

پودمان سوم

مدل سازی و ساخت مادر قالب



در طراحی محصول، علاوه بر زیبایی و کارایی، نکات فنی بسیاری در نظر گرفته می شود. طرح محصول ابتدا به صورت نقشه فنی ترسیم شده و سپس مدل واقعی آن ساخته می شود. دقت و صحت نقشه در مدل بررسی شده و سپس قالب گیری و ساخت مادر قالب انجام می شود. امروزه روش های متنوعی برای مدل سازی و ساخت مادر قالب توسعه یافته است.

شایستگی مدل سازی و ساخت مادر قالب

- ۱ در طراحی قطعه چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
- ۲ مدل در ساخت یک قطعه سرامیکی چه اهمیتی دارد؟
- ۳ چگونه می توان طرح قطعه ای را به مدل تبدیل کرد؟

آیا تا به حال
پی برده اید

هدف از این شایستگی فراگیری دانش و مهارت طراحی و ساخت مدل و مادر قالب مورد استفاده در صنایع سرامیک است. توانایی بررسی عوامل مؤثر بر تولید مدل و مادر قالب شامل انقباض، افتادگی حین پخت و همچنین به کارگیری ابزارهای مناسب در این واحد مورد توجه قرار دارد.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی آن، هنرجویان توانایی ساخت مدل و ساخت قالب مادر را خواهند داشت.

در تصاویر زیر کاربردهای مختلف قالب‌ها در صنایع مختلف نشان داده شده است. در هر یک از این کاربردها چه نکاتی در طراحی قالب باید در نظر گرفته شود؟



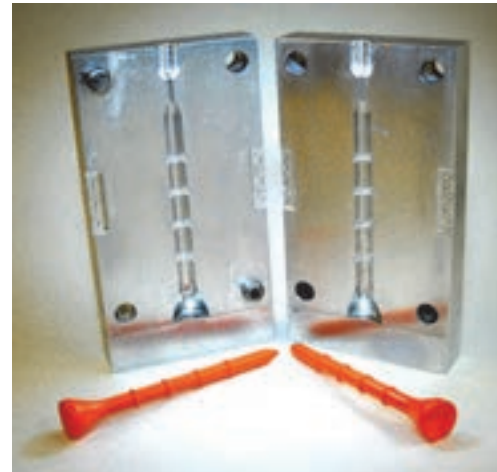
شکل ۲- قالب مورد استفاده در تولید بطری پلاستیکی



شکل ۱- قالب مورد استفاده در تولید دستکش



شکل ۴- قالب مورد استفاده در تهیه کیک



شکل ۳- قالب مورد استفاده در تولید میخ

فکر کنید

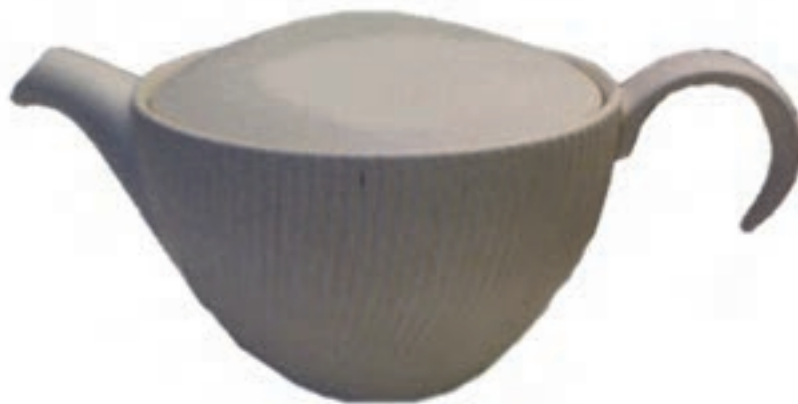


نمونه‌های دیگری از کاربردهای قالب را بیان کنید.

هر محصولی فرایند مشخصی را از طراحی تا تولید طی می‌کند تا در انتها مطابق با نیاز و سلیقه مصرف‌کننده عرضه شود. باید دقت داشت که محصولی با طراحی نامناسب حتی با کیفیت و مواد مناسب، نمی‌تواند رضایت مصرف‌کننده را جلب کند.



به نظر شما قطعه زیر از لحاظ طراحی چه ضعف‌هایی دارد؟
چه اصلاحاتی می‌تواند بر بهبود کارایی و زیبایی این قطعه مؤثر باشد؟



شکل ۵



چه نکاتی در طراحی یک قوری بر زیبایی و کارایی آن تأثیرگذار است؟
چه روش‌هایی برای طراحی دقیق‌تر یک محصول پیشنهاد می‌کنید؟

در شکل‌دهی محصولات سرامیکی، پس از طراحی شکل و محاسبات ابعادی نقشه آن، ساخت مدل و مادر قالب از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل است.

مراحل ساخت قطعهٔ سرامیکی از طراحی تا تولید محصول به صورت زیر است:

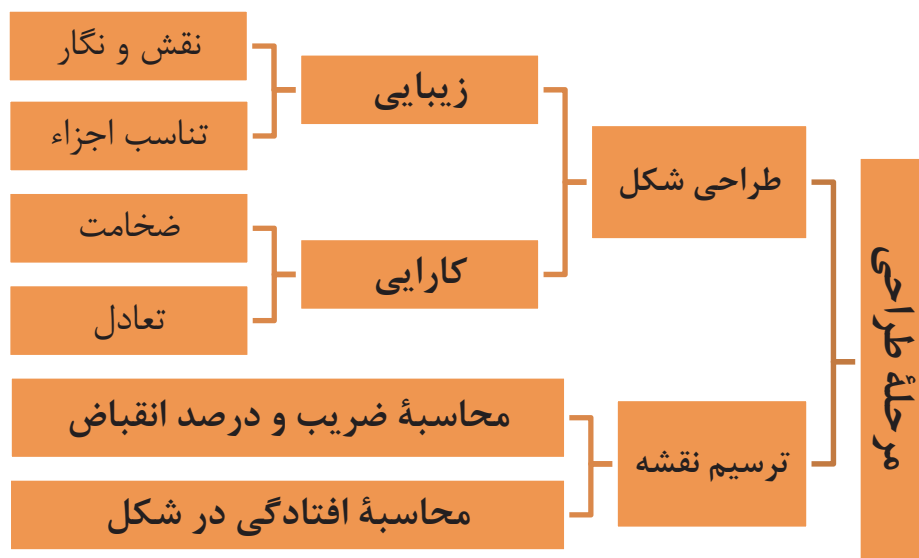


شکل ۶- مراحل ساخت قطعه سرامیکی

در طراحی و ارائهٔ نقشهٔ محصول سرامیکی، به عنوان اولین قدم باید به نکات متعددی توجه شود. طراح باید با در نظر گرفتن موانع فرایندهای تولید در مدل و جنبه‌های زیبایی و کاربردی در محصول، نظر مساعد مصرف کننده را جلب نماید. همچنین موارد دیگری مانند نکات ایمنی، بهداشتی، زیست محیطی، فنی، فرهنگی، مذهبی و عرف جامعه در طراحی دارای اهمیت هستند.



با بررسی طراحی چند محصول، نیاز و سلیقه در نظر گرفته شده برای مصرف‌کننده را بررسی کنید؟



نمودار ۱- مرحله طراحی

باید اجزای محصول، در طراحی با یکدیگر تناسب داشته باشند. برای مثال در طراحی دسته یک سوپ‌خوری باید حجم بدنه آن نیز در نظر گرفته شود.



شکل ۸- قوری با طراحی مدرن



شکل ۷- سوپ‌خوری با اجزای متناسب

در طراحی یک قطعه ممکن است از طرح های معمولی استفاده نشود؛ اما تناسب و زیبایی در قطعه دیده شود. همچنین در طراحی قطعه علاوه بر زیبایی، باید به موارد دیگری نیز توجه کرد که در کاربرد آن مشکل ساز نشود. به عنوان مثال قطعاتی که پس از پخت متراکم نمی شوند، استحکام کمتری دارند و باید ضخیم تر باشند. درحالی که قطعات متراکم تر را می توان ظریف تر و نازک تر طراحی کرد. تعادل قطعه در تولید و کاربرد امری بسیار مهم است.

فکر کنید



کدام یک از بدنه های زیر پایداری یا تعادل بهتری دارد؟ چرا؟



پ

ب

الف

شکل ۹

به شکل زیر توجه کنید. وجود یک زائده روی دسته قوری به کارکرد راحت تر آن کمک می کند.



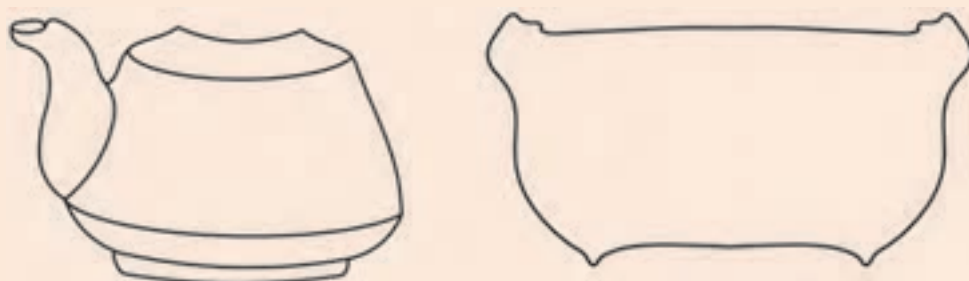
شکل ۱۰- زائده روی دسته قوری



محصولات سرامیکی موجود در منزل را مورد بررسی قرار دهید. آیا محصولی را مشاهده می‌کنید که طراحی آن با توجه به مطالب گفته شده مناسب نباشد؟



در شکل‌های زیر طرح‌هایی ناقص بدون در و دسته مشاهده می‌کنید. بهترین طرح در و دسته را که متناسب با این بدنه‌ها باشند ترسیم کنید.



شکل ۱۱

علاوه بر طراحی محصولی مناسب، ارائه نقشه دوبعدی برای ساخت مدل و قالب نیز ضروری است. بدین منظور باید درصد انقباض پخت و مقدار افتادگی هنگام پخت را محاسبه و در ابعاد لحاظ نمود.



شکل ۱۲

با توجه به ابعاد و ظاهر قطعات، قطعه خام، خشک‌شده و پخت شده را در شکل ۱۲ مشخص کنید. دلیل انقباض و کاهش ابعاد در هر مرحله چیست؟



محاسبات انقباض در طراحی مدل

انقباض کل در قطعات خام متراکم کمتر از قطعات خام متخلخل است، چون کاهش تخلخل عامل اصلی در میزان انقباض است. هرچه دمای پخت افزایش یابد، تخلخل کمتر و انقباض نیز بیشتر می شود. طراح باید با توجه به میزان انقباض کل، ابعاد مدل را محاسبه کند و در نقشه اعمال نماید تا قطعه نهایی پخت شده با ابعاد مورد نظر و مطلوب به دست آید. میزان انقباض آمیزها به دو صورت ضریب انقباض و درصد انقباض گزارش می شود تا در محاسبات نقشه مورد استفاده قرار گیرد.

$$SC = \frac{\text{طول تر}}{\text{طول پخت}} = \frac{L_w}{L_f}$$

$$S_t \% = \frac{\text{طول پخت} - \text{طول تر}}{\text{طول تر}} \times 100 = \frac{L_w - L_f}{L_w} \times 100$$

ارتباط بین درصد انقباض کل و ضریب انقباض کل

$$S_t \% = \left(1 - \frac{1}{SC}\right) \times 100$$

مثال:

۱- اندازه ابعاد مدل قطعه ای که نمونه پخته شده آن ۱۲۶ میلی متر و ضریب انقباض کل ۱/۱۵ است، را محاسبه کنید.
میلی متر ۱۴۵ = ۱۲۶ × ۱/۱۵ = ابعاد مدل

۲- در صورتی که بخواهیم یک قطعه سرامیکی با طول ۶۵ میلی متر تولید کنیم، اگر درصد انقباض کل آمیز سرامیکی ۱۵ درصد باشد طول مدل را محاسبه کنید.

راه حل: با توجه به درصد انقباض مواد، طول اولیه (طول تر یا L_w) نمونه آزمایش شده ۱۰۰ میلی متر است. بنابراین داریم:

$$SC = \frac{1}{(1 - 0/15)} = 1/18$$

طول مدل عبارت است از:

$$\text{طول مدل} = 65 \times 1/18 = 76/7 \text{ mm} \rightarrow \text{ضریب انقباض کل} \times \text{طول پخت} = \text{طول مدل}$$

نکته



فعالیت کلاسی



فعالیت کلاسی



ظرف شکل داده شده به روش ریخته‌گری مانند ارتنور که در 900°C درجه سلسیوس پخت می‌شود، متخلخل بوده و انقباض کلی آن حدود ۳-۱ درصد است. درحالی‌که اگر این قطعه در 1100°C درجه سلسیوس پخت شود متراکم‌تر شده و انقباض کل آن حدود ۸-۶ درصد می‌شود.

می‌خواهیم یک گلدان با دهانه‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر تولید کنیم، در صورتی‌که درصد انقباض کل مواد مورد استفاده برای ساخت گلدان ۸ درصد باشد، قطر دهانه مدلی را که باید ساخته شود محاسبه کنید.

دو آمیز سرامیکی A و B به صورت زیر، شکل داده شده و در دمای 1050°C درجه سلسیوس پخت شدند. کدام یک از آمیزها افتادگی کمتری در مرحله پخت داشته است؟



شکل ۱۳

افتادگی در شکل قطعات حین پخت

در بدنه‌های متراکم، هنگام پخت در جهت گرانش زمین مقداری افتادگی مشاهده می‌شود که می‌تواند روی شکل و اندازه قطعه مؤثر باشد بنابراین در طراحی بشقاب‌های بزرگ، با توجه به وزن و شکل هندسی باید لبه بشقاب را ۳ تا ۴ میلی‌متر بالاتر از مقدار مورد نظر طراحی کرد.

آیا می‌دانید



در طراحی انواع چینی بهداشتی، میزان مصرف آب به طراحی هندسی و شکل محصول بستگی دارد.

پس از طراحی محصول، مدل بر اساس نقشه ارائه شده ساخته می‌شود. مدل، قطعه‌ای است که شکلی مشابه با محصول نهایی دارد ولی ابعاد و جنس آن متفاوت است. در ساخت مدل می‌توان از مواد مختلفی مانند گچ، رزین و پلیمر استفاده کرد. ویژگی اصلی این مواد، تراش‌کاری یا شکل‌دهی راحت آنها است.



(ت) مدل قندان

(پ) مدل قوری با اجزای آن

(ب) مدل ماهی

(الف) مدل آبلیمو خوری

شکل ۱۴- مدل محصولات مختلف

برای سهولت در تراش کاری و شکل دهی مدل های پیچیده می توان آن را به اجزای سازنده مانند در، دسته و لوله تقسیم نموده و هر یک را جداگانه و با روش های مختلفی ساخت.

تحقیق کنید

در رابطه با تکنولوژی های نوین مدل سازی تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.



گاهی در مدل سازی، قسمت هایی از قالب مانند سرقالب، توپی یا عدسی نیز با خود مدل ساخته می شود. پس از ساخت مدل، قالبی از آن تهیه می شود که از هر نظر شبیه قالبی است که قرار است در خط تولید به کار رود. این قالب را قالب اولیه یا قالب الگو می نامند. با استفاده از این قالب می توان قطعه نمونه را نیز ریخته گری کرد و با پخت آن دقت و صحت طرح و نقشه ارائه شده را ارزیابی نمود.



شکل ۱۵- قطعه ریخته گری شده در قالب الگو

از قالب الگو، مادر قالب ساخته می‌شود که برای ساخت قالب‌های گچی به تعداد زیاد به کار می‌رود. تمام ویژگی‌های قالب گچی از جمله ضخامت قالب و شکل و اندازه قفل‌ها در این مرحله طراحی و ساخته می‌شود. مادر قالب می‌تواند رزینی، گچی یا فلزی باشد.



شکل ۱۶- مادر قالب گچی

مواد مورد استفاده در ساخت مادر قالب در صنعت سرامیک به سه دسته فلزی، معدنی و آلی تقسیم می‌شوند.



مواد آلی

- رزین‌های الاستیک (سیلیکون رابر)
- رزین‌های سخت (اپوکسی)
- تفلون و انواع پلیمرها
- رزین آرالدیت



مواد معدنی

- گچ
- سیمان



مواد فلزی

- آلومینیوم
- چدن

نکته



گچ از حرارت دادن سنگ گچ (سولفات کلسیم آبدار) و حذف بخشی از آب مولکولی آن به دست می آید. گچ در دو نوع آلفا و بتا می تواند تولید شود. گچ های صنعتی معمولاً دارای مقدار بیشتری از نوع آلفا و گچ ساختمانی دارای مقدار بیشتری از نوع بتا هستند.

جدول ۱- انواع گچ

انواع گچ	گچ آلفا (α)	گچ بتا (β)
کاربرد	شکسته بندی، دندان سازی و مادر قالب	ساختمانی
استحکام	بالا	پایین
جذب آب	پایین	بالا
گیرش	سریع	کند

در قالب سازی برای ریخته گری دوغابی معمولاً از ترکیب این دو نوع گچ برای ساخت قالبی با استحکام مطلوب و جذب آب بالا استفاده می شود.

گچ معمولاً با مقدار مشخصی آب مخلوط می شود تا گیرش حاصل شود و ساختار محکم تری به خود گیرد. به طور مشابه رزین های مصرفی عمدتاً از دو جز تشکیل می شوند که یکی از آنها سخت کننده^۱ نام دارد. اضافه کردن سخت کننده به رزین اولیه باعث می شود رزین پس از مدتی سخت شده و ساختار محکمی پیدا کند. از جمله ویژگی های مشترک این مواد قالب سازی می توان به سخت شدن آنها با گذشت زمان اشاره کرد.

نکته



نکته مهم در انتخاب مواد قالب سازی این است که مواد قالب سازی در هنگام گیرش دچار تغییرات ابعادی می شوند لذا باید موادی را انتخاب کرد که حداقل تغییرات را داشته باشند.

نکته



در ساخت مادر قالب با مواد رزینی باید دقت داشت که نسبت رزین به سخت کننده که معمولاً توسط شرکت تولید کننده مشخص می شود، با دقت بیشتری کنترل شود.

از شاخص های تأثیر گذار در قالب سازی رزینی دمای محیط است. از آنجایی که سرعت گیرش بیشتر مواد رزینی تابع دمای محیط و دمای قالب است، دمای محیط باید به دقت کنترل شود. معمولاً برای این منظور دمای ۲۲-۲۰ درجه سلسیوس مناسب است.



اگر دمای محیط زیاد باشد، چه مشکلی در هنگام استفاده از رزین‌های قالب‌سازی پیش می‌آید؟



ب) مادر قالب تفلونی بوته



الف) مادر قالب رزینی



ت) مادر قالب آلومینیومی روشویی



پ) مادر قالب گچی دیس چینی

شکل ۱۷- انواع مادر قالب

انواع مواد مورد استفاده ساخت مادر قالب را از نظر اقتصادی و کاربرد مقایسه کرده و ویژگی‌های هر کدام را بیان کنید.



با استفاده از مادر قالب می‌توان قالب‌های گچی را تولید و تکثیر کرده و آنها را در خط تولید برای تولید قطعات نهایی به روش‌های ریخته‌گری دوغابی، جیگر و جولی استفاده نمود. این قالب‌ها که با عنوان قالب گچی نامیده می‌شوند، بعد از مدتی مستهلک شده و باید با قالب‌های نو جایگزین شوند. در برخی موارد برای ساخت قالب علاوه بر گچ، از رزین نیز استفاده می‌شود. قالب‌های رزینی در ریخته‌گری تحت فشار استفاده می‌شوند.

در ریخته‌گری دوغابی قطعه به دست آمده از قالب شکل ۱۸، دلیل دو تکه ساختن قالب چیست؟

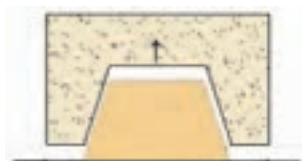


شکل ۱۸- قالب گچی

فکر کنید



در سطوح شیب‌دار، وجود شیب منفی باعث جلوگیری از خروج قطعه می‌شود.



ب



الف

شکل ۱۹- (الف) قالب با شیب منفی (ب) قالب با شیب مثبت

چه راه‌حلهایی برای خارج شدن قطعه از قالب در شکل ۱۹ پیشنهاد می‌کنید؟
برای سهولت در خروج قطعه، قالب‌ها را به صورت دو یا چند تکه می‌سازند. سطح تماس بین اجزاء یا قطعات قالب را «سطح جدایش قالب» می‌گویند.

در تصاویر شکل ۲۰ مشخص کنید کدام یک شیب منفی دارند؟



شکل ۲۰

فعالیت کلاسی





در تصاویر شکل ۲۱ سطح جدایش را طوری انتخاب کنید که شیب منفی وجود نداشته باشد. حداکثر چند سطح جدایش می‌توانید انتخاب کنید؟



شکل ۲۱

تفاوت سطح جدایش با محور تقارن چیست؟ آیا هر محور تقارن یک سطح جدایش است؟ آیا هر سطح جدایش لزوماً یک محور تقارن است؟

از رزین‌های الاستیک در ساخت قالب‌هایی استفاده می‌شود که ممکن است شیب منفی داشته و یا انبساط گچ موجب شود که قطعه از قالب به سختی خارج شود.



شباهت‌ها و تفاوت‌های مدل و قطعه نهایی را از لحاظ ابعادی بیان کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های قالب الگو و قالب گچی را بیان کنید. نقش مادر قالب در فرایند تولید محصولات سرامیکی چیست؟

ابزار و تجهیزات مدل‌سازی

جدول ۲- ابزار و تجهیزات مدل‌سازی

قطر سنج داخلی	قطر سنج خارجی	کولیس
گونیا	انواع مغار	اره دستی برای برش دادن گچ

		
چرخ مدل سازی	سوهان چوب ساب	گیره
		
همزن	ترازو با دقت مناسب	سطل

همزن می تواند اتوماتیک یا دستی باشد. با استفاده از همزن های اتوماتیک، دوغاب یکنواخت تری را می توان تهیه کرد.

در رابطه با سایر وسایل و تجهیزاتی که در مدل سازی کاربرد دارد تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



مراحل ساخت مدل یک قوری مشابه شکل ۲۲، عبارت است از:

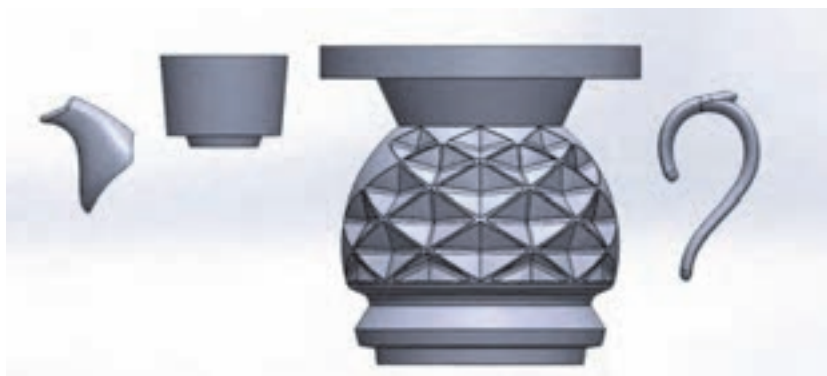


شکل ۲۲- قوری با بدنه طرح دار

ردیف	شرح کار	تصویر
۱	ابتدا نقشه دو بعدی قطعه، مشابه شکل رسم می شود.	
۲	سپس توپی تراشیده می شود.	
۳	بر اساس نقشه کشیده شده، بدنه قوری تراشیده می شود.	
۴	قیف محل ریخته گری را تراشیده و پس از اینکه از روی بدنه جدا شد برای مرحله قالب گیری کنار گذاشته می شود.	
۵	قطعه مطابق شکل تراش داده می شود که به آن «مخروط راهنما» گفته می شود و در قالب گیری مورد استفاده قرار می گیرد.	

ردیف	شرح کار	تصویر
۶	مجموعه از روی چرخ جدا شده و به همین ترتیب «در قوری» تراشیده می شود.	
۷	ابتدا قیف و مخروط راهنما به صورت واژگون روی چرخ تراشیده می شود. سپس در قوری، روی چرخ تراش داده می شود.	
۸	اگر در قوری دارای نقش باشد برای حفظ تقارن، بهتر است در این مرحله نقش اجرا شود.	

قطعاتی مانند دسته و لوله به صورت دستی از گچ ساخته می شوند. اگر بدنه دارای نقش باشد، باید در مرحله آخر اعمال شود. اجزای یک مدل قوری در شکل ۲۳ دیده می شود.



شکل ۲۳- قطعات لازم برای قالب گیری



کار عملی ۱: ساخت مدل مدور (نمکدان، لیوان، فنجان، بوته)

مواد و ابزار: دستگاه چرخ مدل سازی یا خراطی، ابزارهای مدل تراشی، انواع مغار، ترازو، اره دستی، گونیا، کولیس، خط کش، کاردک، سطل یا تشت، همزن، تکه ای لوله پولیکا یا ورق گالوانیزه، سنباده و پوساب، سوهان چوب ساب، گچ، روغن و مواد جداکننده، مواد سخت کننده.

شرح فعالیت:

- ۱- با یک تکه لوله پولیکا یا ورق گالوانیزه روی سر چرخ را قالب بندی کنید.
- ۲- با روغن و مواد جداکننده سطح درونی قالب بندی را کاملاً چرب کنید.
- ۳- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب تهیه کنید.
- ۴- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب بریزید.
- ۵- پس از گیرش گچ، قالب بندی را باز نمایید.
- ۶- مطابق طرح، برای ساخت توپی، مدل و قیف مخروط راهنما، گچ را بتراشید.
- ۷- توپی، مدل و قیف مخروط راهنما را پس از تراشیدن با سنباده و پوساب کاملاً پرداخت نمایید.
- ۸- سطح توپی، مدل و قیف مخروط راهنما را با مواد سخت کننده کاملاً آغشته کنید.
- ۹- با اره دستی توپی، مدل و قیف مخروط راهنما را از چرخ جدا کنید.



- ۱- هنگام وزن نمودن و پاشیدن گچ درون آب ماسک بزنید.
- ۲- وزن دوغاب گچ کاملاً دقیق محاسبه شود تا دوغاب اضافه باقی نماند.
- ۳- برای جلوگیری از پاشش گچ و ورود حباب هوا، دوغاب گچی به آرامی هم زده شود.
- ۴- جهت جلوگیری از ورود خرده های گچ به چشم هنگام تراشیدن گچ حتماً عینک کار بزنید.
- ۵- هنگام تراشیدن گچ از ابزارها و مغارها به درستی استفاده کنید تا باعث آسیب رساندن به شما نشوند.
- ۶- هنگام تراشیدن گچ در اطراف دستگاهها محافظی قرار داده شود تا ذرات گچ باعث کثیفی محیط کارگاه نشوند.
- ۷- دستگاه چرخ مدل سازی حتماً به سیستم ارت وصل باشد.

پس از ساخت مدل، جهت ساخت قالب الگو بر روی سطح آن از جداکننده استفاده می شود.



شکل ۲۴- الگوی گچی با زبانه های پلاستیکی

- پس از ساخت مدل برای تخمین مقدار گچ لازم برای ساخت قالب الگو می توان از روش زیر استفاده کرد:
- ابتدا حجم مورد نظر را محاسبه کرده یا تخمین زده می شود. (حجم به واحد سانتی متر مکعب محاسبه شود).
 - به ازای هر سانتی متر مکعب یک گرم گچ در نظر گرفته شود.

نکته

این روش فقط برای تخمین حدودی مقدار گچ قابل استفاده است.



مثال: در صورتی که بخواهیم یک قطعه به ابعاد $35 \times 50 \times 15$ سانتی متر و به ارتفاع ۱۵ سانتی متر از گچ بسازیم، ابتدا حجم قطعه را محاسبه می کنیم:

$$\text{حجم این مکعب مستطیل} = 35 \times 50 \times 15 = 26250 \text{ cm}^3$$

بنابراین تقریباً ۲۶۲۵۰ گرم گچ برای ساخت این قطعه نیاز خواهیم داشت.
مقدار آب لازم بر اساس نسبت گچ به آب مورد نظر تعیین خواهد شد. به طور مثال اگر نسبت گچ به آب $1/3$ در نظر گرفته شود، آنگاه:

$$\text{مقدار آب لازم} = \frac{26250}{1/3} = 20192 \text{ cm}^3$$

در ساخت دوغاب گچی دقت کنید:

- ۱- ظرف تمیز باشد.
- ۲- گچ الک شده و به آرامی در آب پاشیده شود.
- ۳- دوغاب گچی را آرام مخلوط کنید تا هوا وارد آن نشود.
- ۴- به دوغاب گچی پیش از ریختن در قالب به مدت ۱ تا ۲ دقیقه فرصت داده شود.
- ۵- پس از پر کردن قالب با دوغاب گچی با زدن ضربات آرام به قالب به پخش بهتر و هواگیری دوغاب کمک کنید.
- ۶- زمان مناسب برای باز کردن قالب هنگامی است که با فشردن انگشت دست، دور انگشتان آب جمع نشود.

نکته

هدف از به حال خود گذاشتن گچ به مدت ۱ تا ۲ دقیقه، افزایش ویسکوزیته گچ است تا از درزهای قالب خارج نشود.



نکته

بهتر است قالب پیش از گرم شدن گچ باز شود.



جداکننده ها انواع مختلفی دارند که وظیفه اصلی آنها جدا کردن قالب الگو از مدل یا قالب گچی از مادر قالب است.

انواع جدا کننده

صابون
آب صابون تراشکاری
واکس قالب
انواع روغن
اسپری سیلیکون
گریس

برای هر نوع ماده قالب‌گیری، باید از جداکننده مخصوص آن استفاده کرد؛ به‌طور مثال، برای ساخت قالب گچی، از آب صابون یا آب صابون تراش‌کاری استفاده می‌شود. برای تکثیر قالب‌های گچی از مادر قالب‌های رزینی، از جداکننده‌هایی مانند انواع واکس‌ها یا روغن استفاده می‌شود تا رزین را در خود حل نکند.



شکل ۲۵- اسپری جداکننده سیلیکون

قبل از قالب‌گیری قطعات متخلخل، ابتدا تخلخل‌های سطحی را حذف و سپس جداکننده را اعمال می‌کنیم. به‌طور مثال قطعه یا مدل گچی را با استفاده از لاک الکل یا سیلر می‌پوشانیم.

نکته



در صورتی که تخلخل‌های سطحی مدل باز باشند، چه مشکلی در فرایند قالب‌گیری پیش می‌آید؟

فکر کنید



مراحل قالب‌گیری از روی مدل

ردیف	توضیحات مرحله	تصویر
۱	با استفاده از کولیس، مداد طراحی و ابزار مناسب با توجه به هندسه شکل قطعه، خط تقارن رسم می‌شود. سپس با استفاده از یک لوح گچی، مطابق شکل و کمی گل، مدل را در محل مورد نظر مستقر کرده به طوری که خط جدایش هم سطح صفحه گچی باشد.	 
۲	در سمت تویی، فاصله بالایی تویی تا صفحه باید نصف قطر آن باشد. در سمت مخروط راهنما نیز، فاصله بالایی مخروط راهنما تا صفحه، نصف قطر آن است. برای دسته نیز روی صفحه گچی حفره‌ای ایجاد می‌شود تا نیمی از آن بیرون صفحه باشد. فضای خالی بین مدل و صفحه گچی را باید با گل پر کرده تا هم سطح صفحه گچی شود.	
۳	پس از اینکه تمام قسمت‌ها به خوبی با جداکننده آغشته شد، اطراف مدل با فاصله معینی به کمک تخته یا ورق‌های پلی‌اتیلن قالب‌بندی می‌شود، سپس داخل آن تا ارتفاع معینی دوغاب گچ ریخته می‌شود. به این ترتیب اولین قطعه قالب الگو ساخته می‌شود.	
۴	پس از اینکه گیرش گچ کامل شد، قالب از صفحه جدا می‌شود درحالی که مدل همراه دسته، تویی و مخروط راهنما در آن قرار دارد.	

ردیف	توضیحات مرحله	تصویر
۵	به کمک مغار، زبانه‌های قالب ایجاد می‌شوند. برای جلوگیری از شکست احتمالی باید دقت کرد زبانه‌های قالب تا حد ممکن بزرگ و کم عمق باشند.	
۶	اطراف تکه قالب گچی ساخته شده همراه مدل، به کمک صفحات تخته‌ای یا پلی‌اتیلنی قالب‌بندی می‌شود. بعد از گچ‌ریزی، دومین قطعه قالب الگو مانند شکل روبه‌رو، روی اولین قطعه ریخته می‌شود.	
۷	قالب را به حالت ایستاده قرار داده و مخروط راهنما خارج می‌شود. سپس قیفی که قبلاً تراشیده شده، روی مدل بدنه قرار داده می‌شود. اکنون درز ایجاد شده، محلی برای ریختن دوغاب داخل قالب خواهد بود.	
۸	با رعایت اولویت، اجزای قالب را یکی پس از دیگری از هم باز کرده تا مدل اولیه از آن بیرون آید و قالب الگو پس از خشک شدن برای ریخته‌گری استفاده شود. پس از ریخته‌گری در قالب الگو و ساخت نمونه‌های مختلف و رفع کلیه مشکلات ریخته‌گری و پخت و انجام اصلاحات احتمالی و اطمینان از حصول نتایج طراحی، نسبت به ساخت مادر قالب اقدام می‌شود.	



مشخص کنید هر یک از موارد زیر با استفاده از چه نوع قالبی و با چه روشی تولید می شوند؟

جدول ۳

قطعه	قالب و روش	قطعه	قالب و روش
دیس چینی		قوری	
روشویی		نعلبکی	
بشقاب گرد		فنجان دسته دار	



می توان از طلق یا فیلم های رادیولوژی یا ورق های یونولیت، به جای تراشیدن ورقه گچی استفاده نمود که سرعت کار را بسیار افزایش داده که از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه است.

مشخصات یک قالب مطلوب

- ۱- تعداد تکه های قالب کم باشد.
- ۲- در صورت امکان، سطح جدایش ها طوری انتخاب شود که در قطعه نهایی، مشاهده نشود.
- ۳- از حداقل مقدار گچ استفاده شود تا قالب سبک باشد.
- ۴- وضعیت قالب روی میز ریخته گری و تعادل قالب ها هنگام روی هم چیده شدن در نظر گرفته شود.
- ۵- تخلیه دوغاب از قالب ریخته گری به راحتی صورت گیرد.
- ۶- درزبندی و جفت بودن تکه های قالب به صورتی که دوغاب به سطح جدایش نفوذ نکند، رعایت شود.
- ۷- یکنواخت بودن ضخامت قالب برای خشک شدن و جذب آب برابر، در نظر گرفته شود.



شکل ۲۷- قالب قوری درزبندی شده



شکل ۲۶- قالب بدنه ی یک قوری



کار عملی ۲: ساخت قالب الگو از مدل مدور «نمکدان، لیوان، فنجان، بوته»

مواد و ابزار: صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلنی، ترازو، اره دستی، گونیا، کولیس، خط‌کش، کاردک، سطل و تشت، همزن، سنباده و پوساب، سوهان چوب‌ساب، گچ، روغن و مواد جداکننده، مدل گچی.

شرح فعالیت:

- ۱- با کشیدن خط تقارن روی مدل، آن را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۲- سطح مدل را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۳- روی میز کار کاملاً صاف و تراز شود، سپس مدل را روی چند تکه گل به صورت کاملاً تراز قرار دهید.
- ۴- اطراف مدل را با فاصله‌های معین به میزان ضخامت مورد نظر برای قالب، با صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلنی قالب‌بندی کنید.
- ۵- با روغن و مواد جداکننده سطح درونی قالب‌بندی را آغشته کنید.
- ۶- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۷- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب تا خط تقارن‌های کشیده شده بریزید.
- ۸- پس از گیرش گچ، بر روی سطح زیر قالب گچی تهیه شده، زبانه‌های قالب را ایجاد کنید.
- ۹- پس از تمیز نمودن، سطح زیر قالب و مدل را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۱۰- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۱۱- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب‌بندی تا ارتفاعی که بر روی مدل، به ضخامت مورد نظر برای قالب برسد، بریزید.
- ۱۲- پس از گیرش گچ، قالب‌بندی را باز نمایید.
- ۱۳- مجموعه ساخته شده را از میز جدا نموده و از طرف قالب گچی روی میز قرار دهید سپس تکه زیر قالب و گل‌ها را جدا کرده و اطراف آن را مجدداً قالب‌بندی کنید.
- ۱۴- با مواد جداکننده سطح درونی قالب‌بندی، مدل و قالب گچی را آغشته کنید.
- ۱۵- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۱۶- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب‌بندی تا ارتفاعی که بر روی مدل، به ضخامت مورد نظر برای قالب برسد، بریزید.
- ۱۷- پس از گیرش گچ، قالب‌بندی را باز نمایید.
- ۱۸- دو تکه قالب‌ها را از هم و از مدل جدا کنید.



- ۱- هنگام وزن نمودن و پاشیدن گچ درون آب ماسک بزنید.
- ۲- وزن دوغاب گچ کاملاً دقیق محاسبه شود تا دوغاب اضافه نیاید.
- ۳- برای جلوگیری از پاشش گچ و ورود حباب هوا دوغاب گچی به آرامی هم زده شود.
- ۴- جهت جلوگیری از ورود خرده‌های گچ به چشم هنگام تراشیدن گچ حتماً عینک کار بزنید.
- ۵- هنگام تراشیدن گچ از ابزارها و مغارها به درستی استفاده کنید تا باعث آسیب رساندن به شما نشوند.
- ۶- هنگام تراشیدن گچ در اطراف دستگاه‌ها محافظی قرار داده شود تا ذرات گچ باعث کثیفی محیط کارگاه نشوند.
- ۷- دستگاه چرخ مدل‌سازی حتماً به سیستم ارت وصل باشد.



کار عملی ۳: ساخت قالب الگواز مدل با اشکال هندسی غیر مدور مانند «جامدادی، گلدان کوچک رومیزی، جاشمعی، جاکلیدی»

مواد و ابزار: صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلنی، ترازو، اره دستی، گونیا، کولیس، خط‌کش، کاردک سطل و تشت، همزن، سنباده و پوساب، سوهان چوب ساب، گچ، روغن و مواد جداکننده، مدل گچی.

شرح فعالیت:

- ۱- با کشیدن خط تقارن روی مدل، مدل را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۲- سطح مدل را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۳- روی میز کار کاملاً صاف و تراز شود سپس مدل را روی چند تکه گل به صورت کاملاً تراز قرار دهید.
- ۴- اطراف مدل را با فاصله‌های معین به میزان ضخامت مورد نظر برای قالب، با صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلنی قالب‌بندی کنید.
- ۵- با روغن و مواد جداکننده سطح درونی قالب‌بندی را آغشته کنید.
- ۶- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۷- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب تا خط تقارن‌های کشیده شده بریزید.
- ۸- پس از گیرش گچ، بر روی سطح زیر قالب گچی تهیه شده، زبانه‌های قالب را ایجاد کنید.
- ۹- پس از تمیز نمودن، سطح زیر قالب و مدل را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۱۰- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۱۱- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب‌بندی تا ارتفاعی که بر روی مدل، به ضخامت مورد نظر برای قالب برسد، بریزید.
- ۱۲- پس از گیرش گچ، قالب‌بندی را باز نمایید.
- ۱۳- مجموعه ساخته شده را از میز جدا نموده و از طرف قالب گچی روی میز قرار دهید سپس تکه زیر قالب و گل‌ها را جدا کرده و اطراف آن را مجدداً قالب‌بندی کنید.
- ۱۴- با مواد جداکننده سطح درونی قالب‌بندی، مدل و قالب گچی را آغشته کنید.
- ۱۵- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای قالب را بسازید.
- ۱۶- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب‌بندی تا ارتفاعی که بر روی مدل، به ضخامت مورد نظر برای قالب برسد، بریزید.
- ۱۷- پس از گیرش گچ، قالب‌بندی را باز نمایید.
- ۱۸- دو تکه قالب‌ها را از هم و از مدل جدا کنید.



- ۱- هنگام وزن نمودن و پاشیدن گچ درون آب ماسک بزنید.
- ۲- وزن دوغاب گچ کاملاً دقیق محاسبه شود تا دوغاب اضافه نیاید.
- ۳- جهت جلوگیری از خطر سرخوردن، از ریخته شدن دوغاب گچی بر روی کف کارگاه خودداری کنید.
- ۴- جهت جلوگیری از پاشش دوغاب گچی آن را به آرامی هم بزنید.
- ۵- موقع تراشیدن گچ حتماً عینک کار بزنید تا خرده‌های گچ به چشم شما آسیبی نرسانند.
- ۶- جهت جلوگیری از آسیب رسیدن، هنگام تراشیدن گچ از ابزارها به درستی استفاده کنید.
- ۷- هنگام تراشیدن گچ در اطراف میز محافظی قرار داده شود تا ذرات گچ باعث کثیفی محیط کارگاه نشوند.
- ۸- برای صرفه‌جویی و کمتر شدن ضایعات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی، در دوغاب زیر قالب می‌توان از ضایعات و خرده تراش‌های گچ به‌عنوان پشت قالب استفاده نمود.
- ۹- هنگام استفاده از وسایل و ابزارهای تیز و برنده دقت کافی داشته باشید.
- ۱۰- موارد ایمنی را هنگام تمیز کردن سطوح رعایت نمایید.
- ۱۱- از ریختن باقیمانده گچ در محیط زیست خودداری کنید.
- ۱۲- قبل از گیرش گچ، ابزار و وسایل آغشته به دوغاب گچی را بشویید.

پس از انجام اصلاحات لازم بر روی قالب الگو، اقدام به تهیهٔ مادر قالب از بخش‌های مختلف آن به‌طور مجزا می‌شود.



ب) مادر قالب



الف) قالب الگو

شکل ۲۸

در این قسمت تنها به بررسی فرایند ساخت یکی از قطعات مادر قالب می پردازیم.

جدول ۴

ردیف	عنوان	شکل
۱	ابتدا ضخامت قالب گچی با استفاده از ابزار برش تعیین می شود.	
۲	قالب را به پشت، روی صفحه خوابانده و اولین قسمت مادر قالب یعنی قسمتی که بالای قالب گچی را شکل خواهد داد، ساخته می شود (قسمت قرمز رنگ). برای این کار حتماً تمام سطوح قالب الگو با سیلر و جداکننده پوشش داده شده و پس از ریختن گچ و تماس با آن، باید دقت شود که قطعات از جای خود حرکت نکنند.	
۳	قسمت زیر قالب نیز در طرف تویی که با گچ تراشیده و نصف شده است، با گل، (قسمت زرد رنگ) پر می شود. سپس قطعه ای از مادر قالب ساخته می شود که پشت قالب را شکل می دهد. این قطعه می تواند از دو قطعه در کنار هم یا یک تکه ساخته شود.	
۴	کل مجموعه را برگردانده و گلی که در زیر قالب سمت تویی بود برداشته می شود. سپس زبانه های قطعات مادر قالب ایجاد می شوند.	
۵	سپس اصلی ترین قطعه مادر قالب ریخته می شود. برای ساخت سایر قسمت های مادر قالب، مانند قطعه جلویی و قطعات پشتی نیز به ترتیب ابتدا گچ جدا شده و جای خالی آن با رزین پر می شود.	
۶	قطعات مادر قالب توسط فشار باد و در صورت نیاز با ضربات آرام چکش لاستیکی از هم جدا می شوند. در نهایت قالب الگو از آن جدا می شود.	
۷	به این ترتیب مادر قالب برای ساخت یک تای قالب گچی بدنه ساخته می شود.	



در هنگام خارج کردن بخش‌های قالب الگو از مادر قالب باید دقت کرد به مادر قالب صدمه‌ای وارد نشود.



تعداد قطعات مادر قالب موجود در کارگاه را شمرده و با تعداد قطعات قالب مقایسه کنید.



کار عملی ۴: ساخت مادر قالب

مواد و ابزار: صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلن، ترازو، اره دستی، گونیا، کولیس، خط‌کش، کاردک، سطل و تشت، همزن، سنباده و پوساب، سوهان چوب ساب، گچ، روغن و مواد جداکننده، تکه‌های قالب الگو

شرح فعالیت:

- ۱- با کشیدن خط روی تکه‌های قالب الگو، آن را تقسیم‌بندی کنید.
- ۲- سطح تکه‌های قالب را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۳- تکه قالب الگو را از سمتی که قرار است بعد از ساخت مادر قالب در آن دوغاب گچ ریخته شود روی میز کار کاملاً صاف و تراز شده، به صورت کاملاً تراز قرار دهید.
- ۴- اطراف تکه قالب الگو را با صفحات سنگی یا شیشه‌ای یا پلی‌اتیلن با فاصله‌های معین به میزان ضخامت مورد نظر برای قالب، قالب‌بندی کنید.
- ۵- با روغن و مواد جداکننده سطح درونی قالب‌بندی را آغشته کنید.
- ۶- با نسبت معینی از گچ و آب، دوغاب گچ مناسب برای مادر قالب بسازید.
- ۷- دوغاب گچ را به آرامی درون قالب تا خط تقارن‌های کشیده شده، بریزید.
- ۸- پس از گیرش گچ، بر روی سطح قالب گچی تهیه شده قفل‌های قالب را ایجاد کنید.
- ۹- پس از تمیز نمودن، سطح قالب و تکه قالب را با روغن و مواد جداکننده آغشته کنید.
- ۱۰- دوغاب گچی مناسب با نسبت معینی از گچ و آب را برای مادر قالب بسازید.
- ۱۱- دوغاب گچ را تا ارتفاعی که بر روی تکه قالب الگو، به ضخامت مورد نظر برای مادر قالب برسد به آرامی درون قالب‌بندی بریزید و با زدن ضربه‌های آرام هواگیری کنید.
- ۱۲- بر اساس مراحل بالا متناسب با تعداد تکه‌های مادر قالب و از تکه قالب‌های الگو مادر قالب ساخته شود.
- ۱۳- پس از گیرش گچ، قالب‌بندی را باز نمایید.
- ۱۴- مجموعه ساخته شده را از میز جدا نموده و پس از پرداخت، قطعات مادر قالب را با رعایت اجزا روی هم چفت و بست کنید و در خشک‌کن با دمای ۴۵ الی ۵۵ درجه سلسیوس با سرعتی بسیار آهسته خشک کنید.



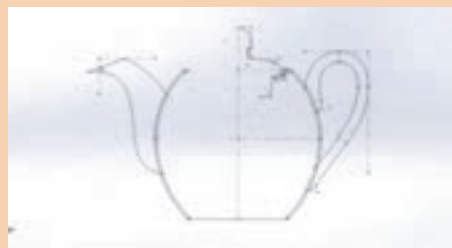
- ۱- هنگام وزن کردن و پاشیدن گچ درون آب ماسک بزنید.
- ۲- وزن دوغاب گچ کاملاً دقیق محاسبه شود تا دوغاب اضافه نیاید.
- ۳- جهت جلوگیری از خطر سرخوردن از ریخته شدن دوغاب گچی کف کارگاه خودداری کنید.
- ۴- جهت جلوگیری از پاشش دوغاب گچی آن را به آرامی هم بزنید.
- ۵- موقع تراشیدن گچ حتماً عینک کار بزنید تا خرده‌های گچ به چشم شما آسیبی نرسانند.
- ۶- جهت جلوگیری از آسیب رسیدن، هنگام تراشیدن گچ از ابزارها به درستی استفاده کنید.
- ۷- هنگام تراشیدن گچ در اطراف میز محافظی قرار داده شود تا ذرات گچ باعث کثیفی محیط کارگاه نشوند.
- ۸- برای صرفه‌جویی و کمتر شدن ضایعات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی، در دوغاب زیر قالب می‌توان از ضایعات و خرده تراش‌های گچ به عنوان پشت قالب استفاده نمود.
- ۹- هنگام استفاده از وسایل و ابزارهای تیز و برنده دقت کافی داشته باشید.
- ۱۰- موارد ایمنی را هنگام تمیز کردن سطوح رعایت نمایید.
- ۱۱- از ریختن باقیمانده گچ در محیط زیست خودداری کنید.
- ۱۲- قبل از گیرش گچ، ابزار و وسایل آغشته به دوغاب گچی را بشویید.



امروزه با استفاده از نرم‌افزارهای طراحی سه‌بعدی و دستگاه‌های تراش اتوماتیک مانند CNC می‌توان بدون ساختن مدل و قالب الگو به مادر قالب دست یافت و به روند کار سرعت بخشید. در این روش ابتدا در محیط نرم‌افزار، طرح دوبعدی قطعه ترسیم و سپس به طراحی سه‌بعدی تبدیل می‌شود. مادر قالب قسمت‌های مختلف قطعه مانند بدنه، دسته و لوله به صورت مجزا و سه‌بعدی در محیط نرم‌افزار و با در نظر گرفتن زبانه‌ها طراحی می‌شود. با تعریف کردن نقطه مبدأ دستگاه تراش با توجه به طرح داده شده شروع به تراش دادن و براده‌برداری از بلوک آلومینیومی و ساختن مادر قالب‌ها می‌کند.



ب) حجم دادن به طرح



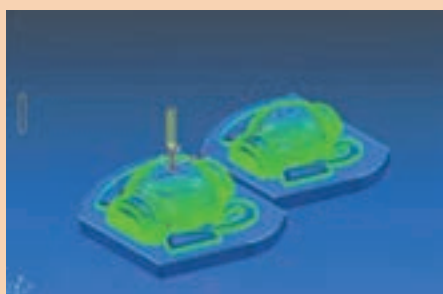
الف) ترسیم دوبعدی



ت) طراحی مادر قالب بدنه قوری



پ) طراحی مادر قالب لوله قوری



ج) تعریف نقطه مبدأ برای تراش کاری



ث) تکمیل طراحی

شکل ۲۹

امروزه مانند صنایع دیگر که از نرم‌افزارهای مختلف برای طراحی و تراش استفاده می‌کنند، در صنایع سرامیک هم از این نرم‌افزارها استفاده می‌شود.

ارزشیابی نهایی شایستگی مدل سازی

<p>شرح کار:</p> <p>۱- طراحی مدل</p> <p>۲- ساخت مدل</p> <p>۳- ساخت قالب الگو</p> <p>۴- ساخت مادر قالب</p>																															
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>کسب مهارت در طراحی و ساخت مادر قالب</p>																															
<p>شاخص‌ها:</p> <p>طراحی قالب با توجه به زیبایی، نوع قطعه و کاربرد آن، درصد انقباض قطعه در قالب، نیاز مصرف‌کننده و قابلیت تولید انتخاب صحیح و مناسب سطح جدایش</p> <p>ساخت مدل بر اساس نقشه ارائه شده (تراشکاری و شکل دهی)</p>																															
<p>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</p> <p>مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، سیستم تهویه و نور کافی</p> <p>ابزار و تجهیزات: ترازو، همزن، الک، دستگاه چرخ مدلور، ابزارهای مدل تراشی، ابزار اندازه‌گیری، تکه لوله پولیکا یا ورق گالوانیزه، ابزار پرداخت، گچ، مواد جداکننده، مواد سخت کننده.</p>																															
<p>معیار شایستگی:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنرجو</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td><td>تراشیدن مدل</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>انتخاب سطح جدایش مناسب</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>انجام مراحل ساخت قالب الگو از روی مدل و قالب‌بندی</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۴</td><td>پرداخت و خشک کردن مادر قالب</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به‌کارگیری فناوری مناسب</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">میانگین نمرات</td><td></td><td>*</td></tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	تراشیدن مدل	۲		۲	انتخاب سطح جدایش مناسب	۱		۳	انجام مراحل ساخت قالب الگو از روی مدل و قالب‌بندی	۲		۴	پرداخت و خشک کردن مادر قالب	۱		شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به‌کارگیری فناوری مناسب		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																												
۱	تراشیدن مدل	۲																													
۲	انتخاب سطح جدایش مناسب	۱																													
۳	انجام مراحل ساخت قالب الگو از روی مدل و قالب‌بندی	۲																													
۴	پرداخت و خشک کردن مادر قالب	۱																													
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به‌کارگیری فناوری مناسب		۲																													
میانگین نمرات			*																												

