

## پودمان ۳

تحلیل و طبقه‌بندی مواد اولیه سرامیک‌ها





در مورد فرایند ساخت آجر اطلاعات جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.



تحقیق کنید

انتخاب یک ماده اولیه مرغوب و همچنین فرآوری و خالص‌سازی مناسب، آن نقش زیادی در کیفیت نهایی یک محصول سرامیکی دارد.



شکل ۴- معدن کائولن



شکل ۵- کائولن شسته شده

دانش و مهارت شناسایی مواد اولیه، اولین قدم در آموزش علم سرامیک است. این دانش و مهارت در فرایند ساخت و تولید محصولی با کیفیت نهایی مطلوب، مؤثر است. کارخانه ایرانی را نشان می‌دهد. یکی از انواع خاک کائولن‌های فراوری شده توسط یک و شیمیایی ارائه شده، تضمین‌کننده کیفیت محصولی است که از آن ساخته می‌شود. جدول ۱ مشخصات

جدول ۱- مشخصات کائولن زنوز

محصولات / Products	کائولن زنوز	
L O.I	۹ ± ۱	
SiO <sub>۲</sub>	۶۳ ± ۱	
Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۲۴ ± ۱	
Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۰.۵۵ ± ۰.۱	
TiO <sub>۲</sub>	۰.۰۴ ± ۰.۰۱	
CaO	۱.۲ ± ۰.۲	
MgO	۰.۵۵ ± ۰.۰۶	
Na <sub>۲</sub> O	۰.۴ ± ۰.۱	
K <sub>۲</sub> O	۰.۳ ± ۰.۱	
SO <sub>۲</sub>	-	
خواص فنی Technical Properties	M . O . R (Kgf / cm <sup>۲</sup> ) / استحکام خمشی	۳۰ ± ۵
	Peff.Plasticity / پلاستیسیته ففر کورن	۳۱ ± ۱
	Brightness (۱۱۸۰°C) / سفیدی پخت	۹۲ ± ۲
	Drying Contraction (۱۱۰°C) / انقباض خشک	۵ ± ۰.۵
	Firing Contraction (۱۱۸۰°C) / انقباض پخت	۳.۵ ± ۰.۵
	Physical Form / شکل فیزیکی	Noodled / رشته‌ای
	Moisture % / رطوبت	< ۱۰
% آنالیز مینرالی Mineralogical Analysis %	Kaolinite / کائولینیت	۶۴ ± ۲
	Quartz / کوارتز	۲۷ ± ۲
	Calcite / کلسیت	۲.۱ ± ۰.۵
	Total Feldspar / فلدسپار	-
	Others / سایر	۶ ± ۱
% توزیع دانه‌بندی Particle Size Distribution %	> ۱۵۰ μ	۰.۰۰
	> ۴۰ μ	۰-۰.۵
	< ۲۰ μ	۹۹
	< ۲ μ	۷۴ ± ۳



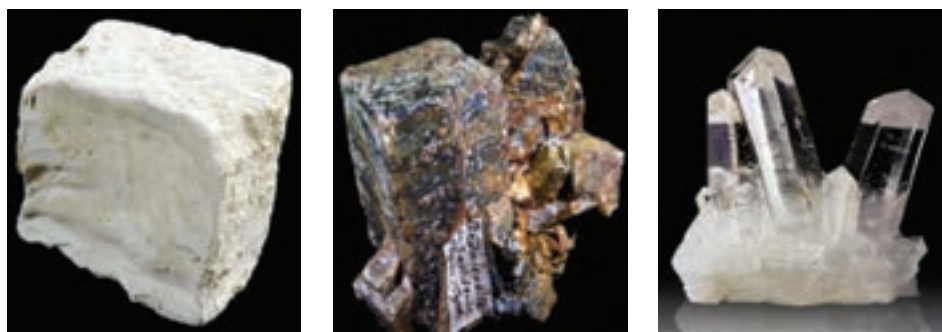
نام و مشخصات شیمیایی، مینرالی و فنی چند ماده اولیه موجود در کارگاه سرامیک را با کمک گرفتن از هنرآموز خود جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.



کوه‌ها، صخره‌ها و زمین همگی از سنگ ساخته شده‌اند. سنگ‌ها بر اساس نحوه شکل‌گیری‌شان به سه گروه اصلی آذرین، رسوبی و دگرگونی تقسیم می‌شوند که همگی در بردارنده کانی‌ها و مینرال‌های متنوعی هستند.

شکل ۶- سنگ گرانیت و کانی‌های آن

کانی‌ها مواد طبیعی، جامد و غیرزنده در زمین هستند که فرمول شیمیایی، ساختار و خواص مشخصی دارند.



کائولینیت

آندولوزیت

کوارتز

شکل ۷

جدول ۲- مشخصات سه کانی کوارتز، آندولوزیت و کائولینیت

نام:	کوارتز	آندولوزیت	کائولینیت
شکل بلوری:	شش وجهی	منشوری	پهن و کوتاه
فرمول شیمیایی:	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
سختی موس:	۷	۷/۵	۲ تا ۲/۵
وزن مخصوص:	۲/۶۵	۳/۱ - ۳/۲	۲/۱۶ - ۲/۶۸
درخشندگی:	شیشه‌ای	شیشه‌ای - چرب - مات	مات، صدفی





در کتاب علوم پایه نهم با مفهوم، ویژگی‌ها و کاربرد برخی از کانی‌ها آشنا شده‌اید. آیا یخ و نبات کانی هستند؟



شکل ۹- یخ



شکل ۸- نبات

## شناسایی کانی و سنگ

نخستین عمل پس از پیدا کردن یک سنگ یا یک کانی شناخت آن است. بهترین روش برای آغاز این شناخت، بررسی چند سنگ از نزدیک است. با این عمل شما در می‌یابید که سنگ‌ها و کانی‌های مختلف شباهتی به هم ندارند. یک ذره‌بین به شما کمک می‌کند تا سنگ‌ها را از نزدیک بررسی کنید و جزئیاتی را مشاهده کنید که با چشم غیرمسلح به آسانی قابل دیدن نیست.





نکات ایمنی



در هنگام جمع‌آوری سنگ‌ها لباس مناسب بپوشید. همچنین عینک محافظ یا ایمنی می‌تواند چشمتان را محافظت کند زیرا هنگام ضربه زدن با چکش به سنگ، تراشه‌های آن به سمت شما پرت می‌شوند.

شکل ۱۰- برخی از وسایل مورد نیاز یک زمین‌شناس

از نقشه برای شناسایی مشخصات دقیق محل سنگ استفاده کنید.



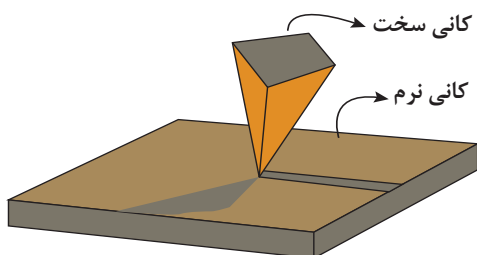
نکته



زمین‌شناسان، افرادی هستند که چگونگی تشکیل زمین، ویژگی‌ها، ساختار، ترکیب سنگ‌ها و کانی‌ها و تاریخچه آنها را مطالعه می‌کنند. دیدن مناطق جدید و بکر، کار کردن در روز، اقامت شبانه در صحرا و دور از هیاهوی شهرها و کشف راز زمین از نکات مثبت و جذاب زندگی زمین‌شناسان است. زمین‌شناسان جهت شناسایی اولیه یک کانی و سنگ چند آزمایش ساده زیر را انجام می‌دهند.

## آزمایش سختی

در مقیاس موهس کانی که قابلیت خراش کانی دیگر را دارد سختی بیشتری دارد.



شکل ۱۱



شکل ۱۲- سختی کانی‌های مختلف مقیاس موهس



فعالیت

با سنگ یک ظرف شیشه‌ای یا تکه‌ای از شیشه را خراش دهید. اگر سنگ ظرف شیشه‌ای را خراشید سختی آن بیشتر از شیشه است که دارای سختی بین ۵ و ۶ است.



از یک سکه برای خراشیدن سنگ استفاده کنید سختی سکه حدود ۳ است. بنابراین هر سنگی که توسط سکه خراش بردارد دارای کانی‌های با سختی ۳ یا کمتر است.



سختی ناخن کمی بیشتر از ۲ است. سنگ‌ها را با ناخن خراش دهید. اگر سنگ را خراشید کانی‌هایی که سنگ از آنها تشکیل شده است، سختی ۲ یا کمتر دارند.



فعالیت

تعدادی سنگ انتخاب کنید و با آب و برس بشویید. سپس با کمک روش‌های توضیح داده شده، سختی آنها را تخمین بزنید.



گفت‌وگو کنید

برای ساخت شیشه از مقدار زیادی کوارتز استفاده می‌شود. به چه دلیل سختی شیشه از کوارتز کمتر است و بر روی شیشه خط می‌اندازد؟



## رنگ و رنگ خاکه



شکل ۱۳- کانی کوارتز در رنگ‌های مختلف

رنگ بخش‌های سالم و هوا نزده کانی معیاری برای تشخیص آن است. باید توجه داشت نمونه‌های مختلف، رنگ‌های متفاوتی دارد. به عنوان مثال کانی کوارتز ممکن است به رنگ‌های سفید، شیری، گلی، بنفش، دودی و بی‌رنگ دیده شود.



شکل ۱۴- کانی ارتوکلاز در رنگ‌های متفاوت

تصویر مقابل ارتوکلاز (فلدسپات پتاسیک) را در رنگ‌های مختلف نشان می‌دهد. همچنین ممکن است چند کانی مختلف به یک رنگ باشند.

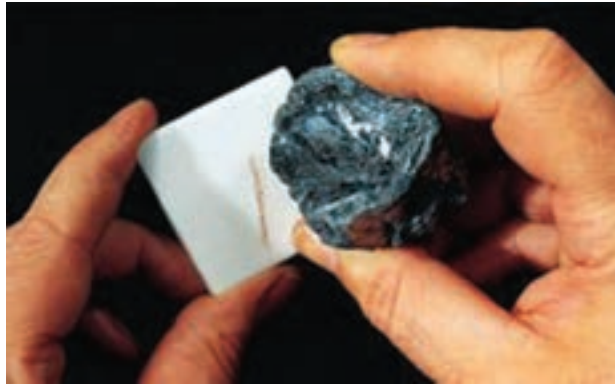
تصاویر مربوط به چند کانی در شکل زیر آمده است. از میان این تصاویر نام چهار کانی که رنگ مشابه دارند را انتخاب کنید و در جاهای خالی بنویسید:

- ۱- .....  
 ۲- .....  
 ۳- .....  
 ۴- .....



فعالیت

علاوه بر تعیین رنگ کانی، رنگ خاکه را نیز می‌توان مشخص کرد. به این صورت که گوشه‌ای از کانی مورد نظر را بر یک صفحه چینی بدون لعاب کشیده و اثر ایجاد شده مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱۵- کانی‌هایی با رنگ خاکه‌های متفاوت

باید توجه داشت که برای تعیین رنگ خاکه یک کانی، سختی آن باید کمتر از سختی صفحه چینی بدون لعاب (در حدود ۷) باشد. رنگ یک کانی و رنگ خاکه آن حتماً شبیه هم نیستند.



نکته



به چه دلیل زمانی که فلز آهن زنگ می‌زند رنگ آن تغییر می‌کند؟



گفت‌وگو کنید



بیشتر بدانیم

### زیبایی‌های ایران زمین - فرش‌های خاکی

هرمز جزیره رنگ‌هاست تنوع رنگی سنگ‌های کنده شده از لایه‌های مختلف اعماق زمین توسط توده‌های نمک آن قدر زیاد است که هرمز را به زیباترین و کم‌نظیرترین گنبد نمکی در دنیا تبدیل کرده تا جایی که از آن با نام آزمایشگاه سنگ‌شناسی یاد می‌کنند. هرمز موزه کانی‌های جهان است.



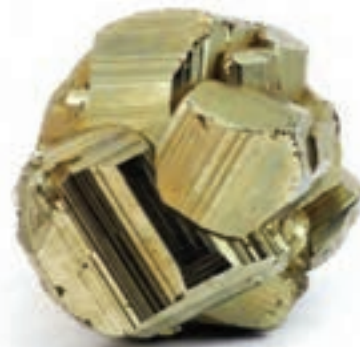
شکل ۱۶

### درخشندگی

جلا و درخشش هر کانی در واقع توانایی آن در بازتابش، پراکنده کردن یا جذب نور است. به مثال زیر توجه کنید: دو کانی پیریت و گوگرد هر دو زرد رنگ هستند. اما به دلیل بازتاب متفاوت نور از آنها، درخشش مشخص و متفاوتی را از خود نشان می‌دهند.



گوگرد



پیریت

شکل ۱۷

درخشش کانی‌ها را می‌توان به دو گروه فلزی و غیرفلزی تقسیم کرد. تفاوت بین درخشش فلزی و غیرفلزی کم‌وبیش مشابه تفاوت بین رنگ متالیک و رنگ عادی اتومبیل‌ها است.



شکل ۱۸

با مطالعه کتاب علوم پایه نهم کانی‌هایی با درخشش ابریشمی، صمغی و الماسی را بیابید و در کلاس در مورد آنها گفت‌وگو کنید.

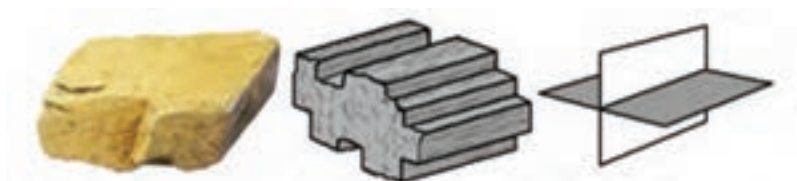


تحقیق کنید

رَخ (کلیواژ): عبارت از تمایل یک کانی به شکست صفحه‌ای شکل در امتداد سطوحی معین که به این سطوح کلیواژ گفته می‌شود.



شکل ۱۹- رَخ در یک راستا (موسکوویت)



شکل ۲۰- رَخ در دو راستا (فلدسپات)



شکل ۲۱- رَخ در سه جهت راستا عمود بر هم (هالیت)



شکل ۲۲- رَخ در سه راستا غیر عمود بر هم (کلسیت)

شکستگی: برای کانی‌هایی که حالت کلیواژ اتفاق نمی‌افتد و رخ مشاهده نمی‌شود از واژه شکستگی استفاده می‌شود مانند کوارتز.



شکل ۲۳- شکستگی چند نوع کانی



## چگالی (جرم حجمی)

اغلب کانی‌های سیلیکاتی، که بخش زیادی از پوسته زمین را می‌سازند، چگالی‌ای در حدود ۲/۵ تا ۳/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب دارند. کانی‌هایی که در ساختمان خود عنصرهای سنگینی مانند سرب و باریوم دارند، دارای چگالی بالاتری هستند.

جدول ۳- چگالی چند کانی

چگالی $g/cm^3$	کانی
۲/۶۴ - ۲/۷۶	گرانیت
۳	هورنبلند
۲/۵۵ - ۲/۷۵	فلدسپات
۲/۶۵	کوارتز
۲/۲۰	شیشه

### مفاخر ایران

ابوریحان محمدبن احمد بیرونی (۴۴۰ - ۳۶۲ هجری قمری، متولد خوارزم)، دانشمند برجسته ایرانی، در رشته‌های گوناگون ریاضی، جغرافیا، زمین‌شناسی، مردم‌شناسی فیزیک و فلسفه، سرآمد روزگار خود بود. ابوریحان در کتاب «الجماهر فی معرفة الجواهر» به شرح فلزات و جواهرات قاره‌های آسیا، اروپا و آفریقا می‌پردازد و ویژگی‌های فیزیکی مانند بو، رنگ، نرمی و زبری حدود ۳۰۰ نوع کانی و مواد دیگر را شرح می‌دهد. ابوریحان بیرونی موفق به تعیین دقیق چگالی چند نوع فلز و مینرال شد.



بیشتر بدانیم

## آزمون اسید برای کانی‌ها و سنگ‌های کربناتی

برای اغلب زمین‌شناسان اصطلاح «آزمون اسید» به معنای قرار دادن یک قطره از اسید هیدروکلریک رقیق (۵ تا ۱۰ درصد) بر کانی و شاهد آزاد شدن حباب‌های گاز دی‌اکسید کربن است. حباب‌ها نشانه وجود کانی‌های کربناتی مانند کلسیت، دولومیت یا دیگر کانی‌های کربناتی است.



شکل ۲۴- تأثیر اسید بر کانی کربناتی



### تنسوخ‌نامه ایلخانی

تنسوخ‌نامه ایلخانی تألیف خواجه‌نصیرالدین طوسی است و یکی از آثار مهم و با ارزش در زمینه شناخت گوهرها و دانستن خواص سنگ‌ها و شناخت فلزات است.



بیشتر بدانیم



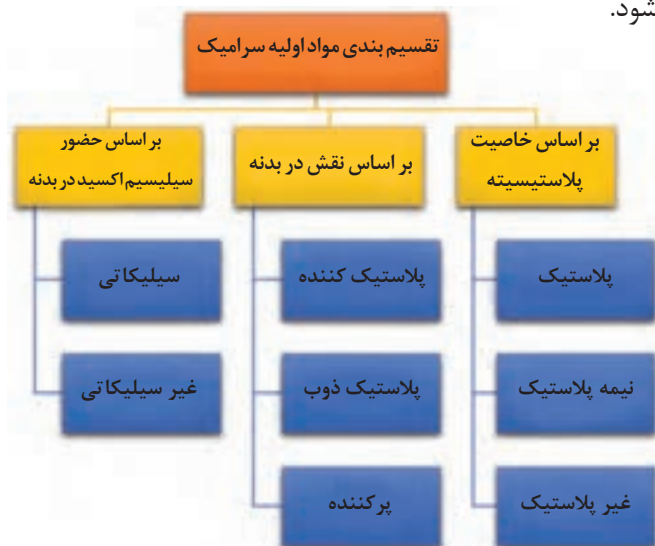
تحقیق کنید

در جدول زیر نام هفت کانی دیگر را یادداشت کرده و خصوصیات کانی‌ها را مانند مثال نوشته و در کلاس ارائه دهید.

نام کانی	رنگ	رنگ خاکه	سختی	درخشندگی	رِخ	کاربرد
مثال: کوارتز	بی‌رنگ تا سفید	سفید	۷	شیشه‌ای	ندارد	شیشه‌سازی، کاغذ سمباده

### تقسیم‌بندی مواد اولیه سرامیک

مواد اولیه بر اساس خاصیت پلاستیسیته، نقش در بدنه و همچنین حضور سیلیسیم اکسید در ترکیب مواد اولیه در سه گروه تقسیم‌بندی می‌شود.



شکل ۲۵- نمودار تقسیم‌بندی مواد اولیه سرامیک

در اینجا تقسیم‌بندی مواد اولیه بر اساس نقش آنها در بدنه مشاهده می‌شود:

پرکننده	کمک ذوب	پلاستیک‌کننده
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سیلیس</li> <li>• آلومینا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• فلدسپات‌ها</li> <li>• نئلین سیانیت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کائولن</li> <li>• بالکلی</li> <li>• بنتونیت</li> <li>• فایر کلی</li> <li>• رس‌های معمولی</li> </ul>

همچنین در زیر تقسیم‌بندی دیگری از مواد اولیه بر مبنای خاصیت پلاستیسیته مشاهده می‌شود.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• سیلیس</li> <li>• فلدسپات</li> <li>• سنگ آهک</li> <li>• دولومیت</li> <li>• آلومینا</li> </ul> <p>غیر پلاستیک</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تالک</li> <li>• پیروفیلیت</li> </ul> <p>نیمه پلاستیک</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• کائولن</li> <li>• بالکلی</li> <li>• فایر کلی</li> <li>• بنتونیت</li> <li>• رس‌های معمولی</li> </ul> <p>پلاستیک</p>
--	---	---

## مواد اولیه پلاستیک (رسی‌ها)

مواد پلاستیک موادی هستند که در اثر اختلاط با آب به صورت گل درمی‌آیند و قابلیت شکل‌پذیری پیدا می‌کنند. گل تهیه شده از خاک رس را می‌توان یکی از شکل‌پذیرترین مواد طبیعی دانست. رس خاکی است طبیعی و ریزدانه که عموماً از کانی‌های رسی تشکیل شده است. نمونه‌هایی از سنگ‌های حاوی کانی‌های رسی را در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۶- کانی‌های رسی

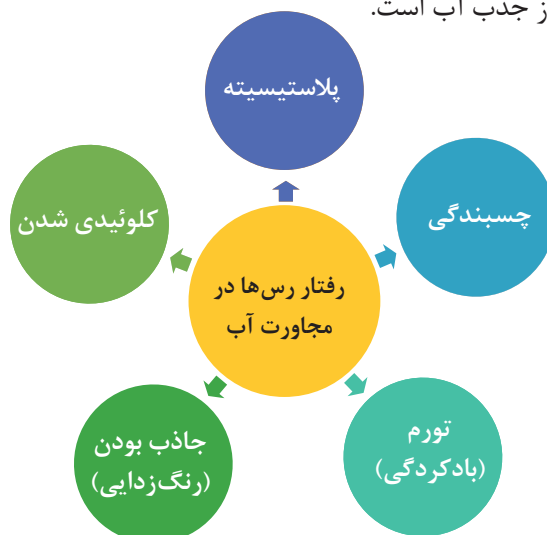
دو عامل اصلی که سبب ایجاد رفتارهای گوناگون در خاک‌های رسی می‌شود نوع کانی آنها و میزان آب است. کانی‌های رسی عمدتاً از  $H_2O$  و  $SiO_2$ ،  $Al_2O_3$  تشکیل شده‌اند که بعضی از آنها  $Ca$ ،  $Mg$ ،  $Na$  و  $Fe$  را نیز به همراه دارند. این عناصر در ساختمان کانی‌های رسی به شکل‌های گوناگون در کنار هم قرار می‌گیرند. به همین دلیل تجزیه شیمیایی یک خاک رس نمی‌تواند به‌طور کامل نوع کانی‌های رسی را مشخص کند.

بیرونیت<sup>۱</sup> نام کانی حاوی سیلیکات کلسیم و کربنات کلسیم آب‌دار است که در سال ۱۹۵۷ میلادی کشف و به افتخار دانشمند ایرانی، ابوریحان بیرونی نام‌گذاری گردید تا بزرگ‌داشتی بر پژوهش‌های وی در زمینه کانی‌ها و سنگ‌ها باشد.

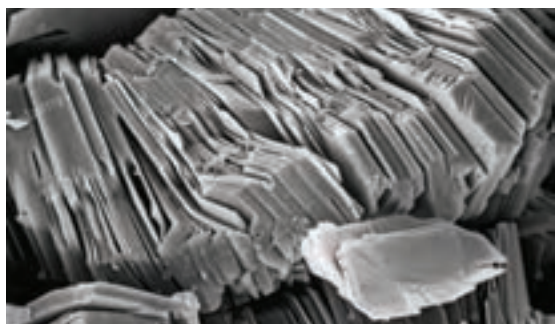


بیشتر بدانیم

رفتار هر یک از کانی‌های رسی در مجاورت با آب بسیار متفاوت است. پلاستیسیته، چسبندگی و تورم از این جمله رفتارهای کانی‌های رسی پس از جذب آب است.



شکل ۲۷- رفتار رس‌ها در مجاورت آب



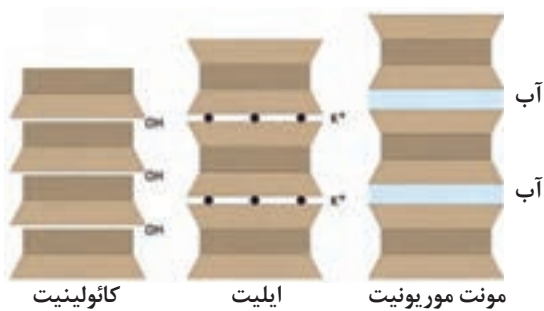
شکل ۲۸- تصویر میکروسکوپی کائولینیت

۱- پلاستیسیته: نشان‌دهنده میزان تغییر شکل ترکیب خمیری خاک و آب بر اثر اعمال نیرو است. پلاستیسیته ویژگی اصلی خاک‌های رسی است که از ساختار ورقه‌ای شکل کانی باعث ایجاد این خصوصیت می‌شود. پلاستیسیته خاک‌های رسی به اندازه دانه و ورقه‌ای بودن کانی‌های آن بستگی دارد که باعث لغزش ورقه‌ها هنگام جذب آب می‌شود.

شکل پذیری گل رس به دلیل لغزش ورقه‌ها بر روی هم است.



شکل ۲۹- گل رس



شکل ۳۰- قرارگیری ورقه‌ها در کانی‌های رسی

بالاترین میزان پلاستیسیته به ترتیب در رس‌های مونت مورینیت، کائولینیت و ایلیت وجود دارد. اگر خاک‌های رسی دارای ویژگی پلاستیسیته مناسب باشند خاک پلاستیک یا چسبنده و در غیراین صورت خاک‌های غیرپلاستیک یا غیرچسبنده نامیده می‌شوند. وجود مواد آلی در خاک‌های رسی ویژگی پلاستیسیته رس‌ها را افزایش می‌دهد.



شکل ۳۱- چسبندگی

**۲- چسبندگی:** رس‌ها باعث اتصال ذرات موجود در آمیز به یکدیگر می‌شوند و پس از خشک شدن توده محکم و یکپارچه به وجود می‌آورد. چسبندگی به پلاستیسیته رس‌ها بستگی دارد. رس‌هایی که پلاستیسیته زیادی دارند اغلب به نام رس‌های چسبنده معروف هستند. این رس‌ها پس از مخلوط شدن با آب و افزودن حتی بیش از ۵۰ درصد مواد غیرپلاستیک می‌توانند خمیری شکل پذیر ایجاد کنند.





ارگ بم بزرگ‌ترین بنای خشتی جهان، یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین شاهکارهای تاریخی ایران زمین به شمار می‌آید. پیشینیان این مجموعه تاریخی عظیم را روی صخره‌ای سترگ در نزدیکی شهر بم در استان کرمان ساخته‌اند.

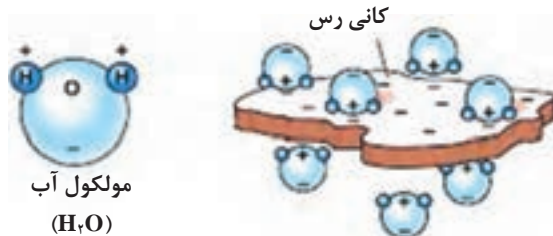


بیشتر بدانیم

در مورد بناهای خشتی در ایران و دلیل استفاده از رس به عنوان مصالح ساختمانی تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.



تحقیق کنید



شکل ۳۲- جذب آب کانی رس

**۳- جذب آب:** این ویژگی بر اساس مقدار آبی که رس جذب می‌کند تا شکل پذیر شود و به دست نچسبد مشخص می‌شود. جذب آب به میزان پلاستیسیته رس نیز بستگی دارد. توانایی و امکان نفوذ آب بین ورقه‌های رس متفاوت است و در برخی از آنها کم و در بعضی دیگر بیشتر است.



شکل ۳۳- جذب آب و تورم رس

**۴- تورم:** حجم رس پس از جذب آب افزایش می‌یابد به این ویژگی تورم گفته می‌شود. این ویژگی به ترکیب کانی‌شناسی خاک رس، نوع کاتیون‌هایی که کانی‌های رسی از آنها اشباع شده‌اند و دانه‌بندی آنها بستگی دارد. رس‌های مونت مورینیتی بیشترین تورم را دارند ولی رس‌های کائولینیتی تورم کمی را نشان می‌دهند.



بیشتر بدانیم

### رفتار رس و بحران فرونشست زمین



رفتار تورمی معمولاً در خاک‌هایی مشاهده می‌شود که به اندازه کافی ذرات ریزدانه رسی داشته باشند. جذب رطوبت باعث افزایش حجم خاک و از دست دادن رطوبت، باعث انقباض و کاهش حجم خاک می‌شود. تغییرات حجمی ناشی از تغییر درصد رطوبت خاک، باعث وارد آمدن خسارت به سازه‌های موجود در سطح خاک می‌شود. کاهش بارش باران در ایران و حفر بیش از اندازه چاه‌های مجاز و غیرمجاز و برداشت آب‌های زیرزمینی، ایران را با بحرانی به نام فرونشست زمین

مواجه کرده است. شکاف‌ها و ترک‌های عمیق ایجاد شده در دشت‌ها و اراضی کشاورزی، خسارات وارده به تأسیسات زیربنایی و مناطق مسکونی از جمله مسائلی است که فرونشست زمین باعث آن شده است.

**۵- رنگ‌زدایی:** برخی از رس‌ها می‌توانند مواد رنگی را از نفت، چربی‌ها و واکس‌ها جذب کنند. این عمل رنگ‌زدایی نامیده می‌شود. این خاصیت را می‌توان همانند رنگ‌آمیزی پارچه تشبیه نمود که در آن رنگ از محلول جدا می‌شود و جذب پارچه می‌گردد و با شستن پارچه از آن جدا نخواهد شد.



شکل ۳۴- جاذب بودن رس

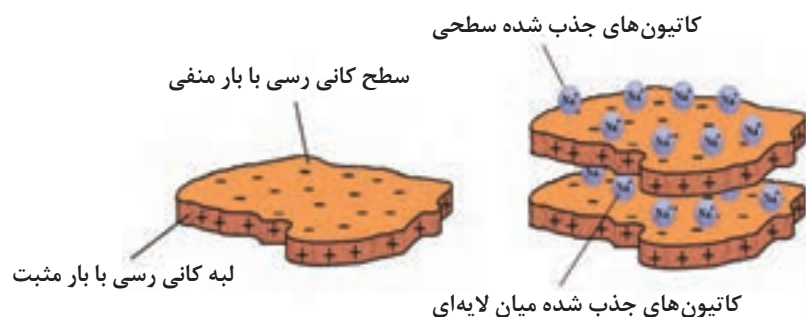
قرن هاست که از رس‌ها به‌ویژه از بنتونیت برای پالایش و تصفیه روغن‌ها استفاده می‌کنند. در مورد این ویژگی رس‌ها اطلاعاتی گردآوری کنید و در کلاس ارائه دهید.



تحقیق کنید

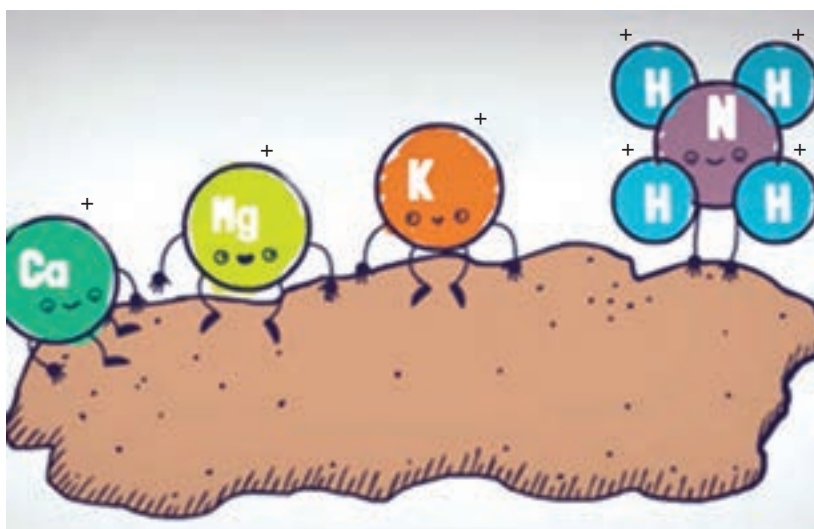
تعویض کاتیونی بر روی خصوصیات فیزیکی رس تأثیر می‌گذارد. پلاستیسیته بسیار بالا در رس‌ها به تبادل کاتیونی آنها بستگی دارد. رس‌هایی که ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارند از پلاستیسیته زیادی برخوردار هستند.

**۶- تعویض کاتیونی:** کانی رس در سطوح خود دارای بار الکتریکی منفی و در لبه‌ها بار مثبت دارد. بنابراین بلورها قادر به جذب کاتیون‌ها روی سطح و میان لایه‌های خود خواهند بود. همچنین می‌توانند کاتیون‌های خود را با دیگر کاتیون‌های محیط تعویض کنند.



شکل ۳۵

تمایل طبیعی رس‌ها به جذب برخی از کاتیون‌های موجود در محیط بیشتر از بقیه می‌باشد.



شکل ۳۶- تمایل رس‌ها به جذب کاتیون‌ها

تقسیم‌بندی رس‌ها در صنعت بر اساس میزان مصرف آنها در زیر بیان شده است:

### ۱- کائولن

● به خاکی گفته می‌شود که دربرگیرنده مقدار زیادی کانی کائولینیت باشد.

### ۲- بالکلی

● رس دانه ریز با پلاستیسیته بالا است که دارای کانی کائولینیت بوده و به دلیل حضور ناخالصی‌ها رنگی است.

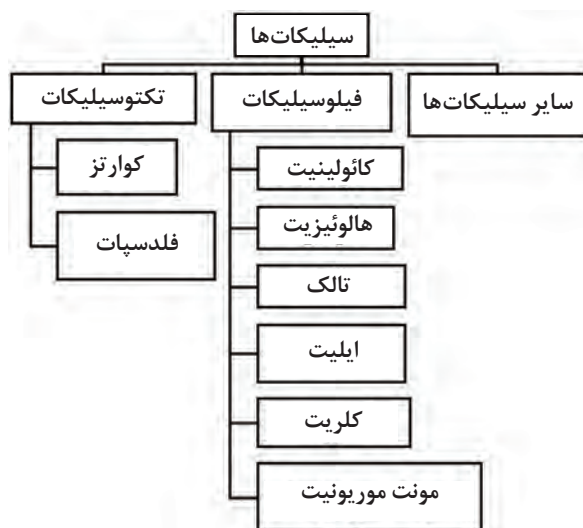
### ۳- بنتونیت

● بنتونیت خاکی است که بیش از ۷۰ درصد آن را کانی مونت‌موریونیت تشکیل می‌دهد و جذب آب زیادی دارد.

### ۴- رس‌های معمولی و شیل

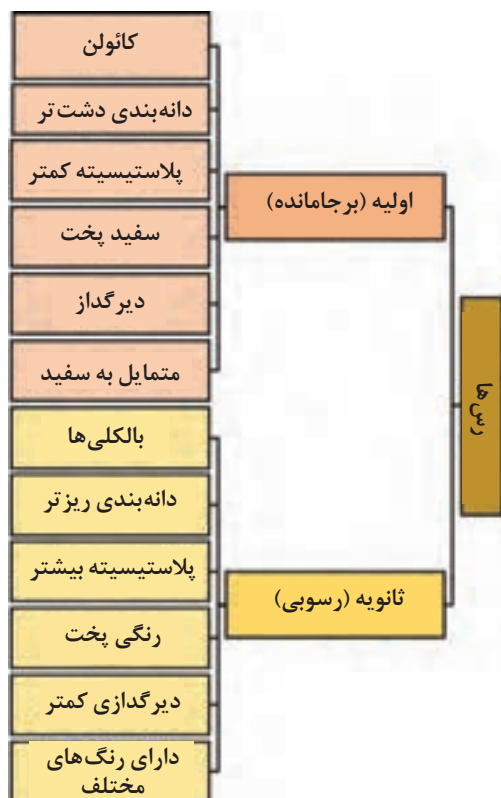
● به رس‌هایی گفته می‌شود که اندازه دانه‌های آنها کمتر از چند میلی‌متر است و به اندازه کافی دارای خاصیت پلاستیسیته است و از کانی‌های رسی ایلیت، کلریت، اندکی کائولینیت و مونت‌موریونیت، همراه با برخی کانی‌های کلسیت، کوارتز و فلدسپات تجزیه نشده تشکیل شده است.

از دیدگاه کانی‌شناسی، رس‌ها در گروه فیلوسیلیکات‌ها (سیلیکات‌های ورقه‌ای) قرار می‌گیرند که شامل تقسیم‌بندی زیر می‌شوند:



شکل ۳۷- تقسیم‌بندی سیلیکات‌ها

رس‌ها از لحاظ چگونگی تشکیل، به رس‌های اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند:



شکل ۳۸- تقسیم‌بندی رس‌ها بر اساس چگونگی تشکیل



گنبد قابوس بنایی تاریخی از سده چهارم هجری است که در شهر گنبد کاووس، شمال ایران در استان گلستان قرار دارد. این بنا که بلندترین برج تمام آجری (خشت رسی پخته شده) جهان به‌شمار می‌آید که بر فراز تپه‌ای خاکی در ارتفاع نزدیک به پانزده متر بالاتر از سطح زمین قرار دارد. این بنا در سال ۳۷۵ هجری شمسی و در زمان سلطنت شمس‌المعالی قابوس بن وشمگیر و در شهر جرجان که پایتخت پادشاهان آن منطقه بود، ساخته شده است.



بیشتر بدانیم



## کائولن<sup>۱</sup>

سنگ‌های این منطقه برای ساختن ظروف چینی مورد استفاده قرار گرفته است، از این رو واژه خاک چینی<sup>۳</sup> نیز در مورد آن به کار می‌رود.

کائولن ابتدا در سرزمین چین شناخته شد و لغت آن از کلمه چینی کائولینگ<sup>۲</sup> به معنی کوه بلند، گرفته شده است. ۱۷۰۰ سال قبل کائولن به صورت کوهی بلند در شمال چین کشف شده است. در قرون گذشته



شکل ۳۹- سنگ نماد معدن کائولن در چین

آهن اکسید ( $Fe_2O_3$ )، آهن هیدروکسید ( $FeOOH$ )، پیریت ( $FeS_2$ )، روتایل ( $TiO_2$ ) و ترکیبات کربناتی یا مواد آلی باشد. وجود این ناخالصی‌ها در کائولن رفتار فیزیکی فرایند تولید را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. کانی‌های رسی از تجزیه و هوازدگی سنگ‌های آذرین مثل گرانیت، گنیس، فلدسپات و پگماتیت به وجود می‌آیند.

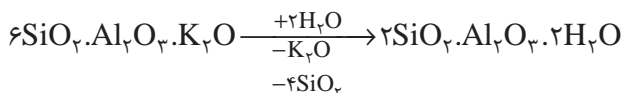
سنگ کائولن حالتی نرم و خاکی دارد که شکل‌پذیر بوده و معمولاً سفید رنگ است و ۵۰ تا ۹۵ درصد آن را کانی کائولینیت تشکیل داده است. کائولن از دگرسانی سنگ‌های حاوی کانی‌های آلومینیوم‌دار مانند فلدسپات به همراه سایر کانی‌ها مثل میکا یا کوارتز به وجود می‌آید. کائولن ممکن است علاوه بر کائولینیت حاوی کوارتز، فلدسپات و کانی‌های دیگری مانند



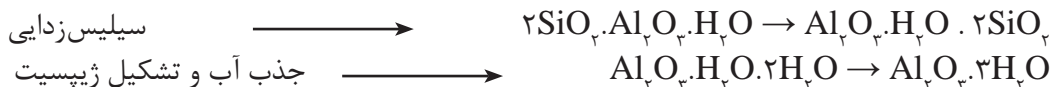
شکل ۴۰- کائولن

- 1- Kaolin
- 2- Kao - Ling
- 3- china clay

به عنوان مثال گرانیت از سه کانی میکا ( $6\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )، کوارتز ( $\text{SiO}_2$ ) و فلدسپات ( $6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$ ) با نسبت‌های تقریباً برابر تشکیل شده است. در بین این سه نوع کانی، فلدسپات در برابر آب و هوازدگی از همه ضعیف‌تر و ناپایدارتر است. به این ترتیب فلدسپات موجود در گرانیت چنانچه در برابر آب و هوا قرار گیرد، در طولانی مدت تخریب و باعث تشکیل کانی‌های رسی می‌شود. این فرایند کائولینیزه شدن نام دارد. در نتیجه این عمل، قلیایی‌های موجود در فلدسپات تبدیل به نمک‌های محلول شده و از محیط خارج می‌شوند. معادلات شیمیایی زیر به صورت کاملاً ساده و کلی این فرایند را نشان می‌دهند:



چنانچه عمل تجزیه همچنان ادامه یابد، دیاسپور و گیبسیت به وجود خواهند آمد:



شکل ۴۱- معدن روباز کائولن

در بیشتر معادن، استخراج کائولن به روش روباز انجام می‌شود کائولن به دو شکل طبیعی (شسته نشده) و فراوری شده (شسته شده) به بازار عرضه می‌شود.



شکل ۴۲- پاشیدن آب به دیوار معدن

جهت فراوری کائولن به دو روش عمل می‌شود:  
۱- کائولن استخراج شده از معدن به کارخانه‌ای که در نزدیکی معدن است، حمل شده و در آنجا بعد از شست‌وشو و خالص‌سازی، آب اضافی توسط فیلتر پرس گرفته شده و کیک‌های به دست آمده به وسیله اکسترودر به قطعات کوچک برش داده می‌شود و بعد از خشک شدن، کائولن شسته شده وارد بازار مصرف می‌شود.



شکل ۴۳- مخزن آبگیر

۲- در این روش برای استخراج کائولن از دستگامی استفاده می‌شود که آب را با فشار زیاد به دیواره‌های معدن می‌پاشد تا کائولن مرغوب از دیواره‌ها شسته شود. سپس کائولن به همراه آب و با به‌جا گذاشتن ناخالصی‌ها، به داخل کانال هدایت می‌شود. سپس به داخل مخزن‌های آبگیر مجهز به همزن پمپ می‌شود. سرعت همزن مخزن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد و سوسپانسیون از مخزنی با همزن سرعت بالا به مخزنی با همزن سرعت پایین، پمپ می‌شود. در این مخازن، کوارتز و میکای باقی‌مانده از طریق رسوب‌گذاری جدا می‌شود.

سوسپانسیون نهایی کائولن شامل مقدار زیادی آب است. بنابراین، ابتدا مقداری از آب از طریق حوضچه‌های سرباز تبخیر می‌شود (عمل هم زدن در اینجا هم ادامه دارد) و زمانی که سوسپانسیون به حد کافی غلیظ شد، با استفاده از فیلترپرس آب آن را گرفته و کیک‌های حاصل از آن درون خشک‌کن‌ها حرارت داده می‌شود و به پودر خشک که همان کائولن است، تبدیل می‌شود.



شکل ۴۴- کائولن شسته شده

## ترکیبات کائولن

بیشترین کانی موجود در کائولن، کائولینیت است. بر طبق آنالیزهای انجام شده میزان  $\text{SiO}_2$  و  $\text{Al}_2\text{O}_3$  موجود در کائولن، باید در محدوده مشخصی باشد و هرچه نزدیک به مقدار تئوری باشد نشان‌دهنده خلوص بالای کائولن فراوری شده است.

جدول ۴- آنالیز شیمیایی کائولن زدلیتز

اکسید	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	L.O.I	جمع کل
درصد تئوری	۴۶/۳	۳۹/۸	-	-	-	-	-	-	۱۳/۹	۱۰۰
کائولن زدلیتز	۴۷/۳۵	۳۷	۰/۸۳	۰/۲	۰/۶۵	۰/۲۴	۱/۱۱	-	۱۲/۶	۹۹/۹۸

با مراجعه به پایگاه ملی داده‌های زمین کشور [www.ngdir.ir](http://www.ngdir.ir) از بانک اطلاعات مواد معدنی و بانک فراوری مواد معدنی ایران، اطلاعات لازم در مورد ویژگی‌های خاک کائولن در کشورمان ایران جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.



جمع‌آوری  
اطلاعات



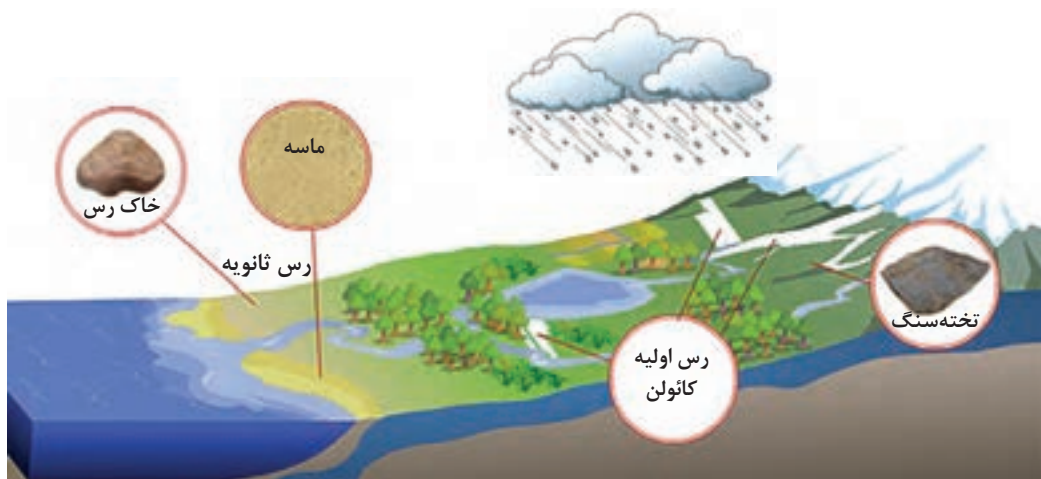
آیا در استانی که زندگی می‌کنید معدن کائولن وجود دارد؟ در صورت موجود بودن در مورد آن تحقیق کنید.



تحقیق کنید

## رس‌های ثانویه<sup>۱</sup>

در صورتی که رس‌ها پس از پیدایش خود (کائولن) به وسیله آب به محل دیگری حمل شوند و در آنجا انباشته گردند رس‌های رسوبی یا ثانویه به وجود می‌آیند.



شکل ۴۵- تشکیل رس‌های ثانویه

بیشتر رس‌ها جزء رس‌های ثانویه هستند که از این گروه می‌توان به رس‌های زیر اشاره کرد.





معایب حضور بالکلی در بدنه	مزایای حضور بالکلی در بدنه
<ul style="list-style-type: none"> <li>● تیره شدن رنگ بدنه پس از پخت</li> <li>● شوره زدن نمک ها بر سطح قطعه</li> <li>● نیاز به روان ساز بیشتر به علت حضور مونت مورینیت در دوغاب.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● پلاستیسیته بالاتر</li> <li>● افزایش استحکام خام و خشک بدنه</li> <li>● جلوگیری از ته نشینی ذرات در دوغاب</li> </ul>

بالکلی استخراج شده از معدن ابتدا با انبارش، یکنواخت سازی و ذخیره سازی می شود و پس از آنالیز شیمیایی و ثبت مشخصات فیزیکی به بازار عرضه می شود.



شکل ۴۶- انبارش بالکلی





مشخصات خاک بالکلی که توسط یک تولیدکننده این خاک عرضه شده است:

جدول ۵- آنالیز شیمیایی یک نمونه بالکلی

مقدار	اکسید	مقدار	اکسید	مقدار	ویژگی
۶۴٪	SiO <sub>۲</sub>	۰/۰۱٪	CaO	۸/۵٪	افت وزنی
۲۴٪	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۱/۰۰٪	K <sub>۲</sub> O	حداکثر ۳۰٪	رطوبت
۰/۴٪	Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۰/۰۵٪	Na <sub>۲</sub> O	۴/۰٪	درصد انقباض پخت در ۱۲۰۰ درجه سلسیوس
۰/۹۵٪	TiO <sub>۲</sub>	۰/۱۶٪	MgO	۱۳٪	درصد جذب آب بعد از حرارت ۱۲۰۰ درجه سلسیوس

با مراجعه به اینترنت و جست‌وجو در وبگاه‌های معتبر، اطلاعات لازم در مورد چند بالکلی استخراج شده از معادن ایران را جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.



جمع‌آوری  
اطلاعات

## فایرکلی (رس نسوز)



شکل ۴۷- انبارش خاک نسوز

زیاد است و در عین حال مواد قلیایی و آهن اکسید که در دیگر رس‌ها نقش گداز‌آور را به عهده دارند در این دسته از رس‌ها کم است. دیرگدازی رس‌های نسوز با توجه به درصد مواد تشکیل‌دهنده بین ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰ درجه سلسیوس است. بنابراین در تولید دیرگدازها استفاده می‌شوند.

اصطلاح خاک‌نسوز به آن دسته از رس‌ها گفته می‌شود که دیرگداز هستند و در حالت عادی دارای پلاستیسیته نبوده اما در صورت ریز شدن دارای خاصیت پلاستیسیته می‌شوند. شرایط به‌وجود آمدن این رس در طبیعت به این صورت بوده است که میزان آلومینیوم اکسید در آنها نسبتاً





شکل ۴۹- آجر شاموتی



شکل ۴۸- فایرکلی



در مورد مصالح به کار رفته در ساخت شومینه اطلاعات جمع آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.



تحقیق کنید

## رس استون وری



شکل ۵۰- بدنه استون وری

این خاک تقریباً مشابه بالکلی است، با این تفاوت که مقدار ناخالصی‌ها در آن بیشتر است. مقدار زیاد ناخالصی‌ها باعث می‌شود که رنگ بعد از پخت آنها نسبت به بالکلی‌ها بسیار تیره‌تر بوده و نیز در درجه حرارتی حدود ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس بتوانند بدون افزایش گدازآور یا با افزایش مقدار نسبتاً کم، از آن بدنه‌ای متراکم به وجود آورند.



شکل ۵۱- انقباض و متراکم شدن بدنه

## رس قرمز (آجرپزی)

فرسایش و خردایش طبیعی رس‌های قرمز بیشتر از بالکلی است.

آهن موجود در این رس‌ها باعث ایجاد رنگ نارنجی و قهوه‌ای پس از پخت می‌شود و در بدنه نقش گداز‌آور دارد.

کانی‌های رسی موجود در این رس کائولینیت و ایلیت می‌باشد و معمولاً دارای پلاستیسیته خوبی هستند.

ذخایر این رس اغلب به صورت روباز در سطح زمین پراکنده است بنابراین اولین رسی بوده است که انسان با آن آشنا شده و در طول هزاران سال جهت ساخت ظروف سفالین و آجر مورد استفاده قرار می‌گرفته است.



### میراث ماندگار

گنبد سلطانیه بزرگ‌ترین گنبد آجری جهان، در شهر سلطانیه در استان زنجان قرار دارد و یکی از شاهکارهای معماری ایران در دوره ایلخانی است. این گنبد در حدود سال‌های ۷۰۴ تا ۷۱۲ هجری قمری، به دستور اولجایتو پادشاه مغول، معروف به سلطان محمد خدابنده ساخته شده است.



شکل ۵۲- گنبد سلطانیه

## بنتونیت

در صنعت سرامیک بنتونیت‌های سدیم‌دار استفاده و کاربرد بیشتری دارند به این دلیل که در بنتونیت‌های سدیم‌دار، ورقه‌های مونت مورینیت می‌توانند در فاصله بیشتری از یکدیگر قرار گرفته و به عبارت دیگر بنتونیت‌های سدیم‌دار هنگام جذب آب دارای تورم بیشتری خواهد بود. بنتونیت‌ها در طبیعت به رنگ‌های مختلف یافت می‌شوند. بنتونیت‌ها عموماً دارای نقطه ذوب پایینی هستند و شیشه حاصل از ذوب آنها معمولاً دارای رنگ تیره است. در صنعت سرامیک این خاک‌ها به دلیل پلاستیسیته بسیار زیاد به تنهایی قابل مصرف نیستند.

بنتونیت‌ها از هوازدگی و دگرسانی خاکسترهای آتشفشانی به وجود آمده و حاوی مقدار زیادی ذرات مونت مورینیت است. به علت وجود پیوندهای ضعیف میان ورقه‌های مونت مورینیت، به راحتی بر روی یکدیگر می‌لغزند و این ویژگی باعث می‌شود بنتونیت هنگام لمس، چرب به نظر برسد. این ویژگی همچنین سبب می‌شود که ذرات بنتونیت در محیط آبی چند برابر حجم خود آب جذب کرده و متورم شوند.

به طور کلی بنتونیت‌ها دو نوع هستند:

- ۱- سدیم‌دار
- ۲- کلسیم‌دار



بنتونیت سدیمی



بنتونیت کلسیمی

شکل ۵۴- بنتونیت سدیمی و کلسیمی



شکل ۵۳- رنگ‌های متنوع بنتونیت در طبیعت



شکل ۵۵- بنتونیت آب جذب کرده و متورم شده

بنتونیت معمولاً به علت وجود ناخالصی‌های رنگی در مقادیر بسیار کم به آمیز بدنه (۱ یا ۲ درصد) افزوده می‌شود که باعث افزایش پلاستیسیته می‌شود و در سوسپانسیون لعاب جهت جلوگیری از ته‌نشینی مواد به مقدار بسیار کمتر (۵/۰ درصد) مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده بیشتر از بنتونیت، باعث تغییر رنگ فرآورده‌ها می‌شود.



شکل ۵۷- رنگی شدن بدنه به علت وجود بنتونیت



شکل ۵۶- اثر افزودن ۴ درصد بنتونیت در ترکیب لعاب

گل سر شور، نوعی بنتونیت رسی است که از کانی‌های گروه میکا تشکیل شده است. ایرانیان از زمان قدیم بنتونیت را می‌شناختند و از آن استفاده می‌کردند. به احتمال زیاد این ماده در ایران باستان شناخته شده و از همان زمان در مواردی از قبیل گل سرشور، گل رخت شور، شست‌وشوی پشم، الیاف و مواد از بنتونیت استفاده می‌شده است.



## رسی‌های آهکی (مارن)

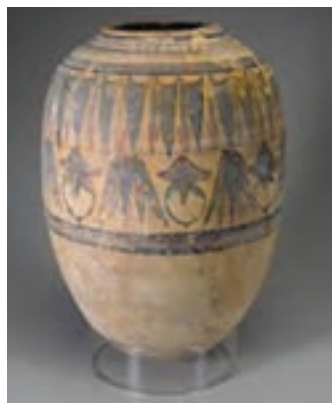
طبیعت با ترکیب سنگ آهک و رس، مجموعه‌ای از مواد اولیه پدید می‌آورد که نام‌گذاری آنها با توجه به مقدار سنگ آهک و رس موجود در آنها انجام می‌شود.

درصد آهک		درصد رس	
۹۰	آهک	۱۰	
۶۶	مارل آهکی	۳۴	
۳۴	مارل	۶۶	
۱۰	مارل رسی	۹۰	
	رس		



مارل رس حاوی ناخالصی آهک است، که مقدار زیاد این ناخالصی در رس باعث می‌شود که این نوع رس ترد و شکننده باشد.

از آنجایی که آهک در اثر حرارت دادن تجزیه می‌شود و گاز  $CO_2$  آزاد می‌کند. بدنه حاوی این رس، بعد از پخت متخلخل خواهد شد از این رو در ساخت بدنه‌های متخلخل مانند ارتن‌ورهای آهکی و همچنین کاشی‌های دیوار استفاده می‌شود.



شکل ۵۹- بدنه ارتن‌وری



شکل ۵۸- تپه‌های مارنی

### زیبایی‌های زمین

پارک زمین‌شناسی کشور چین یکی از عجیب‌ترین نقاط زمین است که در آن کوهستان رنگارنگی به چشم می‌خورد. این منطقه که به آن کوهستان رنگین‌کمانی هم گفته می‌شود به دلیل قرار گرفتن لایه‌لایه خاک و صخره‌ها بر روی یکدیگر به این شکل درآمده است. واکنش شیمیایی آب و اکسیژن با آهن و سایر عناصر همراه با مقادیر اندکی از مواد معدنی مختلف که از رسوبات زیرزمینی برجای مانده است به شکل‌گیری این کوهستان رنگین‌کمانی منجر شده است.



## مواد اولیه نیمه پلاستیک

مواد اولیه نیمه پلاستیک موادی هستند که از لحاظ خواص پلاستیسیته بین مواد پلاستیک و غیرپلاستیک هستند. از معروف‌ترین این مواد تالک و پیروفیلیت را می‌توان نام برد.

### پیروفیلیت

پیروفیلیت از واژه یونانی پیر (Pyr) به معنای آتش، و فیلو (phyllo) به معنای «ورقه و صفحه» گرفته شده است. این نام‌گذاری به تمایل برخی از انواع پیروفیلیت‌ها، به شکسته شدن به صورت صفحات برگه‌ای شکل بعد از حرارت‌دهی اشاره دارد.



تالک یکی از نرم‌ترین موادمعدنی شناخته شده است؛ به طوری که می‌توان آن را با ناخن خراش داد. جهت مصرف، تالک را ابتدا به صورت پودر در آورده و سپس از آن برای تهیه صابون، کرم‌های آرایشی، رنگ‌سازی و صنایع پلاستیک و سرامیک استفاده می‌کنند.



شکل ۶۰- سنگ تالک

نرم‌ترین کانی در جدول موهس هست و لمس چرب دارد.

تالک، منبذیم سیلیکات آب‌دار با فرمول  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  است.

یک تالک مرغوب برای استفاده در بدنه‌های سرامیک باید بعد از پخت در دمای  $1350^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس به رنگ سفید درآید.

رنگ تالک بسته به میزان ناخالصی‌های همراه آن از سفید تا سبز روشن است.

شکل ۶۱- مشخصات تالک



تالک کاربرد فراوانی در صنعت سرامیک دارد.

<p>از ترکیب رس و تالک بدنه‌های کوردبیریتی تولید می‌شود که این بدنه‌ها مقاوم به شوک حرارتی هستند و در ساخت ساگارهای چینی و صفحات واگن از آنها استفاده می‌شود.</p>		<p>از ترکیب تالک با مقادیر کمی رس و مواد گداز آور و پخت در دمای مناسب می‌توان بدنه‌های استاتیوی را تولید کرد. از این بدنه‌ها به عنوان عایق الکتریسیته استفاده می‌شود.</p>	
<p>در ساخت چینی‌های رومیزی و ظروف پخت و پز تالک به کار می‌رود.</p>		<p>از تالک در آمیز بدنه‌های ار تن‌وری و کاشی‌های دیوار استفاده می‌شود.</p>	

شکل ۶۲- کاربردهای تالک در صنعت



همان‌طور که می‌دانید از پودر تالک به عنوان پودر بچه استفاده می‌شود. گرد و غبار این پودر به راحتی از طریق هوا قابل انتقال بوده و استنشاق آن توسط کودک باعث خشک شدن غشاء مخاطی می‌گردد.



ایمنی و بهداشت

## مواد اولیه غیر پلاستیک



شکل ۶۳- مواد اولیه غیر پلاستیک

درصد زیادی از مواد اولیه‌ای که برای ساخت سرامیک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند خاصیت پلاستیسیته از خود نشان نمی‌دهند. این ویژگی در مواد اولیه مورد استفاده در ساخت سرامیک‌های نوین مشاهده می‌شود.

## فلدسپات

در ساخت بدنه‌های سرامیکی به ماده‌ای جهت کاهش دمای پخت نیاز است. این ماده که با عنوان ماده گدازآور یا فلاکس از آن نام برده می‌شود، در مرحله پخت ذوب شده و در مرحله سرمایش با ایجاد زمینه‌ای متراکم ذرات درشت دیگر را که دمای ذوب بالاتری دارند در بر گرفته و باعث افزایش استحکام قطعه می‌شود.



شکل ۶۴- کاربردهای فلدسپات

اصلی‌ترین ماده گدازآور در بدنه‌های سرامیکی فلدسپات‌ها هستند.



شکل ۶۵- انواع فلدسپات

برخی از خواص فیزیکی فلدسپات‌ها در شکل ۶۶ آمده است:

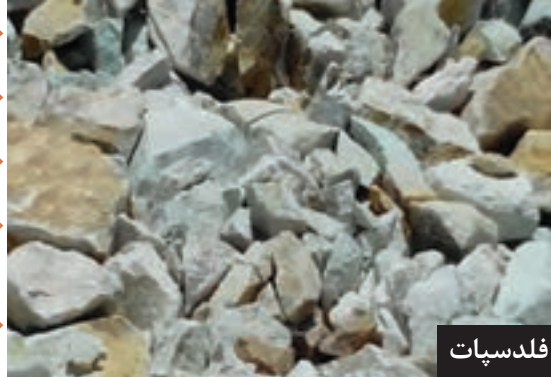
دمای ذوب فلدسپات‌ها: ۱۱۱۰ تا ۱۵۳۲ درجه سلسیوس

سختی فلدسپات‌ها در واحد موهس: ۶-۵

درخشش شیشه‌ای تا مرواریدی

با توجه به ناخالصی‌ها دارای رنگ‌های مختلفی مانند رنگ سفید، کرم و صورتی هستند.

چگالی فلدسپات‌ها:  $2/56 - 2/66 \text{ g/cm}^3$   
 $1/56 - 2/66 \text{ g/cm}^3$



شکل ۶۶- خواص فلدسپات‌ها

میزان گدازآوری و دامنه پخت فلدسپات‌ها از عوامل مهم و مؤثر انتخاب یک آمیز است. دامنه پخت محدوده‌ای است که فلدسپات شروع به ذوب شدن می‌کند تا هنگامی که مذاب حاصل به صورت فرار درآید. پتاسیم فلدسپات نقطه ذوب و محدوده پخت بالاتری نسبت به سدیم فلدسپات دارد به همین دلیل ترجیح داده می‌شود که در ساخت بدنه‌ها استفاده شود. سدیم فلدسپات به دلیل اینکه نقطه ذوب پایین‌تری دارد و مذاب بیشتر و روان‌تری تولید می‌کند بنابراین در لعاب بیشتر مصرف می‌شود. در بدنه‌ها از پتاسیم فلدسپات و در لعاب‌ها از فلدسپات سدیم استفاده می‌شود. نقطه ذوب و گرانروی مذاب پتاسیم فلدسپات از سدیم فلدسپات بیشتر است.

## سیلیسیم‌اکسید (SiO<sub>۲</sub>)

در ساخت بدنه‌های سرامیکی از مواد پرکننده نیز استفاده می‌شود. پرکننده‌ها مواد غیرپلاستیک و با دمای ذوب بالا هستند که وظیفه حفظ شکل اصلی بدنه در زمان پخت را به عهده دارند. علاوه بر این با کنترل انبساط و انقباض حرارتی در حین پخت از ترک خوردگی و شکست بدنه جلوگیری می‌کنند. یکی از مواد پرکننده سیلیس است که در ترکیب بدنه‌ها و لعاب‌ها حضور دارد و به صورت مجزا در ساخت شیشه و دیرگدازهای سیلیسی نقش دارد.



سیلیسیم‌اکسید

حاوی بلورهای کوارتز

تک بلور کوارتز

شکل ۶۷- تک بلور و بلور کوارتز

تعدادی از منابع تأمین‌کننده سیلیسیم‌اکسید آزاد در شکل ۶۸ آمده است.



شکل ۶۸- منابع تأمین‌کننده سیلیسیم‌اکسید

در دوران باستان از ویژگی سختی سنگ فلینت برای ساخت ابزار برنده استفاده می‌کردند.



شکل ۶۹- ابزار از جنس فلینت

ماسه سیلیسی: به شکل خرد شده و ریز شده سنگ‌های سیلیسی که در یک جا رسوب می‌کنند ماسه سیلیسی گفته می‌شود.



ماسه سنگ سیلیسی: زمانی که در لابه‌لای ذرات درشت ماسه، ذرات ریزتر ماسه قرار گیرند و با سیمانی کردن به سنگ تبدیل شود، ماسه سنگ سیلیسی ایجاد می‌شود.



گانیستر: ماسه سنگی با ذرات بسیار ریز است که مفادیری مواد رسی نیز به همراه دارد.



کوارتزیت: این سنگ از دگرگونی ماسه سیلیسی به وجود می‌آید. این دگرگونی پیوند بین ذرات آن را به شدت سخت و محکم می‌کند.



فلینت: از بلورهای بسیار ریز کوارتز، آب، کلسیم کربنات و مواد آلی تشکیل شده است. رنگ آن قهوه‌ای روشن، خاکستری یا سیاه است که در اثر حرارت دادن و سوختن مواد آلی به رنگ سفید در می‌آید.



دیاتومیت‌ها: سنگ‌های رسوبی متشکل از ذرات ریز و بی‌شکل سیلیسی است که در اثر تجمع پوسته یا اسکلت‌های فسیل شده جلبک‌ها و گیاهان و جانوران میکروسکوپی و تک‌سلولی به نام دیاتومه تشکیل شده است.







### سیلیکوزیس

سیلیکوزیس، یک بیماری ریوی است که بر اثر استنشاق ذرات سیلیس ایجاد می‌شود و باعث التهاب و زخم شدن ریه می‌شود. سیلیکوزیس، با کوتاه شدن تنفس، تب و سیانوزیس (پوست آبی رنگ) ظاهر می‌شود. این بیماری تنفسی ابتدا در سال ۱۷۰۵ توسط برنالدو رامازینی با مشاهده ذرات شن و ماسه در ریه یک سنگ‌تراش شناخته شد.

## کربنات‌ها، سولفات‌ها و اکسیدها

### کربنات‌ها

#### دولومیت

- کلسیم و منیزیم کربنات مضاعف  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
- از دولومیت در ساخت دیرگداز استفاده می‌شود
- در لعاب‌های دما بالا به عنوان کمک ذوب استفاده می‌شود.

#### کلسیت

- کلسیم کربنات  $\text{CaCO}_3$
- در بدنه‌های پخت بالا و لعاب نقش‌گذار آور دارد

#### منیزیت

- منیزیم کربنات  $\text{MgCO}_3$
- در ساخت دیرگدازها استفاده می‌شود



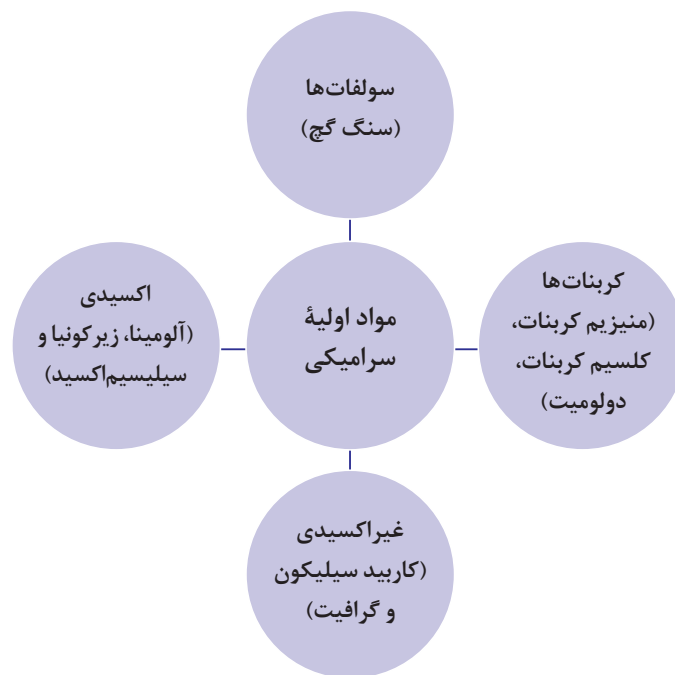
شکل ۷۰- آرامگاه فردوسی از سنگ مرمر (کلسیم کربنات) ساخته شده است.



## سولفات‌ها

ژپیس (سنگ گچ)

- کلسیم سولفات  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- بعد از پخت به گچ نیمه هیدراته تبدیل می‌شود
- از گچ در ساخت قالب برای تولید محصولات سرامیکی به روش ریخته‌گری دوغابی و شکل دادن پلاستیک استفاده می‌شود.



## اکسیدها



شکل ۷۱- گلوله آلومینایی

مواد اکسیدی به صورت منفرد و همچنین همراه با مواد دیگر نقش زیادی در ساخت محصولات سرامیکی دارند. آلومینیوم اکسید (آلومینا)  $(\text{Al}_2\text{O}_3)$ : بیشتر به صورت هیدراته در سنگ بوکسیت یافت می‌شود که با فراوری این سنگ، آلومینیوم اکسید (آلومینا) تولید می‌شود. آلومینا در ساختارهای بلوری مختلفی وجود دارد که نوع پایدار آن کوراندوم نام دارد. سختی زیاد، دیرگدازی، مقاومت بالا در برابر شوک حرارتی و مقاومت در برابر

اسیدها و بازها از جمله دلایل استفاده گسترده از این ماده است. همچنین آلومینا به عنوان یک پرکننده در بدنه‌های سرامیکی به کار می‌رود. زیرکونیوم اکسید (زیرکونیا)  $(\text{ZrO}_2)$ : نقطه ذوب بالا، مقاومت شیمیایی خوب در دمای بالا، هدایت حرارتی کم و شوک‌پذیری حرارتی خوب از ویژگی‌های اکسید زیرکونیوم است.

کانی بادلیت حاوی زیرکونیوم اکسید است که از خالص‌سازی و تثبیت شدن آن، زیرکونیا تولید می‌شود. زیرکونیوم سیلیکات نیز در ساخت دیرگدازهای زیرکونی، چینی‌های الکتریکی و شیمیایی مانند چینی شمع اتومبیل و همچنین اپک‌کننده لعاب استفاده می‌شود.



شکل ۷۲- بلبرینگ و ساچمه



شکل ۷۳- کانی بادلیت

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	دسته‌بندی، تحلیل و انتخاب کانی‌ها و سنگ‌ها با بررسی خواص و شناسایی نمونه ارائه شده گروه‌بندی، تحلیل و انتخاب مواد اولیه سرامیکی براساس نقش در بدنه و تفکیک براساس مشخصه پلاستیسیته	بالاتر از حد انتظار	تحلیل و شناسایی کانی و سنگ‌ها با آزمایش‌های سختی‌سنجی، رنگ و رنگ‌خاکه، درخشندگی، رخ، شکستگی و چگالی	۱- دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل خواص سنگ‌ها و کانی‌ها	پودمان ۳: تحلیل و طبقه‌بندی مواد اولیه سرامیک
۲	دسته‌بندی و تحلیل خواص کانی‌ها و سنگ‌ها و گروه‌بندی و انتخاب مواد اولیه سرامیکی براساس نقش در بدنه تفکیک براساس مشخصه پلاستیسیته	در حد انتظار	تفکیک و انتخاب مواد اولیه سرامیکی براساس نقش آنها در بدنه و مشخصه پلاستیسیته	۲- دسته‌بندی و انتخاب مواد اولیه سرامیکی	
۱	دسته‌بندی کانی‌ها و سنگ‌ها و گروه‌بندی مواد اولیه سرامیکی براساس نقش در بدنه و تفکیک براساس مشخصه پلاستیسیته	پایین‌تر از حد انتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره شایستگی پودمان	
				نمره پودمان از ۲۰	