

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تولید سرامیک به روش دستی

رشته سرامیک

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



تولید سرمایه‌یک به روش دستی - ۲۱۰۵۰۹

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

غلامرضا امامی میبیدی، هادی برزگر بفرویی، حمید تقی پور ارمکی، حسن خوشبخت، ندی دیده‌ور، محمود

سالاریه، ناصر ضیایان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

هادی برزگر بفرویی، حسن خوشبخت، ندی دیده‌ور و محمود سالاریه (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح بونیفورم) - سیدعلی موسوی (نگاشتارگر [طراح گرافیک]، طراح جلد) -

سونیا مهاجر (صفحه‌آرا) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه رتیسیان فیروزآباد (رسام) - ابوالفضل بهرامی، نسرن اصغری، سحر طریقی (عکاس)

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

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۹۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

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

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

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ دوم ۱۳۹۶

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

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

شابک ۰ - ۲۶۳۳ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ ISBN 978 - 964 - 05 - 2633-0



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 نکنید. این عبادت است.
امام خمینی (قُدَسَ سِرُّهُ الشَّرِيف)

سخنی با هنرجویان عزیز

۷	فصل ۱: آماده‌سازی مواد اولیه
۳۳	فصل ۲: شکل‌دهی دستی
۵۵	فصل ۳: پرداخت
۷۳	فصل ۴: لعاب‌زنی
۱۰۷	فصل ۵: تزیین
۱۳۱	منابع و مآخذ

سخنی با هنرجویان عزیز

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

براساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه‌درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته فناوری سرامیک تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش‌رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا بگیرید.

کتاب درسی تولید سرامیک به روش دستی شامل پنج فصل است و هر فصل دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی، شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار بگیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب، اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



فصل 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 به عنوان مثال انواع چینی‌ها، کاشی‌ها، شیشه‌های مختلف و انواع دیرگدازها جزء مواد سرامیکی محسوب می‌شوند.

واحد یادگیری ۱

شایستگی مفهوم آماده سازی 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. یکی از مواد اولیه پرکاربرد در تولید محصولات سرامیکی، خاک رس می‌باشد که در انواع مختلف وجود دارد. با افزودن آب به خاک رس، شکل‌پذیری بسیار خوبی پیدا می‌کند که می‌توان از آن برای تولید سرامیک‌های سنتی همانند کاشی، آجرهای ساختمانی و ظروف چینی استفاده کرد. در این واحد یادگیری، با انواع مختلف، ویژگی‌ها و روش‌های آماده‌سازی خاک رس برای شکل‌دهی بدنه سرامیکی آشنا خواهید شد.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان، انواع رس‌ها و ویژگی آنها را فراخواهند گرفت. همچنین قادر به آماده‌سازی مواد اولیه رسی برای شکل‌دهی دستی فرآورده‌های سرامیکی خواهند بود.

انواع مواد

به‌طور کلی مواد را در سه گروه اصلی شامل؛ فلزات، سرامیک‌ها و پلیمرها دسته‌بندی می‌کنند. علاوه بر اینها مواد دیگری نیز با ترکیب شدن مواد مختلف ایجاد می‌شود که کامپوزیت نام دارد، که گروه چهارم را تشکیل می‌دهد. در جدول (۱) انواع مواد به همراه ویژگی‌ها و کاربرد آنها شرح داده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی 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 شکل‌پذیری خوب قابلیت ریخته‌گری و ماشین‌کاری	
دوم	سرامیک			
	سیلیس آلومینا اکسید آهن اورانیوم	شیشه ضد گلوله شمع خودرو آهنربای سرامیکی سرامیک‌های هسته‌ای	شفافیت نوری، مقاومت در برابر ضربه عایق الکتریکی خواص مغناطیسی مقاومت در برابر اشعه	
سوم	پلیمر (پسپار)			
	پلی اورتان پلی اتیلن پت	مواد بسته‌بندی غذا بطری آب	شکل‌پذیری بالا، لایه مقاوم هوا سبک بودن و انعطاف‌پذیری	
چهارم	کامپوزیت			
	پلیمر - رس شیشه - اپوکسی	سپر خودرو فایبرگلاس	مقاومت به ضربه، انعطاف‌پذیری نسبت استحکام به وزن بالا	

فلز

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



شکل ۱- سازه فلزی برج میلاد

سرامیک

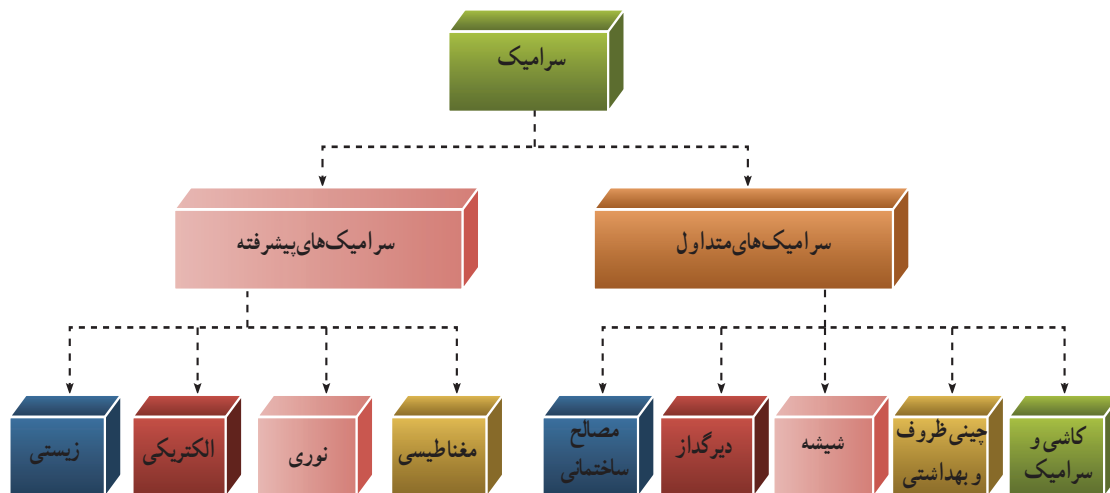
سرامیک‌ها را می‌توان به‌عنوان مواد غیر آلی غیرفلزی تعریف کرد. دُرّ نجف و الماس مثالی از سرامیک‌هایی هستند که به‌طور طبیعی پدید می‌آیند. در حالی که سرامیک‌های پیشرفته توسط پالایش سرامیک‌های طبیعی پدید می‌آیند. سرامیک‌های پیشرفته به‌عنوان زیرلایه در تراشه‌های رایانه‌های خانگی، نسوزها، خازن‌ها، ارتباطات 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 می‌باشند و در مقابل ضربه مقاومت پایینی دارند. سرامیک‌ها دارای استحکام ویژه‌ای در مقابل نیروی فشاری هستند. 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 کنند.



شکل ۲- انواع محصولات سرامیکی

دسته‌بندی سرامیک‌ها

سرامیک‌ها بر اساس خواص، ساختار و کاربرد دسته‌بندی می‌شوند. شکل زیر دسته‌بندی انواع سرامیک‌ها از لحاظ کاربرد را نشان می‌دهد.



شکل ۳- دسته‌بندی سرامیک‌ها از لحاظ کاربرد

هریک از این سرامیک‌ها، کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون نظیر الکترونیک، هوافضا، خودرو، نفت و پتروشیمی و مخابرات دارند. به‌عنوان مثال سرامیک‌های پیشرفته نظیر لنت ترمز دارای مقاومت به سایش بالا هستند و نازل موشک از جمله سرامیک‌های با خواص دیرگدازی بالا است که در شکل ۴ نشان داده شده است.



ب) لنت ترمز



الف) نازل موشک

شکل ۴- کاربرد سرامیک در نازل موشک و لنت ترمز



جمع آوری اطلاعات: جدول زیر انواع مختلف سرامیک‌ها را نشان می‌دهد که براساس کاربرد دسته‌بندی شده‌اند، به کمک منابع (کتابخانه و سایت‌های اینترنتی معتبر) اطلاعات خواسته شده در جدول ۱ را تکمیل کنید.

جدول ۲- کلید واژه‌ها برای جست‌وجو در اینترنت

کلید واژه به فارسی	کلید واژه به لاتین	کلید واژه به فارسی	کلید واژه به لاتین	کلید واژه به فارسی	کلید واژه به لاتین
شیشه	Glass	سیمان	Cement	سرامیک	Ceramic
محصولات رسی	Clay Productions	ساینده	Abrasive	خاک رس	Clay
دیوگداز	Refractory	سفال	Potter	مواد سرامیکی	Ceramic Materials
لعاب	Glaze	سفال‌گری	Pottery	سرامیک‌های پیشرفته	Advanced Ceramics

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

پلیمر

پلیمرها جزء مواد آلی می‌باشند. این مواد عایق الکتریکی و حرارتی خوبی هستند، اگرچه در برخی از این مواد استثنا نیز وجود دارد و خواص دیگری دارند، به‌عنوان مثال پلیمرهای نیمه‌هادی که رسانایی محدودی دارند. به‌طورکلی مهم‌ترین خواص پلیمرها شامل موارد زیر می‌باشند:

- 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 می‌شوند.



شکل ۵- کاربردهای مختلف مواد پلیمری

کامپوزیت

گل در برابر ترک می‌شود یا در کامپوزیت بتن آرمه، میلگردها که یک فلز می‌باشند وظیفه تحمل بار در زمینه بتن را دارند.

با استفاده از مواد کامپوزیتی می‌توان 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 می‌باشند.

ایده اصلی در تولید و توسعه مواد کامپوزیتی، از ترکیب خواص مواد مختلف شکل گرفته است. این مواد از دو یا چند ماده تشکیل می‌شوند و تولید خواص جدیدی می‌کنند که به تنهایی در مواد یافت نمی‌شود. گاه - گل و بتن مثال‌های معمول از مواد کامپوزیتی می‌باشند. گاه را به صورت رشته‌ای در زمینه گل توزیع می‌کنند تا کامپوزیت گاه - گل تولید شود. هر یک از این مواد نقش خاص خود را دارا می‌باشند، در این کامپوزیت گاه موجب افزایش استحکام و مقاومت

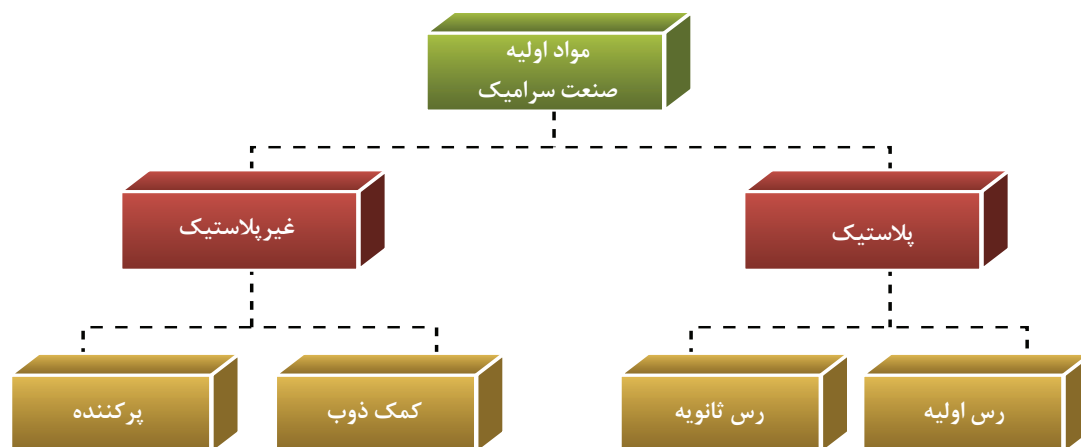


شکل ۶- کاربرد کامپوزیت در بدنه بالگرد

مواد اولیه

شده است. برای تولید محصولات سرامیکی به روش دستی خاک رس به تنهایی یا مخلوطی از خاک رس با سایر مواد اولیه نظیر سیلیس، فلدسپات که نقش بهبوددهنده خواص ترکیب بدنه را دارند به کار می‌رود.

گام اول در تولید محصولات سرامیکی آشنایی و انتخاب مواد اولیه و سپس آماده‌سازی آن می‌باشد. در شکل ۷ مواد اولیه صنعت سرامیک از لحاظ ویژگی شکل پذیری (پلاستیک و غیرپلاستیک) نشان داده



شکل ۷- مواد اولیه صنعت سرامیک

۳- انواع رس‌ها

که عمده‌ترین کانی آن کائولینیت است. خاک کائولن استخراج شده از معدن علاوه بر کانی کائولینیت دارای کانی‌های دیگری نیز هستند 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 «کائولن شویی» انجام می‌شود. در شکل ۸ معدن کائولن نشان داده شده است.

انواع مختلفی از خاک رس در طبیعت وجود دارد که براساس نحوه پیدایش و چگونگی تشکیل به دو دسته 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

بررسی کنید که فرایند کائولن شویی چگونه انجام می‌شود.



تحقیق کنید



شکل ۸ - معدن کائولن

آیامی‌دانید:

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 به‌عنوان پلاستیک‌ترین نوع کائولن جهان مشهور است. در کشور ما معدن کائولن در شهرهایی نظیر کوشک نصرت، زنوز و گناباد وجود دارد.



شکل ۹- کلوخه‌های کائولن

۱- China Clay

۲- Kaolin

۳- Zet litz

عمده‌ترین ویژگی خاک کائولن که آن را از دیگر رس‌ها متمایز می‌کند خلوص بسیار زیاد آن است. به همین دلیل بدنه‌های تولید شده از این خاک‌ها پس از پخت دارای رنگ سفید بوده و در صورتی که بسیار خالص باشند دارای دمای پخت بالایی نیز هستند.

سهولت در شکل‌پذیری، رنگ سفید پس از پخت و دمای پخت بالای کائولن‌ها باعث شده که این خاک‌ها به‌عنوان خالص‌ترین نوع رس‌ها در ساخت فرآورده‌های کاملاً سفید و نیمه‌شفاف نظیر چینی مظروف کاربرد وسیعی داشته باشند.

ناخالصی چه تأثیری بر شکل‌پذیری (پلاستیسیته) کائولن دارد؟



فکر کنید

۲- رس‌های ثانویه: هنگامی که رس‌ها توسط عوامل طبیعی نظیر باد یا سیلاب‌ها پس از پیدایش به‌محل دیگری حمل شده و در آنجا انباشته شوند، رس‌های رسوبی یا رس‌های ثانویه به وجود می‌آید. رس‌های رسوبی به‌جهت جابه‌جایی از محل اولیه و انتقال آنها توسط سیلاب به‌طور عمده در مقایسه با خاک‌های کائولن دانه‌بندی ریزتر و شکل‌پذیری بهتری دارند.



شکل ۱۰- کلوخه‌های بال کلی

رس‌های ثانویه هنگام انتقال و جابه‌جایی توسط سیلاب‌ها از زمین‌های با ناخالصی‌های متنوع مانند گچ و نمک عبور کرده و در محل انباشت همراه با شاخ و برگ درختان و گیاهان و انواع جانوران ریز هستند. در نتیجه دارای ناخالصی زیادی بوده که باعث رنگ تیره این خاک می‌شود. اکثر رس‌ها به استثنای کائولن جزء رس‌های ثانویه می‌باشند. عمده‌ترین رس‌های ثانویه شامل موارد زیر می‌شود:

- بال کلی
- رس قرمز
- رس نسوز
- بنتونیت

۱-۲- بال کلی: بال کلی به‌دلیل ریزدانه بودن، درصد بالای کانی‌های رسی و وجود مقادیر زیادی مواد آلی شکل‌پذیری بالایی دارد و به همین سبب همواره درصدی از این خاک در بدنه‌های سرامیکی وجود دارد. بال کلی یکی از پرمصرف‌ترین رس‌های ثانویه در صنعت سرامیک است. مهم‌ترین معادن بال کلی ایران در آباد (استان فارس)، طبس (استان خراسان جنوبی)، هامانه (استان کرمان) و ساوه (استان مرکزی) است.

بال کلی در ساخت کدامیک از فرآورده‌های سرامیکی کاربرد دارد؟ چرا؟



تحقیق کنید

۲-۲- رس قرمز: در صورتی که فرسایش و خردایش رس زیاد باشد به مواد دانه ریزتر از بال کلی تبدیل می‌شود که به رس قرمز معروف است. همچنین رس قرمز به دلیل هوازدگی سنگ مادر دارای ترکیبات آهنی بسیار بالایی است. فرسایش بیشتر این خاک‌ها باعث شده است که دارای دانه‌بندی ریزتر و ناخالصی

بیشتری باشد که منجر به شکل‌پذیری بالاتر این رس‌ها شده است. سهولت شکل‌پذیری و درعین حال چسبندگی مناسب این رس سبب شده بود که انسان‌های نخستین از این نوع خاک برای ساخت اشیای مورد نظر بیشتر استفاده کنند.



شکل ۱۱- رس قرمز

۲-۳- رس نسوز: این رس‌ها دارای درصد بالایی از آلومین و درصد کمی از ناخالصی آهن است و دیرگدازی بالایی دارد. همچنین این رس‌ها شکل‌پذیری بالایی نداشته، اما با خردایش و ریز کردن ذرات تا حدودی شکل‌پذیری در آنها به وجود می‌آید.

۲-۴- بنتونیت: این رس‌ها از تجزیه خاکستر آتشفشان‌ها حاصل می‌شوند و تمایل به جذب آب زیاد دارند و پس از جذب آب چهار تا پنج برابر اندازه معمولی افزایش حجم می‌یابند. این خاک نقطه ذوب پایینی دارد و محصول پس از پخت این خاک تیره رنگ است.



شکل ۱۲- خاک بنتونیت

دیرگدازی کم این رس نسبت به سایر رس‌ها 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 دوغاب‌های سرامیکی کاربرد دارد.

با توجه به ویژگی رس‌ها جدول صفحه بعد را کامل کنید.



رس های ثانویه	رس های اولیه	نوع خاک
		ویژگی

مواد پلاستیک

رس ها بدون شک یکی از قدیمی‌ترین مواد اولیه در تولید فرآورده‌های سرامیکی می‌باشند. همان‌طور که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، رس ها پس از مخلوط شدن با آب، به یک توده چسبنده و شکل پذیر (گل) تبدیل می‌شوند که پس از خشک شدن، سخت شده و دارای استحکام مناسبی هستند.



۳- پس از خشک شدن

۲- اختلاط با آب

۱- رس در طبیعت

شکل ۱۳- مراحل تولید قطعه رسی

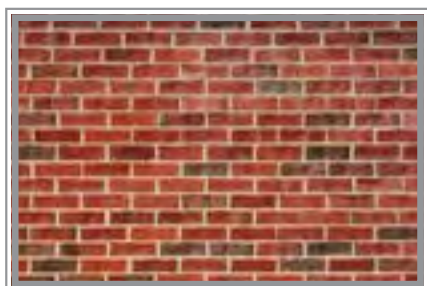
خاک رس در حالت خالص دارای کانی کائولینیت با فرمول شیمیایی $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ است و مقدار این کانی در خاک رس مبنای طبقه‌بندی رس ها قرار می‌گیرد. کشور عزیزمان ایران غنی از منابع معدنی است. در شکل ۱۴ برخی از معادن خاک رس ایران بر روی نقشه مشخص شده است.

سهولت شکل پذیری بدنه‌های سرامیکی به دلیل وجود مواد پلاستیک در آنها است. رس ها عمده‌ترین مواد پلاستیک طبیعی در صنعت سرامیک هستند. گل تهیه شده از خاک رس مقاومت چندانی در برابر اعمال نیرو از خود نشان نمی‌دهد و پس از حذف نیرو نیز به همان شکل باقی می‌ماند.

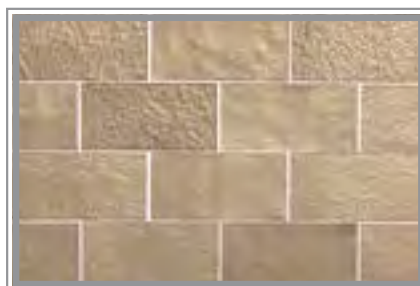


شکل ۱۴- معادن رس ایران

رس‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع متعدد دارند. در شکل ۱۵ برخی از محصولات سرامیکی بر پایه رس‌ها نشان داده شده است.



آجر



کاشی



فراورده‌های بهداشتی



چینی ظروف

شکل ۱۵ - کاربردهای رس در صنعت سرامیک

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

۱- ویژگی‌های خاک رس

۱- اندازه و شکل ذرات خاک رس: اغلب رس‌ها ذرات ریزی دارند که قطر آنها کمتر از یک میکرون ($\frac{1}{1000}$ میلی‌متر) و شکل ذرات آنها شش وجهی ورقه‌ای می‌باشد. در شکل ۱۶ 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.



شکل ۱۶ - تصویر میکروسکوپی ذرات رس

۲- چسبندگی و شکل پذیری گل رس (پلاستیسیته): به‌طور کلی اصطلاح «رس» در مورد کلیه خاک‌هایی به کار می‌رود که دارای خاصیت شکل‌پذیری (پلاستیسیته) هستند. گلی که از مخلوط خاک رس و مقدار معینی آب به دست می‌آید قابلیت آن را دارد که با فشار به هر شکل مورد نظر درآید و پس از حذف فشار شکل خود را حفظ کند؛ این ویژگی را شکل‌پذیری می‌نامند. این خاصیت باعث شده که رس‌ها قابلیت آن را داشته باشند که به هر شکلی درآورده شوند. برای ایجاد شکل‌های مختلف در بین مواد معدنی طبیعی، گل رس ماده‌ای است که دارای خاصیت شکل‌پذیری مناسبی است.



به نظر شما کدام یک از تصاویر زیر نشان‌دهنده شکل‌پذیری مناسب است؟



(ب)



(الف)

شکل ۱۷

از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شکل‌پذیری رس‌ها عبارت‌اند از:

- اندازه ذرات
- میزان جذب آب
- میزان ناخالصی‌های موجود در رس
- وجود کربن و مواد آلی نظیر صمغ عربی باعث افزایش چسبندگی و شکل‌پذیری گل می‌شود. مواد آلی همچون چسب ذرات گل را به هم متصل می‌سازند. وجود مواد آلی زیاد در گل موجب چسبندگی بیش از حد آن می‌شود و کار با گل را مشکل می‌سازد، همچنین هنگام خشک شدن گل باعث افزایش حجم بیش از حد و ترک‌خوردگی می‌شود.

۳- دمای پخت گل رس: دمای پخت رس‌ها براساس اندازه ذرات و ناخالصی‌های موجود بالاتر از ۹۰۰ درجه سلسیوس است.

گل رس پس از پخت سخت و محکم، معمولاً نخودی رنگ (به عوامل مختلفی وابسته است)، متخلخل و قابلیت جذب آب دارد و همچنین انقباض و کاهش حجم پیدا می‌کند.

۲- شناسایی خاک رس

پی برد که بافت آن نرم یا زیر است و اینکه مقدار ماسه آن زیاد یا کم است. برخی از آزمایش‌هایی که بر روی خاک رس انجام می‌شود شامل موارد زیر است:

به‌منظور شناخت خواص اصلی خاک‌ها، پس از استخراج از معدن مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اولین آزمایش درباره خاک رس لمس کردن آن است. با فشردن مقداری از خاک رس در بین انگشتان می‌توان

۱- آزمایش چسبندگی و شکل‌پذیری گل رس:

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 قابل اصلاح شدن است.

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



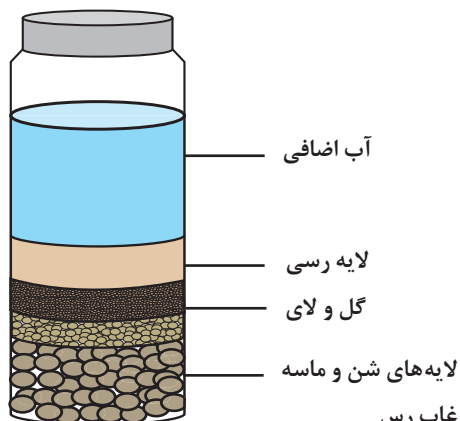
گل با شکل‌پذیری نامناسب - دارای ترک



گل با شکل‌پذیری مناسب - بدون ترک

شکل ۱۸- آزمایش شکل‌پذیری

۲- آزمایش تشخیص وجود ماسه در خاک رس: پس از تهیه دوغاب خاک رس را هم می‌زنیم، در صورت داشتن ماسه زیاد بسیار زود ته‌نشین می‌شود. خاکی که ماسه آن زیاد باشد برای شکل‌دهی دستی مناسب نیست. ماسهٔ گل را می‌توان با عبور دادن دوغاب از الک ریز جدا کرد.



شکل ۱۹- لایه‌های مختلف دوغاب رس

۳- آزمایش تشخیص وجود گچ و آهک در خاک: گچ و آهک در خاک رس به این صورت است که چند قطره محلول ۵۰ درصد اسید هیدروکلرید یا جوهر نمک بر روی خاک ریخته می‌شود. اگر جوش و کف به وجود آید خاک دارای آهک و گچ می‌باشد. وجود مقدار کم آهک و گچ ریزدانه و نرم در گل اشکالی به وجود نمی‌آورد فقط رنگ آن را روشن‌تر می‌نماید.

وجود گچ و آهک در بدنه باعث جذب آب و رطوبت از محیط می‌شود که منجر به متورم شدن قطعه می‌شود. به طوری که وارد شدن فشار به بدنه موجب پدیدگی یا جدا شدن در سطح بدنه می‌شود. آلونک اصطلاحی است که برای این عیب به کار می‌رود. آزمایش تشخیص

رنگ خاکستری متمایل به سبز گل نشان‌دهنده درصد بالای این مواد در گل است. مواد آلی به مقدار کم در گل رس سودمند اما مقدار زیاد آن موجب افزایش بیش از حد چسبندگی، کاهش کارپذیری و رنگ قهوه‌ای سوخته متمایل به سیاه بعد از پخت در گل می‌شود.

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 باکتری‌ها و افزایش شکل‌پذیری و چسبندگی گل می‌شود. رایحهٔ مخصوص گل کهنه و

مواد اولیه غیر پلاستیک

۱- **گداز آور:** در مرحله پخت سرامیک‌ها کاهش دمای پخت محصول سرامیکی اهمیت دارد. گداز آورها موادی هستند که در صنعت سرامیک جهت کاهش نقطه ذوب مواد تشکیل‌دهنده فرآورده سرامیکی مصرف می‌شوند. کمک ذوب‌هایی که در صنعت سرامیک استفاده می‌شود بسیار متنوع می‌باشند. اکسیدهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم مهم‌ترین گداز آورهای فرآورده‌های سرامیکی می‌باشند.

فلدسپات‌ها مهم‌ترین تأمین‌کننده گداز آورهای مصرفی می‌باشند که دارای اکسیدهای قلیایی و یا قلیایی خاکی (گروه اول و دوم جدول تناوبی) هستند. گداز آورها دارای خاصیت شکل‌پذیری نمی‌باشند و معمولاً به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شوند. فلدسپات‌های سدیم و پتاسیم‌دار در طبیعت فراوان‌ترند. در شکل ۲۰ انواع فلدسپات‌ها با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است.



شکل ۲۰- انواع فلدسپات

به نظر شما میزان کاهش دمای پخت با افزودن هریک از گداز آورها یکسان است؟



فکر کنید

در چه مناطقی از ایران معادن فلدسپات وجود دارد؟



تحقیق کنید

- **افزایش استحکام بدنه**
- معروف‌ترین و رایج‌ترین پرکننده‌ها سیلیس (اکسیدسیلیسیم) و آلومینا (اکسید آلومینیوم) هستند.
- ۱-۲- سیلیس:** سیلیسیم به صورت عنصر Si در طبیعت وجود ندارد، ولی اکسید سیلیسیم (سیلیس) در پوسته زمین بیشتر از هر اکسید دیگری یافت می‌شود. سیلیس می‌تواند در ترکیب با اکسیدهای دیگر (سیلیکات‌ها) و یا به صورت آزاد وجود داشته باشد. تعدادی از منابع سیلیس آزاد شامل کوارتز، ماسه سنگ، گانیستر، کوارتزیت و فلینت است.
- ۲- پرکننده:** اگر در ساخت یک بدنه سرامیکی فقط رس‌ها و کمک ذوب به کار رود، انقباض قطعه و احتمال ترک برداشتن زیاد است. به همین دلایل از پرکننده‌ها در مواد اولیه استفاده می‌شود. پرکننده‌ها مواد غیرپلاستیکی هستند که دارای نقطه ذوب بالا و مقاومت شیمیایی خوبی بوده و مهم‌ترین وظیفه آنها شامل موارد زیر می‌باشد:
- جلوگیری از تغییر شکل بدنه در هنگام پخت
 - ایجاد انبساط حرارتی مناسب
 - کنترل انقباض تر به خشک و خشک به پخت



شکل ۲۱- سنگ بوکسیت

- دیگر وجود دارد، به عنوان مثال آلومینا در رس به صورت ترکیبی یا در یاقوت کبود و قرمز به صورت خالص وجود دارد. منبع تأمین‌کننده اکسید آلومینیوم جهت مصرف در صنعت سرامیک، سنگ بوکسیت است.
- ۲-۲ آلومینا:** آلومینیوم بعد از اکسیژن و سیلیسیم فراوان‌ترین عنصر در پوسته زمین است. نقش آلومینا در بدنه تأمین اکسید آلومینیوم جهت ایجاد استحکام قطعه است. آلومینا در طبیعت به صورت ترکیب با مواد



شکل ۲۲- خاک سیلیس

خاک‌های زیر را در نظر بگیرید و خاک‌هایی که دارای ویژگی پلاستیک هستند را مشخص کنید. رس قرمز، کربنات کلسیم، آلومینا، بنتونیت، فلدسپات پتاسیم، سیلیس، کائولن، بال کلی



فعالیت کلاسی

**کار عملی ۱: مقایسه خواص ظاهری خاک**

شرح فعالیت: خاک‌های کائولن، بال کلی، فلدسپات سدیم و سیلیس را در نظر بگیرید و به خصوصیات ظاهری آنها مانند رنگ و زبری و نرمی آنها با دقت توجه کنید. همچنین به ۳۰۰ گرم از هر یک از این خاک‌ها ۳۰۰ سی سی آب اضافه کنید و میزان جذب آب و شکل پذیری آنها را مقایسه کنید و سپس جدول زیر را کامل کنید.

نام خاک	رنگ	زبری یا نرمی	جذب آب	شکل پذیری
کائولن				
بال کلی				
فلدسپات سدیم				
سیلیس				

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

هنگام بررسی خاک‌ها از ماسک استفاده نمایید.



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 ۲۳- فرایند تهیه مواد اولیه

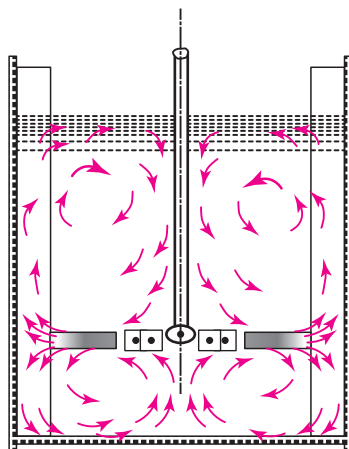
اولین مرحله در فرایند تولید فراورده‌های سرامیکی، آماده‌سازی مواد اولیه است. برای آماده‌سازی مواد اولیه، لازم است تا مواد استخراج شده توسط فرایند خردایش و آسیاب کردن به اندازه دانه مورد نظر برسد که بتوان از آن در تولید فراورده‌های سرامیکی استفاده کرد.

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

مرحله آماده‌سازی مواد اولیه سخت و نرم با هم تفاوت دارد. مواد پلاستیک و یا اصطلاحاً مواد اولیه نرم به‌طور طبیعی دانه‌بندی ریزی دارند. اما جهت آماده‌سازی مواد سخت ریزدانه به‌عنوان مثال سیلیس، پس از سنگ‌شکنی چند مرحله‌ای و آسیاب کردن طولانی مدت به مواد اولیه پودری شکل تبدیل می‌شوند.

آماده‌سازی مواد پلاستیک: مواد اولیه پلاستیک اگر به صورت کلوخه‌ای باشند (برحسب سختی و سایز کلوخه‌ها) پس از خردایش اولیه برای آماده‌سازی دوغاب مناسب هستند، بنابراین همزن‌هایی با مخزن استوانه‌ای یا چندضلعی به کار می‌روند که دارای پره‌هایی جهت هم زدن اولیه می‌باشند. 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 ۲۴ نشان داده شده است؛ همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود این همزن‌ها تیغه‌های بلندی دارند.

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 توربین به‌نحوی ساخته شده‌اند که مشابه یک پمپ عمل نموده 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 به‌عنوان مثال تکه‌های بزرگ بال‌کلی در مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به دوغاب مناسبی تبدیل می‌شود. تصویر همزن توربینی در شکل ۲۴ نشان داده شده است.



همزن با پره توربینی

آماده سازی مواد غیر پلاستیک

آماده سازی مواد سخت نظیر سیلیس و فلدسپات شامل مراحل خردایش و آسیاب کردن است ولی 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 می رود.

۱- خردایش: خرد کردن سنگ‌ها توسط ماشین‌آلاتی به نام سنگ‌شکن‌ها انجام می‌شود. سنگ‌شکن‌ها انواع مختلفی دارند و در تولید فراورده‌های سرامیکی متداول‌ترین آنها فکی، چکشی و غلتکی است.



سنگ شکن چکشی



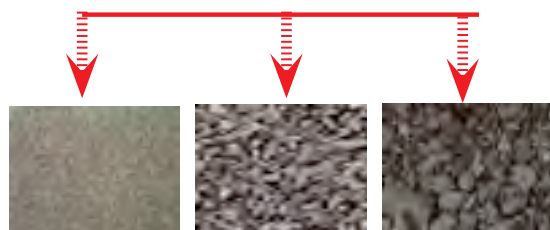
جدایش ذرات درشت تر و ریزتر



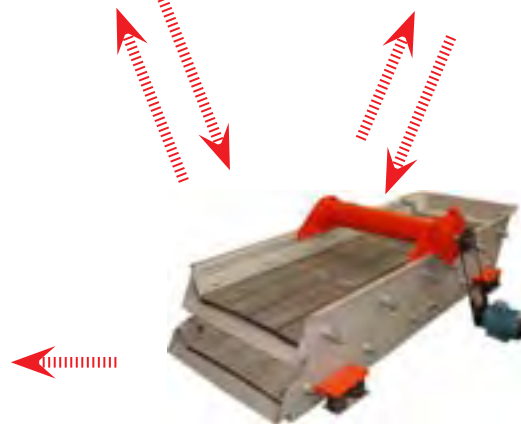
سنگ شکن فکی



سنگ شکن

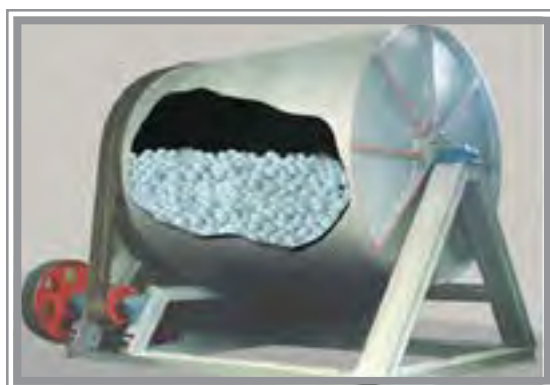


مجموعه‌ای از ذرات نهایی با ابعاد مختلف



سرد

شکل ۲۵- فرایند خردایش



شکل ۲۶- آسیاب گلوله‌ای

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 می‌باشند. آسیاب‌های گلوله‌ای رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین نوع آسیاب در تولید پودرهای سرامیکی می‌باشند اما در مقایسه با آسیاب‌های دیگر، نسبتاً قدیمی محسوب می‌شوند.

آسیاب‌های گلوله‌ای استوانه بزرگی از جنس فولاد دارند و همان‌طور که از نام آن نیز مشخص است در داخل این آسیاب گلوله‌هایی وجود دارد که هنگام گردش آسیاب با مواد اولیه موجود در آن برخورد نموده و بدین وسیله باعث خرد شدن و سایش آنها می‌گردند.

در هنگام آسیاب، گلوله‌های آسیاب و بدنه نیز دچار سایش می‌شوند، به نظر شما چه مشکلی در اثر این سایش ایجاد می‌شود؟



فعالیت کلاسی

می‌گیرند مشابه الک‌هایی هستند که به‌طور روزمره به‌کار می‌رود. همان‌طور که در تصویر ۲۷-الف نشان داده شده، الک‌ها از یک توری (کفه الک) و یک قاب تشکیل شده‌اند. در مقیاس صنعتی حرکت لرزشی الک‌ها با استفاده از نیروی یک موتور الکتریکی انجام می‌شود که باعث تسهیل در عبور مواد و افزایش بازدهی الک می‌گردد. تصویر الک لرزشی در شکل ۲۷-ب نشان داده شده است.

۳- الک کردن: در مراحل مختلف تولید ممکن است ذرات خارجی مانند تکه‌های چوب یا گچ وارد مواد اولیه شده باشد. همچنین برای اختلاط یکنواخت‌تر و تهیه دوغاب با پایداری مناسب (ته‌نشین نشدن) باید ابعاد ذرات از یک ابعادی بزرگ‌تر نباشد. تعیین ابعاد ذرات و جداسازی ذرات درشت پس از اتمام مرحله آسیاب کردن و با الک انجام می‌شود. الک‌هایی که در صنعت سرامیک مورد استفاده قرار



ب



الف

شکل ۲۷- الف) الک معمولی، ب) دستگاه الک لرزشی

مسئله مورد توجه در مورد الک‌ها قطر یا ابعاد سوراخ‌های الک است. به‌طور معمول جهت مشخص کردن قطر الک‌ها اعداد خاصی بیان می‌شود. این اعداد بیانگر تعداد سوراخ‌ها در یک اینچ طولی می‌باشند که به‌مش معروف است. به‌عنوان مثال الک شماره ۱۰۰ بیان‌کننده 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 شکل‌پذیری با اندازه دانه

شرح فعالیت: سه دسته ۲۰۰ گرمی از یک نوع خاک رس وزن کنید و هر کدام را با یکی از الک‌ها با شماره‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ عبور دهید و با ۱۵۰ سی‌سی آب مخلوط کنید پس از تهیه گل از هریک از خاک‌ها با اندازه مختلف فیلترهایی از هریک تهیه کنید و بررسی کنید شکل‌پذیری از کدام خاک‌های الک شده بیشتر است.

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



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

در شیوه سنتی کلوخه‌های خاک رس پس از خردایش و آسیاب کردن با الک کردن ذرات درشت‌تر آن خارج شده و سپس با آب مخلوط و خیس 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



شکل ۲۸

شود و سنگی روی آن قرار گیرد، در این صورت فیلتر پرس 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 شکل‌پذیری یکنواخت گردد. کهنه کردن گل موجب رشد باکتری‌ها و افزایش کارایی آن می‌شود.

در شیوه 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 فیلتر پرس 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

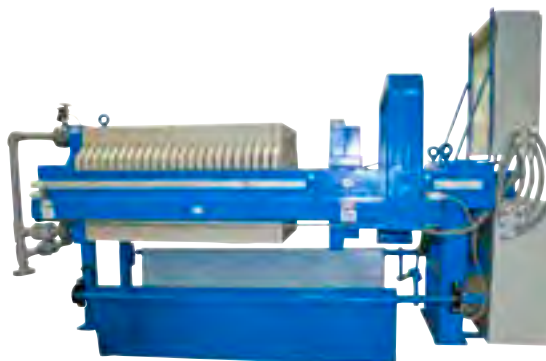
ترکیبات آهن به صورت‌های مختلف می‌تواند در مواد اولیه و یا بدنه‌های خام وجود داشته باشد. در تولید فراورده‌های سرامیکی برای خالص کردن دوغاب و حذف ذرات آهن موجود از دستگاه‌های آهن‌ربا استفاده می‌شود. دستگاه‌های آهن‌ربا اگرچه عامل بسیار مؤثری در حذف آهن و خالص کردن دوغاب هستند ولی متأسفانه این دستگاه‌ها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



شکل ۲۹- دستگاه آهن‌ربا

پالایش گل

در گذشته برای خارج نمودن آب اضافی دوغاب و یا اصطلاحاً پالایش آن از فضای آزاد استفاده می‌شد. امروزه این عمل دیگر انجام نمی‌شود و به جای آنها از دستگاه فیلتر پرس استفاده می‌گردد. جهت توضیح اساس و نحوه عمل پالایه فشاری (فیلتر پرس)، لازم است به مورد مشابهی که در زندگی روزمره با آن برخورد می‌شود اشاره گردد. به عنوان مثال برای آب‌گیری بعضی از مواد غذایی (به عنوان مثال ماست) آن را درون یک کیسه پارچه‌ای قرار داده و به این وسیله با عبور آب از یک واسطه متخلخل (پارچه) ماده درون کیسه تغلیظ می‌گردد. بدیهی است که با



شکل ۳۰- دستگاه فیلتر پرس و اجزای آن

اعمال فشار به دوغاب باعث خروج آب از دوغاب می‌گردد. 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 فیلتر پرس وابسته به چه عاملی است؟



فکر کنید

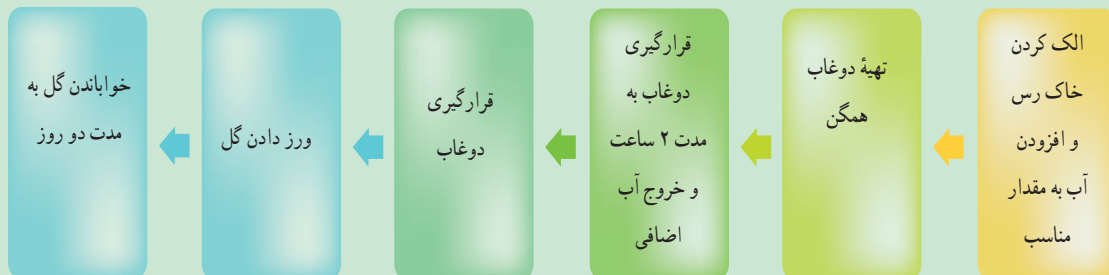
میزان رطوبت گل

اگر گل بدنه کارپذیری مطلوب داشته باشد به راحتی می‌توان با آن کار کرد. کارپذیری گل بستگی به نسبت آب و خاک دارد و مهم‌ترین عامل در شکل‌پذیری آن می‌باشد. کارکردن با گلی که زیاد نرم یا زیاد سفت باشد دشوار و غیرممکن است. در جدول ۲ انواع حالت‌های گل براساس میزان رطوبت آن بیان شده است.

جدول ۳- انواع گل بر اساس میزان رطوبت

ویژگی‌ها	درصد رطوبت	نوع گل
ویژگی این گل شامل شکل پذیری بالا، چسبندگی و انقباض بسیار زیاد می‌باشد. استحکام قطعه حاصل از این گل کم است.	۲۳-۲۶	گل پلاستیک نرم
شکل‌پذیری بالا، استحکام بالا و انقباض زیاد از ویژگی‌های این گل است. استحکام قطعه حاصل از این گل مناسب است.	۱۸-۲۲	گل پلاستیک
شکل‌پذیری بسیار کم، استحکام مناسب، انقباض بسیار کم و قابلیت تراشیدن دارد.	۱۴-۱۷	گل پلاستیک سفت
شکل‌پذیری ندارد و رنگ سطح آن کمی روشن است. قطعه حاصل از این گل انقباض بسیار کمی دارد و قابلیت تراشیدن دارد.	۰-۱۳	حالت چرمینگی گل
گلی که رطوبت خود را کامل از دست داده گل خشک نامیده می‌شود و ترد و شکننده است. همچنین انقباض خشک ندارد و با قرارگیری این گل در آب از هم باز می‌شود و رنگ سطح آن روشن‌تر است.	۰-۸	گل خشک

کار عملی ۳: تهیه گل پلاستیک شرح فعالیت:



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

ارزشیابی شایستگی آماده‌سازی مواد بدنه

<p>شرح کار:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>آماده کردن مواد بدنه رسی برای شکل دهی پلاستیک</p> <p>شاخص‌ها:</p> <ul style="list-style-type: none"> انتخاب مواد براساس نوع قطعه پودر یکنواخت و بدون ذرات درشت رطوبت مناسب و خواص پلاستیسیته خوب 			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات</p> <p>شرایط: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات شامل سرنده، الک، ابزار کوبیدن، همزن، مواد اولیه، تخته گچی، حوضچه و آب.</p> <p>ابزار و تجهیزات: ترازو، ظروف مناسب توزین، الک، دستگاه خشک کن، وسایل همزدن گِل و ...</p> <p>تجهیزات ایمنی: لباس کار مناسب، ماسک تنفسی، دستکش کار، کلاه ایمنی، عینک ایمنی، کمر بند ایمنی و تجهیزات اطفای حریق.</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	انتخاب مواد اولیه	۲	
۲	اختلاط مواد اولیه	۲	
۳	عملیات تکمیلی	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: لباس کار، پیش‌بند، کفش ایمنی، مسئولیت‌پذیری سطح ۱، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، مدیریت مواد و تجهیزات سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های ایمن و صحیح</p>		۲
میانگین نمرات			
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>			

