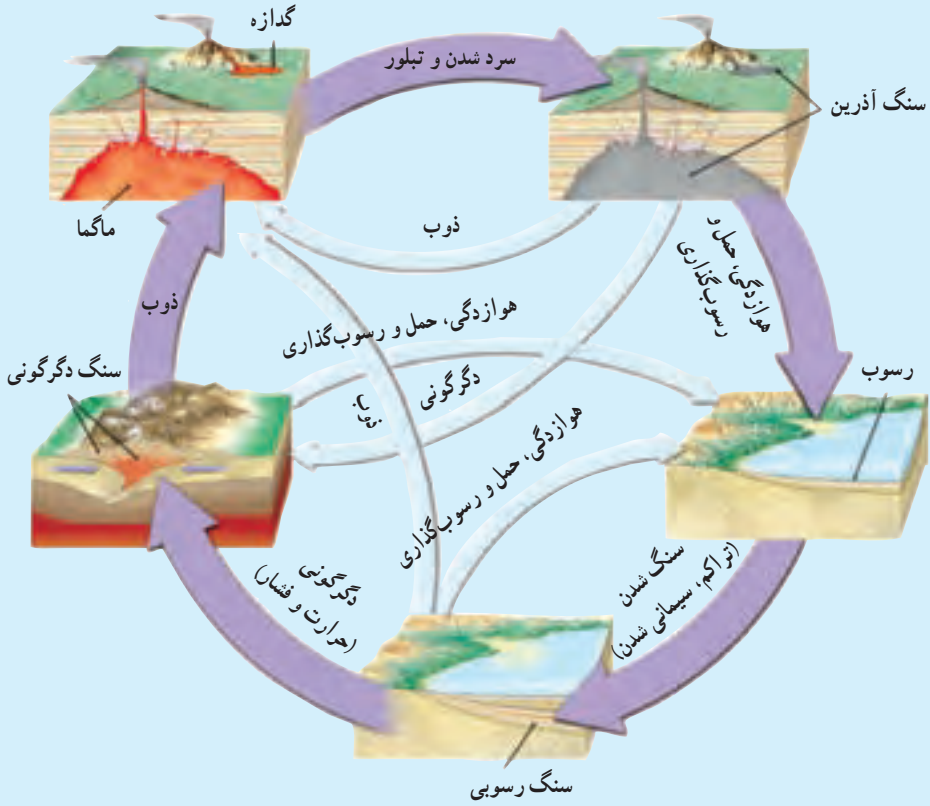
بخش ۲

چرخه سنگ

سنگ به موادی گفته می‌شود که به طور طبیعی از اجتماع یک یا چند نوع کانی تشکیل شده باشند. در زمین، سه گروه سنگ، با سه روش تشکیل و منشأ جداگانه وجود دارد : **سنگ‌های آذرین**، محصول انجماد مواد مذاب درونی زمین‌اند که در داخل یا سطح پوسته سرد و تبدیل به سنگ شده‌اند. **سنگ‌های رسوبی**، ممکن است از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های قبلی و رسوب آنها در جای مناسب به‌وجود آیند، یا از بقایای موجودات زنده قدیمی تشکیل شوند. بعضی از سنگ‌های رسوبی هم حاصل تبخیر شدید آب‌های اشباع از املاح خاص و برجای ماندن آن املاح‌اند. **سنگ‌های دگرگون شده**، در صورتی تشکیل می‌شوند که ترکیب شیمیایی یا ساختار یک سنگ در حالت جامد، در درون زمین و تحت تأثیر گرما، فشار و واکنش‌های شیمیایی خاص عوض شود.

در طول زمان‌های دراز و دخالت عوامل مختلف فیزیکی و شیمیایی، سنگ‌های هر گروه به سنگ‌های دیگر تبدیل می‌شوند، چنانکه سنگ‌های مختلف، در روی زمین تحت تأثیر عوامل فرساینده‌ای چون هوا، آب، یخچال، باد و غیره قرار می‌گیرند و خرد می‌شوند. مواد حاصل به قسمت‌های دیگری حمل می‌شوند و در آنجا به صورت رسوب درمی‌آیند و سرانجام، سنگ‌های رسوبی جدیدی را می‌سازند. سنگ‌های رسوبی ممکن است در

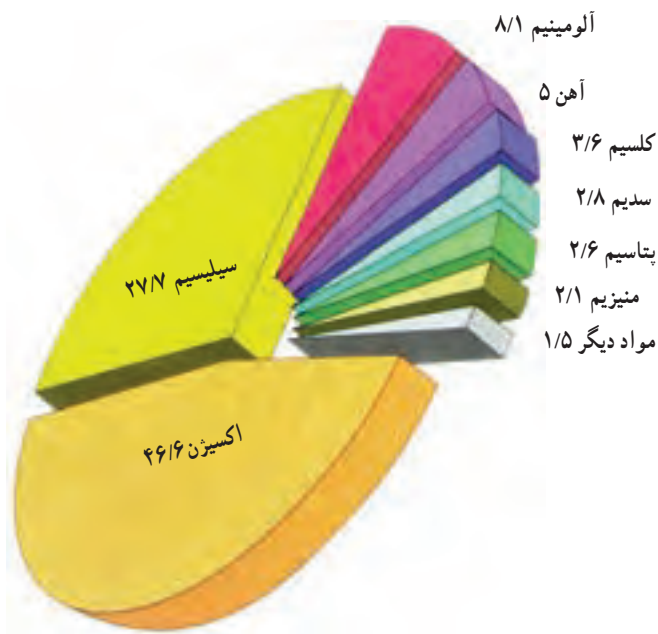
اعماق زمین مدفون شوند و در آنجا تحت تأثیر گرما و فشار به سنگ‌های دگرگون شده مبدل شوند. یا آنکه پس از ذوب، سنگ‌های آذرین جدیدی را حاصل آورند. سنگ‌های آذرین هم تحت تأثیر فشار و حرارت دگرگون می‌شوند. به مجموعه این تغییرات و تبدیل حالت‌ها، چرخه سنگ گفته می‌شود.



چرخه سنگ

۵ کانی‌ها

قسمت‌های مختلف زمین، از ۸۸ نوع عنصر طبیعی به نسبت‌های بسیار متفاوت ساخته شده است. در ترکیب پوسته زمین ۸ عنصر اکسیژن، سیلیسیم، آلومینیم، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم حدود ۹۸/۵ درصد و بقیه عناصر هم حدود ۱/۵ درصد را تشکیل می‌دهند (شکل ۱ ــ ۵).



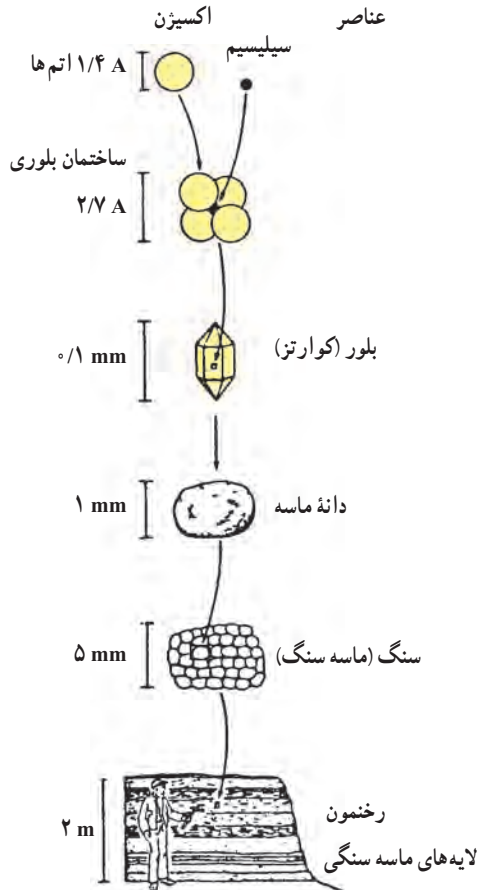
شکل ۱ــ۵ ــ درصد فراوانی عناصر در پوستهٔ جامد زمین

کانی‌ها

کانی‌ها مواد طبیعی، متبلور و جامدی هستند که ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارند[۱].

کانی‌ها از اجتماع اتم‌ها به وجود می‌آیند. از تجمع کانی‌ها هم سنگ ساخته می‌شود و آنچه که در طبیعت مشاهده می‌کنیم سنگ‌های مختلفی هستند که در شکل ۲ ــ ۵ رابطه بین آنها را مشاهده می‌کنید.

۱ــ در تقسیم‌بندی جدید کانی‌ها، گروهی تحت عنوان کانی‌هایی با ترکیب شیمیایی آلی معرفی شده‌اند.



شکل ۲ ــ۵ــ رابطه بین عناصر، کانی‌ها و سنگ‌ها

فراوانی کانی‌ها در همه جا یکسان نیست. بعضی در سطح زمین و بعضی در درون زمین فراوان‌ترند. علت نیز مربوط به فراوانی عناصر در بخش‌های مختلف زمین است. مثلاً در پوسته زمین ۸ عنصر فراوان‌ترند (شکل ۱ ــ ۵). بنابراین، در حالت کلی ترکیبات متفاوت این ۸ عنصر را باید کانی‌های فراوان پوسته زمین به شمار آورد.

فراوانی یک کانی به شرایط تشکیل و پایداری آن در محیط نیز وابسته است.

❓ شما انتظار دارید کانی‌هایی که محلول در آب هستند در چه مناطقی و کانی‌هایی که با اکسیژن هوا ترکیب می‌شوند در چه مناطقی یافت شوند؟

❓ چرا شیشه و آب را نمی‌توان کانی به حساب آورد، اما یخ را یک کانی می‌دانند؟

تشکیل کانی‌ها

در طبیعت حدود ۳۰۰۰ نوع کانی پیدا می‌شود که از لحاظ ترکیب، شکل ظاهری، رنگ، اندازه و... بسیار متفاوتند. یک علت عمده این تفاوت، چگونگی تشکیل آنهاست. بعضی از کانی‌ها از انجماد مواد مذاب به وجود می‌آیند (مانند کوارتز و فلدسپات که در تشکیل سنگ‌های آذرین دخالت دارند). بعضی، از سرد شدن بخارها در سطح یا شکاف‌های موجود در سنگ‌ها به وجود می‌آیند (تشکیل گوگرد در قله کوه آتشفشان دماوند). برخی از کانی‌ها از تبخیر محلول‌هایی که به حد اشباع رسیده‌اند به وجود می‌آیند. مثلاً از تبخیر شدید آب دریا، نمک و گچ تشکیل می‌شود. بعضی از کانی‌ها نیز از تخریب کانی‌های دیگر به وجود می‌آیند. مثلاً از تجزیه و تخریب کانی‌های سنگ‌های آذرین، کانی‌های رسی غیر محلول و کانی‌های کربناتی و حتی سیلیس به وجود می‌آید. بعضی دیگر هم در نتیجهٔ وارد آمدن فشار و گرمای زیاد بر روی کانی‌های دیگر به وجود می‌آیند مثلاً گرافیت بر اثر گرما و فشار زیاد از آنتراسیت به وجود می‌آید.

کار عملی

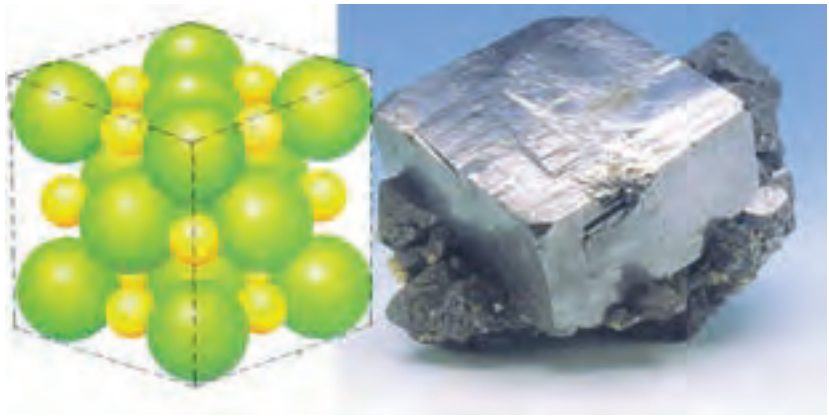
۱ــ محلول اشباع شده‌ای از زاج سفید تهیه کنید و با گرم کردن محلول، باز هم مقدار بیشتری زاج را در آن حل کنید تا محلول فوق اشباع زاج حاصل آید. یک قطعه کوچک زاج را مطابق شکل مقابل به عنوان هسته در درون محلول آویزان کنید و ظرف را در جایی قرار دهید که اصلاً تکان نخورد. برای آنکه از ورود ذرات گرد و غبار به درون این محلول جلوگیری شود، دهانهٔ آن را هم با یک قطعه دستمال کاغذی تمیز ببندید (چرا؟). پس از یکی دو روز خواهید دید که به دور قطعه زاجی که در انتهای نخ آویخته‌اید، بلور درشتی از زاج پدید آمده است.

۲ــ نظیر همین آزمایش را با محلول نمک یا شکر تکرار کنید و نتایج حاصل را با هم مقایسه کنید.

شناسایی کانی‌ها

برای مطالعه و شناسایی سنگ‌ها لازم است اجزای سازنده آنها یعنی کانی‌ها را بشناسیم. با استفاده از بعضی خواص فیزیکی کانی‌ها که معمولاً نیاز به ابزارهای پیچیده ندارد، شما می‌توانید برخی از کانی‌ها را شناسایی کنید. در اینجا مهم‌ترین خواص فیزیکی کانی‌ها را که در شناسایی آنها مؤثّر است بررسی می‌کنیم :

۱ ــ شکل بلور : تقریباً همهٔ کانی‌ها به صورت متبلور دیده می‌شوند (شکل ۳ ــ ۵). جسم متبلور، دارای نظم درونی سه بعدی است. یعنی در آن، اتم‌های سازنده مطابق نظم معینی پهلوی هم قرار می‌گیرند. در نتیجه، بلور دارای سطوح صاف است و به یال‌ها و سطوح خارجی محدود می‌شود. اگر ذرات شکر یا سنگ نمک را با ذره‌بین نگاه کنید، می‌بینید که دارای شکل هندسی منظم و سطوح صاف هستند.



شکل ۳ــ۵ــ آرایش اتم‌ها در کانی مکعبی شکل گالن

بلورها در اندازه‌های متفاوتی تشکیل می‌شوند. گاهی بلورها به حدی درشت هستند که با چشم قابل مشاهده‌اند. در این صورت به آنها **درشت بلور** می‌گویند. در بعضی موارد بلورها فقط توسط میکروسکوپ قابل مشاهده هستند که به آنها **ریزبلور** گفته می‌شود و گاهی بلورها به حدی ریز هستند که فقط با پرتوهای X قابل تشخیص‌اند که در این صورت به آنها **نهان بلور** گویند، مانند کانی‌های رسی که در تشکیل خاک شرکت دارند.

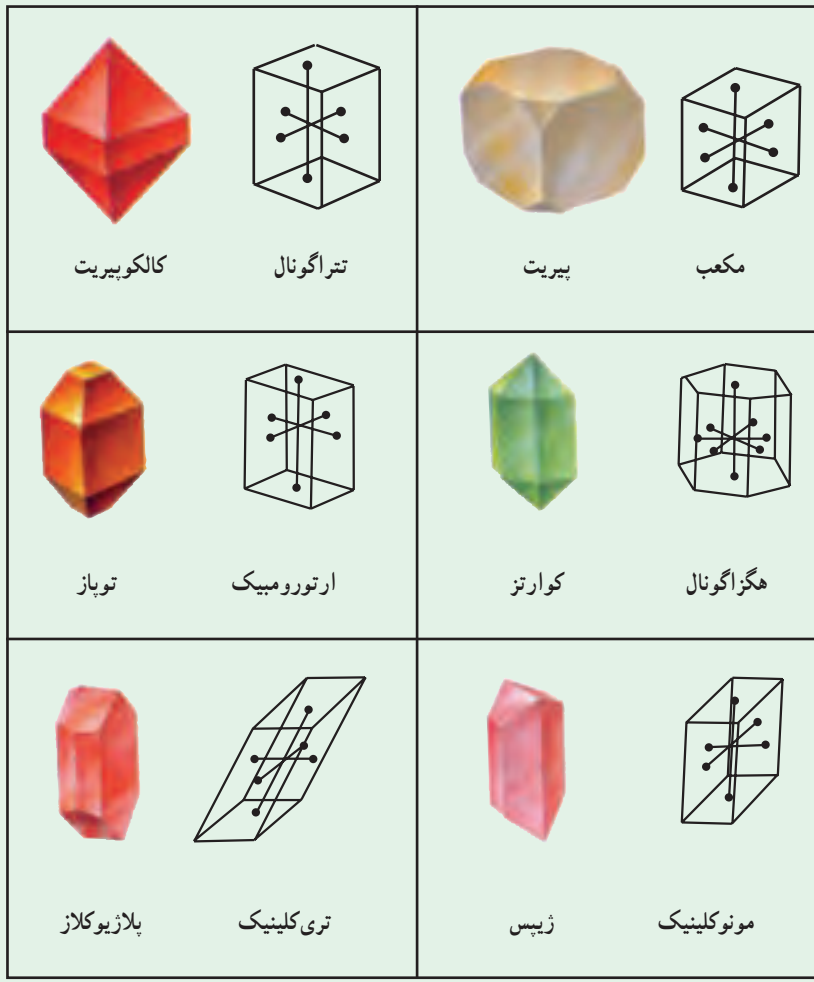
اندازه بلورها به شرایط تشکیل آنها بستگی دارد. هر چه برای تشکیل یک بلور زمان بیشتری صرف شده باشد، بلور درشت‌تر می‌شود. نکته بسیار مهم و جالب در مورد بلورها آن است که گرچه شکل و اندازه ظاهری آنها ممکن است متفاوت باشد، اما زوایای بین سطوح مشابه آن در تمام بلورهای یک کانی معین، یکسان و تغییر ناپذیر است. از این خصوصیت برای شناسایی کانی‌ها استفاده می‌شود.

اندازه بلورها : در طبیعت گاهی بلورهای عظیمی پیدا می‌شود. بعضی از اقسام بریل که یک کانی قیمتی محسوب می‌شود وزنی تا چندین تن دارند. بلورهای ژیپس در کشور خودمان به اندازه‌هایی حدود ۵۰ سانتیمتر یافت می‌شود که در دنیا بی‌نظیرند.

بلورهای مصنوعی : امروزه بلورهایی از کانی‌های گوناگون را به طور مصنوعی تهیه می‌کنند که از بلورهای طبیعی زیباترند و ممکن است چندین برابر بلورهای طبیعی باشند. از این بلورهای مصنوعی در جواهرسازی، پزشکی، الکترونیک و ... استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین موارد استفاده از بلورهای مصنوعی استفاده از بلور گارنت در تولید لیزرها و یا کوارتز در ساختن ساعت‌های دقیق است.

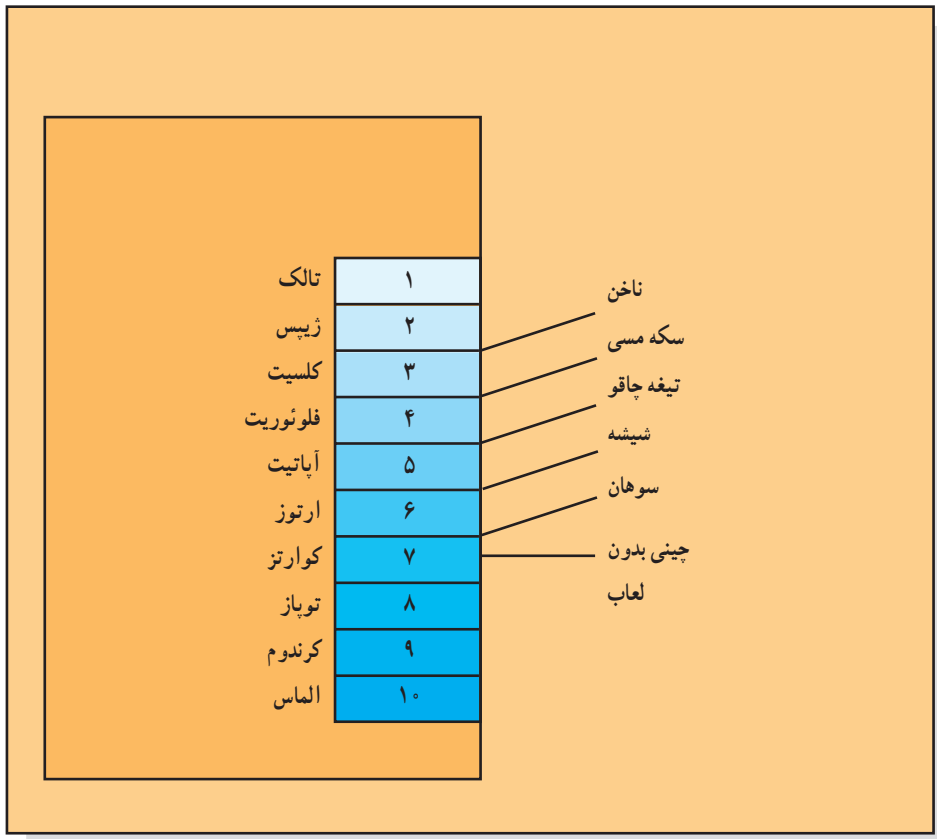
بیشتر بدانید

برای بلورها، ۶ شکل یا سیستم اصلی در نظر گرفته می‌شود که عناصر تقارن در آنها متفاوتند. هر سیستم دارای یک شکل اصلی مانند مکعب یا منشور شش وجهی و غیره است، اما کمتر دیده می‌شود که یک کانی به شکل اصلی سیستم متبلور شده باشد (بلورهای مکعبی نمک خوراکی، پیریت)، بلکه اغلب روی قواعد مشخص ریاضی، مشتقاتی از آن ۶ سیستم وجود دارد که بلورها به آن شکل‌ها دیده می‌شوند. نمونه‌هایی از سیستم‌های اصلی و بعضی از مشتقات آنها را در شکل‌های زیر می‌بینید.



۲ ــ سختی : سختی کانی‌ها را می‌توان به عنوان مقاومت آنها در برابر خراشیده شدن به وسیله سایر اجسام تعریف کرد. سختی کانی‌ها بیشتر به طرز قرار گرفتن اتم‌ها در شبکه بلورین و نوع پیوندهای اتمی در کانی بستگی دارد تا ترکیب شیمیایی آنها؛ به طور مثال، در حالی که الماس و گرافیت هر دو از کربن خالص ساخته شده‌اند، اولی سخت‌ترین جسم و دومی جسمی بسیار نرم است، زیرا نیروی پیوندهایی که اتم‌های کربن را در الماس به یکدیگر متصل می‌کند به مراتب بیشتر از نیروهایی است که اتم‌های کربن را در گرافیت به هم وصل می‌کند.

برای تعیین سختی کانی‌ها از مقیاسی به نام مقیاس موس (Mohs) استفاده می‌شود (از نام فردریخ موس کانی‌شناس آلمانی). در این مقیاس نرم‌ترین کانی سختی یک دارد (تالک) و سخت‌ترین کانی، دارای درجه سختی ۱۰ است (الماس). هر کانی که به وسیلهٔ کانی دیگر خراش بردارد نسبت به آن نرم‌تر است (شکل ۴ ــ ۵).



شکل ۴ ــ ۵ ــ مقیاس سختی کانی‌ها

تحقیق کنید

۱ ــ جواهر را چگونه برش و چگونه صیقل می‌دهند؟
۲ ــ سرمته حفاری، چرخ سمباده و کاغذ سمباده را از چه موادی می‌سازند؟
۳ــ آگاهی از سختی اجسام در چه کارهایی به ما کمک می‌کند؟

برای اطمینان از سختی اندازه‌گیری شده، باید درجه سختی را در جهات مختلف آزمایش کنیم. به علاوه، باید در خراشیدن و تعیین درجه سختی، عمل عکس را نیز انجام داد.

۳ــ جلا : توانایی کانی در منعکس ساختن، عبور یا جذب نور را جلا می‌گویند. هر قدر انعکاس و انکسار نور از سطح کانی و یا سطح شکستگی آن زیادتر باشد، جلای آن مشخص‌تر است. یکی از علل گرانی الماس، جلای زیبای آن است که به جلای الماسی معروف است. جلای کانی‌ها را می‌توان به دو گروه فلزی و غیر فلزی تقسیم کرد.

در جلای فلزی (که خاص بسیاری از کانی‌های فلزی است) نور، مانند سطح فلز براق به خوبی منعکس می‌شود (مانند پیریت FeS_2).

در جلای غیر فلزی نور به‌خوبی منعکس نمی‌شود و برای بیان آن از اصطلاحات گوناگونی استفاده می‌کنند. مثلاً : در جلای شیشه‌ای نور به خوبی از کانی عبور می‌کند (مانند کوارتز و هالیت) در جلای الماسی، نور در داخل الماس بازتابش کُلی پیدا می‌کند و سبب درخشندگی الماس می‌شود.

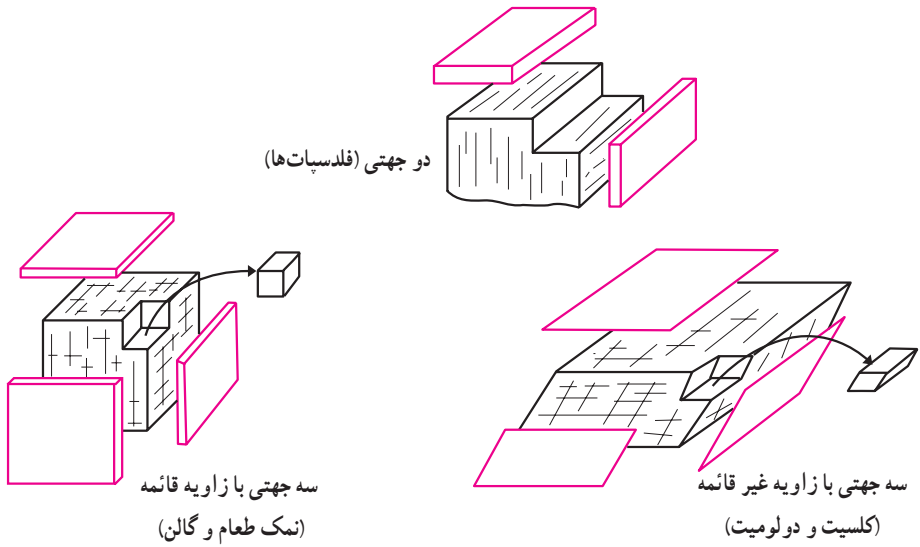
گاهی از منظره ظاهری کانی‌ها برای بیان جلای آنها استفاده می‌کنند و اصطلاحاتی مانند صمغی، چرب، ابریشمی، خاکی و ... به کار می‌برند.

۴ــ کلیواژ (رَخ) : طلق نسوز (میکا) به آسانی

جلای فلزی در پیریت

جلای غیر فلزی در فلدسپات

شکل ۵ ــ ۵ ــ کانی‌ها ممکن است جلای فلزی یا غیر فلزی داشته باشند.



شکل ۶ ــ ۵ ــ انواع رَخ در کانی‌های مختلف

ورقه ورقه می‌شود (شکل ۱۱ ــ ۵). حتی به کمک چاقو می‌توان هر ورقه آن را به ورقه‌ای نازک‌تر هم تقسیم کرد.

یک ضربه چکش به بلور کلسیت، آن را به صورت متوازی‌السطوح‌های کوچک در می‌آورد (شکل ۶ ــ ۵). بلورهای مکعبی نمک نیز به صورت مکعب‌های کوچک‌تر یعنی در سه جهت فضایی شکسته می‌شوند.

این خاصیت بستگی به نحوه پیوندهای اتم‌ها در جهات مختلف دارد. هر قدر قدرت پیوند اتمی در امتداد سطوحی ضعیف‌تر باشد، کانی در آن جهت آسان‌تر می‌شکند. فلدسپات‌ها در دو جهت، نمک‌طعام در سه جهت قائم و کلسیت در سه جهت با زاویه غیر قائمه رخ دارند (شکل ۶ ــ ۵).

۵ــ چگالی نسبی : جرم نسبی کانی‌ها را می‌توان تا اندازه‌ای با در دست گرفتن حجم‌های مساوی از آنها با هم مقایسه کرد. اما راه دقیق‌تر، تعیین چگالی نسبی آنها است.

چگالی نسبی یک کانی را می‌توان از تقسیم کردن چگالی یک کانی به چگالی آب به دست آورد. با این کار تعیین می‌کنیم که یک کانی چند بار از جرم آب هم حجم خود سنگین‌تر است. چگالی نسبی بیشتر کانی‌های سیلیکاتی که بخش اعظم پوسته زمین را تشکیل می‌دهند، حدود ۲/۵ تا ۳/۵ است. چگالی نسبی زیادتر، مربوط به کانی‌هایی است که در ترکیب خود عناصر سنگین مانند سرب، باریم و ... دارند (گالن PbS با چگالی ۷/۵ و باریت $BaSO_4$ با چگالی ۴/۵). مسلماً کانی‌هایی که اتم‌های سازنده

آنها به هم نزدیک‌تر و فشرده‌تر باشد، چگالی نسبی بیشتری خواهند داشت (مانند چگالی نسبی الماس در مقایسه با چگالی نسبی گرافیت).

۶ــ رنگ و رنگ خاکه : می‌توان کانی‌ها را از روی رنگ آنها نیز تشخیص داد ولی این قاعده، کلّی نیست. مثلاً کوارتز در اصل بی‌رنگ است، اما به رنگ‌های شیری، بنفش، زرد و دودی هم دیده می‌شود. این رنگ‌ها مربوط به ناخالصی‌های موجود در کانی است. اما کانی‌هایی هم وجود دارند که با رنگ خود به آسانی قابل شناسایی هستند مثلاً فیروزه به رنگ آبی فیروزه‌ای، گرافیت همیشه سیاه و مالاکیت همیشه سبز دیده می‌شوند.

شکل ۷ــ۵ــ رنگ خاکه یک کانی، همیشه همرنگ خود آن نیست.

رنگ گرد کانی، گاهی در تشخیص کانی‌ها مؤثرتر است. برای این کار کانی را به چینی بدون لعاب می‌کشند و از روی رنگ خطی که بر جای می‌گذارد نوع کانی را تشخیص می‌دهند. چنانکه یکی از راه‌های شناسایی طلا رنگ خاکه زرد طلایی آن است، ولی پیریت با رنگ و جلایی شبیه به طلا دارای رنگ خاکه سیاه است، یا آنکه اثر مانیتیت (Fe_3O_4) سیاه و اثر هماتیت (Fe_2O_3) قهوه‌ای نمایان می‌شود (شکل ۷ــ۵)، در حالی که ظاهر این دو کانی معمولاً سیاه است.

۷ــ راه‌های شناسایی دیگر : بعضی از کانی‌ها مانند مس و طلا چکش‌خوارند، در صورتی که گوگرد ترد و شکننده است. بعضی کانی‌ها مانند میکا (طلق نسوز) در برابر گرما مقاوم‌اند و بعضی مانند ژیپس در مقابل شعله، کدر و به پودر سفید رنگی تبدیل می‌شوند. هالیت (NaCl) مزه‌ای شور و سیلویت (KCl) مزه‌ای تلخ دارد.

برخی از کانی‌ها مانند مانیتیت خاصیت مغناطیسی دارند، و بعضی مانند کائولینیت (خاک چینی) به زبان می‌چسبند. برخی مانند گرافیت و تالک در لمس با دست حالت چرب دارند (در صورتی که واقعاً چرب نیستند).

بعضی از واکنش‌های شیمیایی می‌تواند در شناسایی کانی‌ها مفید باشد، مثلاً کلسیت با اسید کلریدریک سرد و رقیق و دولومیت با اسید کلریدریک گرم و غلیظ ترکیب می‌شوند و گاز CO_2 آزاد می‌کنند. رنگ شعله نیز در شناسایی بعضی از کانی‌ها (در واقع، عنصری که در ترکیب دارند) مؤثر است.

البته، امروزه کانی شناسان با وسایل جدیدی مانند میکروسکوپ پلاریزان، دستگاه اشعه ایکس، میکروسکوپ الکترونی و طیف‌سنج‌های نوری، آسان‌تر می‌توانند کانی‌ها را تشخیص بدهند.

طبقه‌بندی کانی‌ها

کانی‌های تشکیل دهنده سنگ‌ها یا به اصطلاح کانی‌های سنگ‌ساز، بر حسب انواع سنگ‌ها به سه گروه کانی‌های ماگمایی، رسوبی و دگرگونی تقسیم می‌شوند.

۱ــ کانی‌های ماگمایی

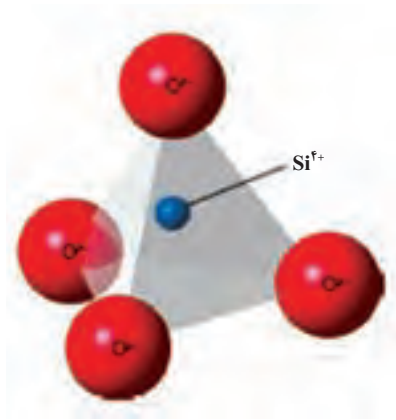
۹۵ درصد از وزن پوستهٔ زمین را سنگ‌های آذرین تشکیل می‌دهند. این سنگ‌ها از سرد شدن مواد مذاب درونی به نام **ماگما** به وجود آمده‌اند.

مطالعه ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین و آتشفشان‌های فعال نشان می‌دهند که ماگما یک ترکیب سیلیکاتی با مقداری اکسیدهای فلزی، بخار آب و دیگر مواد فرّار است.

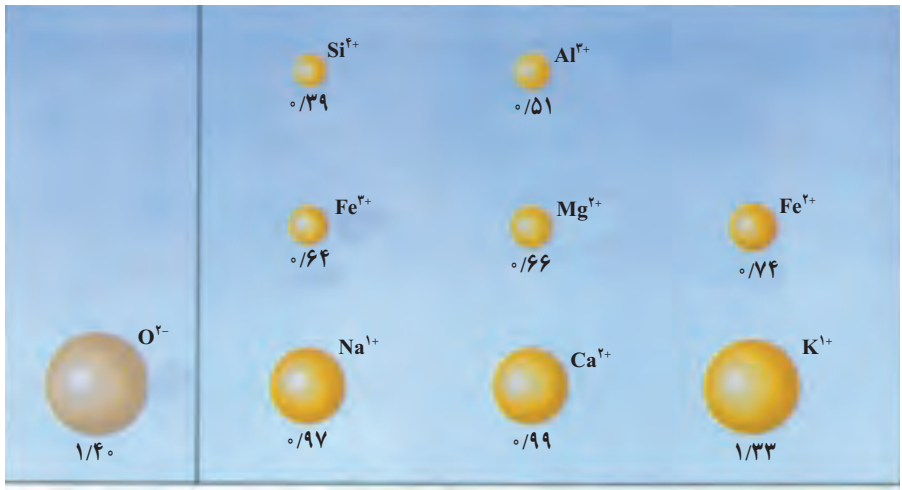
مهم‌ترین کانی‌های ماگمایی، سیلیکات‌های فلزاتی چون آلومینیم، آهن، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم است که به آنها کانی‌های **سیلیکاتی** می‌گویند. علاوه بر اینها، گروه دیگری از کانی‌ها مانند اکسیدها، فسفات‌ها، سولفات‌ها، سولفیدها و بعضی عناصر خالص که **غیر سیلیکات** نام دارند نیز به مقدار بسیار کم در این‌گونه سنگ‌ها یافت می‌شوند.

سیلیکات‌ها

کوچک‌ترین واحد سازنده سیلیکات‌ها به شکل یک هرم چهار وجهی است که سطوح آن را مثلث های متساوی‌الاضلاع تشکیل می‌دهند (شکل ۸ــ۵). این واحدها یا بنیان‌های چهاروجهی سیلیکات، بار الکتریکی منفی دارند $(SiO_4)^{-4}$ و باید یکدیگر را دفع کنند، لیکن در ساختمان بلورین کانی‌ها، این بنیان‌ها به وسیله یون‌های مثبت چون آلومینیم، آهن، منیزیم و غیره طوری به یکدیگر پیوند داده شده‌اند که واحد سازنده بلور در مجموع دارای بار خنثی است. یون‌های پیوند دهنده بنیان‌ها دارای اندازه و بار الکتریکی متفاوتند (شکل ۹ــ۵). به طور کلی یون‌های تقریباً هم اندازه می‌توانند جانشین یکدیگر شوند (آهن و منیزیم که شعاع یونی نزدیک به هم دارند یا سدیم و کلسیم که جای یکدیگر را در



شکل ۸ ــ ۵ ــ از اتصال چهار اتم اکسیژن به یک اتم سیلیسیم، هرم چهاروجهی تشکیل می‌شود، که واحد بنیادی سیلیکات‌ها است.



شکل ۹ ــ ۵ــ یون‌های پیوند دهنده ساختمان‌های سیلیکاتی دارای اندازه و بار الکتریکی متفاوتند. اندازه آنها بر حسب آنگستروم در زیر آنها نوشته شده است. این اعداد شعاع یونی نامیده می‌شوند.

ساختمان بلورین کانی اشغال می‌کنند). این وضع تغییر مهمی را در ساختمان کانی به‌وجود نمی‌آورد.

بنیان‌های چهار وجهی ممکن است منفرد و بدون پیوند (الیوین) یا به صورت حلقوی (زمرد)، زنجیری و به شکل‌های دیگر به هم متصل شوند. به این ترتیب ساختمان‌های پیچیده‌ای از سیلیکات‌های مختلف به وجود می‌آید (جدول ۱ــ۵).

رنگ کانی به ترکیب شیمیایی آن ارتباط دارد، چنانکه در ترکیب انواع **تیره**، آهن و منیزیم وجود دارد، در حالی که انواع **روشن** فاقد این دو عنصراند. اقسام مهم کانی‌های سیلیکاتی عبارتند از :

الف) سیلیکات‌های تیره

الیوین : الیوین، سیلیکات آهن و منیزیم و بلورهای آن سبز زیتونی است. الیوین جلای شیشه‌ای دارد و فاقد رخ است (شکل ۱۰ــ۵). نوع شفاف و خوش‌رنگ الیوین تحت نام زبرجد به‌عنوان جواهر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۱۰ــ۵ــ کانی الیوین

پیروکسن : این گروه از سیلیکات‌ها، کلسیم، آهن و منیزیم دارند. مهم‌ترین نوع پیروکسن **اوژیت** نام دارد که بلورهای آن به شکل منشور است.

آمفیبول‌ها : سیلیکات‌های کلسیم، منیزیم و آهن آبدارند. بلور این دسته از کانی‌ها منشوری‌شکل و طویل است و به اصطلاح سوزنی نامیده می‌شود. از مهم‌ترین آمفیبول‌ها، **هورنبلاند** است.

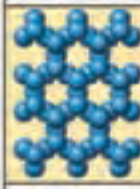
میکای سیاه یا بیوتیت : سیلیکات آهن، منیزیم و پتاسیم آبدار است. میکاها به دلیل داشتن ساختمان اتمی ورقه‌ای به آسانی ورقه ورقه می‌شوند و به اصطلاح رخ یک جهتی دارند (شکل ۱۱ــ۵).

شکل ۱۱ــ۵ــ ساختمان ورقه‌ای در میکا

ب) سیلیکات‌های روشن

میکای سفید (مسکوویت) : کلیه مشخصات میکای سیاه به جز رنگ و ترکیب شیمیایی آن در مورد میکای سفید نیز صدق می‌کند. این کانی فاقد آهن و منیزیم است، لذا می‌توان آن را سیلیکات آلومینیم و پتاسیم آبدار درنظر گرفت. رنگ آن سفید تا بور، ولی ورقه‌های نازک آن بی‌رنگ است. از این ورقه‌ها در صنایع تولید محصولات نسوز و عایق‌های حرارتی استفاده می‌شود.

فلدسپات‌ها : در اکثر سنگ‌های آذرین یافت می‌شوند و گوناگونی فراوان دارند. بعضی سیلیکات آلومینیم و پتاسیم (اُرتوکلاز) و بعضی‌ها سیلیکات آلومینیم، سدیم و کلسیم‌دار (پلاژیوکلاز) هستند. از فلدسپات‌ها در صنایع تولید چینی و کاشی و سرامیک استفاده می‌شود.

تصویر کانی	نام کانی	ساختمان سیلیکاتی
	الیوین	چهار وجهی منفرد
	بریل	حلقوی
	پیروکسن	زنجیری ساده
	آمفیبول	زنجیری مضاعف
	میکا	ورقه‌ای 
	فلدسپات	داربستی
	کوارتز	

جدول ۱ــ۵ ــ ساختمان سیلیکاتی کانی‌ها

شکل ۱۲ــ۵ــ کوارتز بنفش (آمتیست)

کوارتز : این کانی در حالت خالص بی‌رنگ است (دُرکوهی). سختی آن زیاد و شیشه را خط می‌اندازد. این کانی رخ ندارد و جلای آن شیشه‌ای است.

فرمول شیمیایی کوارتز SiO_2 است، یعنی تنها کانی سیلیکاتی که از سیلیسیم و اکسیژن ترکیب یافته است. از کوارتز در صنعت شیشه‌سازی، تهیه کاغذ سمباده و ابزارهای نوری و الکترونیکی استفاده می‌شود (شکل ۱۲ــ۵).

غیر سیلیکات‌ها

این گروه از کانی‌های سنگ‌ساز شامل فسفات‌ها، سولفات‌ها، اکسیدها و چند عنصر آزاد از قبیل مس، طلا و گوگردند. در مقایسه با سیلیکات‌ها به میزان بسیار کمتری در سنگ‌های آذرین یافت می‌شوند و به همین دلیل به آنها **کانی‌های فرعی** نیز می‌گویند. مهم‌ترین انواع کانی‌های غیرسیلیکاتی عبارتند از :

آپاتیت : این کانی فسفات کلسیم با کمی کلر یا فلوئور است که به صورت کانی فرعی در سنگ‌های آذرین یافت می‌شود. از آپاتیت در تهیه کودهای شیمیایی فسفردار و اسید فسفریک استفاده می‌شود.

فیروزه : این کانی هم فسفاتی به رنگ آبی فیروزه‌ای است که بهترین نوع آن در حوالی نیشابور از داخل سنگ‌های آتشفشانی استخراج می‌شود (شکل ۱۳ــ۵).

شکل ۱۳ــ۵ــ فیروزه

باریت : این کانی با ترکیب سولفات باریم معمولاً به صورت رگه‌های معدنی یافت می‌شود. چگالی آن زیاد است. رنگ آن سفید و یا خاکستری روشن است. این کانی پس از آسیاب شدن به صورت پودر در ترکیب گل حفاری چاه‌های نفت و گاز به کار برده می‌شود. در ایران ذخایر معدنی باریت

فراوان است. در اکثر معادن سرب و روی به عنوان ناخالصی موجود بوده و علاوه بر آن، به عنوان کانسارهای مستقل در نقاط دیگر وجود دارد.

شکل ۱۴ــ۵ــ بلورهای پیریت

پیریت : ترکیب شیمیایی آن سولفید آهن (FeS_2) است. بیش از تمام سولفیدهای فلزی در پوسته زمین یافت می شود. بلورهای آن غالباً مکعبی شکل (شکل ۱۴ــ۵)، جلای آن فلزی و بسیار شبیه طلا است. در ایران در بسیاری از معادن، پیریت همراه با سایر کانی‌ها یافت می‌شود.

۲ــ کانی‌های رسوبی

مواد حاصل از تخریب سنگ‌های آذرین، دگرگون شده و رسوبی توسط آب‌های جاری به حوضه‌های رسوب‌گذاری حمل و در دریاچه‌ها یا دریاها ته‌نشین می‌شوند. پاره‌ای از کانی‌ها ابتدا در آب‌ها به حالت محلول در می‌آیند و سپس در اثر تبخیر و یا واکنش‌های شیمیایی در دریاچه‌ها و دریاها کانی‌های رسوبی را پدید می‌آورند. بنابراین، در سنگ‌های رسوبی بسیاری از کانی‌های سازنده سنگ‌های آذرین و دگرگون شده را می توان یافت. در این میان، کانی‌های رسی از همه فراوان‌ترند. از سایر کانی‌های مهم رسوبی می‌توان کربنات‌ها، کلریدها و برخی از سولفات‌ها را نام برد.

کانی‌های رسی : از تجزیه شیمیایی پاره‌ای از سیلیکات‌ها در اثر هوازدگی شیمیایی به‌وجود می‌آیند. این کانی‌ها همراه با مواد آلی گیاهی و جانوری و پاره‌ای از باکتری‌ها، خارجی‌ترین قشر پوستهٔ زمین یعنی خاک را به وجود می‌آورند. کانی‌های رسی بسیار دانه‌ریزند و مانند میکاها ساختمان ورقه‌ای دارند. برخی از کانی‌های رسی مانند کائولن که از تجزیه فلدسپات‌ها طبق رابطه زیر حاصل می‌شوند، در صنعت کاشی‌سازی و چینی‌سازی کاربرد زیادی دارند.

$$2KAlSi_3O_8 + 2H_2O + CO_2 \rightarrow Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4SiO_2 + K_2CO_3$$

فلدسپات — کائولن — سیلیس — کربنات

نظیر همین تجزیه و دگرسانی موجب تخریب بسیاری از سیلیکات‌های سنگ‌های آذرین می‌شود و خاک به وجود می‌آید. به دلیل اهمیت خاک در کشاورزی و مصالح ساختمانی، اهمیت کانی‌های رسی روز به روز بیشتر می‌شود.

کربنات‌ها : از کربنات‌ها، کانی کلسیت ($CaCO_3$) را می‌توان نام برد که کانی اصلی سنگ‌های آهکی و مرمر است. کلسیت با اسید کلریدریک به سهولت می‌جوشد، در زیر ضربه چکش به صورت قطعات متوازی‌السطوح کوچک در می‌آید که نشانه وجود سه جهت رخ در این کانی است. از دیگر کانی‌های کربناته، می‌توان **دولومیت** را نام برد [$(Ca,Mg)(CO_3)_2$] که از بسیاری جهات شبیه کلسیت است. تنها راه تشخیص دولومیت با کلسیت اثر اسید کلریدریک بر این دو است که کلسیت به سرعت می‌جوشد (شکل ۱۵ــ۵) و تنها پودر دولومیت با این اسید واکنش می‌دهد.

شکل ۱۵ ــ۵ــ واکنش کلسیت با اسید کلریدریک

کلریدها و سولفات‌ها : بر اثر تبخیر آب دریا یا دریاچه‌ها در حوضه‌های رسوبی بسته، املاح آنها به صورت لایه‌هایی ته‌نشین می‌شود و رسوبات تبخیری یا شیمیایی به‌وجود می‌آید. آن دسته از نمک‌هایی که در دریاچه‌های نواحی گرم زمین (مانند نواحی مرکزی و جنوبی ایران) رسوب می‌کنند، شامل کلریدسدیم (هالیت)، سولفات سدیم و سولفات کلسیم است. **هالیت** از مهم‌ترین و فراوان‌ترین رسوبات شیمیایی است که از تبخیر آب به وجود می‌آید. بلورهای آن مکعبی شکل (شکل ۱۶ــ۵) و شور مزه است. در زیر چکش به‌صورت مکعب‌های کوچک در می‌آید.

شکل ۱۶ــ۵ــ بلور نمک

سولفات‌ها، معمولاً همراه با کلریدها در رسوبات تبخیری یافت می‌شوند. مهم‌ترین نوع این مواد، انیدریت که سولفات کلسیم بدون آب ($CaSO_4$) است که بلورهایی به شکل قوطی کبریت دارد. نوع آبدار سولفات کلسیم **ژیپس** یا **گچ** ($2H_2O.CaSO_4$) نامیده می‌شود که در اکثر نواحی ایران یافت می‌شود. برای تهیه گچ بنایی ژیپس را در کوره کمی حرارت می‌دهند تا قسمتی از آب تبلور خود را از دست بدهد. ژیپس با ناخن به آسانی خط برمی‌دارد و بلورهای آن نیز به آسانی ورقه ورقه می‌شوند.

۳ــ کانی‌های دگرگونی

بسیاری از کانی‌های موجود در سنگ‌های آذرین و رسوبی، در اثر فشار لایه‌های فوقانی و دمای زیاد موجود در قشر زیرین پوسته یا در مجاورت توده‌های ماگمایی تغییر شکل و حالت می‌دهند و به‌صورت کانی‌های دگرگونی درمی‌آیند. تعداد این کانی‌ها زیاد است که از بین آنها، دو نمونه را در اینجا ذکر می‌کنیم.

گارنت‌ها (گروناها) : از انواع سیلیکات‌ها است که از انواع شفاف آن پس از تراش به عنوان سنگ قیمتی در جواهرسازی به کار برده می‌شود. انواع کدر این کانی به علت سختی نسبتاً زیادی که دارد (درجه سختی ۷/۵) در تهیّه کاغذ سمباده نیز به‌کار می‌رود. گارنت به رنگ‌های یاقوتی، سبز، سیاه و به اندازه‌های مختلف در سنگ‌های دگرگون شده یافت می‌شود (شکل ۱۷ــ۵). بلورهای نسبتاً درشت گرونا در سنگ‌های دگرگونی اطراف کوه الوند وجود دارد.

شکل ۱۷ــ ۵ ــ جواهرات تراشیده شده از انواع گارنت

گرافیت : این کانی دگرگونی غالباً منشأ زیستی دارد. گرافیت مانند الماس از کربن خالص تشکیل شده، ولی برخلاف آن بسیار نرم است (درجه سختی یک) به طوری که دست را سیاه می‌کند. گرافیت از دگرگون شدن بعضی از انواع زغال سنگ پدید می‌آید. گرافیت در صنایع مختلف شیمیایی و الکتریکی، در ساختن مداد، «زغال» دینام الکتروموتورها، در رآکتورهای اتمی به عنوان کم‌کننده سرعت نوترون‌ها و در ماشین‌هایی که حرارت بسیار زیادی تولید می‌کنند به جای روغن (کم کردن نیروی اصطکاک) به کار می‌رود.

کاربرد کانی‌ها

۱ــ کانی‌های قیمتی : بعضی از کانی‌ها به علت‌دارا بودن رنگ، جلا، شکل ویژه بلور و سختی زیاد، قیمتی یا نیمه قیمتی محسوب می‌شوند. چنین کانی‌هایی را می‌توان برش و صیقل داد و به عنوان جواهر به کار برد. بعضی از جواهرات مانند الماس و زمرد، بسیار کمیابند و برخی از سیلیکات‌ها، بلورهای بسیار کاملی دارند.

آمتیست (کوارتز بنفش) جواهری است که رنگ بنفش زیبایی دارد. بعضی از غیر سیلیکات‌ها هم مانند کرندوم (Al_2O_3) با درجه سختی ۹، در صورتی که متبلور و رنگی باشند از جواهرات محسوب می‌شوند. کرندوم به رنگ‌های مختلفی دیده می‌شود که نوع قرمز آن را یاقوت گویند.

الماس، تحت فشار و گرمای فوق‌العاده زیاد و در عمق بیشتر از ۱۵۰ کیلومتری، از تغییر شکل گرافیت که کربن خالص است حاصل می‌آید. الماس را معمولاً در نقاطی از زمین می‌توان یافت که سنگ‌های مذاب توسط گازهای فوق حرارت معمولی به قسمت‌های سطحی زمین رانده می‌شوند و الماس را به همراه می‌آورند.

بیشتر بدانید

خاصیت پیزوالکتریک

بعضی از کانی‌ها مانند کوارتز را اگر در امتداد معینی فشار دهیم، در دو انتهای آن الکتریسیته تولید می‌شود و اگر آن را بکشیم بازهم در آن الکتریسیته ولی با علامت مخالف دفعه قبل پدید می‌آید. هرچه فشار بیشتر باشد مقدار جریان الکتریسیته بیشتر خواهد شد. از این خاصیت برای اندازه‌گیری فشار و تعیین عمق آب در نقاط مختلف و اندازه‌گیری فشار بر بدنه موتورها و بدنه توپ و تانک استفاده می‌کنند. البته اگر به این بلور، جریان الکتریسیته بدهیم، به طور مرتب شروع به نوسان می‌کند که از این خاصیت در ساعت‌سازی و تنظیم فرکانس امواج رادیویی فرستنده‌ها و گیرنده‌ها استفاده می‌شود.

۲ ــ کانی‌ها و تاریخچه گذشته زمین : زمین‌شناسان، برای درک بعضی از وقایع گذشته، از کانی‌ها هم استفاده می‌کنند. مثلاً وجود کانی‌های فراوان نمک و گچ، علامتی مبنی بر وجود دریاچه‌های گرم و کم‌عمق در گذشته و تبخیر فراوان در آن زمان‌ها هستند. **گلوکوفان**، که نوعی آمفیبول است، فقط در شرایطی که فشار زیاد و گرما کم باشد تشکیل می‌شود. پس می‌توان قضاوت کرد که محل یافت

شدن گلوکوفان، قبلاً در شرایط فشار زیاد بوده است.

۳ــ کانسنگ‌ها : کانسنگ یا سنگ معدن ماده‌ای است که به منظور بهره‌برداری از فرآورده‌های ارزشمند معدنی، استخراج و پالایش می‌شود. هر کانسنگ از دو بخش کانه یا کانی‌های ارزشمند و باطله یا کانی‌های بی‌ارزش تشکیل شده‌است. در کانسنگ آهن، هماتیت (Fe_2O_3) کانه یا کانی ارزشمند است و بقیه کانی‌های همراه آن باطله هستند. هماتیت پس از فرآوری از کانی‌های باطلهٔ کانسنگ آهن جدا شده و پس از انتقال به کارخانجات ذوب آهن، فلز آهن مورد نیاز صنعت از آن به دست می‌آید.

به محلی که یک یا چند کانسنگ از آن استخراج می‌شود، کانسار می‌گویند. آنچه استخراج یک کانسار را مقرون به‌صرفه اقتصادی می‌کند نسبت بالای کانه به باطله، نوع کانی‌های ارزشمند و پائین بودن هزینه‌های عملیات استخراج است.

شکل ۱۸ــ ۵ ــ یک معدن روباز. بسیاری از فلزات را از چنین معادنی استخراج می‌کنند.

مسئله آزبست

امروزه، آزبست تبدیل به مسئله‌ای جدی شده است و در بعضی از کشورها هرگز اجازه نمی‌دهند محصولات ساخته شده از این ماده در ساختمان‌های عمومی (مدرسه، اداره و ...) به کار برده شود.

آزبست (پنبه نسوز)، دارای الیاف انعطاف‌پذیری است و آن را در عایق‌کاری و تهیه پوشش‌های ضد آتش به کار می‌برند. الیاف آزبست، برای تهیه لنت ترمز، پارچه، یا ورقه‌ها هم مناسبند. مواد آزبست‌دار، به آسانی نمی‌سوزند و گرما و الکتریسیته را خوب هدایت نمی‌کنند.

اما با وجود این فایده‌ها، الیاف آزبست خطرناک هم هستند اگر تارهای آزبست از هم باز و شکسته شوند، ممکن است در هوا شناور بمانند و همراه هوای تنفسی وارد شش‌ها شوند. این الیاف توسط سلول‌های جدار کیسه‌های هوایی گرفته می‌شوند و در همانجا می‌مانند و در نتیجه، این سلول‌ها و سلول‌های سالم را تبدیل به سلول‌های سرطانی می‌کنند و صاحب خود را مبتلا به سرطان شش یا بیماری‌های تنفسی شدید می‌سازند. علت مخالفت با استفاده از آزبست نیز همین است.

الف ب

شکل ۱۹ــ۵ــ الف : کانی آزبست با رشته‌های نخ مانند آن. ب : استفاده از آزبست در تهیه لباس ضد آتش

شما تصمیم بگیرید :

بعضی عقیده دارند باید آزبست‌های به کار رفته در ساختمان‌ها را جمع‌آوری کرد. در مقابل، عده‌ای هم می‌گویند با این کار، ذرات آزبست بیشتری در هوا پراکنده خواهد شد و لزومی ندارد خرج بیهوده‌ای شود، به ویژه که با گذشت زمان، این ماده کم‌کم از میان می‌رود. شما با استدلال کدام گروه موافقید؟

فعالیت

تشخیص کانی‌ها

مواد لازم : نمونه‌های کانی‌ها، ذره‌بین، سکه مسی، یک قطعه شیشه، یک قطعه چینی بدون لعاب (قطعه بشقاب شکسته)، سوهان فولادی، اسید کلریدریک ۵ درصد، قطره چکان.

با استفاده از ذره‌بین، نمونه کانی‌ها را به دقت مشاهده کنید و جلا، درجه سختی، رنگ خاکه، رخ یا نوع شکستگی و رنگ هر یک را مشخص کنید.

ــ تأثیر اسید کلریدریک را بر کانی‌ها تعیین کنید (توجه : اسید کلریدریک سوزاننده است، بنابراین، در صورت ریخته شدن روی پوست یا لباس، فوراً محل را با آب زیاد بشویید.)

ــ یافته‌ها را در جدولی مانند جدول زیر بنویسید.

ــ کدام خاصه‌ها شما را بیشتر از بقیه در تشخیص کانی‌ها کمک می‌کند؟

ــ انجام کدام آزمایش مشکل‌تر از بقیه است؟

نوع کانی	جلا	درجه سختی	اثر خاکه	شکستگی	رنگ	خواص دیگر
کوارتز	شیشه‌ای	۷	ــ	صدفی	سفید، شفاف	ــ

بیشتر بدانید

اورانیوم در طبیعت

اورانیوم در طبیعت به صورت خالص وجود ندارد ولی به صورت ترکیبات اکسید، سیلیکات، کربنات، فسفات و غیره تحت نام کانی‌های اورانیوم در بعضی از سنگ‌های رسوبی، آذرین و حتی دگرگونی یافت می‌شوند. کانی‌های اورانیوم همانند فلز خالص آن دارای پرتوزایی هستند. البته به غیر از کانی‌های اورانیوم کانی‌های فلزات دیگری مثل توریوم، رادیوم و غیره نیز پرتوزا هستند که نوع و درصد هر یک از این مواد در کانی‌های پرتوزا به‌وسیله تجزیه شیمیایی و یا دستگاهی مشخص می‌گردد.

مهم‌ترین کانسارهای اورانیوم شامل انواع دگرشیبی، ماسه‌سنگی، کنگلومرایی، رگه‌ای و تمرکز سطحی می‌باشند.