

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



تولید سرامیک به روش دستی

رشته سرامیک

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه





اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است. امام خمینی (قَدِّسَ سِرُّهُ)

	سخنی با هنرجویان عزیز
۱.....	پودمان ۱: آماده‌سازی مواد اولیه
۲۷.....	پودمان ۲: شکل‌دهی دستی
۴۹.....	پودمان ۳: پرداخت
۶۷.....	پودمان ۴: لعاب‌زنی
۹۷.....	پودمان ۵: تزیین
۱۲۲.....	منابع و مآخذ

سخنی با هنرجویان عزیز

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 بر اساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی باطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به طور 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 لعاب‌زنی؛

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 کار دانش مبتنی بر اسناد و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین کرده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب اولین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته سرامیک تألیف شده است و کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی کنید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی تولید سرامیک به روش دستی شامل پنج پودمان 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 کنید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌کند و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است. همچنین علاوه بر کتاب درسی شما، امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو است که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده کنید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود به نشانی www.tvoccd.oerp.ir می‌توانید از آنها 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 کنید 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، لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان را در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام فعالیت کارگاهی 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 مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداریم.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

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 سرامیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف شد. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی است که برای سال دهم تدوین و تألیف شده است. این کتاب دارای پنج پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب است که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی باید برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ است و از دو بخش تشکیل می‌شود که شامل ارزشیابی پایانی و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌هاست. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی در نظر گرفته 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 استفاده می‌شود. 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.

کتاب شامل پودمان‌های زیر است:

پودمان اول: دارای عنوان «آماده‌سازی مواد اولیه» است. ابتدا دسته‌بندی انواع مواد و معرفی مواد اولیه سرامیکی بیان شده و سپس روش آماده‌سازی خاک رس برای شکل‌دهی بدنهٔ سرامیکی شرح داده شده است.

پودمان دوم: عنوان «شکل‌دهی دستی» دارد. در این پودمان انواع روش‌های شکل‌دهی دستی، تجهیزات و اجرای آن آورده شده است.

پودمان سوم: دارای عنوان «پرداخت» است. در این پودمان اهمیت پرداخت بدنه‌های سرامیکی شرح داده شده است. همچنین روش‌های پرداخت در مراحل مختلف ساخت قطعه و تجهیزات مرتبط به آنها آموزش داده شده است.

پودمان چهارم: دارای عنوان «لعب‌زنی» است که در آن عوامل مؤثر بر لعب‌زنی و روش‌های متداول لعب‌زنی شرح و آموزش داده شده است.

پودمان پنجم: با عنوان «تزیین» است. در این پودمان روش‌های تزیین بدنه‌های سرامیکی آموزش داده شده و عوامل مؤثر بر اجرای هر روش تزیینی بیان شده است.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش





پودمان ۱

آماده سازی مواد اولیه



سرامیک‌ها نقش حیاتی در مجموعه‌ای از فناوری‌های الکترونیکی، مغناطیسی، نوری و انرژی نو ایفا می‌کنند. بسیاری از سرامیک‌های پیشرفته نقش بسیار مهمی در تأمین عایق حرارتی و مواد دما بالا دارند. کاربرد سرامیک‌ها در کارت‌های اعتباری، شاتل فضایی، تصویربرداری پزشکی، فیبرهای نوری برای ارتباطات و شیشه‌های ضدگلوله اهمیت این ماده را در توسعه فناوری نو نشان می‌دهد. همچنین می‌توان کاربردهای دیگری نیز برای سرامیک‌ها مطرح کرد؛ برای مثال انواع چینی‌ها، کاشی‌ها، شیشه‌های مختلف و انواع دیرگذاها جزء مواد سرامیکی محسوب می‌شوند.

واحد یادگیری ۱

شایستگی آماده‌سازی مواد اولیه و یادگیری مهارت آن

هدف از این پودمان بررسی دسته‌بندی انواع مواد، معرفی مواد اولیه سرامیکی و روش آماده‌سازی خاک رس برای شکل‌دهی دستی است. در این واحد یادگیری، با انواع مختلف خاک رس، ویژگی‌ها و روش‌های آماده‌سازی خاک رس برای شکل‌دهی بدنه سرامیکی آشنا خواهید شد.

استاندارد عملکرد

■ تهیه و آماده‌سازی گل پلاستیک با درصد رطوبت، کارپذیری و پلاستیسیته مناسب جهت استفاده در مراحل بعدی تولید متناسب با فرمول مواد اولیه و روش شکل‌دهی.

انواع مواد

به طور کلی مواد را در سه گروه اصلی شامل: فلزات، سرامیک ها و پلیمرها دسته بندی می کنند. علاوه بر این ها مواد دیگری نیز با ترکیب شدن مواد مختلف ایجاد می شود که کامپوزیت نام دارد و گروه چهارم را تشکیل می دهد. در جدول (۱) انواع مواد به همراه ویژگی ها و کاربرد آن ها شرح داده شده است.

جدول ۱- دسته بندی مواد همراه با ویژگی و کاربرد هر گروه

گروه	نوع مواد	مثالی از کاربرد	ویژگی	تصویر
اول	فلز			
	مس چدن	سیم برق بلوک موتور اتومبیل	هدایت الکتریکی و شکل پذیری خوب قابلیت ریخته گری و ماشین کاری	
دوم	سرامیک			
	سیلیس آلومینا آهن اکسید اورانیوم	شیشه ضد گلوله شمع خودرو آهنربای سرامیکی سرامیک های هسته ای	شفافیت نوری، مقاومت در برابر ضربه عایق الکتریکی خواص مغناطیسی مقاومت در برابر اشعه	
سوم	پلیمر (بَسپار)			
	پلی اورتان پلی اتیلن	مواد بسته بندی غذا بطری آب	شکل پذیری بالا، لایه مقاوم هوا سبک بودن و انعطاف پذیری	
چهارم	کامپوزیت			
	پلیمر - رس شیشه - اپوکسی	سپر خودرو فایبر گلاس	مقاومت به ضربه، انعطاف پذیری نسبت استحکام به وزن بالا	



شکل ۱- سازه فلزی برج میلاد تهران

آلومینیوم، منیزیم، تیتانیوم، مس، نیکل، فولاد و چدن مثال‌هایی از فلزات و آلیاژهای فلزی هستند. آلیاژ مخلوط یا محلول جامد فلزی متشکل از یک فلز اصلی است که آن را فلز پایه می‌گویند به همراه یک یا چند عنصر فلزی و یا غیرفلزی. به‌طور کلی فلزات هدایت حرارتی و الکتریکی بسیار خوبی دارند. همچنین فلزات و آلیاژهای فلزی شکل‌پذیر، چکش‌خوار و دارای استحکام و سفتی بالایی هستند. از لحاظ کاربرد، فلزات برای سازه‌هایی که نیاز به تحمل بار بالا داشته باشند، بسیار مفید هستند (شکل ۱).

اما فلزات به اکسیدشدن مقاومت ضعیفی دارند و در حرارت‌های بالا پایداری مناسبی ندارند.

سرامیک‌ها را می‌توان به‌عنوان مواد غیرآلی غیرفلزی تعریف کرد. دُرّ نجف و الماس مثالی از سرامیک‌هایی هستند که به‌طور طبیعی پدید می‌آیند. در حالی که سرامیک‌های پیشرفته توسط پالایش سرامیک‌های طبیعی ایجاد می‌شوند. سرامیک‌های پیشرفته به‌عنوان زیرلایه در تراشه‌های رایانه‌های خانگی، نسوزها، خازن‌ها، ارتباطات بی‌سیم، عایق‌های الکتریکی و حرارتی کاربرد دارند. برخلاف فلزات، سرامیک‌ها هدایت حرارتی و الکتریکی پایینی دارند و از لحاظ خواص مکانیکی، در برابر سایش و فشار، سختی بالایی دارند، اما بسیار ترد و شکننده هستند و در مقابل ضربه مقاومت پایینی دارند. سرامیک‌ها دارای استحکام ویژه‌ای در مقابل نیروی فشاری هستند.

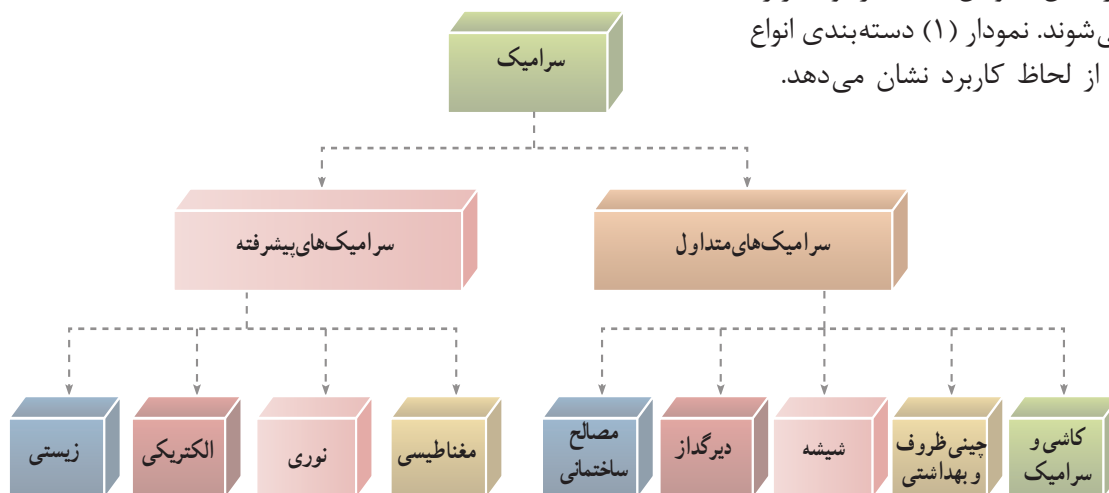


شکل ۲- انواع محصولات سرامیکی

قطعات سرامیکی پس از گذراندن یک سری عملیات آماده‌سازی، که بر روی مواد اولیه صورت می‌گیرد، تولید می‌شوند. امروزه به کمک فرایندهای پیشرفته، متخصصان قادر به تولید سرامیک‌هایی با مقاومت به ضربه مناسب شده‌اند. این پیشرفت‌ها موجب شده که از سرامیک‌ها بتوان در کاربردهایی که نیاز به تحمل نیروهای مختلف است استفاده شود.

دسته بندی سرامیک ها

سرامیک ها براساس خواص، ساختار و کاربرد دسته بندی می شوند. نمودار (۱) دسته بندی انواع سرامیک ها را از لحاظ کاربرد نشان می دهد.



نمودار ۱ - دسته بندی سرامیک ها از لحاظ کاربرد



الف) نازل موشک



ب) لنت ترمز

هریک از این سرامیک ها کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون نظیر الکترونیک، هوافضا، خودرو، نفت و پتروشیمی و مخابرات دارند. برای مثال سرامیک های پیشرفته نظیر لنت ترمز دارای مقاومت به سایش بالا هستند و نازل موشک از جمله سرامیک های با خواص دیرگدازی بالاست که در شکل (۳) نشان داده شده است.

شکل ۳- کاربرد سرامیک در نازل موشک و لنت ترمز



جمع آوری اطلاعات: جدول زیر انواع مختلف سرامیک ها را نشان می دهد که بر اساس کاربرد دسته بندی شده اند. به کمک منابع (کتابخانه و سایت های اینترنتی معتبر) جدول (۲) را تکمیل کنید.

جدول ۲- کلید واژه ها برای جست و جو در اینترنت

کلیدواژه به فارسی	کلیدواژه به لاتین	کلیدواژه به فارسی	کلیدواژه به لاتین	کلیدواژه به فارسی	کلیدواژه به لاتین
سرامیک	Ceramic	سیمان	Cement	شیشه	Glass
خاک رس	Clay	ساینده	Abrasive	محصولات رسی	Clay Productions
مواد سرامیکی	Ceramic Materials	سفال	Potter	دیرگداز	Refractory
سرامیک های پیشرفته	Advanced Ceramics	سفال گری	Pottery	لعاب	Glaze

نوع	مثالی از کاربرد	نوع	مثالی از کاربرد
Refractory		Glass	
Cement		Abrasive	

پلیمر

پلیمرها جزء مواد آلی هستند. این مواد عایق الکتریکی و حرارتی خوبی هستند، اگرچه در برخی از این مواد استثنا نیز وجود دارد و خواص دیگری دارند، برای مثال پلیمرهای نیمه هادی که رسانایی محدودی دارند. به طور کلی مهم ترین خواص پلیمرها شامل موارد زیر هستند:

- عایق الکتریکی
- عایق حرارتی
- نسبت استحکام به وزن بالا
- مقاومت در برابر خوردگی
- ناپایداری در دمای بالا

کاربرد مواد پلیمری بسیار وسیع است، بسیاری از تجهیزات و وسایل در صنایع مختلف مانند نفت و گاز و بسیاری از وسایل منزل از این مواد ساخته می شوند.



شکل ۴ - کاربردهای مختلف مواد پلیمری

کامپوزیت

ایده اصلی در تولید و توسعه مواد کامپوزیتی، از ترکیب خواص مواد مختلف شکل گرفته است. این مواد از دو یا چند ماده تشکیل می شوند و تولید خواص جدیدی می کنند که به تنهایی در مواد یافت نمی شود. کاهگل و بتن مثال های معمول از مواد کامپوزیتی هستند. کاه را به صورت رشته ای در زمینه گل توزیع می کنند تا کامپوزیت کاهگل تولید شود. هر یک از این مواد نقش خاص خود را دارا هستند، در این کامپوزیت کاه موجب افزایش استحکام و مقاومت گل در برابر ترک می شود یا در کامپوزیت بتن آرمه، میلگردها، که یک فلز هستند وظیفه تحمل بار را در زمینه بتن دارند.

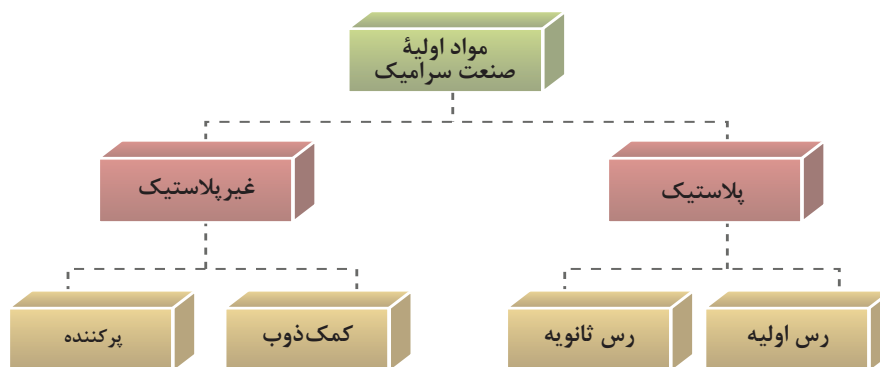
با استفاده از مواد کامپوزیتی می توان قطعات با وزن کم، مستحکم و مقاوم در برابر حرارت و الکتریسیته ساخت. بسیاری از مواد با کاربردهای پیشرفته نظیر هواپیماهای پیشرفته و وسایل و قطعات با کاربرد هوافضا از جنس مواد کامپوزیتی هستند.



شکل ۵ - کاربرد کامپوزیت در بدنه بالگرد

مواد اولیه

گام اول در تولید محصولات سرامیکی آشنایی و انتخاب مواد اولیه و سپس آماده سازی آن است. در نمودار (۲) مواد اولیه صنعت سرامیک از لحاظ ویژگی شکل پذیری (پلاستیک و غیر پلاستیک) نشان داده شده است. برای تولید محصولات سرامیکی به روش دستی از خاک رس به تنهایی یا مخلوطی از خاک رس با سایر مواد اولیه نظیر سیلیس و فلدسپات، که نقش بهبوددهنده خواص ترکیب بدنه را دارند، استفاده می شود.



نمودار ۲- مواد اولیه صنعت سرامیک

انواع رس‌ها

انواع مختلفی از خاک رس در طبیعت وجود دارد که براساس نحوهٔ پیدایش و چگونگی تشکیل به دو دستهٔ اولیه و ثانویه تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ رس‌های اولیه

این خاک‌ها در همان محل پیدایش یعنی محل سنگ‌های مادر باقی می‌مانند. به رس‌هایی که در محل پیدایش خود باقی مانده‌اند «رس‌های برجای مانده» و یا «رس‌های اولیه» گفته می‌شود. مهم‌ترین رس اولیه خاک چینی یا کائولن می‌باشد که عمده‌ترین کانی آن کائولینیت است. خاک کائولن استخراج شده از معدن علاوه بر کانی کائولینیت دارای کانی‌های دیگری نیز است که با شست‌وشو به راحتی جدا می‌شوند، زیرا ذرات کائولینیت نسبت به سایر ذرات موجود در رس سبک‌تر و ریزتر هستند. جداسازی این ذرات با روش‌های مختلفی نظیر «کائولن‌شویی» انجام می‌شود. در شکل (۶) معدن کائولن نشان داده شده است.



بررسی کنید که فرایند کائولن‌شویی چگونه انجام می‌شود.

تحقیق کنید



شکل ۶ - معدن کائولن



کائولن نام خود را از کلمات kao-liang به معنی «کوه مرتفع» گرفته است. این خاک معمولاً در انگلستان با نام خاک چینی^۱ و در آمریکا و دیگر نقاط جهان با نام کائولن^۲ مشهور است. کائولن منطقه زت‌لیتز^۳ در کشور چک به عنوان پلاستیک‌ترین نوع کائولن جهان مشهور است. در کشور ما معادن کائولن در شهرهایی نظیر زنوز و گناباد وجود دارد.

آیا می‌دانید



شکل ۷ - کلوخه‌های کائولن

عمده ترین ویژگی خاک کائولن، که آن را از دیگر رس ها متمایز می کند، خلوص بسیار زیاد آن است. به همین دلیل بدنه های تولید شده از این خاک ها پس از پخت دارای رنگ سفید بوده و در صورتی که بسیار خالص باشند دارای دمای پخت بالایی نیز هستند.

سهولت در شکل پذیری رنگ سفید پس از پخت و دمای پخت بالای کائولن ها باعث شده که این خاک ها به عنوان خالص ترین نوع رس ها در ساخت فراورده های کاملاً سفید و نیمه شفاف نظیر چینی مظروف کاربرد وسیعی داشته باشند.



شکل ۸- کلوخه های بالکلی

۲ رس های ثانویه

هنگامی که رس ها توسط عوامل طبیعی نظیر باد یا سیلاب ها پس از پیدایش به محل دیگری حمل و در آنجا انباشته شوند، رس های رسوبی یا رس های ثانویه به وجود می آید. رس های رسوبی به دلیل جابه جایی از محل اولیه و انتقال آنها توسط سیلاب به طور عمده در مقایسه با خاک های کائولن دانه بندی ریز تر و شکل پذیری بهتری دارند.

رس های ثانویه هنگام انتقال و جابه جایی توسط سیلاب ها از زمین های با ناخالصی های متنوع مانند گچ و نمک عبور می کنند و در محل انباشت با شاخ و برگ درختان و گیاهان و انواع جانوران ریز همراه هستند. در نتیجه دارای ناخالصی زیادی بوده که باعث رنگ تیره این خاک می شود. اکثر رس ها به استثنای کائولن جزء رس های ثانویه می باشند. عمده ترین رس های ثانویه شامل موارد زیر می شود:

■ بالکلی

■ رس قرمز

■ رس نسوز

■ بنتونیت

بالکلی: بالکلی به دلیل ریزدانه بودن، درصد بالای کانی های رسی و وجود مقادیر زیادی مواد آلی، شکل پذیری بالایی دارد و به همین سبب همواره درصدی از این خاک در بدنه های سرامیکی وجود دارد. بالکلی یکی از پرمصرف ترین رس های ثانویه در صنعت سرامیک است. مهم ترین معادن بالکلی ایران در آباد (استان فارس)، طبس (استان خراسان جنوبی)، هامانه (استان کرمان) و ساوه (استان مرکزی) است.

بالکلی در ساخت کدام یک از فراورده های سرامیکی کاربرد دارد؟ چرا؟

تحقیق کنید



رس قرمز: در صورتی که فرسایش و خردایش رس زیاد باشد به مواد دانه ریزتر از بالکلی تبدیل می شود که به رس قرمز معروف است. همچنین رس قرمز به دلیل هوازگی سنگ مادر دارای ترکیبات آهنی بسیار بالایی است. فرسایش بیشتر این خاک ها باعث شده که دارای دانه بندی ریزتر و ناخالصی بیشتری باشد که منجر به شکل پذیری بالاتر این رس ها شده است. سهولت شکل پذیری و در عین حال چسبندگی مناسب این رس سبب شده بود که انسان های نخستین از این نوع خاک بیشتر برای ساخت اشیای مورد نظر استفاده کنند.



شکل ۹- رس قرمز

رس نسوز: این رس ها دارای درصد بالایی از آلومینا (آلومینیوم اکسید) و درصد کمی از ناخالصی آهن است و دیرگدازی بالایی دارد. همچنین این رس ها شکل پذیری بالایی نداشته، اما با خردایش و ریز کردن ذرات تا حدودی شکل پذیری در آنها به وجود می آید.

بنتونیت: این رس ها از تجزیه خاکستر آتشفشان ها حاصل می شوند و تمایل به جذب آب زیاد دارند و پس از جذب آب، حجمشان چهار تا پنج برابر اندازه معمولی افزایش می یابند. این خاک نقطه ذوب پایینی دارد و این خاک تیره رنگ محصول پس از پخت است. دیرگدازی کم این رس نسبت به سایر رس ها و رنگ پس از پخت نامناسب به علاوه تمایل به جذب آب در حالت خشک و تغییر حجم ناشی از آن سبب شده که مصرف این رس در صنعت سرامیک محدود باشد. اما به منظور افزایش استحکام خام بدنه و پایداری دوغاب های سرامیکی کاربرد دارد.



شکل ۱۰- خاک بنتونیت

جدول (۳) را با توجه به ویژگی رس ها، کامل کنید.

فعالیت کلاسی



جدول ۳

نوع خاک	رس های اولیه	رس های ثانویه
ویژگی		

مواد پلاستیک

رس ها بدون شک یکی از قدیمی ترین مواد اولیه در تولید فراورده های سرامیکی هستند. همان طور که در شکل (۱۱) نشان داده شده است، رس ها پس از مخلوط شدن با آب، به یک توده چسبنده و شکل پذیر (گل) تبدیل می شوند که پس از خشک شدن، سخت شده و تا حدودی دارای استحکام مناسبی هستند.



۳- پس از خشک شدن



۲- اختلاط با آب



۱- خاک رس

شکل ۱۱



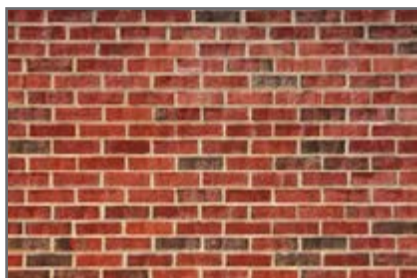
شکل ۱۲- معادن رس ایران

سهولت شکل پذیری بدنه های سرامیکی به دلیل وجود مواد پلاستیک در آن هاست. رس ها عمده ترین مواد پلاستیک طبیعی در صنعت سرامیک هستند. گل تهیه شده از خاک رس مقاومت چندانی در برابر اعمال نیرو از خود نشان نمی دهد و پس از حذف نیرو نیز به همان شکل باقی می ماند.

خاک رس در حالت خالص دارای کانی کائولینیت با فرمول شیمیایی $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ است و مقدار این کانی در خاک رس مبنای طبقه بندی رس ها قرار می گیرد.

کشور عزیزمان ایران غنی از منابع معدنی است. در شکل (۱۲) برخی از معادن خاک رس ایران بر روی نقشه مشخص شده است.

رس‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع متعدد دارند. در شکل (۱۳) برخی از محصولات سرامیکی بر پایهٔ رس‌ها نشان داده شده است.



آجر



کاشی



فراورده‌های بهداشتی



چینی ظروف

شکل ۱۳ - کاربردهای رس در صنعت سرامیک

شناخت و بررسی ویژگی‌های رس برای تولید محصول با کیفیت بالاتر دارای اهمیت است. برخی از ویژگی‌های مورد توجه خاک رس در ادامه بیان خواهد شد.

ویژگی‌های خاک رس

۱ اندازه و شکل ذرات خاک رس



شکل ۱۴ - تصویر میکروسکوپی ذرات رس

اغلب رس‌ها ذرات ریزی دارند که قطر آنها کمتر از یک میکرون ($\frac{1}{1000}$ میلی‌متر) و شکل ذرات آنها شش‌وجهی ورقه‌ای است. در شکل (۱۴) تصویر ذرات رس زیر میکروسکوپ نشان داده شده است. ذرات ریز رس‌ها از هوازدگی، فعل و انفعالات شیمیایی و خرد شدن در حین تغییرات آب و هوایی حاصل شده‌اند.

۲ چسبندگی و شکل پذیری گل رس (پلاستیسیته)

به طور کلی اصطلاح «رس» در مورد کلیه خاک هایی به کار می رود که دارای خاصیت شکل پذیری (پلاستیسیته) هستند. گلی که از مخلوط خاک رس و مقدار معینی آب به دست می آید قابلیت آن را دارد که با فشار به شکل مورد نظر درآید و پس از حذف فشار شکل خود را حفظ کند؛ این ویژگی را شکل پذیری می نامند. این خاصیت باعث شده که رس ها قابلیت آن را داشته باشند که به هر شکلی درآورده شوند. برای ایجاد شکل های مختلف در بین مواد معدنی طبیعی، گل رس ماده ای است که دارای خاصیت شکل پذیری مناسبی است.

به نظر شما کدام یک از تصاویر زیر نشان دهنده شکل پذیری مناسب است؟



(ب)



(الف)

شکل ۱۷

فعالیت کلاسی



از جمله مهم ترین عوامل مؤثر بر شکل پذیری رس ها عبارت اند از:

■ اندازه ذرات

■ میزان جذب آب

■ میزان ناخالصی های موجود در رس

وجود کربن و مواد آلی نظیر صمغ عربی باعث افزایش چسبندگی و شکل پذیری گل می شود. مواد آلی مانند چسب ذرات گل را به هم متصل می سازند. وجود مواد آلی زیاد در گل موجب چسبندگی بیش از حد آن می شود و کار با گل را مشکل می سازد، همچنین هنگام خشک شدن گل باعث افزایش حجم بیش از حد و ترک خوردگی می شود.

۳ دمای پخت گل رس

دمای پخت رس ها بر اساس اندازه ذرات و ناخالصی های موجود بالاتر از ۹۰۰ درجه سلسیوس است. گل رس پس از پخت سخت و محکم معمولاً نخودی رنگ (به عوامل مختلفی وابسته است) و متخلخل می شود و قابلیت جذب آب دارد و همچنین انقباض و کاهش حجم پیدا می کند.

خاک‌ها پس از استخراج به منظور شناخت خواص اصلی خاک‌ها آزمایش می‌شوند. لمس کردن اولین آزمایش درباره خاک رس است. با فشردن مقداری از خاک رس در بین انگشتان می‌توان پی برد که بافت آن نرم یا زبر و مقدار ماسه آن زیاد یا کم است. برخی از آزمایش‌هایی که بر روی خاک رس انجام می‌شود شامل موارد زیر است:

■ آزمایش چسبندگی و شکل‌پذیری

بررسی ویژگی شکل‌پذیری در اولویت بررسی خصوصیات خاک رس قرار دارد. ساده‌ترین روش برای بررسی شکل‌پذیری گل این است که قطعه‌ای از آن به شکل مداد درآورده شود و سپس خم شود یا به دور انگشت پیچانده شود. اگر هیچ ترکی ظاهر نشد، شکل‌پذیری آن گل مناسب بوده است. اما اگر در هنگام پیچاندن ترک بردارد، یعنی ذرات آن خیلی درشت است یا ناخالصی‌های زبر زیادی دارد یا میزان آب افزوده شده مناسب نیست که از مرغوبیت آن می‌کاهد. اگر گل اندکی ترک بردارد شکل‌پذیری گل با افزودن مقداری آب اصلاح می‌شود.



گل با شکل‌پذیری مناسب – بدون ترک

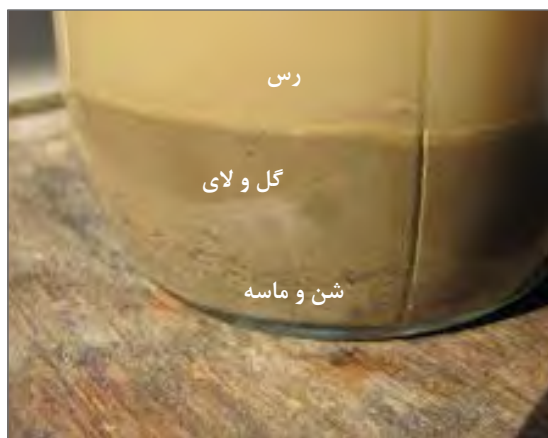
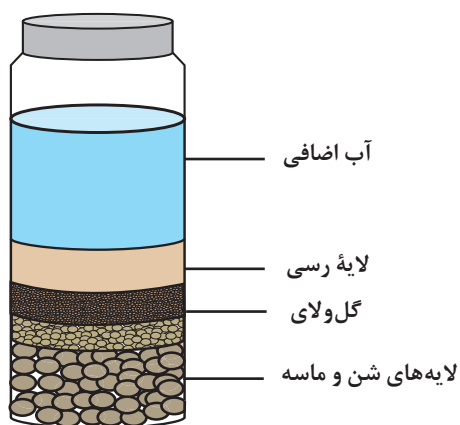


گل با شکل‌پذیری نامناسب – دارای ترک

شکل ۱۶- آزمایش شکل‌پذیری

۲ آزمایش تشخیص وجود ماسه در خاک رس:

خاک رس را پس از تهیه دوغاب هم می زنیم، در صورت داشتن ماسه زیاد بسیار زود ته نشین می شود. خاکی که ماسه آن زیاد باشد برای شکل دهی دستی مناسب نیست. ماسه موجود در گل را می توان با عبور دادن دوغاب از الک ریز جدا کرد.



شکل ۱۷- لایه های مختلف دوغاب رس

۳ آزمایش تشخیص وجود گچ و آهک در خاک

وجود گچ و آهک در بدنه باعث جذب آب و رطوبت از محیط می شود که منجر به متورم شدن قطعه می شود. به طوری که وارد شدن فشار به بدنه موجب پریدگی یا جدا شدن قسمتی از سطح بدنه می شود. آلوئک اصطلاحی است که برای این عیب به کار می رود. آزمایش تشخیص گچ و آهک در خاک رس به این صورت است که چند قطره محلول ۵۰ درصد هیدروکلرید اسید یا جوهرنمک بر روی خاک ریخته می شود. اگر جوش و کف به وجود آید خاک دارای آهک و گچ است. وجود مقدار کم آهک و گچ ریزدانه و نرم در گل مشکلی به وجود نمی آورد، فقط رنگ آن را روشن تر می کند.

۴ آزمایش تشخیص وجود مواد آلی

بیشتر مواد آلی موجود در خاک ناشی از گیاهانی است که در آن منطقه رویش دارند و حضور آنها در خاک دارای رطوبت موجب رشد باکتری ها و افزایش شکل پذیری و چسبندگی گل می شود. رایحه مخصوص گل کهنه و رنگ خاکستری متمایل به سبز گل نشان دهنده درصد بالای این مواد در گل است. مقدار کم مواد آلی در گل رس سودمند است، اما مقدار زیاد آن بعد از پخت موجب افزایش بیش از حد چسبندگی، کاهش کارپذیری و رنگ قهوه ای سوخته متمایل به سیاه می شود.

۱ گدازآور

در مرحله پخت سرامیک‌ها کاهش دمای پخت محصول سرامیکی اهمیت دارد. گدازآورها موادی هستند که در صنعت سرامیک جهت کاهش نقطه ذوب مواد تشکیل‌دهنده فرآورده سرامیکی مصرف می‌شوند. کمک‌ذوب‌هایی که در صنعت سرامیک استفاده می‌شود بسیار متنوع‌اند. اکسیدهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم مهم‌ترین گدازآورهای فرآورده‌های سرامیکی هستند. فلدسپات‌ها مهم‌ترین تأمین‌کننده گدازآورهای مصرفی‌اند که دارای اکسیدهای قلیایی و یا قلیایی خاکی (گروه اول و دوم جدول تناوبی) هستند. گدازآورها دارای خاصیت شکل‌پذیری نیستند و معمولاً در طبیعت به‌صورت خالص یافت نمی‌شوند. فلدسپات‌های سدیم و پتاسیم‌دار در طبیعت فراوان‌ترند. در شکل (۱۸) انواع فلدسپات‌ها با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱۸- انواع فلدسپات

به‌نظر شما میزان کاهش دمای پخت با افزودن انواع مختلف گدازآورها یکسان است؟

فکر کنید



در چه مناطقی از ایران معادن فلدسپات وجود دارد؟

تحقیق کنید



۲ پرکننده

اگر در ساخت یک بدنهٔ سرامیکی فقط رس ها و کمک ذوب به کار رود، انقباض قطعه و احتمال ترک برداشتن زیاد است. به همین دلایل از پرکننده ها در مواد اولیه استفاده می شود. پرکننده ها مواد غیر پلاستیکی هستند که دارای نقطه ذوب بالا و مقاومت شیمیایی خوبی بوده و مهم ترین وظایف آنها عبارت اند از:

- جلوگیری از تغییر شکل بدنه در هنگام پخت؛
- ایجاد انبساط حرارتی مناسب؛
- کنترل انقباض تر به خشک و خشک به پخت؛
- افزایش استحکام بدنه.

سیلیس (سیلیسیم اکسید) و آلومینا (آلومینیوم اکسید)، معروف ترین و رایج ترین پرکننده ها هستند.

سیلیس: سیلیسیم به صورت عنصر Si در طبیعت وجود ندارد، ولی سیلیسیم اکسید (سیلیس) در پوستهٔ زمین بیشتر از هر اکسید دیگری یافت می شود. سیلیس می تواند در ترکیب با اکسیدهای دیگر (سیلیکات ها) و یا به صورت آزاد وجود داشته باشد. تعدادی از منابع سیلیس آزاد شامل کوارتز، ماسه سنگ، گانیستر، کوارتزیت و فلینت است.



شکل ۱۹- خاک سیلیس

آلومینا (آلومینیوم اکسید): آلومینیوم بعد از اکسیژن و سیلیسیم فراوان ترین عنصر در پوستهٔ زمین است. نقش آلومینا در بدنه تأمین آلومینیوم اکسید جهت ایجاد استحکام قطعه است. آلومینا در طبیعت به صورت ترکیب با مواد دیگر وجود دارد، برای مثال: آلومینا در رس به صورت ترکیبی یا در یاقوت کبود و قرمز به صورت خالص وجود دارد. منبع تأمین کنندهٔ آلومینیوم اکسید جهت مصرف در صنعت سرامیک، سنگ بوکسیت است.



شکل ۲۰- سنگ بوکسیت

در بین خاک های زیر آن هایی را که دارای ویژگی پلاستیسیته هستند، مشخص کنید. رس قرمز، کلسیم کربنات، آلومینا، بنتونیت، پتاسیم فلدسپات، سیلیس، کائولن، بالکلی

فعالیت کلاسی





کار عملی ۱: مقایسه خواص ظاهری خاک

مواد و ابزار: ۳۰۰ سی سی آب، ۳۰۰ گرم از هر یک از خاک‌های کائولن، بالکلی، سدیم فلدسپات، سیلیس، ظرف، ترازو و استوانه مدرج

شرح فعالیت: مقداری از خاک‌های کائولن، بالکلی، سدیم فلدسپات و سیلیس را در اختیار داشته باشید و با دقت به خصوصیات ظاهری آنها مانند رنگ و زبری و نرمی توجه کنید. همچنین به ۳۰۰ گرم از هریک از این خاک‌ها ۳۰۰ سی سی آب اضافه و میزان جذب آب و شکل‌پذیری آنها را مقایسه و سپس جدول زیر را کامل کنید.

نام خاک	رنگ	زبری یا نرمی	جذب آب	شکل‌پذیری
کائولن				
بالکلی				
سدیم فلدسپات				
سیلیس				

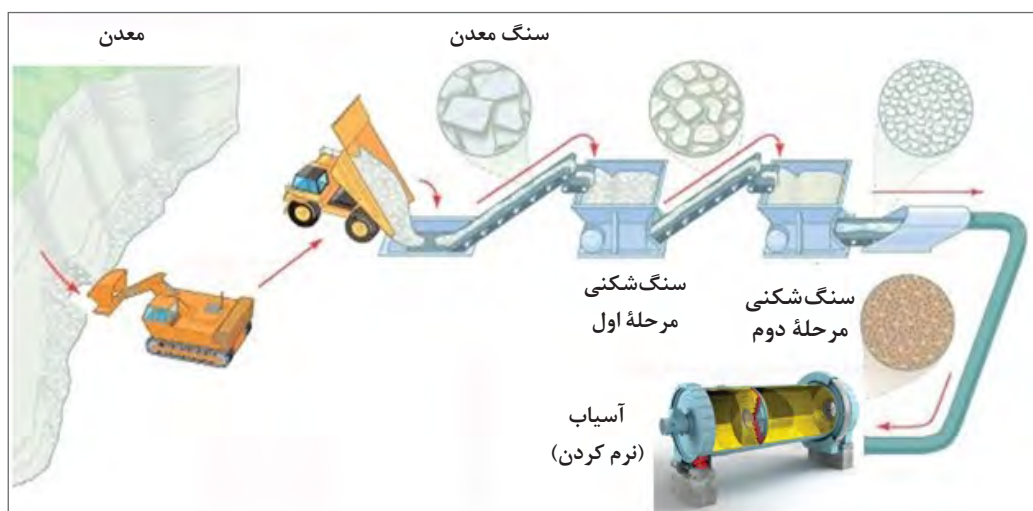
هنگام بررسی خاک‌ها از ماسک استفاده کنید.

نکته



فرایند آماده‌سازی مواد اولیه

فرایند تهیه و آماده‌سازی مواد اولیه در چند مرحله صورت می‌پذیرد، شکل زیر این مراحل را به ترتیب نشان می‌دهد.



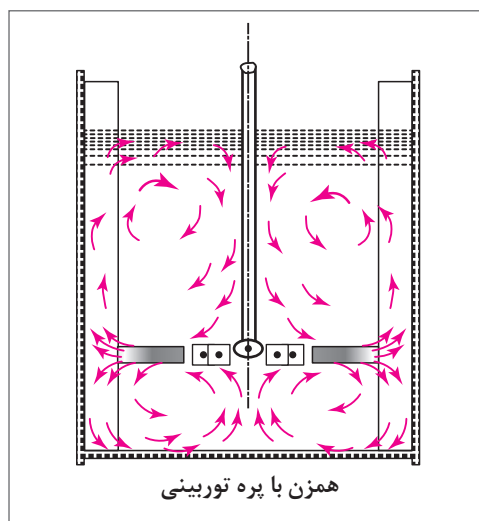
شکل ۲۱- فرایند تهیه مواد اولیه

اولین مرحله در فرایند تولید فراورده‌های سرامیکی، آماده‌سازی مواد اولیه است. برای آماده‌سازی مواد اولیه، لازم است تا مواد استخراج شده توسط فرایند خردایش و آسیاب کردن به اندازه دانه مورد نظر برسد که بتوان از آن در تولید فراورده‌های سرامیکی استفاده کرد.

آیا آماده‌سازی مواد اولیه پلاستیک و غیرپلاستیک با یکدیگر تفاوت دارد؟

مواد پلاستیک و نرم به‌طور طبیعی دانه‌بندی ریزی دارند. اما برای آماده‌سازی مواد سخت ریزدانه مثل سیلیس، پس از سنگ‌شکنی چندمرحله‌ای و آسیاب کردن طولانی‌مدت، مواد اولیه به‌صورت پودری شکل در می‌آیند. **آماده‌سازی مواد پلاستیک:** مواد اولیه پلاستیک اگر به صورت کلوخه‌ای باشند (برحسب سختی و اندازه کلوخه‌ها) پس از خردایش اولیه برای آماده‌سازی دوغاب مناسب‌اند، بنابراین همزن‌هایی با مخزن استوانه‌ای یا چندضلعی به کار می‌روند که دارای پره‌هایی جهت هم زدن اولیه هستند. این همزن‌ها معمولاً سرعت مناسبی (در حدود ۱۵۰ تا ۳۰۰ دور بر دقیقه) دارند و بنابراین زمان اختلاط رس‌ها در این همزن‌ها نسبتاً طولانی (حدود ۲ ساعت) است. تصویر همزن استوانه‌ای در شکل (۲۲) نشان داده شده است.

در همزن‌های جدید که به آنها همزن‌های با سرعت بالا نیز گفته می‌شود به جای پره‌ها که در همزن‌های قدیمی عمل هم‌زدن را انجام می‌دهند، پره‌های توربینی به کار رفته است. در این همزن‌ها پره‌های توربینی به شکلی ساخته شده‌اند که مشابه یک پمپ عمل می‌کنند و دوغاب از وسط مخلوط‌کن وارد فضای بین پره‌ها و سپس با شدت به اطراف پرتاب می‌شود. با استفاده از همزن‌های توربینی مدت زمان هم زدن بسیار کم شده است، برای مثال تکه‌های بزرگ بالکلی در مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به دوغاب مناسبی تبدیل می‌شود. تصویر همزن توربینی در شکل (۲۲) نشان داده شده است.



شکل ۲۲

آماده‌سازی مواد غیر پلاستیک

آماده‌سازی مواد سخت نظیر سیلیس و فلدسپات شامل مراحل خردایش و آسیاب کردن است؛ اگر چه مرز مشخصی بین مرحله خرد کردن و آسیاب کردن وجود ندارد، ولی خردایش برای ایجاد ذراتی با ابعاد درشت و آسیاب کردن برای ایجاد ذرات با ابعاد ریزتر به کار می‌رود.

۱ خردایش

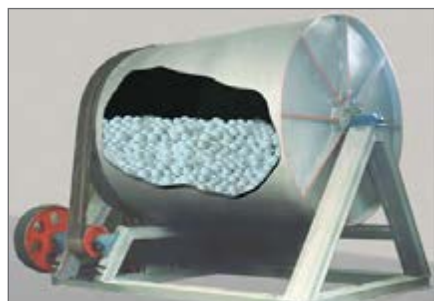
خرد کردن سنگ‌ها توسط ماشین‌آلاتی به نام سنگ‌شکن‌ها انجام می‌شود. سنگ‌شکن‌ها انواع مختلفی دارند، از جمله فکی، چکش و غلتکی که در تولید فراورده‌های سرامیکی متداول‌ترین آنها فکی، چکشی و غلتکی است.



شکل ۲۳ - فرایند خردایش

۲ آسیاب کردن

مواد اولیه سخت، بعد از سنگ‌شکنی به منظور ریزتر شدن وارد آسیاب می‌شوند. آسیاب‌هایی که در صنعت سرامیک مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند سنگ‌شکن‌ها دارای انواع متفاوتی هستند. آسیاب‌های گلوله‌ای رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین نوع آسیاب در تولید پودرهای سرامیکی‌اند، اما در مقایسه با آسیاب‌های دیگر، نسبتاً قدیمی محسوب می‌شوند.



شکل ۲۴ - آسیاب گلوله‌ای

آسیاب های گلوله ای استوانه بزرگی از جنس فولاد دارند و همان طور که از نام آن نیز مشخص است در داخل این آسیاب گلوله هایی وجود دارد که هنگام گردش آسیاب با مواد اولیه موجود در آن برخورد کرده و بدین وسیله باعث خرد شدن و سایش آنها می شوند.

در هنگام آسیاب، گلوله های آسیاب و بدنه نیز دچار سایش می شوند، به نظر شما چه مشکلی در اثر این سایش ایجاد می شود؟

فعالیت کلاسی



الف) الک معمولی



ب) دستگاه الک لرزشی

شکل ۲۵

۳ الک کردن

در مراحل مختلف تولید ممکن است ذرات خارجی مانند تکه های چوب یا گچ وارد مواد اولیه شده باشد. همچنین برای اختلاط یکنواخت تر و تهیه دوغاب با پایداری مناسب (ته نشین نشدن) باید ابعاد ذرات از یک ابعادی بزرگ تر نباشد. تعیین ابعاد ذرات و جداسازی ذرات درشت پس از اتمام مرحله آسیاب کردن و با الک کردن انجام می شود.

الک هایی که در صنعت سرامیک استفاده می شوند مشابه الک هایی هستند که به طور روزمره به کار می رود. همان طور که در تصویر (۲۵-الف) نشان داده شده، الک ها از یک توری (کفه الک) و یک قاب تشکیل شده اند. در مقیاس صنعتی حرکت لرزشی الک ها با استفاده از نیروی یک موتور الکتریکی انجام می شود که باعث تسهیل در عبور مواد و افزایش بازدهی الک می شود. تصویر الک لرزشی در شکل (۲۵-ب) نشان داده شده است.

مسئله مورد توجه در مورد الک ها قطر یا ابعاد سوراخ های الک است. به طور معمول جهت مشخص کردن قطر الک ها اعداد خاصی بیان می شود. این اعداد بیانگر تعداد سوراخ ها در یک اینچ طولی هستند که به مش معروف است. برای مثال الک شماره ۱۰۰ بیان کننده آن است که در یک اینچ ۱۰۰ سوراخ وجود دارد و در طول یک اینچ مربع ۱۰۰۰۰ سوراخ وجود دارد.

کار عملی ۲: بررسی رابطه شکل پذیری با اندازه دانه

مواد و ابزار: خاک رس، آب، ترازو، بشر، الک با مش های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰

شرح فعالیت: سه دسته ۲۰۰ گرمی از یک نوع خاک رس وزن کنید و هر کدام را از یکی از الک ها با شماره های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ عبور دهید و با ۱۵۰ سی سی آب مخلوط کنید. پس از تهیه گل از هریک از خاک ها با اندازه مختلف فیلترهایی از هریک تهیه کنید و بررسی کنید شکل پذیری کدام یک از خاک های الک شده بیشتر است.

فعالیت کارگاهی



تهیه و آماده‌سازی گل پلاستیک

آماده‌سازی گل رس به دو روش انجام می‌شود:

۱ شیوه سنتی یا قدیمی

۲ شیوه جدید یا مکانیکی



شکل ۲۶- ورز دادن گل

در شیوه سنتی (قدیمی) ابتدا بر روی کلوخه‌های خاک رس عملیات خردایش و آسیاب کردن انجام می‌شود و با الک کردن، ذرات درشت‌تر از آن خارج شده و سپس با آب مخلوط می‌شود. سپس به خاک رس تاحدی آب افزوده می‌شود که دوغاب نسبتاً غلیظی به دست آید. سپس دوغاب چند ساعت می‌ماند تا ذرات درشت و اضافی آن ته‌نشین شود و آب اضافی آن نیز خارج شود. بقیه آب داخل گل با قرار دادن آن در هوای آزاد و با تابش نور خورشید به مرور تبخیر شده و سفتی گل به حد مطلوب می‌رسد. در مرحله بعدی گل به خوبی ورز داده می‌شود تا چسبندگی مناسب ایجاد شود. این عمل را اصطلاحاً چانه کردن می‌نامند.

در شیوه جدید (مکانیکی) برای مخلوط کردن آب و خاک رس از همزن برقی استفاده می‌شود. پس از آنکه دوغاب به خوبی مخلوط شد، برای جدا کردن ذرات درشت از الک گذرانده می‌شوند و سپس آب اضافی آن با دستگاهی به نام فیلترپرس خارج می‌شود؛ به این ترتیب که دوغاب گل الک شده با فشار زیاد وارد صفحات این دستگاه می‌شود تا آب آن خارج و به گل سفت مناسب تبدیل شود. اگر دوغاب پس از عبور از الک داخل کیسه‌های متقالی ریخته و در آن بسته شود و سنگی روی آن قرار گیرد، در این صورت فیلترپرس دستی ساده درست خواهد شد.

پس از تهیه گل به شیوه سنتی یا جدید، خواباندن گل رس انجام می‌شود. در مرحله خواباندن، گل موردنظر چندین روز در انبار قرار می‌گیرد تا از لحاظ رطوبت و شکل پذیری یکنواخت شود. کهنه کردن گل موجب رشد باکتری‌ها و افزایش کارایی آن می‌شود.



شکل ۲۷- دستگاه آهن‌ریا

ترکیبات آهن به صورت‌های مختلف می‌تواند در مواد اولیه و یا بدنه‌های خام وجود داشته باشد. در تولید فرآورده‌های سرامیکی برای خالص کردن دوغاب و حذف ذرات آهن موجود از دستگاه‌های آهن‌ریا استفاده می‌شود. دستگاه‌های آهن‌ریا اگرچه عامل بسیار مؤثری در حذف آهن و خالص کردن دوغاب هستند، ولی متأسفانه این دستگاه‌ها قادر به جذب تمامی مواد و ذرات حاوی آهن نیستند.

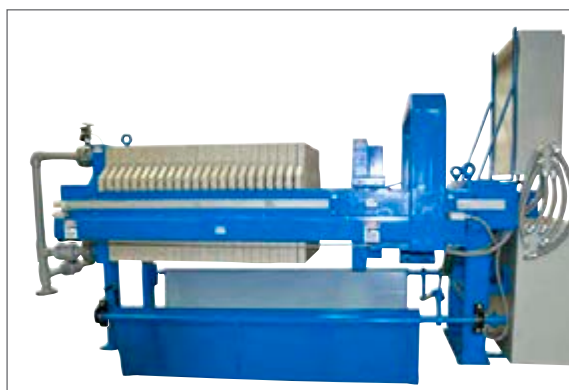
نکته



پالایش گل

در گذشته برای خارج کردن آب اضافی دوغاب و یا اصطلاحاً پالایش آن از فضای آزاد استفاده می شد. امروزه این عمل دیگر انجام نمی شود و به جای آن از دستگاه فیلترپرس استفاده می شود. اساس و نحوه عملکرد پالایش فشاری (فیلترپرس) را می توان با موارد مشابهی در زندگی روزمره توضیح داد. برای مثال برای آب گیری بعضی از مواد غذایی (مثل ماست) آن را درون یک کیسه پارچه ای قرار داده و به این وسیله با عبور آب از یک واسطه متخلخل (پارچه) ماده درون کیسه تغلیظ می شود. بدیهی است که با اعمال فشار بر ماده درون کیسه، آب بیشتری از جداره پارچه ای کیسه عبور می کند.

همان طور که در شکل (۲۸) نشان داده شده است، پالایش فشاری از سینی ها یا صفحات فلزی به شکل مربع و یا دایره تشکیل شده اند که دارای شکل خاصی هستند. در مرکز سینی ها سوراخی وجود دارد و نیز هر سینی از دو طرف دارای قاب برجسته ای است. به علت وجود این قاب، هنگامی که سینی ها در کنار یکدیگر قرار می گیرند در بین آنها فضای خالی به وجود می آید.



شکل ۲۸- دستگاه فیلترپرس و اجزای آن

اعمال فشار به دوغاب باعث خروج آب از دوغاب می شود. اعمال فشار به دوغاب باید به آهستگی آغاز شده و به مرور شدت آن افزایش یابد تا گل حاصل یکنواختی بالاتری به دست آورد.

مقدار فشار وارد به دوغاب در دستگاه فیلترپرس به چه عواملی بستگی دارد؟

فکر کنید



میزان رطوبت گل

اگر کارپذیری گل بدنه مطلوب باشد به راحتی می توان با آن کار کرد. کارپذیری گل بستگی به نسبت آب و خاک دارد و مهم ترین عامل در شکل پذیری آن است. کارکردن با گلی که زیاد نرم یا زیاد سفت باشد دشوار و غیرممکن است. در جدول (۳) انواع حالت های گل براساس میزان رطوبت آن بیان شده است.

جدول ۳- انواع گل بر اساس میزان رطوبت

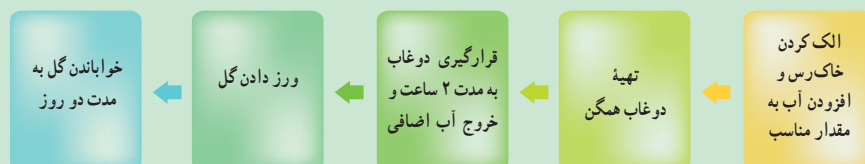
نوع گل	درصد رطوبت	ویژگی ها
گل پلاستیک نرم	۲۳-۲۶	ویژگی این گل شامل شکل پذیری بالا، چسبندگی و انقباض بسیار زیاد است. استحکام قطعه حاصل از این گل کم است.
گل پلاستیک	۱۸-۲۲	شکل پذیری بالا، استحکام بالا و انقباض زیاد از ویژگی های این گل است. استحکام قطعه حاصل از این گل مناسب است.
گل پلاستیک سفت	۱۴-۱۷	شکل پذیری بسیار کم، استحکام مناسب، انقباض بسیار کم و قابلیت تراشیدن دارد.
گل چرمینه	۵-۱۳	شکل پذیری ندارد و رنگ سطح آن کمی روشن است. قطعه حاصل از این گل انقباض بسیار کمی دارد و قابلیت تراشیدن دارد.
گل خشک	۵-۸	گلی که رطوبت خود را کامل از دست داده است گل خشک نامیده می شود و ترد و شکننده است. همچنین انقباض خشک ندارد و با قرارگیری این گل در آب از هم باز می شود و رنگ سطح آن روشن تر است.

فعالیت کارگاهی



کار عملی ۳: تهیه گل پلاستیک

مواد و ابزار: خاک رس، آب، الک مش ۸۰، ظرف تهیه دوغاب
شرح فعالیت:



ارزشیابی شایستگی آماده سازی مواد بدنه

شرح کار:

- انتخاب مواد اولیه براساس نوع قطعه؛
- پودر کردن و عبور دادن از الک؛
- اختلاط مواد به روش خشک یا تر؛
- ورز دادن؛
- تنظیم رطوبت مواد پلاستیک.

استاندارد عملکرد:

تهیه و آماده سازی گل پلاستیک با درصد رطوبت، کارپذیری و پلاستیسیته مناسب جهت استفاده در تولید بدنه متناسب با فرمول مواد اولیه و روش شکل دهی.

شاخص ها:

- انتخاب مواد براساس نوع قطعه؛
- پودر یکنواخت و بدون ذرات درشت؛
- رطوبت و پلاستیسیته مناسب.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

شرایط: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات شامل سرنده، الک، ابزار کوبیدن، همزن، مواد اولیه، تخته گچی، حوضچه و آب.

ابزار و تجهیزات: ترازو، ظروف مناسب توزین، الک، دستگاه خشک کن و وسایل همزدن گل.

تجهیزات ایمنی: لباس کار مناسب، ماسک تنفسی، دستکش کار، کلاه ایمنی، عینک ایمنی، کمر بند ایمنی و تجهیزات اطفای حریق.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	انتخاب مواد اولیه	۲	
۲	اختلاط مواد اولیه	۲	
۳	عملیات تکمیلی	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: لباس کار، پیش بند، کفش ایمنی، مسئولیت پذیری سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، مدیریت مواد و تجهیزات سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات با روش های ایمن و صحیح		۲
	میانگین نمرات		

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





پودمان ۲

شکل دهی دستی



انسان‌های نخستین با الهام‌گرفتن از مشاهدات طبیعی و حس کنجکاوی برای رفع نیازهای خود اشیای گلی را با کمک دست می‌ساختند. از اولین دست‌ساخته‌های بشر می‌توان قطعات گلی یا سفالی را نام برد. امروزه با توسعه روش‌های شکل‌دهی قطعاتی از سرامیک ساخته می‌شود که بخش قابل توجهی از نیاز بشر را برآورده می‌سازد و دامنه کاربرد بسیار وسیعی شامل ظروف سرامیکی، چینی دندان، شمع اتومبیل و دماغه موشک دارند.

واحد یادگیری ۲

شایستگی شکل دهی دستی و یادگیری مهارت آن

هدف از این پودمان، فراگیری دانش و مهارت روش شکل دهی دستی سرامیک‌ها است که روش مناسبی برای تهیه بسیاری از بدنه‌های سرامیکی است. انواع روش‌های شکل دهی دستی، محصولات این روش و همچنین عوامل مؤثر بر افزایش کیفیت بدنه‌های تولیدشده با این روش توضیح داده شده است.

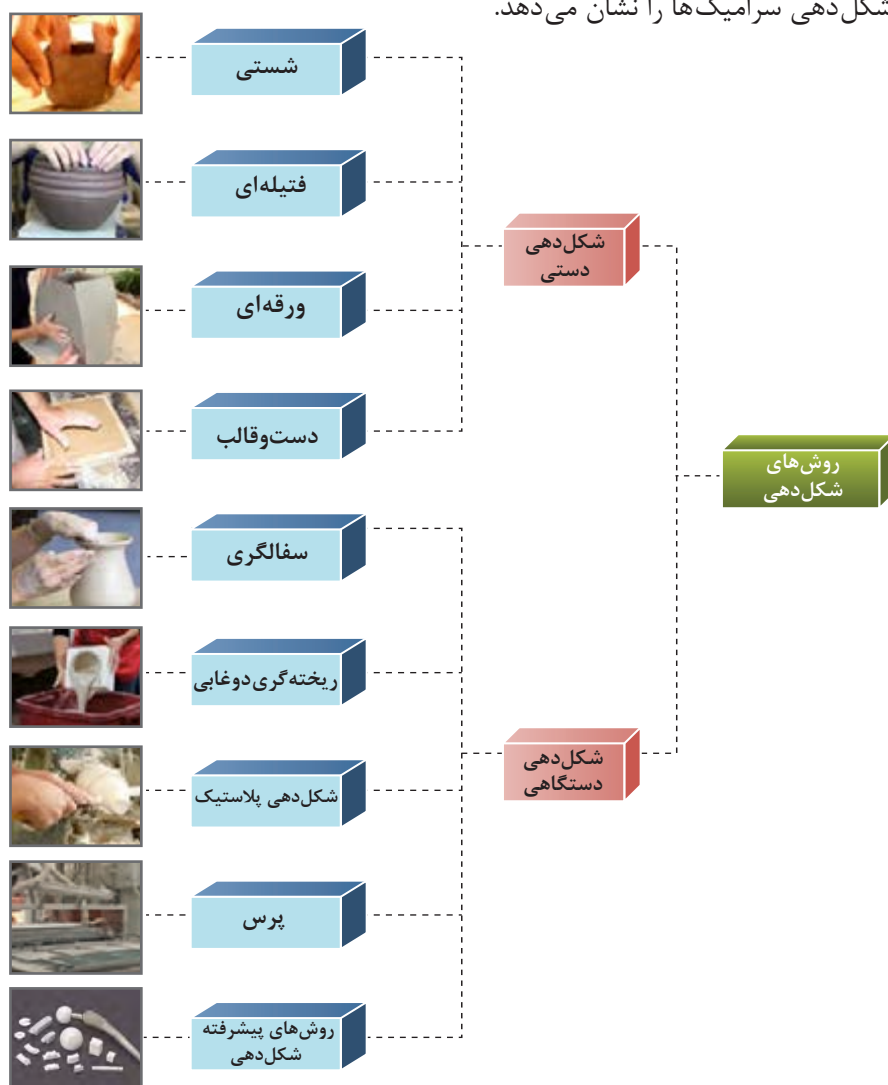
استاندارد عملکرد

■ شکل دهی قطعات سرامیکی با روش‌های دستی (شستی، فتیله‌ای، ورقه‌ای و دست‌وقالب)

شکل‌دهی بدنه‌های سرامیکی



شکل‌دهی فرایندی است که مواد اولیه به شکل موردنظر تبدیل می‌شوند. مخلوطی از خاک رس و آب را درنظر بگیرید که به کمک دست و با زیرورو کردن به گل یکنواخت تبدیل شده باشند؛ چه روشی برای شکل‌دهی به این گل پلاستیک پیشنهاد می‌کنید؟
شکل‌دهی بدنه‌های سرامیکی به دو روش دستی و ماشینی انجام می‌شود. نمودار (۱) دسته‌بندی انواع روش‌های شکل‌دهی سرامیک‌ها را نشان می‌دهد.



نمودار ۱- دسته‌بندی روش‌های شکل‌دهی بدنه‌های سرامیکی

فهرستی از قطعات ساخته‌شده با هریک از روش‌های شکل‌دهی تهیه کنید.

تحقیق کنید



به تصاویر زیر دقت کنید و به سؤالات پاسخ دهید:

- به نظر شما امکان شکل دهی این بدنه ها با دست وجود دارد؟
- آیا روش شکل دهی بر روی مقدار گل مورد نیاز تأثیر می گذارد؟
- مهارت و توانایی فردی چه تأثیری بر مقدار گل مصرفی دارد؟



شکل ۱

انتخاب مقدار مناسب گل مصرفی مهارتی است که براساس عواملی نظیر ابعاد، ضخامت، طرح، نوع روش شکل دهی دستی محصول صورت می گیرد.

با هم گروهی های خود درباره هریک از عوامل مؤثر بر مقدار گل مصرفی بحث و گفت و گو کنید.

گفت و گو کنید



برای برداشتن مقدار گل مورد نظر، برش گل با استفاده از ابزارها انجام می شود. ابزارهایی که برای برش گل به کار می روند در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- انواع ابزارهای مناسب برای جداسازی مقدار گل مناسب

نام ابزار	تعریف	کاربرد	تصویر
ابزار برش	ابزاری از جنس فولاد زنگ نزن یا از جنس پلاستیک (پلیمر) محکم است.	برش گل	
سیم برش	ابزاری سیمی از جنس فولاد زنگ نزن یا پلاستیک (پلیمر) محکم که دارای دو دسته پلاستیکی است.	برش مقدار زیادی از گل	
کاردک	ابزاری که دارای تیغه ای از جنس فولاد زنگ نزن و دسته ای چوبی یا فلزی است.	جمع آوری و زیرورو کردن گل	

آیا گل قبل از شکل‌دهی نیاز به آماده‌سازی دارد؟

پس از تعیین مقدار گل مصرفی و برش آن باید ورز دادن گل انجام شود. گل برش داده شده به دلیل یکنواخت نبودن از لحاظ رطوبت و مواد اولیه و وجود حباب‌های هوا در آن برای شکل‌دهی مناسب نیست. شکل (۲) مراحل آماده‌سازی و ورز دادن گل را نشان می‌دهد.



۱ فشردن، کوبیدن و هواگیری گل



۲ بررسی میزان رطوبت و تنظیم آن



۳ ادامهٔ ورز دادن برای حذف حفره و عدم یکنواختی



۴ همگن کردن بافت و رطوبت گل و ورز دادن نهایی

شکل ۲- مراحل آماده‌سازی و ورز دادن گل

ورز دادن گل مهارتی است که باعث اختلاط، یکنواختی و خمیر گل می‌شود.

بررسی کنید که ورز دادن گل در مقیاس صنعتی چگونه انجام می‌شود؟

تحقیق کنید



برای کاهش و تنظیم رطوبت گل، ورز دادن یا پخش کردن گل بر روی سطوح جاذب آب مانند سطح گچی انجام می‌شود.

به نظر شما ورز دادن گل بر روی سطوح چوبی یا سنگی چه تفاوتی با سطوح گچی دارد؟

سؤال





ب - گل پخش شده روی سطح چوبی

الف - گل پخش شده روی سطح گچ

شکل ۳ - تنظیم رطوبت گل

اگر در هنگام ورز دادن، روی خمیر گل، خمیر گل حفراتی ایجاد شود نشانه چیست؟

سؤال



شکل ۴ - بررسی ظاهر گل در هنگام ورز دادن

با توجه به مطالبی که تاکنون آموخته‌اید به سؤالات زیر پاسخ دهید:

فعالیت کلاسی



جدول ۲

ردیف	سؤالات	توضیحات
۱	در چه صورتی به لوح گچی برای ورز دادن گل نیاز داریم؟	
۲	مقدار گل انتخاب شده در ورز دادن چه تأثیری دارد؟	
۳	چرا ورز دادن گل با رطوبت کم دشوار است و چگونه رطوبت گل افزایش داده می‌شود؟	

ابزارهای شکل‌دهی با دست

برای شکل‌دهی دستی فرآورده‌های سرامیکی ابزارهای مختلفی به کار می‌رود که برحسب روش شکل‌دهی کاربردهای متفاوتی دارند. ابزارهای مورد استفاده برای شکل‌دهی دارای کاربرد، شکل و جنس‌های گوناگونی هستند. در جدول (۳) انواع ابزارهای کاربردی در روش‌های شکل‌دهی با دست نشان داده شده است.

جدول ۳- انواع وسایل و ابزارهای کاربردی در روش شکل‌دهی با دست

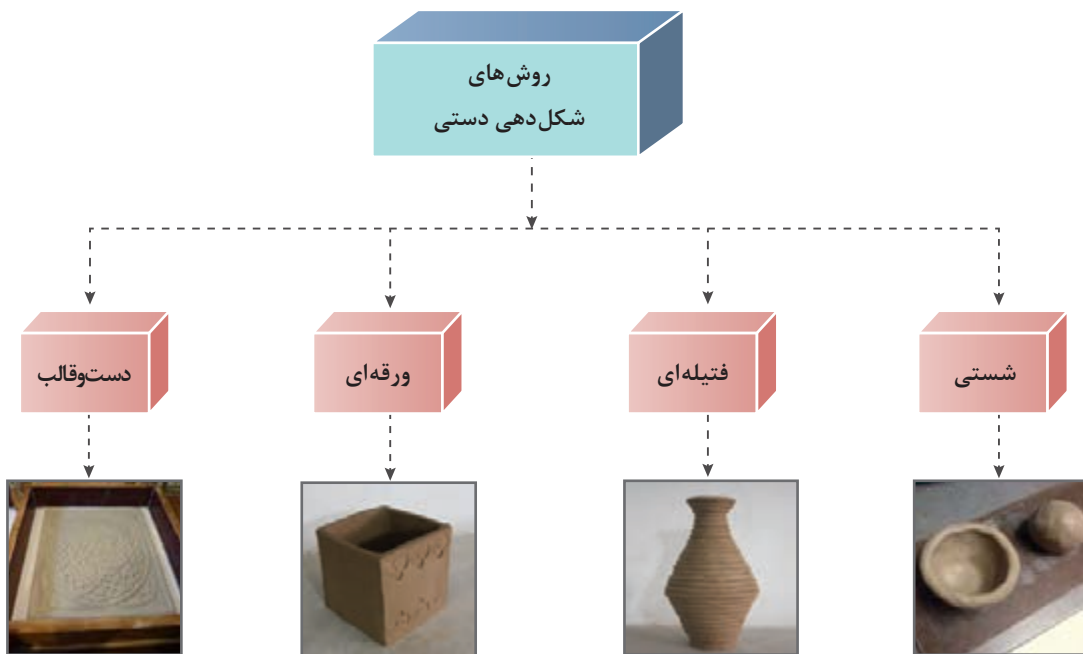
نوع ابزار	تعریف	تصویر
چاقوی برش	وسیله‌ای است برای حذف و تراشیدن گل‌های اضافه از روی قطعه	
پرگار (قطرسنج)	وسیله‌ای است برای تعیین اندازه و کنترل قطرهای بیرونی و داخلی قطعات	
وردنه	وسیله‌ای است برای نورد و تخت کردن گل	
غلtek طرح‌دار و ثابت	وسیله‌ای است برای ایجاد نقش و طرح روی سطوح گل پس از نورد یا سطوح قطعه شکل‌دهی شده	
غلtek‌های طرح‌دار و متغیر	وسیله‌ای است برای ایجاد انواع نقش و طرح روی سطوح گل پس از نورد یا سطوح قطعه شکل‌دهی شده	
شابلون شکل‌دهی	ابزاری است برای ایجاد طرح‌های زاویه‌دار، انحنا و پیچیدگی‌های ویژه	
شانه یا تیغه تراش	وسیله‌ای است برای تراش لایه‌های گل	
کاردک	وسیله‌ای است برای برداشتن گل (کاردک‌های کوچک برای صاف کردن سطح بدنه به کار می‌روند)	
ابزار تراش	ابزاری است برای تراش گل و پرداخت سطوح ناصاف	
غلtek برش	وسیله‌ای است برای ایجاد برش در گل وردنه شده	

۱- روش شکل دهی با دست

این روش قدیمی ترین روش شکل دهی در صنعت سرامیک است. در این روش هیچ دستگاهی به کار نمی رود و شکل دهی با دست انجام می شود. انواع روش های شکل دهی دستی در نمودار زیر نشان داده شده است.

به نظر شما روش شکل دهی با دست برای چه نوع قطعاتی مناسب تر است؟

سؤال



نمودار ۲- انواع روش های شکل دهی دستی



شکل ۵- بدنه های شکل دهی شده به روش دستی

۱- روش شکل‌دهی شستی^۱

در این روش با در اختیار داشتن مقدار مناسبی از گل با میزان رطوبت کافی به وسیله فشار آوردن با انگشت شست و بقیه انگشتان شکل‌دهی انجام می‌شود. شکل (۶) مراحل شکل‌دهی یک کاسه را با این روش نشان می‌دهد.



- ۱) مقدار مناسبی از گل را انتخاب کنید و به خوبی ورز دهید و به شکل یک گلوله با ابعاد دلخواه در آورید.
- ۲) مرکز گلوله گلی را با انگشت شست فشار دهید و یک فضای خالی ایجاد کنید.
- ۳) با فشار آوردن توسط انگشت شست و بقیه انگشتان دهانه فضای خالی را بیشتر کنید و لبه‌ها را فشار دهید و سعی کنید ضخامت تمامی قسمت‌های دیواره یکسان شود.

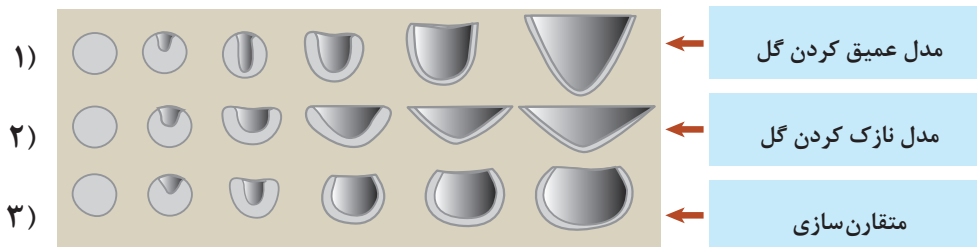
شکل ۶- روش شکل‌دهی شستی

به منظور مشاهده فیلم آموزشی روش شکل‌دهی شستی به آدرس اینترنتی www.roshd.ir مراجعه کنید.

فیلم



به شکل زیر نگاه کنید، هر یک از تصاویر سه مدل مختلف از مراحل شکل‌دهی به روش شستی را نشان می‌دهد.



شکل ۷- انواع مدل‌های شکل‌دهی شستی

به نظر شما کدام یک از این مدل‌های شکل (۷) می‌تواند برای شکل‌دهی یک فنجان با روش شستی مناسب باشد؟

سؤال





قرار گرفتن طولانی مدت گل در دست باعث کم شدن رطوبت آن می شود و ترک هایی در سطح بدنه ظاهر خواهد شد؛ بنابراین در هنگام شکل دهی، به طور مداوم باید انگشتان دست مرطوب شود.



کار عملی ۱: ساخت کاسه با روش شستی
مواد و ابزار: گل رس و آب
شرح فعالیت: مطابق شکل روبه رو کاسه را شکل دهی کنید.



۲- روش شکل دهی فتیله ای^۱

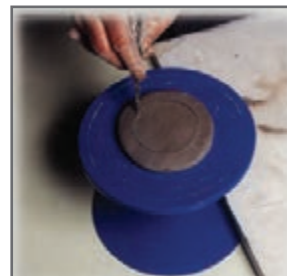
این روش یکی از قدیمی ترین روش های شکل دهی دستی است و امکان ساخت بدنه های متنوعی با ابعاد و اشکال مختلف با این روش وجود دارد. در روش فتیله ای، تهیه فتیله هایی با شکل پذیری مناسب اهمیت زیادی دارد.



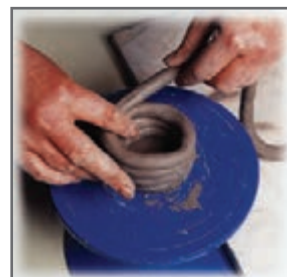
شکل ۸

مراحل شکل‌دهی گلدان به روش فتیله‌ای در زیر آورده شده است:

۱ یک تکه گل مدور برای کف گلدان انتخاب می‌شود. ضخامت این پایه گلی بستگی به اندازه کار دارد.



۲ برای ساختن فتیله گلی، تکه گل ورز داده شده را میان انگشتان فشار داده و به صورت طناب با ضخامت مناسب درآورده می‌شود. سپس فتیله‌ها به صورت مدور بر روی سطح پایه چسبانده می‌شوند.



۳ برای آنکه قطعه ظاهر مناسب داشته باشد، سطح فتیله‌ها ابتدا با انگشت مرطوب و سپس با ابزار فشرده می‌شود تا فاصله بین فتیله‌ها صاف شود.



۴ بر اساس شکل بدنه موردنظر جهت شکم‌دار کردن، فتیله‌ها به سمت خارج و جهت ایجاد دهانه گلدان فتیله‌ها داخل تر قرار می‌گیرند و سپس سطح فتیله‌ها صاف می‌شود.



به منظور مشاهده فیلم آموزشی روش شکل‌دهی فتیله‌ای به آدرس اینترنتی www.roshd.ir مراجعه کنید.

فیلم



نکته



در هنگام قرارگیری فتیله‌ها بر روی هم، ممکن است بدنه اعوجاج پیدا کند و تغییر شکل دهد، بنابراین بهتر است پس از اینکه تعدادی از فتیله‌ها بر روی هم قرار گرفت، در مجاورت هوا مقداری استحکام یابد و سپس بقیه فتیله‌ها روی هم قرار گیرند.

توجه به شکل‌پذیری فتیله‌ها در هنگام تهیه آنها بسیار مهم است. برای بررسی شکل‌پذیری فتیله‌ها به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:



شکل‌پذیری گل مناسب بوده است.

شکل‌پذیری گل مناسب نبوده است.

ترک قابل اصلاح است و با مرطوب کردن سطح فتیله‌ها ترک از بین برده می‌شود.

اگر فتیله را خم کرده و هیچ ترکی ظاهر نشود:

اگر فتیله‌ها در هنگام پیچاندن کاملاً بشکنند:

اگر فتیله‌ها اندکی ترک بخورند:

با روش فتیله‌ای می‌توان قطعات متنوعی با ابعاد گوناگون تهیه کرد. قرارگیری مناسب فتیله‌ها مهارتی است که نیاز به دقت و تمرین دارد. در شکل (۹) چند نمونه از بدنه‌های شکل‌دهی شده با این روش نشان داده شده است.



شکل ۹- بدنه‌های مختلف شکل‌دهی شده با روش فتیله‌ای

سؤال



گل‌هایی از هریک از خاک‌های رس آجری، بنتونیت و کائولن درست کنید و از آنها فتیله‌هایی با رطوبت و ضخامت یکسان تهیه کنید؛ فتیله‌های ساخته‌شده از کدام گل برای روش شکل‌دهی فتیله‌ای مناسب‌تر هستند؟ چرا؟



کار عملی ۲: ساخت گلدان با روش فتیله‌ای

مواد و ابزار: گل رس، پرگار، ابزار برش، ظرف آب، دوغاب، ابزار چوبی، اسفنج
شرح فعالیت: مطابق تصویر روبه‌رو با روش فتیله گلدان تهیه کنید.

فعالیت کارگاهی



موارد ایمنی: اصول صحیح و ارگونومی جابه‌جایی بسته گل را رعایت و قبل از شروع به کار، ابزارها را از نظر سالم بودن کنترل کنید و هنگام استفاده از ابزار برش مراقب دستان خود باشید.

ایمنی و بهداشت



بدنه‌های شکل‌دهی شده با روش فتیله‌ای و شستی را از لحاظ اندازه و شکل با یکدیگر مقایسه کنید.

گفت‌وگو کنید

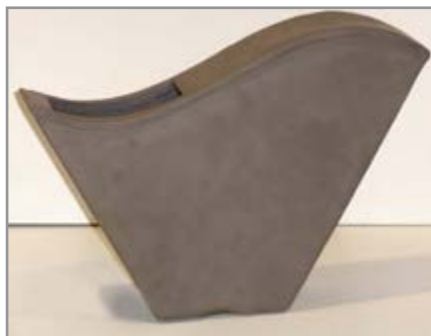


۳- روش ورقه‌ای^۱

روشی است که در آن با اتصال ورقه‌هایی از گل رس در کنار هم بدنه موردنظر شکل‌دهی می‌شود. قبل از شکل‌دهی باید طرح اولیه قطعه موردنظر، ابعاد و اندازه ورقه‌ها تعیین شود.



آیا روش‌های شستی و فتیله‌ای برای تولید فراورده‌های با اشکال هندسی مناسب است؟
میزان رطوبت گل در این روش چه تفاوتی با روش‌های قبلی دارد؟



شکل ۱۰- انواع بدنه‌های شکل داده شده با روش ورقه‌ای

در تصاویر زیر مراحل شکل‌دهی یک گلدان با روش ورقه‌ای نشان داده شده است.

۱ مقدار گل بر روی سطح پهن شود.



۲ گل پهن‌شده با دست به صورت ورقه درآورده شود.



۳ به کمک وردنه سطح گل کاملاً یکدست و صاف شود. برای ایجاد ورقه گلی با ضخامت موردنظر، وردنه کردن بین دو خط‌کش یا دو تخته انجام شود. ضخامت در کل سطح ورقه را به وسیله خط‌کش می‌توان کنترل کرد.



۴ ورقه‌ها به ابعاد موردنظر برش داده شود و فارسی‌بر شود.



۵ به منظور اتصال بهتر ورقه‌ها، لبه ورقه‌ها آغشته به دوغابی از رس و آب شود.



۶ سپس لبه ورقه‌ها در کنار هم قرار داده شود و با دست فشار اندکی به آنها وارد شود تا ورقه‌ها به هم اتصال یابند.



۷ فتیله‌های با ضخامت مناسب بین ورقه‌ها قرار داده شود و با ابزار برش فشار اندکی به آن وارد شود تا اتصال ورقه‌ها بیشتر شود. سپس با اسفنج مرطوب لبه‌های بیرونی صاف شود.



به منظور مشاهده فیلم آموزشی روش شکل‌دهی ورقه‌ای به آدرس اینترنتی www.ros hd.ir مراجعه کنید.

فیلم



فعالیت کلاسی



روش شکل‌دهی دستی هریک از بدنه‌های سرامیکی زیر را مشخص کنید.



.....

.....

.....



کار عملی ۳: ساخت گلدان با روش ورقه‌ای
مواد و ابزار: گل، وردنه، ابزار برش، دوغاب جهت اتصال اجزاء، ابزار چوبی، صفحه زیر کار، خط‌کش
شرح فعالیت: مطابق شکل روبه‌رو گلدان را با روش ورقه‌ای شکل دهید.

فعالیت کارگاهی



۴- روش شکل‌دهی با دست‌وقالب

در روش شکل‌دهی با دست‌وقالب علاوه بر دست انسان از قالب نیز استفاده می‌شود. بدین ترتیب که گل به وسیله دست محکم به داخل قالب چسبانده و فشار داده می‌شود. ظروفی که دارای برجستگی‌های تزئینی هستند، معمولاً با روش دست‌وقالب شکل‌دهی می‌شوند.





- به نظر شما قالب مناسب برای روش دست و قالب باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟
- برای ساخت قطعات چندتکه با این روش چه باید کرد؟
- مقدار رطوبت در روش شکل‌دهی با دست و قالب در مقایسه با سایر روش‌ها چه تفاوتی دارد؟

شکل ۱۱

قالب‌هایی که در این روش استفاده می‌شوند معمولاً از جنس چوبی، گچی، پلاستیکی و فلزی بوده و دارای شکل و ابعاد گوناگونی هستند. قالب گچی جذب آب مناسبی دارد که منجر به افزایش استحکام قطعه و خروج راحت‌تر آن از قالب می‌شود. برای جلوگیری از چسبیدن گل به قالب‌هایی که جذب آب ندارند از نایلون نازک یا جداکننده مناسب مانند لایه‌ای نازک از گریس یا خمیر صابون یا پارافین استفاده می‌شود. در شکل (۱۲) انواع قالب‌های گچی، فلزی و پلاستیکی نشان داده شده است.

آیا نوع قالب در سرعت تولید بدنه‌ها در این روش شکل‌دهی تأثیری دارد؟

سؤال



ج - قالب گچی



ب - قالب پلاستیکی



الف - قالب فلزی

شکل ۱۲- انواع قالب‌های کاربردی در روش شکل‌دهی دست و قالب

درباره مدت زمانی که گل باید در هر یک از قالب‌ها قرار گیرد تا قطعه از آن خارج شود گفت‌وگو کنید.

گفت‌وگو کنید



به نظر شما این روش برای شکل‌دهی بدنه‌ها با چه شکلی مناسب‌تر است؟

سؤال



مراحل روش شکل‌دهی با دست و قالب برای ساخت یک لوح مطابق زیر است.

۱ مقدار گل به کمک وردنه به صورت لایه‌ای به ضخامت ۲ سانتی‌متر درآورده می‌شود.



۲ لایه گلی وردنه شده به کمک دست به داخل قالب فشار داده می‌شود.



۳ پشت گل را با وردنه صاف کرده و پلیسه و قسمت‌های اضافی آن جدا شود.



۴ با گذشت زمان گل فشرده شده انقباض می‌یابد و از قالب جدا می‌شود.



۵ به منظور تکمیل قطعه و افزایش ظرافت، به کمک ابزارهای ساده و اسفنج مرطوب قسمت‌های اضافی بدنه شکل‌دهی شده جدا شود.



۲



۱



۴



۳

با توجه به تصاویر روبه‌رو به سؤالات پاسخ دهید:
- به نظر شما از چه ابزاری برای اصلاح قوس و انحنا ی قطعه استفاده می‌شود؟
- برای ایجاد طرح روی گل از چه ابزاری می‌توان استفاده کرد؟

- برای تراش گل و برداشت لایه ضخیم گل از کدام یک از ابزارهای زیر می‌توان استفاده کرد؟
- برای برداشت لایه‌ای از گل روی سطوح از چه ابزاری می‌توان استفاده کرد؟

فعالیت کلاسی





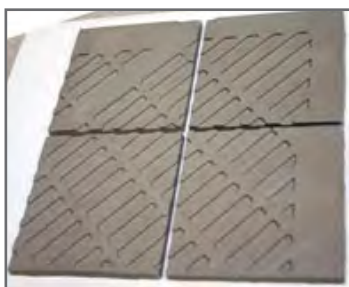
کار عملی ۴: ساخت کاشی تزیینی با روش دست و قالب
مواد و ابزار: گل، قالب، وردنه و ابزار تراش
شرح فعالیت: با توجه به قالب‌های موجود در کارگاه، یک کاشی تزیینی مانند شکل روبه‌رو تهیه کنید.



قالب مربوط به هر شکل را با توجه به تصاویر پیدا و جدول را کامل کنید.



۳



۲



۱



۶



۵



۴

شماره نمونه	قالب مربوط به آن

۲- انتخاب روش شکل‌دهی دستی

به تصاویر زیر نگاه کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:
انتخاب روش شکل‌دهی دستی براساس چه عواملی انجام می‌شود؟
شکل‌دهی به روش دستی چه تأثیری بر کیفیت محصول دارد؟
روش شکل‌دهی دستی چه تأثیری بر قیمت محصول دارد؟



شکل ۱۳

انتخاب روش مناسب شکل‌دهی دستی براساس عوامل مختلفی مانند طرح، ابعاد، ضخامت، قیمت نهایی و کیفیت قطعه موردنظر صورت می‌گیرد. در هنگام انتخاب روش شکل‌دهی، در نظر گرفتن امکانات و محدودیت‌های هر یک از روش‌های شکل‌دهی دستی موردتوجه قرار می‌گیرد.



در جدول زیر برخی از مزایا و معایب هریک از روش‌های شکل‌دهی آمده است، درباره هریک از آنها گفت‌وگو و موارد دیگری به آن اضافه کنید.

ردیف	روش شکل‌دهی دستی	مزایا	محدودیت
۱	شستی	- ساده‌ترین روش شکل‌دهی دستی است. - نیاز به ابزار خاصی ندارد. - برای ساخت ظروف کوچک، گرد و دارای عمق مناسب است.	- امکان کم شدن رطوبت گل و ترک برداشتن سطح قطعه در این روش زیاد است. - ساخت قطعه با ضخامت یکنواخت دشوار است.
۲	فتیله‌ای	- محدودیتی برای ساخت قطعات با اشکال و طرح‌های مختلف ندارد. - امکان ساخت قطعه با ظاهر معمولی وجود دارد.	- امکان ترک برداشتن برخی از فتیله‌های قرار گرفته شده در بدنه در حین کار وجود دارد. - امکان ریزش فتیله‌ها در قطعات با ارتفاع زیاد وجود دارد.
۳	ورقه‌ای	برای ساخت ظروف با اشکال هندسی مناسب‌تر است.	برای ساخت ظروف انحنادار مناسب نیست.
۴	دست‌وقالب	روش مناسب برای ساخت قطعات نازک با برجستگی‌های تزینی است.	- امکان ساخت قطعات بزرگ و حجیم با این روش وجود ندارد. - امکان چسبیدن قسمتی از بدنه به قالب وجود دارد.



روش شکل‌دهی مناسب برای هر یک از بدنه‌های زیر را با ذکر دلیل مشخص کنید.

جدول ۴ - تعیین روش شکل‌دهی

ردیف	روش‌های شکل‌دهی	دلیل انتخاب روش شکل‌دهی	تصویر
۱			
۲			
۳			



به تصویر زیر دقت و مشخص کنید چه عیبی در این قطعه ایجاد شده است؟
چه راهکاری برای برطرف کردن آن پیشنهاد می‌کنید؟



ارزشیابی شایستگی شکل دهی دستی

شرح کار:

- آماده سازی ابزارآلات و تجهیزات، آماده سازی گل بدنه؛
- انتخاب مقدار مناسب گل و انجام مراحل صحیح شکل دادن و برداشتن مقدار مناسب گل و شکل دادن با رعایت اصول صحیح و کنترل ابعاد؛
- کنترل قطعه شکل داده شده از لحاظ مطابقت با طرح و ابعاد، کیفیت سطح و نداشتن عیوب.

استاندارد عملکرد:

شکل دهی قطعات سرامیکی با روش های دستی (شستی، فتیله ای، ورقه ای و دست و قالب) مطابق با دستورالعمل های مربوطه

شاخص ها:

- تمیز بودن ابزارآلات و نداشتن گرد و غبار، شکل پذیری گل، مقدار نرم یا سخت بودن گل؛
- گل مناسب بر اساس ابعاد بدنه قطعه و مدل طرح، شکل دهی بر اساس طرح یا مدل،
- قطعه عاری از عیوب چشمی و ابعادی.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، قالب چوبی، قالب گچی، قالب پلاستیکی، ابزار برش، ابزار شکل دهی، کاردک، ابزار برش گل، انواع شابلون، ابزار سفالگری، ابزار پرداخت گل، صفحه نگهدارنده مانند تخته چوب و گل سفالگری

ابزار و تجهیزات: قالب چوبی، قالب گچی، قالب پلاستیکی، ابزار برش، کاردک، ابزار برش گل، انواع شابلون، ابزار سفالگری، خشک کن

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	آماده سازی	۲	
۲	شکل دهی	۲	
۳	پرداخت قطعه	۱	
۴	کنترل نهایی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، کارآفرینی سطح ۱، شناخت مشاغل مرتبط با رشته شغلی، لباس کار، پیش بند، کفش ایمنی.		۲
میانگین نمرات			

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



پودمان ۳

پرداخت



اکثر ابزار و وسایلی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌شود، از هر جنس و ماده و با هر روشی که تولید شده باشند، نیاز به پرداخت دارند تا قابلیت استفاده و ظاهری زیبا داشته باشند. قطعات سرامیکی در مرحله شکل‌دهی دارای زوائد و ناهمواری در سطح و لبه هستند که باید با استفاده از ابزار مناسب پرداخت شوند تا به محصول نهایی و با ظاهری مطلوب دست یافت. پرداخت قطعات سرامیکی نیاز به مهارت و حوصله کافی دارد که با انتخاب ابزار مناسب انجام می‌گیرد.

واحد یادگیری ۳

شایستگی پرداخت و یادگیری مهارت آن

در این پودمان ابتدا با ضرورت پرداخت آشنا شده و سپس در ادامه درباره انواع وسایل و ابزارآلات موردنیاز برای انجام عمل پرداخت توضیحاتی داده شده است. همچنین روش پرداخت در مراحل مختلف ساخت قطعه شرح و به طور ویژه پرداخت قطعات شکل دهی دستی توضیح داده شده است. فعالیت و کارهای عملی برای کسب مهارت پرداخت بدنه های سفالی و سرامیکی در نظر گرفته شده است.

استاندارد عملکرد

■ پرداخت قطعات سرامیکی با ابزار و تجهیزات مناسب مطابق با استاندارد

به تصاویر زیر نگاه کنید و به سؤالات پاسخ دهید:



ب) بعد از پرداخت



الف) قبل از پرداخت

شکل ۱- قطعه فلزی (زانویی لوله آب)



الف) قبل از پرداخت



ب) بعد از پرداخت

■ کدام تصویر نشان‌دهنده محصول نهایی است؟
■ استفاده از قطعه (۱- الف) ممکن است چه مشکلاتی به همراه داشته باشد؟
زانویی لوله آب که در شکل (۱- الف) نشان داده شده است برای به کارگیری مناسب نیست زیرا قطعه فلزی تولید شده با روش ذوب و ریخته‌گری معمولاً لبه‌های تیز و اضافاتی دارد که دست را در صورت استفاده، زخم می‌کند. همچنین این قطعه زیبایی، ظرافت و عملکرد مناسبی نخواهد داشت. بنابراین باید قطعه پس از تولید، با ابزار و وسایل مناسب (سنگ سنباده و پولیش) پرداخت شود تا نواقص ذکر شده از بین برود و به قطعه‌ای قابل استفاده تبدیل شود.
■ به نظر شما محصولات سرامیکی نیز نیاز به پرداخت دارد؟
شکل (۲- الف) یک قطعه سرامیکی را بعد از شکل‌دهی نشان می‌دهد که دارای زوائد و ناهمواری‌های داخلی و خارجی است. شکل (۲- ب) قطعه سرامیکی را بعد از پرداخت نشان می‌دهد، با پرداخت و تمیزکاری، زیبایی و ظرافت این فراورده بهتر شده است.

شکل ۲- نمونه قطعات سرامیکی قبل و بعد از پرداخت

در شکل (۳) محصولات سرامیکی مختلفی بعد از پرداخت با زیبایی و ظرافت بالا مشاهده می‌شود.



شکل ۳ - محصولات سرامیکی پرداخت شده

اهمیت و کاربرد پرداخت



شکل ۴ - پرداخت فلز

پرداخت قطعات اهمیت زیادی دارد زیرا تعیین‌کننده جلوه و نمای محصول نهایی است که باعث جلب توجه و رضایت مشتری می‌شود. همچنین در صورتی که قطعات در مرحله مناسب پرداخت نشوند مشکلاتی در فرایند تولید به وجود می‌آید که موجب افزایش هزینه و اتلاف وقت می‌شود.

پرداخت قطعات مختلف با توجه به جنس آنها، به‌طور مثال فلزی، چوبی و سرامیکی نیاز به ابزار مخصوص و روش مناسب دارد تا بهترین کیفیت پرداخت به دست آید و سرعت تولید نیز افزایش یابد. در شکل (۴) پرداخت یک محصول فلزی با دستگاه فرز انگشتی نشان داده شده است.



در شکل (۵) پرداخت یک محصول چوبی نشان داده شده است. پرداخت در این شکل به وسیله کاغذ سنباده جهت زیبایی بیشتر و تکمیل فرایند انجام می گیرد تا محصول نهایی کامل و مناسب تر باشد.

شکل ۵ - پرداخت چوب

مشخص کنید کدام یک از محصولات زیر نیاز به پرداخت دارند؟ چرا؟



۴



۳



۲



۱

فعالیت کلاسی



فکر کنید



تحقیق کنید



اهمیت مرحله پرداخت برای قطعات سرامیکی پیشرفته مانند: چینی شمع اتومبیل، پره های توربین و پیچ های سرامیکی را بررسی کنید.



شکل ۶ - محصولات پیشرفته سرامیکی

مراحل پرداخت



فرایند پرداخت فرآورده‌های سرامیکی در سه مرحله قابل انجام است:

۱ شکل دهی؛

۲ خشک؛

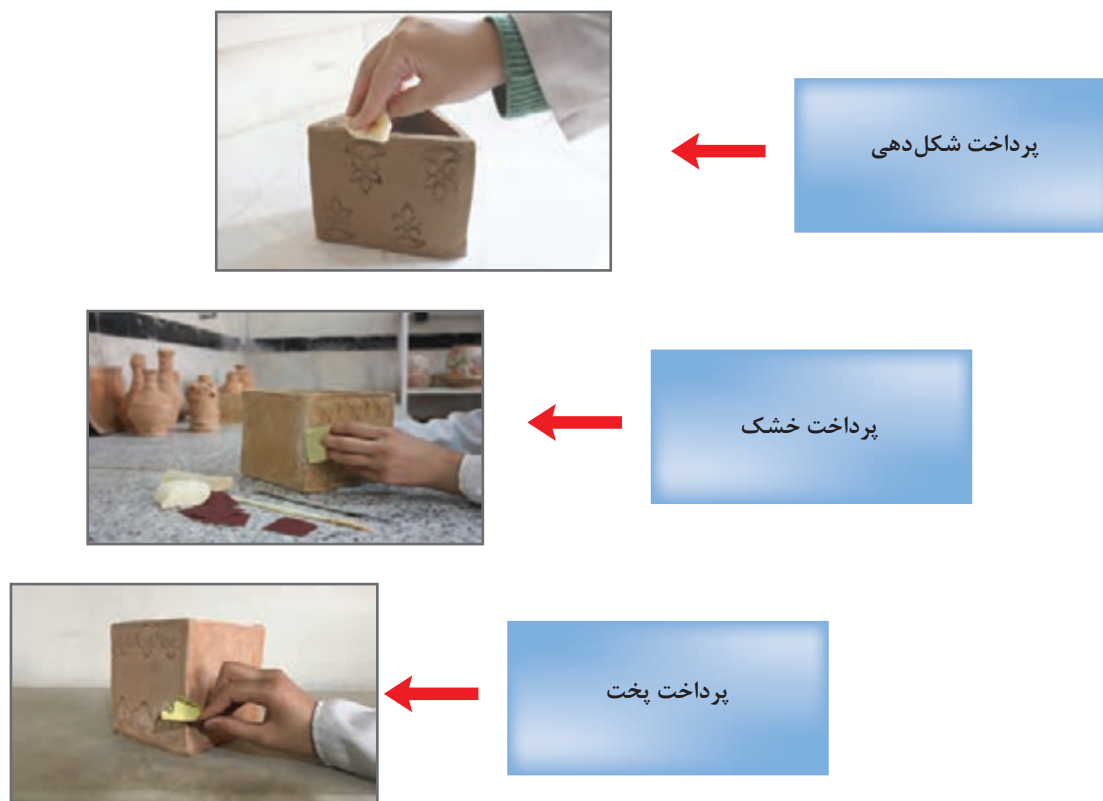
۳ پخت؛

پرداخت فرآورده‌های سرامیکی متناسب با شکل و استحکام قطعه طی یک یا چند مرحله صورت می‌گیرد. همان‌طور که در شکل (۷) می‌بینید پرداخت قطعات سرامیکی با ابزار مخصوص و روش مناسب با هر قطعه انجام می‌شود تا اهداف موردنظر به دست آید.



شکل ۷- پرداخت محصولات سرامیکی با ابزارهای مختلف

مراحل پرداخت فراورده‌های سرامیکی در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸- مراحل پرداخت فراورده‌های سرامیکی

آماده سازی ابزار و تجهیزات

همان‌طور که می‌دانید برای انجام هر فرایندی نیاز به ابزار و تجهیزات متناسب با آن مرحله کاری داریم.

■ آیا امکان باز کردن یک پیچ محکم با دست وجود دارد؟

■ به نظر شما چه ابزاری برای این کار مناسب است؟

■ آیا حذف زوائد و ناصافی‌های روی فراورده تولیدی (پلیسه) بدون استفاده از ابزار پرداخت امکان‌پذیر است؟
پرداخت قطعات باید با ابزاری مناسب انجام شود تا در کوتاه‌ترین زمان، بیشترین تولید و کمترین ضایعات و شکست را به همراه داشته باشد و قطعاتی سالم تولید شود. در صورتی که ابزار پرداخت مناسب نباشد نه تنها بازدهی کم شده، بلکه ممکن است باعث افزایش ضایعات، خستگی فرد و حتی باعث آسیب به فرد شود. در جدول (۱) انواع ابزارهای کاربردی در فرایند پرداخت آورده شده است.

جدول ۱- ابزار و تجهیزات پرداخت محصولات سرامیکی

ردیف	نام ابزار	تعریف	کاربرد	تصویر
۱	چاقوی برش و پرداخت	ابزاری هستند غالباً از جنس فولاد ضد زنگ یا چوبی دارای ابعاد و اندازه‌های مختلف	برای حذف پلیسه‌های درشت و زوائد استفاده می‌شود.	
۲	ابزار برش دقیق و پرداخت ظریف	ابزاری هستند غالباً از جنس فولاد ضد زنگ دارای ابعاد و اندازه‌های مختلف	برای تراشیدن و برداشتن لایه‌هایی ظریف از روی قطعات، هنگام پرداخت استفاده می‌شود.	
۳	ابزار تراشیدن	ابزاری هستند از جنس فلز یا دسته چوبی دارای سر با اشکال گوناگون	جهت برش و تراشیدن قطعات سرامیکی هنگام پرداخت به کار می‌رود.	
۴	برس	ابزاری است با دسته پلاستیکی یا فلزی که سر آن اجزای مویی شکل دارد.	به منظور تمیزکاری و برداشت ذرات حاصل از پرداخت از سطح نمونه به کار می‌رود.	
۵	اسفنج	ابزاری است از جنس فوم مخصوص با بافتی نرم و ریز	جهت پرداخت، صاف و صیقلی کردن سطوح داخلی و بیرونی و پاک کردن زوائد قطعات استفاده می‌شود.	
۶	پایه گردان	ابزاری است دارای پایه و صفحه سنگین، که جهت ایستایی بهتر، از جنس فلز با سطح چرخ ۳۰-۲۵ سانتی متر مربع	به منظور پرداخت قطعات متقارن و کنترل یکنواختی پرداخت و همچنین جلوگیری از خستگی فرد در هنگام پرداخت قطعات نسبتاً سنگین و متقارن استفاده می‌شود.	
۷	چاقوی برش	ابزاری است دارای تیغه فلزی تیز و بسیار نازک از جنس فولاد ضد زنگ	برای برش‌های بسیار ظریف از محل‌هایی که دسترسی آسان ندارند، استفاده می‌شود.	
۸	سنباده	ابزاری است که از یک ورقه کاغذی یا پارچه‌ای، که ذرات ریز آلومینا یا کاربید سیلیسیم روی آن چسبیده، ساخته شده است و با ابعاد مختلف وجود دارد.	برای پرداخت سطوح سخت و برداشت لایه‌های نازک از سطوح قطعات استفاده می‌شود.	

نکته



در هنگام پرداخت باید از سالم بودن ابزارها اطمینان حاصل شود. ابزارهای معیوب باعث آسیب رساندن به دست و تخریب قطعه می‌شوند. همچنین ابزارهای کند و کثیف باعث کاهش کیفیت پرداخت می‌شوند.

نکات مهم در نگهداری ابزار و تجهیزات پرداخت:

- ۱ ابزارها در محل مناسب و جای مشخص نگهداری شوند تا در اثر قرار گرفتن بر روی یکدیگر معیوب نشوند.
- ۲ در هر دوره زمانی ابزار را مطابق با دستورالعمل نگهداری و سرویس، بازبینی کرده و در صورت نیاز تمیزکاری و روغن کاری کنید.
- ۳ ابزارهای کند و کارکرده را تعمیر یا تعویض کنید تا باعث خسارت و افزایش ضایعات تولید نشوند.
- ۴ ابزارهای پرداخت را، که نیاز به تیز کردن دارند، در اختیار سرپرست بخش قرار دهید تا آنها را تیز و آماده کند.
- ۵ ابزارها پس از استفاده باید تمیز و شسته شوند و پس از خشک کردن در محل مناسب قرار داده شوند.

نکته



در صورتی که از کارکرد ابزار و تجهیزات اطلاع ندارید، حتماً درباره روش استفاده از آن از هنرآموز خود سؤال کنید.

۱- پرداخت شکل دهی

پس از شکل دهی قطعات سرامیکی می‌توان با استفاده از اسفنج و ابزار، گل و دوغاب اضافی موجود بر روی بدنه را زدود که این عمل اولین مرحله پرداخت است.

۲- پرداخت خشک

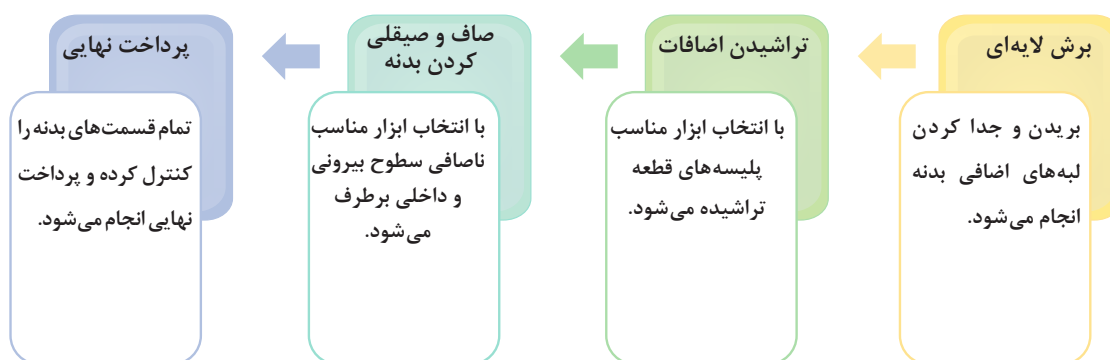
پرداخت کامل فراورده‌های سرامیکی پس از شکل دهی امکان پذیر نیست زیرا برخی از قطعات از استحکام کافی برخوردار نیستند و قابلیت تحمل فشار ناشی از به کار بردن ابزار پرداخت را ندارند. به همین دلیل به قطعات زمان داده می‌شود تا با کاهش رطوبت و خشک شدن نسبی به استحکام موردنظر برسند و امکان به کارگیری ابزار پرداخت را داشته باشند.

زمانی که قطعه حالت دونم (چرمینگی) دارد می‌توان زوائد و اضافات بدنه را با ابزارهای مناسب تراشید و پس از خشک شدن بدنه، سطوح و لبه‌ها را سنباده و اسفنج کشید تا زیبایی و کیفیت سطوح افزایش یابد.



قطعه‌ای که رطوبت خود را از دست می‌دهد و خشک می‌شود دارای چه ویژگی‌هایی است؟

پرداخت فراورده‌های سرامیکی پس از شکل‌دهی طبق مراحل زیر انجام می‌شود:



نمودار ۱- مراحل پرداخت بدنه پس از شکل‌دهی



مشخص کنید که برای هر یک از مراحل پرداخت در نمودار (۱) چه ابزارهایی به کار می‌رود.



در برخی از قطعات سرامیکی که از چند قسمت تشکیل شده‌اند، زوائد و اضافاتی به ویژه در محل اتصال قطعه‌ها وجود دارد که باید به وسیله چاقوی برش یا سنباده پرداخت شود.

پرداخت فراورده‌های شکل‌دهی دستی

محصولات سرامیکی، که با روش شکل‌دهی دستی تولید می‌شوند، هنگام ساخت دارای زوائد و ناهمواری‌های سطحی ناشی از مسیر حرکت دست یا به کارگیری ابزار هستند. در بعضی قطعات شکل‌دهی شده با این روش برای ایجاد استحکام کافی جهت پرداخت، لازم است قطعات در محل مناسب (هوای آزاد یا خشک کن با دمای مناسب) قرار گیرند تا خشک شده و آماده پرداخت شوند.

مطابق تصاویر شکل (۹) محل‌هایی از بدنه، که دارای ناهمواری‌های سطحی و زائده‌هایی هستند، به وسیله اسکاچ یا سنباده اصلاح و صاف می‌شود. در هنگام پرداخت بدنه‌های شکل‌دهی شده به روش فنیله‌ای باید توجه داشت که سنباده‌کشی باعث جدا شدن فنیله‌ها از یکدیگر و از بین رفتن بدنه نشود.



شکل ۹ - پرداخت خشک قطعه با اسکاچ و سنباده



شکل ۱۰- ناهمواری و زوائد روی سطح قطعات مختلف سرامیکی

- فرایند پرداخت خشک شکل‌دهی دستی مطابق مراحل زیر انجام می‌شود:
- ۱ با ابزاری مانند چاقوی پرداخت، اضافات سطح قطعه پرداخت می‌شود.
 - ۲ به کمک اسکاچ و سنباده سطوح ناصاف پرداخت می‌شود.
 - ۳ با به کارگیری پمپ باد، گردوغبار قطعه پرداخت شده برطرف می‌شود.
 - ۴ با کمک اسفنج نرم و مرطوب سطوح داخلی و خارجی کاملاً صاف و یکنواخت می‌شود.



الف) اجرای پرداخت قطعات شکل دهی دستی با چاقوی پرداخت ب) پرداخت قطعات شکل دهی دستی با استفاده از اسفنج نرم

شکل ۱۱

فیلم پرداخت خشک قطعات شکل دهی دستی به روش فتیله ای و ورقه ای را در آدرس اینترنتی www.roshd.ir مشاهده و مراحل پرداخت را بررسی کنید.



فیلم



پرداخت قطعات شکل دهی شده با کدام روش شکل دهی دستی آسان تر است؟ چرا؟

گفت و گو کنید



فعالیت کار گاهی



بدنه شکل دهی شده به روش دست و قالب

کار عملی ۱: پرداخت خشک
مواد و ابزار: اسکاچ، سنباده، چاقوی پرداخت، برس، بدنه سفالی، اسفنج مرطوب
شرح فعالیت:
بدنه سرامیکی را که با روش شکل دهی ورقه ای ساخته اید پرداخت خشک کنید.

هنگام انتخاب، تمیزکاری و کار با ابزارهای پرداخت مراقب دستان خود باشید. مراقب باشید که میزان فشار اعمالی بر بدنه به اندازه ای نباشد که منجر به تخریب قطعه شود.

ایمنی و بهداشت



ضایعات را پس از پرداخت جمع‌آوری کنید زیرا این ضایعات دوباره برای تولید گِل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

نکات
زیست‌محیطی



۳- پرداخت پخت



شکل ۱۲- انواع سنباده‌ها

برخی از فراورده‌های سرامیکی، که دارای دیواره نازکی هستند مانند لیوان و فنجان و همچنین محصولاتی که در قسمتی از بدنه دارای ضخامت کمی هستند مانند لبه قوری، استحکام کافی برای پرداخت خشک ندارند. بنابراین لازم است پرداخت این قطعات پس از پخت بدنه انجام شود.

پرداخت پخت بدنه‌های سرامیکی با سنباده انجام می‌شود. سنباده‌ها دارای شماره‌های مختلفی هستند که هرچه شماره سنباده بالاتر باشد از میزان زبری سنباده کاسته می‌شود. سنباده‌هایی که برای پرداخت محصولات سرامیکی پخت شده به کار می‌روند زبرتر از سنباده‌هایی هستند که برای پرداخت خشک به کار می‌روند.



فیلم



فیلم پرداخت قطعات پس از پخت را در سایت رشد آدرس اینترنتی www.roshd.ir مشاهده کنید.

فعالیت کلاسی



با توجه به تصاویر به سؤالات زیر پاسخ دهید:
کدام یک از بدنه‌های زیر قابلیت پرداخت پخت را دارند؟ چرا؟



ب



الف



کار عملی ۲: پرداخت پخت

مواد و ابزار: اسکاچ، سنباده، چاقوی پرداخت، برس، اسفنج

شرح فعالیت:

پس از پخت بدنهٔ سرامیکی را، که با روش شکل دهی شستی و روش ورقه‌ای ساخته‌اید، پرداخت کنید.



پرداخت بدنهٔ شکل دهی شده به روش ورقه‌ای



پرداخت بدنهٔ شکل دهی شده به روش شستی

هنگام انتخاب، تمیزکاری و کار با ابزارهای پرداخت مراقب دستان خود باشید.
جداسازی و بازیافت ضایعات پرداخت انجام شود.



۴- کنترل چشمی

قطعات و محصولات برحسب نیاز و شرایط مورد استفاده طراحی می‌شوند و در طرح و نقشهٔ مشخصات قطعه مواردی نظیر ابعاد، تقارن، زیبایی و سایر نکات مهم تولید آن در نظر گرفته می‌شود. در تولید قطعات سرامیکی اصول و نکات طراحی و نقشهٔ قطعه اهمیت زیادی دارد که با توجه به نوع قطعه، کنترل ابعاد و تطبیق با نقشهٔ قطعه مورد نظر انجام می‌شود.

با جست‌وجو در منابع مختلف مشخص کنید که کنترل ابعادی بدنه‌های سرامیکی با چه ابزارهایی انجام می‌شود؟

تحقیق کنید



قطعات سرامیکی دستی از دقت ابعادی کمتری برخوردار هستند و کنترل آنها به صورت چشمی یا با استفاده از ابزارهای ساده مانند خط‌کش یا پرگار انجام می‌شود. کنترل چشمی قطعات سرامیکی دستی در تصویر (۱۳) نشان داده شده است.

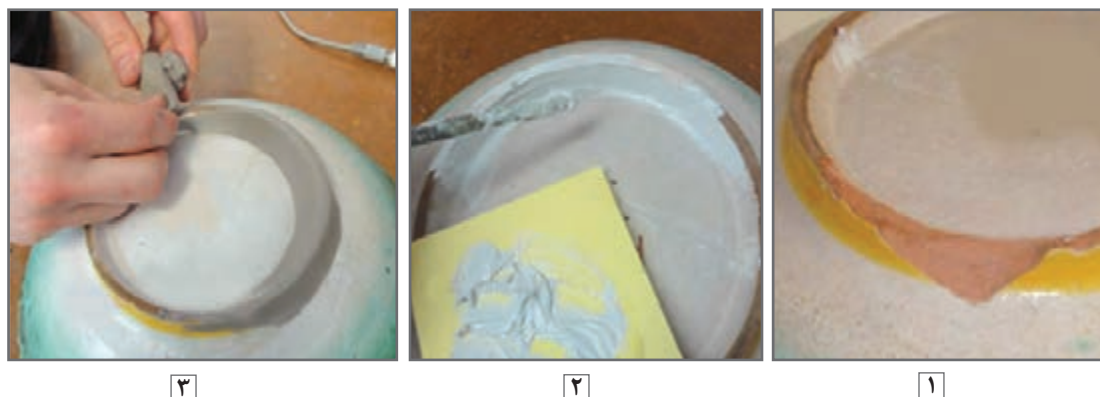


شکل ۱۳- کنترل چشمی فراورده‌های سرامیکی تولید شده به روش دستی

۵- تکمیل محصول

برخی از قطعات سرامیکی پس از تکمیل فرایند تولید و قبل از بسته‌بندی و مصرف ممکن است نیاز به کارهای تکمیلی داشته باشند برای مثال اگر پودر و مواد نسوز کوره به قطعه چسبیده باشد یا قطعه لبه‌های تیز و برنده داشته باشد، نیاز به پرداخت خواهد داشت.

در برخی از محصولات بزرگ مانند چینی بهداشتی، ممکن است هنگام جابه‌جایی و بسته‌بندی تکه کوچکی از محصول شکسته و معیوب شود. در این مواقع، در صورتی که به زیبایی محصول خدشه وارد نشود، محل شکسته شده را با دقت و ظرافت، تمیز و گردگیری می‌کنند و سپس تکه شکسته را با چسب شفاف می‌چسبانند. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴- چسباندن تکه شکسته شده از قطعه سرامیکی

کار عملی ۳: کنترل چشمی و تکمیل محصول

مواد و ابزار: پرگار، خط کش

شرح فعالیت:

قطعات تولیدی را با هر یک از روش‌های شکل‌دهی دستی، که توسط گروه‌های مختلف ساخته شده است، کنار همدیگر بچینید و کنترل چشمی کنید و سپس تفاوت آنها را مشاهده و یادداشت کنید.

فعالیت کلاسی



ارزشیابی شایستگی پرداخت

شرح کار: - آماده سازی ابزار و تجهیزات؛ - پرداخت اولیه؛ - پرداخت نهایی؛ - کنترل چشمی و ابعادی قطعات پرداخت شده																															
استاندارد عملکرد: پرداخت قطعات سرامیکی با ابزار و تجهیزات مناسب مطابق با استاندارد.																															
شاخص ها: - تمیز بودن ابزار و تجهیزات (نداشتن گرد و غبار، سالم بودن ابزار)؛ - قطعه سالم و بدون عیب.																															
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط: کارگاه استاندارد، ابزار و تجهیزات پرداخت اولیه و نهایی قطعه، ابزار کنترل ابعادی و چشمی. ابزار و تجهیزات: چاقوی برش، ابزار کندن گل، تراش، اسفنج، دستگاه پولیش.																															
معیار شایستگی: <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>آماده سازی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>پرداخت اولیه</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>پرداخت نهایی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۴</td><td>کنترل نهایی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">میانگین نمرات</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> * حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *	۱	آماده سازی	۱		۲	پرداخت اولیه	۲		۳	پرداخت نهایی	۱		۴	کنترل نهایی	۱		شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲		میانگین نمرات			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *																												
۱	آماده سازی	۱																													
۲	پرداخت اولیه	۲																													
۳	پرداخت نهایی	۱																													
۴	کنترل نهایی	۱																													
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲																													
میانگین نمرات																															





پودمان ۴

لعب زنی



در صنعت سرامیک بدنه‌های شکل داده شده، ابتدا معمولاً لعب کاری و بعد در کوره پخت می‌شوند. در بدنه‌های سرامیکی لعب دار، لعب کاری یکی از مهم‌ترین مراحل در تولید قطعه است.

با توجه به ترکیب لعب و نحوه لعب زنی و پخت، لعب می‌تواند باعث بالا رفتن کیفیت محصول تولیدی یا از بین رفتن آن شود.

واحد یادگیری ۴

شایستگی لعاب زنی و یادگیری مهارت آن

در این پودمان، ابتدا مفهوم لعاب و علت استفاده از آن توضیح داده می شود. در ادامه تجهیزات مورد نیاز جهت لعاب زنی آمده است. سپس به طور مختصر انواع لعاب شرح داده می شود و در نهایت روش های لعاب زنی و عیوب ناشی از اعمال لعاب را فرا خواهید گرفت.

استاندارد عملکرد

■ لعاب زنی قطعات سرامیکی با توجه به شکل، حجم، ابعاد و کاربرد قطعه مطابق با استانداردها و دستورالعمل های مربوطه

مفهوم لعاب^۱

به تصویر زیر نگاه کنید و به سؤالات پاسخ دهید:



شکل ۱

- به نظر شما کدام بدنه زیباتر است؟
 - کدام بدنه دارای مقاومت بیشتری در برابر ضربه است؟
 - در کدام محصول طرح و نقش جلوه بهتری دارد؟
 - به نظر شما در کدام یک از ظروف بالا «در صورتی که مایع ریخته شود» نفوذ مایع به خارج از بدنه مشاهده نخواهد شد؟
- در تولید محصولات سرامیکی جهت ایجاد زیبایی، بالا بردن استحکام و شست‌وشوی راحت‌تر بر روی سطح سرامیک‌ها لعاب زده می‌شود.

لعاب

لعاب پودری است که به صورت دوغاب درآمده و بر روی بدنه‌های سرامیکی اعمال می‌شود و پس از ذوب پوشش شیشه‌ای ایجاد می‌کند.

تاریخچه لعاب به حدود ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد، یعنی زمانی که سفالگران بین‌النهرین، لعاب شیشه‌ای (شفاف) را برای پوشش آجرها ابداع و بعدها از آن بر روی سفالینه‌ها و کاشی‌ها استفاده کردند، سپس با کمک نقاشی و لعاب‌های رنگی آنها را تزئین کردند.

آیا می‌دانید



دلایل کاربرد لعاب:



۱ زیبا تر کردن و تنوع ظاهری محصولات:
به دلیل آنکه لعاب‌ها حالت شیشه‌ای دارند، باعث می‌شوند که سطح محصولات براق تر باشد و با به کارگیری لعاب‌های رنگی، محصولات متنوعی تولید خواهد شد.



۲ غیر قابل نفوذ کردن بدنه‌ها:
محصولات سرامیکی بدون لعاب قابلیت نفوذ دارند و مایعات، مواد خوراکی و محلول‌ها می‌توانند به بدنه نفوذ کنند، در نتیجه استفاده از لعاب از این امر جلوگیری می‌کند.



۳ افزایش مقاومت شیمیایی و مکانیکی:
لعاب‌ها دارای مقاومت شیمیایی و مکانیکی بالایی هستند. بنابراین باعث می‌شوند سطح محصولات تولید شده مقاومت مطلوبی داشته باشد.



۴ پوشاندن سطح ناصاف:

چنانچه بدنه‌های سرامیکی، پس از شکل‌دهی و حتی پرداخت کردن، بدون لعاب پخت شوند دارای سطحی زبر، خشن و تاحدی ناصاف می‌شوند. اعمال لعاب باعث می‌شود که محصولات تولیدی سطحی صاف و صیقلی داشته باشند.



۵ حفظ تزیینات بدنه:

گاهی روی بدنه‌های سرامیکی به صورت زیرلعابی نقاشی می‌شود. استفاده از لعاب شفاف باعث محافظت این تزیینات در برابر عوامل خارجی مانند مواد شیمیایی و سایش می‌شود.



۶ بهداشتی کردن سطوح محصولات سرامیکی:

سطح لعاب شیشه‌ای و غیرقابل نفوذ است، بنابراین بدنه به راحتی جرم نگرفته و قابلیت شست‌وشو خواهد داشت.

ابزار و تجهیزات لعاب زنی

	الک		آب پاش
	پمپ باد		پایه گردان
	دستکش		موم - پارافین
	پیستوله		انبرک
	قلم مو		همزن دستی
	ظرف نگهداری لعاب		ماسک
	اسفنج		کابین اسپری

آماده‌سازی بدنه قبل از لعاب‌زنی

برای آماده‌کردن بدنه قبل از لعاب‌زنی باید مراحل زیر انجام داده شود:

۱ زدودن گردوغبار؛

۲ زدودن چربی و مواد زائد؛

۳ اسپری آب یا اسفنج مرطوب؛

در فرایند لعاب‌کاری، آماده‌سازی قطعات جهت اعمال لعاب از اهمیت بالایی برخوردار است. عدم آماده‌سازی صحیح قطعات برای اعمال لعاب می‌تواند منجر به بروز عیوب مختلفی مانند عیب‌خزیدگی^۱ لعاب در قطعه نهایی شود که بر روی کیفیت و ارزش محصول نهایی تأثیر بسزایی دارد.



شکل ۲- عیب خزیدگی لعاب

بازدید چشمی و اطمینان از عدم وجود هرگونه عیب و آلودگی بر روی سطح قطعه از مراحل اولیه آماده‌سازی قطعه است.

سرامیک خشک شده و پخت شده قبل از لعاب‌زنی باید عاری از هرگونه گردو خاک چربی و مواد زائد باشد.

بدنه باید قبل از لعاب‌زنی از گردو خاک زدوده شود. هنگام انجام این کار مواظب چشم‌های خود باشید.

نکته





شکل ۳- بدنه‌های سرامیکی حاوی گرد و غبار

پاک کردن گرد و خاک ممکن است باعث شود که گرد و غبار در خلل و فرج قطعه نفوذ کند، همچنین بدنه آغشته شده به مواد روغنی باید به دقت با مواد پاک کننده شست و شو داده شده و قبل از استفاده کاملاً خشک شود. با حرارت دادن نیز می‌توان روغنی را که بر روی قطعه برجا مانده حذف کرد.



شکل ۴- حذف گرد و غبار از سطح سرامیک با استفاده از اسفنج مرطوب جهت اعمال لعاب

با اسپری آب یا اسفنج مرطوب، سطوح برای اتصال و چسبیدن لعاب به بدنه در مرحله اعمال لعاب آماده می‌شود.



شکل ۵

در مرحله آماده‌سازی بدنه جهت لعاب‌زنی باید دقت شود که داخل بدنه، اطراف دسته، لوله، نقش‌ها، زاویه‌ها و فرورفتگی‌ها به خوبی از گرد و غبار، چربی و مواد زائد زدوده شوند.

نکته



محصولات سرامیکی و سفالی لعاب‌دار، که در منزل دارید، و همچنین فرآورده‌های موجود در بازار را کنترل چشمی کنید و فهرستی از عیوب آنها بنویسید.

فعالیت کلاسی



در مرحله بعد، اگر قسمتی از قطعه نیاز به اعمال لعاب ندارد، مانند پایه گلدان یا ته پارچ و لیوان، می‌توان قسمت موردنظر را به پارافین یا مواد روغنی و نفتی آغشته کرد. اگر پارافین و مواد روغنی و نفتی به سایر قسمت‌های بدنه سرازیر شود پاک کردن آن مشکل است. در صورتی که پارافین و مواد روغنی پاک نشوند باعث بروز عیب لعاب‌نگرفتگی می‌شوند. راه دیگری که برای زدودن لعاب وجود دارد این است که ابتدا تمام قطعه لعاب‌کاری شود و سپس آن بخش‌هایی از قطعه، که نیازی به لعاب ندارند، با استفاده از ابزار تیز یا اسفنج مرطوب تمیز کرد.

- ۱ بعد از آنکه قسمتی از قطعه آغشته به پارافین شد و پس از آن نظر ما تغییر کرد، به منظور حذف پارافین چه راهکارهایی پیشنهاد می‌کنید؟
- ۲ بهترین روش برای اینکه پایه‌ها و کف بدنه‌ها لعاب نداشته باشند چیست؟

تحقیق کنید



شکل ۶- آغشته کردن پایه لیوان به پارافین

اگر قطعات سرامیکی دارای چند جزء باشند مانند قندان، محل اتصال دو جزء قطعه، با استفاده از موم پوشش داده می‌شود تا در حین پخت لعاب و بر اثر ذوب شدن لعاب به یکدیگر نچسبند.

نکته



شکل ۷

در صورتی که بدنه دارای ظاهر و رنگ مناسبی نباشد جهت پوشش دادن بدنه چه کاری می‌توان انجام داد؟ اگر لعاب شیشه‌ای و دارای خاصیت پشت‌نمایی باشد، رنگ و مشخصات ظاهری بدنه مشخص خواهد بود. برای اینکه بدنه شرایط مناسبی برای تزیین داشته باشد باید علاوه بر پوشش رنگ بیسکوییت، سطح مناسبی را ایجاد کنیم، به همین دلیل از انگوب استفاده می‌شود.

انگوب در واقع یک لایه حد واسط بین لعاب و بدنه است که جهت رفع عیوبی مانند رنگ نامطلوب بدنه یا اصلاح کردن اختلاف شدید ضریب انبساط حرارتی لعاب و بدنه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از انگوب به عنوان یک لایه کدر و سفید، که پوشاننده رنگ سرخ، قهوه‌ای یا صورتی بدنه بیسکوییت است، استفاده می‌شود. همچنین انگوب با متعادل کردن واکنش‌های بدنه با لعاب باعث بهبود کیفیت سطح لعاب و زیبایی آن نیز می‌شود.

انگوب نوع خاصی از دوغاب‌های رسی است که از آن برای چسبندگی بهتر لعاب به بدنه استفاده می‌شود. ترکیب انگوب شامل موادی از بدنه و لعاب است.

انگوب به سه دلیل عمده اعمال می‌شود:

- ۱ پوشاندن رنگ بدنه؛
- ۲ کم کردن اختلاف ضریب انبساط حرارتی بدنه و لعاب؛
- ۳ چسبندگی بهتر لعاب و بدنه؛



شکل ۸- قطعه بدون انگوب و بعد از اعمال انگوب

بعد از این مرحله می‌توان لعاب را با استفاده از روش‌های مختلف بر روی قطعه مورد نظر اعمال کرد.

روش‌های اعمال لعاب

با اعمال لعاب بر روی قطعات سرامیکی، کیفیت قطعات سرامیکی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. از این رو فرایند اعمال لعاب باید ساده و بدون خطا یا با حداقل خطا باشد که منجر به ضایعات نشود. همچنین روش مورد استفاده تکرارپذیر و اقتصادی باشد. انتخاب روش اعمال لعاب یکی از مهم‌ترین مراحل در ساخت قطعات سرامیکی است. مهم‌ترین معیارهای انتخاب روش لعاب‌زنی عبارت‌اند از:

- ۱ نوع محصول؛
- ۲ شکل و اندازه قطعه؛
- ۳ محیط کارگاهی در دسترس؛
- ۴ هزینه تأمین انرژی و نیروی کار؛



آبشاری



غوطه‌وری



ریختنی



قلم‌مو



اسپری کردن

شکل ۹- انواع روش‌های لعاب زنی

۱- روش قلم‌مو



شکل ۱۰- تجهیزات مورد استفاده جهت لعاب‌زنی با قلم‌مو

اگر بخواهیم قطعه‌ای با رنگ‌های مختلف لعاب زده شود یا ته‌رنگ‌های تزئینی به آن اضافه شود، بدون شک روش لعاب‌زنی با قلم‌مو مناسب‌ترین روش است. این روش به‌ویژه برای لعاب‌کاری نقوش دیواری، مجسمه‌ها یا نقوش برجسته، که اغلب به بیش از یک نوع لعاب نیاز دارند، مناسب است. با این روش امکان لعاب‌زنی قسمت‌های مختلف بدنه با لعاب‌های گوناگون نیز وجود دارد. افراد مبتدی باید لعاب‌زنی را با روش قلم‌مو شروع کنند زیرا کسب مهارت در این روش با کمی تمرین و تجربه نسبتاً آسان است.

اگر بخواهید قطعه‌ای را لعاب تک‌رنگ بزنید، بهتر است لعاب با یک قلم‌موی مسطح به پهنای حدود ۳ سانتی‌متر زده شود.

قلم‌مو باید کاملاً آغشته به لعاب شود؛ به خاطر داشته باشید که با قلم‌مو نقاشی نمی‌کنید، بلکه هدف آن است که پوششی یکنواخت و مناسب به دست آید، به‌طوری که قطعه لعاب را جذب کند و در عین حال لعاب از آن چکه نکند.

از قلم‌موی با شماره کمتر برای پوشش گوشه‌ها و درزها، که از دسترس قلم‌موی پهن خارج است، استفاده می‌شود. لازم است برای هر رنگ لعاب یک قلم‌موی مجزا به کار برده شود.

نکته



شکل ۱۱- اعمال لعاب بر روی سطح بیرونی قطعه

برای جلوگیری از جذب سریع لعاب، که باعث پوششی غیر یکنواخت می‌شود، بهتر است لایه اول با لعاب رقیق‌تر زده شود. باید اولین لایه، کل سطح شامل تمام فرورفتگی‌ها و خلل و فرج‌ها را به خوبی بپوشاند. قبل از آنکه لایه دوم لعاب زده شود، صبر کنید تا لایه اول خشک شود. همین‌طور وقتی که لایه‌های بعد لعاب زده می‌شود باید مراقب بود که قلم‌مو، لایه‌های قبلی را خراب نکند.



شکل ۱۲- قطعه لعاب زده شده با استفاده از روش قلم مو

گاهی بدنه برای پوشش کامل به دو یا سه لایه لعاب نیاز دارد. برای جلوگیری از حباب زدن یا متورم شدن لعاب، قبل از زدن لایه بعدی صبر کنید تا لایه قبلی خشک شود. برای پوشش بهتر، جهت لایه ها تغییر داده می شود. اگر اولین لایه به صورت عمودی لعاب زده شده است لایه بعدی به صورت افقی اعمال شود.

در طول فرایند لعاب زنی، مخلوط لعاب باید مرتب هم زده شود تا از ته نشینی لعاب در ته ظرف و آبکی شدن آن در سطح ظرف جلوگیری شود. به محض آنکه لعاب خشک شد، اگر قسمتهایی از سطح ناهموار است، می توان روی آنها را با نوک انگشتان یا با یک قلم موی پر پشت هموار کرد.

۲- روش ریختنی

این روش در بین روش های لعاب کاری متداول است زیرا روشی سریع و اقتصادی است. برای این روش، یک ظرف با سطح مقطع بزرگ و کم عمق و دو میله آهنی یا دوتکه چوب لازم است. برای سهولت کار، ظرف روی یک پایه گردان قرار داده می شود تا هم زمان با ریختن لعاب روی قطعه پایه گردان و همین طور قطعه چرخانده شود.

برای لعاب زنی بدنه ای که از قبل آماده شده است، ابتدا داخل قطعه لعاب زده می شود. به این صورت که قطعه از لعاب پر می شود و سپس چرخانده می شود تا لعاب به طور یکنواخت سطح داخلی را پوشش دهد. سپس لعاب اضافی به ظرف محتوی لعاب برگردانده می شود.



خارج کردن اضافی لعاب از داخل قطعه

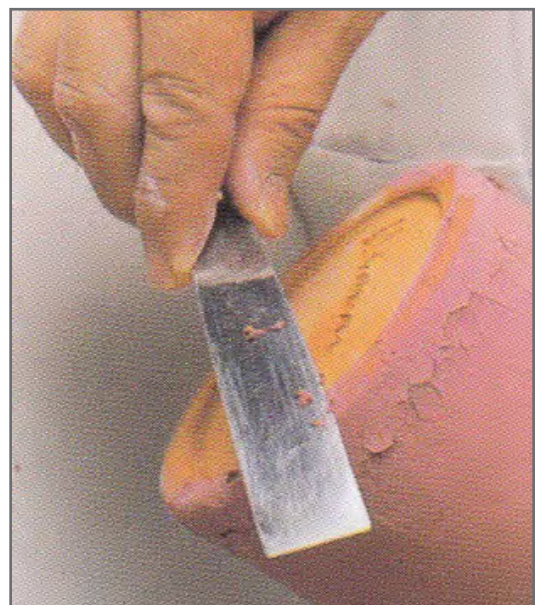


پر کردن داخل قطعه از لعاب

شکل ۱۳- روش لعاب زنی ریختنی



شکل ۱۴- اعمال لعاب به روش ریختنی



شکل ۱۵- پاک کردن کف قطعه از لعاب

اگر قطعه، یک گلدان یا شکلی شبیه به آن است، در مرحله بعد، لبه را تا حدود ۲ تا ۳ سانتی متر به طور مستقیم به داخل لعاب فروبرده تا از لعاب پوشیده شود. سپس گلدان به طور ایستاده بر روی میله‌های آهنی یا تکه‌های چوب قرار داده می‌شود. از لبه محل لعاب خورده شروع به ریختن لعاب می‌شود و همزمان گلدان یا ترجیحاً پایه گردان با دست دیگر چرخانده می‌شود. نباید لبه ظرف حاوی لعاب با سطح قطعه تماس پیدا کند. هنگام ریختن لعاب باید به طور یکنواخت روی سطح کار، با پوشش کافی و بدون هیچ چکه‌ای (مگر آن که خواهان یک جلوه‌گری چکه‌ای برای قطعه باشیم) جاری شود.

بعد از خشک شدن بدنه، ته آن با یک برس زبر، کاردک و یا اسفنج از هرگونه لعاب اضافی پاک می‌شود.

برای قطعات بزرگ‌تر، به لایه دوم لعاب بر روی لایه اول نیاز خواهد بود تا لعابی مناسب ایجاد شود زیرا اولین پوشش لعاب ضخامت لازم را نخواهد داشت. لعاب‌زنی در دو لایه، لعاب بسیار زیباتری را ایجاد خواهد کرد تا آنکه سعی شود لعاب به صورت لایه‌ای ضخیم زده شود. دومین لایه باید بلافاصله بعد از خشک شدن لایه اول لعاب، اعمال شود. اگر فاصله زمانی اعمال لایه دوم لعاب طولانی‌تر شود، در لعاب حباب‌هایی ایجاد می‌شود و حتی ممکن است در قسمت‌هایی ترک ناخواسته ایجاد شود. در صورت تمایل، برای دستیابی به جلوه‌های جذاب، می‌توان برای دومین لایه از لعابی دیگر استفاده کرد.

اگر ترک یا سوراخ‌های سوزنی شکل روی ظرف به وجود آمد، نشان‌دهنده زیاده‌بودن ضخامت لعاب است. در این گونه مواقع با نوک انگشت لعاب را صاف کرده و حفره‌ها و ترک‌های آن را پر می‌کنیم.

نکته



۳- روش غوطه‌وری



در این روش بدنه را وارد ظرف دوغاب لعاب کرده و لعاب توسط بدنه جذب می‌شود. غوطه‌وری یک روش ساده، کارآمد و سریع است که به وسایل کمی نیاز دارد. بدنه داخل ظرف حاوی لعاب فروبرده می‌شود. دوغاب لعاب وارد تخلخل‌های بدنه می‌شود و بر روی قطعه لعابی نازک ایجاد می‌شود. غوطه‌وری خوب وابسته به مهارت لعاب‌زن است. در این روش، بدنه در دوغاب لعاب فروبرده شده، چرخشی داده می‌شود، سپس از دوغاب تخلیه‌شده و خشک می‌شود. وسایل لازم در این روش لعاب‌زنی بسیار ساده است. عمق ظرف لعاب باید به اندازه‌ای باشد که قطعه آزادانه در داخل آن فروبرده شود. به کار بردن روش غوطه‌وری وابسته به اندازه و شکل قطعه است. قطعات میان‌تهی مانند لیوان، پارچ و گلدان ابتدا به سرعت از لعاب پر و سپس تخلیه می‌شوند تا داخل قطعه به خود لعاب بگیرد. قطعات میان‌تهی و قطعات تخت کوچک باید، با انگشت نگه‌داشته شده و کاملاً در داخل دوغاب به مدت چند ثانیه فروبرده شوند و آرام و به‌طور رفت‌وبرگشتی حرکت داده شود، سپس تحت زاویه‌ای خاص قطعه خارج شده و با حرکت تکانی و ضربه‌ای، اضافی دوغاب خارج می‌شود. آنگاه به قطعه زمان کافی داده می‌شود تا خشک شود.



ج



ب



الف

شکل ۱۶- خارج کردن قطعه در روش غوطه‌وری



در مقیاس صنعتی از انبرک غوطه‌وری استفاده می‌شود. انبرک قطعه را محکم در سه نقطه می‌گیرد. تمام فرایند در عرض چند ثانیه انجام می‌شود.

شکل ۱۷- انبرک

بعد از غوطه‌وری محل تماس انبرک یا انگشتان با قطعه، باید لعاب زده شود.



شکل ۱۸- قطعه لعاب زده شده به روش غوطه‌وری

سرعت تولید یکی از متغیرهای اساسی در فرایند غوطه‌وری است. هرچه قطعه بیشتر در دوغاب لعاب ننگه داشته شود، ضخامت لعاب بیشتر خواهد بود، اما جذب آب بدنه و به دنبال آن سرعت ایجاد پوشش، با افزایش زمان کاهش می‌یابد. از طرفی اگر جذب آب بدنه در حد کافی نباشد، بدنه توانایی جذب لعاب با ضخامت مناسب را ندارد زیرا بدنه از آب اشباع شده و لعاب روی سطح خشک نشده و شره می‌کند.

عوامل مؤثر بر لعاب اعمال شده به روش غوطه‌وری

۱	چگالی دوغاب	۲	گران‌روی دوغاب
۳	اندازه ذرات جامد در دوغاب	۴	تخلخل بدنه
۵	ضخامت بدنه	۶	دمای بدنه
۷	زمان غوطه‌وری	۸	مهارت کارگر

با استفاده از دستگاه‌های پیشرفته امکان مکانیزه کردن فرایند غوطه‌وری وجود دارد. این روش برای ایجاد پوشش داخلی ظروف میان‌تهی تا حدودی موفق بوده است.



شکل ۱۹- لعاب‌زنی دستی و کارگاهی



شکل ۲۰- لعاب‌زنی ماشینی



۲ اندازه‌گیری گران روی



۱ مخلوط کردن لعاب با استفاده از همزن



۴ خارج کردن قطعه



۳ انجام عمل غوطه‌وری

شکل ۲۱- لعاب‌زنی به روش غوطه‌وری در شرایط آزمایشگاهی

۴- روش اسپری

اسپری کردن لعاب عبارت است از پاشش لعاب با فشار باد بر روی سطوح بدنهٔ سرامیکی. مزیت اسپری کردن نسبت به سایر روش‌های لعاب‌زنی در سادگی لعاب‌کاری و قابلیت حمل دستگاه‌ها، سرعت لعاب‌زنی و کیفیت لعاب اعمالی است. در روش اسپری نسبت به روش غوطه‌وری به مقدار دوغاب لعاب کمتری نیاز است. می‌توان لعاب با ضخامت‌های گوناگون بر روی بدنه‌هایی با تخلخل متفاوت اعمال کرد. قطعات بزرگ یا پیچیده را می‌توان با این روش لعاب زد.

لعاب‌زنی با روش اسپری در مقایسه با روش‌های دیگر به تجهیزات پیچیده‌تری نیاز دارد. پیستوله، اتاقلک لعاب‌زنی با هواکش، پمپ باد و ماسک ایمنی جزء وسایل ضروری هستند. افزون بر آن به پایه گردان نیز نیاز است که قطعه



را روی آن قرار داده و همزمان که لعاب اسپری می‌شود، بتوان آن را چرخاند تا پوششی یکدست‌تر و یکنواخت‌تر ایجاد شود.

برای جلوگیری از مسدود شدن نازل پیستوله، لعاب را باید از الک مش ۱۰۰ یا ریزتر عبور داد. برای عدم تشکیل رسوب در مخزن پیستوله، لعاب باید همگن باشد تا باعث ایجاد رسوب در مخزن حاوی لعاب نشود و به‌طور مداوم همزده شود.

نازل پیستوله می‌تواند به دو صورت لعاب را آزاد کند که شامل موارد زیر است: به‌صورت جهش‌های باریک که قسمت‌های کوچک پوشش داده می‌شود و یا به‌صورت پخش شدن که قسمت‌های وسیع‌تر قطعه پوشانده می‌شود.

همیشه باید پیستوله به‌صورت عمود در فاصله ۳۰ سانتی‌متری نگه داشته شود.

نکته



در صورتی که فاصله ۳۰ سانتی‌متر برای لعاب‌زنی به روش اسپری رعایت نشود چه مشکلی به وجود می‌آید؟

سؤال



بزرگ‌ترین ضعف این روش پخش شدن مقدار زیادی از لعاب در محیط است.

نکته



حداقل مقدار لعاب پخش شده در محیط ۲۵ درصد لعاب مصرفی است. جهت جلوگیری از هدر رفتن لعاب، اتاقک اسپری با ورق پلاستیکی نسبتاً ضخیم، پوشش داده شود که لعاب درون آن ریخته شود. بنابراین لعاب اضافی را می‌توان بازیافت و دوباره استفاده کرد. باید دقت شود که از ورود ناخالصی ناشی از قطعات بدنه و زنگ‌زدگی به درون لعاب اضافی جلوگیری شود.

به چه دلیل بعضی از لعاب‌ها را نمی‌توان به روش اسپری اعمال کرد؟

تحقیق کنید



استفاده از ماسک در هنگام لعاب‌زنی برای جلوگیری از استنشاق پودر لعاب الزامی است.

نکته



عوامل مؤثر در این روش عبارت‌اند از:

- ۱ خواص دوغاب لعاب مانند: چگالی، گران‌روی و یکنواختی؛
- ۲ قطر نازل دستگاه اسپری لعاب؛
- ۳ فشار اعمالی بر دوغاب؛
- ۴ فاصله پیستوله با سطح قطعه؛
- ۵ درصد تخلخل بدنه؛
- ۶ زمان اسپری کردن دوغاب؛
- ۷ مهارت کارگر.



ب - لعاب‌زنی با استفاده از روش اسپری کردن



الف - کابین لعاب‌زنی

شکل ۲۲

۵- روش آبشاری



شکل ۲۳- لعاب‌زنی به روش آبشاری

در این روش یک بخش متحرک دیسکی مانند وجود دارد که بدنه از زیر آن حرکت می‌کند و لعاب از سوراخ‌های موجود بر روی دیسک به روی بدنه ریخته می‌شود. در این روش با تغییر سرعت دیسک می‌توان وزن لعاب اعمالی بر روی سطح موردنظر و ضخامت لعاب را تغییر داد.

روش‌های لعاب‌زنی

فیلم آموزشی مربوط به روش‌های لعاب‌زنی را در سایت رشد به آدرس اینترنتی www.roshd.ir مشاهده کنید.

فیلم



عوامل مؤثر بر کیفیت لعاب را در روش آبخاری بیان کنید.

فعالیت کلاسی



جدولی از محصولات بدون لعاب در زیر آمده است، بهترین روش لعاب‌کاری برای هر یک از بدنه‌ها را با ذکر دلیل مشخص کنید.

فعالیت کلاسی



			بدنه شکل داده شده به روش دستی
			روش لعاب‌زنی

کار عملی ۱:

چهار بدنه سفالی شکل داده شده به روش دستی و پخت شده را تهیه کنید و روش‌های لعاب‌زنی آموزش داده شده را اعمال و پس از پخت از لحاظ خواص و کیفیت مقایسه کنید.

فعالیت کارگاهی



بدنه شماره ۴	بدنه شماره ۳	بدنه شماره ۲	بدنه شماره ۱
روش اسپری	روش قلم‌مو	روش ریختنی	روش غوطه‌وری

کار عملی ۲: اعمال لعاب بر روی قطعه تهیه شده به روش دستی با استفاده از روش (قلم‌مو)

مواد و ابزار: قلم‌مو، لعاب، بدنه شکل‌دهی شده به روش دستی، کاردک
شرح فعالیت: قطعه را کاملاً از گردوغبار پاک و سپس آن را مرطوب کنید. لعاب موردنظر را با کمک قلم‌مو روی قطعه اعمال کنید.

فعالیت کارگاهی





کار عملی ۳: اعمال لعاب بر روی گلدان با دهانه باریک با استفاده از روش غوطه‌وری

مواد و ابزار: گلدان دهانه باریک، لعاب، اسفنج، کاردک، برس زبر

شرح فعالیت:

لعاب را در ظرفی مناسب آماده و در صورت لزوم آن را از الک عبور دهید تا ذرات نامطلوب و درشت آن جدا شود. برای لعاب زدن داخل گلدان با دهانه باریک، لعاب را با یک ظرف کوچک‌تر از طریق قیف داخل گلدان بریزید.

قطعه را بچرخانید تا پوشش لعاب داخل آن را کامل ببوشاند، مراقب باشید که لعاب بیرون نریزد. باقیمانده لعاب را به داخل ظرف محتوی لعاب برگردانید.

دهانه گلدان را گرفته و آن را در لعاب فرو ببرید. نگذارید لعاب به انگشتانتان برخورد کند. این عمل را چند بار انجام دهید تا لعاب به ضخامت لازم برسد. قطعه را روی میز قرار دهید تا لعاب آن خشک شود.

سپس آن را از قسمت پایین بگیرید و تا خط قسمتی که قبلاً لعاب زده شده داخل لعاب فرو برید. گلدان را دوباره کنار بگذارید تا خشک شود. توجه داشته باشید تا زمانی که لعاب درخشان به نظر می‌رسد هنوز مرطوب است.

به محض آنکه لعاب خشک شد، ته گلدان را با یک برس مویی زبر کوچک تمیز کنید.



شرایط زیست محیطی، شایستگی‌های غیرفنی:

پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن کردن سیستم تهویه کارگاه الزامی است.



کار عملی ۴: اعمال لعاب با استفاده از روش اسپری

مواد و ابزار: لعاب، پیستوله، اتاقک لعاب‌زنی، پمپ باد، اسفنج مرطوب، قطعه سرامیکی، برس زبر

شرح فعالیت:

قطعه را به صورت برعکس روی پایه گردان قرار دهید. بعد از پوشیدن لباس کار و زدن ماسک ایمنی، مخزن پیستوله را از لعاب پر کرده، هواکش و پمپ باد را روشن کنید و پیستوله را روی قطعه بگیرید. قبل از آنکه ماشه پیستوله را فشار دهید، با دست دیگرتان شروع به چرخاندن پایه گردان کنید تا پاشش‌های کوتاه لعاب بر روی یک نقطه از سطح، متمرکز نشود.

اجازه دهید تا لعاب بدنه خشک شود. سپس آن را برگردانید و به لعاب‌زنی ادامه دهید تا تمام سطح پوشش داده شود. تعداد لایه‌های لعاب به نوع و شکل بدنه بستگی دارد. قبل از زدن لایه بعدی، حتماً لایه قبلی باید خشک شود. پس از آن که قطعه بعد از آخرین مرحله لعاب‌زنی خشک شد، کف ظرف را مانند دیگر روش‌ها تمیز کنید.

زمان اسپری کردن لعاب می‌توانید، در حالی که دسته پمپ را فشار می‌دهید، درپوش هوا را با انگشت مسدود کنید، با این عمل، هوای فشرده به داخل مخزن لعاب راه پیدا کرده و باعث ایجاد حباب و هم‌زدن دوغاب می‌شود.



کار عملی ۵: اعمال انگوب بر روی بدنه های سرامیکی مواد و ابزار: دوغاب انگوب، پمپ باد، اسفنج، قلم مو، پیستوله شرح فعالیت:

- ۱ حذف گردوغبار و چربی از سطح بدنه؛
- ۲ اسپری آب و یا تمیز کردن سطح بدنه با اسفنج مرطوب؛
- ۳ اعمال انگوب با استفاده از روش های غوطه وری، اسپری و یا قلم مو.



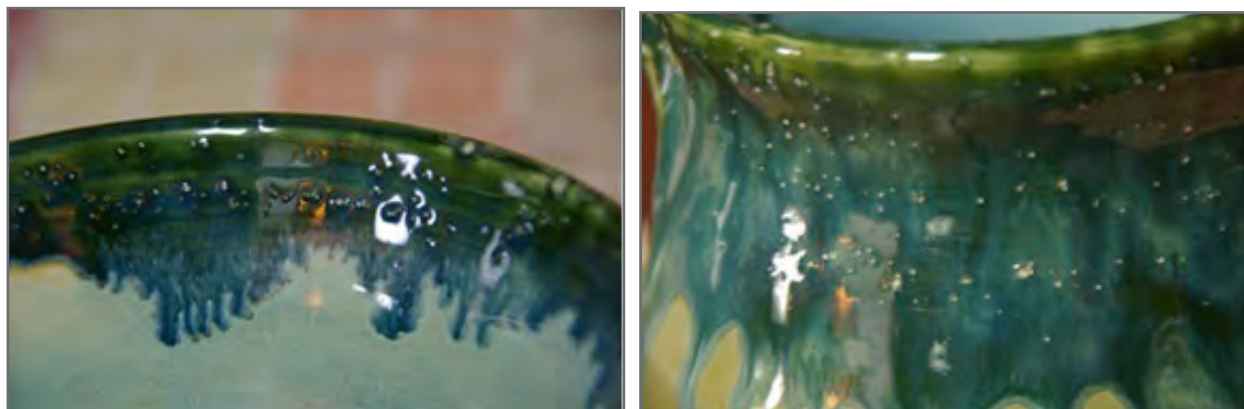
شرایط زیست محیطی، شایستگی های غیرفنی و اخلاق حرفه ای
پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن کردن سیستم تهویه کارگاه الزامی
است.

معایب لعاب

برای دستیابی به لعابی زیبا، دلخواه و بدون عیب، باید با علت بروز عیوب و انواع معایب لعاب آشنا شویم تا با برطرف کردن عوامل ایجادکننده این عیوب، از بروز مجدد آنها جلوگیری شود. تعدادی از این معایب در این قسمت توضیح داده شده است.

شُرّه کردن و ایجاد سطح ناصاف

در صورتی که لعاب در درجه حرارت پخت، بیش از حد سیال و روان باشد، از سطح ظرف شره کرده و پایین می ریزد. این اتفاق باعث چسبیدن فراورده ها به قطعات دیرگذاز و تجهیزات کوره خواهد شد. عکس این حالت نیز ممکن است اتفاق بیفتد، یعنی اگر لعاب در درجه حرارت پخت سیالیت بسیار کم داشته باشد، نمی تواند سطح یک دست، صاف و بدون موج ایجاد کند. برای رفع این عیب باید به این نکته توجه کرد که اکسیدهای قلیایی بیشترین تأثیر را بر افزایش سیالیت و آلومینیوم اکسید بیشترین تأثیر را بر کاهش سیالیت لعاب می گذارند. لعابی که شره کرده است باید در دمای پایین تر پخته شود و برعکس لعابی که سطح ناصاف و موج دار به وجود آورده است باید در دمای بالاتری پخته شود، زیرا افزایش حرارت با افزایش سیالیت لعاب رابطه مستقیم دارد.



شکل ۲۴- عیب شره کردن لعاب

پخت ناقص و بیش از حد لعاب

نامناسب بودن دمای حرارت پخت باعث بروز عیوب می‌شود. لعابی که در درجه حرارت پایین‌تر از حد لازم پخته شود زبر و خشن است و دارای درخشندگی و براقیت لازم در سطح نیست. این عیب را می‌توان با حرارت دادن مجدد قطعه و رساندن به حرارت کافی از بین برد. عکس این حالت، هنگامی که لعابی بیش از حد حرارت داده شود دچار سوختگی می‌شود که رنگ آن با لعاب معمولی تفاوت محسوسی دارد و نازک و براق است و اغلب از سطح ظرف شره می‌کند. البته گاهی اوقات لعاب سوخته ظاهر زیبایی به خود می‌گیرد.



شکل ۲۵- لعاب با دمای پخت نامناسب

ترک خوردن و پوسته شدن لعاب

در محیط اطراف همواره شاهد انبساط اجسام مختلف در اثر گرم شدن و انقباض آنها در اثر سرد شدن بوده‌ایم. میزان این انبساط و انقباض نیز برای اجسام و مواد مختلف متفاوت است. یک فراورده لعاب خورده را در نظر بگیرید، بدنه و لعاب اعمال شده، هر کدام از مواد مختلف تشکیل شده‌اند و هر کدام ضریب انبساط حرارتی متفاوتی دارند. بعد از اینکه مرحله پخت در کوره انجام شد، به هنگام سرد شدن، هم لعاب و هم بدنه منقبض خواهند شد و اگر میزان انقباض آنها با یکدیگر، تفاوت زیادی داشته باشد، عیوب ترک خوردن یا پوسته شدن به وجود می‌آیند. اگر انقباض لعاب بیشتر از بدنه باشد، چون لعاب و بدنه بعد از پخت کاملاً به هم متصل شده‌اند، بدنه اجازه انقباض آزادانه به لعاب را نخواهد داد، در این حالت لعاب تمایل به جمع شدن و انقباض دارد، ولی بدنه آن را به سمت خود می‌کشد و اجازه جمع شدن به لعاب نمی‌دهد و اگر میزان این کشش از استحکام لعاب بالاتر باشد، لعاب تسلیم شده و در نهایت ترک خواهد خورد.



شکل ۲۶- عیب ترک برداشتن لعاب

عکس این مطلب هم ممکن است اتفاق بیفتد یعنی اگر ضریب انبساط بدنه خیلی بیشتر از لعاب باشد. هنگام سرد شدن بدنه بیشتر منقبض می‌شود ولی لعاب انقباض کمتری دارد، اما اغلب اوقات بدنه انقباض خود را انجام می‌دهد و لعاب را در هم می‌فشارد که باعث چروکیدگی و پوسته شدن لعاب می‌شود و اگر میزان اتصال بین بدنه یا لعاب کم باشد و فشار وارده از آستانه تحمل لعاب بالاتر باشد لعاب از بدنه جدا شده و حتی ممکن است این پوسته‌ها با لمس کردن سطح لعاب به صورت قُلَس‌های نازکی جدا شوند.



شکل ۲۷- عیب پوسته شدن لعاب

اگر یک قطره آب روی سطحی (مثلاً روی یک میز) ریخته شود، روی سطح میز کاملاً پخش می‌شود و اصطلاحاً سطح را تر می‌کند، اما در مورد یک قطره جیوه چنین حالتی وجود ندارد، یعنی اگر یک قطره جیوه روی میز بریزیم نه تنها روی سطح پهن نمی‌شود بلکه جمع شده و سطحی شبیه کره به خود می‌گیرد. در این مورد اصطلاحاً گفته می‌شود که جیوه توانایی ترکردن سطح را ندارد.



ب



الف

شکل ۲۸

■ جمع شدگی لعاب:

در صورتی که لعاب به هنگام پخت، خاصیتی شبیه به جیوه از خود نشان دهد و خود را جمع کند، عیب جمع شدگی لعاب رخ می‌دهد.



شکل ۲۹- عیب جمع شدگی لعاب

■ لعاب نگرفتگی:

ایجاد این عیب ممکن است به علت چرب و روغنی بودن یا وجود شوره در سطح بدنه باشد که از اتصال و چسبیدن صحیح لایه لعاب خام به بدنه جلوگیری می‌کند. علاوه بر این موارد، ترکیب لعاب و درجه حرارت پخت نیز مؤثر هستند. افزایش درجه حرارت پخت احتمال لعاب نگرفتگی را کمتر می‌کند.



شکل ۳۰- عیب لعاب نگرفتگی

■ دررفتگی یا خزیدگی لعاب:

در صورتی که در لعاب مواد اولیه ریزدانه مانند کائولن و بالکلی زیاد باشد، یا مواد لعاب زیاد ساییده شده باشد و ذرات بسیار ریز در لعاب خام پدید آمده باشد به این دلیل که انقباض لعاب به هنگام خشک شدن زیاد می‌شود احتمال خزیدگی لعاب وجود خواهد داشت.



شکل ۳۱- عیب خزیدگی لعاب

سوراخ‌های ته سوزنی و جوش

منظور از این عیب، سوراخ‌های ریزی است که بر سطح لعاب پدید می‌آید. یکی از عوامل ایجاد جوش بر سطح لعاب حبس شدن حباب‌های هوا بر سطح بدنه‌ای است که بر روی آن لعاب اعمال شده است، که در هنگام پخت لعاب در کوره این حباب‌ها از زیر لعاب، جوش زده و سطح لعاب را ناصاف می‌کنند.



شکل ۳۲- عیب ته سوزنی



شکل ۳۳- عسل

عیب ته سوزنی هنگام خروج گازها و در زمان پخت بروز می‌کند، زیرا لعاب سیالیت کافی ندارد تا اجازه خروج به گازها را بدهد. برای درک بهتر چنین لعابی می‌توان آن را شبیه به عسل در نظر گرفت، در صورتی که لعاب در دمای پخت این‌گونه باشد حتی اجازه خروج حباب‌های گازهای مختلف، که به هنگام حرارت دیدن لعاب ایجاد می‌شوند، نخواهد داد و در نتیجه سطح لعاب جوش‌دار خواهد شد.

این مشکل بیشتر در لعاب‌های مات و لعاب‌هایی که در دمایی پایین‌تر از دمای پخت خود حرارت دیده‌اند بروز می‌کند. افزایش دمای پخت و نگه داشتن دمای پخت برای مدت طولانی‌تر می‌تواند این عیب را از بین ببرد. همچنین اگر لعاب نازک زده شود، حباب‌های گاز راحت‌تر خارج می‌شوند. گاهی نیز ایجاد جوش به دلیل حرارت بیش از اندازه است یعنی لعاب شروع به جوشیدن می‌کند و سطح آن دچار سوراخ‌های ریز خواهد شد.

تاول زدن لعاب



از جمله عوامل به وجود آورنده این عیب ایجاد گاز به علت وجود مواد تولیدکننده گاز در هنگام پخت بدنه است. همچنین عدم پخت کامل لعاب و یا پخت بیش از حد لعاب باعث تشکیل این عیب می شود.

شکل ۳۴- عیب تاول زدن لعاب

کار عملی ۶: تشخیص عیوب لعاب

مواد و ابزار: قطعات و بدنه های لعاب خورده با عیوب مختلف
 شرح فعالیت:

قطعاتی را که تاکنون لعاب زنی کرده اید بررسی و عیوب آنها را مشخص کنید و دلایل ایجاد این عیوب را بنویسید.

فعالیت کارگاهی



زیست محیطی، شایستگی های غیرفنی، اخلاق حرفه ای:

پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن کردن سیستم تهویه کارگاه الزامی است.

نکات
 زیست محیطی



با توجه به تصاویر نوع عیب لعاب را مشخص کنید.



فعالیت کارگاهی



ارزشیابی شایستگی لعاب زنی

شرح کار: ■ آماده سازی قطعات و تجهیزات لعاب کاری؛ ■ آماده سازی لعاب برای لعاب زنی؛ ■ لعاب زنی با روش های مختلف؛ ■ کنترل عیوب لعاب.			
استاندارد عملکرد: لعاب زنی قطعات سرامیکی با توجه به شکل، حجم، ابعاد و کاربرد قطعه مطابق با استانداردها و دستورالعمل های مربوطه			
شاخص ها: ■ پس از بررسی کلیه سطوح از لحاظ کیفیت (مانند پرداخت صحیح، نداشتن ترک و عدم گردوغبار) مطابق دستورالعمل اقدام به لعاب زنی کند. ■ مطابق دستورالعمل سطوح لعاب خورده را از لحاظ شرگی، یکنواختی لایه لعاب، یکنواختی ضخامت و ترک لعاب بررسی کند.			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: مکان: واحد لعاب زنی ابزار و تجهیزات: تجهیزات لعاب زنی شامل پمپ لعاب زنی، سیستم اعمال لعاب شامل روش اسپری، آبشاری و غوطه وری، ابزار تنظیم تجهیزات اعمال لعاب، ابزار بررسی ظاهری لعاب (مانند ذره بین، چراغ قوه) مواد مصرفی: انگوب، لعاب تجهیزات ایمنی: ماسک تنفسی، دستکش مناسب، لباس کار مناسب، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک مناسب، کمربند ایمنی ابزار و تجهیزات: تجهیزات لعاب زنی شامل پمپ لعاب زنی، سیستم اعمال لعاب شامل روش اسپری، آبشاری و غوطه وری، ابزار تنظیم تجهیزات اعمال لعاب، ابزار بررسی ظاهری لعاب (مانند ذره بین و چراغ قوه) ابزار و تجهیزات ایمنی: ماسک تنفسی، دستکش مناسب، لباس کار مناسب، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک مناسب، کمربند ایمنی، تجهیزات اطفای حریق.			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	آماده سازی تجهیزات و قطعات	۲	
۲	اعمال انگوب و لعاب	۲	
۳	کنترل عیوب	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ماسک تنفسی، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، عینک مناسب، تهویه، عایق صوتی، جداسازی زباله، مسئولیت پذیری سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله مدیریت مواد و تجهیزات سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات به طور ایمن و صحیح	۲	
میانگین نمرات			
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.			





پودمان ۵

تزئین



سرامیک یکی از قدیمی‌ترین صنایع، حاصل استفاده از چهار عنصر آب، خاک، باد و آتش است و در تمامی تمدن‌های شناخته‌شده جهان عرصه‌ای برای بروز خلاقیت هنری گروهی از صنعتگران و هنرمندان بوده است. در تزیینات سفال نشانه‌های معینی از زندگی اجتماعی و دوره زندگی و ویژگی‌های مادی و معنوی نمایانگر است و وسیله مناسبی برای شناسایی تمدن شهرها است، زیرا هر ملتی برای تزیین سفال‌ها و سرامیک‌های خویش نشانه، اشکال و تزیینات ویژه‌ای به کار می‌برده است. با انجام تزیین بر روی سفال و سرامیک ارزش فراورده از نظر زیبایی و کیفی افزایش می‌یابد.

واحد یادگیری ۵

شایستگی تزیین دستی و یادگیری مهارت آن

در این پودمان در مورد دلایل تزیین بدنه‌های سرامیکی توضیح داده شده است و هنرجویان مهارت روش‌های تزیین بدنه سرامیکی را پیش و پس از پخت فراخواهند گرفت.

استاندارد عملکرد

■ تزیین قطعات سرامیکی با توجه به طرح، شکل و کاربرد بدنه

به تصاویر زیر نگاه کنید، نتیجه‌گیری شما چیست؟



ب



الف

شکل ۱

در شکل (۱) کدام یک از بدنه‌های سرامیکی زیباتر است؟
 ارزش نهایی کدام فراورده بیشتر است؟
 کدام محصول سرامیکی مراحل تولید را کامل طی کرده است؟
 آیا می‌توان در تزیین، اهداف کاربردی داشت؟
 آیا استفاده از لعاب را می‌توان یکی از روش‌های تزیینی دانست؟
 تزیین سرامیک شامل عملیاتی است بر روی قطعه سرامیکی، جهت زیبایی قطعه و اهداف کاربردی در تمام مراحل گل پلاستیک، چرمینه، خشک، بیسکوئیت و لعاب‌دار انجام می‌شود.

هر کدام از بدنه‌های موجود در تصاویر زیر در چه مرحله‌ای از رطوبت گل تزیین می‌شوند؟

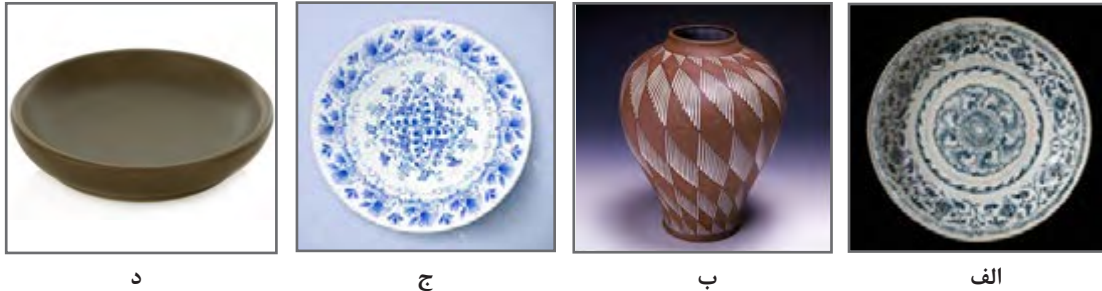


شکل ۲

سؤال



به تصاویر زیر توجه کنید و به سؤالات پاسخ دهید.



شکل ۳

- به نظر شما در کدام تصویر زیاده‌روی در تزیین مشاهده می‌شود؟
- در کدام تصویر، روش تزیین، متناسب با کاربرد فراورده است؟
- در کدام تصویر، تزیینی متناسب با فرهنگ و آداب و رسوم جامعه مشاهده می‌کنید؟
- در کدام تصویر علاوه بر تزیین خارجی قطعه، تزیین داخلی نیز دارای اهمیت است؟
- کدام تصویر نشان‌دهنده تزیینی مناسب با قطعات سرامیکی است؟

اصول تزیین

کاربرد اصول زیباشناختی هنری در ساخت فراورده موجب دل‌نشینی و چشم‌نوازی و در نتیجه ارزشمند شدن آن بدنه می‌شود. یکی از اصول زیباشناختی هنری حفظ اصالت ماده است که در مورد قطعات سرامیکی نیز این نکته باید رعایت شود. برای مثال کاربرد هر رنگی به جز رنگ‌های سرامیکی و ایجاد فرم‌های ویژه فلزی و چوبی به قطعات سرامیکی، ویژگی خاکی بودن قطعه را می‌پوشاند و از ارزش هنری آن می‌کاهد. در تزیین نباید زیاده‌روی شود تا از ارزش اصلی قطعه کاسته نشود. تزیین فراورده باید با توجه به ویژگی شکل آن انجام شود. ویژگی اصلی شکل قطعه عمودی، افقی یا خنثی بودن آن است.



ب) تزیین بدنه عمودی

الف) تزیین بدنه افقی

شکل ۴

برای تزیین بدنه‌های سرامیکی می‌توان از طرح‌های متضاد یا هماهنگ با جهت شکل قطعه استفاده کرد. در مورد قطعاتی مانند بشقاب و کاسه، که داخل ظرف نیز دیده می‌شود، باید به تزیین داخلی ظرف نیز توجه کرد.



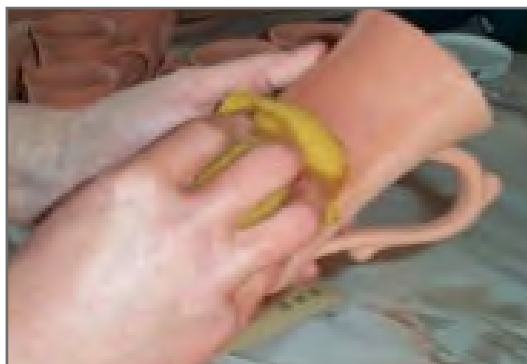
ب) کاسه بدون تزیین داخلی



الف) کاسه با تزیین داخلی

شکل ۵

آماده‌سازی بدنه برای تزیین



شکل ۶

پیش از تزیین، بدنه سرامیکی نیاز به آماده‌سازی دارد. آماده‌سازی بدنه سرامیکی شامل زدودن گردوغبار، چربی و دوغاب اضافی است.

در صورتی که استفاده از لعاب به‌عنوان روش تزیین بدنه سرامیکی انتخاب شود، بدنه پخته شده قبل از لعاب‌کاری باید عاری از هرگونه گردوغبار و اثر انگشت باشد. (شکل ۶)



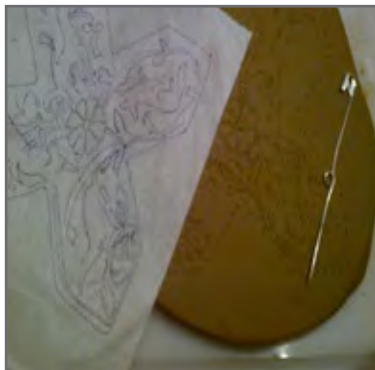
شکل ۷

گردو خاک بدنه با اسفنج مرطوب و یا پارچه قابل زدودن است. ظروف پخته شده روغنی باید به دقت با مواد پاک‌کننده شست‌وشو شده و قبل از استفاده کاملاً خشک شوند. در صورتی که بدنه دارای ناصافی است، ابتدا باید به کمک سنباده سطح بدنه صاف شود سپس تزیین را انجام داد.

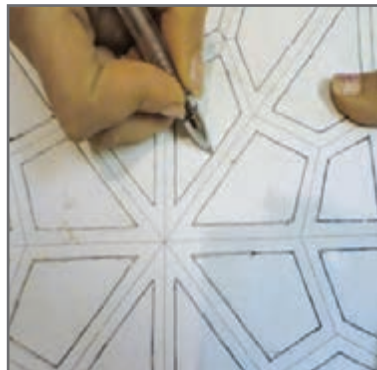
موم یا پارافین آب شده از جذب لعاب توسط قطعه سرامیکی جلوگیری می‌کند. با حرارت دادن بدنه در کوره تا دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس موم بخار و از روی بدنه زدوده می‌شود.



به تصاویر زیر نگاه کنید چه تفاوت هایی بین روش های انتقال طرح مشاهده می کنید؟



ب



الف



د



ج

شکل ۸

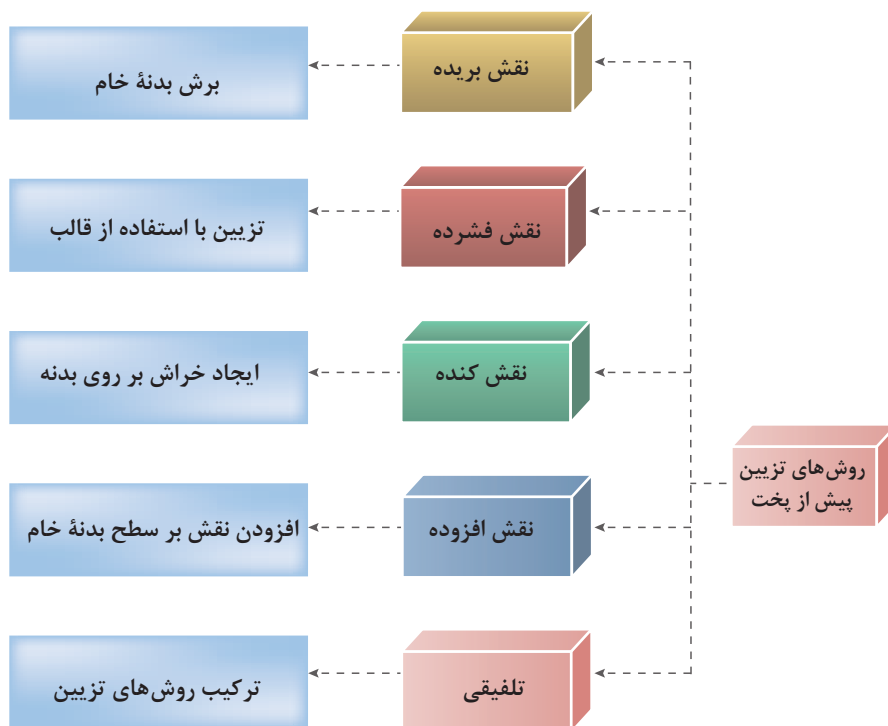
روش های انتقال طرح به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می شوند:

۱ در روش انتقال طرح مستقیم، طراحی به وسیله یک ابزار نوک تیز (بر روی بدنه خیس) و یا مداد یا خودکار (بر روی بدنه پخته شده) انجام می گیرد.

۲ در روش انتقال طرح غیرمستقیم ابتدا طرح بر روی کاغذ کشیده می شود، سپس به کمک خودکار یا ابزار نوک تیز بر روی بدنه انتقال داده می شود.

روش‌های تزیین پیش از پخت

چگونه یک بدنه سرامیکی را پیش از پخت می‌توان تزیین کرد؟ برای تزیین از چه روش‌هایی می‌توان استفاده کرد؟

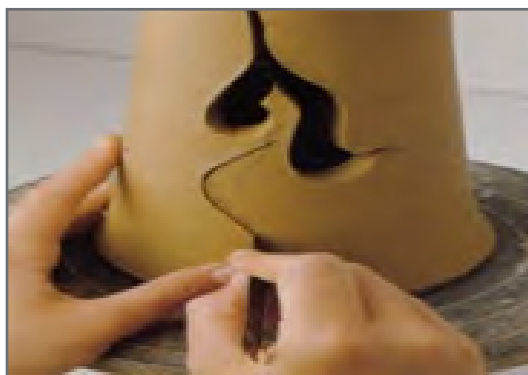


نمودار ۱

نقش بریده

در این روش پیش از خشک شدن بدنه (در حالت چرمینگی)، قسمتی از آن را مطابق با طرح و نقشه موردنظر به وسیله ابزار برنده و تیز از روی بدنه خام بریده و جدا می‌کنند که به آن نقش بریده یا مشبک گفته می‌شود.

نقش بر اثر برش بدنه خام به وجود می‌آید، طرح موردنظر را به روش مستقیم یا غیرمستقیم بر روی بدنه انتقال می‌دهیم. بدنه موردنظر برای اجرای تزیین باید به حالت چرمینه رسیده باشد و از استحکام و مقاومت مناسب برخوردار باشد، به گونه‌ای که بدنه به راحتی تغییر شکل ندهد و یا زیاد خشک نشده باشد که با بریدن طرح اطراف نقش ترک بخورد.



شکل ۹



ابزار در هنگام برش بدنه، ابزار باید به صورت مورّب حرکت کند. با این کار هم تکه بریده شده به راحتی از زمینه جدا می شود و هم امکان اصلاح نقش وجود دارد.

نکته



شکل ۱۰- ابزارهای برشی برای ایجاد نقش بریده

باید توجه داشت که اگر تکه های بریده دو نقش به هم نزدیک باشند، دیواره حایل بین آن دو استحکام چندانی نداشته و ممکن است بدنه به هنگام پرداخت، آسیب ببیند.

نکته



شکل ۱۱

پس از بریدن نقوش، آن ها با ابزار برش ظریف تر پرداخت می شوند و به تدریج قسمت مورّب و هلالی نقوش برداشته می شوند.

بعد از پرداخت نقوش، بدنه را با اسفنج مرطوب یکنواخت می کنند.

برای قسمت های ظریفی که از اسفنج نمی توان استفاده کرد، پرداخت بعد از خشک شدن بدنه با کاغذ سنباده انجام می شود.



کار عملی ۱: تزیین بدنه به روش نقش بریده

مواد و ابزار: ابزار برش، سنباده، صفحه گردان، اسفنج، ابزار سرسوزنی، ظرف آب، بدنه سفالی یا سرامیکی

شرح فعالیت: مراحل کار شامل موارد زیر است:

- انتقال طرح؛
- برش خطوط محیطی به صورت مورّب؛
- پرداخت کردن نقوش بریده شده با ابزار تراش ظریف تر؛
- یکنواخت کردن بدنه با اسفنج مرطوب؛
- پس از انتقال طرح با استفاده از ابزار برش، خطوط محیطی نقش موردنظر را با دقت و به صورت مورّب بریده و از بدنه جدا می کنند.



در هنگام استفاده از ابزار برش مراقب دستان خود باشید.

نکته



روش نقش فشردن

در این شیوه با فشردن بدنه گلی (پیش از خشک شدن) در قالب، مهر یا اشیایی مشابه نقش روی بدنه ساخته شده ایجاد می شود.



شکل ۱۳- فشار دادن مقداری گل درون قالب



شکل ۱۲- تراشیدن طرح بر روی قالب گچی



شکل ۱۵- ایجاد طرح با استفاده از مهر



شکل ۱۴- پرداخت بدنه پس از قرار دادن طرح



شکل ۱۷- گلنک های طرح دار



شکل ۱۶- انواع وسایل و ابزار مورد استفاده جهت ایجاد طرح



قالب فلزی

قالب‌ها در گذشته از جنس سفال، سنگ و چوب ساخته می‌شدند، ولی امروزه شکل گچی آن رواج بیشتری دارد.



قالب چوبی



قالب سنگی

شکل ۱۸- انواع قالب



شکل ۱۹- نمونه‌هایی با تزئین نقش فشرده



کار عملی ۲: تزیین بدنه به روش قالبی یا مهری

مواد و ابزار: قالب، مهر، چاقو، اسفنج، ظرف آب، بدنهٔ سرامیکی

شرح فعالیت: بدنه سفالی را انتخاب کنید و آن را با استفاده از مهرهای ساخته شده و یا قالبهای موجود تزیین کنید.

نکته



هنگام فشردن مهر بر روی بدنه مراقب باشید فشار بیش از اندازه باعث فرورفتن بدنه و از بین رفتن آن نشود.
هنگام استفاده از ابزار تیز مراقب دست و چشمان خود باشید.

نقش کنده



به تصاویر زیر دقت کنید و به سؤالات پاسخ دهید.
در کدام تصویر در هنگام تزیین بدنه نیاز به مراقبت بیشتری دارد؟
برای اجرای روش تزیین نقش کنده، بدنه از نظر رطوبت باید چگونه باشد؟



ب



الف

شکل ۲۰

کندن نقش با ابزار بردارنده به صورت لایه‌ای و یا ایجاد خراش روی بدنهٔ خام را نقش کنده می‌گویند.



کار عملی ۳: تزیین بدنه به روش نقش‌کنده

مواد و ابزار: ابزار سرسوزنی، ابزار بردارنده، ابزار برش، اسفنج، پایه‌گردان، مداد، کاغذ پوستی
شرح فعالیت: دو بدنه همانند تصویر زیر تهیه و بدنه اول را مطابق تصویر (الف) به روش خراش و بدنه دوم را مطابق تصویر (ب) به روش مشبک تزیین کنید.



ب



الف

هنگام استفاده از ابزار برنده و نوک‌تیز مراقب دستان و چشم‌های خود باشید.

نکته



نقش افزوده

افزودن قطعه‌ای گل مطابق طرح موردنظر بر روی بدنه خام (پیش از خشک شدن) نقش افزوده یا برجسته‌کاری نامیده می‌شود.
 نقوش برجسته ممکن است به صورت قالبی یا به صورت فتیله یا گلوله از لوح گلی بریده و سپس بر روی بدنه چسبانده شوند.



شکل ۲۱- انواع بدنه‌های سرامیکی با تزیین نقش افزوده

این روش با افزودن گل بر روی نقش موجود بر بدنه خام نیز ایجاد می‌شود. (شکل ۲۲)



شکل ۲۲

کار عملی ۴: تزیین بدنه به روش نقش افزوده

مواد و ابزار: ابزار افزایشده، چاقو، طرح موردنظر، پایه گردان، ظرف آب، ابزار انتقال طرح (مداد، ابزار سرسوزنی)

شرح فعالیت: بدنه‌ای را مطابق روش‌های شکل‌دهی که در پودمان دوم آموزش دیدید، تهیه کنید و سپس طرح را بر روی بدنه انتقال دهید و سپس بدنه را با افزودن گل به طرح تزیین کنید.



فعالیت کارگاهی





هنگام استفاده از ابزار نوک تیز و برنده مراقب دستان و چشمان خود باشید.

ترکیب روش های تزیینی

بسیاری از روش های تزیینی می توانند با هم بر روی یک بدنه خام اجرا شوند که به آن روش تزیین تلفیقی گفته می شود.

برای مثال می توان نقوشی را از یک بدنه خام بریده و روی قسمت های دیگر بدنه قرار داد و روی آنها را به صورت نقوش سطحی، کنده کاری کرد.

ابزار و وسایل مورد نیاز در این روش همانند ابزار و وسایلی است که در روش های تزیین بدنه پیش از پخت استفاده می شود.

کار عملی ۵: ترکیب روش های تزیینی

مواد و ابزار: ابزار نوک تیز، چاقو، ابزار انتقال طرح، ابزار برش، طرح، پایه گردان، بدنه سفالی، مهر یا قالب، گل

شرح فعالیت: یک بدنه سفالی را با ترکیب دو روش نقش افزوده و نقش بریده تزیین کنید.



هنگام استفاده از ابزار برنده و نوک تیز مراقب چشم و دستانتان باشید.

تزئین بدنه پس از پخت

ایجاد رنگ در فراورده‌ها رایج‌ترین روش تزئین بوده و شاید بتوان گفت تاکنون تزئین به وسیله رنگ زیباترین نتایج را به همراه داشته است.



شکل ۲۳- تزئین با رنگ

تزیین با لعاب



یکی از موارد استفاده از لعاب‌ها، تزیین بدنه است که به منظور زیباتر کردن و ایجاد تنوع در محصولات سرامیکی انجام می‌گیرد. کاربرد لعاب در زیبایی بخشیدن به قطعه سفالی به دو صورت است:

۱ روش نقاشی

۲ روش لعاب‌کاری

روش نقاشی با لعاب بر روی قطعات سرامیکی به دو صورت زیرلعابی و رولعابی انجام می‌شود.

نقاشی رو لعابی

این روش نقاشی به این صورت است که بدنه را پس از پوشاندن با لعاب کدر سفید یا رنگی (اپک)، نقاشی می‌کنند.

این کار به دو صورت انجام می‌شود:

نقاشی روی لعاب خام و نقاشی روی لعاب پخته شده.



ب) نقاشی بر روی لعاب پخته شده



الف) نقاشی بر روی لعاب خام

شکل ۲۴- انواع نقاشی رولعابی

نکته



رنگ‌های رولعابی باید با ذوب شدن در داخل لعاب زمینه نفوذ کنند تا پس از پخت پوسته نشود.

سؤال



رنگ‌های رولعابی در چه اتمسفری از کوره باید پخت شوند؟

فعالیت کارگاهی



کار عملی ۶: تزیین بدنه به روش رولعابی

مواد و ابزار: لعاب کدر، بشقاب سفالی، قلم مو، رنگ‌های رولعابی، اسفنج، ظرف آب، کتیرا.
شرح فعالیت: مطابق تصویر داده شده بشقابی را از قبل تهیه و سپس با اسفنج مرطوب تمیز کنید تا گردوخاک موجود از روی بدنه زدوده شود. سپس ظرف را با لعاب کدر بپوشاند و بعد از تهیه رنگ‌های رولعابی، طراحی را بر روی بدنه انجام دهید و آن را با استفاده از رنگ‌های رولعابی نقاشی کنید.



شکل ۲۵

مراحل نقاشی زیرلغابی



۳



۲



۱

شکل ۲۶

ساخت رنگ‌های زیرلغابی: این رنگ‌ها حاوی رنگ‌های سرامیکی (جوهر یا استین)، ۵ درصد لعاب و ۵ درصد گل بدنه است.



۳



۲



۱

شکل ۲۷

افزودن مواد روان کننده به رنگ‌های زیرلغابی: برای روان شدن رنگ‌های زیرلغابی بهتر است آنها را با ماده روان کننده مانند کتیرا، ضدیخ، گلیسیرین و چسب کاغذ دیواری مخلوط کرد.



۳



۲



۱

شکل ۲۸

پخت قطعه نقاشی شده تا دمای قرمز: پیش از زدن لعاب قطعه نقاشی شده را به روش زیرلعابی حرارت می دهند تا مواد روان کننده آنها تجزیه شود (۶۰۰ درجه سلسیوس).

در صورتی که بدنه ای که با رنگ های زیرلعابی نقاشی شده است تا دمای قرمز حرارت داده نشود چه مشکلاتی ممکن است در لعاب ایجاد شود؟

تحقیق کنید



آخرین مرحله پوشاندن قطعه پس از نقاشی با لعاب شفاف است.

هنگام نقاشی از قرار دادن چند لایه لعاب به وسیله قلم مو خودداری کنید. از کشیدن قلم مو هنگام نقاشی پرهیز کنید. همچنین در صورت عدم روان بودن قلم مو هنگام نقاشی مقداری کتیرا به رنگ های رولعابی بیافزایید.

نکته



کار عملی ۷: تزئین بدنه به روش زیرلعابی

مواد و ابزار: بدنه سفالی، رنگ های زیرلعابی، لعاب شفاف (ترانس)، قلم مو، مواد روان کننده مانند کتیرا، اسفنج، ظرف آب.

شرح فعالیت: بدنه ای سفالی تهیه کنید و پس از سنباده زدن و تمیز کردن بدنه با اسفنج مرطوب، طراحی را به روش مستقیم یا غیرمستقیم انجام دهید و سپس آن را با استفاده از لعاب های زیرلعابی نقاشی کنید. سپس بدنه را تا دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس حرارت دهید تا مواد روان کننده ای که به رنگ های زیرلعابی اضافه شده خارج شوند و کاملاً بسوزند. سپس بدنه را با لعاب شفاف پوشش دهید.

فعالیت کارگاهی



لعب زنی

در پودمان قبل با روش‌های معمول لعب‌زنی آشنا شده‌اید؛ هریک از این روش‌های لعب‌زنی را می‌توان به عنوان روش تزیین بدنه نیز به کار برد.

روش لعب‌کاری را در هر یک از تصاویر زیر مشخص کنید.



شکل ۲۹

فعالیت کلاسی



قطره چکان



سرنگ



پوآر



اسفنج

شکل ۳۰

سایر روش‌هایی که به زیبایی قطعه می‌افزایند شامل موارد زیر است:

۱. لعب را می‌توان با استفاده از ابزارهایی مانند پوار، سرنگ، قلم‌مو، قاشق، قطره‌چکان، مسواک، قلم‌مو و فوتک، اسفنج، لاستیک و انواع وسایل بافت‌دار (مهرزنی) بر روی قطعه به کار برد و انواع طرح‌های زیبا و شگفت‌انگیزی را به وجود آورد.

۲ پیش از لعاب کاری می‌توان بخش‌هایی از قطعه را به پارافین، موم و روغن آغشته کرد تا لعاب را به خود نگیرد. موم را باید به مایع تبدیل کرد و انواع طرح‌ها را طبق ذوق و سلیقه با قلم‌موهای متفاوت بر روی قطعه پیاده کرد. از مدادهای شمعی یا روغنی نیز می‌توان استفاده کرد. بخش‌های لعاب نخورده را می‌توان پس از یک بار پختِ لعاب مجدداً لعاب زد و حرارت داد. (شکل ۳۱)



شکل ۳۱- پارافین

۳ روش دیگر استفاده از لعاب جهت تزیین این است که طرح‌های کاغذی یا شابلون بر روی قطعه قرار داده شود و سپس لعاب کاری انجام شود. بهترین روش لعاب‌زنی برای تزیین با استفاده از پیستوله، مسواک و فوتک است. بخش‌های لعاب نخورده را می‌توان به روش‌های گوناگون لعاب‌زنی کرد. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲

۴ یکی دیگر از روش‌های تزئینی با استفاده از لعاب، ریختن نامنظم لعاب بر روی قطعه در حالت افقی، عمودی یا مایل است. بخش‌های بدون لعاب را می‌توان در تضاد با بخش‌های لعاب‌خورده قرار داد، به این ترتیب که لعاب به همان صورت باقی بماند و یا از لعاب با رنگ دیگر استفاده می‌شود. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳

۵ چاپ استنسیل روش دیگری از کاربرد لعاب است که به صورت موم اندود کردن یا طراحی روی تور، چسباندن آن بر روی قطعه و سپس لعاب افشانی انجام می‌شود. برای این کار از کاغذ استنسیل یا رومیزی پلاستیکی نیز می‌توان استفاده کرد. در این حالت بخش‌های لعاب نخورده در تضاد با سایر بخش‌ها است و طرح‌های زیبایی ایجاد می‌شود. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴- لعاب‌زنی با روش چاپ استنسیل

موم و لعاب

یکی دیگر از روش‌هایی که با استفاده از لعاب می‌توان بدنه را تزیین کرد آن است که پیش از لعاب‌کاری بخش‌هایی از قطعه را آغشته به موادی کرد که مانع لعاب‌گرفتگی بدنه سرامیکی شود. پس از یک‌بار پخت لعاب می‌توان بخش‌های لعاب نخورده را لعاب زد و دوباره حرارت داد.

فعالیت کارگاهی



کار عملی ۸: تزیین با استفاده از موم و لعاب

مواد و ابزار: موم، قلم‌مو، بدنه سفالی، لعاب، پایه‌گردان.

شرح فعالیت: بدنه‌ای سفالی تهیه کرده و طرح موردنظر را بر روی آن اجرا کنید. سپس قسمتی از طرح را با توجه به ذوق و سلیقه خود با استفاده از قلم‌مو موم‌اندود کنید و بعد بدنه را لعاب بزنید. بدنه را پس از پخت، از کوره خارج و قسمت‌هایی را که لعاب ندارد، لعاب بزنید و پخت کنید.



ارزشیابی شایستگی تزیین

شرح کار: - آماده‌سازی بدنه، آماده‌سازی ابزار و مواد موردنیاز؛ - انتخاب روش تزیین مطلوب و انجام صحیح انتقال طرح و تزیین؛ - تزیین قطعه براساس طرح و مدل مورد نیاز؛ - پرداخت نهایی قطعه			
استاندارد عملکرد: تزیین قطعات سرامیکی براساس طرح، شکل و کاربرد بدنه.			
شاخص‌ها: - تمیز بودن قطعه از نظر گردوغبار و چربی؛ - انتخاب طرح تزیینی مناسب؛ - تزیین قطعه - قطعه تزیین شده عاری از عیوب چشمی			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، ابزار و وسایل پرداخت و تمیزکاری، انواع طرح و شابلون، ابزار تراش و برش، انواع لعاب، بدنه سرامیکی، ظرف آب ابزار و تجهیزات: پایه گردان، ابزار و وسایل تمیزکاری و پرداخت، ابزار تراش و برش، مواد سرامیکی و غیرسرامیکی، شابلون، طرح و مدل			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	آماده‌سازی بدنه	۱	
۲	انتخاب روش تزیین	۲	
۳	تزیین قطعه	۲	
۴	کنترل نهایی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری، سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، مدیریت مواد تجهیزات سطح استفاده از مواد و تجهیزات با روش های ایمن و صحیح،	۲	
میانگین نمرات			

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

منابع و مآخذ

- ۱ برنامه درسی درس تولید سرامیک به روش دستی رشته سرامیک، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ۱۳۹۳.
- ۲ ابراهیمی، مریم، شروه، عربعلی، لعاب و مواد در سرامیک، چاپ دوم، تهران، رهام، ۱۳۸۰.
- ۳ قره‌داغی قرقشه، مرضیه، مبانی و مقدمات سفالگری، چاپ دوم، تهران، رهام، ۱۳۸۱.
- ۴ رستم‌خانی، محمد، آماده‌سازی مواد اولیه سرامیکی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۳.
- ۵ خواکیم، مانوئل خاواریا کلمنت، ترجمه سنبل نفریه، فنون لعاب‌کاری، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۹.
- ۶ رحیمی، افسون، تکنولوژی سرامیک‌های ظریف، چاپ دوم، شرکت سهامی انتشار متین، مهران، ۱۳۸۲.



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



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی