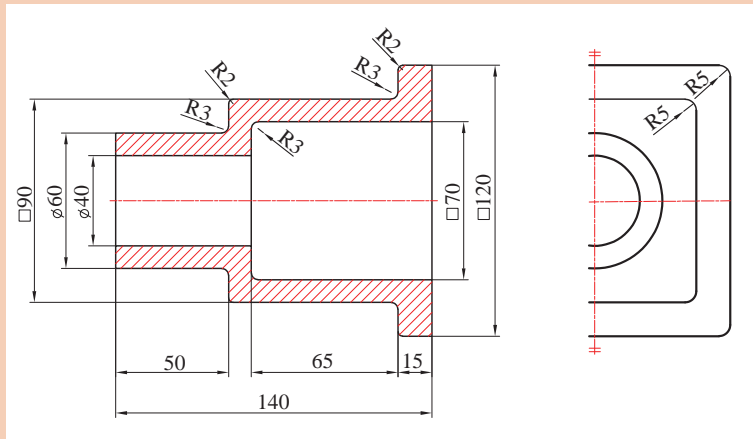
نکته:

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

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 ریخته گری

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.

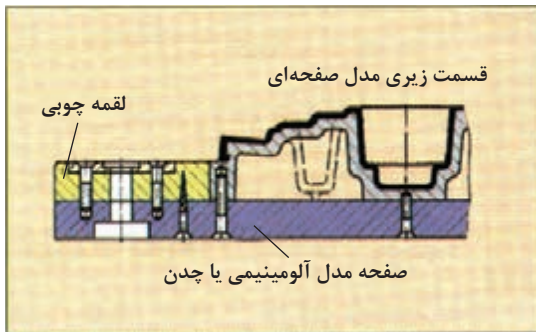
در فعالیت قبل جهت سبک تر شدن مدل فلزی و صرفه جویی در مواد اولیه و مذاب آلومینیوم، آن را به شکل پوسته ای مورد بررسی قرار داده و با قرار دادن ماهیچه ساخته شده، از جعبه ماهیچه مدل آن، را به صورت توخالی ریخته گری کنید.

با جست و جو در اینترنت، عکس و فیلم انواع مدل های فلزی جهت تولید قطعات کوچک تا بزرگ ریخته گری را تهیه کنید. مراحل ساخت مدل فلزی به روش ریخته گری را با گروه خود به بحث بگذارید و از هنرآموز محترم خود راهنمایی بگیرید.

تحقیق کنید



ساخت مدل ترکیبی



شکل ۲

شکل ظاهری بعضی از قطعات ریخته گری از پیچیدگی خاصی برخوردار است و جهت سبک تر ساخته شدن مدل فلزی مربوط به آنها از روش ترکیبی استفاده می شود. در این روش یک پوسته فلزی سبک بر مبنای شکل قطعه، تولید و آماده می گردد، سپس اندازه نهایی مدل ترکیبی توسط پوسته پلیمری (آرالدیت ژلکت) به دست می آید. در شکل ۲ مدل فلزی پوسته ای 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 کنید، می تواند مورد استفاده مدل ساز قرار گیرد.

مدل صفحه ای

در سال ۱۸۲۷ میلادی شخصی به نام فرانکن فلد^۱ در آلمان از یک نوع مدل پلیمری (رزینی) برای تولید دریاچه های چدنی استفاده کرد. این مدل ها بعدها به مدل صفحه ای معروف شدند. در مدل های صفحه ای، مدل همراه صفحه بوده و از آنجا که ریخته گری قطعه می تواند به روش دستی یا ماشینی (نیمه اتومات و یا تمام اتومات) در ماسه صورت گیرد، موجب افزایش سرعت در کار و قالب گیری آسان جهت تولید انبوه قطعات ریختگی می شود. در این مدل ها، صفحه همراه مدل، مشخص کننده خط جدایش و بنابراین ایجاد کننده سطح جدایش دو لنگه درجه است. در این مدل ها اکثر اجزای سیستم راهگاهی (شامل حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره) همیشه روی صفحه تعبیه می شود. ساخت و نصب سیستم های راهگاهی و تغذیه در روی مدل های صفحه ای، سرعت قالب گیری را زیاد و هزینه قطعه را کاهش می دهد.

مزایای مدل های صفحه ای عبارتند از:

- ۱ نصب چندین مدل روی یک صفحه (به خصوص برای مدل های کوچک)؛
- ۲ تنظیم و نصب سیستم های راهگاهی و تغذیه روی مدل؛

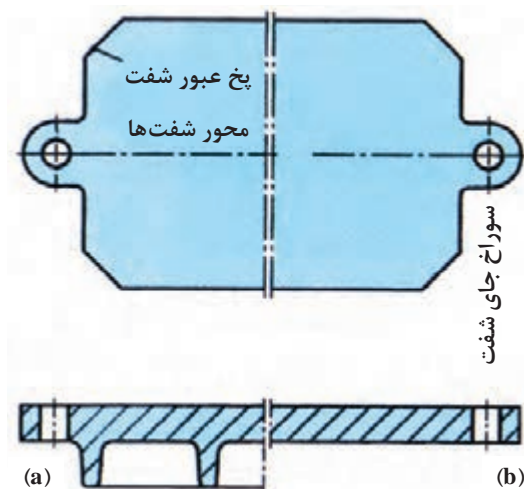
۲ سهولت قالب گیری و ایجاد سطح جدایش غیرمسطح روی صفحه مدل (به خصوص در مدل هایی با سطح جدایش غیریکنواخت)؛

۴ معیوب شدن کمتر قطعات ریختگی (از سر خوردن و غیریکنواخت کوبیدن قالب جلوگیری می شود)؛

۵ سرعت در قالب گیری و تولید انبوه قطعات ریختگی؛

۶ قابل استفاده در روش های قالب گیری دستی و ماشینی؛

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



(a) مدل صفحه ای یک طرفه

(b) مدل صفحه ای دوطرفه

شکل ۳

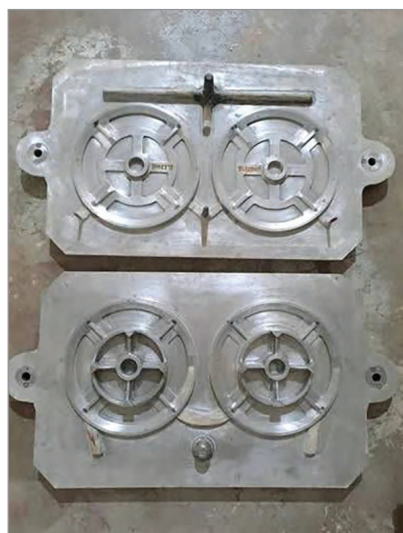
مدل های صفحه ای به دو روش یک طرفه (یک رو) و دو طرفه (دو رو) طراحی و ساخته می شوند (شکل ۳). در نوع یک طرفه، مدل در یک طرف صفحه قرار می گیرد، در حالی که در نوع دو طرفه، بخشی از مدل در یک طرف صفحه و بخشی دیگر در طرف دیگر صفحه قرار دارد. در نوع دو طرفه، دو بخش مدل در دو صفحه جداگانه قرار می گیرند و هر یک از این صفحه ها در درجه جداگانه قالب گیری می شوند.

جنس این مدل ها ممکن است از چوب، پلیمر و یا فلز باشد. این روش برای تولید انبوه و نیز قطعات نسبتاً بزرگ به کار می رود.

مدل های صفحه ای بر مبنای روش قالب گیری و براساس چگونگی نصب مدل تقسیم بندی می شوند. در این قسمت، ابتدا دسته بندی مدل های صفحه ای بر مبنای

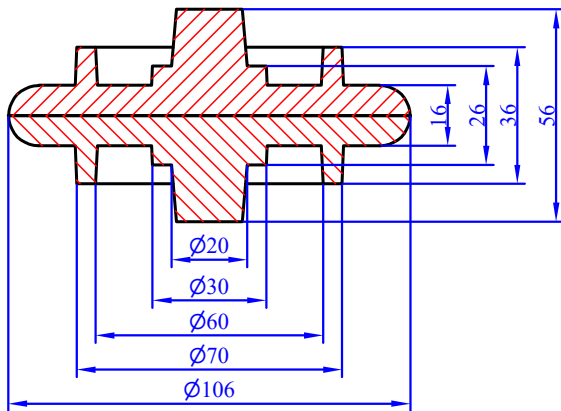
چگونگی نصب مدل روی صفحه و سپس بر مبنای روش قالب گیری به ترتیب توضیح داده می شوند:

دسته بندی مدل های صفحه ای بر مبنای چگونگی نصب مدل روی صفحه

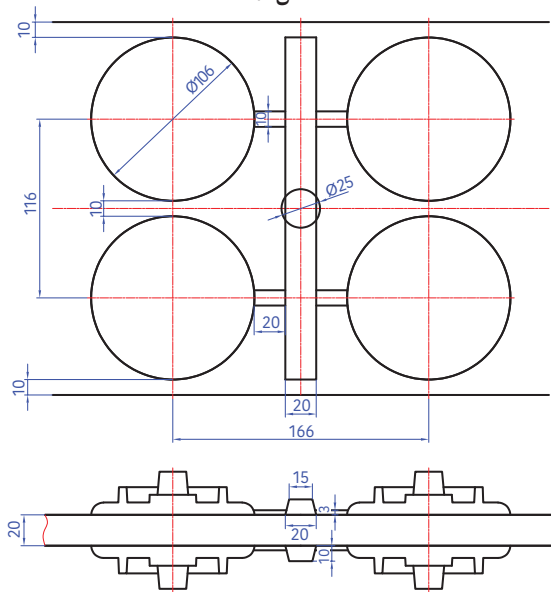


شکل ۴

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 غیرصفحه 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 ۴ یک نوع صفحه ماشینی را نشان می دهد.



شکل ۵



شکل ۶

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 آلیاژهای 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 شیف شدن) در قطعه ریختگی ایجاد نشود، از دو روش زیر استفاده می شود:

الف) نصب مدل روی صفحه بر مبنای خط کشی: نصب مدل روی صفحه بر مبنای خط کشی برای صفحه مدل یک طرفه و دوطرفه یکسان است؛ به عنوان مثال نصب مدل برای شکل ۵ روی صفحه مدل دو طرفه به شرح زیر است (شکل ۶):

۱ محور صفحه مدل و محور میله های راهنما با سوزن خط کش به طور دقیق ترسیم می گردد.

۲ ترسیم محور طولی و عرضی سیستم های راهگامی و ترسیم قطر ها در سطح مدل های دایره ای شکل، جهت انتقال به روی محور صفحه مدل انجام می شود.

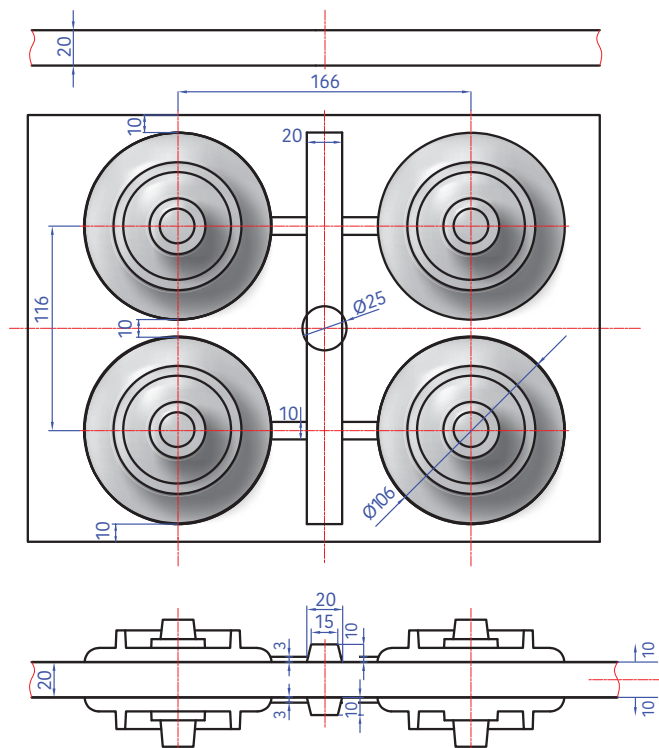
در این قسمت چون مدل انتخاب شده دایره ای شکل است، در محل سطح جدایش، قطر های دایره، عمود بر هم رسم می شوند.

۳ رسم محل قرارگیری نیمه مدل ها و سیستم راهگامی در سطح رویی صفحه مدل انجام می شود. این صفحه برای قالب رویی در نظر گرفته می شود.

۴ رسم محل قرارگیری نیمه مدل ها و محل قرارگیری حوضچه زیری، در سطح زیری صفحه مدل انجام می شود. 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:

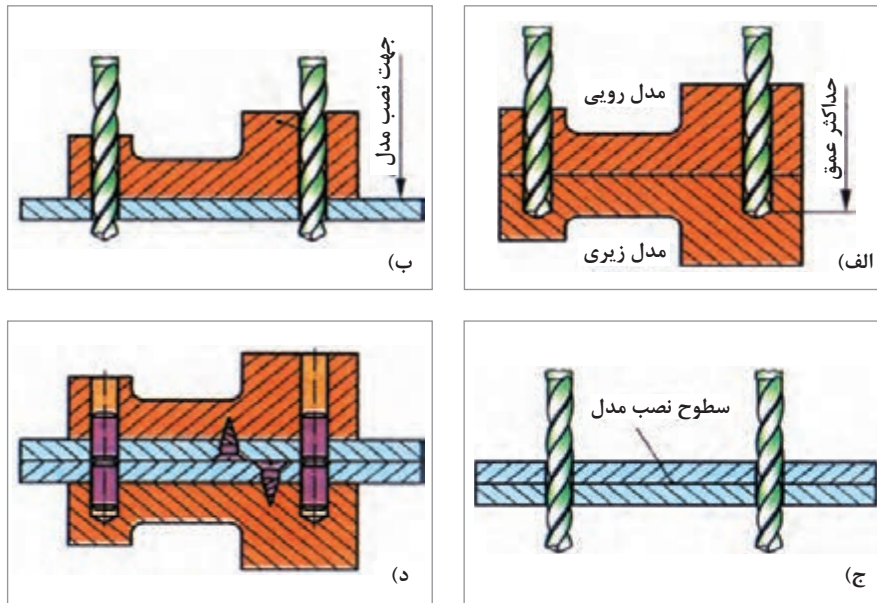
- نیمه مدل‌ها و حوضچه زیری (پای راهگاه)، در محل خط‌کشی روی صفحه مدل زیری جهت کنترل خط‌کشی قرار می‌گیرد (اندازه مدل با اندازه خط‌کشی روی صفحه باید یکی باشد).
- پس از اطمینان از صحت اندازه‌های ترسیم شده (محل قرارگیری مدل و حوضچه)، نیمه‌های مدل از قبل ساخته شده توسط چسب در محل خود چسبانده می‌شوند. این نیمه مدل‌ها قرینه هستند. این فرایند روی صفحه رویی نیز انجام می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷

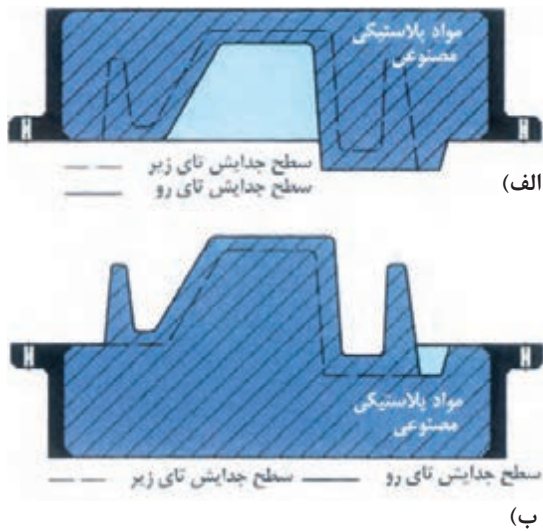
- پس از خشک شدن چسب، نیمه مدل‌ها شماره‌گذاری شده و با انتخاب ماشین سوراخ‌کاری و مته مناسب، قطر مته بر مبنای گام پیچ در نظر گرفته می‌شود.
- در پایان سوراخ‌کاری، نیمه مدل‌ها با ضربه چکش چوبی یا پلاستیکی از صفحه مدل جدا شده و محل‌های چسب با الکل یا تینر تمیز می‌شوند.
- پس از کامل شدن مراحل سوراخ‌کاری و فلاویزکاری، دو طرف صفحه مدل، سطح مدل‌ها و سطح سیستم راهگاهی نیز تمیز می‌گردند و سپس در محل‌های شماره‌گذاری شده، به صفحه مدل، پیچ می‌شوند.
- جهت کنترل نصب صحیح نیمه مدل و سیستم راهگاهی در سر جای خود، قبل از فرستادن مدل صفحه‌ای برای تولید انبوه، حداقل یک‌بار با استفاده از این مدل، نمونه‌ریزی انجام می‌گیرد.
- چنانچه نمونه ریخته شده سالم باشد مدل صفحه‌ای را جهت تولید انبوه قطعه به خط قالب‌گیری ماشینی تحویل می‌دهند.

ب) نصب مدل روی صفحه بر مبنای سوراخ کاری: در این روش ابتدا دو نیمه مدل روی هم جفت شده و در محل‌های تعیین شده، سوراخ‌های عمودی مطابق شکل ۸-الف ایجاد می‌شود. جهت انجام مراحل بعدی نکات زیر مورد توجه است:



شکل ۸

- 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 ۸-ب).
- صفحه سوراخ شده (صفحه مدل اولی) روی صفحه مدل دومی قرار داده شده و سوراخ کاری ادامه می‌یابد تا صفحه دومی نیز سوراخ شود (شکل ۸-ج).
- در پایان سوراخ کاری، 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 سوراخ کاری، در محل‌های تعیین شده قلاویز کاری انجام می‌گردند.
- نیمه مدل‌ها، روی صفحه مدل‌ها سوار و سر جای خود پیچ می‌گردند (شکل ۸-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 ۹

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 ۹-الف قسمت‌های نگاتیو (معکوس یا فرورفته) و در شکل ۹-ب قسمت‌های پوزیتیو (برآمده) یک مدل به صورت سرخود دیده می‌شود.

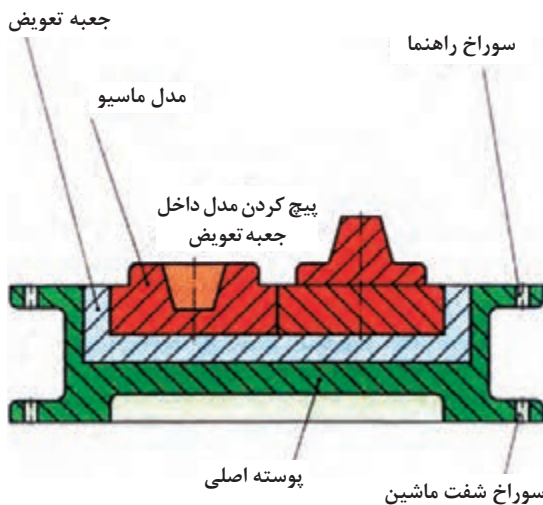
مزایا:

- محکم بودن مدل صفحه‌ای و استحکام بالای آن برای قالب‌گیری به دفعات زیاد؛
 - امکان ساخت مدل‌های صفحه‌ای با برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها (مدل‌های پر پیچ و خم)
- عیب:

- قیمت بالای ساخت مدل

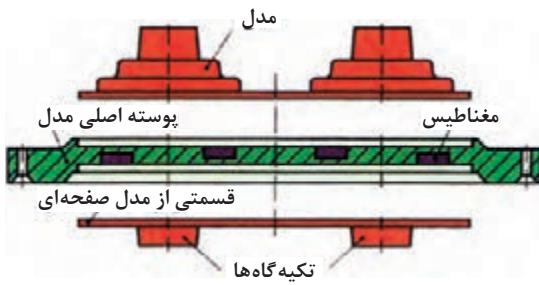
این دسته از مدل‌های صفحه‌ای با کمک مدل اولیه چوبی یا فلزی ساخته می‌شوند. جنس مدل‌های صفحه‌ای معکوس، اغلب از مواد پلیمری (آرالدیت‌ها) است. این نوع مدل‌های صفحه‌ای به صورت قالب‌های فرورفته و برآمده در داخل درجه‌های جفت شده، با مواد پلیمری پر می‌شوند. در شکل ۹-الف، مدل صفحه‌ای نگاتیو یا قسمت فرورفته قطعه ریختگی و شکل ۹-ب، مدل صفحه‌ای پوزیتیو یا قسمت برآمده قطعه ریختگی را نشان می‌دهند.

نکته



شکل ۱۰

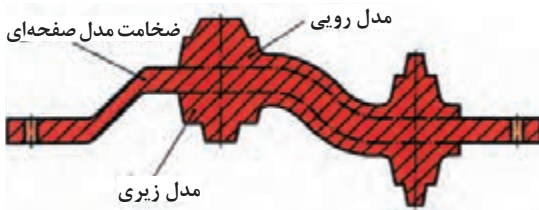
مدل صفحه‌ای تعویضی: نصب تعداد زیاد مدل روی صفحه واحتمال تعویض بعضی از آنها در طول قالب‌گیری، استفاده از این گونه مدل صفحه‌ای را مطلوب‌تر می‌سازد. صفحه مدل از یک پوسته اصلی که بر روی آن محل میله راهنمای درجه (سوراخ شفت ماشین)، محل قرارگیری کردن مدل روی ماشین قالب‌گیری و محل قرارگیری جعبه تعویض همراه با مدل اصلی، تشکیل شده است (شکل ۱۰). در ابتدا مدل‌ها به شکل نیم‌مدل و تمام مدل داخل قاب جاسازی می‌شوند و سپس کل قاب همراه با مدل‌ها در داخل محفظه پوسته قرار داده می‌شود. این مدل به نام‌های دیگری همچون، مدل صفحه‌ای چند تایی، مدل صفحه‌ای با قاب جاسازی شده و قابل تعویض، مدل صفحه‌ای کلیشه‌ای، مدل صفحه‌ای جعبه‌ای و مدل صفحه‌ای موزائیکی نامیده می‌شود.



شکل ۱۱

مدل صفحه‌ای مغناطیسی: از ویژگی‌های عمده این مدل، تعویض سریع آن و نصب جدید در روی پوسته اصلی صفحه مدل است. در این نوع مدل صفحه‌ای، مدل به شکل مکانیکی روی صفحه مدل بسته نمی‌شود، بلکه با استفاده از یک سیستم مغناطیسی، مدل‌ها در یک طرف یا دو طرف پوسته اصلی قرار داده می‌شوند. مدل‌های ساخته شده باید از فلزات آهنی باشند (شکل ۱۱).

مدل صفحه‌ای سر خود دو طرفه: این مدل جزو 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 ۱۲

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 ۱۲ سرخود ساخته می‌شوند. این مدل معمولاً از آلیاژ سرب خشک (زاماک) یا آلومینیوم و یا آرالدیت ساخته می‌شود. در شکل ۱۲ مدل صفحه‌ای با سطح جدایش غیریکنواخت طراحی و ساخته شده است.

از این مدل برای قالب‌گیری دستی، ماشینی، اتومات و نیمه اتومات استفاده می‌شود.

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

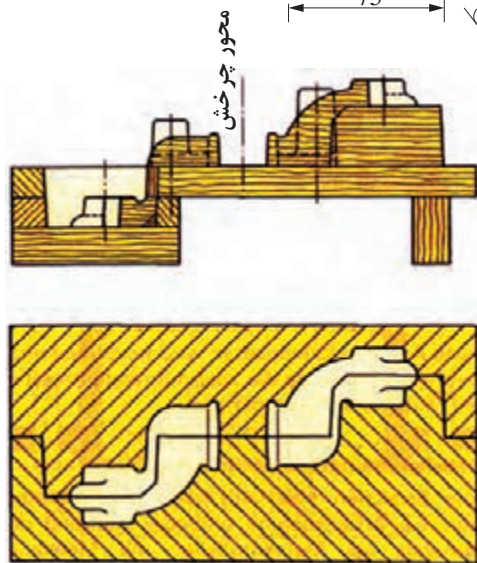
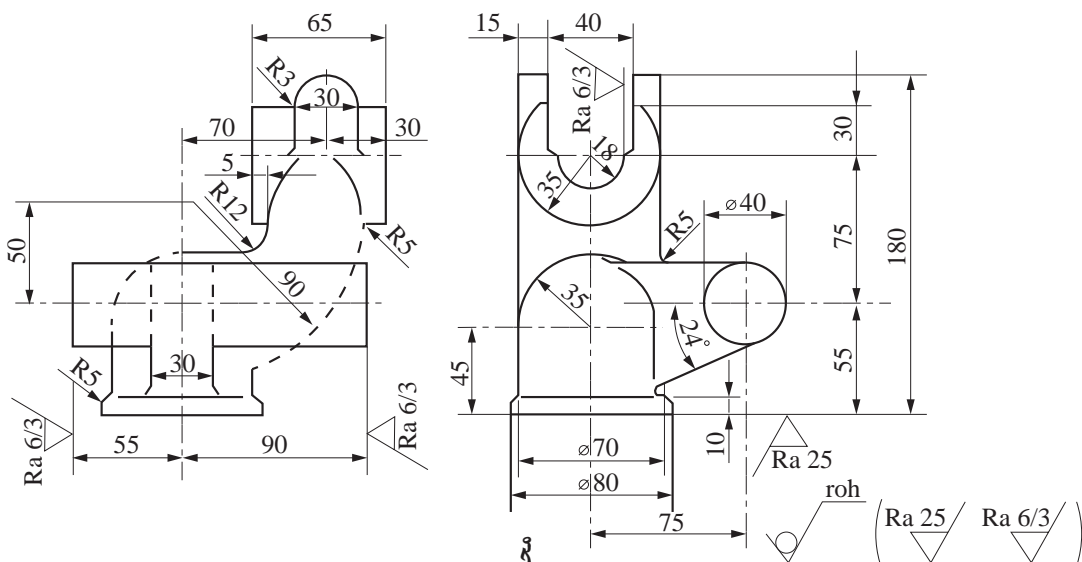
قالب کامل باید دو بار از روی مدل، قالب‌گیری شود. قالب رویی ابتدا ۱۸۰ درجه چرخانیده می‌شود و سپس روی قالب زیری جفت می‌گردد. در شکل ۱۳، یک مدل صفحه‌ای قرینه با سطح جدایش یکنواخت و در شکل ۱۴ یک مدل صفحه‌ای قرینه با سطح جدایش غیریکنواخت طراحی و ساخته شده است.

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 ۱۴- 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^۱) کاربرد مناسبی دارد. به‌عنوان مثال برای قالب‌گیری سیلندرهای پره‌دار که نصب تغذیه در حالت عمودی روی مقطع سیلندر ضرورت داشته باشد ساخت آن برای روش جعبه گرم (هات باکس^۲) مناسب و مقرون به‌صرفه است، قالب‌گیری به روش جعبه گرم با مدل صفحه‌ای قرینه از سرعت بیشتری برخوردار است.

جزئیات روش دیزاماتیک را به‌صورت گروهی جست‌وجو کنید و در کلاس با هنرآموز محترم به اشتراک بگذارید.

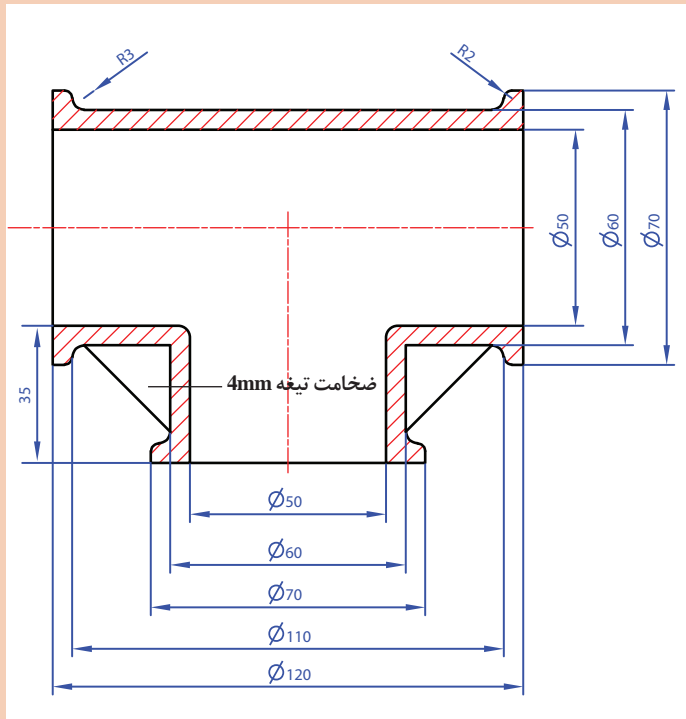
تحقیق کنید





تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل‌سازی و ساخت یک نیمه مدل چوبی و جعبه ماهیچه آن

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار و لوازم ترسیم نقشه کشی و ماشین حساب
- ۲ ابزار مدل‌سازی چوبی
- ۳ ابزار و وسایل اندازه‌گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۴ ابزارهای پرداخت کاری و در صورت نیاز رنگ 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 نقشه مکانیکی را به نقشه مدل‌سازی در مقیاس ۱:۱ تبدیل کنید.
- ۲ مدل چوبی را مطابق با ابعاد نقشه مدل‌سازی 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 زباله‌ها 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 $۳۰ \times ۳۰۰ \times ۴۰۰$ میلی‌متر (این ابعاد پیشنهادی است و متناسب با درجه موجود در کارگاه قابل تغییر است).
- ۲ چوب سخت به مقدار مورد نیاز
- ۳ ابزار مدل‌سازی چوبی و فلزی (براده‌برداری، سوراخ‌کاری و قلاویزکاری)
- ۴ ابزار و وسایل اندازه‌گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۵ ابزارهای بتونه‌کاری، پرداخت‌کاری و در صورت نیاز رنگ‌کاری
- ۶ کوره ذوب آلومینیوم
- ۷ شمش آلومینیوم
- ۸ ابزار قالب‌گیری و ریخته‌گری
- 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 قالب‌گیری، پیرامون مدل تا دیواره درجه حداقل ۴۰ الی ۵۰ میلی‌متر 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.

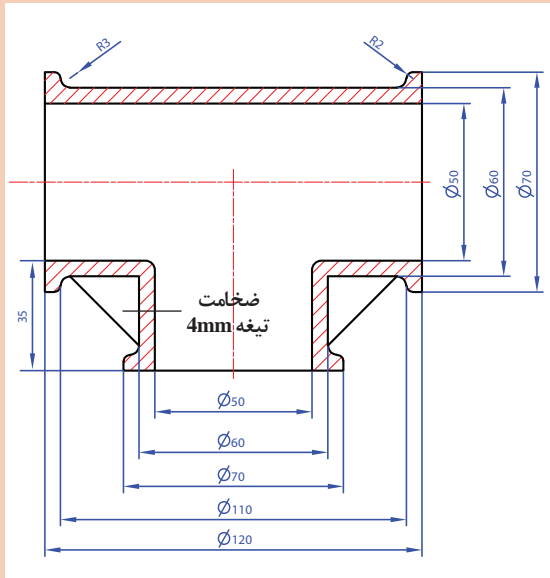
نکته مهم:

- فاصله کانال اصلی (راهبار) و کانال‌های فرعی (راهباره) 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 پرداخت‌کاری و رنگ‌کاری 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 موردنظر صورت گیرد و سپس جای راهنمای پین درجه‌ها سوراخ‌کاری 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، پرداخت‌کاری و رنگ‌کاری سیستم راهگاهی را روی صفحه انجام 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
۸



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 طرف صفحه مدل به روش خط کشی (چهار تایی با سیستم راهگاهی) نقشه کار:

وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار مدل سازی فلزی (براده برداری، سوراخ کاری و فلاویز 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

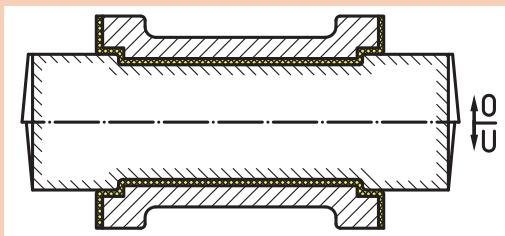
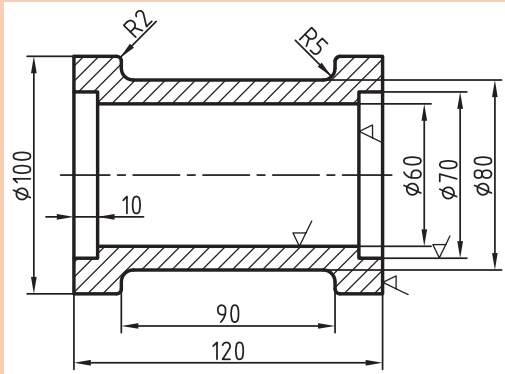
مراحل انجام کار:

- ۱ نیمه مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده در فعالیت کارگاهی ۶ را دو بار قالب گیری کرده و سپس قالب ماسه ای را کنترل و بر روی هم جفت کنید.
- ۲ مذاب آلومینیوم تهیه شده از قبل را در قالب های آماده شده ریخته گری کنید.
- ۳ قطعات ریخته گری شده را تکمیل کاری و پرداخت کاری کنید.
- ۴ نیمه های مدل و جعبه ماهیچه فلزی را روی هم جفت و پین کاری کنید.
- ۵ 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.

- 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 تفرانسی راه به در سوراخ کنید.
- ۷ مدل‌های سوراخ‌کاری 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 تفرانسی به عمق ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر سوراخ کنید.
- ۹ پس از سوراخ‌کاری با چکش پلاستیکی یا چوبی نیمه مدل‌ها را از صفحه جدا کنید.
- ۱۰ با استفاده از قلاویز مناسب جای پیچ‌ها را قلاویزکاری کنید.
- ۱۱ پس از تمیز کردن دو طرف صفحه و تمیز کردن داخل سوراخ‌های قلاویز شده و روغن‌کاری 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 راهگامی روی صفحه بالایی و نصب حوضچه روی صفحه پایینی و بتونه‌کاری، پرداخت کاری و رنگ‌کاری آنها و اطمینان از صحت نصب، از آن قالب‌گیری و ریخته‌گری به عمل آورده شود.
- ۱۴ خوشه ریخته‌گری شده را بعد از تمیزکاری، 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 جداکردن سیستم راهگامی 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:

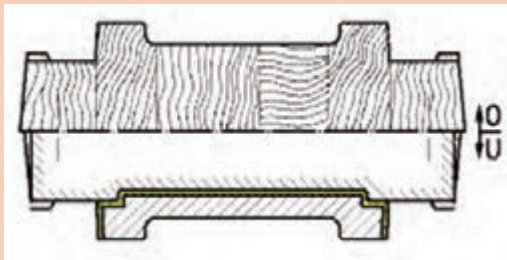
- ۱ تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی در مقیاس ۱:۱
- ۲ مدل چوبی و جعبه ماهیچه را مطابق با ابعاد نقشه مدل سازی بسازید.
- ۳ مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده را پرداخت کاری، رنگ کاری و کنترل ابعادی کنید.
- ۴ کیفیت سطحی و ابعادی مدل را بررسی و به هنرآموز محترم تحویل دهید.

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 قالب‌گیری و ریخته‌گری با استفاده از مدل چوبی و نصب آن در دو صفحه مدل جداگانه به روش سوراخ‌کاری مطابق نقشه داده شده در فعالیت کارگاهی ۹ نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ ابزار مدل‌سازی فلزی (براده‌برداری، سوراخ‌کاری و قلاویزکاری)
- ۲ ابزار و وسایل اندازه‌گیری داخلی و خارجی (کولیس و پرگار)
- ۳ ابزارهای بتونه‌کاری، پرداخت‌کاری و در صورت نیاز رنگ‌کاری
- 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 مدل و جعبه ماهیچه ساخته شده در فعالیت کارگاهی ۹ را قالب‌گیری کرده و سپس قالب ماسه‌ای 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 قالب‌های آماده شده ریخته‌گری کنید.
- ۴ قطعات ریخته‌گری شده را تکمیل‌کاری و پرداخت‌کاری کنید.
- ۵ نیمه‌های مدل و جعبه ماهیچه فلزی را روی هم جفت و پین‌کاری کنید.
- ۶ 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.
- ۷ دو نیمه مدل‌ها را پس از پرداخت‌کاری در محل سطح جدایش روی هم جفت کنید.
- ۸ پس از بستن مدل به دریل ستونی به صورت کاملاً عمود سوراخ‌هایی به قطر میله راهنما با در نظر گرفتن تolerانس تا عمق ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متری مدل زیری ایجاد نمایید.
- ۹ مدل‌های رویی را در سر جای خود با چسب فوری بچسبانید و پس از خشک شدن با همان مته قبل، سوراخ‌ها 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 میله‌های راهنما را از صفحه عبور داده و به تعداد مورد نیاز، صفحه و مدل را سوراخ کاری تفرانسی کنید (این عمل برای هر دو صفحه است).
- ۱۲ پس از جدا کردن مدل‌ها از صفحه و میل راهنما، داخل سوراخ‌های ایجاد شده در مدل‌ها را قلاویز کاری کنید.
- ۱۳ مدل‌ها 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 به‌طور جداگانه انجام می‌شود).
- ۱۴ پس از نصب سیستم راهگامی 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 ریخته‌گری به عمل آورده شود.
- ۱۵ خوشه ریخته‌گری شده را بعد از تمیزکاری، 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).
- ۱۶ خوشه قطعه ریخته‌گری تولید شده را به هنرآموز محترم خود تحویل دهید.

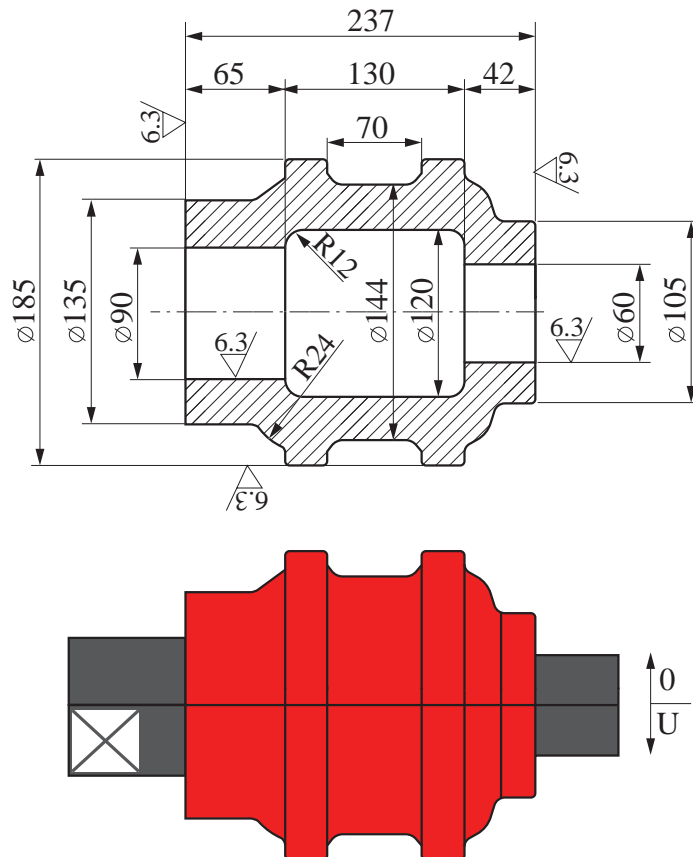
نکته:

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.

ارزشیابی پایانی مدل های فلزی

شرح کار:

ساخت مدل صفحه ای دو تایی بر روی دو صفحه جداگانه با سیستم راهگانه مناسب و ریخته گری خوشه ای قطعه آلومینیومی. (لازم است مدل چوبی ساخته شود و سپس مدل آلومینیومی به تعداد مورد نیاز تهیه گردد)



استاندارد عملکرد: ساخت مدل چوبی به وسیله ابزار دستی مطابق نقشه با ترانس 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 ۲۰ درجه سلسیوس
- ۴ اندازه ها براساس استاندارد

ابزار و تجهیزات: چوب، آلومینیوم، کوره ریخته گری، بوتله 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، سنج، 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 راهگامی	۱	
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</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>		۱	
میانگین نمرات: *			

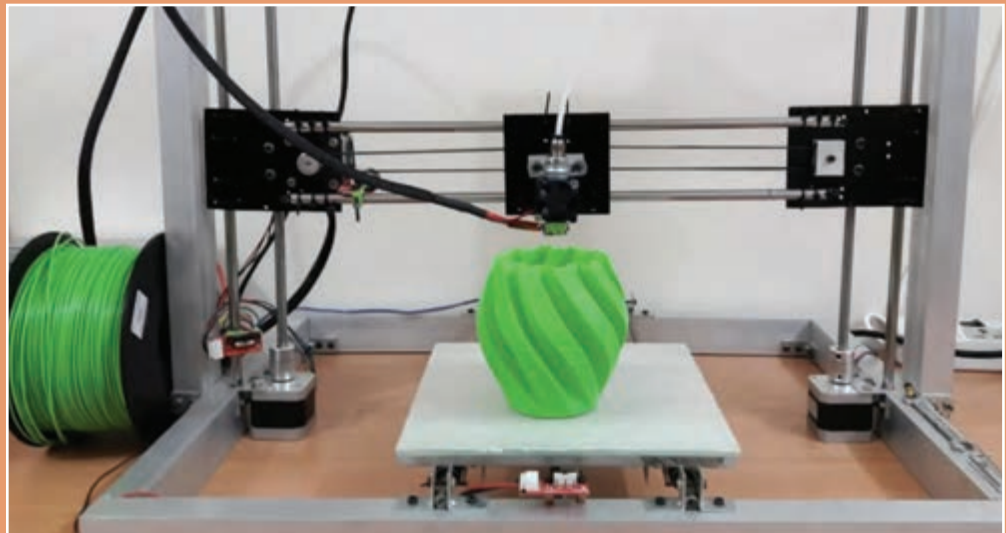
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.





پودمان ۵

مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



واحد یادگیری ۵

مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

پیشرفت فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر موجب شده است که بشر به منظور 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. در این میان، نمونه‌سازی سریع با طراحی و ساخت دستگاه‌های «چاپگر سه بعدی» نقش پر رنگی در فرایند ساخت و تولید را مطرح کرده است.

استاندارد عملکرد

تهیه و تولید برنامه برای ساخت نمونه فیزیکی به کمک دستگاه چاپگر سه بعدی.

پیش‌نیاز

برای یادگیری این واحد هنرجو باید علاوه بر آشنایی کار با رایانه با یکی از نرم‌افزارهای مدل‌سازی مانند Solidworks و Inventor هم آشنا باشد.

مدل سازی با نرم افزار سالدورک^۱

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^۲ 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 سالدورک 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 سالدورک

نرم افزار سالدورک 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 سالدورک

این نرم افزار دارای محیط های مختلف به شرح زیر است (شکل ۱).

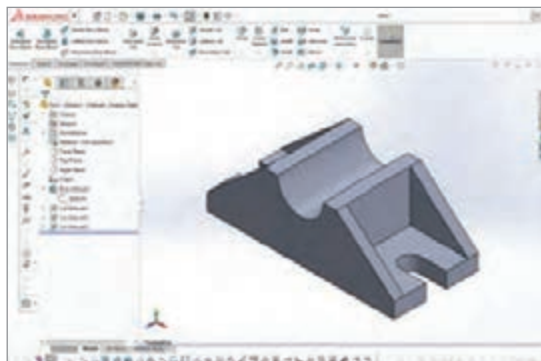
- ۱ محیط مدل سازی قطعه (part)
- ۲ محیط نقشه کشی (drawing)
- ۳ محیط مونتاژ (assembly)



شکل ۱- پنجره انتخاب محیط

۱- Solidworks

۲- Additive manufacturing



شکل ۲

محیط مدل سازی قطعه: در این محیط می توان با استفاده از فرمان های مختلف هر یک از مدل ها را به صورت سه بعدی ایجاد کرد (شکل ۲).

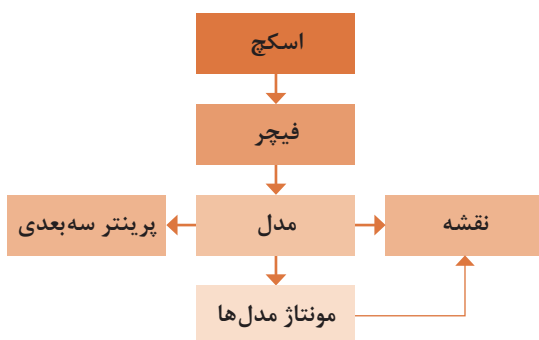


شکل ۳

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 سالی دورک



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^۱ ترسیم نموده، سپس با فیچر^۲ یا نمایه ها به مدل تبدیل می شود. در نمایه ها دستورهایی مانند 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 سالی دورک 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 قید گذاری و اندازه گذاری اسکچ
- ۴ ایجاد نمایه اصلی
- ۵ ایجاد نمایه های تکمیلی (تکرار مراحل ۱ تا ۴)

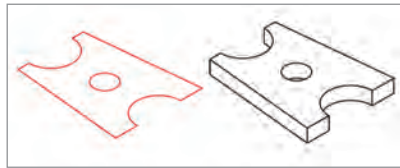
با جست و جو در منابع اطلاعاتی و به خصوص اینترنت پنج نرم افزار مدل سازی را نام ببرید و تفاوت آنها را با نرم افزار اتوکد که قبلاً یاد گرفته اید شرح دهید.

تحقیق کنید



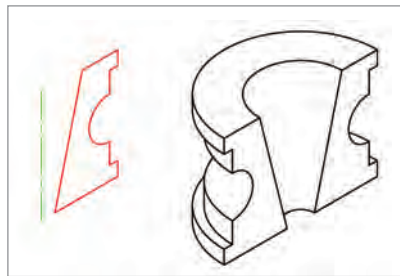
روش های اصلی مدل سازی در نرم افزار سالیدورک

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:



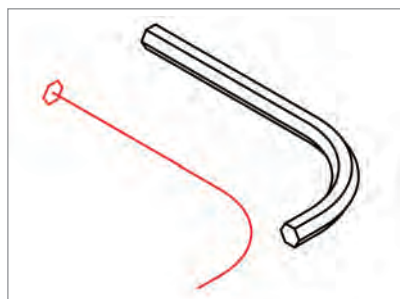
شکل ۴

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).



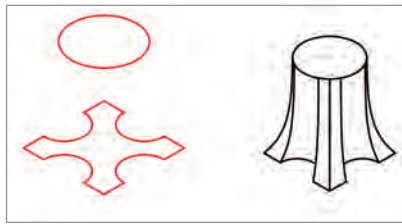
شکل ۵

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

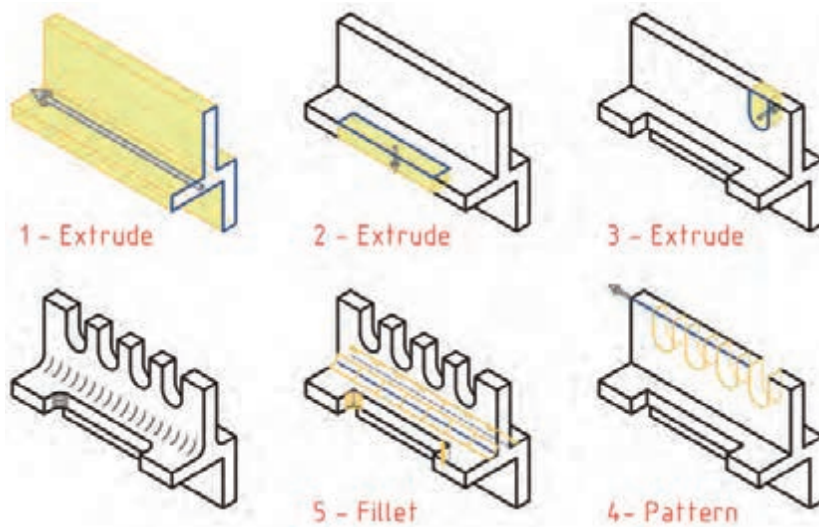
حرکت در یک مسیر یا سوئپ (Sweep): اسکچ در مسیری مشخص حرکت می کند و مدل قطعه را ایجاد می نماید. مسیر می تواند یک خط ساده و یا یک شکل سه بعدی پیچیده باشد (شکل ۶).



شکل ۷

حجم بین مقاطع یا لافِت (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 با توجه 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 هر یک از چهار روش اصلی مدل‌سازی دو قطعه را مثال بزنید و نحوه مدل‌سازی آن را شرح دهید.

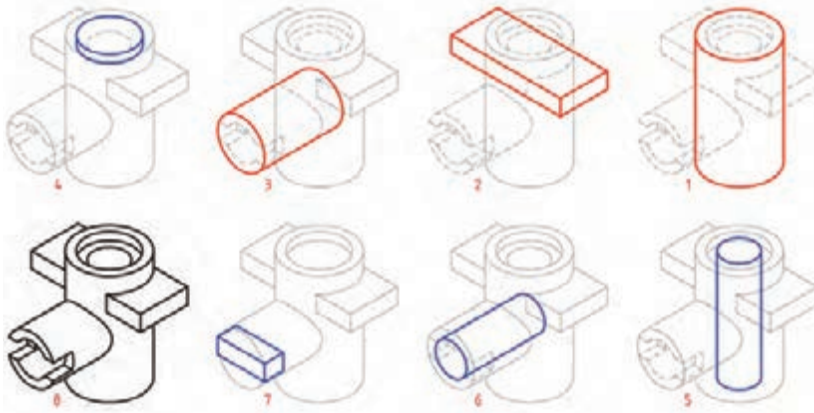
فعالیت
کلاسی



حجم‌های مرکب

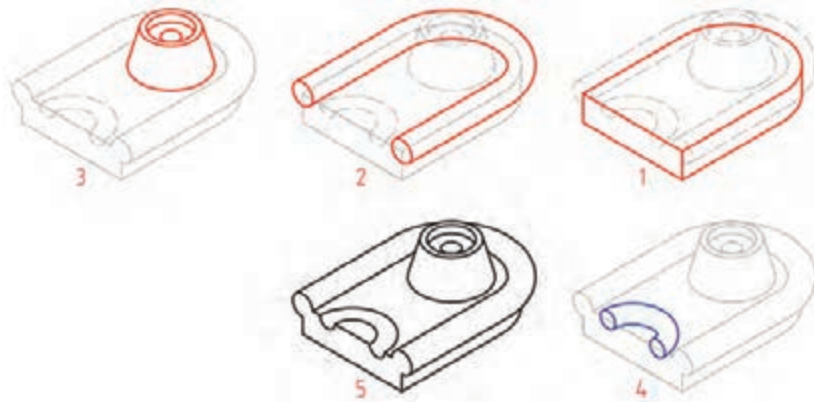
معمولاً مدل‌ها از حجم‌های ساده تشکیل شده‌اند. برای ایجاد این مدل‌ها باید حجم‌هایی که در مدل به کار رفته است را به‌طور کامل مورد بررسی قرار داد. یعنی قبل از مدل‌سازی باید به‌خوبی آن را تجزیه و تحلیل کرد که از چه حجم‌هایی تشکیل شده‌اند. به شکل ۹ توجه کنید.

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

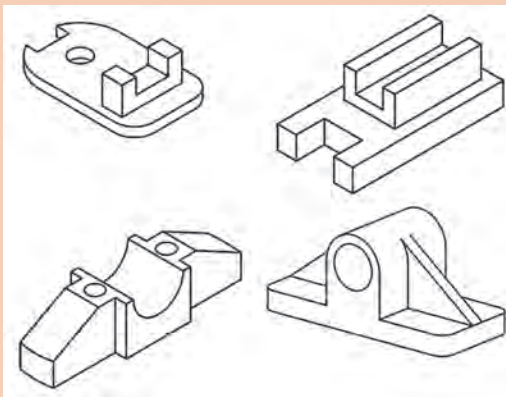


شکل ۹- مدل و حجم های تشکیل دهنده آن

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



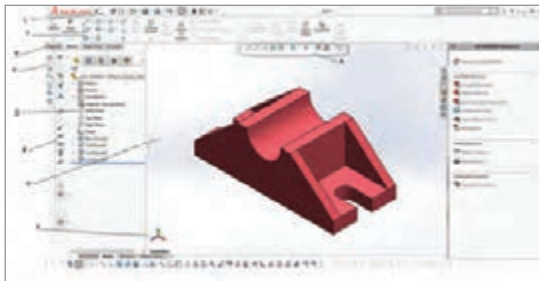
نصب نرم افزار سالدورک

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 **زبانه انتخاب ابزار**: با انتخاب هریک از این زبانه ها 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.

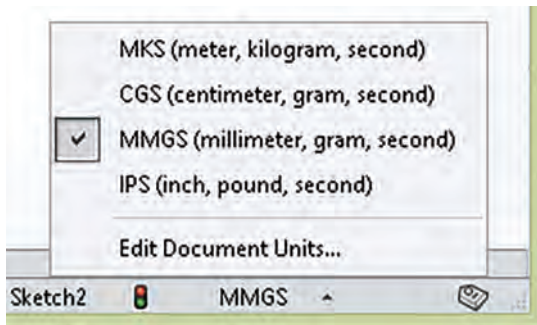
کار با نرم افزار سالیدورک

برای شروع به کار با نرم افزار همانند سایر نرم افزارها، آن را اجرا کنید و مراحل زیر را انجام دهید.
1 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.



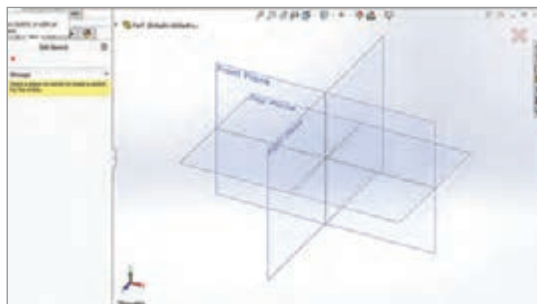
شکل ۱۲

2 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

3 با انتخاب ابزار Sketch (شکل ۱۳) 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

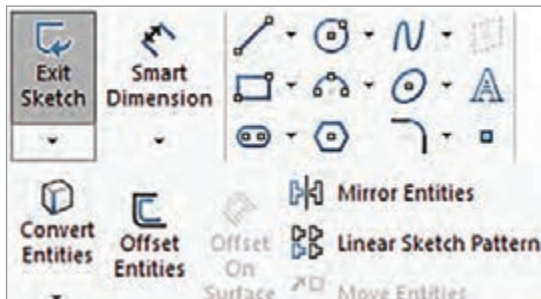


سه صفحه ترسیمی Front-Top-Right به صورت پیش فرض وجود دارد. انتخاب این صفحات در درخت طراحی نیز مقدور است.

ترسیم اسکچ

اسکچ می تواند یک شکل ساده مانند یک دایره و یا یک شکل پیچیده و پر از خط و کمان باشد. هرچه اسکچها ساده تر باشند تعداد عملیات مدل سازی بیشتر می شود. به طور کلی توصیه می شود به جای اسکچهای پیچیده از اسکچهای ساده تر استفاده شود. زیرا یک اسکچ ساده را می توان به راحتی ترسیم و قید گذاری کرد.

ابزارهای ترسیمی

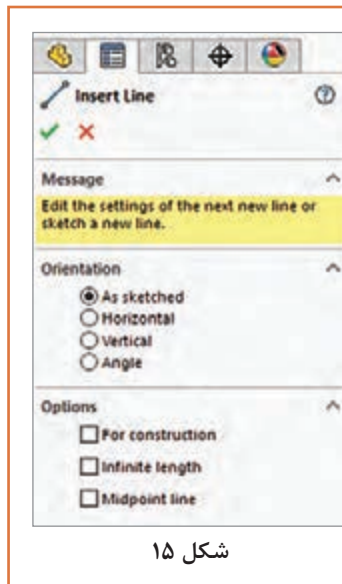


شکل ۱۴

ابزارهای ترسیم در نرم‌افزارهای نقشه‌کشی و طراحی یکسان است اما ممکن است نحوه اجرای برخی ابزارها در یک نرم‌افزار با نرم‌افزارهای دیگر کمی متفاوت باشد. در نرم‌افزار سالی‌دورک ابزارهای ترسیمی مشابه دستورات ترسیمی در محیط اتوکد است. با این تفاوت که ترسیم در این نرم‌افزار 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 می‌کنید و خط

ترسیم می‌شود ولی در سالی‌دورک می‌توانید خط را به صورت حدودی رسم کنید سپس با اندازه‌گذاری 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 می‌شود.



شکل ۱۵

با اجرای هر ابزاری از جمله ابزار Line پنجره مدیریت ویژگی‌ها در سمت چپ صفحه نمایش داده می‌شود (شکل ۱۵). در مورد ابزار Line می‌توان ویژگی‌های 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.

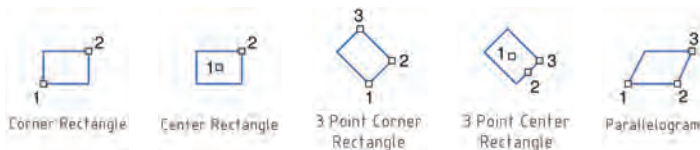
نکته



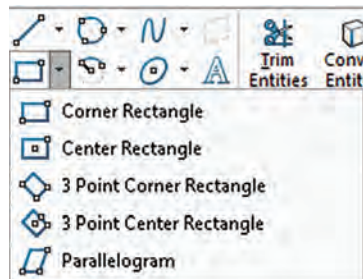
Circle: در سالی‌دورک دو روش برای رسم دایره در نظر گرفته شده است: ۱- روش معمول با تعیین نقطه مرکز و شعاع ۲- دایره سه نقطه‌ای با تعیین سه نقطه روی دایره.

Rectangle: این ابزار برای ترسیم چهارضلعی به کار می‌رود (شکل ۱۶). این ابزار دارای حالت‌های مختلفی است که با انتخاب هریک می‌توان چهارضلعی را به روش‌های مختلف ترسیم کرد (شکل ۱۷).

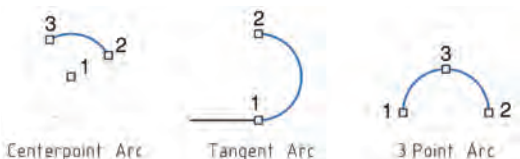
بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۱۷

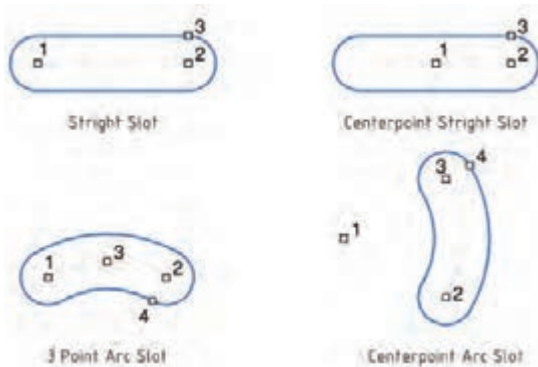


شکل ۱۶



شکل ۱۸

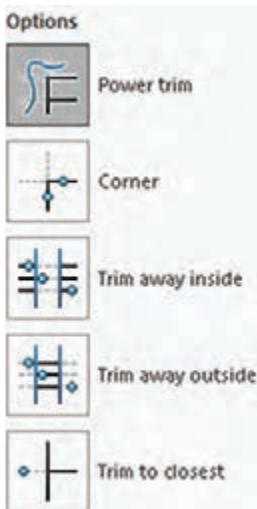
Arc: در سالیدورک برای ترسیم کمان سه روش تعبیه شده است که ترتیب تعیین نقاط در شکل ۱۸ نمایش داده شده است.



شکل ۱۹

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 ۱۹ برای رسم انواع شیارها استفاده کرد. به ترتیب انتخاب نقاط در حالت های مختلف رسم شیار دقت کنید.



شکل ۲۰

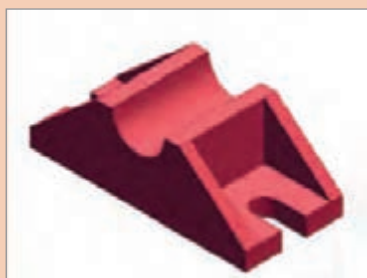
Trim: در سالیدورک Trim حالت های مختلفی دارد که می توان با استفاده از آنها، خطوط و کمان ها یا بخشی از آنها را حذف کرد یا امتداد داد (شکل ۲۰).

الف) **Power Trim**: می‌توان به سادگی روی آن بخش‌هایی از اسکچ که لازم است حذف شوند درگ کرد. در شکل ۲۱ این عملکرد نشان داده شده است.



شکل ۲۱

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. ه) **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



نکته

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.



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.



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.



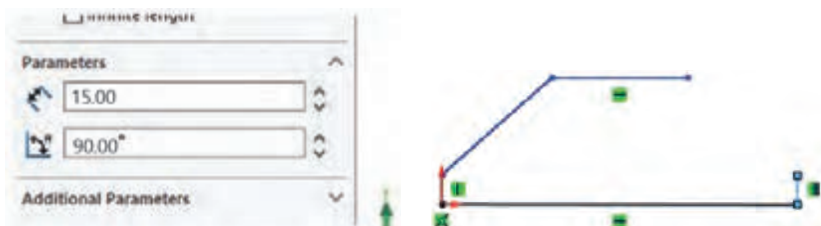
۳ خط بعدی را به طول ۷۴/۹ میلی متر و با زاویه ۴۱/۰۳ درجه رسم کنید.



۴ از نقطه انتهایی خط قبلی، خطی افقی به طول ۷۰ میلی متر رسم کنید.



۵ از انتهای خط اولی که به طول ۱۸۳ میلی متر رسم کرده بودید خطی عمودی به اندازه ۱۵ میلی متر رسم کنید.




۶ با خطی، انتهای خط ۱۵ میلی متر را به انتهای خط افقی متصل کنید.




با اتصال انتهای دو خط به یکدیگر خطوط ترسیم شده به سطح تبدیل می شود.

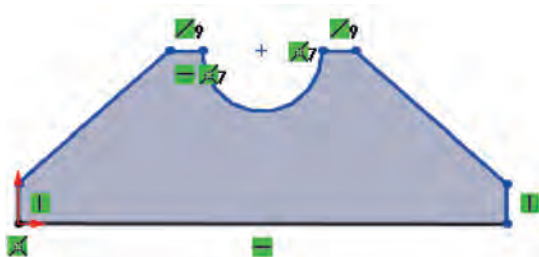
نکته



۷ با استفاده از ابزار دایره  دایره‌ای به شعاع ۲۲/۵ میلی متر در مرکز خط افقی بالایی ترسیم کنید.



۸ با استفاده از ابزار trim  قسمت بالایی دایره و خط قطری آن را قطع کنید.



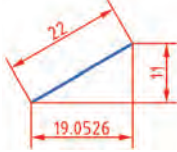

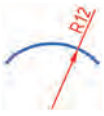
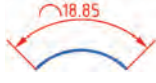




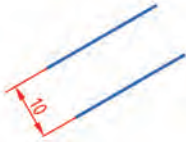
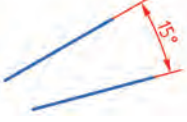






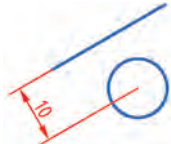



۹ فایل را به نام یاتاقان ۱ ذخیره کنید.

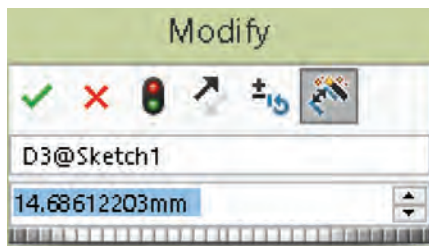
اندازه گذاری اسکچ

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 	قطری - خطی 	شعاعی 	طول کمان 
موضوع انتخاب شده	دو خط موازی 	دو خط متقاطع 	خط و نقطه 	دو نقطه 
نوع اندازه گیری	فاصله عمودی 	زاویه 	فاصله عمودی 	فاصله 
موضوع انتخاب شده	دایره و خط 	دو دایره 	نقطه و خط محور 	سه نقطه 
نوع اندازه گذاری	فاصله خط تا مرکز دایره 	فاصله بین مرکزهای دایره ها 	فاصله - فاصله دو برابر 	زاویه 



شکل ۲۲

بعد از انتخاب موضوع و تعیین محل درج متن اندازه، پنجره کوچکی نمایش داده می‌شود (شکل ۲۲) 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

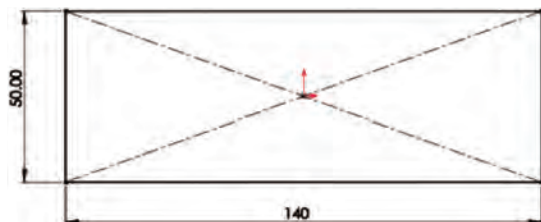
برای حذف صفرهای بعد از ممیز در اندازه‌های طولی، گزینه Remove را در مسیر: Options>Document Properties>Dimension>Zeroes>Trailing Zeroes>Dimensions انتخاب کنید.



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 (Dynamic) Input می‌گویند، در سالیدورک به صورت پیش فرض غیرفعال است. برای فعال کردن آن باید گزینه Enable on screen numeric را در مسیر:

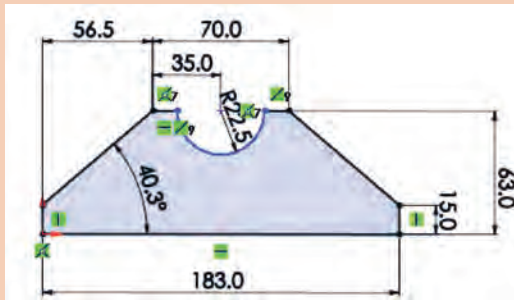
Tools > Options > System Options > Sketch

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 ۲۳). برای درج اندازه هم‌زمان با رسم اسکچ نیز باید گزینه Create Dimension only when value is entered را در همان مسیر فعال کرد.



شکل ۲۳

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چابگرهای سه بعدی



اسکچ یاتاقان را اندازه گذاری کنید.

۱ فایل یاتاقان را باز کنید.

۲ با استفاده از ابزار اندازه گذاری اسکچ را اندازه گذاری کنید.

۳ فایل را ذخیره کنید.

فعالیت کارگاهی
۳

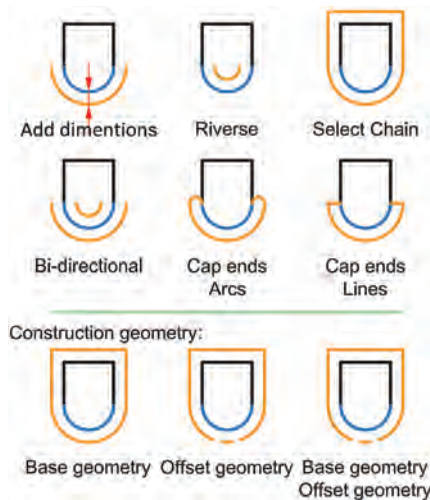


پرسش

چرا پس از اندازه گذاری رنگ نیم دایره تغییر نمی کند؟



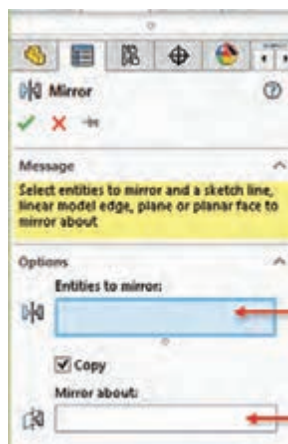
برخی دیگر از ابزار ترسیم



شکل ۲۴

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 ۲۴ نمایش داده شده است.



شکل ۲۵

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 ۲۵).

انتخاب موضوع

خط تقارن



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.

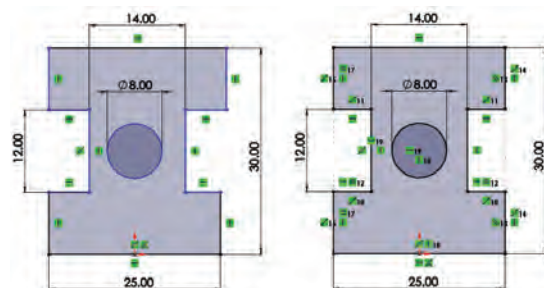
الگوی دایره‌ای (Circular Pattern): مرکز الگوی دایره‌ای به صورت پیش‌فرض مبدأ مختصات است اما می‌توان مختصات X و Y آن را وارد کرد و یا نقطه‌ای که با ابزار Point ایجاد شده است را انتخاب کرد.



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.

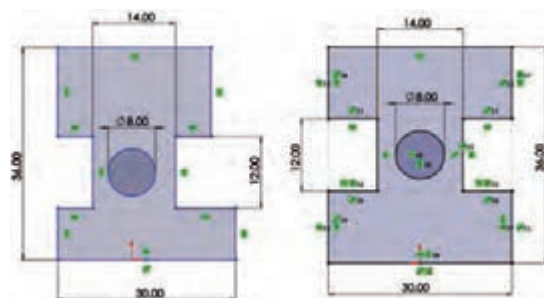
قیدگذاری اسکچ: قیدها ابزارهایی هستند که یک جزء را وادار می‌کنند تا حالت، موقعیت، راستا، ارتباط یا اندازه خود را حفظ کند. قیدها از درجات آزادی اجزا می‌کاهند. به عبارت دیگر برای اینکه مدل در مراحل مدل‌سازی دچار تغییرات ناخواسته نشود باید اسکچ آن را کاملاً مقید کرد.

در سالدورک از اسکچ‌هایی که قیدگذاری نشده باشند نیز می‌توان در مراحل مدل‌سازی استفاده کرد اما به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.



شکل ۲۶

شاید این سؤال به ذهن خطور کند که چرا باید اسکچ کاملاً قیدگذاری و تعریف شده باشد. به دو تصویر در شکل ۲۶ که ابعاد و هندسه یکسانی دارند نگاه کنید. شکل سمت راست به صورت کامل قیدگذاری شده است اما شکل سمت چپ فقط دارای ابعادی و برخی قیدهای هندسی است که نرم‌افزار به صورت خودکار اعمال کرده است.



شکل ۲۷

حال اگر به دلایلی مجبور به تغییر برخی اندازه‌ها شویم هندسه اسکچ چه تغییری می‌کند؟ در شکل ۲۷ این اسکچ‌ها را بعد از تغییر اندازه‌های ۲۵ و ۳۰ مشاهده می‌کنید.

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

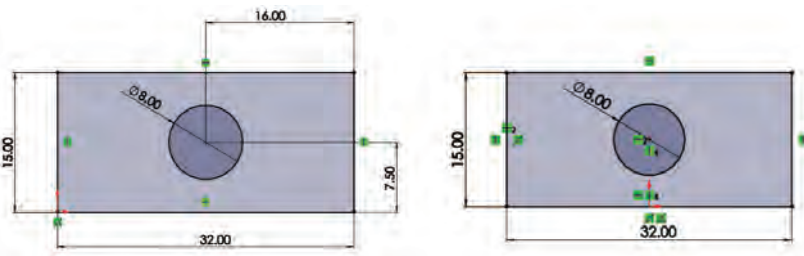
افزایش ارتفاع در شکل سمت چپ موجب شده است که دایره و شیارها پایین تر از وسط جسم قرار بگیرد. افزایش طول نیز در این شکل موجب شده است که طول اسکچ در بالا و پایین با هم متفاوت شود.

به نظر شما چه عامل یا قیدی موجب شده است که تصویر سمت راست شکل ۲۷ 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 اجزا، 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 ۲۸ 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 ۲۸



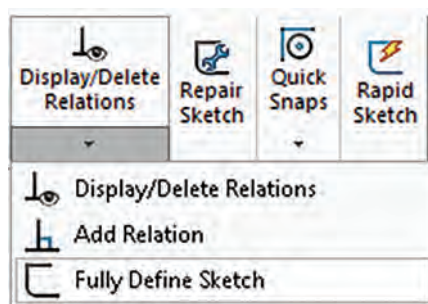
در منوی شکل ۲۹ با تغییر ابعاد مستطیل برای تصویر اسکچ سمت چپ شکل ۲۸، باید موقعیت سوراخ را مجدداً تعریف کرد (چرا؟) اما در اسکچ سمت راست نیازی به این کار نیست.

شکل ۲۹

همیشه اسکیچ 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 ۳۰). 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 ۳۰

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، کثیرالمنحنی) را با یک خط یا منحنی دیگر مماس کرد.
	قید هم راستایی منحنی	Concentric	با این قید می توان دو دایره یا کمان را هم مرکز و هم شعاع نمود.
	قید هم مرکزی	Equal	با این قید می توان دو دایره یا کمان را با هم مرکز و شعاع یکسان نمود.
	قید تساوی	Intersection	با این قید می توان دو خط را برابر کرد. اگر این قید را روی دایره یا کمان اعمال کنیم، آنها هم شعاع می شوند.
	قید انطباق نقطه برخورد	Coincident	با این قید می توان یک نقطه را با محل برخورد دو خط منطبق کرد.
	قید انطباق	Midpoint	با این قید می توان یک نقطه را بر یک خط یا منحنی منطبق نمود.
	قید انطباق نقطه میانی	Equal	با این قید می توان دو خط را با هم مساوی کرد.
	قید تقارن	Symmetric	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	نقطه و نقطه
			
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 ۳۱ دقت کنید. چه تفاوتی با هم دارند؟



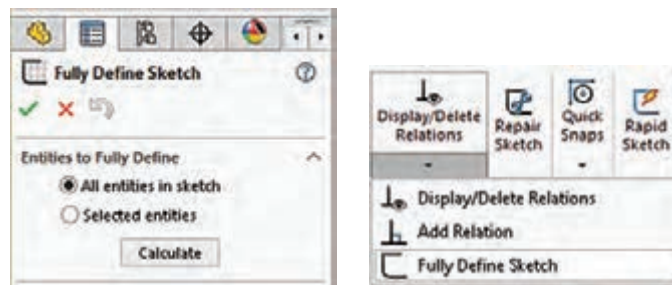
شکل ۳۱

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



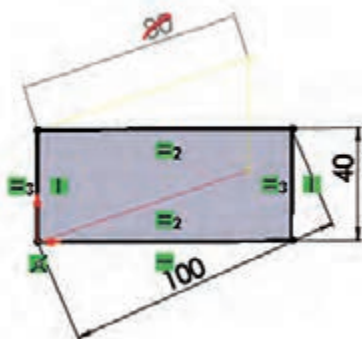
شکل ۳۲

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.

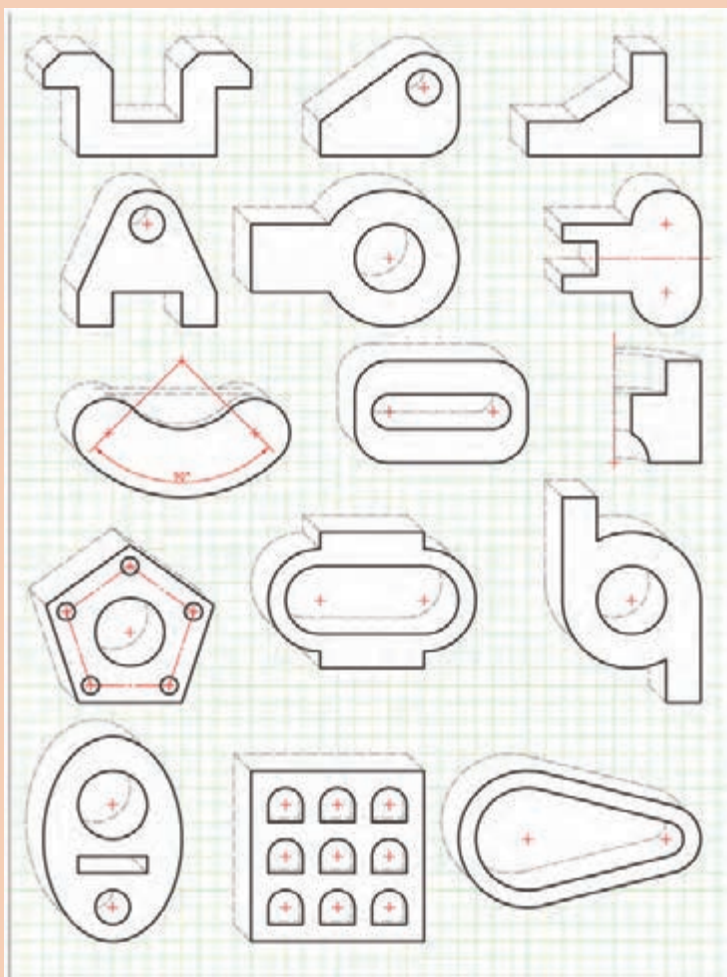
Over Defined: اگر اسکچ، بیش از حد مورد نیاز، قید یا اندازه داشته باشد به آن Over Defined گفته می شود. قیدهای اضافی و یا قیدهایی که ناسازگار هستند را باید حذف کرد. اسکچ Over Defined به رنگ زرد دیده می شود. قیدهای غیرقابل حل، قرمز هستند (شکل ۳۲).



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 (شکل ۳۳).




شکل ۳۳



اسکچ شکل‌های مقابل که هرکدام نمای اصلی یک قطعه هستند را ترسیم کنید و بعد از اندازه‌گذاری مجزا و قیدگذاری به صورت مجزا ذخیره نمایید.



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 اندازه‌های اسکچ می‌توان 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 می‌توان 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 نمی‌گیرد و از آن می‌توان در مدل صفحه‌ای استفاده کرد.

مدل سازی سه بعدی در نرم افزار سالدورک

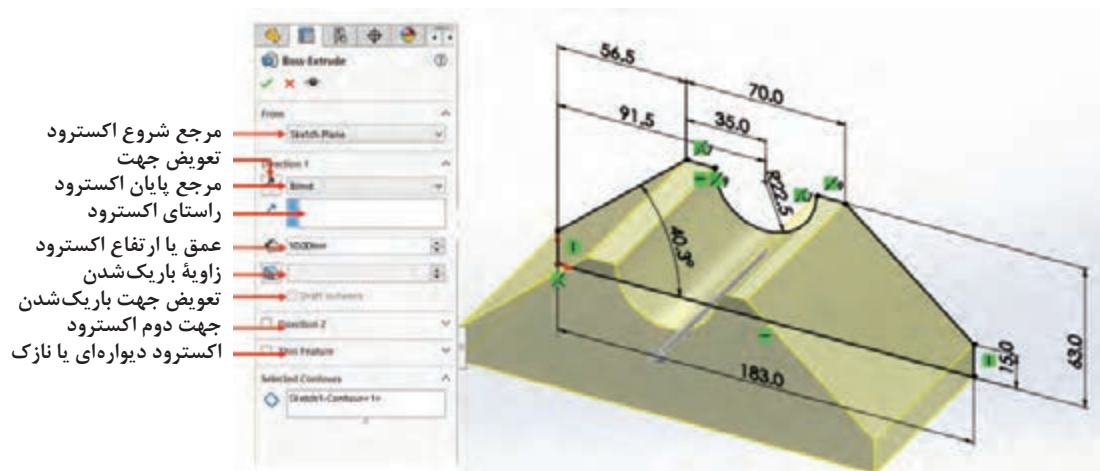
ایجاد مدل های سه بعدی در نرم افزار سالدورک با روش های مختلف انجام می شود:

- ۱ برجسته سازی سطح
- ۲ دوران سطح حول یک محور
- ۳ حرکت سطح در یک مسیر مشخص



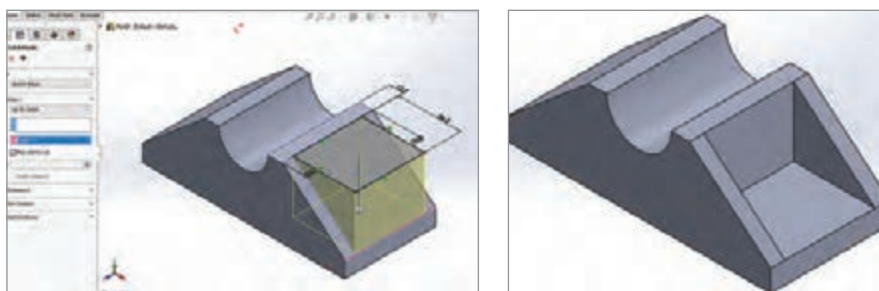
ابزارهای مدل سازی در زبانه نمایه (Features) قرار دارند.

اکستروود (Extrude): از این ابزار برای ایجاد مدل به روش حجم‌سازی یا برجسته‌سازی استفاده می‌شود. در این روش ابتدا اسکچ را رسم کرده و سپس با انتخاب ابزار اکستروود، اسکچ حالت سه‌بعدی به خود می‌گیرد و به صورت مدل ظاهر می‌شود. با مشخص کردن مقادیر اندازه در پنجره ویژگی‌ها و تأیید آنها مدل ایجاد می‌شود. (شکل ۳۴).



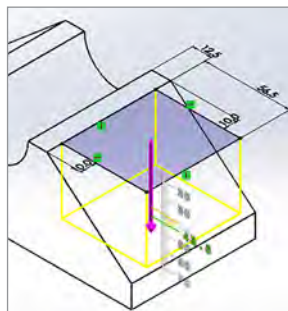
شکل ۳۴

ابزار ایجاد حفره (Extrude cut): با این ابزار می‌توان قسمت‌های توخالی مدل را ایجاد کرد. ابتدا سطح حفره مورد نظر در صفحه کاری با اسکچ رسم می‌شود و پس از قیدگذاری (تثبیت موقعیت) ابزار انتخاب می‌شود. بعد از اجرای ابزار، پنجره ویژگی‌ها در سمت چپ ظاهر می‌شود و درخواست ورود اطلاعات را می‌کند. به صورت پیش‌فرض و در حالت ساده با وارد کردن عددی به عنوان عمق حفره در بخش Direction1 می‌توان اسکچ را اکستروود و حفره را ایجاد کرد (شکل ۳۵).



شکل ۳۵

در ابزارهای ایجاد حفره و اکسترود می توان با کشیدن (درگ کردن) میله راهنما در مدل نیز عمق یا ارتفاع اکسترود و جهت آن را تعیین کرد.



شکل ۳۶

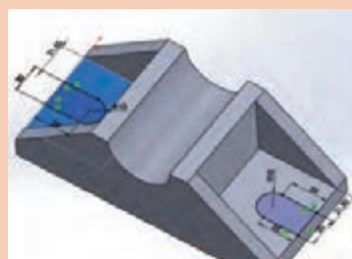
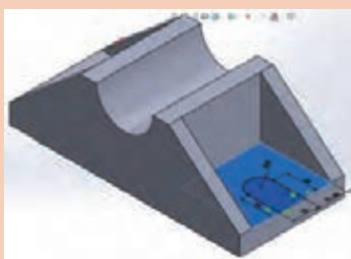
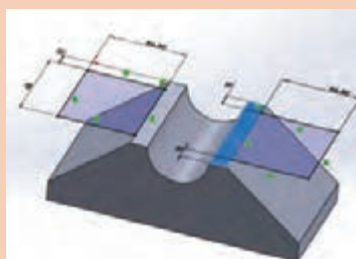
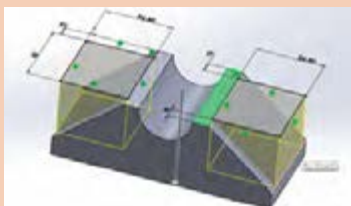
برای اعمال شیب روی مدل پس از محاسبه مقدار شیب بر حسب درجه، می توان آن را در قسمت زاویه باریک شدن در پنجره ویژگی ها وارد کرد (شکل ۳۶).

فعالیت کارگاهی
۷



پایه یاتاقان را با استفاده از ابزار اکسترود مدل سازی کنید.

- ۱ اسکچ ترسیمی در فعالیت کلاسی قبلی که با نام یاتاقان ۱ ذخیره کرده بودید را باز کنید.
- ۲ ابزار اکسترود را اجرا نمایید و اندازه اکسترود 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 ۳۷).



شکل ۳۷

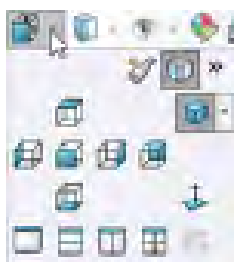
در جدول ۴ ابزارهای تغییر نما به طور اختصار آورده شده است.

جدول ۴

عملکرد	نماد (آیکون)	نام ابزار
مدل را متناسب با ابعاد صفحه نمایشگر بزرگ یا کوچک می کند.		Zoom to Fit
مدل را به اندازه کادری که کاربر ترسیم می کند بزرگ می کند.		Zoom to Area
نمای قبلی را برمی گرداند.		Previous View
مدل به صورت برش خورده با یک یا چند صفحه اصلی نمایش داده می شود.		Section View
با اجرای این ابزار پنجره ای باز می شود که انتخاب جهت های مختلف و نماهای استاندارد را امکان پذیر می سازد. نکته: با فشردن کلید space این پنجره ظاهر می شود.		View Orientation
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.		Display Style

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 ۳۸). 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.

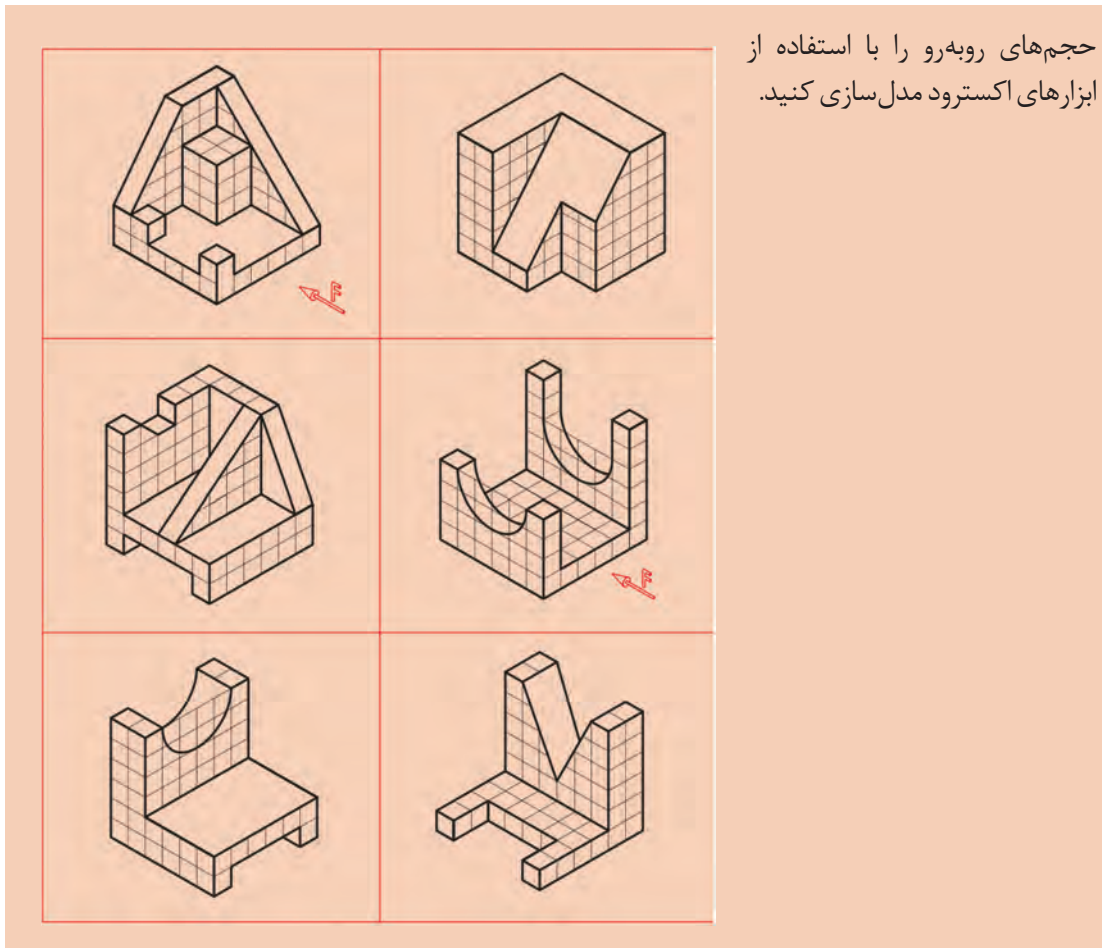
نکته



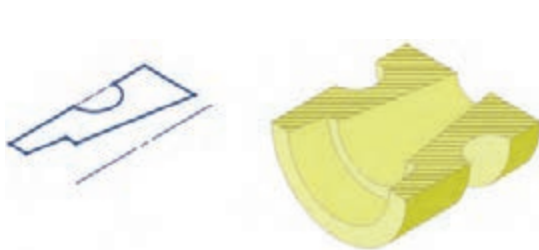
شکل ۳۸



حجم های روبه رو را با استفاده از ابزارهای اکستروود مدل سازی کنید.



مدل سازی حجم های دوار



شکل ۳۹

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 ۳۹).



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 ۴۰).

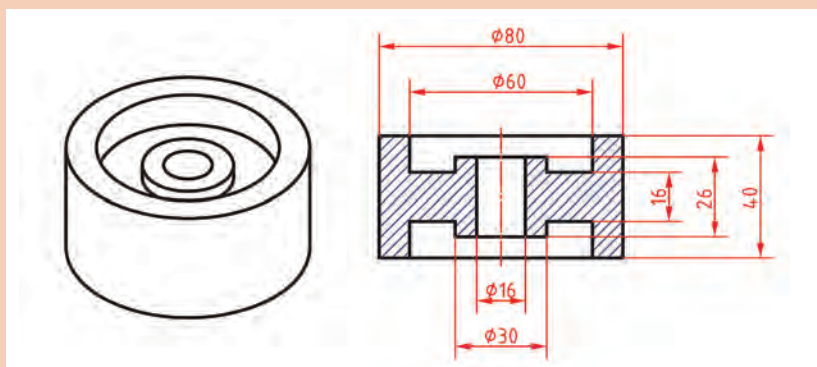
نکته کلیدی:

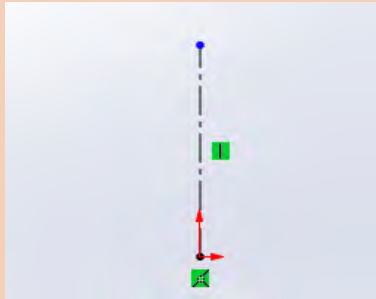
چنانچه مدل‌های دوار به‌صورت عمودی قالب‌گیری شوند میزان شیب مدل را می‌توان در هنگام ترسیم اسکچ اعمال کرد.



شکل ۴۰

برای قطعه زیر، مدلی از جنس آلومینیوم ترسیم کنید.





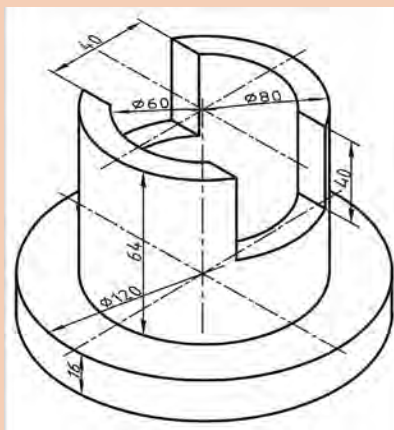
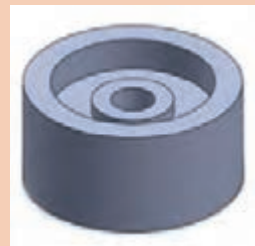
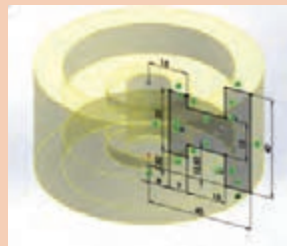
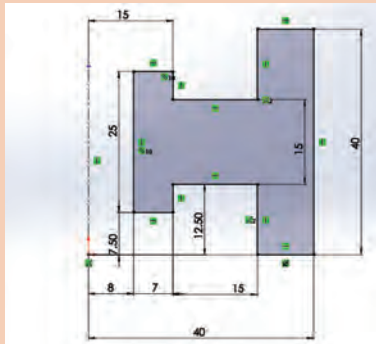
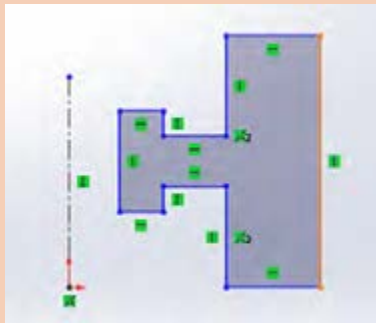
۱ خط محوری مطابق شکل رسم کنید. برای ترسیم خط محور کافی است که روی مثلث تیره کنار ابزار ترسیم خط، کلیک نموده و خط محور را انتخاب کنید.

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.

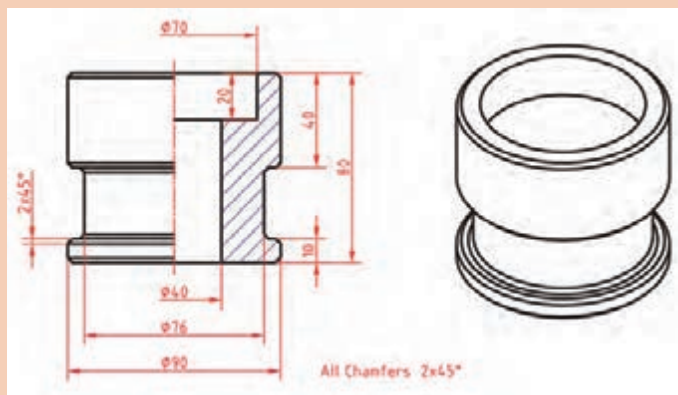


○ پس از محاسبه اضافات مجاز مدل ریخته گری قطعه روبه رو از جنس آلومینیوم را با استفاده از ابزارهای دوران و اکستروود مدل سازی کنید.

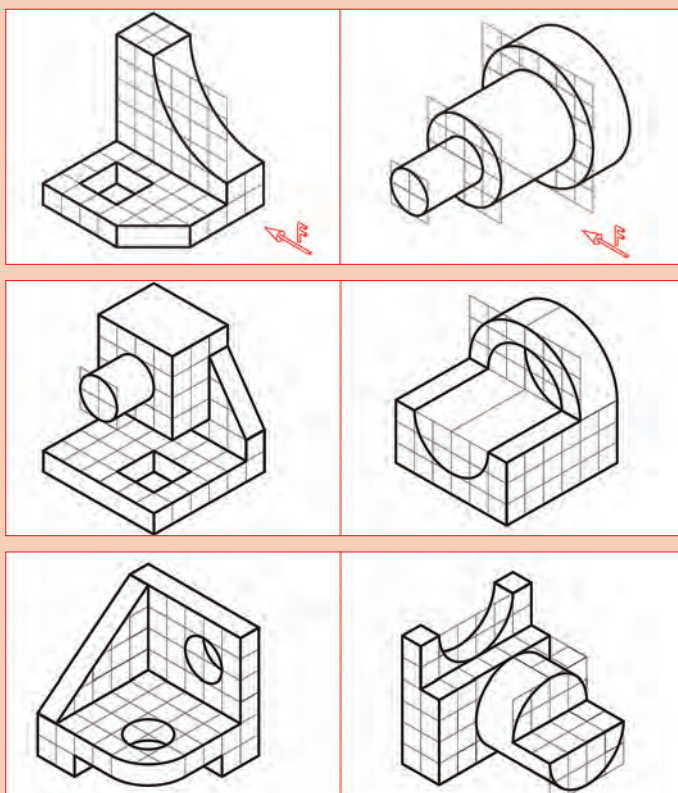
فعالیت کارگاهی
۱۰



○ مدل زیر را با استفاده از ابزارهای دوران مدل سازی کنید.



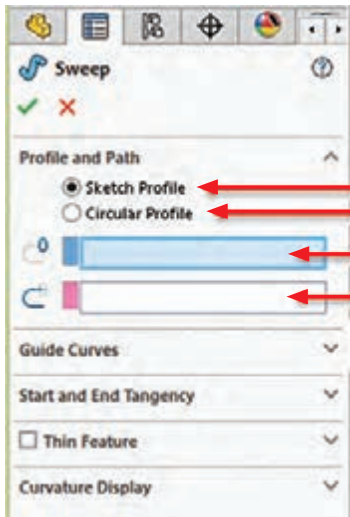
○ حجم های زیر را با استفاده از ابزارهای اکستروود و یا دوران مدل سازی کنید.



یک حجم دوار مانند گلدان را به سلیقه خود طراحی و مدل سازی کنید.

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

مدل سازی L با استفاده از اکستروود پروفیل در یک مسیر (sweep)



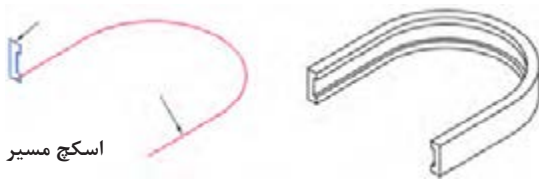
پروفیل اسکچ
پروفیل بدون اسکچ (دایره ای)
پروفیل
مسیر

با استفاده از این ابزار می توان یک سطح را در مسیر مشخص حرکت داد (شکل ۴۱). 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 ۴۱

چنانچه از حالت Circular Profile استفاده شود، نیازی به ترسیم اسکچ پروفیل نیست و تنها باید قطر دایره پروفیل را تعیین کرد.

نکته



اسکچ مسیر

شکل ۴۲

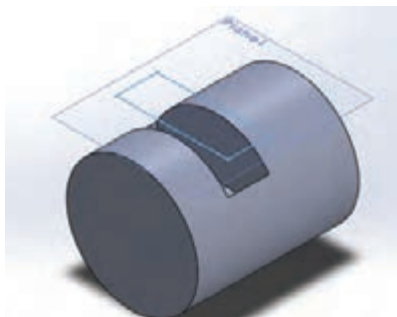
مسیر می تواند یک اسکچ باز یا بسته باشد. پروفیل باید یک اسکچ بسته باشد اما از لبه های مدل می توان به عنوان مسیر استفاده کرد (شکل ۴۲).



شکل ۴۳

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 ۴۳).

ایجاد صفحه کاری موازی با یک صفحه

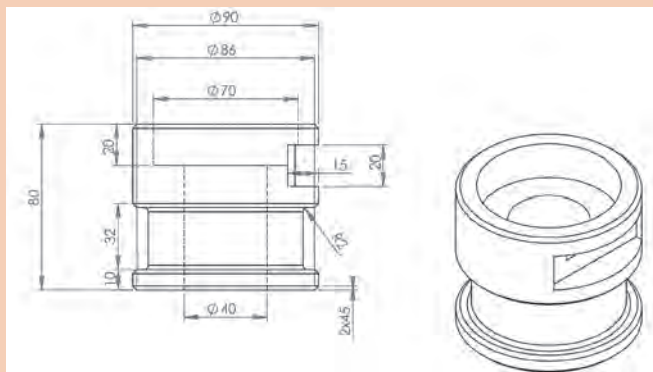


شکل ۴۴

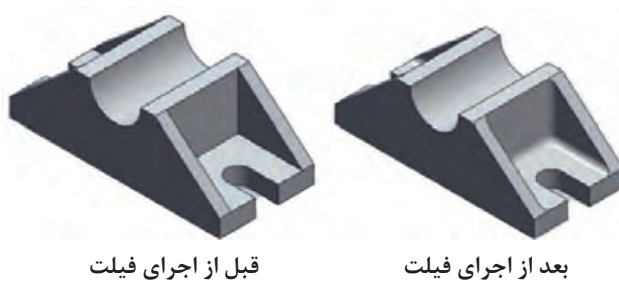
در برخی از مدل ها مانند مدل های مدور نمی توان سطح قوس دار را به عنوان صفحه کاری انتخاب نمود. برای ایجاد تغییرات روی این سطوح باید از صفحه کاری موازی استفاده کرد. با استفاده از ابزار Plane می توان صفحه ای موازی با صفحه موجود و با فاصله ای معین تعریف کرد. برای این کار بعد از اجرای ابزار Plane ابتدا در درخت طراحی Top Plane انتخاب می شود، سپس در بخش Offset distance فاصله مورد نظر وارد می گردد (شکل ۴۴).



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 ۴۵

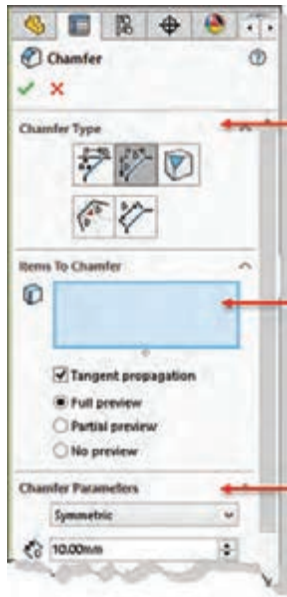
همان‌طوری که می‌دانید گوشه‌های تیز در مدل‌های ریخته‌گری باعث آسیب رسیدن به قطعه می‌شود. برای جلوگیری از این آسیب در فرایند مدل‌سازی، گوشه‌های تیز مدل را حذف نموده و آنها را به قوس یا پخ تبدیل می‌کنند (شکل ۴۵).



شکل ۴۶

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 ۴۶).

پخ زدن لبه های مدل (Chamfer)



شکل ۴۷

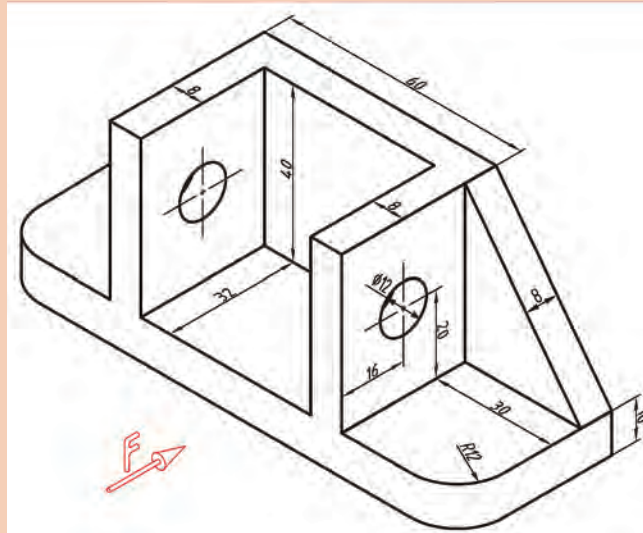
یکی دیگر از راه های از بین بردن لبه های تیز در مدل ها، پخ زدن است. این کار با ابزاری به نام Chamfer امکان پذیر است (شکل ۴۷).

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 (شکل ۴۸).



شکل ۴۸

نکته

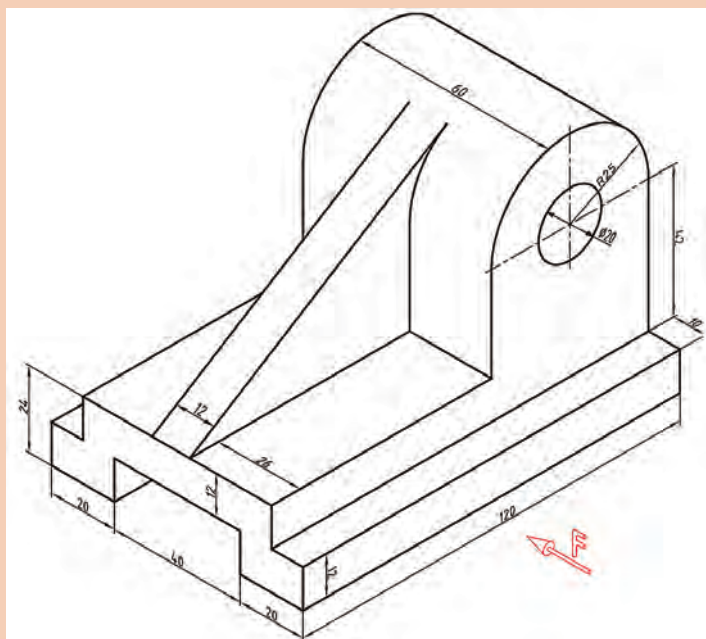


در صفحه گرافیکی به فلش تعیین سمت ایجاد تیغه دقت کنید که به سمت قطعه باشد.

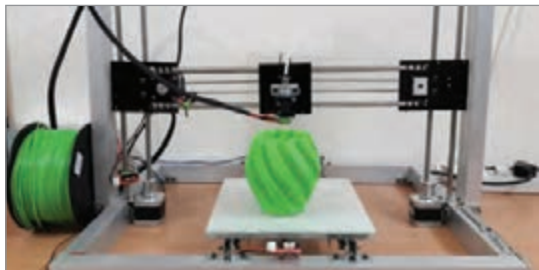
فعالیت کارگاهی
۱۴



پس از محاسبه اضافات مجاز، مدل ریخته‌گری قطعه زیر را مدل‌سازی کنید.



چاپگر سه بعدی (3D Printer)

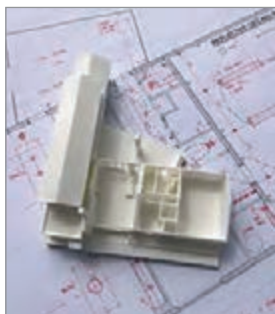


شکل ۴۹

چاپ سه بعدی یکی از روش‌های نمونه‌سازی سریع به شمار می‌آید که در مقایسه با «روش‌های تولید معمول» از سرعت بیشتر، دقت بالاتر و هزینه کمتر در نمونه‌سازی قطعات برخوردار است. از جمله محاسن آن می‌توان به کاهش زمان، کاهش هزینه، افزایش سرعت طراحی محصول جدید، اعمال سریع اصلاحات و عرضه سریع محصولات جدید به بازار اشاره نمود (شکل ۴۹).

کاربردهای چاپگر سه بعدی

امروزه مدل‌سازی سه بعدی در رشته‌های گوناگونی همچون قطعه‌سازی، معماری، طراحی صنعتی، رباتیک، صنایع هوافضا و... رایج شده است (شکل ۵۰). این مدل‌سازی‌ها تا پیش از این به شکل تصاویر دو بعدی روی صفحه‌های نمایشگر یا روی کاغذ ارائه می‌شدند تا افراد با دیدن آنها درکی از آنچه طراحان در ذهنشان دارند را به دست آورند. اما با این روش ایده‌های طراحان در زمان بسیار کوتاهی به واقعیت تبدیل می‌شوند.



شکل ۵۰

مراحل کار چاپگر سه بعدی

برای انجام عملیات پرینت سه بعدی، چهار گام زیر باید طی شود.

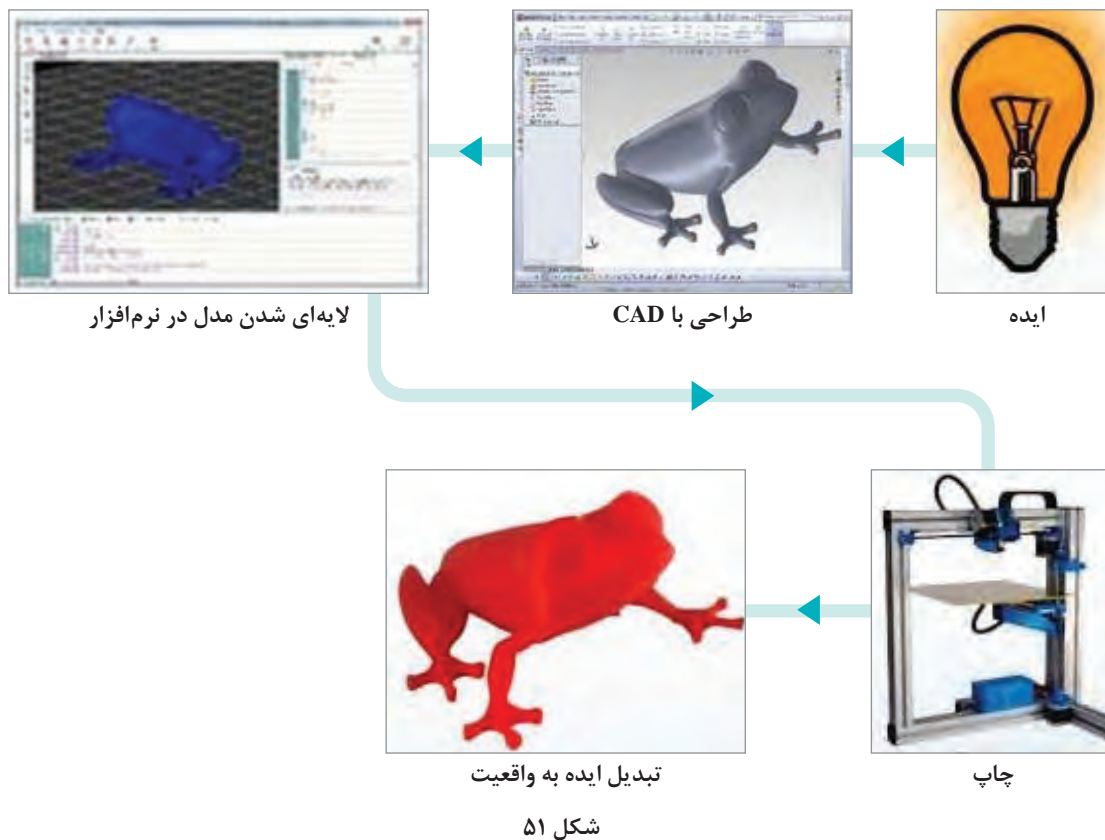
گام اول؛ خلق ایده یا گرفتن سفارش از مشتری: در این مرحله طراح، ایده‌ای را که در ذهن خود خلق کرده است را روی کاغذ آورده و آن را بررسی می‌کند. چنانچه نمونه‌ای را سفارش گرفته باشد آن نمونه را به طور کامل بررسی می‌کند.

گام دوم؛ مدل‌سازی نمونه: مدل طراحی شده با استفاده از نرم‌افزارهای CAD به صورت سه بعدی مدل‌سازی می‌شود.

گام سوم؛ تبدیل نقشه به زبان پرینتر توسط نرم‌افزار: در این مرحله از نرم‌افزارهای برش‌دهنده (Slicer) استفاده می‌شود. وظیفه این نرم‌افزارها تبدیل مدل سه بعدی به برش‌های عرضی است که با قرار دادن این برش‌ها بر روی هم، هندسه قطعه کار کامل می‌شود. هر کدام از این برش‌ها جهت عملیات به دستگاه چاپگر سه بعدی، فرمان حرکت ترکیبی طولی و عرضی مناسب نازل را می‌دهد.

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 می‌شود.

در شکل ۵۱ می‌توان فرایند تولید، به‌وسیله چاپگر سه بعدی را مشاهده نمود:



شکل ۵۱

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 فرز کاری و برش کاری، 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 تری 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^۱

۲- تکنولوژی جامدسازی^۲

۳- تکنولوژی ذوبی^۳

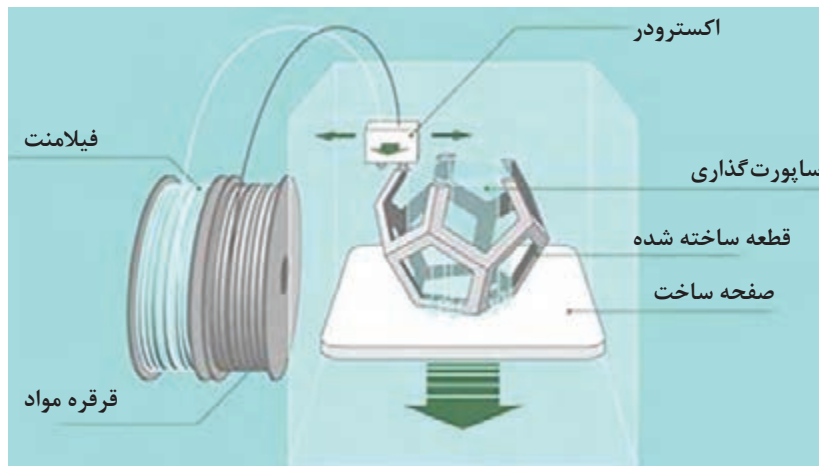
۱- چاپگر سه بعدی بر اساس تکنولوژی جاگذاری (FDM)

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 ۵۲).

۱- FDM (fused deposition modeling)

۲- SLA (stereo lithography) و DLP (digital light projection)

۳- SLS (selective laser sintering)



شکل ۵۲

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.

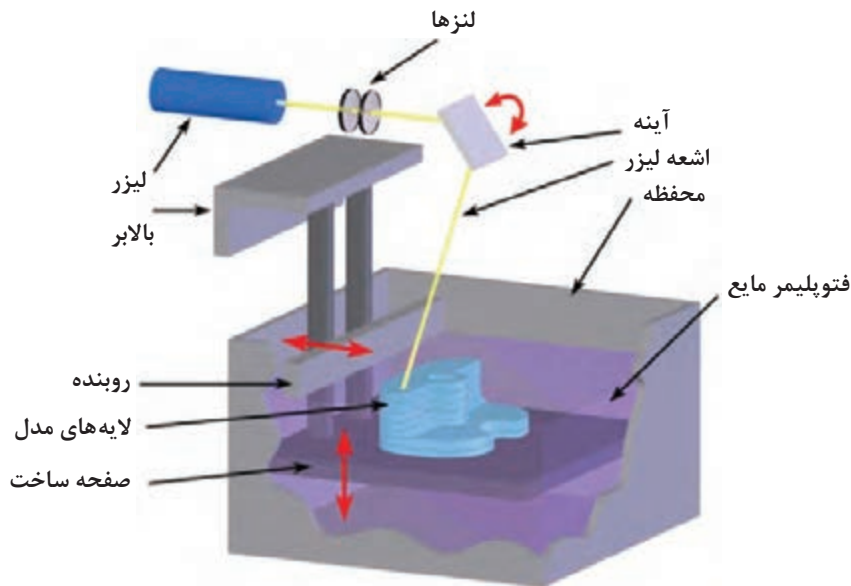
قطعات دارای خطوط لایه قابل مشاهده هستند، بنابراین پس از اتمام نیاز به پرداخت کاری دارند. قسمت‌هایی از قطعات نیاز به نگهدارنده (سپورت^۱) دارند که پس از اتمام پرینت و جدا کردن پایه‌ها باید آن سطوح، پرداخت و کیفیت سطح آن بهبود یابد.

۲- چاپگر سه بعدی بر اساس تکنولوژی جامدسازی (SLA)

این چاپگرها به عنوان اولین تکنولوژی‌های پرینت سه بعدی شناخته می‌شوند. فناوری این نوع چاپگرها بر پایه لیزر است که با رزین‌های فتوپلیمر کار می‌کند. رزین با پرتو لیزر واکنش داده و شکل جامد به صورت دقیق ایجاد می‌شود. از این تکنولوژی بیشتر در ساخت قطعات بسیار دقیق استفاده می‌شود. 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 می‌شود. بر اثر این تابش، لایه‌ای بسیار نازک از رزین سخت شده و بعد از تکمیل شدن یک لایه، مخزن به سمت پایین حرکت کرده تا لایه‌های بعدی ایجاد شوند. در این روش قسمتهایی از مدل نیاز به نگهدارنده دارند تا وزن آن لایه، باعث تغییر شکل قطعه نگردد. این نگهدارنده که به صورت متخلخل ایجاد می‌شود در نهایت پس از چاپ نمونه از محل جدا می‌شود. چاپگر سه بعدی SLA، ایده‌آل برای نمونه‌سازی و ریخته‌گری جواهرات با جزئیات پیچیده است. در حال حاضر رزین‌هایی ساخته شده‌اند که به جواهرسازان و ریخته‌گران اجازه می‌دهد مدل چاپ شده را به صورت مستقیم در ریخته‌گری استفاده کنند.

ارتفاع لایه محور Z معمولاً برای تعیین وضوح یک چاپگر سه بعدی استفاده می‌شود. در چاپگرهای SLA محور Z می‌تواند 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 می‌کنند. 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 صاف‌تر از دیگر چاپگرها تولید می‌کند، زیرا لایه تازه تولید شده با لایه قبلی تعامل دارد و اثر پله‌ای را از بین می‌برد (شکل ۵۳).



شکل ۵۳

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 ۵۴).



شکل ۵۴

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 ۵۵).



شکل ۵۵

طراحی برای پرینت با چاپگر سه بعدی

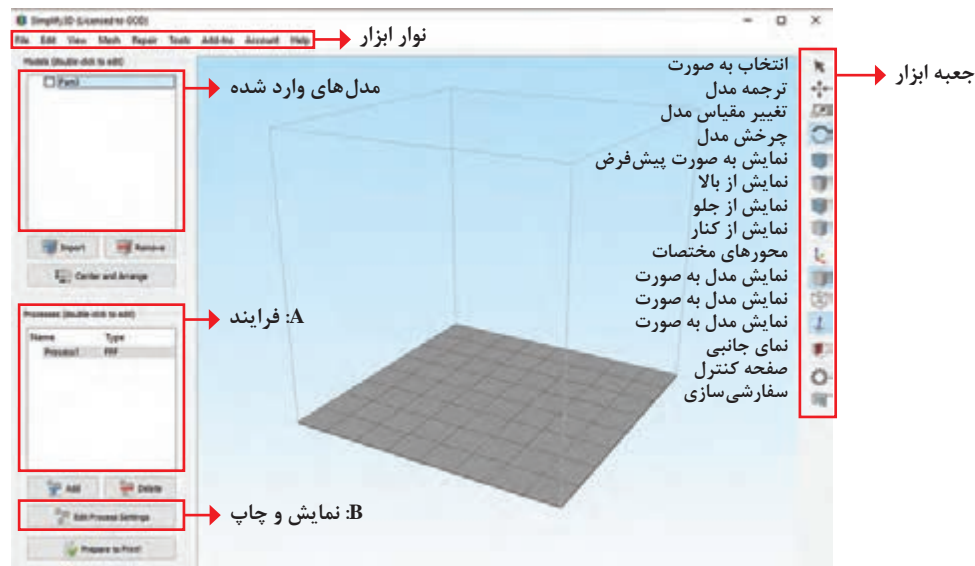
تمام قطعات ایجاد شده با استفاده از چاپگر سه بعدی باید با استفاده از نرم افزارهای CAD طراحی شوند. در تولید به روش پرینت سه بعدی، کیفیت قطعات تولید شده بستگی به کیفیت طراحی مدل و همچنین دقت چاپگر دارد. انواع مختلفی از نرم افزارهای CAD مانند کتیا و سالیدورک وجود دارند که به راحتی می توان از آنها در طراحی 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

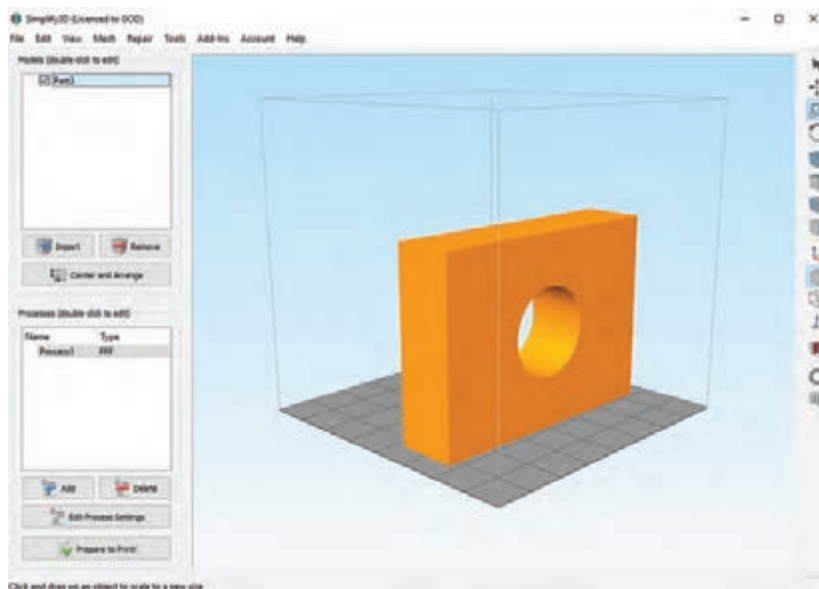
پس از نصب این نرم افزار صفحه اصلی را مشاهده خواهید کرد که اجزای آن در شکل ۵۶ نشان داده شده است.



شکل ۵۶

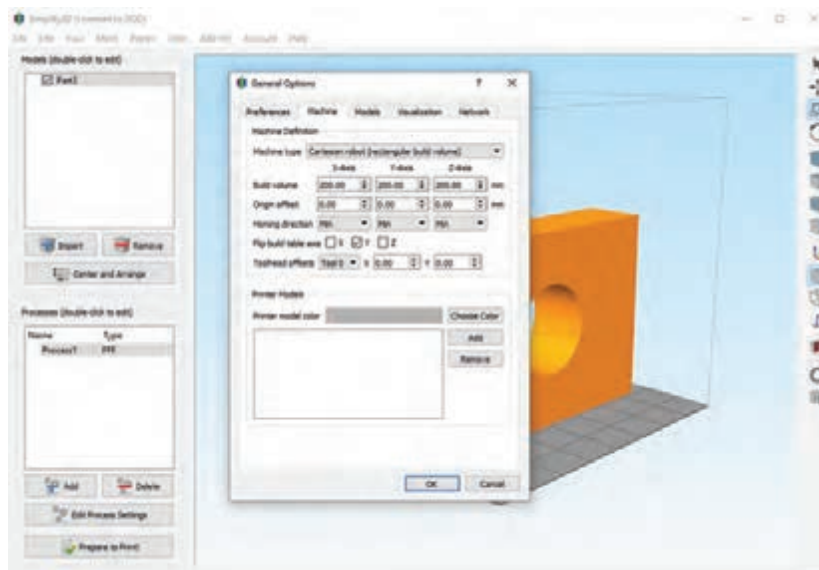
مراحلی که باید جهت انجام فرایند چاپ سه بعدی انجام شود به صورت زیر است:

1 **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 مدل ها وارد کرد. می توان 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 ۵۷).



شکل ۵۷

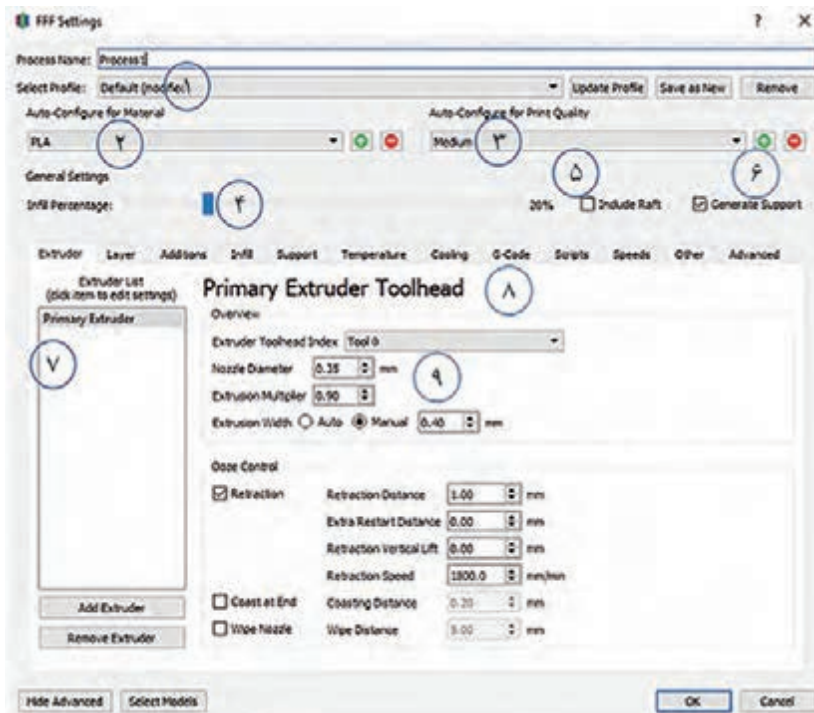
2 **تعریف ابعاد چاپ سه بعدی:** با استفاده از نوار ابزار می توان وارد منوی Tools شد و گزینه اول یعنی Option را انتخاب کرد. سپس لازم است وارد منوی Machine شده و مقادیر وارد شده بر روی محورهای مختصات x, y و z را به دلخواه تغییر داد (شکل ۵۸).



شکل ۵۸

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 در حالی 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 ۵۶) 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 ۵۶) وارد تنظیمات دستی شد و یا می توان از گزینه Edit Process Setting استفاده نمود. در اینجا با دوبرار کلیک بر روی Process پنجره FFF Setting باز می شود (شکل ۵۹) و مراحل مشخص شده در پنجره به ترتیب به صورت زیر انجام می گیرد:



شکل ۵۹

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.

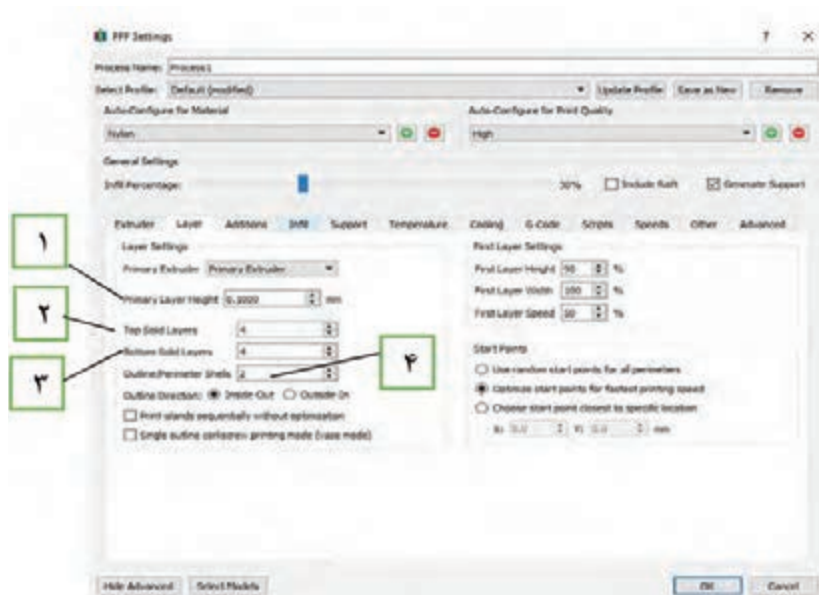
۶ با روشن کردن ابزار ساپورت، دستگاه، ساختاری زیر قسمت هایی که مدل در آنجا شیب منفی دارد را ایجاد می کند تا مدل بتواند حین ساخت به آن تکیه کرده و همچنین مواد بتوانند روی این سطوح، لایه نشانی شوند.

- 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 ۶۰ 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.

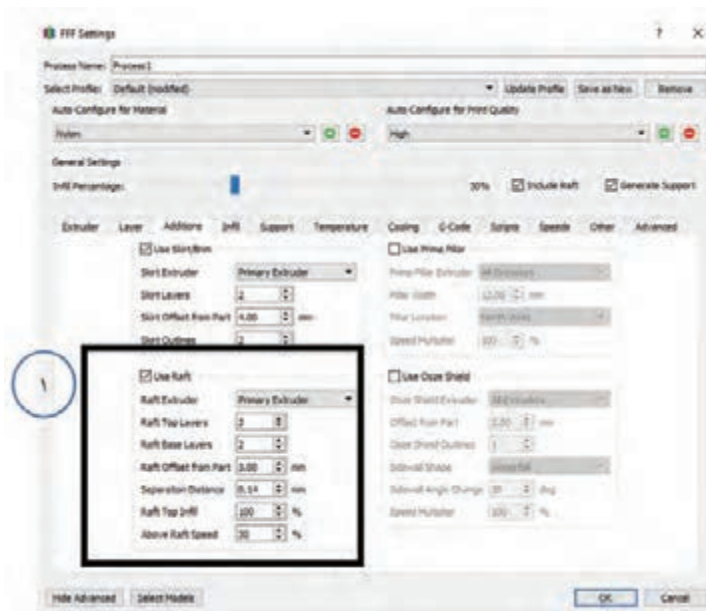


شکل ۶۰- منوی Additions

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 ۶۱ یک نمونه از raft مشاهده می‌شود.

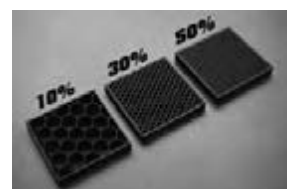
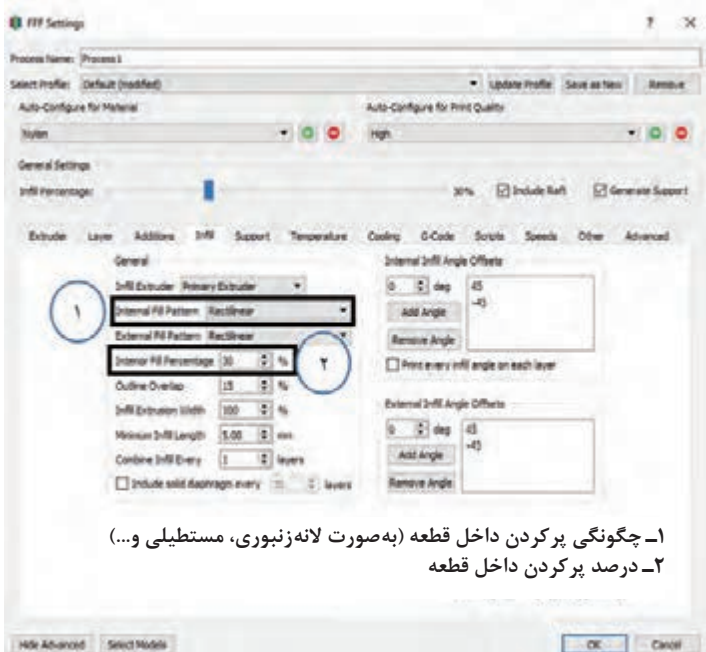
بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۶۱

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 ۶۲).

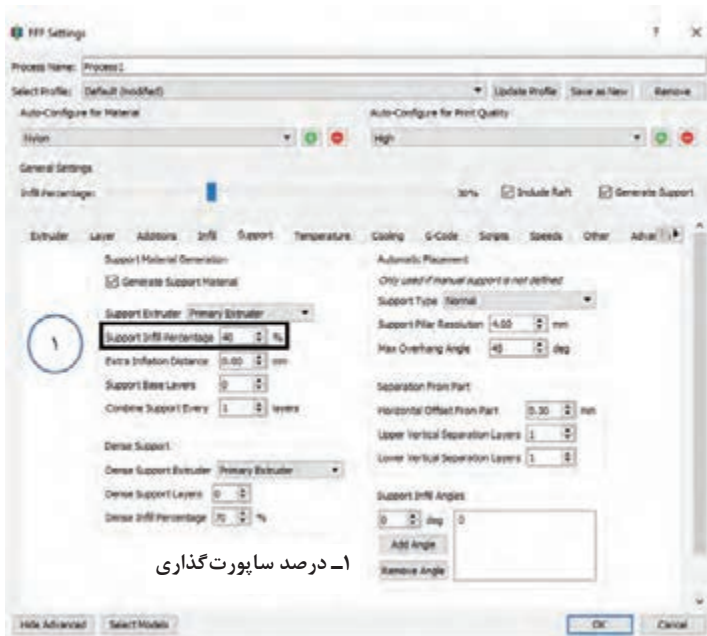


- ۱- چگونگی پر کردن داخل قطعه (به صورت لانه زنبوری، مستطیلی و...)
- ۲- درصد پر کردن داخل قطعه

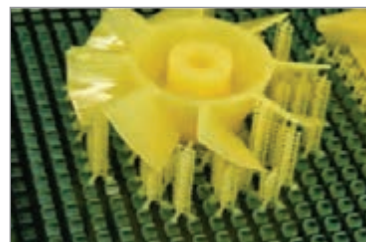
شکل ۶۲

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 ۶۳).

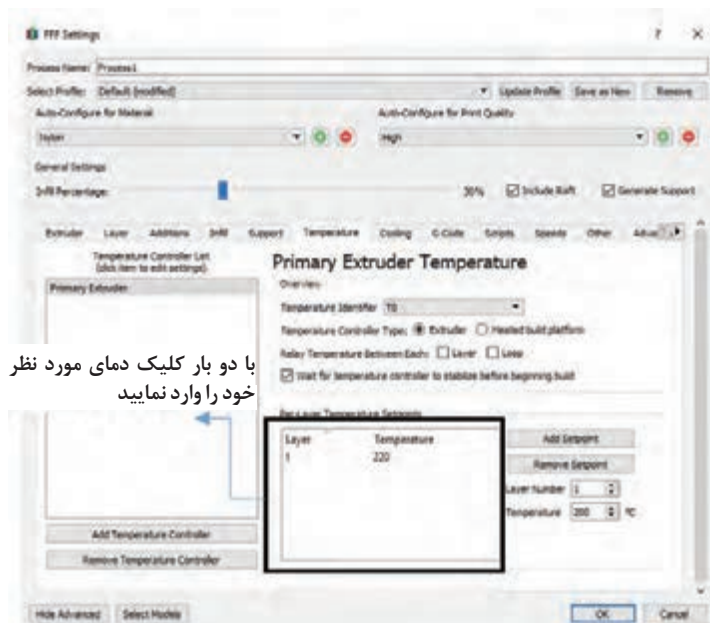


۱- درصد ساپورت گذاری



شکل ۶۳

منوی Temperature (تنظیمات مربوط به دما)

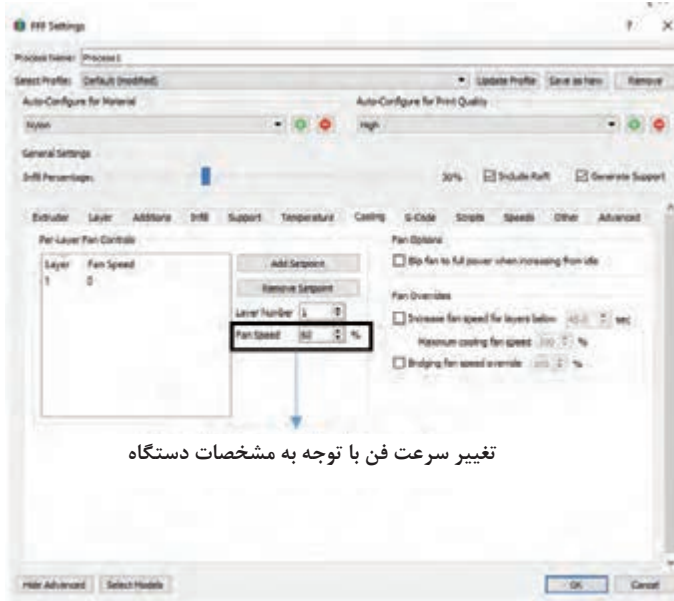


با دو بار کلیک دمای مورد نظر خود را وارد نمایید

شکل ۶۴

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 ۶۴).

منوی Cooling (تنظیمات مربوط به فن دستگاه)

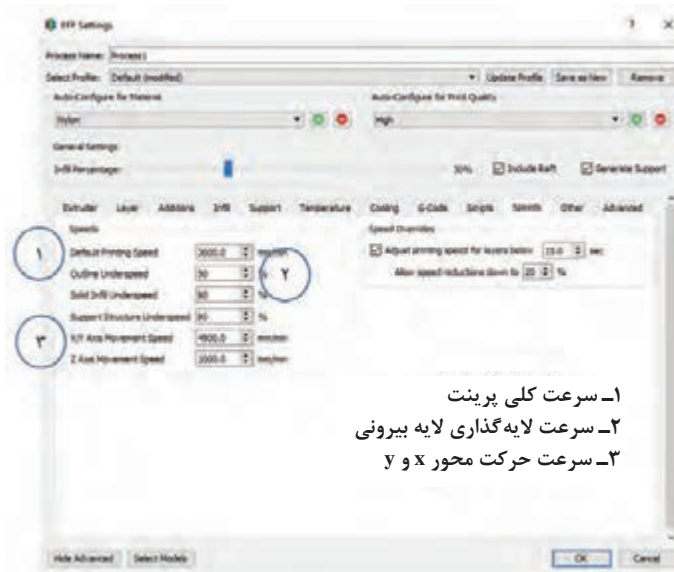


تغییر سرعت فن با توجه به مشخصات دستگاه

شکل ۶۵

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 پرنیت شده را خنک می کند (شکل ۶۵).

منوی Speed (تنظیمات مربوط به سرعت چاپ)

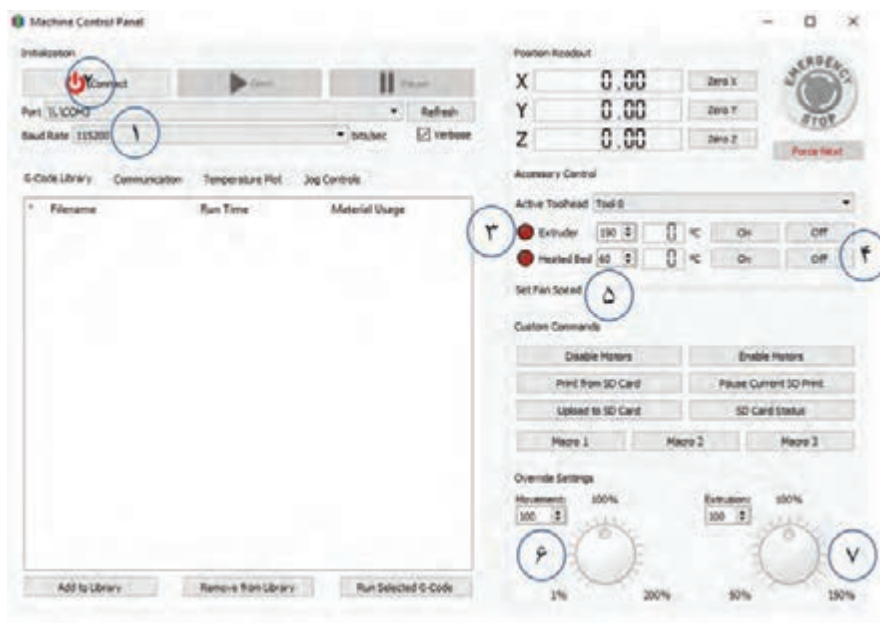


- ۱- سرعت کلی پرنیت
- ۲- سرعت لایه گذاری لایه بیرونی
- ۳- سرعت حرکت محور X و Y

شکل ۶۶

به طور معمول سه نرخ سرعت پرنیت 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 ۶۶). 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 ۶۷).



شکل ۶۷

سپس مراحل زیر مطابق شکل ۶۷ 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.

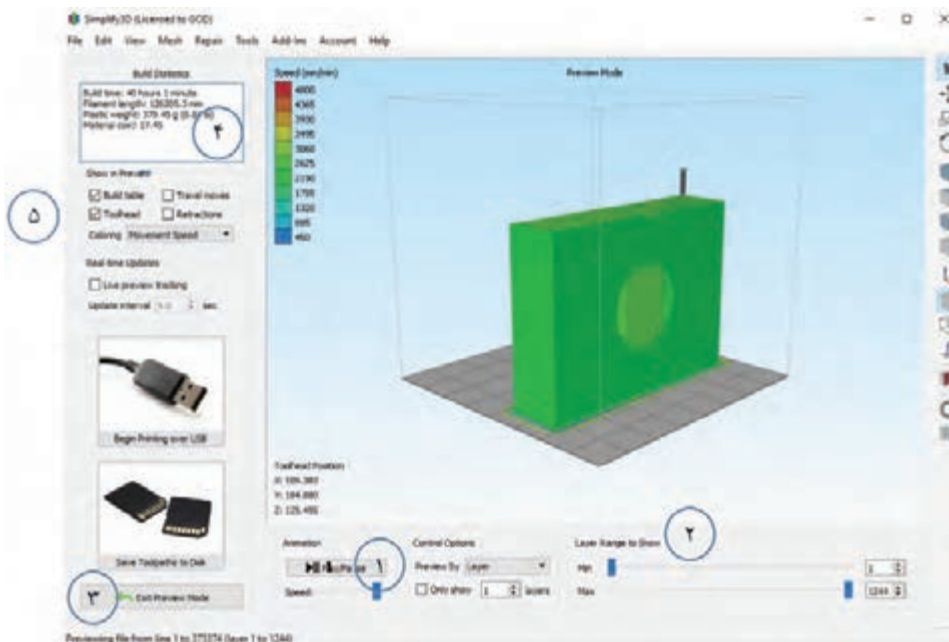
قبل از بالا بردن دمای صفحه ساخت لازم است نسبت به اعمال چسب بر روی آن اقدام شود.

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 ۶۸).

بودمان پنجم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی



شکل ۶۸

امکانات گزینه prepare to print به صورت مشخص شده در شکل ۶۸ 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 ۶۹

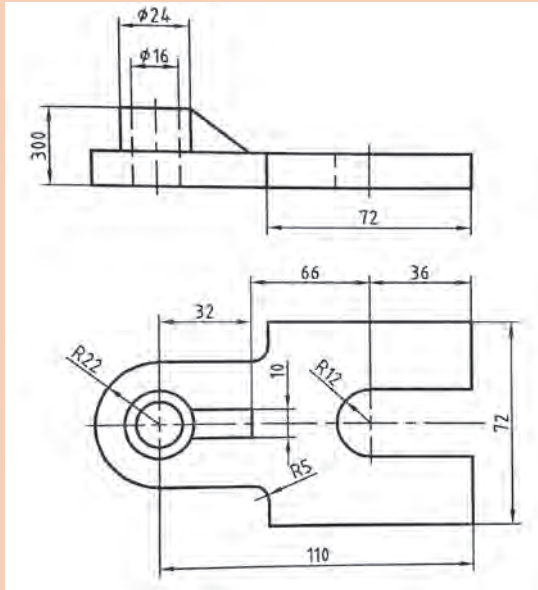
با استفاده از usb و اتصال آن به چاپگر می توان عملیات چاپ را آغاز و با استفاده از real time در شماره ۵ و زدن تیک live preview می توان عملیات ساخت را از طریق رایانه مشاهده و پیگیری نمود.

محصول نهایی به صورت شکل ۶۹ نمایش داده شده است.



ساخت مدل فیکسچر توسط پرینتر سه بعدی

نقشه کار:



وسایل مورد نیاز:

- ۱ سیستم رایانه‌ای که حاوی نرم‌افزار 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 نرم‌افزار سالیدروک به صورت سه بعدی ترسیم شود.
- ۲ نقشه ترسیمی در نرم‌افزار 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.

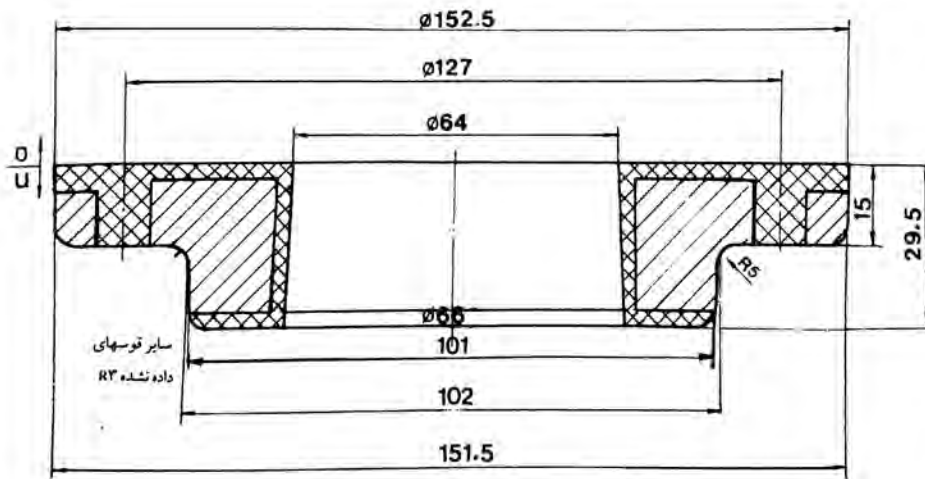
نکته:

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 مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

شرح کار:

مدل پلیمری مطابق نقشه مدل سازی داده شده ترسیم و سپس توسط پرینتر سه بعدی پرینت شود. در کارگاه ریخته گیری از مدل پلیمری ساخته شده یک قطعه آلومینیومی ریخته گیری گردد.



استاندارد عملکرد: طراحی و ترسیم نقشه مدل سازی توسط نرم افزار سالیدورک مطابق با تolerانس عمومی ISO2768-C، پرینت سه بعدی نقشه ترسیم شده از جنس فیلامنت پلیمری، ریخته گیری آلومینیومی از مدل پرینت شده.

شاخص:

- 1 کیفیت سطح
- 2 عمود بودن
- 3 تخت بودن
- 4 اندازه ها بر اساس استاندارد ISO2768-C

شرایط انجام کار:

- 1 محیط کارگاهی
- 2 نور یکنواخت با شدت 400 لوکس
- 3 تهویه استاندارد و دمای 20 درجه سلسیوس
- 4 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 گیری

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	۱	
۴	قالب گیری مدل پرینت شده و ریخته گری آن از مذاب آلومینیوم	۲	
۵	جدا نمودن سیستم راهگامی از قطعه کار، تمیز کردن آن و تحویل قطعه	۱	
	<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی:</p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه ۴- رعایت دقت و نظم</p>		
	میانگین نمرات: *		

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

- ۱ برنامه درسی رشته متالورژی (۱۳۹۴). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش.
- ۲ دانش فنی تخصصی رشته متالورژی (۱۴۰۲). کد ۲۱۲۵۳۲. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش. چاپ ششم. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۳ دانش فنی تخصصی رشته ماشین‌ابزار (۱۴۰۲). کد ۲۱۲۴۱۹. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش. چاپ ششم. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۴ سلیمی، مراد (۱۳۹۵). تکنولوژی و کارگاه مدل‌سازی. کد ۴۸۷/۲. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۵ سلیمی، مراد (۱۳۸۲). اصول طراحی مدل‌ها و قالب‌های ریخته‌گری. چاپ دوم. تهران: انتشارات فنی‌حسینیان.
- ۶ عالی، حجت‌الله، آجودانی، عسگر و قاضوی، سید محمدکاظم (۱۳۸۳). کارگاه ریخته‌گری و مدل‌سازی. چاپ اول، تهران: مؤسسه انتشاراتی جهان جام‌جم.
- ۷ سلیمی، مراد (۱۳۹۵). رسم مدل و قالب. کد ۴۸۷/۸. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۸ رولر، رولف. ترجمه ولی‌نژاد، عبدالله (۱۳۷۵). طراحی و ساخت مدل‌های ریخته‌گری، چاپ اول. تهران: مؤسسه نشر علوم نوین (مرکز چاپ و نشر کتاب‌های علمی دانشگاهی)
- ۹ سلیمی، مراد (۱۳۸۸). اصول ساخت مدل‌های آرا‌الدیتی و پلاستوفومی در صنعت ریخته‌گری. چاپ اول. تهران: انتشارات چرتکه.
- ۱۰ باقری، محمدحسین (۱۳۸۹). مدل‌سازی و فرایند تولید قطعات. چاپ اول. تهران: انتشارات اریکه.



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «mazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی