پودمان ۲

کاربرد مواد معدنی در صنایع

واحد یادگیری ۳

کاربرد مواد معدنی فلزی و غیرفلزی با توجه به خواص فیزیکی آنها

مقدمه

هدف از انجام عملیات معدن‌کاری و استخراج مواد معدنی، تأمین مواد اولیه مورد نیاز در صنایع مختلف است. هیچ صنعتی نیست که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم با مواد معدنی در ارتباط نباشد، به عنوان مثال: در صنایع فلزی مانند صنایع فولاد با ماده اولیه سنگ آهن همراه با سنگ آهک، زغال و کمک ذوب‌ها؛ و در صنایع مس با ماده اولیه سنگ معدن مس و در صنایع غیرفلزی مانند صنایع ساختمانی، راه‌سازی، دیرگدازها، سرامیک، پرکننده‌ها، رنگدانه‌ها، شیشه‌سازی، تهیه مصالح ساختمانی و .... بنابراین پیشرفت و توسعه صنایع بدون دستیابی به مواد معدنی اولیه مورد نیاز ممکن نیست.

مواد معدنی در صنایع مختلف به سه صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از عنصر، کانی و سنگ. در ادامه موارد و نحوه استفاده از مواد معدنی مختلف را در دو سرفصل مواد معدنی فلزی و غیرفلزی بررسی خواهیم نمود.

توجه: کلیه اعداد و ارقام ارائه شده در این فصل جهت آشنای کلی هنرجویان با خصوصیات و ویژگی‌های مواد معدنی می‌باشد و نیاز به حفظ اعداد نمی‌باشد.

توجه: کلیه اعداد و ارقام ارائه شده در این فصل جهت آشنایی کلی هنرجویان با خصوصیات و ویژگی‌های مواد معدنی می‌باشد و نیاز به حفظ اعداد نمی‌باشد.

مواد معدنی فلزی

آهن

آهن خالص به رنگ خاکستری و به وزن مخصوص ۷/۳ـ ۷/۸ (گرم بر سانتی‌متر مکعب) است که دمای ذوب آن به ۱۵۳۶ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. میزان متوسط آهن پوسته زمین حدود ۵ درصد است. حداقل عیاری که به ذخایر آهن ارزش اقتصادی می‌بخشد حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد است. در جدول (۲) کانی‌های مهم آهن و درصد آهن آنها گزارش شده است.

توجه: تغییرات قیمت در بازار و پیشرفت تکنولوژی می‌تواند بر حداقل عیارهای اقتصادی قابل استخراج مواد معدنی (عیار حد) اثر گذاشته و آن را تغییر دهد.

جدول کانی‌های مهم آهن

نام کانی	فرمول	درصد آهن
مگنتیت	Fe_3O_4	۷۲/۳۸
هماتیت	Fe_2O_3	۷۰
لیمونیت	$FeOOH$	۶۲/۸۵
سیدریت	$FeCO_3$	۴۸/۲۱
ایلمنیت	$FeTiO_3$	۳۶/۸

سنگ معدن آهن و کانی مگنتیت

آهن در طبیعت به صورت **کانسارهای رسوبی و آذرین** یافت می‌شود. حدود ۹۰ درصد از آهن دنیا از کانسارهای آهن رسوبی لایه‌ای به‌دست می‌آید. کانسارهای آهن در سنگ‌های مافیکی و اولترامافیکی تشکیل می‌شوند (کریم پور، ۱۳۷۴).

کاربرد: آهن در میان فلزات بیشترین مصرف را به خود اختصاص داده است. این فلز بنیان تمدن امروزی را تشکیل می‌دهد. به‌دلیل فراوانی و سهولت تهیه آن، پایه و اساس بیشتر صنایع کوچک و بزرگ را تشکیل می‌دهد. آهن در ساخت انواع ماشین‌های سبک و سنگین، کشتی‌ها، راه‌آهن، پل‌ها و سدها، ساختمان‌سازی، تهیه ادوات جنگی، لوازم خانگی و ساخت کارخانه به مصرف می‌رسد. در کارخانه‌های ذوب آهن، کانسنگ آهن با کک و سنگ آهک مخلوط و سپس ذوب می‌گردد. سنگ آهک دمای ذوب کانسنگ آهن را کاهش داده و کک با اکسیژن کانسنگ تشکیل گاز کربنیک می‌دهد. آهن ذوب شده که حاوی ۳ تا ۴ درصد کربن است برای مصارف گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. عناصری که در تهیه انواع فولاد استفاده می‌شوند عبارت‌اند از کروم، منگنز، کبالت، وانادیوم، نیکل، مولیبدن، مس، نیوبیوم و سیلیس. خواص انواع فولاد در جدول صفحه بعد نمایش داده شده است.

جدول خصوصیات مهم انواع فولادها (کسلر، ۱۹۷۶)

نوع فولاد	خصوصیات
کُرُم دار	ضدزنگ، مقاوم در حرارت بالا
منگنزدار	مقاوم، مقاومت سایشی بسیار خوب، سخت
وانادیم‌دار	مقاوم،هادی خوب، خاصیت ارتجاعی خوب
نیکل‌دار	ضد زنگ، سخت و مقاوم
مولیبدن‌دار	مقاوم،هادی، مقاوم در برابر شوک و ضربه
تنگستن‌دار	سختی بالا و مقاوم در حرارت بالا
کبالت‌دار	دارای خاصیت مغناطیس دائم، مقاوم در حرارت بالا
مس‌دار	ضد زنگ و قابل استفاده در قطعات ماشین
نیوبیوم‌دار	مقاوم در حرارت‌های بالا
سیلیس‌دار	مقاوم در برابر حرارت و سایش، ضد زنگ

منابع آهن در ایران: بزرگ‌ترین معادن آهن در ایران عبارت‌اند از:

۱ معدن سنگان در استان خراسان رضوی ۲ معادن گل‌گهر در استان کرمان ۳ معدن چادرملو و چغارت در استان یزد.

منگنز

منگنز فلزی است خاکستری مایل به صورتی، با وزن مخصوص ۷/۴ که دمای ذوب آن به ۱۲۴۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. حداقل عیار منگنز که می‌تواند به لحاظ اقتصادی مورد توجه قرار گیرد ۱۰٪ است. در طبیعت به صورت خالص تشکیل نمی‌شود و بیشتر به صورت اکسید، کربنات و سیلیکات وجود دارد. **کانسارهای منگنز از نوع رسوبی و گرمابی** هستند. کانی‌های مهم منگنز در جدول زیر گزارش شده است.

جدول کانی‌های مهم منگنزدار

نام کانی	فرمول	درصد Mn
پیرولوسیت	MnO_2	۶۳/۲
پسیلوملان	$Mn_5O_{10}(Ba,H_2O)_2$	۶۳/۲
منگانیت	$Mn_2O_3.H_2O$	۶۲/۴۶
رودوکروزیت	Mn_3O_4	۴۶/۸

کاربرد: منگنز در تهیهٔ فولادهای مقاوم در مقابل سایش به مصرف می‌رسد و در این کار دو نقش اساسی دارد:

- گوگرد و عناصر مزاحم را به خود جذب نموده و آنها را وارد سرباره می‌نماید.
- در مرحلهٔ تولید فولاد وجود منگنز موجب سختی و مقاومت فولاد می‌گردد.

مصارف دیگر منگنز در تهیه انواع مواد شیمیایی، تهیهٔ کود شیمیایی، رنگ‌سازی و تهیهٔ پرمنگنات سدیم و پتاسیم (که به‌عنوان ضد عفونی به‌کار می‌روند) می‌باشد.

پیرولوسیت در ساخت باتری‌های خشک، بی‌رنگ نمودن شیشه‌ها و خشک‌کننده در رنگ و همچنین در چرم‌سازی مصرف می‌شود و در عکاسی برای رنگین کردن فیلم و در صنایع شیمیایی مصارف زیادی دارد.

منابع منگنز ایران: در ایران سالانه از دو معدن فعال ونارچ قم و رباط‌کریم تهران مقادیر زیادی منگنز استخراج و به کارخانه ذوب آهن اصفهان تحویل می‌شود. قسمتی از نیاز منگنز کارخانه ذوب آهن اصفهان نیز توسط معادن آهن منگنزدار مانند ناریگان، شمس‌آباد و چاه‌باشه تأمین می‌گردد.

معدن منگنز ونارچ قم

آلومینیوم: آلومینیوم فلزی به رنگ سفید نقره‌ای، وزن مخصوص ۲/۵۸ و دمای ذوب ۶۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. در طبیعت به صورت خالص یافت نمی‌شود. میزان فراوانی آلومینیوم در سنگ‌های پوستهٔ زمین حدود ۸/۱۳ درصد و حداقل عیار آلومینیوم در کانسارهای آلومینیوم‌دار حدود ۲۵ درصد است. حدود ۹۶ درصد آلومینیوم دنیا از بوکسیت‌ها که سنگ معدن اصلی آلومینیوم می‌باشند و از کانی‌های گیبسیت، بوهمیت و دیاسپور تشکیل شده‌اند، به‌دست می‌آید. در جدول زیر عیار آلومینیوم در کانی‌ها و سنگ‌های مهم گزارش شده است.

جدول عیار آلومینیوم در کانی‌ها و سنگ‌های مهم

نام کانی یا سنگ	فرمول	درصد Al یا Al_2O_3
گیبسیت	$Al(OH)_3$	۳۴/۷
بوهمیت	AlOOH	۴۵
دیاسپور	AlOOH	۴۵

معدن بوکسیت جاجرم در استان خراسان شمالی

بوکسیت

کاربرد: خواص مهم آلومینیوم عبارت‌اند از: وزن مخصوص کم، ضد زنگ و هادی مناسب جریان برق و حرارت. مصارف مهم آلومینیوم در صنایع هوایی، ساختمانی، الکتریکی و ماشین‌های سبک‌وزن است.

منابع آلومینیوم در ایران

بزرگ‌ترین معدن آلومینیوم (بوکسیت) در ایران در استان خراسان شمالی در منطقه جاجرم قرار دارد.

مس

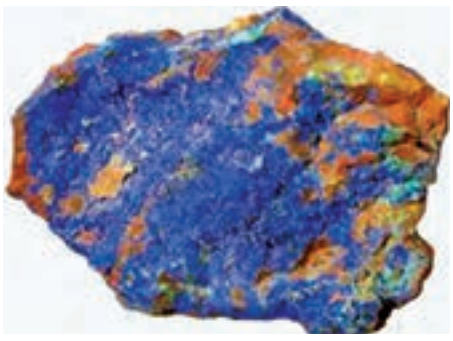
معدن مس سرچشمه

مس فلزی است چکش‌خوار به وزن مخصوص ۸/۱۹ و دمای ذوب ۱۰۸۳ درجهٔ سانتی‌گراد و بعد از نقره بهترین هادی جریان الکتریسیته به‌شمار می‌رود. مس در طبیعت به صورت‌های خالص، اکسید، سولفید، سولفات، کربنات، سیلیکات و فسفات یافت می‌شود. در شرایط فعلی و با فناوری‌های موجود جهت فراوری ذخایر مس حداقل عیار اقتصادی جهت استخراج مس ۰/۴ درصد می‌باشد.

کانسارهای مهم آن از نوع **رسوبی، آذرین، اسکارن و گرمابی** هستند. در جدول زیر کانی‌های مهم مس و عیار آنها گزارش شده است.

جدول کانی‌های مهم مس

نام کانی	فرمول	درصد مس
مس خالص	Cu	۱۰۰
کالکوپیریت	$CuFeS_2$	۳۴/۷
بورنیت	Cu_5FeS_2	۵۵ـ۶۳
مالاکیت	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$	۵۷/۵
آزوریت	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	۶۹



کانی اکسید مس (آزوریت)

کاربرد: حدود ۵۳ درصد از مس تولیدی به مصارف الکتریکی، ۱۶ درصد به مصارف ساختمانی، ۱۲ درصد در ساخت قطعات ماشینی و ۱۹ درصد باقی‌مانده به مصارف دیگر می‌رسد. آلیاژهای مهم مس عبارت‌اند از: برنز، برنج، مس ـ نیکل و مس ـ نیکل ـ نقره.

منابع مس در ایران: بزرگ‌ترین معادن مس در ایران عبارت‌اند از:

۱ معدن مس سرچشمه در استان کرمان

۲ معدن مس شهر بابک در استان کرمان

۳ معدن مس سونگون در استان آذربایجان شرقی.

سرب

سرب خالص به رنگ خاکستری با جلای فلزی است که وزن مخصوص آن ۱۱/۳۴ و دمای ذوب آن ۳۲۷/۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. سرب در طبیعت به صورت سولفید، سولفات، کربنات و نمک‌های سرب یافت می‌شود. کانسارهای سرب از انواع **رسوبی، آذرین، دگرگونی و گرمابی** می‌باشند. کانی‌های مهم سرب و عیار سرب آنها در جدول زیر آمده است.

جدول کانی‌های مهم سرب

نام کانی	فرمول	درصد مس
گالن	PbS	۸۶/۶
سروزیت	$PbCO_3$	۷۷/۵۵
انگلزیت	$PbSO_4$	۶۸/۳۳

کاربرد: سرب و ترکیبات آن مصارف زیاد دارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: تهیهٔ لوله‌های سربی، حروف چاپ، ساخت باتری، ورقه‌های سربی پوشش سیم، مهمات جنگی و حفاری. آلیاژهای مهم آن شامل برنز و مفرغ است. در سرامیک‌سازی به عنوان ماده رنگی به‌کار می‌رود و ترکیبات ارسنیک‌دار آن در حشره‌کش‌ها و نیترات آن در رنگرزی استفاده می‌شود.

رگه سرب در تونل معدن زیرزمینی نخلک

منابع سرب و روی در ایران: برخی از معادن بزرگ سرب و روی ایران عبارت‌اند از:

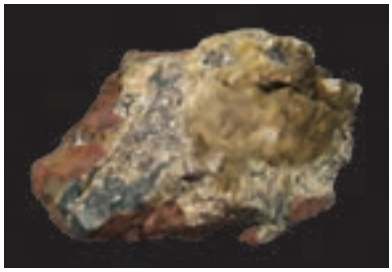
۱ انگوران در استان زنجان ۲ مهدی آباد استان یزد ۳ کوشک استان یزد.

پژوهش

در خصوص معادن سرب و روی انگوران و مهدی‌آباد تحقیق کنید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

روی

روی خالص به رنگ سفید متمایل به آبی است. وزن مخصوص آن ۷/۱۵ بوده و ترد و شکننده است. دمای ذوب آن به ۴۱۹/۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. روی در طبیعت به صورت سولفید، اکسید، کربنات و سیلیکات یافت می‌شود. کانسارهای روی از نوع **رسوبی، آذرین، اسکارن و گرمابی** هستند. کانی‌های مهم روی در جدول زیر گزارش شده است.



کانی اسفالریت

جدول کانی‌های مهم روی

نام کانی	فرمول	درصد Zn
اسفالریت	ZnS	تا ۶۷
اسمیت زونیت	$ZnCO_3$	۵۲/۱

کاربرد: مصارف مهم روی در اتومبیل‌سازی، لوازم آشپزخانه، روکش فولاد (گالوانیزه کردن)، تهیهٔ آلیاژهای برنز و برنج، لحیم‌کاری، قوطی‌های خمیردندان، چسب و غیره است.

اکسید و سولفور روی به‌عنوان ماده رنگی سفید در رنگ‌سازی و تهیه پلاستیک استفاده می‌شوند و سولفات روی در رنگرزی و ساخت چسب به مصرف می‌رسد. کلرور روی در لحیم‌کاری و جلوگیری از فساد چوب استفاده می‌شود.

معدن سرب و روی مهدی‌آباد در استان یزد

طلا

طلا در طبیعت به صورت خالص، الکتروم و ترکیبات تلورید یافت می‌شود.
کانسارهای مهم طلا انواع **گرمابی، پلاسر، مس پورفیری و ماسیوسولفید (Cu ـ Zn)** را شامل می‌شوند.
کانی‌های مهم طلا در جدول زیر گزارش شده است.

جدول کانی‌های مهم طلا

نام کانی	فرمول	درصد طلا
طلای خالص	Au	۸۰ـ۸۹
الکتروم	Ag, Au	۷۰ـ۷۵
کالاوریت	$AuTe_2$	۴۳/۷
سیلوانیت	$AuAgTe_4$	۲۴/۲

کاربرد: اگرچه امروزه طلا به‌عنوان پشتوانهٔ پول رایج کشور محسوب نمی‌گردد، اما هنوز به عنوان یک ذخیرهٔ ارزی معتبر در نزد دولت‌ها نگهداری می‌شود. از طلا در ساخت لوازم تحقیقاتی، لوازم الکترونیک، جواهرسازی، آلیاژهای مخصوص و مجسمه‌سازی و آب طلاکاری استفاده می‌شود.

منابع طلا در ایران

۱ معدن طلای زرشوران در آذربایجان غربی
۲ معدن طلای آق‌دره در آذربایجان غربی
۳ معدن طلای موته در استان اصفهان

طلای موته

نیکل

نیکل در طبیعت به حالت خالص یافت نمی‌شود. فلز نیکل به رنگ سفید و چکش‌خوار و ضدزنگ است. دمای ذوب آن ۱۴۵۳ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد. کانی‌های نیکل در سنگ‌های مافیکی و اولترامافیکی یافت می‌شوند. این کانی‌ها عبارت‌اند از: نیکولیت ($NiAs$)، پندلاندیت $(Ni,Fe)_9S_8$.

کاربرد: مصارف مهم نیکل عبارت‌اند از: تهیهٔ فولادهای ضد زنگ، آلیاژهای ویژه (آلیاژ نقره و نیکل جهت ساخت لوازم خانگی از جمله استکان، سینی و ...)، آب‌کاری کرم و ضرب سکه، نمک‌های آن مصارف شیمیایی دارند و در بعضی از باتری‌ها نیز استفاده می‌شود.

منابع نیکل در ایران: نیکل عمدتاً به شکل همراه درکنار معادن دیگر از جمله معادن مس، معادن سرب و روی به‌دست می‌آید.

مولیبدن

مولیبدن به‌صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود. فلزی است به رنگ سفید مایل به خاکستری به وزن مخصوص ۱۰/۲ و دمای ذوب ۲۶۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد. کانی مهم آن مولیبدنیت (MoS_2) است.

کاربرد: مصارف مهم و عمدهٔ مولیبدن (۹۰درصد) در تهیهٔ فولادهای ویژه است که در صنایع مربوط به سرعت‌های زیاد، ضد زنگ، آلیاژهای مخصوص، صنایع هوایی و ریخته‌گری کاربرد دارد. مصارف دیگر آن به عنوان مواد رنگی، کاتالیزور، مصارف شیمیایی و تهیهٔ گریس است.

مولیبدنیت

منابع مولیبدن در ایران: مولیبدن در منابع مس وجود داشته و به‌عنوان محصول فرعی از معادن مس به‌دست می‌آید بنابراین منابع آن همان منابع مس در ایران است.

واحد یادگیری ۴

کاربرد مواد معدنی غیرفلزی با توجه به خواص شیمیایی آنها

مواد معدنی غیرفلزی

بُرات‌ها

مشخصات کلی برات‌ها: بور یکی از عناصر نسبتاً کمیاب در طبیعت است که به‌دلیل میل ترکیبی زیاد با اکسیژن، در طبیعت به صورت آزاد وجود ندارد.

کریستال براکس

تولید و کاربرد بُرات‌ها: مهم‌ترین کاربردهای برات‌ها به شرح زیر است:

پشم شیشه	کود کشاورزی
الیاف شیشه‌ای	اطفاء حریق
بوروسیلیکات (پیرکس)	فریت و سرامیک

ترکیبات ارگانیکی بور، مواد مفیدی به‌عنوان عامل آبگیری، کاتالیزورها و قالب‌پذیری می‌باشند. بعضی از ترکیبات آبی بوردار در حشره‌کش‌ها و دیگر مواد دارویی مصرف می‌شود. فلز بور در تصفیه آلومینیوم، فیوزهای تأخیری، باطری‌های خورشیدی و نیمه‌هادی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین کاربرد برات‌ها در صنایع شیشه‌سازی، لعاب و سرامیک باشد.

منابع بُرات ایران: به علت هم‌جواری ایران با ترکیه و ذخایر بزرگ کانی‌های بور در ترکیه، به نظر می‌رسد ایران نیز نباید از کانسارهای بور بی‌بهره باشد، هر چند گزارش‌های زمین‌شناسی موجود، خلاف این تحلیل را عنوان می‌نمایند. تاکنون ۶ کانسار بور در ایران گزارش شده‌اند، که تعداد محدودی از آنها فعال‌اند:
معدن قره گل؛ معدن میانج؛ معدن قره آغاج، همگی در استان زنجان؛ براکس خاتون آباد، شهربابک؛ براکس ده شتران، سیرجان؛ براکس شکار، سبزوار

بنتونیت‌ها

سنگ بنتونیت

بنتونیت به خاک رسی اطلاق می‌شود که ضرورتاً از مونت موریلونیت تشکیل شده، نرم و پلاستیک بوده و حاوی سیلیکات‌های کلوئیدی حاصل از دگرسانی شیمیایی سنگ‌های آذرین (معمولاً توف) است. رنگ آن سفید، سبز کم‌رنگ، آبی کم‌رنگ (سطح تازه) تا کرم (سطح هوازده) می‌باشد که به تدریج به زرد، قرمز و قهوه‌ای تمایل پیدا می‌کند. این کانی سطح چرب و صابونی دارد.
به همراه بنتونیت معمولاً کانی‌های فلدسپات، بیوتیت، کوارتز و زیرکن یافت می‌شوند.

بنتونیت از صفحات آزاد سیلیس تشکیل شده است که به آسانی در محلول‌های آبی به ذرات خیلی ریز (واحد سلولی) تفکیک می‌شود. این سهولت جدایش ذرات و بار منفی نامتوازن باعث می‌شود که ذرات در محیط‌های قطبی (مانند آب) به خوبی پراکنده شوند. بنتونیت یون‌های قابل تعویض سدیم، کلسیم و یا منیزیم دارد و پس از زئولیت، بیشترین قابلیت تعویض یونی را در میان کانی‌ها دارد.

کاربرد: کاربردهای مهم بنتونیت و توزیع آنها عبارت‌اند از:

نام صنعت	درصد
ماسه ریخته‌گری	۲۷/۵۷
گندله‌سازی/ کنسانتره آهن	۱۶
گل حفاری	۲۲/۴
ماده جاذب فضولات حیوانات خانگی	۱۷
غذای حیوانات	۳/۱۲
سرامیک	۰/۵۶
ضد آب	۷/۵
جاذب	۲/۷
فیلتر کردن، بو زدایی، رنگ‌زدایی	۲/۳
غیره	۰/۸۵

- **گل حفاری:** وقتی بنتونیت سدیمی در آب وارد می‌شود به صورت ذرات کلوئیدی (۱ تا ۱۰۰ میکرون) پراکنده و معلق درمی‌آید و به علت انرژی الکتروشیمیایی در شبکه بلوری، خاصیت تورم (۱۵ تا ۳۰ برابر حجم خشک‌رس)، گرانروی و قدرت ژل شدگی پیدا می‌کند. این خواص در چاه حفاری باعث ایجاد پوشش بر روی دیواره چاه و جلوگیری از عبور مایع یا گاز از جداره آن، پایداری دیواره و روغن‌کاری مته حفاری می‌شود. گرانروی گل باعث انتقال و شناور شدن مواد کنده شده می‌شود و خاصیت ژل‌شدگی آن از ته‌نشین شدن مواد جلوگیری می‌کند.

به طور کلی بنتونیت می‌تواند جایگزین ۲ تا ۵ درصد وزنی گل حفاری شود که غالباً برای چاه‌های کم عمق تا متوسط به‌کار می‌رود. برای چاه‌های عمیق و زاویه‌دار نفت از گل‌های حفاری مصنوعی استفاده می‌شود. در این گل‌های جدید ۱ تا ۲ درصد بنتونیت به کار برده می‌شود.

- **ماسه ریخته‌گری:** بنتونیت یک عامل اتصال‌دهنده ایده‌آل برای ماسه‌های ریخته‌گری است که مقاومت سبز و قرمز (خام و پخته) خوب و نفوذپذیری کمی دارد. ۴ تا ۶ درصد (حداکثر ۱۰درصد) قالب ریخته‌گری

را بنتونیت تشکیل می‌دهد که باعث اتصال دانه‌های ماسه در ریخته‌گری می‌شود.
بنتونیت سدیم‌دار، پلاستیسیته عالی، مقاومت اتصال خشک و مقاومت مکانیکی بالایی در دمای بالا دارد و از دهه ۱۹۵۰ برای گندله‌سازی کنسانتره هماتیت و منیتیت به‌کار رفته است. به ازای هر تن کانسنگ (کنسانتره) آهن، ۶ تا ۸ کیلوگرم بنتونیت سدیمی افزوده می‌شود. اما به هر حال باید سعی شود که مقدار بنتونیت مصرفی کاهش یابد زیرا بنتونیت، سیلیس سرباره و در نتیجه میزان کمک ذوب لازم را افزایش می‌دهد. امروزه بیشتر از اتصال دهنده‌های آلی استفاده می‌شود که به‌طور کامل در طی فرایند می‌سوزند.

● **ماده جاذب:** بنتونیت به شدت جاذب رطوبت است و وقتی خرد شده و خشک شود تا رطوبت آن به زیر ۵ درصد برسد، به سرعت رطوبت را جذب می‌کند. بنتونیت می‌تواند تا ۵ برابر حجم خشک خود مایع جذب کند. از این خاصیت برای فندقه‌سازی غذای حیوانات، حمل سموم و مدفوع حیوانات خانگی استفاده می‌شود.

منابع بنتونیت ایران: بنتونیت در ایران از جمله موادی است که از دیرباز شناخته شده است. اکتشاف و بهره‌برداری از این ماده حداکثر به بیست و پنج سال پیش بازمی‌گردد. ممکن است قبل از این تاریخ نیز بنتونیت به عناوین مختلف در صنایعی نظیر سرامیک، چینی درجه دو و پوشش بام‌ها استفاده می‌شده ولی کاربرد آن تحت عنوان بنتونیت و در مصارفی همچون حفاری، ریخته‌گری، پرکننده، کارخانجات سرامیک و چینی سابقه‌ای بیش از این ندارد.
از معادن بنتونیت ایران می‌توان به معدن بنتونیت کاشمر، چاه‌کم در شمال طبس، گریمنج قائن، معادن بنتونیت شمال یزد مثل ساغند، علی‌آباد پشت بادام اشاره کرد.

معدن بنتونیت

پتاس

مشخصات کلی پتاس: پتاس واژه‌ای است که به کلرور پتاسیم، کلرور منیزیم و پتاسیم و سولفات پتاسیم اطلاق می‌شود. در صنعت سرامیک، اکسید پتاسیم، پتاس نامیده می‌شود. پتاس معمولاً همراه نمک‌های سدیم (هالیت) در شورابه‌ها و همچنین به صورت ذخایر لایه‌ای (سخت و نرم) یافت می‌شود.
پتاسیم یک عنصر لازم برای زندگی گیاهان و حیوانات می‌باشد. این عنصر به دلیل میل ترکیبی بسیار زیادی که با سایر عناصر به‌خصوص کلر دارد، به‌صورت طبیعی به شکل خالص وجود ندارد. آب دریا حاوی ۴۰ درصد

K_2O می‌باشد و فقط در حوضه‌های بسته تبخیری است که تمرکز آن افزایش می‌یابد. کانی‌های پتاسیم‌دار فراوانی وجود دارند که در حال حاضر کانی‌هایی که از نظر اقتصادی مهم هستند عبارت‌اند از:
سیلویت و کارنالیت، کانی‌های پتاسیم‌دار نیز به‌ندرت به‌صورت خالص یافت می‌شوند و اکثراً به صورت مخلوطی از نمک‌های مختلف وجود دارند. به عنوان مثال در اکثر نهشته‌های پتاس کانه باطله، نمک طعام می‌باشد. مهم‌ترین کانی‌های پتاسیم در جدول زیر فهرست شده‌اند.

جدول کانی‌های اصلی پتاسیم

کانی	ترکیب شیمیایی	درصد K
آرکانیت	K_2SO_2	۴۴/۸۸
کارنالیت	$KCl.MgCl_2.6H_2O$	۱۴/۰۷
کاینیت	$4KCl.4KgSO_2.11H_2O$	۱۵/۷۱
لانگ بنیت	$K_2SO.2MgSO_2$	۱۸/۸۴
لئونیت	$K_2SO_2.2MgSO_2.4H_2O$	۲۱/۳۳
سیلویت	KCl	۵۲/۴۴
پلی‌هالیت	$K_2SO_2.MgSO_2.2CaSO_2\ 2H_2O$	۱۲/۹۷

تولید و کاربرد پتاس: پتاس علاوه‌بر منابع سنگی، از تبخیر آب دریاچه‌های شور (پلایا) نیز قابل استحصال است. همچنین از آبهای شور زیر سطحی به وسیله حفاری‌های کم عمق می‌توان به پتاس دست یافت. در حال حاضر پتاس از هر دو منبع سنگی و آب شور به‌دست می‌آید. امروزه با آنکه بازیابی پتاس از منابع سنگی بیشتر مورد توجه می‌باشد ولی حدود ۸۵ درصد منابع پتاس دنیا از محل تبخیرهای دریایی است.

منابع پتاس ایران: اندیس‌های (نشانه‌های) پتاسیم در سری‌های نمکی ایران به شرح زیر است:
سری نمکی هرمز در جنوب ایران، سری نمکی منطقه راور کرمان، سری نمکی حوزه یزد و اردکان، سری نمکی نواحی شوراب قم، کوه نمک قم، ناحیه خرقان منطقه گرمسار، حمزه‌علی در جنوب میانه، هریس در ۷۰ کیلومتری غرب تبریز و منطقه مامان در میانه، ناودیس خرقان واقع در جاده قزوین ـ همدان، ناحیه خاک‌مردان در جنوب‌شرقی خوی، ناحیه اوگلی و حوزی در جنوب شهرستان خوی.

پتاس در خور و بیابانک اصفهان

در حال حاضر در منطقه خور و بیابانک، طرح استحصال پتاس از پلایای این ناحیه در دست اجراست. در این طرح شورابه پتاس در تعدادی حوضچه تبخیری، تغلیظ شده و سپس با استفاده از فلوتاسیون، هالیت جدا می‌شود. در مرحله بعد با کنترل دما و شرایط انحلال، پتاس از کارنالیت جدا می‌شود.

دیرگدازها

مشخصات کلی دیرگدازها: دیرگداز یا نسوز به ماده‌ای گفته می‌شود که در دمای بالا مقاومت و استحکام داشته باشد. بسیاری از فلزات نقطه ذوب بالایی دارند و در دمای کمتر از نقطه ذوب، مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهند اما به علت گرانی استفاده نمی‌شوند، یعنی یک شرط ضروری برای مواد دیرگداز وفور و ارزانی نسبی آنها است.

در جدول زیر فهرستی از انواع موادی که به‌عنوان دیرگداز مورد استفاده قرار می‌گیرند به همراه دمای ذوب و چگالی آنها ارائه شده است.

جدول مواد دیرگداز

مواد	چگالی	دمای ذوب ($^{\circ}C$)
آلومین (اکسید آلومینیوم)	۳/۹۷	۲۰۵۰
اکسید بریلیم	۳/۰۰	۲۵۳۰
آهک CaO	۳/۳۲	۲۵۷۰
اکسید منیزیم	۳/۵۸	۲۸۰۰
اکسید زیرکونیم	۶/۲۷	۲۶۹۰
سیلیس	۲/۶۵	۱۷۲۵

شرایط کلی مواد دیرگداز را می‌توان این طور خلاصه کرد:

- وفور و ارزانی نسبی
- دمای ذوب بالا و استحکام کافی قبل از ذوب (بعضی از مواد در دماهای بسیار پایین‌تر از نقطه ذوب خود، خمیری و سیال می‌شوند.)
- مقاومت کافی در مقابل نیروهای مکانیکی، ضربه و سایش در دمای بالا در مقابل شوک حرارتی
- عایق گرما
- ضریب انبساط کم (در هنگام سرد و گرم شدن، انقباض و انبساط آن محدود باشد.)
- در مقابل اثرات شیمیایی مواد مذاب و سرباره مقاوم باشد.

انواع مواد دیرگداز

دیرگدازها را براساس ترکیب کانی‌شناسی آنها به گروه‌های زیر تقسیم می‌کنند:

۱ دیرگدازهای آلومین‌دار: دیرگدازهای آلومین‌دار بیش از ۶۵ درصد کل مواد دیرگداز را تشکیل می‌دهند. مقدار آلومین در این مواد از ۱۲ تا ۹۹ درصد متفاوت است که بر این اساس خود به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

- **نیمه رسی:** مقدار Al_2O_3 تا ۳۰ درصد
- **رسی:** مقدار Al_2O_3 ۳۰ تا ۴۴ درصد
- **سیلیکاتی:** مقدار Al_2O_3 حداقل ۴۶ و حداکثر ۶۳ درصد، این گروه شامل آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت است.
- **هیدروکسید آلومینیوم:** مقدار Al_2O_3 بیش از ۵۵ درصد و شامل بوکسیت، دیاسپور و بوهمیت است.
- **مولیت‌ها:** مقدار Al_2O_3 در مولیت ۷۳ درصد و شامل کانی مولیت به صورت $2SiO_2Al_2O_3$ است که به ندرت در طبیعت یافت می‌شوند.
- **کروندم:** مقدار Al_2O_3 ۹۹ درصد

۲ **دیرگدازهای سیلیسی:** به دو گروه نیمه سیلیسی (با SiO_2 بیش از ۷۵درصد) و سیلیسی (با SiO_2 بیش از ۹۳ درصد) تقسیم می‌شوند.

۳ **دیرگدازهای دولومیتی، منیزیتی**

۴ **دیرگدازهای ویژه:** از دیرگدازهای ویژه می‌توان به زیرکن و زیرکنیا اشاره کرد. زیرکن سیلیکات زیرکونیوم است که بسیار دیرگداز می‌باشد. زیرکن در مقابل شوک حرارتی مقاوم اما در مقابل حمله سرباره قلیایی و اکسید آهن ضعیف است. زیرکن دیرگداز باید بیش از ۶۰ درصد زیرکونیا ZrO_2 و کمتر از ۳۰ درصد SiO_2 داشته باشد. کاربرد عمده زیرکن در صنعت شیشه‌سازی و صنعت ریخته‌گری است.

منیزیت و منیزیا

منیزیا (MgO) تجاری را می‌توان از منیزیت طبیعی یا سولفات منیزیم و کلراید منیزیم موجود در آب دریا و شورابه‌ها، دولومیت، بروسیت و هونتیت به‌دست آورد.
به طور کلی منیزیا به ۳ صورت در صنعت نسوز به‌کار می‌رود:

- **اکسید منیزیم فعال:** کانی منیزیت در اثر حرارت ($^{\circ}C$ ۱۰۰۰ ـ ۷۰۰) تکلیس می‌شود اما ۲ تا ۱۰ درصد CO_2 در آن باقی می‌ماند. منیزیای حاصل را منیزیای فعال می‌گویند زیرا به شدت با آب هیدراته می‌شود. این نوع منیزیا در سیمان منیزیایی و در خوراک دام و کودسازی و ساخت قطعات سبک به‌کار می‌رود.

- **منیزیای مرده:** حرارت دادن منیزیت تا دمای ۱۵۴۰ تا ۱۸۴۰ درجه سانتی‌گراد موجب از بین رفتن تمایل منیزیا به جذب آب (هیدراته شدن) می‌شود. به این محصول، منیزیای مرده می‌گویند. کاربرد آن در صنایع فولادسازی، ذوب فلزات غیرآهنی به صورت آجرهای منیزیتی، منیزیت ـ کرومیتی، منیزیت ـ آلومینی و منیزیت ـ کربنی می‌باشد.

- **منیزیای ذوب شده:** منیزیای ذوب شده با استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی در دمای بالا تهیه می‌شود. ویژگی آن، چگالی بالا (۳/۵۸)، درشتی بلور و مقاومت الکتریکی است. منیزیت به‌ندرت به صورت خام و یا ماده معدنی استفاده می‌شود. اما مقدار خیلی کم از آن در صنایع شیمیایی مثل نمک، در صنایع تهیه کود نیترات آمونیوم، داروسازی، صنعت لاستیک، ابریشم مصنوعی، سیمان‌های مخصوص، کاغذسازی و شکر استفاده می‌شود.

کاربرد منیزیت در داروسازی به‌عنوان ماده حامل خنثی به‌کار می‌رود. همچنین در روغن‌ها و کرم‌های آرایشی پوست و مو، ماده حامل در عطرها، عامل نرم‌کنندگی در پودرها، به‌عنوان یک بتونه یا چسب‌دهی اکسید تیتانیوم در رنگ‌سازی، در جوهر چاپ و در ساخت مواد ضدشعله نیز استفاده می‌شود.

رنگ‌دانه‌ها

مشخصات کلی رنگ‌دانه‌های طبیعی: اکسیدهای آهن، پرحجم‌ترین کانی‌های رنگی موجود در طبیعت هستند که پس از پودر شدن تا ابعاد مناسب، به‌عنوان رنگ‌دانه در صنایع مختلف به‌کار می‌روند. هرچند اکسیدهای آهن، علاوه‌بر وفور، ثبات، ارزان و غیرسمی هستند اما در سال‌های اخیر تولید رنگ‌دانه‌های مصنوعی آهن نیز رواج یافته است و امروزه رقیب سرسخت رنگ‌دانه‌های طبیعی هستند. علاوه‌بر اکسیدهای آهن، منگنز، کروم، زیرکن و تیتانیوم نیز به‌عنوان رنگ‌دانه به‌کار می‌روند.
رنگ‌دانه‌های طبیعی آهن را برحسب رنگشان می‌توان به ۴ گروه تقسیم نمود:
رنگ‌دانه‌های قرمز، زرد، قهوه‌ای و سیاه. در جدول زیر برخی از کانی‌های رنگی طبیعی و مصنوعی آورده شده‌اند. کاربرد ترکیبات معدنی به‌عنوان رنگ‌دانه بستگی به خواص آنها دارد.

جدول انواع رنگ‌دانه‌ها

	طبیعی	مصنوعی
رنگ‌دانه زرد	گوتیت، لپیدوکروزیت، لیمونیت	گوتیت، لپیدوکروزیت، آکاژنیت
رنگ‌دانه قرمز	هماتیت، سیدریت(کلسینه)، پیریت	هماتیت، مخلوط هماتیت، گوتیت
رنگ‌دانه قهوه‌ای	(کلسینه)آمبر،لیمونیت(کلسینه)، سیدریت(کلسینه)	گوتیت و مَنیتیت، میگماتیت
رنگ‌دانه سیاه	منیتیت	منیتیت

هماتیت (گل اخرا)

خواص فیزیکی رنگ‌دانه‌ها را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

- **جذب روغن:** به مقدار جذب روغن توسط رنگ‌دانه برای اینکه وزن مشخصی از آن را مرطوب و به صورت خمیر درآورد، گفته می‌شود.
- **سطح ویژه:** دو رنگ‌دانه با دانه‌بندی یکسان می‌توانند سطح ویژه و متفاوتی داشته باشند.
- **شکل:** شکل که می‌تواند عامل مهم‌تری از دانه‌بندی و ابعاد ذرات در مصرف مواد معدنی در رنگ‌دانه‌ها باشد، معمولاً به صورت مکعبی، کروی و ورقه‌ای تعریف می‌شود.
- **توزیع دانه‌بندی**
- **خواص نوری**
- **خواص مغناطیسی**

کاربردهای اصلی رنگ‌دانه‌های آهن عبارت‌اند از پوشش و رنگ، الکترونیک، لاستیک، پلاستیک، ساختمانی

منابع رنگ‌دانه‌های ایران: معادن اکسید آهن در اکثر نقاط دنیا یافت می‌شوند، اما فقط تعداد معدودی از آنها به‌عنوان رنگ‌دانه‌های اکسید آهن کاربرد دارند. بهترین معدن خاک سرخ ایران در جزیره هرمز ایران قرار دارد. اکسید آهن جزیره هرمز ایران از نوع قرمز مایل به آبی است.

معدن خاک سرخ جزیره هرمز در ۱۷ کیلومتری جنوب‌غربی بندرعباس واقع شده است و از قدیمی‌ترین معادن ایران می‌باشد که از سال ۱۳۱۴ مورد استخراج و بهره‌برداری قرار گرفته است. ماده معدنی استخراجی خاک سرخ می‌باشد که بسته به عیار آهن موجود در آن به سه نوع درجه یک، دو و سه تقسیم‌بندی می‌گردد.

معدن خاک سرخ جزیره هرمز

از دیگر معادن و کانسارهای خاک سرخ ایران می‌توان خاک سرخ احمدی در بندرعباس، خاک سرخ حاجی‌آباد، خاک سرخ بیاضه، خاک سرخ خور، خاک سرخ ندوشن، خاک سرخ فخرآباد، خاک سرخ ورطون، خاک سرخ ونارچ و خاک سرخ مامونیه را نام برد.

فسفات‌ها

مشخصات کلی فسفات: فسفات به سنگ‌های فسفات‌دار اطلاق می‌شود که ارزش اقتصادی دارند. به‌طور کلی به هر سنگ حاوی بیش از ۲۰ درصد P_2O_5، سنگ فسفات گفته می‌شود. کانه‌های فسفات در سنگ‌های رسوبی و آذرین یافت می‌شوند. ۸۵ درصد تولید فسفات دنیا از منابع رسوبی است. سنگ‌های فسفاتی رسوبی بیشتر شامل فلوئورآپاتیت $Ca_5(PO_4,Co_3,OH)_3(F,OH)$ و سنگ‌های آذرین بیشتر دربرگیرنده هیدروکسی آپاتیت $Ca_5(PO_4)_3(F,OH)$ هستند مانند مگنتیت ـ آپاتیت در سوئد و نفلین آپاتیت در روسیه.

تولید و کاربرد فسفات: فسفر در هر سلول زنده (گیاهی و حیوانی) وجود دارد و به همراه پتاسیم و سدیم مواد غذایی اصلی هستند که انرژی را برای مصرف غذا به شکل قابل استفاده تبدیل می‌کنند. فسفر بعد از ازت دومین کود مصرفی در دنیاست. ۹۰درصد مصرف فسفر به کود کشاورزی اختصاص دارد. از دانه‌های گیاهی، حبوبات ۵۵ درصد، گندم ۲۰ درصد، ذرت ۱۴ درصد، برنج ۱۳ درصد و جو ۴ درصد مصرف فسفر را دارند.

منابع فسفات ایران: به‌طور کلی منابع فسفات از دو نوع با منشأ آذرین و رسوبی می‌باشند. منابع عمده سنگ فسفات ایران از نوع رسوبی می‌باشد که در مناطق البرز مرکزی و آذربایجان (معدن فسفات جیرود)، شیرگشت در ایران مرکزی و فسفات سلطانیه در جنوب البرز قرار گرفته‌اند.

به غیر از فسفات‌های رسوبی، فسفات‌های با منشأ آذرین نیز در ایران شناخته شده‌اند. از جمله فسفات اسفوردی با ذخیره ۱۶ میلیون تن و عیار متوسط ۱۲ درصد و زریگان که در شمال شرق بافق واقع شده‌اند. بزرگ‌ترین ذخیره فسفات ایران با ذخیره ۱۶۰ میلیون تن به نام ریزرود در شمال بوشهر قرار دارد که به‌دلیل وجود ناخالصی‌های مزاحم در امر کانه‌آرایی مطالعات دقیقی برروی آن انجام نشده است.

معدن فسفات اسفوردی

کائولن

کائولن یک کانی صنعتی سفید، نرم و پلاستیک بوده که عمدتاً از کائولینیت $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ تشکیل شده است. انواع مختلف کائولن عبارت‌اند از:

بال کلی: یک نوع کائولینیت ریزدانه و بسیار پلاستیک است و به همراه کوارتز، میکا، ایلیت، کلریت و مواد کربن‌دار یافت می‌شود.

رس فلینتی: یک سنگ سخت ریزبلورین است که به طور عمده از کائولینیت تشکیل شده است. این کانی وقتی که در آب آسیا می‌شود، خاصیت پلاستیک می‌یابد.

رس آتشی: یک نوع رس سیلیس‌دار یا آلومینیوم‌دار است که از کائولینیت غیر بلورین (بدبلورین) تشکیل شده و قادر است در دماهای بالا بدون تغییر شکل، مقاومت کند یعنی حالت دیرگدازی دارد.

کائولن تکلیس شده: شامل مولیت (ازکائولن) و شاموت (از بال کلی) است.

منابع تولید و مصارف کائولن: خواص مهم کائولن جهت استفاده در صنایع مختلف عبارت‌اند از:

- درجه تبلور که بر روی سفیدی، درخشندگی، کدری و گرانروی آن تأثیر می‌گذارد.
- توزیع دانه‌بندی و شکل ذرات که بر خواص نوری، نرمی، صافی و رئولوژی آن مؤثر است. حد کنترل دانه‌بندی ۲ میکرون است که کائولن را به دو گروه درشت و ریزدانه تقسیم می‌کند. دانه‌بندی متوسط (d_{50}) کائولن جورجیا ۳۷٪ میکرون است.

کائولن به علت خواص ویژه‌ای که دارد، کاربردهای متنوعی در صنعت دارد.

۱ **کاغذسازی:** بی‌شک مهم‌ترین کاربرد کائولن است. کائولن در کاغذسازی دو نقش مجزا دارد: پرکننده که هزینه تهیه کاغذ را کاهش داده و خواص چاپ (جوهرپذیری) آن را بهبود می‌بخشد و پوشش‌دهنده که خواص سطحی کاغذ مانند صافی، درخشندگی و براق بودن را افزایش می‌دهد.

۲ **سرامیک‌سازی:** شناخته شده‌ترین مصرف کائولن است که قدمتی طولانی دارد.

۳ **رنگ‌سازی:** علاوه بر کاهش هزینه به‌قدرت پوشانندگی رنگ کمک می‌کند. دانه‌بندی کائولن اهمیت زیادی در کاربرد آن در رنگ دارد. هر چند کائولن یک رنگ‌دانه کاملاً سفید نیست، اما فضای بین رنگ‌دانه گران‌قیمت اکسیدتیتانیوم را پر می‌کند و حداکثر انعکاس نور را به رنگ می‌بخشد.

۴ **لاستیک‌سازی:** نقش آن تقویت و تحکیم لاستیک می‌باشد.

۵ **پلاستیک‌سازی:** در پلاستیک‌هایی مانند PVC کف‌پوش به‌کار می‌رود. از کائولن تکلیس شده در دمای کم در کابل‌سازی نیز استفاده می‌شود.

۶ **دیرگداز:** از کائولن با آلومینای بالا در تولید شاموت (جرم دیرگداز) استفاده می‌شود.

منابع کائولن ایران: یکی از مهم‌ترین منابع کائولن ایران معدن زنوز واقع در شمال شرق مرند در استان آذربایجان شرقی است. کانی‌هایی مانند کلسیت و به میزان بسیار کم دولومیت نیز در کائولن زنوز دیده می‌شود. کارخانه کائولن زنوز شامل مراحل خردایش و دانه‌بندی با چندین مرحله پیوسته هیدروسیکلون

است به نحوی که محصولاتی با عیارهای مختلف اکسید آلومینیوم تولید می‌کند. مصرف عمده کائولن فراوری شده زنوز در صنعت سرامیک است. مشخصات یک محصول کارخانه زنوز در زیر آورده شده است. دانه‌بندی این محصول ۵۴ درصد زیر ۲ میکرون است.

جدول مشخصات محصول کائولن زنوز

اکسید	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Na_2O+K_2O	LOI
مقدار (درصد)	۲۰	۶۵	۲۵	۸۲	۸۵	۱۱

معدن کائولن زنوز

گرافیت

گرافیت طبیعی با چگالی ۲/۱ تا ۲/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب و سختی ۱ تا ۲ به رنگ سیاه تا خاکستری فولادی یافت می‌شود. گرافیت از دگرسانی مواد آلی یا بیتومینه به‌وجود می‌آید.

با افزایش دما و فشار، فرایند تبدیل و دگرگونی از گرافیت کاملاً بی‌شکل شروع و به گرافیت کاملاً بلورین خاتمه می‌یابد. به گرافیت بلورین، گرافیت پولکی نیز گفته می‌شود. گرافیت کلوخه‌ای، درشت دانه است. گرافیت بی‌شکل نیز بلورین می‌باشد اما به‌دلیل ریز بودن بلورهای آن به گرافیت بی‌شکل معروف است. گرافیت بلوری در رسوبات سیلیسی ـ آهکی مانند شیست، کوارتزیت و گنایس پراکنده می‌باشد. اندازه بلورها متغیر و ممکن است حتی به چندین میلی‌متر برسد.

انواع گرافیت را می‌توان بر اساس درصد کربن محتوی نیز تعریف نمود: گرافیت ریزبلور (بی‌شکل) ۷۰ تا ۸۵ درصد کربن، گرافیت بلورین ۸۰ تا ۹۹ درصد کربن و گرافیت کلوخه‌ای (بسیار بلورین) ۹۰ تا ۹۹ درصد کربن دارند.

گرافیت طبیعی یک هدایت‌کننده عالی گرما و الکتریسیته است که در دماهای زیاد، پایدار و مقاوم است. نقطه ذوب گرافیت ۳۶۵۰ سانتی‌گراد است. گرافیت در مقابل شوک حرارتی، انقباض و حملات شیمیایی مقاوم است.

گرافیت

تولید و کاربرد گرافیت: با توجه به نقطه ذوب بالا و خواص فیزیکی مطلوب گرافیت مانند مقاومت در مقابل اکسیداسیون، شوک حرارتی و حملات شیمیایی، گرافیت به‌عنوان یک ماده دیرگداز به همراه سایر مواد نسوز به‌کار می‌رود. از اختلاط منیزیت ذوب شده، با پولک‌های گرافیت که توسط رزین به هم وصل می‌شوند، نسوزهای کربن ـ منیزیا ساخته می‌شوند. ۱۵ تا ۲۰ درصد این دیرگدازها را گرافیت تشکیل می‌دهد. گرافیت هدایت حرارتی بالایی به این مواد می‌دهد. به‌عنوان پوشش نسوز در روش ریخته‌گری پیوسته، درصد گرافیت در دیرگداز می‌تواند به ۳۰ درصد برسد. در این کاربرد ناخالصی‌های سیلیس، آهن و آلومینا زیان‌آورند و لذا باید حداکثر ۲ درصد باشند.

دیرگدازهای گرافیت ـ آلومینا در روش ریخته‌گری پیوسته، در قالب‌های ریخته‌گری، پاتیل‌ها یا ملاقه‌های مذاب به‌کار می‌روند. افزودن آلومینا موجب بهبود هدایت حرارتی، مقاومت در مقابل شوک حرارتی و عدم اکسید شدن گوشه‌های پولک‌های گرافیت می‌شود.

منابع گرافیت ایران: ذخایر شناخته شده‌ای از گرافیت در ایران گزارش نشده است؛ اما چند ناحیه اکتشافی توسط سازمان زمین‌شناسی کشور معرفی شده‌اند:

گرافیت قزلجه خوی: در ۱۵ کیلومتری شمال خوی به صورت یک افق کربن‌دار در میان لایه‌های شیل و اسلیت.

گرافیت گلباران: در جنوب ۴ گوشه ورجه محدوده روستای حسین آباد (۵۰ کیلومتری خمین)، ملاطالب در۲۵ کیلومتری الیگودرز.

گرافیت شازند: در ۴۰ کیلومتری جنوب‌غربی شازند و ۵ کیلومتری شرق آبادی مال‌میر، گرافیت به صورت رگه‌ای با ضخامت حدود ۵ متر.

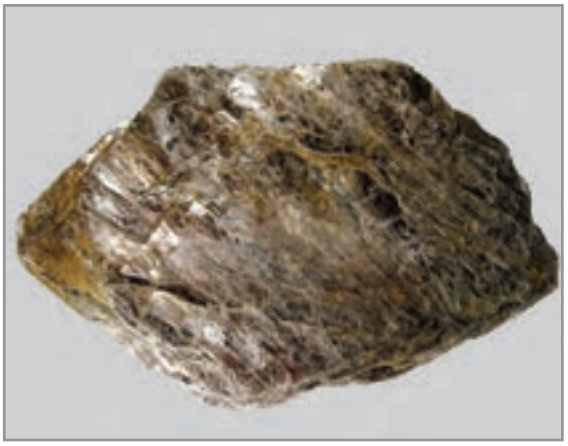
بروجرد: در شمال شرق بروجرد.

میکا

میکا به گروهی از کانی‌ها اطلاق می‌شود که در دسته بزرگی از سیلیکات‌ها موسوم به سیلیکات‌های ورقه‌ای قرار دارند. این گروه سیلیکات‌های پیچیده حاوی آلومینیوم و فلزات قلیایی می‌باشند و همگی آنها عامل هیدروکسیل (OH) دارند. اکثر میکاها حاوی یک یا چند عنصر دیگر مانند آهن، منیزیم، لیتیوم و فلوئور هستند. انواع میکاها ساختمان ورقه‌ای یا صفحه‌ای با قابلیت تورق داشته و در سیستم منوکلینیک متبلور شده‌اند. میکاها دارای کلیواژ موازی در سطوح قابل توجه و بزرگ می‌باشند که به صورت فیلم‌های نازک و شفاف به ضخامت حدود ۱ میکرون قابل جدا شدن هستند.

از نظر اقتصادی میکاهایی که رنگ روشن دارند ارزش بیشتری دارند. مسکویت و فلوگوپیت از این میان

اهمیت صنعتی بیشتری دارند. این کانی‌ها مانند سایر میکاها در سیستم منوکلینیک متبلور شده و بلورهای شش وجهی دارند. این بلورها کاملاً رشد کرده و ساخت صفحه‌ای آنها باعث شده این بلورها را بلورهای کتابی بنامند.
میکاهایی که از نظر اقتصادی اهمیت بیشتری دارند عبارت‌اند از:



فلوگوپیت

مسکویت: میکای پتاسیم‌دار که به میکای سفید نیز معروف بوده و دارای رنگ سفید متمایل به سبز کم رنگ و قرمز می‌باشد.

فلوگوپیت: میکای منیزیم‌دار که به رنگ زرد کم‌رنگ تا قهوه‌ای یافت می‌شود.

بیوتیت: میکای منیزیم ـ آهن‌دارکه به رنگ سیاه، قهوه‌ای و سبز تیره یافت می‌شود.
فیلم نازک میکا دارای خاصیت نرمی انطباق و مقاومت مکانیکی خیلی زیادی است. نازک‌ترین ورقه میکا می‌تواند دور یک میله به قطر حدود ۳ میلی‌متر بدون ترک‌خوردگی پیچیده شود. خصوصیت مهم دیگر آن قابلیت عبور نور یا شفافیت آن می‌باشد. هر دو خاصیت شفافیت و قابلیت انطباق و قدرت خمشی آن با ضخامت نسبت عکس دارد.
میکا همچنین در مقابل حرارت زیاد، مقاوم بوده و قادر است بدون تغییر چندانی در خصوصیات فیزیک و شیمیایی، حرارت‌های بالا یا تغییرات ناگهانی و شدید دما را تحمل نماید.
علاوه بر خصوصیات فوق، خواص الکتریکی ذیل، میکای ورقه‌ای را به یک مادهٔ بی‌نظیر تبدیل می‌نماید:

- خاصیت هدایت دی الکتریکی پایین (به‌خصوص اگر میکا فاقد کانی‌های ریز باشد).
- قدرت مقاومت دی الکتریکی در مقابل ولتاژ زیاد بدون ترک خوردگی یا خردشدگی

معدن میکای یارم قیه خوی

منابع میکای ایران: میکا در ایران منحصراً از دو معدن میکای فلوگوپیت قره‌باغ ارومیه و میکای بیوتیت علی کوابر املش استخراج می‌شود. ماده معدنی به صورت بلورهای درشت ورقه‌ای (حداکثر ۱۵ سانتی‌متر) درون لایه‌های شیست یا به‌صورت بین لایه‌ای با آنها و گاه به‌صورت متقاطع با لایه‌های شیست قرار گرفته است. این میکا از نوع فلوگوپیت ترد و شکننده است.
معدن علی کوابر املش در استان گیلان در ۵کیلومتری جنوب املش در نزدیکی قریه‌ای به نام علی کوابر قرار دارد. ماده معدنی از نوع میکای

سیاه بیوتیت و به صورت ورقه‌هایی با ابعاد تا ۷ سانتی‌متر است. علاوه‌بر بلورهای میکای سیاه، بلورهای شکل‌دار الیوین و اوژیت نیز در سنگ معدنی وجود دارند.
از دیگر معادن میکای ایران می‌توان به میکای یارم قیه خوی، میکا ـ فلدسپات ماسوله، منگاوی همدان، جندق اصفهان، رنجانبر کاشان و طرقبه مشهد اشاره کرد.

عناصر نادر خاکی

عناصر نادر خاکی شامل گروه لانتانیدها می‌شوند که از لانتانیوم با عدد اتمی ۵۷ شروع می‌گردد و به لوتسیوم با عدد اتمی ۷۱ پایان می‌پذیرد.

موقعیت عناصر نادر خاکی در جدول مندلیف که با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند

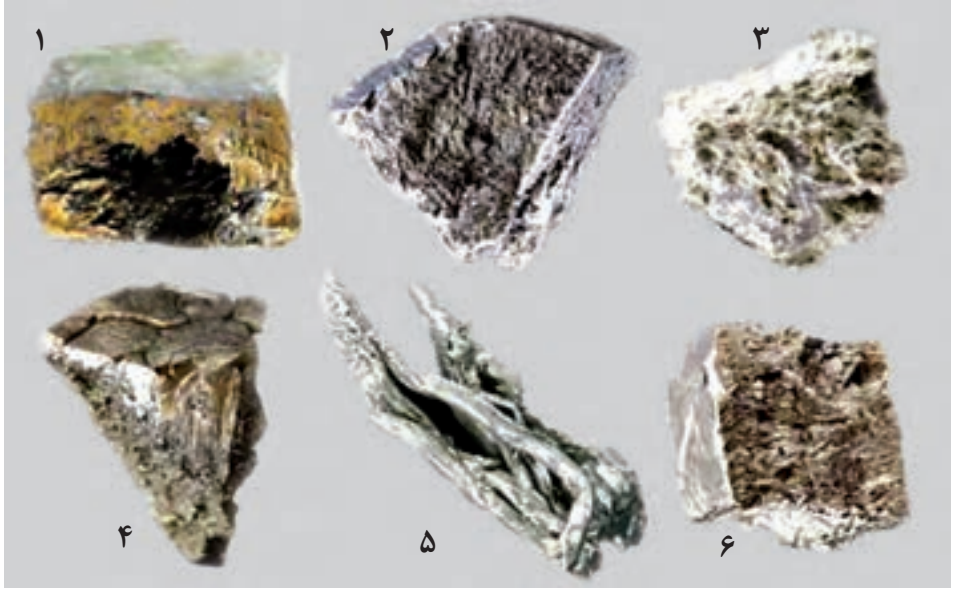
عناصر کمیاب به دو گروه سریم و ایتریوم تقسیم می‌شوند:

۱ گروه سریم شامل: لانتانیم، سریم، پراسودیمیم، نئودیمیم، پرومتیوم، ساماریم، اروپیوم و گادولینیم.

۲ گروه ایتریوم شامل:تربیوم، دیسپرسیوم، هولمیوم، اربیوم، تولیوم، ایتربیوم و لوتسیوم.
مونازیت به فرمول شیمیایی $(Ca,La,Th,Y)PO_4$ و باستانسیت به فرمول ترکیبی $(Ce,La)CO_3F$ دوکانی مهم عناصر کمیاب شمرده می‌شوند. مونازیت حاوی عناصر کمیاب گروه سریم و حدود ۷/۲ درصد توریم است که بیشتر به صورت پلاسر ارزش اقتصادی دارد و باستانسیت، حاوی نزدیک به ۷۵ درصد اکسیدهای کمیاب گروه سریم است و همراه با کربناتیت‌ها، پگماتیت‌ها و زون‌های اسکارنی یافت می‌گردد.
عناصر کمیاب از نظر ژئوشیمیایی در سنگ‌های آلکالن به‌ویژه کربناتیت‌ها پیدا می‌شوند.
پلاسرهای حاوی عناصر کمیاب (مونازیت، زینوتیم) حائز اهمیت هستند. عناصر کمیاب همراه با آپاتیت در ذخایر آهن ـ آپاتیت نیز وجود دارند. در کانی‌های آپاتیت و فلورید عناصر کمیاب جانشین کلسیم می‌شوند.

نام	عنصر	نام	عنصر	نام	عنصر	نام	عنصر
ایتریم	Y	نئودیمیوم	Nd	تربیم	Tb	تولیوم	Tm
لانتانیوم	La	ساماریم	Sm	دیسپرسیوم	Dy	ایتربیوم	Yb
سریم	Ce	اروبیوم	Eu	هولمیوم	Ho	لوتسیوم	Lu
پراسودیمیوم	Pr	گادولینیم	Gd	اربیوم	Er	پراسئودمیوم	Pm

کاربردهای عناصر نادر خاکی



ردیف	نام عنصر	کاربرد
۱	سریم	نمایشگرهای صفحه تخت، فیبرهای نوری
۲	لانتانیوم	پالایش نفت، باطری‌های هیبریدی و فلزی ماشین‌های الکتریکی
۳	نئودیمیم	ماشین‌های الکتریکی/ هیبرید
۴	یتریم	تلفن‌های همراه هوشمند، نمایشگرهای صفحه تخت
۵	دیسپرسیم	تصویر برداری‌های مغناطیسی مانند MRI، تلفن‌های همراه هوشمند
۶	تربیوم	ماشین‌های الکتریکی/ هیبریدی، تلفن‌های همراه هوشمند، نمایشگرهای صفحه تخت

ارزشیابی پودمان ۲ــ کاربرد مواد معدنی در صنعت

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربرد مواد معدنی در صنایع	کاربرد مواد معدنی فلزی و غیرفلزی با توجه به خواص فیزیکی آنها	جداول خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کاربرد مواد معدنی در صنایع مختلف	بالاتر از حد انتظار	کاربرد مواد معدنی در صنایع مختلف و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کانی‌ها	۳
			در حد انتظار	کاربرد مواد معدنی در صنایع مختلف	۲
	کاربرد مواد معدنی غیرفلزی با توجه به خواص شیمیایی آنها		پایین‌تر از انتظار	ویژگی‌های مواد معدنی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				