

## فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه



زیربنای اقتصاد کشورها می‌تواند مواردی مانند **صنعت، کشاورزی، منابع معدنی، گردشگری** و ... باشد. بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌کنیم، یا با آنها سروکار داریم، از منابع **فلزی و غیرفلزی** (آهن، آلومینیوم، منیزیم، رس‌ها، سرامیک و ... ) و یا مواد **نفتی و پتروشیمیایی** مانند پلاستیک، لاستیک، بنزین و ... به دست می‌آیند. **در علم زمین‌شناسی می‌آموزیم** که منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز چگونه در پوسته زمین تشکیل و ذخیره می‌شوند. با چه روش‌هایی می‌توان آن‌ها را اکتشاف و استخراج و در زندگی استفاده کرد.



کانی گارنت



کانی کوارتز



سکوی نفتی



محلخ پتروشیمی

## منابع معدنی در زندگی ما

منابع معدنی، تأمین کننده تعداد زیادی از مواد مورد نیاز برای زندگی ما هستند. **مس** موجود در کابلهای برق، **آهن** مورد استفاده در خط آهن، **پلاتین** موجود در تلفن همراه، **کانی گرافیت** در ساخت مداد و **کانی فلوئوریت** در خمیردندان از منابع معدنی تهیه می شوند. منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین شناسان، از معادن استخراج و پس از فرآوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می شوند.

## غلظت عناصر در پوسته زمین

در سال ۱۹۶۴ میلادی، دو زمین شناس به نامهای کلارک و رینگوود برای تعیین ترکیب شیمیایی پوسته زمین و بررسی پراکندگی عناصر در بخشهای مختلف آن، تعداد بسیار زیادی از انواع سنگهای مناطق مختلف را نمونه برداری و ترکیب شیمیایی آنها را در آزمایشگاههای معتبر جهان تعیین کردند. امروزه فراوانی میانگین عناصر پوسته زمین با عنوان **غلظت کلارک عناصر** شناخته می شود. (جدول ۱)

**نکته:** فراوان ترین نافلز: **اکسیژن**

فراوان ترین شبه فلز: **سیلیسیم**

فراوان ترین فلز: **آلومینیوم**

## کاربرد غلظت کلارک:

عنصر	درصد بر اساس جرم
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیوم	۸/..
آهن	۵/۸
کلسیم	۵/۰۶
سدیم	۲/۳۲
پتاسیم	۲/۷۷
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیوم	۰/۸۶
فسفر	۰/۱۲
منگنر	۰/۱۰
روی	۰/۰۱۳
مس	۰/۷۰۰
سرب	۰/۰۰۰۱۶

۱- یافتن مکانهایی بایهنجاری مثبت از یک عنصر در پی جویی اکتشافی

۲- پی بردن به فرآوردهای زمین شناسی مانند: حرکت ورقه های سنگ کره، تاریخچه تکوین یک منطقه و آلودگی زیست محیطی یک منطقه

بی هنجاری

مثبت ← اگر غلظت عناصر در یک منطقه بیشتر از مقدار میانگین غلظت کلارک باشد

منفی ← اگر غلظت عناصر در یک منطقه کمتر از مقدار میانگین غلظت کلارک باشد

## 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؟

عنصر	درصد بر اساس 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.

## کانی‌ها و رده‌بندی آنها

**کانی:** جسمی است طبیعی، متبلور، جامد که ترکیب شیمیایی ثابتی دارد.

### یادآوری

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



الف) نبات کانی نیست زیرا طبیعی نیست

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

ج) نفت کانی نیست زیرا جامد نیست

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

## رده‌بندی کانی‌ها

کانی‌ها بر اساس **ترکیب شیمیایی** به دو گروه **سیلیکات‌ها و غیر سیلیکات‌ها** تقسیم‌بندی می‌شوند.

**سیلیکات‌ها** ← بیش از ۹۰ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهند، در ترکیب شیمیایی خود

بنیان  $(SiO_4)^{4-}$  دارند، در سنگ‌های آذرین و رسوبی و دگرگونی دیده می‌شوند مثال: کوارتز، فلدسپار،

پیروکسن، امفیبول، میکا و کانی‌های رسی

**غیر سیلیکات‌ها** ← فاقد بنیان سیلیکاتی در ترکیب خود هستند، در انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی

و دگرگون وجود دارند، شامل سولفات‌ها، فسفات‌ها، سولفیدها، کربنات‌ها، اکسیدها و عناصر آزاد هستند

مثال: گالن و کالکوپیریت (نوعی سولفید) هماتیت و مگنتیت (نوعی اکسید) طلا (عناصر آزاد)

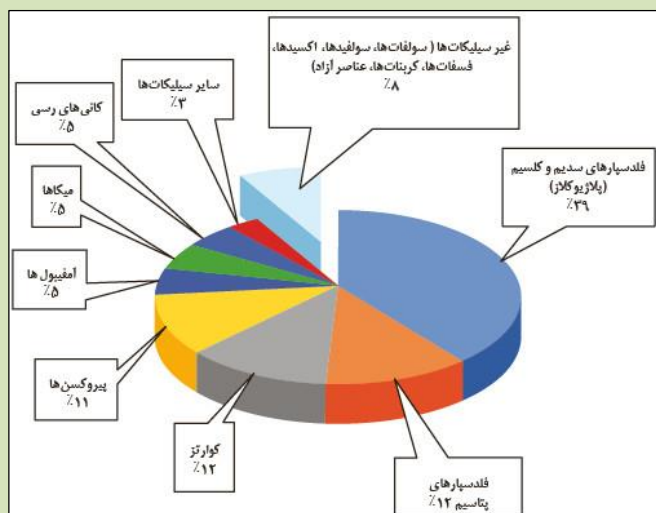
**کانه:** به گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز ارزشمند اقتصادی دارد

مثال: مگنتیت و هماتیت که از آن آهن، گالن که از آن سرب و یا کالکوپیریت که از آن مس استخراج

می‌شود. برخی کانه‌ها به صورت آزاد یافت می‌شود مانند طلا، مس و نقره

## کانی‌های سازنده پوسته زمین و درصد وزنی آن‌ها

**نکته:** فراوان‌ترین کانی‌ها از نظر درصد وزنی **فلدسپارها** هستند.



### گفت‌وگو

در ساخت سرامیک و شیشه، از چه کانی‌هایی استفاده

می‌شود؟ از کانی‌های رسی و فلدسپار به همراه

سیلیس (کوارتز) در ساخت سرامیک استفاده می‌شود و از

سیلیس و ترکیبات دیگر مانند سدیم اکسید، کلسیم

اکسید و منیزیم اکسید و آلومینیوم اکسید در ساخت شیشه استفاده می‌شود.

در مورد کانه‌های زیر، اطلاعات جمع‌آوری و جدول زیر را کامل

کنید.

کانه	ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی
هماتیت	$Fe_2O_3$	آهن Fe
مگنتیت	$Fe_3O_4$	آهن Fe
کالکوپیریت	$CuFeS_2$	مس Cu
گالن	$PbS$	سرب Pb

### کانسنگ

نام دیگر کانسنگ: **سنگ معدن**

**کانه:** بخش ارزشمند کانسنگ

کانسنگ دو بخش دارد:

**باطله:** موادی که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارد

مثال: در کانسنگ مس **کانه کالکوپیریت** و کانیهای **کوارتز، فلدسپار، میکا، کانیهای رسی و میکا باطله** هستند.

**کانسار:** بخش‌هایی از پوسته زمین هستند که

- ۱- حجم زیادی از ماده معدنی در آنجا متمرکز شود (بی‌هنجاری مثبت از یک عنصر در یک منطقه
- ۲- استخراج آن ماده از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد

**شرط آغاز بهره‌برداری از یک ماده معدنی (معدن کاری):** وجود یک عنصر با حجم و غلظت کافی در

ماده معدنی موجود در منطقه موردنظر

حجم و غلظت کافی از ماده معدنی در منطقه موردنظر

نوع کانی ارزشمند آن

نسبت بالای کانه به باطله

پایین بودن هزینه استخراج

**عوامل مقرون به صرفه بودن یک ماده معدنی:**

## سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی:

مواد معدنی غیرفلزی هستند. برای کاربردهای صنعتی یا روزمره استخراج می‌شوند.

**مثال:** } شن و ماسه: در ساختمان‌سازی  
خاک رس: در ساخت آجر یا کاشی و سرامیک مانند سفالگری در لالچین همدان  
سنگ‌های ساختمانی: نمای ساختمان، کف‌پوش، پله و دیوارها

در برخی موارد، بخش غیراقتصادی یا باطله، به‌عنوان شن و ماسه در زیرسازی جاده‌ها استفاده می‌شود.

## فکر کنید:

در مورد عوامل مؤثر بر مقرون‌به‌صرفه بودن یک معدن اطلاعاتی جمع‌آوری و به پرسش زیر پاسخ دهید:  
علاوه بر عوامل حجم و غلظت چه عواملی در مقرون‌به‌صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟  
علاوه بر حجم و غلظت، عواملی مانند نوع کانه و میزان علاقه آن کشور به کانه موردنظر، کانی همراه با کانه، نسبت کانه به باطله، عمق ذخیره آن هزینه استخراج، ارزش معدنی، قیمت ماده معدنی، راههای دسترسی، شرایط جغرافیایی منطقه و..... در مقرون‌به‌صرفه شدن یک معدن دخالت دارند.

## گفت‌وگو کنید:

در آب دریاها مقداری عنصر طلا وجود دارد به چه دلیل طلا را از استخراج نمی‌کنیم؟  
زیرا در آب دریا مقدار ناچیزی طلا وجود دارد که روش استخراج آن، از آب دریا بسیار پرهزینه بوده و مقرون‌به‌صرفه نیست.

به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرند؟  
ارزش ماده معدنی افزایش می‌یابد یا مقدار آن کمیاب می‌شود و با فناوری مدرن استخراج یا هزینه کمتر شناخته‌شده و به بازار می‌آیند یا کاربرد جدیدی برای کانی‌های کم‌ارزش این معدن کشف می‌شود.

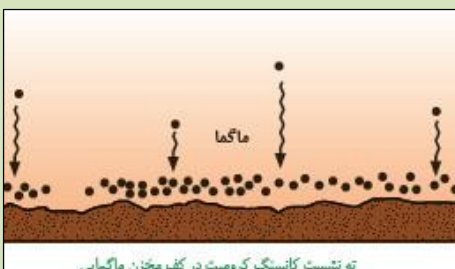
## کانسنگ‌ها

مبنای تقسیم‌بندی کانسنگ‌ها:  
ماگمایی }  
گرمابی } انواع کانسنگ‌ها  
رسوبی }

منشاء  
نحوه تشکیل آنها

## کانسنگ ماگمایی:

نحوه تشکیل این کانسنگ‌ها: سرد شدن و تبلور ماگما  
و ته‌نشینی عناصر در بخش زیرین ماگما به علت چگالی زیاد  
انواع کانسنگ‌های ماگمایی: کروم، نیکل، پلاتین، آهن



**پگماتیت:** اگر پس از تبلور بخش اعظم ماگما آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید فراوان باشد



سنگ پگماتیت

سنگ‌هایی با بلور درشت به نام **پگماتیت** تشکیل می‌شود.

**اهمیت اقتصادی پگماتیت‌ها:** پگماتیت‌ها کانسار مهمی برای عناصری خاص مانند لیتیم و کانی‌های قیمتی مانند زمرد و یا کانی‌های صنعتی مانند مسکویت (طلق نسوز) می‌باشد.

### کانسنگ گرمایی:

**شیب زمین گرمایی:** تغییرات دما نسبت به عمق در پوسته زمین با

افزایش هر ۱۰۰ متر افزایش عمق ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد.

**نحوه تشکیل رگه‌های معدنی:** در بخش‌های عمیق پوسته، گرمای زیاد و توده‌های مذاب سبب افزایش

دمای آب‌ها و انحلال برخی از عناصر می‌شود. با ته‌نشین شدن عناصر حل‌شده در داخل شکستگی‌ها، رگه‌های معدنی تشکیل می‌شود.

**نکته:** عامل تشکیل کانسنگ گرمایی آب گرم است.



رگه کانسنگ حاوی طلا

ماگما،

منشأ آب گرم: آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها

آب‌های زیرزمینی راه‌یافته به اعماق زمین

**ذخایر دارای منشأ گرمایی:** مس، سرب، روی، مولیبدن و قلع

### کانسنگ‌های رسوبی:

گاهی هوازدگی سنگ‌ها باعث می‌شود تا کانی‌های آن در رسوبات

تبخیری رودخانه به علت چگالی زیاد ته‌نشین شده و به صورت

خالص قابل بهره‌برداری شوند مانند پلاسر های طلا، الماس و پلاتین

**کانسنگ‌های مهم رسوبی:** ذخایر سرب و روی در سنگ‌های آهکی، مس و اورانیم موجود در ماسه‌سنگ‌ها

**ذخایر پلاسری ایران:** ← طلای زرشوران در منطقه تخت سلیمان تکاب

### جمع‌آوری اطلاعات

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

**ذخایر طلای پلاسری، در نتیجه‌ی هوازدگی و تخریب سنگ‌های طلا دار، حاصل می‌شوند، سپس**

**محصولات هوازدگی توسط آب‌های جاری حمل شده و در ضمن تا حد اندازه‌های کوچکی خرد**

**می‌شوند بنابراین مقدار طلای بیشتری آزاد می‌شود. طلا به خاطر داشتن جرم حجمی بالا، در**

**میان توده‌های سیلت، ماسه و گراول جایگزین شده و به وسیله‌ی جریان رودخانه حمل می‌گردد**

**و زمانی که سرعت جریان رودخانه برای حمل طلا به نقاط دورتر کافی نیست، مستقر شده و**

معمولاً بر روی سنگ‌بستر متمرکز می‌شود و اصولاً جرم حجمی بالای طلا در مقابل عمل، حمل و نقل به آن مقاومتی مشابه دانه‌های درشت‌تر از ماسه می‌دهد. ذخایر طلای پلاسی معمولاً در مناطقی که رگه‌های طلا دار وجود دارند یافت می‌شوند ولی ذخایر موجود در رگه‌ها ممکن است بسیار کمتر یا ریزدانه‌تر از آن حدی باشند که از نظر اقتصادی قابل توجه باشد. از جمله ذخایر طلای پلاسی ایران می‌توان به طلای زرشوران و رسوبات آبرفتی آستانه اراک اشاره کرد.

## اکتشاف و استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

**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.

- مراحل اکتشاف معدن:
- ۱- مرحله شناسایی
  - ۲- مرحله حفاری
  - ۳- مطالعات آزمایشگاهی
  - ۴- تحلیل داده‌ها

**مرحله شناسایی:** یافتن مناطقی که در آنها احتمال تشکیل ذخایر معدنی وجود دارد

- روش‌های شناسایی:
- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، بازدید صحرایی،
  - آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها مانند خواص مغناطیسی کانسنگ،
  - رسانای الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش و با کمک روش‌های
  - ژئوفیزیکی ذخایر زیرسطحی و پنهان

**مرحله حفاری:** حفاری با دستگاه پیشرفته به منظور نمونه‌برداری از عمق تا حدی که ماده معدنی وجود دارد انجام می‌گردد.

**مطالعات آزمایشگاهی:** بررسی نمونه‌های بدست آمده از حفاری در آزمایشگاه به کمک

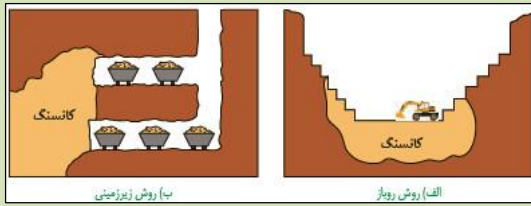
- میکروسکوپ با دستگاه‌های تجزیه شیمیایی با دو هدف
- تعیین عیار فلز با کیفیت ماده معدنی
  - شناسایی کانی‌های موجود

**تحلیل داده‌ها:** توسط نرم‌افزار به منظور تعیین مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی

## استخراج معدن و فراوری ماده معدنی:

پس از پایان عملیات اکتشاف در صورت اقتصادی بودن ذخایر، عملیات استخراج آغاز می‌شود.

اساس تعیین روش‌های استخراج: بر اساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی



انواع روش‌های استخراج: روباز  
زیرزمینی

**کانه آرایبی:** به فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی

از باطله **کانه آرایبی (فراوری)** ماده معدنی گفته می‌شود که در کارخانه‌هایی کنار معادن انجام می‌شود.

**کنسانتره:** محصول نهایی کانه آرایبی که همان کانه جدا شده از کانسنگ می‌باشد. برای جداسازی فلز به

کارخانه ذوب منتقل یا به‌طور مستقیم با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.

**پیوند با ریاضی:** عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن حدود ۲ppm است. محاسبه کنید در یک معدن

طلا از ۳ تن سنگی که استخراج می‌شود چند گرم طلا بدست می‌آید؟

پاسخ: هر ppm معادل یک گرم در تن است (هر تن یک میلیون گرم است).

کیلوگرم ۱۰۰۰ = ۱ تن

گرم ۱۰۰۰ = ۱ کیلوگرم → ۱۰۰۰ × ۱۰۰۰ = ۱۰۰۰۰۰۰ گرم

در هر تن ۲ گرم پس در ۳ تن همیشه ۶ گرم طلا →  $2 \times \frac{1000000}{1000000} = 2$  گرم

## گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

**تعریف گوهر (جواهر):** سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی یا نیمه قیمتی هستند که به دلیل زیبایی، درخشش، سختی زیاد، رنگ و کمیاب بودن از سایر کانی‌ها متمایز هستند.

**چگونگی تشکیل:** توسط فرآیندهای ماگمایی، گرمایی و دگرگونی و تحت شرایط خاص مانند **دما و فشار** زیاد در اعماق زمین و حضور مواد فرار

مثال: یاقوت، فیروزه، عقیق و آمیتیست (کوارتز بنفش)

**نکته:** سختی کانی‌ها بر اساس مقیاس **سختی موهس** توصیف می‌شود که بین عدد یک تا ده است.

نرم‌ترین کانی **تالک** که سختی یک و سخت‌ترین کانی **الماس** با سختی ده است.

برخی خواص کانی‌ها مانند **بازی رنگ‌ها** به کانی‌ها **درخشندگی و زیبایی** خاصی می‌دهد

**مثال:** کانی **کریزوبریل** با درخشندگی چشم‌گره و اپال نوعی **گوهر سیلیسی** (معرف به اپال گرانبها) که

درخشش رنگین‌کمانی دارد.



ب) درخشش رنگین‌کمانی در گوهر اپال

ب) شباهت گوهر کریزوبریل با چشم گربه

الف) درخشندگی در کانی کریزوبریل (گوهر چشم گربه)



## پاسخ دهید:

حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژیپس نمی‌تواند یک کانی قیمتی باشد؟  
 از مواردی که می‌تواند بر ارزش و قیمتی بودن کانی‌ها تأثیر بگذارد، کمیاب بودن، رنگ زیبا، سختی بالا، جلای مناسب، تقاضای بازار و قیمت جهانی می‌باشد. این دو کانی دارای سختی کم و فراوان هستند و نمی‌توانند به کانی‌های قیمتی تعلق داشته باشند.

انواع کانی‌های قیمتی		
نام	ویژگی	تصویر
الماس	گوهری با ترکیب خالص کربن محل تشکیل: در گوشته کاربرد: استفاده گوهری و نوعی ساینده	
یاقوت	دارای بیشترین سختی بعد از الماس و به دورنگ سرخ و آبی دیده می‌شود نام علمی: کَرندوم کَرندوم آبی: یاقوت کبود کَرندوم قرمز: یاقوت سرخ	
زمرد	معروفترین و گرانترین سیلیکات بریلیم رنگ: سبز	
گارنت	کانی سیلیکاتی که در سنگ‌های دگرگونی یافت می‌شود رنگ: سبز، قرمز، زرد و نارنجی فراوان‌ترین رنگ: قرمز تیره	
عقیق	کانی سیلیکاتی با ترکیب شیمیایی $SiO_2$ رنگ: دارای رنگ‌های متنوع که با نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود نوعی کوارتز نیمه قیمتی	
زبرجد	نوع شفاف و قیمتی کانی الیوپن نوع کانی: سیلیکاتی رنگ: سبز زیتونی	
فیروزه	گوهر قدیمی که ترکیب فسفاتی دارد محل اولیه یافت شده: در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور نام تجاری: تورکوایز	

## گفت و گو کنید:

جواهرات را چگونه تراش می دهند؟

جواهرات سختی متفاوتی دارند و هر جواهر به وسیله جواهری سخت تر از آن برش و صیقل می دهند، مثلاً الماس جواهری است که برای برش دادن سایر جواهرات از آن استفاده می شود یا برخی با لیزر و برخی با فناوری (واتر جت) تراشیده می شود. که به تراش هایی همچون تراش برلیان، تراش تخت، تراش فلامک و.... معروفاند.

تفاوت الماس و برلیان در چیست؟

در نوع تراش و سطوح تراش آن هاست. الماسی که در ۴۸ سطح تراشیده شده باشد برلیان نامیده می شود. از الماس در سر مته حفاری استفاده می شود علت چیست؟  
درجه سختی الماس عدد ۱۰ بوده و از آن برای ساختن انواع مته ها استفاده می کنند زیرا می تواند سایر سنگ ها و مواد سخت را برش دهد.

## سوخت های فسیلی:

از تجزیه مواد آلی و گیاهی و جانوری به وجود می آید  
به طور عمده در سنگ های رسوبی ذخیره شده اند  
در بیشتر کشورها به عنوان منابع اصلی تولید انرژی است

**ویژگی سوخت های فسیلی**

## نفت و گاز:

هیدروکربن هایی هستند که به طور طبیعی به صورت مایع، گاز و نیمه جامد در زمین وجود دارد

اهمیت: ← منبع اصلی تولید انرژی

محیط تشکیل: ← محیط دریایی کم عمق (کمتر از ۲۰۰)

مهم ترین منشأ مواد آلی در این محیط ها: ← پلانکتون

مراحل تشکیل:

- دفن و بقایای پلانکتون ها پس از مرگ در رسوبات ریزدانه بستر دریاها
- پوشیده شدن و حفظ شدن ماده آلی باقیمانده توسط لایه های بالایی و تشکیل سنگ منشأ (مادر) نفت در لابه لای رسوبات
- ایجاد نفت خام از مواد آلی در طی تبدیل رسوبات ریزدانه به سنگ مادر از طریق واکنش شیمیایی

مقدار دما و فشار،

مهم ترین عوامل در فرآیند تشکیل ذخایر نفتی: وجود باکتری های غیر هوازی،  
زمان و محیطی بدون اکسیژن

**باهم بیندیشید:**

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

اگر دما و فشار از حد موردنیاز برای تشکیل نفت در سنگ‌های رسوبی کمتر شود شرایط تشکیل نفت و گاز مهیا نیست بنابراین نفت و گاز تشکیل نمی‌شود. لازم به ذکر است افزایش دما با بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، باعث دگرگونی سنگ و از بین رفتن نفت و گاز می‌شود.

### مهاجرت نفت:

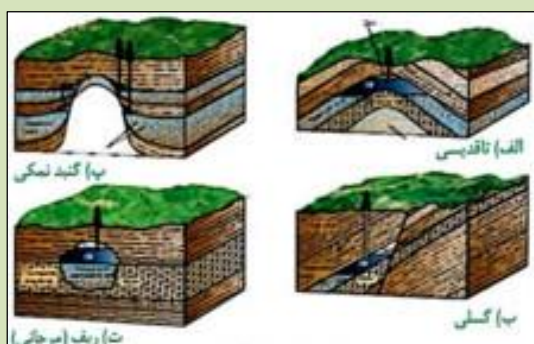
**مهاجرت اولیه:** حرکت نفت و گاز تشکیل‌شده در سنگ مادر به سمت بالا به همراه آب دریا (که از زمان رسوب‌گذاری در سنگ به دام افتاده) ناشی از فشار طبقات فوقانی

**مهاجرت ثانویه:** در داخل سنگ مخزن و به دلیل اختلاف چگالی، آب‌شور، نفت و گاز از یکدیگر جدا می‌شود که به این جدایش مهاجرت ثانویه می‌گویند.

**چشمه‌های نفتی:** اگر 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.

**قیر طبیعی:** اگر این نفت در سطح زمین تبخیر و دچار اکسایش و غلیظ شدگی شود قیر طبیعی به وجود می‌آید که نمونه‌ای از آن در استان خوزستان و ایلام دیده می‌شود.

**ویژگی مهم سنگ مخزن:** ← تخلخل و نفوذپذیری زیاد آن، مانند ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک حفره‌دار



**انواع نفت گیر:**

- تاق‌دیس
- گسلی
- گنبد نمکی
- ریفی (مرجانی)

**نکته:** ۹۹/۹ درصد از نفت تولیدشده در طول تاریخ زمین تولیدشده و به سطح رسیده از بین رفته و ۰/۱ درصد آن همه ذخایر نفت موجود را تشکیل داده است.

### زغال‌سنگ

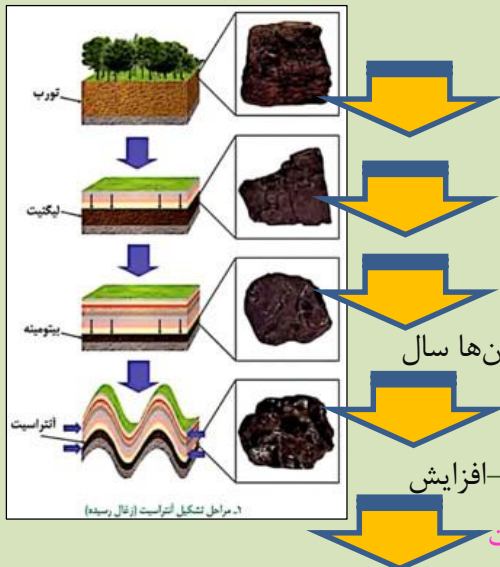
سوخت فسیلی جامدی است که از مواد آلی در محیط‌های خشکی تشکیل می‌شود.

اکسیژن اندک: اکسیژن زیاد سبب تجزیه مواد آلی تشکیل‌دهنده سنگ می‌شود

**شرایط لازم برای تشکیل زغال‌سنگ**

محیط ساکن و مردابی: کم بودن جریان هوا و نرسیدن اکسیژن به مواد آلی

## مراحل تشکیل زغال سنگ:



- وجود گیاهان جنگلی
- انباشته شدن این مواد در باتلاق‌ها و پوشیده شدن آن توسط رسوبات (بدون حضور اکسیژن)
- تبدیل مواد آلی به‌مرور زمان به **زغال نارسی** به نام **تورب**
- فشرده شدن تورب در زیر رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی در طی میلیون‌ها سال
- خروج آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید و متان از آن
- کاهش ضخامت تورب ( ماده‌ای پوک و متخلخل) و تبدیل آن به **لیگنیت**-افزایش تراکم و تبدیل لیگنیت به **زغال سنگ مرغوب‌تری** به نام **بیتومینه و آنتراسیت**

**مراحل تشکیل آنتراسیت (زغال رسیده):** تورب، لیگنیت بیتومینه و آنتراسیت

## تغییرات رخ داده در فرآیندهای زغال شدگی از تورب تا آنتراسیت

- افزایش فشار و وزن رسوبات فوقانی
- خروج تدریجی آب و مواد فرار
- افزایش درصد کربن در سنگ حاصل
- افزایش کیفیت و توان تولید زغال سنگ

## فکر کنید

وجود ذخایر زغال سنگ در سیبری که امروز سرزمینی سرد و بدون جنگل انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟

ذخایر عظیم زغال سنگ در عرض جغرافیایی بالا شامدی بر حرکت ورقه‌های سنگ‌کره است. تشکیل زغال سنگ نیاز به جنگل‌های مناطق گرم و مرداب‌های خاص مناطق استوایی دارد. بنابراین ابتدا زغال در عرض‌های جغرافیایی پایین نزدیک استوا تشکیل شده و با حرکت ورقه‌ها به سمت مناطق مختلف و یا با عرض جغرافیایی بالا می‌توان آنها را در سرزمین سرد مثل سیبری مشاهده کرد.

لایه‌های زغال سنگ طبس نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته این منطقه است؟  
نشان‌دهنده وجود آب‌وهوای گرم و مرطوب حاکم در منطقه در گذشته دور است.

چرا برخی از مناطق با وجود جنگلی بودن مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟  
زیرا شرایط تشکیل زغال سنگ در آن محل مهیا نبوده است مواد آلی به دلیل وجود اکسیژن از بین می‌روند عوامل دیگر در تشکیل زغال سنگ مانند تأثیر دما و فشار به‌صورت هم‌زمان وجود نداشته است.

## علم، زندگی، کار آفرینی

سنگ‌شناسی (پترولوژی): شاخه ای از زمین‌شناسی که در آن

شيوه تشكيل  
منشأ ← بررسی می‌شود  
رده‌بندی

کار پترولوژیست ها (سنگ شناسان):  
ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی

فرایندهای دگرگونی، آتشفشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین و حتی در ماه و دیگر سیاره‌ها و مناطق زمین‌گرایی، را مورد مطالعه قرار می‌دهند.

زمین‌شناسی اقتصادی: متخصصین این رشته با بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان‌هایی با ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها هستند.

زمین‌شناسی نفت:

کار متخصصین زمین‌شناسی نفت

شناسایی مکان‌های انباشت نفت  
شناسایی مکان‌های مناسب برای حفاری و استخراج نفت از یک میدان نفتی یا گازی

### ژئوشیمی:

پایه علم ژئوشیمی ← مطالعات کلارک و محققان دیگر، درباره ترکیب سیارات به‌ویژه زمین مطالعه روی ترکیب سیارات که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر بسزایی در شناخت عناصر و چگونگی تشکیل آنها دارد و همچنین توزیع نامساوی عناصر در زمین را بررسی می‌کند.

### سوالات پایان فصل

- ۱- هدف مطالعه کلارک و رینگ وود چه بود؟
  - ۲- غلظت کلارک را تعریف کنید.
  - ۳- فراوان‌ترین عنصر پوسته زمین چیست؟
  - ۴- انواع کانسنگ را نام ببرید مثال بزنید.
  - ۵- شرایط تشکیل پگماتیت‌ها چیست؟
  - ۶- منظور از کانه‌آرایی چیست؟
  - ۷- درصد آب و مواد فرار و کربن را در آنتراسیت و تورب باهم مقایسه کنید؟
  - ۸- ..... کانه آزاد و..... کانه استخراجی است.
- الف) روی - طلا (ب) آهن - مس (ج) کوارتز - سرب (د) نقره - بوکسیت
- ۹- چه تعداد از کانی‌های مقابل سیلیکاتی هستند؟ (پیروکسن، کوارتز، مگنتیت، گالن، الماس، فیروزه، زبرجد) الف) ۴ (ب) ۵ (ج) ۲ (د) ۳

- ۱۰- بیشترین مقدار سیلیکات‌های پوسته زمین را.....تشکیل می‌دهند.
- الف) میکا (ب) فلدسپارهای پلاژیوکلاز (ج) پیروکسن ها (د) فلدسپار پتاسیم
- ۱۱- غلظت کلارک کدام مورد را بررسی می‌کند؟
- الف) عناصر شیمیایی آب‌های زیرزمینی (ب) درصد کانی‌های نادر منظومه شمسی
- ج) تعیین درصد وزنی ترکیب سنگ‌های پوسته (د) ترکیب شیمیایی پوسته و گوشته زمین
- ۱۲- اگر عیار ماده معدنی در یک سنگ معدن ppm ۳ باشد از هر ۴ تن سنگ چند گرم ماده معدنی استخراج می‌شود؟
- الف) ۳ (ب) ۰/۷۵ (ج) ۱۲ (د) ۱۲۵
- ۱۳- علت تشکیل بلورهای درشت در پگماتیت‌ها چیست؟
- الف) چگالی بالای عناصر موجود در ماگما در هنگام تبلور و تشکیل کانی‌ها
- ب) حجم زیاد ماگما و میزان کم مواد فرار در اعماق زمین
- ج) وجود مقادیر فراوان آب و مواد فرار پس از تبلور بخش زیادی از ماگما
- د) دمای نسبتاً زیاد ماگما در هنگام حرکت به سمت سطوح فوقانی زمین
- ۱۴- کدام یک از ویژگی‌های زیر در ارتباط با یاقوت کبود است؟
- الف) کانی بریل قرمز با سختی زیاد است (ب) کانی گارنت بارنگ قرمز تیره است
- ج) کانی بریل آبی‌رنگ است (د) کانی کروندم به رنگ آبی است
- ۱۵- درصد کربن در کدام ترکیب زیر بیشتر است؟
- الف) لیگنیت (ب) تورب (ج) آنتراسیت (د) بیتومن
- ۱۶- کدام یک از مراحل عملیاتی زیر در اولین مرحله اکتشاف معدن قرار می‌گیرد؟
- الف) تعیین ذخیره (ب) نمونه برد (ج) حفاری (د) بازدید صحرایی
- ۱۷- هر کانسنگ از دو بخش.....که بخش ارزشمند و.....که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارد تشکیل شده است.
- الف) کانسار-باطله (ب) کانه-سنگ معدن (ج) کانه-باطله (د) باطله-کانی
- ۱۸- در سیستم تشکیل نفت و گاز کدام سنگ متخلخل نیست؟
- الف) سنگ مادر (ب) پوش‌سنگ (ج) سنگ مخزن (د) سنگ منشأ
- ۱۹- متخصصان کدام شاخه از علم زمین‌شناسی به دنبال زبرجد، اپال، الماس و آمیتیست می‌گردند؟
- الف) زمین‌شناسی اقتصادی (ب) زمین‌شناسی مهندسی
- ج) زمین‌شناسی پزشکی (د) دیرینه‌شناسی
- ۲۰- کدام شاخه از علم زمین‌شناسی به مطالعه توده‌های آذرین در زمین و دیگر سیارات می‌پردازد؟
- الف) زمین‌شناسی اقتصادی (ب) زمین‌شناسی پزشکی
- ج) زمین‌شناسی مهندسی (د) پترولوژی