

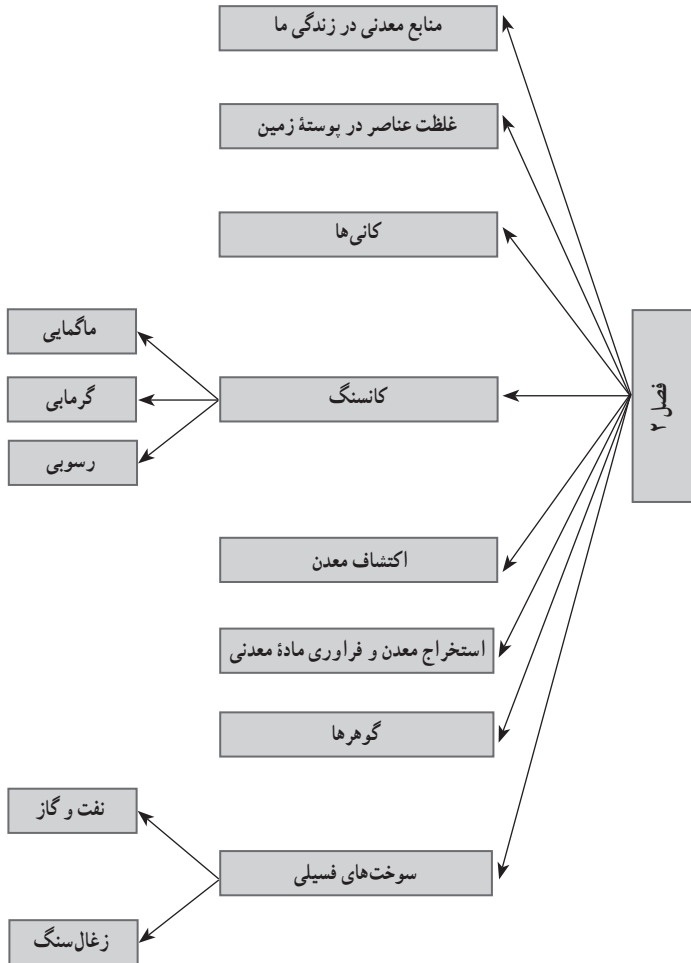
۲

فصل

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه



معدن مس سونگون ورزقان



پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

آشنایی با منابع معدنی و اهمیت آنها در زندگی

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:

- با برخی از انواع منابع معدنی آشنا شوند.
- مفهوم غلظت عناصر در پوسته زمین را درک کنند.
- مفهوم کانی و طبقه‌بندی آن را مرور کنند.
- با مفهوم کانسنگ و انواع آن آشنا شوند.
- به‌طور اجمالی فرایند اکتشاف و استخراج منابع معدنی را بشناسند.
- با برخی از انواع کانی‌های قیمتی و گوهرها آشنایی پیدا کنند.
- با سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز، زغال سنگ) بیشتر آشنا شوند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- قادر به تشخیص کانی از غیرکانی باشند.
- فهرستی از کانی‌ها و مواد معدنی که در زندگی آنها به‌کار رفته، تهیه کنند.
- گزارشی از انواع کانسنگ‌های محل زندگی خود تهیه و در کلاس ارائه دهند.
- تفاوت مراحل اکتشاف معدن را با مراحل استخراج آن تشخیص دهند.
- برخی از انواع کانی‌های قیمتی و گوهرها را شناسایی کنند.
- درباره نحوه تشکیل سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ) توضیح دهند.
- ماکتی از نحوه استخراج روباز و زیرزمینی بسازند.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:

■ تصویر کانی‌ها، جواهرات، معدن‌ها، مراحل اکتشاف؛

- فیلم‌های کوتاه آموزشی؛
- نمونه‌هایی از کانی‌ها و کانسنگ؛
- ماکت سه بعدی مدل استخراج روباز و زیرزمینی؛
- فیلم استخراج نفت؛
- انیمیشن مراحل تشکیل کانسنگ‌ها؛
- تهیه پوسترها؛
- معرفی کتاب، سایت؛
- بازدید علمی از معدن‌ها، پالایشگاه‌ها، موزه جواهرات.

بودجه‌بندی: چهار جلسه

- پیش‌دانسته‌ها: کتاب علوم هشتم (فصل کانی‌ها، سنگ‌ها و هوازدهی)

دانستنی‌های معلم

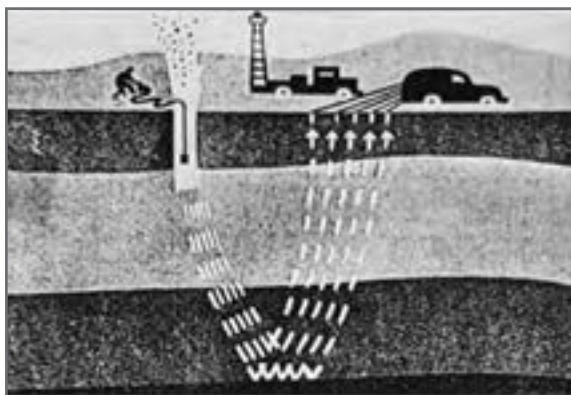
اکتشاف معدن

پیش از شروع هرگونه عملیات صحرایی، توجه به یکسری از معیارهای اکتشاف مانند منشأ، اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده برای ایجاد یک ماده معدنی، می‌تواند به یافتن آن کمک کند. برای مثال، ذخایر زغال‌سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد و یا اینکه آب و هوای گرم و خشک، مستعد تشکیل سنگ‌های رسوبی تبخیری مانند گچ و نمک است، یا اینکه ذخایر نفتی در ساختارهای خاصی نظیر؛ مناطق چین خورده یا گسلی به عنوان نفت‌گیر، قابل پیگیری می‌باشند، از طرفی بعضی کانی‌ها در ارتباط با یکدیگر یافت می‌شوند و یافتن یک کانی یا عنصر می‌تواند نشانه وجود عنصری دیگر باشد.

حتی توجه به آثار معدن‌کاری‌های قدیمی یا اسامی مکان‌ها و روستاها، راهنمای مناسبی برای کشف مجدد یک معدن قدیمی بوده است. نام برخی روستاها مانند تالمسی (مس) و روستاهای زنگالو و آبگیر زنگار (زنگ = مس) در نزدیکی معدن مس سرچشمه.



یکی از تونل‌های معدن تزره شاهرود



اساس کار روش لرزه‌ای انعکاسی



وسایل یک زمین‌شناس در بازدید صحرایی



معدن روباز



ترانشه

در مرحله اکتشاف چند عمل اصلی صورت می گیرد.

۱ تهیه عکس هوایی و نقشه توپوگرافی از منطقه جهت پیاده کردن اطلاعاتی که طی عملیات صحرایی به دست خواهد آمد.

۲ حضور در منطقه با عنوان عملیات صحرایی جهت نوشتن مشاهدات، پیاده کردن اطلاعات در نقشه اولیه و برداشت نمونه های سالم و بدون هوازدگی برای مطالعات دقیق آزمایشگاهی.

۳ انجام برخی بررسی های ژئوفیزیکی در منطقه یا آزمایشگاه همچون (گرانی سنجی، رسانایی الکتریکی، مطالعات امواج لرزه ای، مغناطیسی سنجی)

۴ مطالعات آزمایشگاهی و آزمایش های ژئوشیمیایی (تجزیه شیمیایی XRF, XRD) و استفاده از میکروسکوپ پلاریزان و جهت تعیین جنس، مشخصات کانی ها و سنگ ها و عیار ماده معدنی، تعیین میزان ذخیره و نوع و سن فسیل های منطقه و دیگر اطلاعات مورد نیاز جهت استخراج ماده معدنی.

۵ تهیه نقشه معدن و گزارش زمین شناسی منطقه.

■ انواع کانسنگ

الف) کانسنگ های درون زادی یا اولیه

این نوع از کانسنگ ها که منشأ درون زمینی دارند انواع مختلفی به شرح زیر دارند :

کانسنگ های ماگمایی : ماگما پس از تشکیل، به تدریج سرد می شود و کانی هایی که نقطه ذوبشان بالاست، در اولین مراحل سرد شدن، از آن جدا می شوند و از تجمع آنها کانسنگ های مهمی به وجود می آید. بسیاری از کانسنگ ها به این نحو تشکیل می شوند. البته چگونگی تجمع کانی ها در این مرحله، خود، موضوع پیچیده ای است، ولی به طور خیلی خلاصه می توان گفت که پس از انجماد کانی های مختلف، کانی هایی که چگالی شان بالاست، در اثر سنگینی، به بخش های پایین می روند و در آنجا جمع می شوند. کانسنگ های کرومیت ایران که عمده آنها در مناطق فاریاب، اسفندقه و سبزوار قرار دارند، بدین نحو تشکیل شده اند. در این کانسنگ ها، کرومیت CrFe_2O_4 با چگالی 4.7 gr/cm^3 شکل عدسی های نسبتاً بزرگی در داخل سنگ ها تمرکز یافته است.

کانسنگ های ماگمایی همیشه به حالت توده ای نیستند و در بعضی موارد ماده معدنی، هم زمان با سنگ های اطراف خود تشکیل می شود که در این حالت به شکل پراکنده در داخل این سنگ ها دیده می شود. به عنوان مثال می توان کانسنگ طلای ناحیه آستانه در حوالی شاه زند اراک را نام برد.

کانسنگ های پگماتیتی : پگماتیت، اصولاً یک نوع سنگ آذرین است که دانه های بسیار درشت دارد و همین امر از ویژگی های مهم این دسته از کانسنگ ها به شمار می آید. هنگامی که مرحله ماگمایی اولیه

پایان یافت و کانی‌ها با دمای ذوب بالا از ماگما جدا شدند، محصول باقی‌مانده، جسم سیال و مذابی است که اگرچه بعضی از کانی‌های خود را از دست داده است ولی هنوز عناصر زیادی را دربردارد و به ویژه از نظر عناصری مانند فلوئور، کلر و بُر غنی است. این محلول ضمن اینکه به سوی بالا رانده می‌شود، شکستگی‌ها و فضا‌های خالی سنگ‌ها را پر می‌کند و کانسنگ پگماتیتی را به وجود می‌آورد.

باید توجه داشت که در مرحله پگماتیتی نیز محلول باقی‌مانده از ماگما، فعل و انفعالاتی با سنگ‌های اطراف خود انجام و بدین ترتیب، ترکیب خود و سنگ‌ها را تغییر می‌دهد. بسیاری از کانی‌هایی که قطعات درشت آنها در صنایع مختلف مصرف دارد، بدین نحو تشکیل می‌شوند که از آن جمله می‌توان کوارتز، فلدسپات و میکاها را نام برد. از سوی دیگر، تنها منابع مهم میکاهای صنعتی و بسیاری کانی‌های دیگر را باید در این کانسنگ‌ها جست‌وجو کرد.

کانسنگ‌های پنوماتولیتیکی (گازی): پس از جدا شدن کانی‌های مربوط به مرحله‌های ماگمایی اولیه و پگماتیتی، آنچه که از ماگما باقی‌مانده، مخلوط مذاب و درهمی از مواد مختلف است که بخش عمده‌ای از آن را گازها و بخارات تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب، ابتدا بخش گازی این مخلوط جدا می‌شود و کانسنگ‌های گازی یا پنوماتولیتیکی را تشکیل می‌دهد و محلول باقی‌مانده، که مایع نسبتاً داغی است، در مراحل آخر، کانسنگ‌های گرمایی را به وجود می‌آورد. ممکن است بخش گازی ماگما در اعماق زمین و یا در سطح آن از ماگما جدا شود و کانسنگ‌هایی تشکیل دهد که به ترتیب به آنها، کانسنگ‌های پنوماتولیتیکی نفوذی و خروجی می‌گویند. این کانسنگ‌ها نیز از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارند و کانسنگ‌های بسیاری از فلزات نظیر: طلا، نقره، مس، جیوه، آنتیموان، روی، سرب، آرسنیک و مولیبدن عمدتاً به این طریق تشکیل می‌شود. علاوه بر کانسنگ‌های فلزات، بعضی مواد غیرفلزی مهم نظیر فلورین، باریت، آزبست نیز به همین نحو به وجود می‌آیند.

از فرایندهای مهمی که در این مرحله اتفاق می‌افتد، پدیده جایگزینی را می‌توان نام برد. طبق تعریف، جایگزینی یا به عبارتی، دگرسانی جایگزینی، عبارت از جانشینی یک ماده معدنی یا کانی، به وسیله ماده معدنی یا کانی دیگری است که از نظر ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی با آن متفاوت است. در این پدیده، کانی‌های موجود در سنگ، حل می‌شود و به جای آنها کانی‌های جدیدی به وجود می‌آیند. نکته جالب آن است که این دو عمل به‌طور هم‌زمان صورت می‌گیرد و بنابراین، سنگ حالت جامد خود را در تمام طول این دگرسانی حفظ می‌کند. کانسنگ‌ها را که بدین ترتیب از تأثیر گازها و مواد فرار ماگما بر سنگ‌های کربناته به وجود می‌آید، اِسکارن می‌گویند.

کانسنگ‌های گرمایی: در آخرین مراحل انجماد ماگما، آنچه که باقی‌مانده، محلول کمابیش داغی است که مقدار زیادی از کانی‌ها را دارد و به آن محلول گرمایی می‌گویند. این محلول، ضمن عبور از فضای

خالی و شکاف سنگ‌ها، کانی‌های خود را بر جای می‌گذارد و بدین ترتیب، رگه‌های معدنی را به وجود می‌آورد. از جمله خصوصیات مهم کانسنگ‌های گرمابی، شکل رگه‌ای آنهاست که این امر از نظر اکتشاف و ارزیابی آنها بسیار مهم است. بسته به دمای محلول‌های گرمابی، آنها را به محلول‌های داغ (300° تا 450° درجه سانتی‌گراد)، متوسط (200° تا 300° درجه سانتی‌گراد) و سرد (کمتر از 200° درجه سانتی‌گراد) تقسیم می‌کنند. بعضی از مواد معدنی فقط در دماهای معینی تشکیل می‌شوند، ولی عده‌ای از آنها، ممکن است در طیف وسیعی از دماهای بالا تا پایین، تشکیل شوند.

بسیاری از کانسنگ‌ها فلزی بدین نحو تشکیل می‌شوند که از جمله آنها می‌توان کانسنگ‌های سرب، روی، قلع، آنتیموان، جیوه، آرسنیک، طلا، نقره و مس را نام برد. بخش عمده‌ای از کانسنگ‌های سرب و روی ایران بدین نحو تشکیل شده‌اند. محلول گرمابی نیز ممکن است ضمن تماس با سنگ‌ها، تغییراتی در آنها به وجود آورد و انواع کانسنگ‌های جانشینی را تشکیل دهد.

ب) کانسنگ‌های برون زاد یا ثانوی

کانسنگ‌های ناشی از هوازدگی: به مجموعه فعل و انفعالاتی که سبب تخریب و تجزیه سنگ‌ها می‌شوند، هوازدگی می‌گویند. در دامنه کوه‌ها حتی سخت‌ترین و مرتفع‌ترین آنها، توده‌ای از واریزه وجود دارد که محصول تخریب سنگ‌ها است. هوازدگی انواع مختلف دارد و عوامل گوناگونی در این فرایند مؤثرند. به عنوان مثال می‌توان عمل یخ‌بندان را نام برد. در مواقع بارانی، شکاف سنگ‌ها از آب پر می‌شود و هنگامی که دما به حد کافی کاهش یابد، این آب یخ می‌زند و حجم آن اضافه می‌شود و در نتیجه فشارهایی به دیواره شکاف وارد می‌کند که سبب بزرگ‌تر و عمیق‌تر شدن شکاف و در نهایت، جدا شدن قطعه‌ای از سنگ‌های کوه می‌شود. قطعات جدا شده از کوه، در اثر وزن خود و یا در نتیجه باد و باران، به قسمت‌های پایین دست می‌غلتند و در ضمن این فرو افتادن نیز با یکدیگر برخورد می‌کنند و ریزتر می‌شوند. البته عوامل دیگری هم در هوازدگی و تخریب سنگ‌ها مؤثرند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان عوامل شیمیایی و حیاتی را نام برد. به هر حال، مجموعه این عوامل سبب می‌شوند که سنگ‌ها به قطعات کوچکی خرد شوند. خردشدن سنگ‌ها به تنهایی نمی‌تواند کانسنگ تشکیل دهد، ولی این امر سبب می‌شود که در مراحل بعد، ماده معدنی در یک جا متمرکز شود و کانسنگ به وجود آید. بسته به اینکه تجمع مواد معدنی چگونه انجام گیرد، کانسنگ‌های ناشی از این فرایند را به دو گروه زیر تقسیم می‌کنند:

تمرکز برجا: در حالت کلی، سنگ‌ها حاوی کانی‌های مختلفی بوده که دارای عناصر گوناگونی هستند. در بسیاری موارد، غلظت این عناصر آنقدرها زیاد نیست که بتوان به آن کانسار گفت اما به مرور، ممکن است مواد محلول از سنگ حل شده و از آن خارج شوند و بدین ترتیب، درصد مواد نامحلول بالا می‌رود و

این امر ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود. بهترین مثال در این مورد بوکسیت است. اگر سنگی که دارای سیلیکات‌های مختلف از جمله سیلیکات‌های آلومینیم است، خرد شود، تحت تأثیر بارندگی شدید و مداوم، نمک‌های محلول آن از قبیل نمک‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به مرور حل شده و از محل دور می‌شوند، در صورتی که مواد نامحلول یا کم محلول، مثل سیلیس و آلومینیم اکسید بر جای باقی می‌مانند و غلظت آنها به تدریج اضافه می‌شود. نتیجه این امر، تشکیل بوکسیت است که یکی از مواد اولیه اصلی تهیه فلز آلومینیم به شمار می‌آید.

تمرکز ثانوی: در این شیوه، تمرکز عناصری که در حالت عادی در سنگ‌ها پراکنده‌اند و عیار آنها آنقدر نیست که کانسار تشکیل دهند، تحت تأثیر آب، به مرور حل شده و در مرحله بعد، در جای دیگری متمرکز می‌شوند و این تمرکز ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود. مثال جالب در این مورد کانی پیریت است. این کانی به طور پراکنده در بسیاری از سنگ‌ها دیده می‌شود.

پیریت تحت تأثیر آب‌های زیرزمینی به سولفوریک اسید تبدیل می‌شود و بقایای آن به صورت اکسید آهن برجای می‌ماند. سولفوریک اسید حاصله، بر کانی‌های پراکنده‌ای که در ناحیه وجود دارند، اثر می‌کند و با آنها مس سولفات تشکیل می‌دهد که این سولفات به پایین می‌رود و هنگامی که به سطح آب زیرزمینی ناحیه رسید، اکسیژن خود را از دست می‌دهد و نتیجه آن، تشکیل و رسوب سولفید مس است. بدین ترتیب، طی زمان طولانی، ممکن است مقدار سولفید مس آنقدر زیاد شود که از نظر اقتصادی قابل توجه باشد. یکی از بزرگ‌ترین معادن مس دنیا به نام معدن مس یوتا واقع در ایالات متحده آمریکا، طی همین فرایند تشکیل شده است.

فرایند تمرکز ثانوی را تقریباً در تمام کانسارها می‌توان مشاهده کرد. گاهی در بخش‌های سطحی کانسنگ، پوششی از اکسید آهن به وجود می‌آورند که به نام کلاhek آهنی خوانده می‌شود و از آنجا که این کلاhek آهنی با رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز خود مشخص است، لذا نشانه خوبی برای اکتشاف کانسنگ‌های آهن‌دار به شمار می‌آید. بخش‌های بالایی هر کانسار، که در آنجا بعضی از کانی‌ها شسته شده و به سمت پایین رفته‌اند، به نام زون فروشسته خوانده می‌شود و این ناحیه از سطح زمین تا سطح آب زیرزمینی محل ادامه دارد.

ناحیه هیپوزن: در زیر سطح آب زیرزمینی، ناحیه‌ای وجود دارد که کانی‌هایی که از بخش‌های بالا حل شده و به این قسمت حمل شده‌اند، رسوب می‌کنند و به کانی‌هایی که از قبل وجود داشته است، افزوده می‌شوند. این ناحیه را ناحیه سوپرزن می‌خوانند. در زیر این ناحیه، سنگ‌های اولیه و بکر قرار دارند که به آن ناحیه هیپوزن ۲ گفته می‌شود.

کانسنگ‌های رسوبی: سنگ‌ها در اثر عوامل هوازدگی تخریب می‌شوند و محصولات تخریب شده در اثر عوامل حمل و نقل از قبیله رودخانه‌ها و باد، به بخش‌های پایین دست حمل می‌شوند. عمل حمل و نقل به‌طور دائم انجام نمی‌گیرد و این مواد به هر حال، در قسمتی از مسیر خود رسوب می‌کنند و در پاره‌ای موارد ممکن است کانسنگ‌های با ارزشی تشکیل دهند. ته‌نشینی مواد ممکن است در نتیجه فرایند فیزیکی، شیمیایی و با زیستی انجام شود و کانسنگ‌هایی که در اثر این فرایندها به وجود می‌آیند به همین نام خوانده می‌شوند.

کانسارهای آواری یا مکانیکی: موادی که به‌وسیله رودخانه‌ها حمل می‌شوند، از نظر اندازه، چگالی و شکل با هم تفاوت دارند و همین تفاوت سبب می‌شود که ذرات مختلف، در قسمت‌های مختلفی از مسیر رودخانه رسوب کنند. مثلاً اگر مخلوطی از قلوه سنگ، ماسه و رس با هم حمل شوند، پس از مدتی، ابتدا قلوه سنگ و در مراحل بعدی به ترتیب، ماسه و رس رسوب خواهند کرد. همچنین اگر در ابتدای رودخانه مخلوطی از کانی‌های با چگالی متفاوت موجود باشد، پس از مدتی این مواد به ترتیب چگالی خود رسوب خواهند کرد. از جمله مهم‌ترین کانسارهای مکانیکی می‌توان کانسنگ‌های جامانده (پلاسر) را نام برد. مواد مختلفی که به‌وسیله رودخانه حمل می‌شوند، در اثر کاهش سرعت رودخانه، با توجه به اندازه و چگالی خود، در قسمت‌های خاصی از مسیر رودخانه رسوب می‌کنند که از تجمع آنها یک کانسنگ جامانده به وجود می‌آید. کانسنگ‌های فلزات سنگین مثلاً طلا، پلاتین و الماس، بدین نحو تشکیل می‌شوند.

کانسارهای رسوبی تبخیری و شیمیایی: محصولات خرد شدن سنگ‌ها، تنها به‌صورت ذرات آواری به‌وسیله عوامل حمل و نقل حمل نمی‌شوند بلکه مقداری از آنها به‌صورت محلول یا به حالت کلوئیدی انتقال می‌یابند. از آنجا که قابلیت انحلال مواد مختلف در آب، متفاوت است و از سویی شرایط محیط آب نیز از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند، لذا موادی که بدین نحو حمل می‌شوند، در قسمت‌های مختلف مسیر ممکن است رسوب کنند و کانسنگ به‌وجود آورند.

رسوب مواد فقط در طول مسیر رودخانه انجام نمی‌شود بلکه بخش عمده این رسوبات در دریاها و دریاچه‌ها تشکیل می‌شوند. املاح مختلف به‌طور مداوم به دریاچه‌ها و دریاها وارد می‌شود و غلظت این املاح در این آب‌ها به تدریج افزایش می‌یابد. در بعضی موارد مقدار این املاح به حدی است که آب دریا از آنها اشباع می‌شود و در این حالت، بخشی از املاح در کف دریا رسوب می‌کنند و کانسنگ رسوبی را به‌وجود می‌آورند. در بسیاری موارد، رسوب شیمیایی مواد بدین ترتیب است که قسمتی از دریا یا دریاچه، از دریا یا دریاچه اصلی جدا می‌شود و در این حالت، مقدار تبخیر بیش از میزان آب ورودی به این قسمت است و در نتیجه به مرور، غلظت املاح آنقدر زیاد خواهد شد که آب از آنها اشباع می‌شود و این مواد در کف دریا یا دریاچه رسوب می‌کنند. کانسارهای نمک و گچ بدین نحو به وجود می‌آیند. رسوب مواد ممکن است

به علت شیمیایی انجام گیرد. بدین معنی که با تغییر مشخصات آب دریا یا ممکن است موادی که تا به حال محلول بودند، در شرایط جدید، محلول نباشند و با تغییر pH دریاچه به تدریج رسوب کنند و بدین ترتیب، کانسنگی را به وجود آورند. بعضی از کانسنگ‌های آهن و منگنز به این نحو تشکیل می‌شوند.

■ کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی :

۱ کهربا (Umber)

رنگ : زرد کمرنگ، سبز و نارنجی مایل به قرمز تیره

سختی : ۲/۵ - ۲

وزن مخصوص : ۱/۱ - ۱/۳

سیستم کریستالین : آمورف

ترکیب شیمیایی : فسیل شده درخت‌های قدیمی کاج با ترکیب $C_{10}H_{18}$ است.

شفافیت : کدر تا مات

منبع : حوالی دریای بالتیک رومانی، ایالات متحده، میانمار و مکزیک

ساختار : ذخایر رسوبی درخت‌های کهن با عمر حدود ۵۰ میلیون سال یا بیشتر

کهربا صمغ فسیل شده این درخت‌هاست و معمولاً شامل گیاهان و جانوران کوچک دوره‌های ژوراسیک تا کرتاسه است. این کانی قیمتی با فسیل حشرات و گیاهان قابل تشخیص عموماً نادر و با ارزش است. هنگام خرید قطعه‌های کهربای گران قیمت، دارای حشرات و گیاهان خشک شده درون آنها، دقت زیادی باید صرف کرد. کهربا با چراغ جواهرفروشان صدمه می‌بیند. اگر در معرض حرارت قرار گیرد، می‌سوزد یا ذوب می‌شود. وقتی با پارچه مالش داده شود، الکتریسیته ساکن تولید می‌کند، آزمایش خاص برای جداسازی آن از بدلیجات پلاستیکی، وزن کردن آن در آب و اضافه کردن نمک به آن است.



۲ آپاتیت (Apatite)

رنگ: آبی، زرد، سبز نئون (شبرنگ)، صورتی و بنفش

سختی (در مقیاس موهس): ۵

وزن مخصوص: ۳/۲۲ – ۳/۱۵

سیستم کریستالین: هگزاگونال

ساختار شیمیایی: $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3$ ، فسفات

کلسیم

شفافیت: شفاف تا مات در چشم گربه‌ای

منبع: در مکان‌های متعدد دنیا، مانند سریلانکا، هند،

ماداگاسکار، ایالات متحده و مکزیک وجود دارد.

ساختار: کریستال‌های منشوری

ویژگی غیر عادی آن، وقتی درست بُرش بخورد، رنگ

آن نئونی است. آپاتیت برای انگشترها مناسب نیست، زیرا

به علت سختی متوسط در مقیاس موهس که پنج است، سنگ جواهری به حساب نمی‌آید.



۳ آزوریت (Azurite)

رنگ: آبی

سختی: ۳/۵ تا ۴

وزن مخصوص: ۳/۷۷ – ۳/۸۹

ساختار شیمیایی: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ، کربنات مس

شفافیت: شفاف تا کدر

منبع: اساساً بخشی از ذخایر مس در شیلی، روسیه،

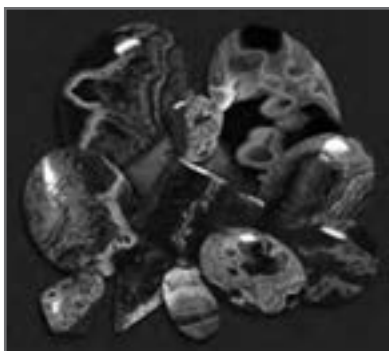
ایالات متحده، فرانسه و استرالیا قرار دارند.

ساختار: گاهی به صورت کریستال‌های کوچک ایجاد

می‌شود، اما اساساً به صورت انبوه‌ای با «مالاکیت» در

ذخایر مس به دست می‌آید. آزوریت به صورت دانه تسبیحی

یا «کابوچن» برش می‌خورد. تقریباً نرم است و در نتیجه در مقابل استفاده‌های خشن و نابهنجار دوام نمی‌آورد.





۴ بریل (Beryl)

زمرد (Emerald)

رنگ: سبز زمردی، سبز، سبز متمایل به زرد

رنگ خاکه: سفید

سختی (در مقیاس موهس): ۷/۵ – ۸

وزن مخصوص: ۲/۶۷ – ۲/۷۸

سیستم کریستالین: هگزاگونال

ترکیب شیمیایی: $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ، سیلیکات آلومینیم بریل

شفافیت: شفاف تا کدر

چند رنگی: سبز متمایل به آبی تا سبز متمایل به زرد

منبع: جاهایی نظیر کلمبیا، زامبیا، برزیل، هند و غیره

ساختار: مخازن هیدروترمالی

نام «امerald» از لغت یونانی (Smaragdus) به معنی «سنگ سبز» می‌آید و «زمرد» قیمتی‌ترین کانی در خانوادهٔ بریل است. رنگ سبز آن بی‌همتا است. به همین دلیل، سبز زمردی خوانده می‌شود. عامل رنگ در زمرد حقیقی عنصر «کروم» است. بریل‌هایی که به علت حضور وانادیوم، سبز رنگ هستند، «بریل سبز» نام دارند. رنگ زمرد در مقابل نور و حرارت بسیار با دوام است. همهٔ زمردها شکننده هستند و نیروهای فشاری داخلی دارند، به فشار حساس هستند و باید در حرارت دادن آنها دقت کرد.

به این علت که زمردها به ضربه بسیار حساس‌اند، یک بُرش پله‌ای برای آنها ایجاد می‌شود. به علت رنگ‌های بسیار مشابه، احتمال اشتباه با سنگ‌های آواتارین، دیوپسید، دیوپتاز، فلورایت، گروسولاریت و پریدوت وجود دارد. به قصد پنهان کردن شکستگی‌های بسیار ریز و سایر عیب‌ها، زمردها معمولاً در روغن‌های خاصی خوابانده می‌شوند.



زمرد تحت بهسازی با روغن قرار می‌گیرد تا شکستگی‌های آن بهبود یابد. برخی از آنها در راستای این خطوط شکستگی بریده می‌شوند. البته زمرد خوش کیفیت، تعداد کمی از این شکستگی‌ها را دارد.

۵ کلسدونی (Chalcedony)



در حالی که کریستال‌های کوارتز، جلای شیشه‌ای دارند، کلسدونی‌ها در حالت طبیعی، جلای مومی یا کدر دارند. بیشتر کارنلین‌هایی که امروز در بازار هستند، عقیق‌های رنگ شده و سپس حرارت دیده هستند. وقتی در مقابل نور نگه داشته می‌شوند، به صورت نواری تغییر رنگ نشان می‌دهند. اما کارنلین طبیعی، توزیع رنگ ابری دارد و ممکن است با «ژاسپر» اشتباه شود.

منبع آن تقریباً همه جای دنیاست. ساختار کلسدونی متفاوت از آمیتیست و سیتین و یک ماده کریستالین میکروسکوپی است. به این معنی که جدا از اینکه یک کریستال است، از میلیون‌ها کریستال کوچک ساخته شده که به قدری کوچک هستند که شما نمی‌توانید آنها را ببینید. کلسدونی از رشته‌های میکروسکوپی که موازی هم هستند، ساخته شده است. کلسدونی کریستال‌های انگورمانند شعاعی دارد که با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند. در نتیجه می‌تواند رنگ بگیرد. کلسدونی طبیعی، معمولاً هیچ نواریندی ندارد.



ویژگی غیر عادی کلسدونی حجم عظیم رنگ‌ها و ساختارهاست و از آنجا که به راحتی رنگ می‌شود، تقریباً همه رنگ‌های رنگین کمان را دارد. رنگ کردن، شایع‌ترین بهسازی است. کروم کلسدونی (به نام‌های «ترو دیت» یا «ترو لیت» هم خوانده می‌شود) نام تجاری برای نوعی کلسدونی از زیمبابوه است. کلسدونی انواع مختلف دارد.

- کریزوپریز

رنگ : سبز و سبز سیبی

رنگ خاکه : سفید

سختی : ۷ - ۶/۵

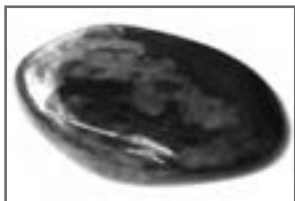
وزن مخصوص : ۲/۶۴ - ۲/۵۸

سیستم کریستالین : تریگونال

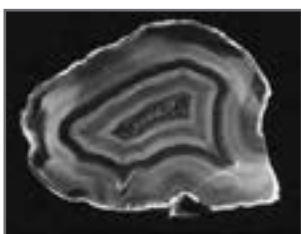
ساختار شیمیایی : SiO_2 ، دی‌اکسید سیلیسیم

شفافیت : کدر و مات





کریزوپریز با ارزش‌ترین سنگ در گروه کلسدونی است. رشته‌های کوارتز در آن صاف هستند و ساختار شعاعی دارند. عامل رنگ آن، نیکل است. بخش‌های بزرگ شکسته شده آن معمولاً پر از درزه با رنگ‌های غیرعادی است. رنگ آن در نور آفتاب و هنگام حرارت کم رنگ می‌شود.



– **بلاداستون**: کلسدونی کدر سبز تیره با نقاط قرمز است. نام قدیمی آن که هنوز در اروپا استفاده می‌شود، «هلیوتروپ» است. ذرات کلریت یا سوزن‌های هورنبلاند داخلی، باعث ایجاد رنگ سبز می‌شوند. نقاط قرمز به علت اکسید آهن ایجاد می‌شود. رنگ‌ها همیشه ثابت نیستند. معمولاً برای آب‌بندی حلقه آفایان و برای مواد تزئینی به کار می‌رود. در بازار معمولاً به آن «بلادژاسپر» می‌گویند. بلاداستون اصلاً ژاسپر نیست. حتی یک ساختار شعاعی کروی می‌تواند به آن ظاهر دانه دانه بدهد.

۶ عقیق

عقیق یک کلسدونی با نوارهای متحدالمرکز است. نوارها می‌توانند چند رنگ متفاوت یا هم رنگ باشند. شفافیت عقیق‌ها از شفاف تا کدر تغییر می‌کند. عقیق‌ها به شکل گرد یا مغز بادامی هستند. برآمدگی‌ها با سائزهای از یک شکستگی یک اینچی (۲/۵۴ سانتی متر) تا محیطی شامل چندین یارد (هر یارد معادل ۹۱/۴۴ سانتی متر است) تغییر می‌کنند. تصور می‌شد که نوارهای عقیق به تدریج در سوراخ‌هایی پر شده با حباب‌های گاز از یک محلول سیلیسی، متبلور شده‌اند. اخیراً این تئوری که آرایش آنها هم‌زمان با خمیره (ماتریکس) (Matrix) سنگ بوده، مورد حمایت قرار گرفته است.

رنگ: همه رنگ‌ها و نواری

رنگ خاکه: سفید

سختی: ۷ – ۶/۵

وزن مخصوص: ۲/۶۴ – ۲/۵۸

سیستم کریستالین: تریگونال

ساختار شیمیایی: SiO_2

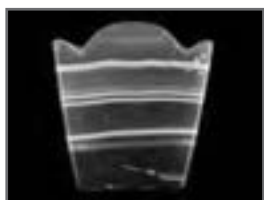
شفافیت: کدر و مات

فلورسنسی: نوارها تغییر می‌کنند و در برخی قسمت‌ها زرد، سفید و آبی می‌شوند.

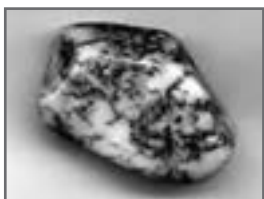
■ زیر مجموعه عقیق‌ها



— عقیق باباقوری: طرح حلقه‌ای با نقطه‌ای در مرکز، شبیه یک چشم؛ نوعی عقیق مدور.



— عقیق ورقه‌ای: لایه‌ها یا نوارهای هم اندازه موازی دیواره خارجی برآمدگی عقیق.



— عقیق شجره‌ای: کلسدونی بی‌رنگ یا سفید و مات با شجره.



— عقیق سنگربندی: نوارهای عقیق با گوشه‌های بیرون زده، همانند سنگر دژهای قدیمی.



— عقیق آتشین: کلسدونی کدر، با لایه لیمونیت و پدیده رنگین‌مانی که در اثر شکست نور توسط ساختار لایه‌ای ایجاد می‌شود.



— عقیق کروی: دایره‌هایی از لایه‌های عقیق، به صورت مرکزگرا و خارج از مرکز حول نقطه مرکز قرار گرفته‌ان



— عقیق خزه‌ای: کلسدونی مات با ادخال‌های شبیه خزه از هورنبلند یا کلریت.

رنگی شدن عقیق

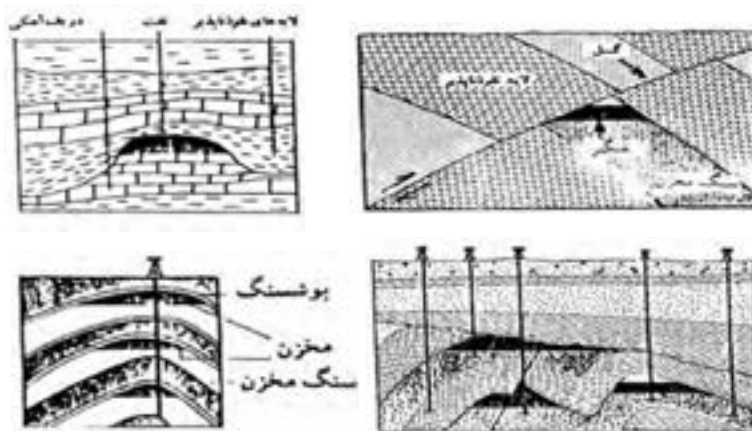
- رنگ قرمز: عامل ایجادکننده رنگ، اکسید آهن است.
- رنگ زرد: عامل ایجادکننده رنگ، کلرید آهن است.
- رنگ قهوه‌ای: با بهسازی به کمک محلول شکر و حرارت دادن، قهوه‌ای ایجاد می‌شود.
- رنگ مشکی: عامل ایجادکننده رنگ، کربن است.
- رنگ سبز: عامل ایجادکننده رنگ، آهن است.
- رنگ آبی: عامل ایجادکننده رنگ، آهن است.

نفت

برخی تصور می‌کنند که نفت در زیر زمین داخل غارها و حفرات بزرگی قرار گرفته است، در صورتی که واقعیت امر چنین نیست. سنگ مخزن نفت، اغلب ماسه سنگی یا آهکی است. نفت و گاز و آب شور در منافذ بین دانه‌های تشکیل دهنده ماسه سنگ و در سنگ آهک‌ها در شکاف‌های موجود در آن ذخیره می‌شوند. جریان طبیعی نفت تحت تأثیر سه نیروی فشار آب مخزن، فشار گاز سرپوش و فشار گاز حل شده در نفت صورت می‌گیرد اما گاهی لازم است جهت حرکت آسان‌تر نفت با توجه به جنس سنگ مخزن از روش‌های مختلف چون تزریق آب یا انواع مواد شیمیایی استفاده شود تا نفت محبوس در سنگ مخزن به سهولت بیشتری به سمت چاه، تزریق و به سمت زمین حرکت کند.

مخازن نفتی ایران، دارای ساختاری متفاوت نسبت به مخازن نفتی دنیا می‌باشند به طوری که اکثر این مخازن ساختاری کربناته داشته و تنها ۱۰ درصد از آنها دارای ساختار شنی هستند. مخازن آهکی شکاف‌دار عمدتاً مربوط به خشکی است و برخی از مخازن دریایی مانند جزیره سیری، مخازن شنی هستند. سنگ‌های آهکی نفت‌دار ایران، چون اولین بار در کوه آسماری (به سن تقریبی ۳۰ میلیون سال) نزدیک مسجد سلیمان مورد بررسی قرار گرفتند، به نام «آهک آسماری» معروفند.

مخازن نفتی (نفت گیرها، تله های نفتی) به ساختارهایی متشکل از سنگ مخزن و پوش سنگ گفته می شود که دارای وضعیت هندسی مناسبی برای تجمع و ذخیره سازی نفت باشند. در داخل سنگ مخزن نفت گیر، به دلیل اختلاف چگالی، آب شور، نفت و گاز از هم جدا می شوند که به این جدایش «مهاجرت ثانویه» گفته می شود. نفت گیرها در انواع ناقديسی، گسلی، گنبد نمکی و ريفی (مرجانی) دیده می شوند. نفت گیرها انواع مختلفی دارند که معروف ترین آنها نفت گیرهای ناقديسی، گسلی و مختلط است.



انواع نفت گیرها

پاسخ فعالیت‌ها

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؟

تفسیر کنید
ص ۲۷

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

پاسخ: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌ها با غلظت کلارک عناصر مشخص می‌شود که: عناصر سیلیسیم، آهن، سدیم و پتاسیم دارای بی‌هنجاری منفی و عناصر کلسیم، مس، سرب و روی، دارای بی‌هنجاری مثبت هستند.

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؟

یادآوری
ص ۲۷



ت) گوگرد



پ) نفت



ب) یخ



الف) نبات

پاسخ:

الف) نبات کانی نیست، زیرا طبیعی نیست.

ب) یخ کانی است، زیرا چهار ویژگی کانی را دارد. (جامد، متبلور، طبیعی، ترکیب شیمیایی ثابت)

پ) نفت کانی نیست، زیرا جامد نیست.

ت) گوگرد کانی است، زیرا چهار ویژگی کانی را دارد.

■ در ساخت سرامیک و شیشه از چه کانی‌هایی استفاده می‌شود؟

پاسخ:

در ساخت سرامیک از کانی رس و فلدسپار و سیلیس SiO_2 (کوارتز)

در ساخت شیشه از سیلیس (کوارتز) و ترکیبات دیگر مانند سدیم اکسید، کلسیم اکسید، منیزیم اکسید و آلومینیم اکسید

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

کانه	ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی
هماتیت		
مگنتیت		
کالکوپیریت		
گالن		

پاسخ:

«هماتیت» با ترکیب شیمیایی Fe_2O_3 حاوی عنصر اقتصادی Fe است.

«مگنتیت» با ترکیب شیمیایی Fe_3O_4 حاوی عنصر اقتصادی Fe است.

«کالکوپیریت» با ترکیب شیمیایی CuFeS_2 حاوی عنصر اقتصادی Cu است.

«گالن» با ترکیب شیمیایی PbS حاوی عنصر اقتصادی Pb است.

■ در مورد عوامل مؤثر بر مقرون به صرفه بودن یک معدن، اطلاعاتی جمع‌آوری و به پرسش

زیر پاسخ دهید.

گفت و گو
کنید
ص ۲۹

فکر کنید
ص ۳۰

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

پاسخ:

■ علاوه بر حجم و غلظت، عواملی مانند نوع کانه و میزان علاقه آن کشور به کانه مورد نظر، کانی‌های همراه با کانه، نسبت کانه به باطله، عمق ذخیره آن، هزینه استخراج، ارزش ماده معدنی، قیمت ماده معدنی، راه‌های دسترسی، شرایط جغرافیایی منطقه و... در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند.

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؟

پاسخ:

۱ زیرا در آب دریاها مقدار ناچیزی طلا وجود دارد که روش استخراج این طلا از آب دریا بسیار پرهزینه بوده و مقرون به صرفه نیست.

۲ ارزش ماده معدنی افزایش می‌یابد، یا مقدار آن کمیاب می‌شود و یا فناوری‌های مدرن استخراج با هزینه کمتر شناخته شده و به بازار می‌آیند یا کاربرد جدیدی برای کانی‌های کم‌ارزش این معدن کشف می‌شود.

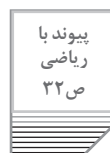
عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن، حدود ۲ ppm است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از ۳ تن سنگی که استخراج می‌شود، چند گرم طلا به دست می‌آید؟

پاسخ:

$$2 \text{ ppm} = 2,000,000 \text{ g/ton} \quad (2 \text{ قسمت در میلیون})$$

بنابراین در هر تن سنگ معدن طلا، ۲ گرم طلا وجود دارد و از ۳ تن، ۶ گرم طلا استخراج می‌شود.

$$\begin{array}{rcl} \text{۲ گرم طلا} & \text{(سنگ معدن) ۱ تن} & \\ x & ۳ & \\ \hline & \text{گرم ۶} = x & \end{array}$$



حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژپس نمی تواند یک کانی قیمتی باشد؟

پاسخ دهید
ص ۳۳

پاسخ:

گوهرها سختی نسبتاً بالایی دارند. بنابراین کانی های «ژپس» و «کلسیت» که سختی کمی دارند، در تماس با سایر اجسام به سرعت از بین می روند. این کانی ها با درجه سختی ۲ و ۳ از سایر اجسام خراش بر می دارند و کدر می شوند. از طرفی این دو کانی در طبیعت، فراوان هستند.

■ جواهرات را چگونه تراش می دهند؟

■ تفاوت الماس و برلیان در چیست؟

■ از الماس در سر مته حفاری استفاده می کنند علت چیست؟

گفت و گو
کنید
ص ۳۴

پاسخ:

■ جواهرات سختی های متفاوتی دارند. معمولاً هر جواهر را به وسیله جواهری سخت تر از آن برش و صیقل می دهند. الماس جواهری است که برای برش دادن سایر جواهرات از آن استفاده می شود. برخی از گوهرها را با اجسام سخت تر از آنها تراش می دهند. برخی با لیزر و برخی با فناوری «واترجت» تراشیده می شوند.

■ تفاوت الماس و برلیان در نوع تراش و سطوح تراش آنهاست. الماسی که در ۴۸ سطح تراشیده شده باشد، برلیان نامیده می شود.

■ الماس سیاه ارزش چندانی ندارد و به طور وسیع در کشور برزیل استخراج می شود. درجه سختی الماس عدد ۱۰ بوده و پودر آن را برای ساختن انواع مته ها استفاده می کنند زیرا می تواند سایر سنگ ها و مواد سخت را برش دهد.

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

با هم
ببیندیشید
ص ۳۷

پاسخ:

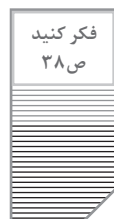
اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگ های رسوبی کمتر شود، شرایط

تشکیل نفت و گاز مهیا نیست، بنابراین نفت و گاز تشکیل نمی‌شود. لازم به ذکر است افزایش فشار یا دما بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، باعث دگرگونی سنگ و از بین رفتن نفت و گاز می‌شود.

۱ وجود ذخایر زغال‌سنگ در سیبری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟

۲ لایه‌های زغال‌دار طبس، نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته این منطقه است؟

۳ چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟



پاسخ:

۱ ذخایر عظیم زغال‌سنگ در عرض‌های جغرافیایی بالا (سرد و قطبی) شواهدی بر حرکت ورقه‌های سنگ کره است. تشکیل زغال‌سنگ، نیاز به جنگل‌های مناطق گرم و مرطوب و مرداب‌های خاص مثل مناطق استوایی دارد، بنابراین ابتدا منابع زغال در عرض‌های جغرافیایی پایین نزدیک استوا تشکیل شده و با حرکت ورقه‌ها به سمت مناطق مختلف و یا به عرض‌های جغرافیایی بالا (قطبی) می‌توان امروزه آنها را در سرزمین‌های سرد مثل سیبری مشاهده کرد.

۲ لایه‌های زغال‌دار طبس، نشان‌دهنده وجود آب و هوای گرم و مرطوب حاکم بر این منطقه در گذشته دور است.

۳ زیرا سایر شرایط تشکیل زغال‌سنگ در آن محل مهیا نبوده است. می‌دانیم که زغال‌سنگ با سایر سنگ‌های رسوبی فرق دارد و جزء سنگ‌های رسوبی شیمیایی آلی می‌باشد. در واقع ما فسیل‌ها را می‌سوزانیم. مرحله اصلی تشکیل زغال‌سنگ، تجمع بقایای گیاهی به مقدار زیاد است و از آن مهم‌تر حفظ اجساد گیاهی از تجزیه و اکسایش توسط پوشش و لایه رسوبی است، پس نزدیکی جنگل‌ها به محیط مردابی و محیط دریایی که با پیشروی و پس‌روی‌های خود بتواند رسوبات پوشاننده را بر روی اجساد گیاهی قرار دهد، لازم است. پس باید این جنگل‌ها در نزدیکی مرداب‌ها باشند (آب‌های راکد که گاهی متصل به دریاها می‌شوند).