



معدن میدوک کرمان

## فصل ۲

### منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

زیربنای اقتصادی کشورهای مختلف، متنوع است. مبنای اقتصادی برخی از کشورها، صنعت، کشاورزی یا گردشگری است و برخی دیگر، اقتصاد خود را بر مبنای منابع و ذخایر معدنی بنا نهاده‌اند. مبنای اقتصاد کشور ما، کدام مورد است؟ بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌کنید، یا با آنها سروکار دارید، از منابع فلزی (آهن، آلومینیوم، طلا و منیزیم)، غیر فلزی (رس‌ها، زغال سنگ و ...) و یا مواد نفتی و پتروشیمیایی مانند پلاستیک، بنزین و ... به دست می‌آیند. در علم زمین‌شناسی با مواردی مانند نحوه تشکیل، ذخیره و اکتشاف منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز آشنا می‌شوید.



کانی گارنت



کانی کوارتز



سکوی نفتی



مجتمع پتروشیمی

## منابع معدنی در زندگی ما

بخش عمدهٔ مواد مورد نیاز برای زندگی ما، از منابع معدنی تأمین می‌شوند. مس موجود در کابل‌های برق، آهن مورد استفاده در ریل راه آهن، پلاستین استفاده شده در ساخت گوشی تلفن همراه، مدادی که با آن می‌نویسیم، خمیردندان و ... از منابع معدنی تهیه می‌شوند. منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین شناسان، از معادن استخراج و پس از فراوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می‌شوند. تعدادی از کاربردهای مواد معدنی (فلزی - غیر فلزی) در جدول ۱-۲ آورده شده است.

## جدول ۱-۲- فراوانی و کاربرد برخی از کانی‌ها و منابع معدنی

فراوانی	فلزها بر اساس فراوانی
فراوان: آهن، آلومینیم، منیزیم، منگنز، تیتانیوم	
کمیاب: مس، سرب، روی، نیکل، کروم، طلا، نقره، قلع، تنگستن، مولیبدن، اورانیم، پلاتین و ...	
غیرفلزها بر اساس کاربرد	صنایع شیمیایی: هالیت، سدیم کلرید، فلوئوریت، (کلسیم فلوراید)
	کودهای شیمیایی: آپاتیت (کلسیم فسفات)، سیلویت (پتاسیم کلرید)، گوگرد، کلسیت و سنگ آهک (کلسیم کربنات)، شوره (سدیم نیترات)
	ساختمان‌سازی: ژئیس (گچ ساختمانی)، سنگ آهک (سیمان)، رس (آجر و کاشی و سرامیک)، شن و ماسه، سنگ‌های تزئینی و نما، فلدسپار (کاشی و سرامیک)، سیلیس (شیشه‌سازی)، پوزولان و پرلیت (مصالح سبک وزن)
	گوهرها و کانی‌های نیمه قیمتی: الماس، کربنوم (یاقوت)، گارنت (بیجاده)، آمیتیست (کوارتز بنفش)، بریل (زرد)، فیروزه، آگات (عقیق)، الیون (زبرجد)، اسپینل (لعل)، لاجورد، یشم و ...
	پزشکی و داروسازی: باریت (عکس برداری رادیولوژی)، انواع کانی‌های رسی (آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد اسید معده)، فلوئوریت (خمیر دندان)، تالک (پودر بچه، لوازم آرایشی، کرم‌های ضد آفتاب)
	کانی‌های صنعتی: بنتونیت (گل حفاری، خاک رنگ‌بر، جاذب آب و آلاینده‌ها، صنعت فولاد، سرامیک، صنایع رنگ، کاغذسازی، تصفیه آب و فاضلاب، داروسازی، تصفیه و رنگ‌بری روغن، قند، نوشیدنی‌ها و...)، کائولن (سرامیک، کاغذسازی، پرکننده و لاستیک‌سازی)، کوارتز (ساعت‌سازی، شیشه‌سازی، قطعات الکترونیکی و ...)
	کشاورزی: کانی زئولیت در (سبک کردن و هوارسانی به خاک)، دامپروری (مکمل غذای دام و طیور)، پرورش ماهی، پالایش نفت، تصفیه آب و فاضلاب
	سایر موارد: تالک (کاغذسازی، رنگ)، باریت (گل حفاری)، گرافیت (نوک مداد، پیل الکتریکی، تایر خودروها)، ساینده (الماس، گارنت، کربنوم، کوارتز)

● افزون بر موارد ذکر شده در جدول، فهرستی از وسایل و موادی که در زندگی روزمره، به کار می‌برید یا با آن سروکار دارید، تهیه کنید و مشخص کنید کدام، به صورت مستقیم و کدام به صورت غیرمستقیم از زمین به دست می‌آید؟ کدام یک از این منابع، فلزی و کدام غیرفلزی است؟

در سال ۱۹۶۴ میلادی، دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک<sup>۱</sup> و رینگ‌وود<sup>۲</sup> برای تعیین ترکیب شیمیایی پوسته زمین و بررسی پراکندگی عناصر در بخش‌های مختلف آن، تعداد بسیار زیادی از انواع سنگ‌های مناطق مختلف را نمونه‌برداری و ترکیب شیمیایی آنها را تعیین کردند. امروزه، فراوانی میانگین عناصر پوسته زمین با عنوان غلظت کلارک عناصر شناخته می‌شود (جدول ۲-۲).

جدول ۲-۲- غلظت کلارک عناصر فراوان در پوسته جامد زمین

عنصر	درصد براساس جرم
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۵/۰۶
منیزیم	۲/۷۷
سدیم	۲/۳۲
پتاسیم	۱/۶۸
تیتانیوم	۰/۸۶
هیدروژن	۰/۱۴
منگنز	۰/۱۰
فسفر	۰/۱۰
روی	۰/۰۱۳
مس	۰/۰۰۷
سرب	۰/۰۰۱۶

اندازه‌گیری و تعیین غلظت میانگین عناصر، کاربردهای زیادی دارد. پژوهشگران با اندازه‌گیری مقدار غلظت عناصر در سنگ‌ها و خاک‌های هر منطقه و مقایسه آن با مقادیر غلظت میانگین، به فرایندهای زمین‌شناسی مانند حرکت ورقه‌های سنگ کره، تاریخچه تکوین یک منطقه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و ... پی می‌برند.

اگر در منطقه‌ای، غلظت عناصر از میانگین کلارک بالاتر باشد، بی‌هنجاری مثبت و اگر غلظت آنها از میانگین، پایین‌تر باشد، آن را بی‌هنجاری منفی می‌نامند. زمین‌شناسان در پی جویی‌های اکتشافی عناصر، به دنبال یافتن مناطقی با بی‌هنجاری مثبت آن عنصر هستند.

۱- Clark

۲- Ringwood

## تفسیر کنید

● نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌های یک منطقه، در جدول زیر ارائه شده است. در کدام عناصر، بی‌هنجاری مثبت و در کدام عناصر، بی‌هنجاری منفی دیده می‌شود؟

درصد وزنی	عنصر
۱۷	Si
۵	Fe
۵/۹	Ca
۱	Na
۰/۷	Cu
۲	Pb
۳	Zn
۱	K

## یادآوری

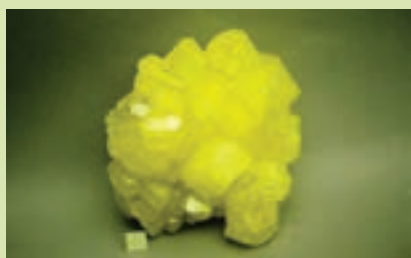
● در کتاب‌های درسی علوم تجربی، با مفهوم ویژگی‌ها و کاربرد برخی از کانی‌ها آشنا شدید. تعیین کنید کدام یک از تصاویر زیر، کانی می‌باشند؟ چرا؟



ب) یخ



الف) نبات

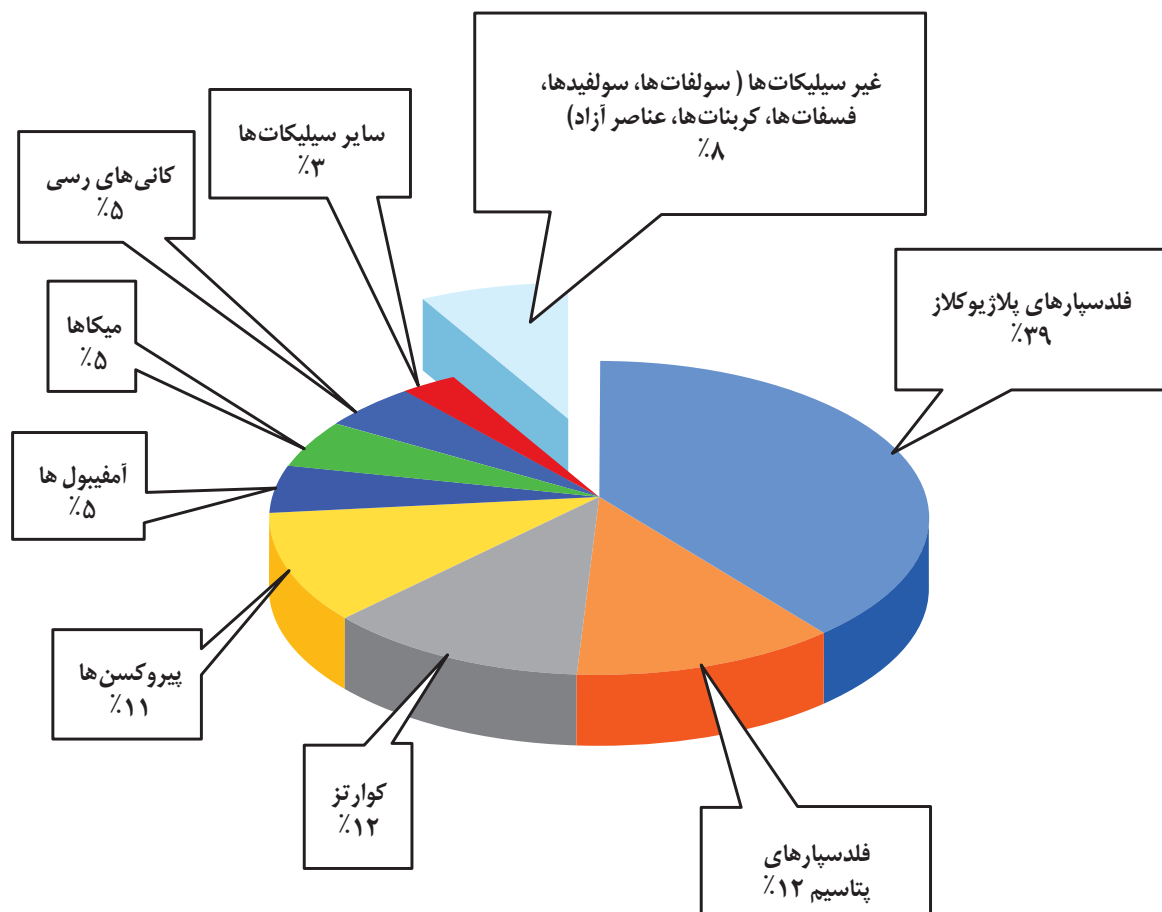


ت) گوگرد



پ) نفت

کانی‌ها، براساس ترکیب شیمیایی به دو گروه سیلیکات‌ها و غیرسیلیکات‌ها رده‌بندی می‌شوند. سیلیکات‌ها، کانی‌هایی هستند که بیش از ۹۰ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهند و در ترکیب شیمیایی خود، بنیان سیلیکاتی ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) دارند. کانی‌های سیلیکاتی در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند (شکل ۲-۱). کانی‌های غیرسیلیکاتی، گروهی از کانی‌ها هستند که در ترکیب خود، فاقد بنیان سیلیکاتی هستند. این کانی‌ها نیز در انواع سنگ‌ها یافت می‌شوند.



شکل ۲-۱- درصد وزنی کانی‌های سازنده پوسته زمین

### جمع‌آوری اطلاعات

● در ساخت سرامیک و شیشه، از چه کانی‌هایی استفاده می‌شود؟ در این مورد، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

به گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز ارزشمند اقتصادی وجود دارد، کانه اطلاق می‌شود. مانند مگنتیت که از آن آهن و یا گالن که از آن سرب استخراج می‌شود. برخی از کانه‌ها به صورت آزاد یافت می‌شوند: مانند طلا، نقره و مس.

• در مورد کانه‌های زیر، اطلاعات جمع‌آوری و جدول زیر را کامل کنید.

ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی	کانه
		هماتیت مگنتیت کالکوپیریت گالن

## کانسنگ

سنگ معدن یا کانسنگ، از دو بخش کانه، و باطله تشکیل شده است. کانه، بخش ارزشمند کانسنگ است و باطله، به موادی که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارند، گفته می‌شود.

برای مثال کالکوپیریت، به فرمول شیمیایی  $CuFeS_2$  مهم‌ترین کانه فلز مس است. در معادن مس، این کانی همراه با کانی‌های باطله مختلفی مانند کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت و ... کانسنگ مس را تشکیل می‌دهند.



شکل ۲-۲. کالکوپیریت مهم‌ترین کانه مس (زمینه کانی کوارتز)

در بخش‌هایی از پوسته زمین، غلظت عناصر در یک منطقه نسبت به غلظت میانگین، افزایش می‌یابد و حجم زیادی از ماده معدنی در آنجا متمرکز می‌شود (بی‌هنجاری مثبت)، به طوری که استخراج آن از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه است که به این مناطق، کانسار می‌گویند.

استخراج ماده معدنی یا کانسنگ، اغلب پرهزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداری آغاز می‌شود که یک عنصر با حجم و غلظت کافی در ماده معدنی وجود داشته باشد. با شروع بهره‌برداری یا معدن کاری، یک معدن شکل می‌گیرد.



شکل ۲-۳. کاربرد کانی‌های صنعتی در سفالگری لالچین همدان، به دلیل وجود ذخایر مناسب خاک رس در آن منطقه

افزون بر کانسنگ‌ها، مواد معدنی دیگری هم برای کاربردهای صنعتی یا روزمره استخراج می‌شوند که فلزی نیستند. مانند: شن و ماسه در ساختمان‌سازی، خاک رس در ساخت آجر یا کاشی و سرامیک، سنگ‌های ساختمانی که در نمای ساختمان‌ها، کفپوش، پله و دیوارها به کار می‌روند. به این نوع از سنگ‌ها و کانی‌های غیرفلزی، سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی نیز می‌گویند.



## جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد عوامل مؤثر بر مقرون به صرفه بودن یک معدن، اطلاعاتی جمع‌آوری و به پرسش زیر پاسخ دهید.

علاوه بر عوامل حجم و غلظت، چه عواملی در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟

در برخی موارد، بخش غیراقتصادی یا باطله یک کانسنگ، به عنوان شن و ماسه در زیرسازی جاده‌ها و... استفاده می‌شود.

## گفت‌وگو کنید

۱- در آب دریاها، مقداری عنصر طلا وجود دارد. به چه دلیل، طلا را از دریا استخراج نمی‌کنیم؟

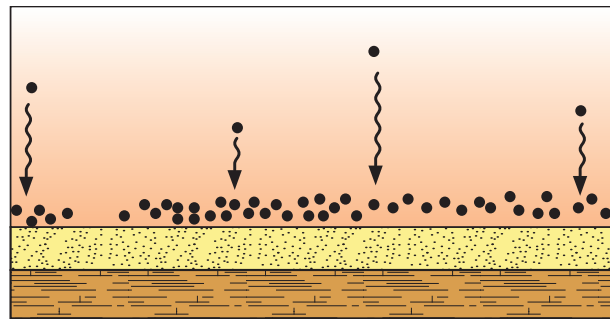
۲- به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرد؟

کانسنگ‌ها بر اساس منشأ و نحوه تشکیل، به سه دسته ماگمایی، گرمایی و رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

**الف) کانسنگ‌های ماگمایی:** کانسنگ‌های برخی عناصر فلزی مانند کروم، نیکل و پلاتین می‌توانند از یک ماگمای در حال سرد شدن، تشکیل شوند. با سرد شدن و تبلور یک ماگما، این عناصر که چگالی نسبتاً بالایی دارند، در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند و این کانسنگ‌ها را می‌سازند (شکل ۲-۴ الف).



(ب)



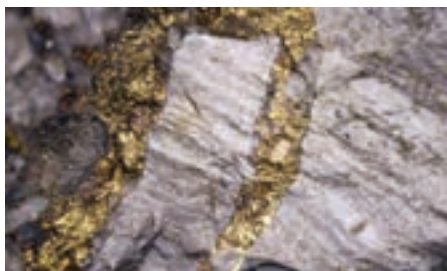
(الف)

شکل ۲-۴ الف) ته‌نشست کانسنگ کرومیت در کف مخزن ماگمایی - ب) معدن آهن چنارت - بافق یزد



شکل ۲-۵ - سنگ پگماتیت

در صورتی که پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقدار آب و مواد فرّار مانند کربن‌دی‌اکسید و ... فراوان باشد، شرایط برای رشد بلورهای تشکیل دهنده سنگ، فراهم و سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود (شکل ۲-۵) که می‌تواند کانسار مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند زمرد یا کانی‌های صنعتی مانند مسکویت باشد.



شکل ۶-۲- کانسنگ رگه‌ای طلا

**ب) کانسنگ‌های گرمایی:** در پوسته زمین، به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد. به این تغییرات دما در پوسته زمین، شیب زمین گرمایی می‌گویند. در بخش‌های عمیق پوسته، به علت گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی و یا توده‌های مذاب، دمای آب‌های موجود در این مناطق افزایش می‌یابد. منشأ این آب‌ها ممکن است از ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و یا آب‌های زیرزمینی راه‌یافته به اعماق زمین باشد که باعث انحلال برخی از عناصر می‌شوند. این آب‌ها، برخی عناصر را به شکل کانسنگ در داخل شکستگی‌های سنگ

ته‌نشین می‌کنند و رگه‌های معدنی را می‌سازند (شکل ۶-۲). از آنجا که عامل تشکیل این کانسنگ‌ها، آب گرم است، کانسنگ‌های گرمایی نامیده می‌شوند. بسیاری از ذخایر مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع و برخی فلزات دیگر، منشأ گرمایی دارند.

**پ) کانسنگ‌های رسوبی:** ذخایر سرب و روی موجود در سنگ‌های آهنکی، مس و اورانیم موجود در ماسه سنگ‌ها، نمونه‌هایی از کانسنگ‌های رسوبی مهم هستند. گاهی نیز آب‌های روان، کانی‌ها را از سنگ‌ها جدا و در مسیر رود آنها را ته‌نشین می‌کنند و ذخایر پلاستی را تشکیل می‌دهند. از هزار سال پیش تاکنون در منطقه تخت سلیمان تکاب، از رودخانه زرشوران، طلا برداشت می‌شود.

## اکتشاف معدن

تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته زمین رخ می‌دهد. با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آنها، می‌توان ذخایر معدنی را پیدا کرد.

در اولین مرحله اکتشاف، زمین‌شناسان با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد، شناسایی می‌کنند. برای مثال زمین‌شناسان می‌دانند که برخی از ذخایر سرب در سنگ‌های آهنکی پیدا می‌شوند. بنابراین، آنها با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و پنهان را شناسایی می‌کنند.

پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که ماده معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد. این حفاری‌ها ممکن است تا صدها متر ادامه یابد. نمونه‌های تهیه شده از حفاری، برای تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی و شناسایی کانی‌های موجود در آنها به آزمایشگاه حمل و در آنجا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در نهایت، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به دست آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

## استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

پس از پایان عملیات اکتشاف، با تعیین اقتصادی بودن ذخایر، عملیات استخراج آغاز می‌شود. روش استخراج، بر اساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته، تعیین می‌شود. استخراج به

### جمع‌آوری اطلاعات

- در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، چه معادن فلزی وجود دارد؟ در مورد آنها تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

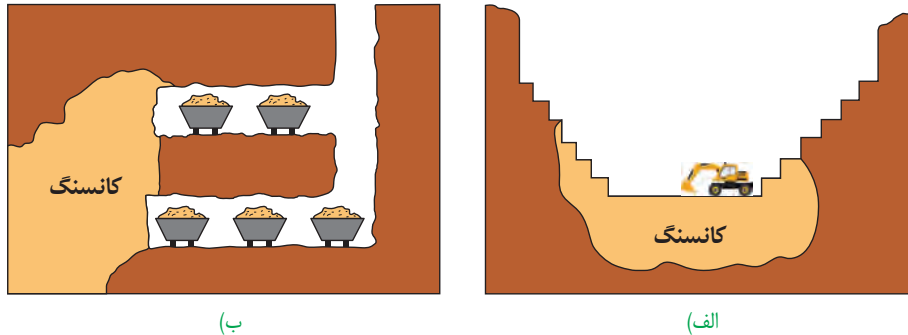
### جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد ذخایر پلاسرا طلای ایران اطلاعات جمع‌آوری کنید و محل آنها را بر روی نقشه ایران نشان دهید.

## لذت زمین شناسی

● بازدیدهای صحرائی در شرایط هیجان انگیز، در مناطق مختلف انجام می‌شود. دیدن مناطق جدید و بکر، کار کردن در روز و اقامت شبانه در صحرا (فیلد) و دور از هیاهوی شهرها و کشف رازهای زمین، از بخش‌های لذت‌بخش و جذاب زندگی زمین‌شناسان است. در واقع محل اصلی کار زمین‌شناس، طبیعت است.

روش‌های روباز یا زیرزمینی صورت می‌گیرد (شکل ۲-۷). همان‌طور که گفته شد، در کانسنگ استخراج شده از معدن، افزون بر کانه، کانی‌های باطله نیز وجود دارند. برای مثال در کانسارهای مس، عنصر مس در کانی‌های مختلفی مانند کالکوپریت و تعدادی کانی دیگر، یافت می‌شود. عیار عنصر مس در این کانسنگ‌ها کمتر از یک درصد است. بنابراین نود و نه درصد کانسنگ استخراج شده، باطله است که باید از آن جدا شود.

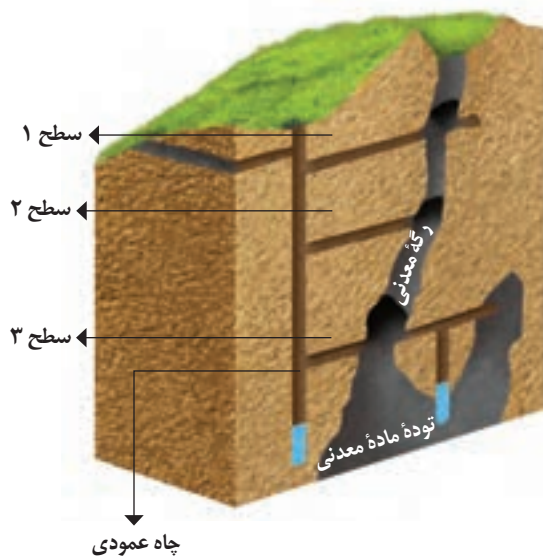


شکل ۲-۷. استخراج ماده معدنی به روش: (الف) روباز - (ب) زیرزمینی

## پیوند با ریاضی

● عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن، حدود ۲ ppm است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از هر تن سنگی که استخراج می‌شود، چند گرم طلا به دست می‌آید؟

به فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی از باطله، کانه‌آرایی (فراوری) ماده معدنی گفته می‌شود که در کارخانه‌های کنار معادن انجام می‌شود. محصول نهایی (کنسانتره) برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب، منتقل، یا به‌طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.



شکل ۲-۸. نحوه بهره‌برداری از معادن زیرزمینی

## گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

از روزگاران کهن، انسان از زیبایی و ویژگی‌های خیره‌کننده کانی‌ها،

برای زیباتر جلوه دادن خود استفاده می‌کرده است. این موضوع، به فطرت زیبادوستی و زیبایی‌شناسی که خداوند متعال در نهاد انسان تعبیه کرده است، برمی‌گردد. شاید این یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد علم گوهرشناسی و پیشرفت‌های بعدی آن بوده است. لازم به ذکر است که تنها از میان حدود ۴۰۰۰ کانی شناخته شده، حدود ۱۰۰ کانی، ویژگی‌های لازم یک گوهر را دارند.

گوهر یا جواهر، شامل سنگ‌ها و کانی‌های گرانبهایی است که به دلیل زیبایی، درخشش، سختی زیاد، رنگ و کمیاب بودن، از سایر کانی‌ها و سنگ‌ها متمایز هستند و مورد توجه خاص انسان‌ها قرار

## جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد فرایند فراوری طلا از کانسنگ، اطلاعات جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.

می‌گیرند. زیبایی رنگ و درخشندگی گوهرهایی مانند یاقوت، زمرد، فیروزه، عقیق و آمیتیست (کوارتز بنفش)، توجه هر کسی را به خود جلب می‌کند. گوهرها، نمایندگان بسیار زیبا و خاص و کمیاب دنیای کانی‌ها هستند که توسط فرایندهای ماگمایی، گرمایی یا دگرگونی و تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و با حضور مواد فرار به وجود می‌آیند.

## بیشتر بدانید

● استفاده از گوهرها به حدود ۹۰۰۰ سال پیش از میلاد برمی‌گردد. احتمالاً اولین بار هندی‌ها و ایرانیان و پس از آنها مصریان در ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، از گوهرها استفاده می‌کردند. وجود آویزها و مهره‌های آرایشی از جنس تالک، اسلیت، مرمر و صدف در آثار مربوط به ۱۰۶۵۰ سال پیش در بلندی‌های برادوست کردستان نشانگر این مطلب است. همچنین کشف مهره‌های زینتی از جنس فیروزه و سنگ لاجورد در تپه زاغه در جنوب قزوین، مربوط به ۸ تا ۹ هزار سال پیش و نیز پیدا شدن مهره‌های فیروزه‌ای در قبرهای دره محمد جعفر متعلق به ۶ هزار سال پیش، و داد و ستد تالک، سنگ چخماق، مرمر سفید، عقیق، فیروزه، صدف دریایی و سنگ لاجورد، بین عیلامیان و سومری‌ها در شهر تپه یحیی در ۵ تا ۶ هزار سال قبل، همگی نشان‌دهنده قدمت و تاریخ استفاده از گوهرها و سنگ‌های زینتی در ایران هستند.

● دانشمندان ایرانی در زمینه گوهرها و کانی‌شناسی، تحقیقات زیادی کردند و کتاب‌هایی نگاشتند که می‌توان به کتاب‌های القانون فی الطب ابوعلی سینا، الجواهر فی معرفه الجواهر اثر ابوریحان بیرونی، جواهرنامه سلطانی نوشته محمد بن منصور، تنسوق‌نامه و جواهرنامه ایلخانی از خواجه نصیرالدین توسی و... اشاره کرد. در ایران، از قرن دوم تا یازدهم هجری قمری، حدود ۳۵ کتاب در زمینه کانی‌شناسی و گوهرشناسی تألیف شده که معتبرترین آنها از لحاظ علمی، کتاب‌های الجواهر ابوریحان بیرونی و تنسوق‌نامه خواجه نصیرالدین توسی است.

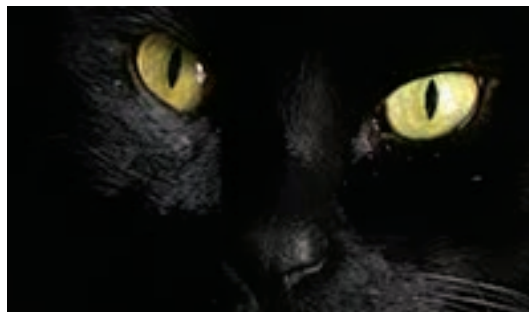
## پاسخ دهید

- حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژئپس نمی‌تواند یک کانی قیمتی باشد؟

مهم‌ترین خواص گوهرها، سختی نسبتاً بالا، رنگ، و درخشش آنها است و معمولاً کمیاب‌اند. اگر یک گوهر، سختی کافی نداشته باشد، در برابر خراشیدگی مقاوم نیست و از بین می‌رود. برخی خواص دیگر، مانند بازی رنگ، به کانی‌ها درخشندگی و زیبایی خاصی می‌دهد. مانند کانی کریزوبریل با درخشندگی چشم‌گره و نوعی گوهر سیلیسی به نام اپال (معروف به اپال گرانبها) که درخشش رنگین‌مانی دارد (شکل ۹-۲).



پ) درخشش رنگین‌مانی در گوهر اپال



ب) شباهت گوهر کریزوبریل با چشم‌گره



شکل ۹-۲ الف) درخشندگی در کانی کریزوبریل (گوهر چشم‌گره)

- در مورد ابزار و نحوه تراش گوهرها اطلاعات جمع آوری و در کلاس ارائه کنید.
- تفاوت الماس و برلیان در چیست؟



**الماس:** گوهری با ترکیب کربن خالص است که در دما و فشار بسیار زیاد، در گوشته زمین تشکیل می شود. این کانی، افزون بر استفاده گوهری، در ساینده ها نیز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲).

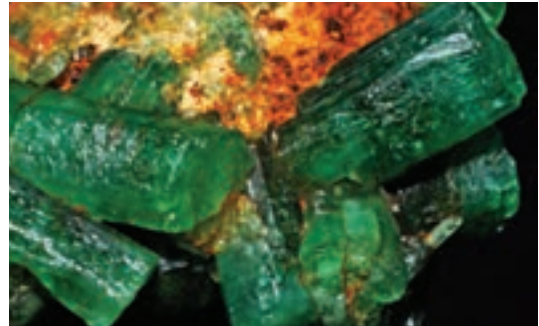
شکل ۱۰-۲- الماس

**یاقوت:** نام علمی آن کربنوم است. کانی کربنوم به رنگ آبی و سرخ دیده می شود، رنگ آبی آن یاقوت کبود و رنگ قرمز آن را یاقوت سرخ می گویند. این کانی بعد از الماس، سخت ترین کانی می باشد (شکل ۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲- انواع کربنوم

**زمرد:** معروف ترین و گران ترین سیلیکات بریلیم که به رنگ سبز یافت می شود را «زمرد» می نامند (شکل ۱۲-۲).

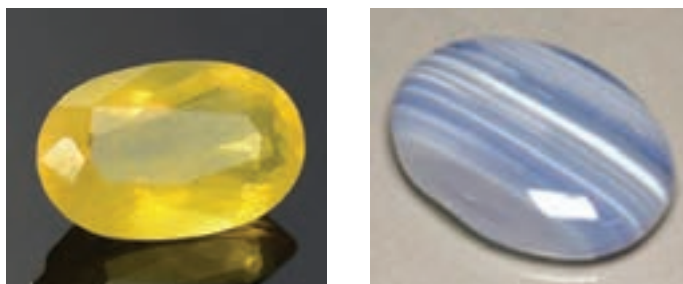


شکل ۱۲-۲- زمرد

**گارنت:** از کانی‌های سیلیکاتی است که معمولاً به رنگ سبز، قرمز، زرد، نارنجی و ... دیده می‌شود. فراوان‌ترین رنگ آن، قرمز تیره است (شکل ۱۳-۲).



شکل ۱۳-۲. گارنت



**عقیق:** کانی سیلیسی با رنگ‌های متنوع است که به نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود. عقیق، یک نوع کوارتز نیمه قیمتی است که در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود (شکل ۱۴-۲).



شکل ۱۴-۲. عقیق

**زبرجد:** به نوع شفاف و قیمتی کانی الیوین، زبرجد می‌گویند. این کانی، سیلیکاتی و به رنگ سبز زیتونی است به همین دلیل به آن الیوین گفته می‌شود (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲. زبرجد

**فیروزه:** از گوهرهای قدیمی شناخته شده که دارای ترکیب فسفاتی است و برای اولین بار در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور یافت شد و به دیگر نقاط جهان صادر گردید. نام تجاری آن، تورکوایز است (شکل ۱۶-۲).



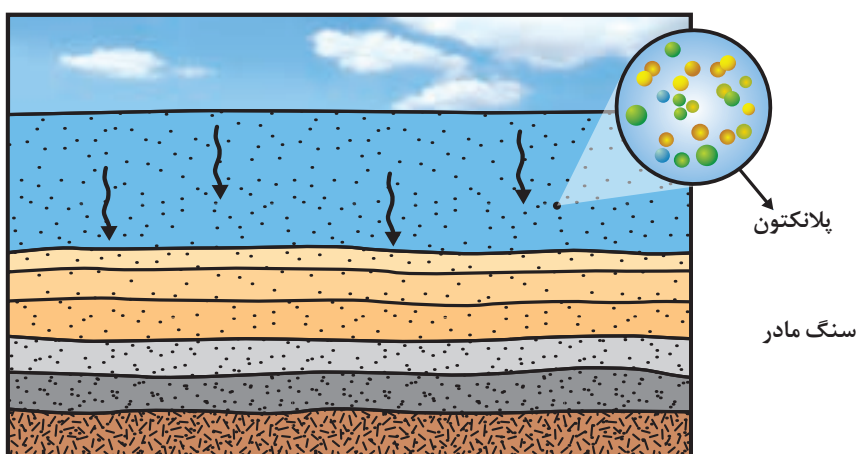
شکل ۱۶-۲. فیروزه

### سوخت‌های فسیلی

انرژی، برای انجام تمامی فعالیت‌های انسان ضروری است. انسان از گذشته دور، از منابع طبیعی برای تولید انرژی استفاده کرده است. از میان منابع مختلف انرژی در دسترس، سوخت‌های فسیلی اهمیت زیادی دارند و در بیشتر کشورهای جهان، به عنوان منابع اصلی تولید انرژی به شمار می‌روند. سوخت‌های فسیلی از تجزیه مواد آلی گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند که در رسوبات یا سنگ‌های رسوبی ذخیره شده‌اند.

**نفت و گاز:** هیدروکربن‌هایی هستند که به طور طبیعی، به صورت مایع، گاز و نیمه جامد در زمین وجود دارند. برخلاف زغال سنگ که در محیط‌های خشکی مانند محیط مردابی (اکسیژن اندک) تشکیل می‌شود، نفت خام در محیط دریایی کم عمق (کمتر از ۲۰۰ متر) به وجود می‌آید. در این محیط‌ها، جاندارانی مانند پلانکتون‌ها، مهم‌ترین منشأ مواد آلی هستند. بقایای این موجودات پس از مرگ، در رسوبات ریزدانه بستر دریا مدفون می‌شوند. ماده آلی باقیمانده که توسط لایه‌های بالایی پوشیده و حفظ شده، در لایه‌های رسوبات ریز یعنی

سنگ منشأ (سنگ مادر) نفت را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۷-۲). مواد آلی در طی تبدیل رسوب ریزدانه به سنگ مادر، از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی به نفت خام تبدیل می‌شود. در فرایند تشکیل ذخایر نفتی، مقدار دما، فشار و افزایش آن بسیار مهم است، اما این پایان داستان نیست (شکل ۱۷-۲).



شکل ۱۷-۲. تشکیل ذخایر نفت و گاز در محیط‌های دریایی

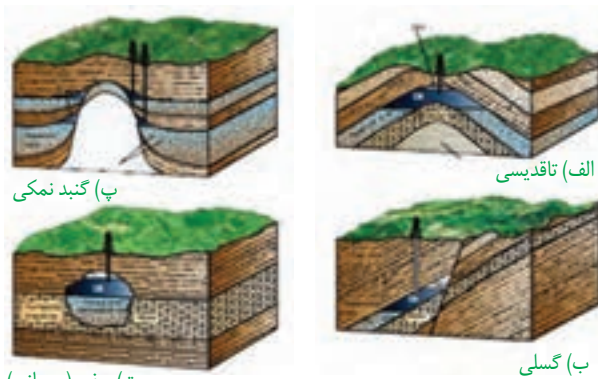
● اگر در فرایند تشکیل نفت خام، فشار و دما از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت، بیشتر یا کمتر شود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

**مهاجرت نفت:** نفت و گازی که در سنگ مادر تشکیل می‌شود، همراه با آب دریا که از زمان رسوب‌گذاری در سنگ به دام افتاده، از طریق نفوذپذیری سنگ‌ها، به سمت بالا حرکت می‌کند که به آن مهاجرت اولیه نفت می‌گویند. چنانچه در طی مهاجرت اولیه، مانعی در مسیر حرکت آب و نفت و گاز نباشد، به سطح زمین راه یافته و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورد. در این صورت ممکن است نفت، در سطح زمین تبخیر و دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی شده و ذخایر قیر طبیعی را به وجود آورد که نمونه‌ای از آنها در استان‌های خوزستان و ایلام دیده می‌شود.

اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت خود، به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر مانند سنگ گچ یا شیل برسند، دیگر قادر به ادامه مهاجرت نخواهند بود. این لایه نفوذناپذیر (پوش سنگ) جلوی حرکت نفت و گاز به سطح زمین را می‌گیرد و آنها را در سنگ مخزن به دام می‌اندازد. ویژگی مهم سنگ مخزن، وجود تخلخل و نفوذپذیری زیاد آن است. مانند: ماسه سنگ و سنگ آهک حفره‌دار (ریف‌ها). مخازن نفتی، دارای شکل (وضعیت) هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت می‌باشند. در داخل سنگ مخزن، به دلیل اختلاف چگالی، آب شور، نفت و گاز از هم جدا می‌شوند که به این جدایش، مهاجرت ثانویه نفت گفته می‌شود.

نفت‌گیرها انواع مختلفی دارند. مانند: تاقدیسی، گسلی، گنبد نمکی، ریفی (مرجانی) و ...

گفته می‌شود که ۹۹/۹ درصد نفتی که در طول تاریخ زمین تولید شده، به سطح زمین رسیده و از بین رفته و ۱/۰ درصد آن، همه ذخایر نفت موجود را تشکیل داده است.



(ب) گنبد نمکی

(الف) تاقدیسی

(ت) ریفی (مرجانی)

(ب) گسلی

شکل ۱۸-۲. انواع تله‌های نفتی

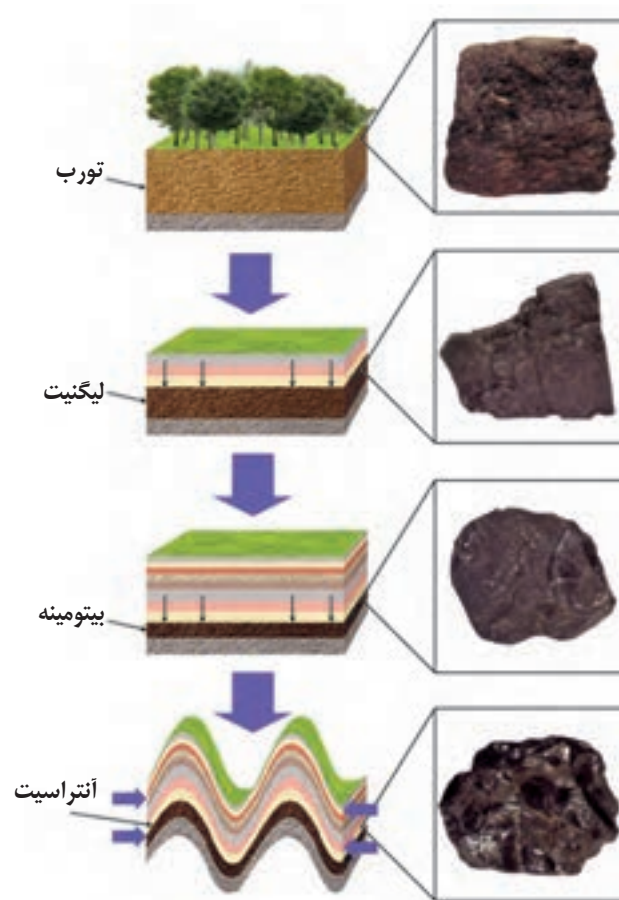


**زغال سنگ:** یک سوخت فسیلی جامد است که از مواد آلی در محیط‌های خشکی به وجود می‌آید. این مواد آلی، بیشتر از گیاهان جنگل حاصل می‌شوند. آنها، در باتلاق‌ها انباشته شده و توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و بدون حضور اکسیژن به مرور زمان، به تورب که یک نوع زغال نارس است، تبدیل می‌شوند. در برخی کشورها مانند ایرلند، تورب به عنوان یک ماده سوختی بهره‌برداری می‌شود (شکل ۱۹-۲).

شکل ۱۹-۲. تورب



در طی میلیون‌ها سال، تورب در زیر فشار رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی، فشرده‌تر شده و آب و مواد فرّار مانند کربن‌دی‌اکسید و متان از آن خارج می‌شود. با خروج این مواد، در نهایت، ضخامت تورب که ماده‌ای پوک و متخلخل است، کاهش می‌یابد و به لیگنیت تبدیل می‌شود. با افزایش تراکم، لیگنیت به زغال سنگ‌های مرغوب‌تری به نام بیتومینه و سپس آنتراسیت تبدیل می‌شود (شکل ۲۰-۲). در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت، تغییرات زیادی رخ می‌دهد و سبب می‌شود با خروج تدریجی آب و مواد فرّار، درصد کربن در سنگ حاصل، افزایش یابد و کیفیت و توان تولید انرژی زغال سنگ بهتر شود.



شکل ۲۰-۲. مراحل تشکیل آنتراسیت (زغال رسیده)

### فکر کنید

- وجود ذخایر زغال سنگ در سیبری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟
- لایه‌های زغال دار طبس، نشان دهنده چه نوع آب و هوایی در گذشته در این منطقه است؟
- چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟



● **سنگ شناسی (پترولوژی):** سنگ شناسی، شاخه‌ای از زمین شناسی است که در آن شیوه تشکیل، منشأ، رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی بررسی می‌شود. فرایندهای دگرگونی، آتش‌فشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین و حتی در ماه و دیگر سیاره‌ها و مناطق زمین گرمایی، توسط پترولوژیست‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.



● **زمین شناسی اقتصادی:** زمین شناسانی که در موضوع زمین شناسی اقتصادی تخصص دارند، با بهره‌گیری از اصول زمین شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان‌هایی هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها و ... قرار دارند.



● **زمین شناسی نفت:** زمین شناس نفت، از تخصص خود در شناخت، چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین استفاده می‌کند. همچنین مکان‌هایی که نفت می‌تواند در آنجا انباشته شود، شناسایی و مکان‌هایی از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می‌کند.



● **ژئوشیمی:** کلارک و محققان دیگر، مطالعات زیادی درباره ترکیب سیارات به‌ویژه زمین انجام دادند و یافته‌های آنها، پایه علم ژئوشیمی امروزه را تشکیل داده است. مطالعات روی ترکیب سیارات که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر بسزایی در شناخت عناصر و منابع روی زمین و چگونگی تشکیل آنها دارد و باعث می‌شود منابع ارزشمند شناخته شوند و بهره‌برداری بهتری از آنها در زندگی امروزی صورت گیرد.

متخصصین فوق، در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صنایع و معادن، شرکت ملی نفت، گاز، پتروشیمی و جواهر سازی، کمک شایانی در بهبود اقتصاد کشور خواهند داشت.