

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، الهام صمدین و ناصر ضیاییان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

هادی برزگر بفرویی، حمید تقی پور ارمکی، 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 (طراح گرافیک، طراح جلد) -

سونیا مهاجر (صفحه‌آرا) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه رئیسیان فیروزآباد (رسام) - ابوالفضل بهرامی، نسرن اصغری (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](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

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

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

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۵

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.



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	فصل ۱: آماده‌سازی مواد اولیه
۳۳	فصل ۲: شکل دهی دستی
۵۵	فصل ۳: پرداخت
۷۳	فصل ۴: لعاب‌زنی
۱۰۷	فصل ۵: تزئین
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 سرمایه‌گذاری 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 سرمایه‌یک 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](http://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، کاشی‌های 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 به‌عنوان مثال انواع چینی‌ها، کاشی‌ها، شیشه‌های مختلف و انواع نسوزها جزء مواد سرامیکی محسوب می‌شوند.

## واحد یادگیری ۱

### شایستگی آماده سازی مواد اولیه

هدف از این بخش بررسی دسته بندی انواع مواد، معرفی مواد اولیه سرامیکی و روش آماده سازی خاک رس برای شکل دهی دستی است. یکی از مواد اولیه پر کاربرد در تولید محصولات سرامیکی، خاک رس می باشد که در انواع مختلف وجود دارد. با افزودن آب به خاک رس، شکل پذیری بسیار خوبی پیدا می کند که می توان از آن برای تولید سرامیک های سنتی همانند کاشی، آجرهای ساختمانی و ظروف چینی استفاده کرد. در این واحد یادگیری، با انواع مختلف، ویژگی ها و روش های آماده سازی خاک رس برای شکل دهی بدنه سرامیکی آشنا خواهید شد.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان، انواع رس ها و ویژگی آنها را فرا خواهند گرفت. همچنین قادر به آماده سازی مواد اولیه رسی برای شکل دهی دستی فرآوردهای سرامیکی خواهند بود.



## انواع مواد

مواد به چهار گروه کلی تقسیم می‌شوند:

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. 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
تصویر	ویژگی	مثالی از کاربرد	نوع مواد	
	فلزات			اول
	هدایت الکتریکی و شکل پذیری خوب قابلیت ریخته گری و ماشین کاری	سیم برق بلوک موتور اتومبیل	مس چدن	
	سرامیک			دوم
	شفافیت نوری، عایق حرارتی عایق حرارتی، مقاوم در دمای بالا	شیشه پنجره آجرهای نسوز	$SiO_2-Na_2O-CaO$ $Al_2O_3, MgO$	
	پلیمر			سوم
	شکل پذیری بالا، لایه مقاوم هوا عایق الکتریکی و مقاوم به رطوبت	مواد بسته‌بندی غذا کپسوله کردن مدارها	پلی اورتان اپکسی	
	کامپوزیت			چهارم
	نسبت استحکام به وزن بالا مقاومت خوردگی بالای تیتانیوم	اجزای هواپیما مخزن راکتور	گرافیت - اپکسی فولاد - روکش تیتانیوم	

## 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 غیرفلزی معدنی تعریف کرد. سنگ آهک‌ساز که از سردشدن مذاب آتشفشانی ایجاد می‌شود 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.

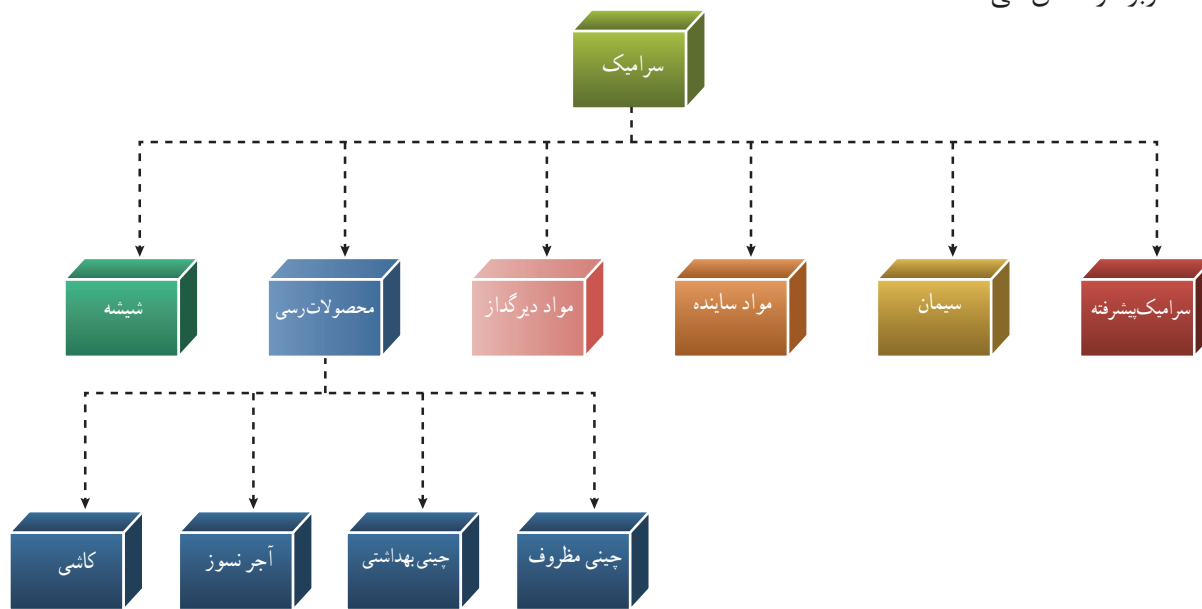
برخلاف فلزات، سرامیک‌ها هدایت حرارتی و الکتریکی پایینی دارند و از لحاظ خواص مکانیکی، سخت و محکم هستند؛ اما بسیار ترد و شکننده می‌باشند و در مقابل ضربه مقاومت پایینی دارند. سرامیک‌ها دارای استحکام ویژه‌ای در مقابل نیروی فشاری هستند. قطعات سرامیکی پس از گذراندن یک سری عملیات آماده‌سازی که بر روی مواد اولیه 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 براساس 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 مخبرات دارند. به‌عنوان مثال سرامیک‌های پیشرفته نظیر لنت ترمز دارای مقاومت به سایش بالا می‌باشند 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 ۱- 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
دیرگداز	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 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

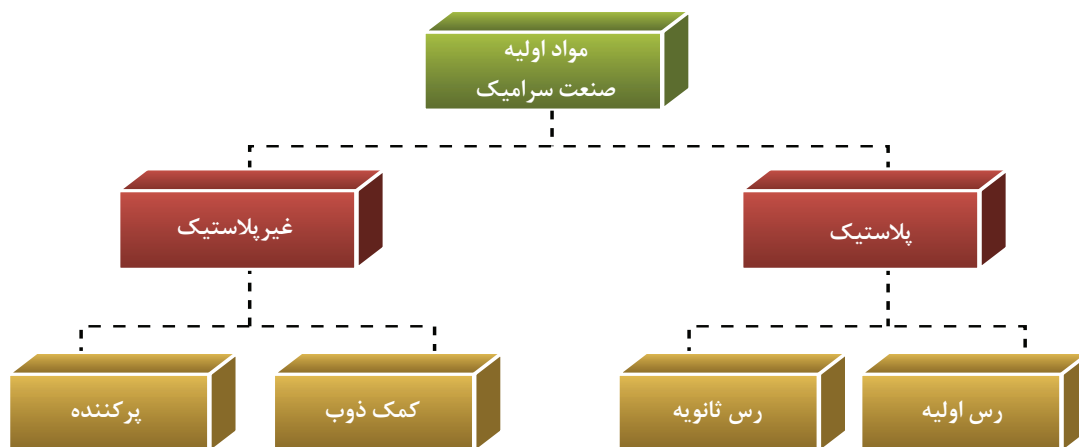


شکل ۶- کاربرد کامپوزیت در بدنه بالگرد

## مواد اولیه

شده است. برای 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 به‌کار 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 شکل‌پذیری (پلاستیک و غیرپلاستیک) نشان داده



شکل ۷- مواد اولیه صنعت سرامیک

## مواد پلاستیک

رس ها بدون شک یکی از قدیمی ترین مواد اولیه در تولید فراورده های سرامیکی می باشند. همان طور که در شکل ۸ نشان داده شده است، رس ها پس از مخلوط شدن با آب به یک توده چسبیده و شکل پذیر (گل) تبدیل می شوند که پس از خشک شدن، سخت شده و دارای استحکام مناسبی هستند.



۳- پس از خشک شدن

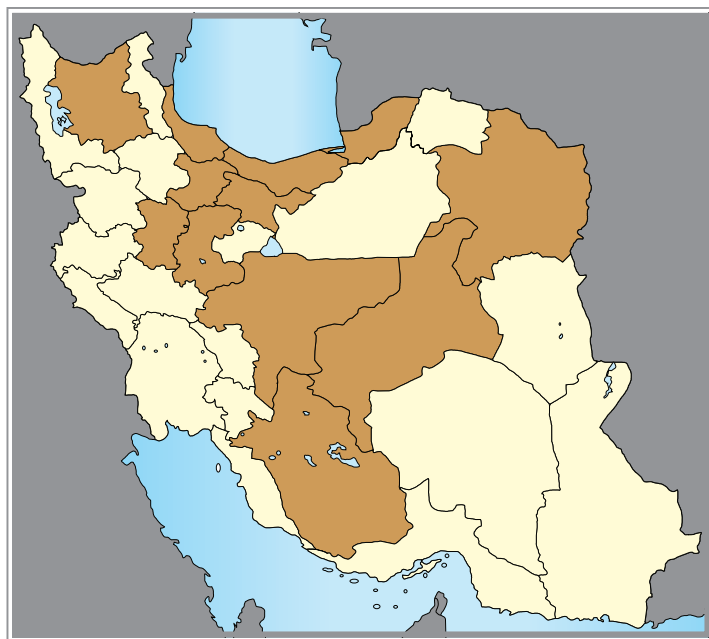
۲- اختلاط با آب

۱- رس در طبیعت

شکل ۸ - 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.

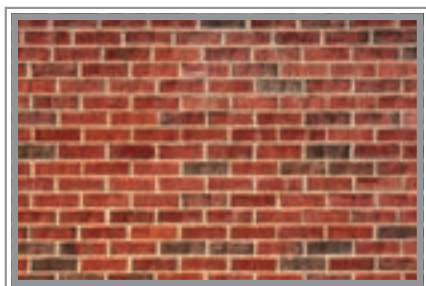
خاک رس در حالت خالص دارای کانی کائولینیت با فرمول شیمیایی  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  است و مقدار این کانی در خاک رس مبنای طبقه بندی رس ها قرار می گیرد. کشور عزیزمان ایران غنی از منابع معدنی است. در شکل ۹ برخی از معادن خاک رس ایران بر روی نقشه مشخص شده است.



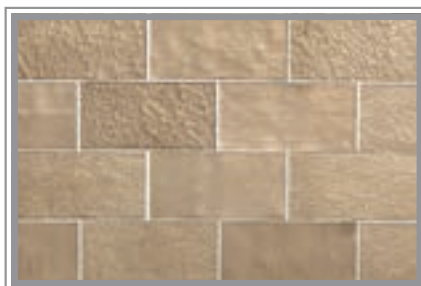
شکل ۹- معادن رس ایران



رس‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع متعدد دارند. در شکل ۱۰ برخی از محصولات سرامیکی بر پایه رس‌ها نشان داده شده است.



آجر



کاشی



فراورده‌های بهداشتی



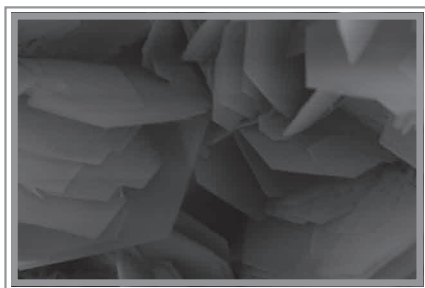
چینی مطروف

شکل ۱۰- 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 ۱۱ 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 ۱۱- تصویر میکروسکوپی ذرات رس



۲- چسبندگی و شکل پذیری گل رس (پلاستیسیته): به طور 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 ۱۲

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 در آن متفاوت است و معمولاً بین ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سلسیوس می‌باشد. گل رس پس از پخت سخت و محکم، نخودی رنگ، متخلخل و قابلیت جذب آب آن افزایش می‌یابد و همچنین انقباض و کاهش حجم پیدا می‌کند. تاب برداشتن و تغییر شکل یافتن نیز از ویژگی‌های گل رس پس از پخت می‌باشد.

## ۲- شناسایی خاک رس

پی برد که بافت آن نرم یا زبر 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 تعیین آزمایش 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



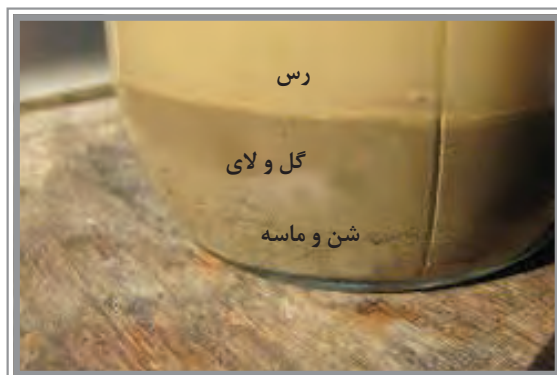
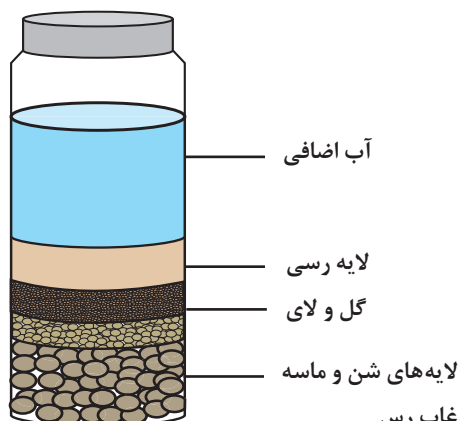
گل با شکل‌پذیری خوب - بدون ترک



گل با شکل‌پذیری پایین - دارای ترک

شکل ۱۳- 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 ۱۴- لایه‌های 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 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

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 روشن تر می‌نماید.

**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

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.



شکل ۱۵

### ۳- انواع رس‌ها

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

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 «کائولن‌شویی» انجام می‌شود. در شکل ۱۶ معدن کائولن نشان داده شده است.

بررسی کنید که فرایند کائولن‌شویی چگونه انجام می‌شود؟



تحقیق کنید



شکل ۱۶- 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 معادن کائولن در شهرهایی نظیر کوشک نصرت، زنوز و گناباد وجود دارد.



شکل ۱۷- 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 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 به جهت جابه‌جایی از محل اولیه و انتقال آنها توسط سیلاب به‌طور عمده در مقایسه با خاک‌های کائولن دانه‌بندی ریزتر و شکل‌پذیری بهتری دارند.



شکل ۱۸- 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 به دلیل 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 اشیاهای مورد نظر بیشتر استفاده کنند.



شکل ۱۹- 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 ۲۰- 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.

بال کلی، رس قرمز، نسوز و بنتونیت ممکن است همگی در یک خاک با مقدارهای مختلف وجود داشته باشد و نام‌گذاری خاک‌ها بستگی به میزان بیشترین رس موجود در آن خاک دارد.



نکته

با توجه به ویژگی رس‌ها جدول زیر را کامل کنید.



فعالیت کلاسی

رس‌های ثانویه	رس‌های اولیه	نوع خاک
		ویژگی

### مواد اولیه غیر پلاستیک

فلدسپارها، ایلیت، تالک و میکا 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. فلدسپارهای سدیم و پتاسیم‌دار در طبیعت فراوان‌ترند. در شکل ۲۱ انواع فلدسپارها با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است.

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



شکل ۲۱- انواع فلدسپارها

اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی که از انواع گداز‌آورها تأمین می‌شوند، شامل موارد زیر می‌باشند:

- **تالک:** تأمین‌کننده اکسید منیزیم
- **ایلیت:** تأمین‌کننده اکسید پتاسیم
- **میکا:** بسته به نوع میکا تأمین‌کننده اکسید منیزیم و پتاسیم
- **فلدسپات:** بسته به نوع فلدسپار تأمین‌کننده اکسیدهای سدیم، پتاسیم و کلسیم

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



فکر کنید

در چه مناطقی از ایران معادن فلدسپار وجود دارد؟



تحقیق کنید

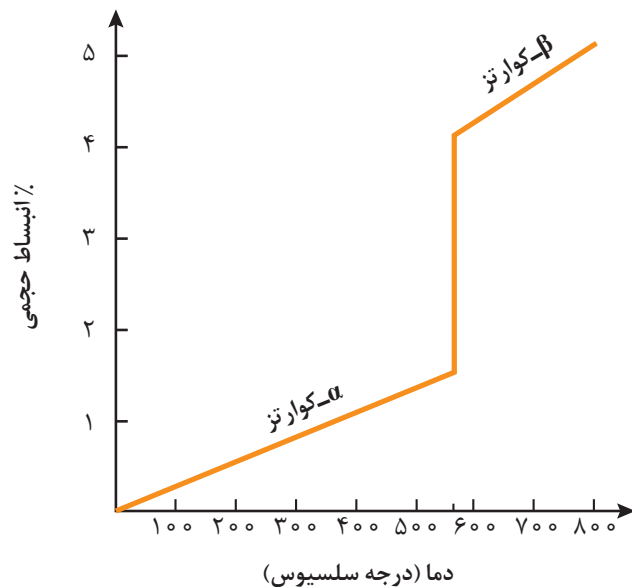
- **۲- پرکننده:** اگر در ساخت یک بدنه سرامیکی فقط رس‌ها و کمک ذوب به کار رود، انقباض قطعه و احتمال ترک برداشتن زیاد است. به همین دلایل از پرکننده‌ها در مواد اولیه استفاده می‌شود. پرکننده‌ها مواد غیرپلاستیکی هستند که دارای نقطه ذوب بالا و مقاومت شیمیایی خوبی بوده و مهم‌ترین وظیفه آنها شامل موارد زیر می‌باشد:
  - جلوگیری از تغییر شکل بدنه در هنگام پخت
  - ایجاد انبساط حرارتی مناسب
  - کنترل انقباض تر به خشک و خشک به پخت
  - افزایش استحکام بدنه
- معروف‌ترین و رایج‌ترین پرکننده‌ها سیلیس (اکسیدسیلیسیم) و آلومین (اکسید آلومینیوم) هستند.

- 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.



شکل ۲۲- خاک سیلیس

از تغییرات فازی مهم سیلیس که در صنعت سرامیک از اهمیت خاصی برخوردارند تبدیلات کوارتز می‌باشد. کوارتز در دمای معمولی به صورت  $\alpha$  وجود دارد که با حرارت دادن تا دمای  $573^{\circ}\text{C}$  به فاز  $\beta$  تبدیل می‌شود. این تغییر فاز همراه با تغییر ناگهانی حجم است که اگر آرام و کنترل شده صورت نگیرد در حین سرد و گرم شدن قطعه دچار ترک خوردگی و شکست می‌شود.



شکل ۲۳- نمودار تغییرات حجمی سیلیس با دما

**۲-۲- آلومین:** آلومینیوم بعد از اکسیژن و سیلیسیم فراوان‌ترین عنصر در پوسته زمین است. نقش آلومین در بدنه تأمین اکسید آلومینیوم جهت ایجاد استحکام قطعه است. آلومین در طبیعت به صورت ترکیب با مواد دیگر وجود دارد، به‌عنوان مثال آلومین 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 ۲۴- سنگ بوکسیت

خاک‌های زیر را در نظر بگیرید و خاک‌هایی که دارای ویژگی پلاستیک هستند را مشخص کنید.  
رس قرمز، فلدسپار کلسیم، آلومین، بنتونیت، فلدسپار پتاسیم





### کار عملی ۱: مقایسه خواص ظاهری خاک

**شرح فعالیت:** خاک‌های کائولن، بال کلی، فلدسپار سدیم و سیلیس را در نظر بگیرید و به خصوصیات ظاهری آن 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				
بالکلی				
فلدسپار سدیم				
سیلیس				

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

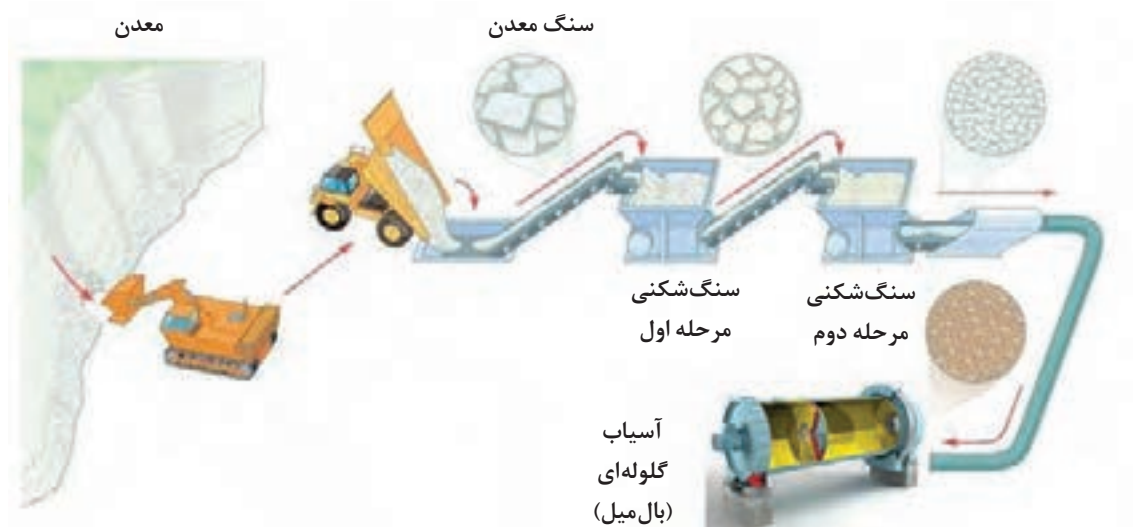
هنگام بررسی خاک‌ها از ماسک استفاده نمایید.



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 ۲۵- 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.

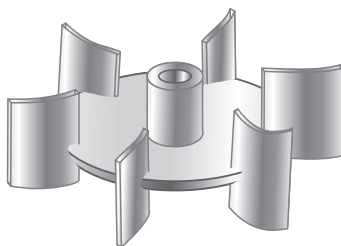
## آیا آماده‌سازی مواد اولیه پلاستیک و غیرپلاستیک با یکدیگر تفاوت دارد؟

مواد سخت ریزدانه به‌عنوان مثال سیلیس پس از سنگ‌شکنی چند مرحله‌ای و آسیاب کردن طولانی مدت به مواد اولیه پودری شکل تبدیل می‌شوند.

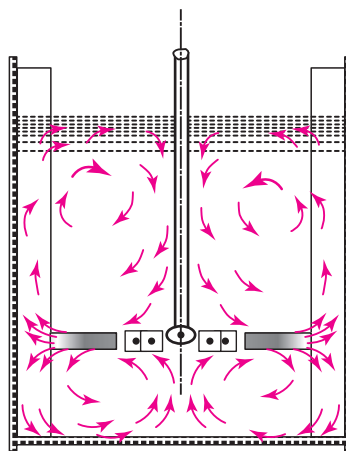
مرحله آماده‌سازی مواد اولیه سخت و نرم با هم تفاوت دارد. مواد پلاستیک و یا اصطلاحاً مواد اولیه نرم به‌طور طبیعی دانه‌بندی ریزی دارند. اما جهت آماده‌سازی

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 به‌کار 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 هم‌زدن 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 ۲۶-ب نشان داده شده است.

**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 به‌کار می‌روند که دارای پره‌هایی جهت هم‌زدن 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 ۲۶-الف نشان داده شده است؛ همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود این همزن‌ها تیغه‌های بلندی دارند.



ب) همزن با مخزن توربینی



الف) همزن با مخزن استوانه‌ای

شکل ۲۶- انواع همزن‌ها



## آماده‌سازی مواد غیر پلاستیک

کردن وجود ندارد ولی اصطلاح خرد کردن برای ایجاد ذراتی با ابعاد درشت و آسیاب کردن برای ایجاد ذرات با ابعاد ریزتر به کار می‌رود.

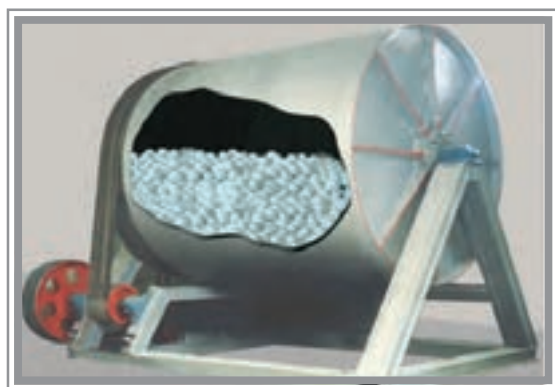
تولید فراورده‌های سرامیکی متداول‌ترین و عمده‌ترین آنها فکی، غلتکی و چرخشی هستند.

آماده‌سازی مواد سخت نظیر سیلیس و فلدسپار، به طور کلی شامل مراحل خرد کردن و آسیاب کردن است. اگرچه مرز مشخصی بین مرحله خرد کردن و آسیاب

**۱- خردایش:** خردایش سنگ‌ها به وسیله سنگ‌شکن انجام می‌شود. سنگ‌شکن‌ها انواع مختلفی دارند و در



شکل ۲۷- فرایند خردایش



شکل ۲۸- آسیاب گلوله‌ای

**۲- آسیاب کردن:** مواد اولیه سخت بعد از سنگ‌شکنی به منظور ریزتر شدن وارد آسیاب می‌شود. آسیاب‌هایی که در صنعت سرامیک مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند سنگ‌شکن‌ها دارای انواع متفاوتی می‌باشند. در تولید فراورده‌های سرامیکی به طور عمده از آسیاب‌های گلوله‌ای، مخروطی و لرزشی استفاده می‌شوند. آسیاب‌های گلوله‌ای اگرچه 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 همان طور 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 ۲۹-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 ۲۹-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 ۲۹ - الف) الک معمولی، ب) 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 توری 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.

## 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

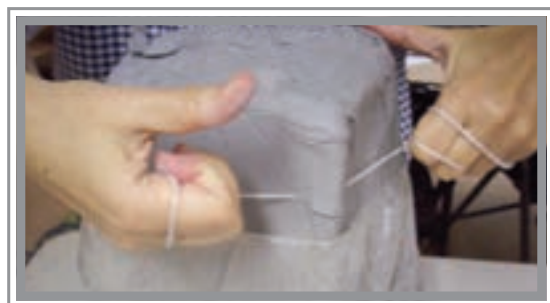
## تهیه و آماده‌سازی گل پلاستیک

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 ۳۰

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 نامناسب از الک‌های مختلف 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 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. خواباندن گل موجب رشد باکتری‌ها و افزایش کارایی آن می‌شود. افزودن مقداری گل کهنه، سرکه، ماست و نشاسته (برای تغذیه باکتری‌ها)، محیط گرم و مدت زمان کافی (حداقل دو هفته) برای رشد باکتری‌ها لازم می‌باشد.

آهن به صورت 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 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.

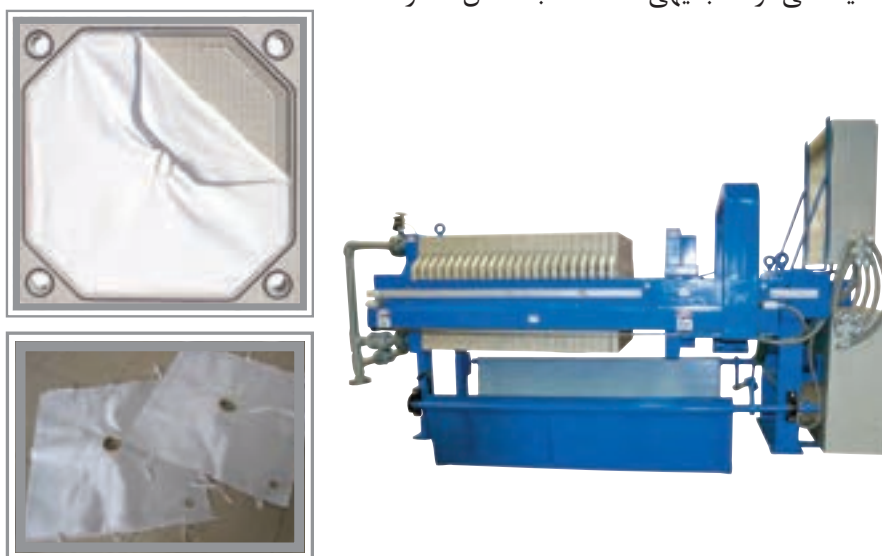
نکته



شکل ۳۱- 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 پالایه‌های فشاری، 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 اعمال فشار



شکل ۳۲- 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 ۲- انواع گل براساس 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 فرارگیری 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:



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 شکل‌دهی پلاستیک</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>انتخاب مواد براساس نوع قطعه</p> <p>پودر یکنواخت و بدون ذرات درشت</p> <p>رطوبت مناسب و خواص پلاستیسیته خوب</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات</b></p> <p><b>شرایط:</b> کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات شامل سرنند، الک، ابزار کوبیدن، همزن، مواد اولیه، تخته گچی، حوضچه و آب.</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> ترازو، ظروف مناسب توزین، الک، دستگاه خشک‌کن، وسایل همزدن گل و ...</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>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو *
۱	انتخاب مرحله اولیه	۳	
۲	اختلاط مواد اولیه	۳	
۳	عملیات تکمیلی	۲	
	<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>			