

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 کار دانش

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

سالاریه، ناصر ضیاییان (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 یونیفورم) - سیدعلی موسوی (نگارگر طراحی گرافیک)، سونیا

مهاجر (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی (طراح جلد) - مریم دهقان زاده، فاطمه رئیس‌یان فیروزآباد (رسام) - ابوالفضل بهرامی، نسرين اصغری،

سحر طریقی (عکاس)

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

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، 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

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

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ سوم ۱۳۹۷

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 بکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ الشَّرِيف)

سخنی با هنرجویان عزیز

۷	پودمان ۱: آماده‌سازی مواد اولیه
۳۳	پودمان ۲: شکل‌دهی دستی
۵۵	پودمان ۳: پرداخت
۷۳	پودمان ۴: لعاب‌زنی
۱۰۵	پودمان ۵: تزیین
۱۲۹	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 براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی 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 است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی لعابزنی

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

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

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

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

کتاب درسی تولید سرمایه‌کسب به روش دستی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

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

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 گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان 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، شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداریم.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته سرامیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می باشد که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی 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 ذیل 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 بدنه 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 است 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 گردد.

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 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 فرا خواهند 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- 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 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 (بَسپار)			
	پلی اورتان پلی اتیلن پت	مواد بسته‌بندی غذا بطری آب	شکل پذیری بالا، لایه مقاوم هوا سبک بودن و انعطاف پذیری	
چهارم	کامپوزیت			
	پلیمر - رس شیشه - اپوکسی	سپر خودرو فایبرگلاس	مقاومت به ضربه، انعطاف پذیری نسبت استحکام به وزن بالا	

## فلز

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.

آلومینیوم، منیزیم، تیتانیوم، مس، نیکل، فولاد و چدن مثال‌هایی از فلزات و آلیاژهای فلزی می‌باشد. 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



شکل ۱- سازه فلزی برج میلاد

## سرامیک

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.

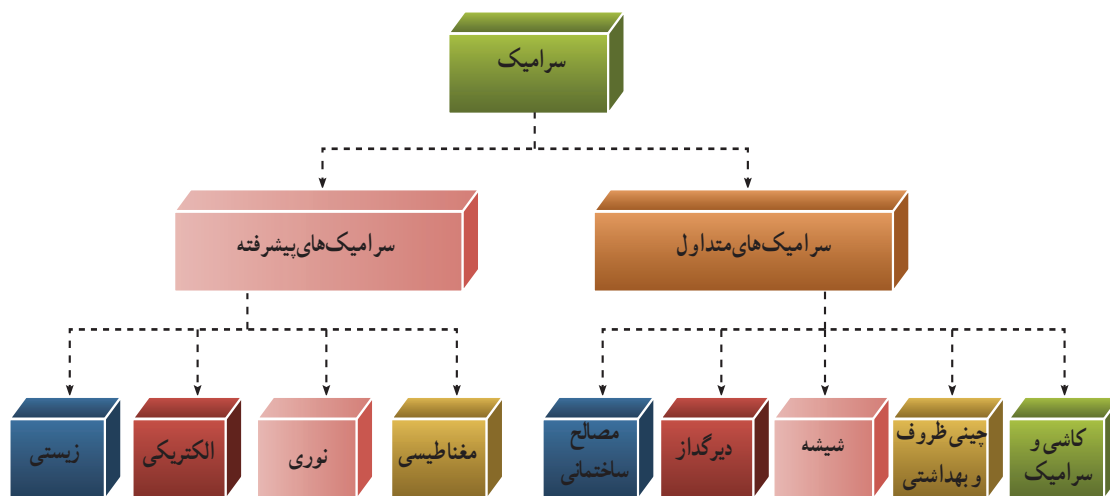
سرامیک‌ها را می‌توان به‌عنوان مواد غیر آلی غیرفلزی تعریف کرد. دُرّ نجف و الماس مثالی از سرامیک‌هایی هستند که به‌طور طبیعی پدید می‌آیند. در حالی که سرامیک‌های پیشرفته توسط پالایش سرامیک‌های طبیعی پدید می‌آیند. سرامیک‌های پیشرفته به‌عنوان زیرلایه در تراشه‌های رایانه‌های خانگی، نسوزها، خازن‌ها، ارتباطات 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



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) جدول ۲ 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
سرامیک	Ceramic	سیمان	Cement	شیشه	Glass
خاک رس	Clay	ساینده	Abrasive	محصولات رسی	Clay Productions
مواد سرامیکی	Ceramic Materials	سفال	Potter	دیرگداز	Refractory
سرامیک‌های پیشرفته	Advanced Ceramics	سفال‌گری	Pottery	لعاب	Glaze

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

## 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 الکتروسیسته 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 به‌تنهایی در مواد یافت نمی‌شود. کاه - گل و بتن مثال‌های معمول از مواد کامپوزیتی می‌باشند. کاه را به‌صورت رشته‌ای در زمینه گل توزیع می‌کنند تا کامپوزیت کاه - گل تولید شود. هر یک از این مواد نقش خاص خود را دارا می‌باشند، در این کامپوزیت کاه موجب افزایش استحکام و مقاومت

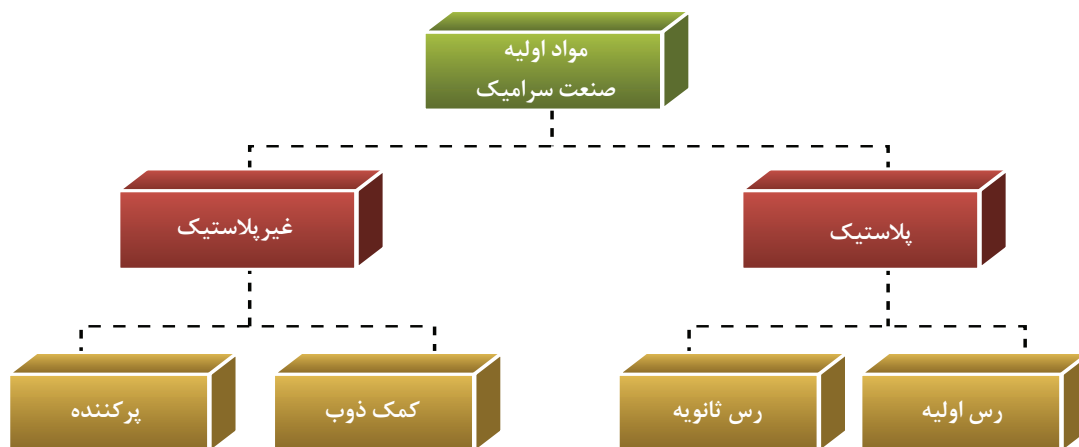


شکل ۶ - کاربرد کامپوزیت در بدنه بالگرد

## مواد اولیه

تولید محصولات سرامیکی به‌روش دستی خاک رس به‌تنهایی یا مخلوطی از خاک رس با سایر مواد اولیه نظیر سیلیس، فلدسپات که نقش بهبوددهنده خواص ترکیب بدنه را دارند استفاده می‌شود.

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



شکل ۷ - مواد اولیه صنعت سرامیک

## انواع رس‌ها

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 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 کائولن‌شویی 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<sup>۱</sup> و در آمریکا و دیگر نقاط جهان با نام کائولن<sup>۲</sup> مشهور است. کائولن منطقه زت‌لیتز<sup>۳</sup> در کشور چک به عنوان پلاستیک‌ترین نوع کائولن جهان مشهور است. در کشور ما معدن کائولن در شهرهایی نظیر 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.

**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

**۲-۱- 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 پر مصرف‌ترین 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 اشیاء مورد نظر بیشتر استفاده کنند.



شکل ۱۱- رس قرمز

**۲-۳- رس نسوز:** این رس‌ها دارای درصد بالایی از آلومینا (اکسید آلومینیوم) 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.



فعالیت کلاسی



رس های ثانویه	رس های اولیه	نوع خاک
		ویژگی

## مواد پلاستیک

رس ها بدون شک یکی از قدیمی ترین مواد اولیه در تولید فرآورده های سرامیکی می باشند. همان طور 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 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- رس در طبیعت

شکل ۱۳ - مراحل تولید قطعه رسی

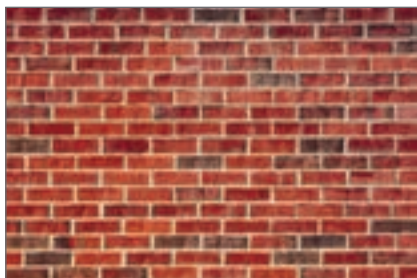
سهولت شکل پذیری بدنه های سرامیکی به دلیل وجود مواد پلاستیک در آنها است. رس ها عمده ترین مواد پلاستیک طبیعی در صنعت سرامیک هستند. گل تهیه شده از خاک رس مقاومت چندانی در برابر اعمال نیرو از خود نشان نمی دهد و پس از حذف نیرو نیز به همان شکل باقی می ماند.

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 ۱۴ برخی از معادن خاک رس ایران بر روی نقشه مشخص شده است.

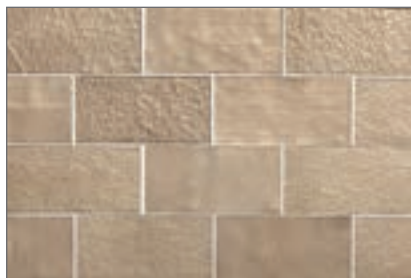


شکل ۱۴- معادن رس ایران

رس‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع متعدد دارند. در شکل ۱۵ برخی از محصولات سرامیکی بر پایهٔ 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 دارای 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

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.

**۲- چسبندگی و شکل‌پذیری 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 شکل مورد نظر درآید و پس از حذف فشار شکل خود را حفظ

به‌نظر شما کدام یک از تصاویر زیر نشان‌دهنده شکل‌پذیری مناسب است؟



(ب)



(الف)

شکل ۱۷

چسبندگی و شکل‌پذیری گل می‌شود. مواد آلی مانند 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.

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

**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.



فعالیت کلاسی

## 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:

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



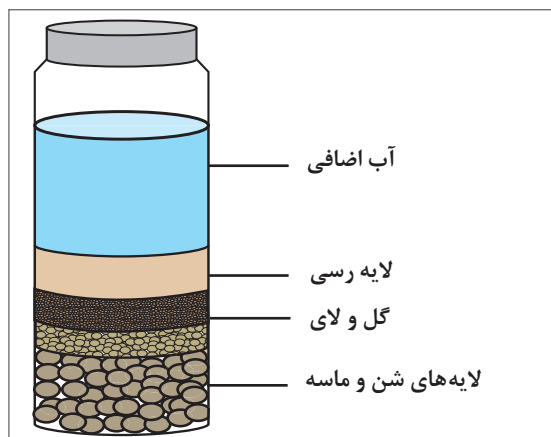
گل با شکل‌پذیری نامناسب - دارای ترک



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. ماسه 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 پریدگی 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 است. 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. رایحه مخصوص گل کهنه و

## مواد اولیه غیر پلاستیک

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. کمک ذوب‌هایی که در صنعت سرامیک استفاده می‌شود بسیار متنوع می‌باشند. اکسیدهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم مهم‌ترین گدازآورهای فرآورده‌های سرامیکی می‌باشند.

فلدسپات‌ها مهم‌ترین تأمین‌کننده گدازآورهای مصرفی می‌باشند که دارای اکسیدهای قلیایی و یا قلیایی خاکی (گروه اول و دوم جدول تناوبی) هستند. گدازآورها 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 انواع مختلف گدازآورها یکسان است؟



فکر کنید

در چه مناطقی از ایران معادن فلدسپات وجود دارد؟



تحقیق کنید

- **۲-۱- 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.
- **۲-۲- 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- خاک سیلیس

- **۲-۲- آلومینا (اکسید آلومینیوم):** 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 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.



شکل ۲۲- سنگ بوکسیت

در بین خاک‌های زیر، خاک‌هایی که دارای ویژگی پلاستیسیته 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: مقداری از خاک‌های کائولن، بال کلی، فلدسپات سدیم و سیلیس را در اختیار داشته باشید 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، ظرف، ترازو و استوانه مدرج

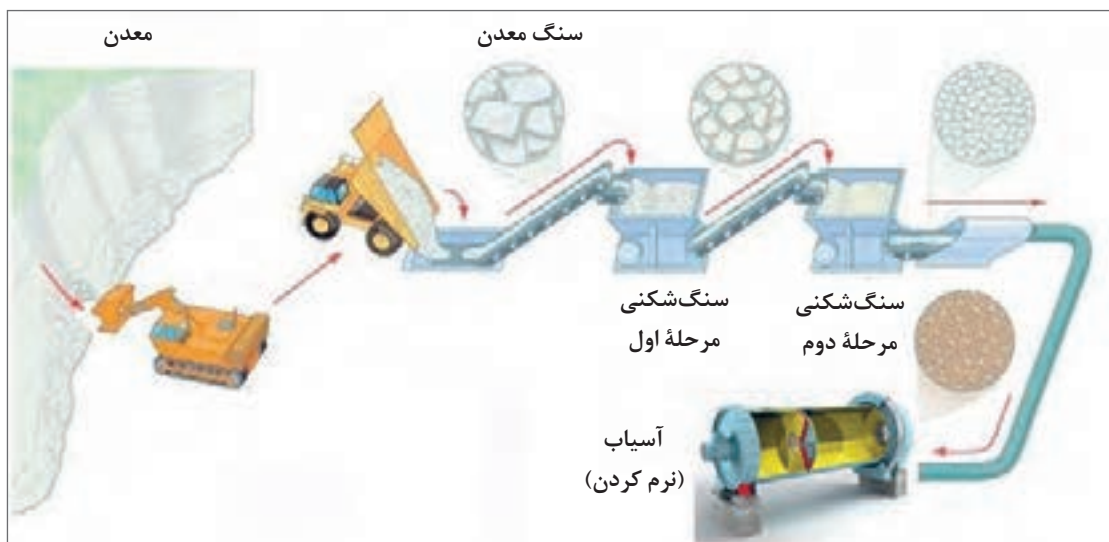
هنگام بررسی خاک‌ها از ماسک استفاده نمایید.



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



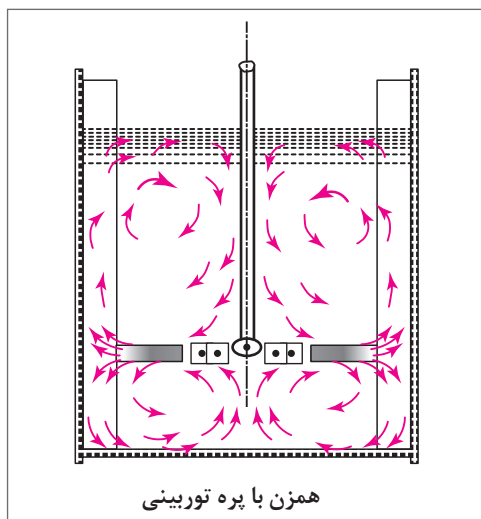
اولین مرحله در فرایند تولید فراورده‌های سرامیکی، آماده‌سازی مواد اولیه است. برای آماده‌سازی مواد اولیه، لازم است تا مواد استخراج شده توسط فرایند خردایش و آسیاب کردن به اندازه دانه مورد نظر برسد که بتوان از آن در تولید فراورده‌های سرامیکی استفاده کرد.

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

مواد پلاستیک و 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، مواد اولیه به‌صورت پودری شکل درمی‌آیند.

**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.

در همزن‌های جدید که به آنها همزن‌های با سرعت بالا نیز گفته می‌شود به‌جای پره‌ها که در همزن‌های قدیمی عمل همزدن را انجام می‌دهند، پره‌های توربینی به کار رفته است. در این همزن‌ها پره‌های توربینی به‌شکلی 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

شکل ۲۴

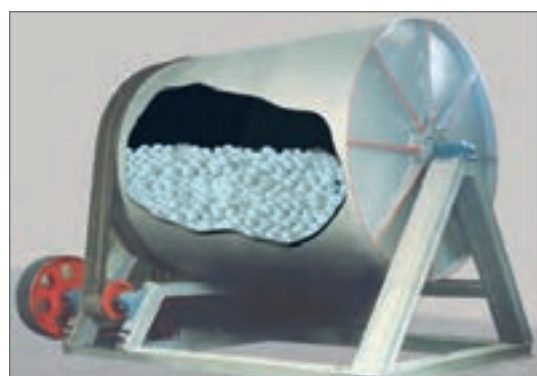
## آماده سازی مواد غیر پلاستیک

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 ماشین آلاتی به نام سنگ شکنها انجام می شود. سنگ شکنها انواع مختلفی دارند و در تولید فراورده های سرامیکی متداول ترین آنها فکی، چکشی و غلتکی است.



شکل ۲۵- فرایند خردایش



شکل ۲۶- آسیاب گلوله ای

**۲- آسیاب کردن:** مواد اولیه سخت، بعد از سنگ شکنی به منظور ریزتر شدن وارد آسیاب می شوند. آسیاب هایی که در صنعت سرامیک مورد استفاده قرار می گیرند مانند سنگ شکنها دارای انواع متفاوتی می باشند. آسیاب های گلوله ای رایج ترین و پرمصرف ترین نوع آسیاب در تولید پودرهای سرامیکی می باشند اما در مقایسه با آسیاب های دیگر، نسبتاً قدیمی محسوب می شوند.

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 به کار 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 یکنواخت تر 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 به مش 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.



فعالیت کارگاهی

### کار عملی ۲: بررسی رابطه شکل پذیری 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

## تهیه و آماده‌سازی گل پلاستیک

آماده‌سازی گل رس به دو روش انجام می‌شود:

۱ شیوه سنتی یا قدیمی

۲ شیوه جدید یا مکانیکی

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.



شکل ۲۸- ورز دادن گل

در شیوه سنتی 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

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 مورد نظر 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 آهن‌با استفاده می‌شود. دستگاه‌های آهن‌با 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.



نکته

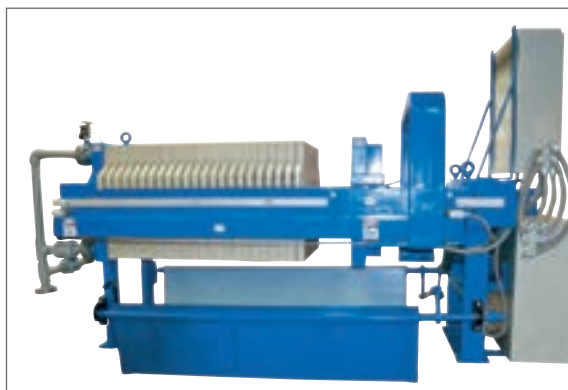


شکل ۲۹- دستگاه آهن‌با

## پالایش گل

اعمال فشار بر ماده درون کیسه، آب بیشتری از جداره پارچه‌ای کیسه عبور می‌نماید. همان‌طور که در شکل ۳۰ نشان داده شده است، پالایه فشاری از سینی‌ها یا صفحات فلزی به شکل مربع و یا دایره تشکیل شده‌اند که دارای شکل خاصی می‌باشند. در مرکز سینی‌ها سوراخی وجود دارد و نیز هر سینی از دو طرف دارای قاب برجسته‌ای می‌باشد. به علت وجود این قاب، هنگامی که سینی‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند فضای خالی در بین آنها به وجود می‌آید.

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 آن 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 ۳ انواع حالت‌های گل براساس میزان رطوبت آن بیان شده است.

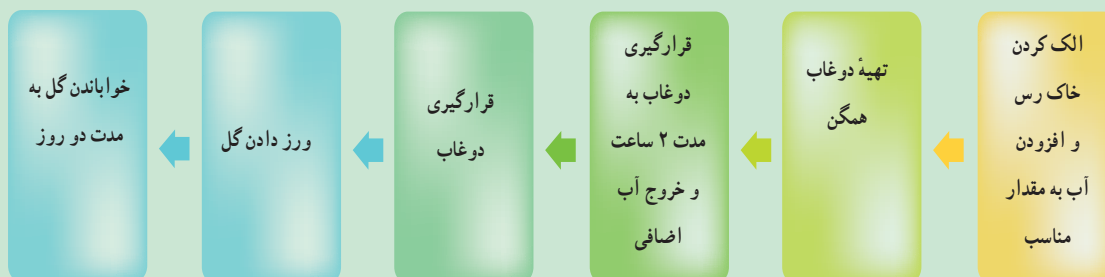
### جدول ۳- انواع گل بر اساس میزان رطوبت

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	گل چرمینه
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 روشن تر است.	۰-۸	گل خشک

### کار عملی ۳: تهیه گل پلاستیک شرح فعالیت:



فعالیت کارگاهی



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

## ارزشیابی شایستگی آماده‌سازی مواد بدنه

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- انتخاب مواد اولیه براساس نوع قطعه</li> <li>- پودر کردن و عبور دادن از الک</li> <li>- اختلاط مواد به روش خشک یا تر</li> <li>- ورز دادن</li> <li>- تنظیم رطوبت مواد پلاستیک</li> </ul>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>آماده کردن مواد بدنه رسی برای شکل دهی پلاستیک</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>انتخاب مواد براساس نوع قطعه</li> <li>پودر یکنواخت و بدون ذرات درشت</li> <li>رطوبت و پلاستیسیته مناسب</li> </ul>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات</b></p> <p><b>شرایط:</b> کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات شامل سرنده، الک، ابزار کوبیدن، همزن، مواد اولیه، تخته گچی، حوضچه و آب.</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> ترازو، ظروف مناسب توزین، الک، دستگاه خشک کن، وسایل همزدن گِل.</p> <p><b>تجهیزات ایمنی:</b> لباس کار مناسب، ماسک تنفسی، دستکش کار، کلاه ایمنی، عینک ایمنی، کمر بند ایمنی و تجهیزات اطفای حریق.</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو *</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>انتخاب مواد اولیه</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>اختلاط مواد اولیه</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>عملیات تکمیلی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">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</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">میانگین نمرات</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</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			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		۲	میانگین نمرات			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *																								
۱	انتخاب مواد اولیه	۲																									
۲	اختلاط مواد اولیه	۲																									
۳	عملیات تکمیلی	۱																									
	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		۲																								
میانگین نمرات																											

