

فصل دوم:

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

@DaneshSad

غلظت عناصر در پوستهٔ زمین

پوستهٔ زمین
- **سنگ‌ها**: انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی
- **ترکیب میانگین**: از جنس سنگ‌های آذرین

نکته

مقدار کل سنگ‌های رسوبی و دگرگونی از سنگ‌های آذرین بسیار **کم‌تر** است.

– غلظت کلارک –

به میانگین درصد وزنی عناصر سازندهٔ پوستهٔ زمین، **غلظت کلارک** می‌گویند.

غلظت کلارک توسط **کلارک** و **واشنگتن** و براساس **تجزیهٔ نمونه‌های زیادی از سنگ‌های سراسر دنیا** تعیین شده است.

– کلارک تمرکز –

به تمرکز یک عنصر در یک کانی یا سنگ نسبت به فراوانی آن در پوستهٔ زمین، **کلارک تمرکز** می‌گویند.

$$\text{کلارک تمرکز} = \frac{\text{حداقل عیار جهت استخراج سودآور یک عنصر}}{\text{میانگین فراوانی پوسته (کلارک)}}$$

غلظت کلارک برخی عناصر در پوستهٔ جامد زمین

عنصر	میانگین درصد وزنی در پوسته
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۳/۶۳
سدیم	۲/۷۷
پتاسیم	۲/۳۲
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیم	۰/۴۴
فسفر	۰/۱۲
منگنز	۰/۱۰
روی	۰/۰۰۷
مس	۰/۰۰۶
سرب	۰/۰۰۱۶

مثال اگر تمرکز منگنز در یک کانی ۵۰ درصد آن کانی باشد، کلارک تمرکز این کانی چه‌قدر است؟

پاسخ

$$\text{کلارک تمرکز} = \frac{\text{حداقل عیار جهت استخراج سودآور یک عنصر}}{\text{میانگین فراوانی پوسته (کلارک)}}$$

$$\text{کلارک تمرکز} = \frac{۵۰}{۰/۱} = ۵۰۰$$

بی‌هنجاری

گاهی تمرکز یک یا چندعنصر در سنگ، خاک، گیاهان یا آب در مقایسه با میانگین آن‌ها در پوستهٔ زمین بالاتر یا پایین‌تر است که به آن بی‌هنجاری می‌گویند.

بی‌هنجاری مثبت: اگر تمرکز یک عنصر در منطقه‌ای **بیشتر از** مقدار میانگین آن در پوسته (غلظت کلارک) باشد.

بی‌هنجاری منفی: اگر تمرکز یک عنصر در منطقه‌ای **کم‌تر** از مقدار میانگین آن در پوسته (غلظت کلارک) باشد.

نکته

زمین‌شناسان در پی‌جویی‌های اکتشافی عناصر به دنبال یافتن مناطقی با **بی‌هنجاری مثبت** هستند.

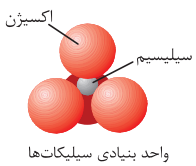
@DaneshSad

کانی‌های سیلیکاتی

کانی‌ها براساس **ترکیب شیمیایی** به دو گروه تقسیم می‌شوند.

طبقه‌بندی شیمیایی کانی‌ها

- غیر سیلیکاتی
  - فاقد بنیان چهار وجهی سیلیکاتی‌اند.
  - فراوانی کم‌تری نسبت به کانی‌های سیلیکاتی دارند.
  - در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند.
- سیلیکاتی
  - بیش از ۹۰ درصد از حجم پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.
  - دارای بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) هستند.
  - در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند.

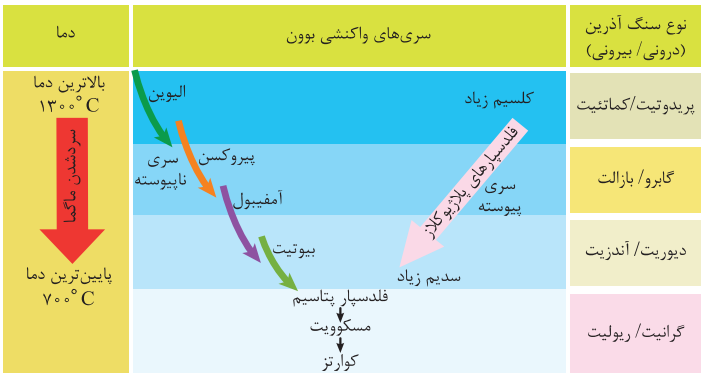


واحد بنیادی سیلیکات‌ها

سری واکنشی بوون

- سری واکنشی بوون متعلق به تعیین ترکیب تبلور کانی‌های سیلیکاتی از یک ماگما است.
- در شروع تبلور کانی‌ها، کانی‌های متبلورشده با مذاب باقی‌مانده در تعادل است، در ادامه ترکیب مذاب باقی‌مانده تغییر می‌کند.
- بلورهای تشکیل‌شدهٔ قبلی با مادهٔ مذاب باقی‌مانده واکنش داده و بلورهای جدیدی تشکیل می‌شود.
- ماگمای اولیهٔ آهن و منیزیم نسبتاً بالا و SiO_2 نسبتاً کمی دارد. (بیشتر ماگماها ترکیب بازالتی دارند [به عقیدهٔ بوون])
- ضمن سردشدن تدریجی و کاهش دما، کانی‌های مختلف و در نتیجه سنگ‌های آذرین متفاوت به وجود می‌آیند.

سنگ‌ها، متشکل از کانی‌های مختلف ← هر کانی دارای دمای ذوب و تبلور مخصوص خود ← برخی کانی‌ها زودتر و برخی دیرتر ذوب می‌شوند ← تشکیل ماگماهایی با ترکیبات متفاوت.



نکته

۱. ترتیب تبلور کانی‌ها در سری ناپیوسته بوون: الیوین ← پیروکسن ← آمفیبول ← بیوتیت

۲. ترتیب تبلور کانی‌ها در سری پیوسته بوون: فلدسپارهای پلاژیوکلاز (کلسیم‌دار) ← فلدسپارهای پلاژیوکلاز (سدیم‌دار)

۳. نخستین کانی‌های حاصل از سردشدن ماگما، **پلاژیوکلاز کلسیم‌دار** و **الیوین** هستند.

۴. اخرین کانی‌های حاصل از سردشدن ماگما، **فلدسپار پتاسیم**، **مسکوویت** و **کوارتز** هستند.

۵. از اجتماع کانی‌های دمای بالا (الیوین + پلاژیوکلاز کلسیم‌دار)، سنگ آذرین درونی به نام **پریدوتیت** و سنگ آذرین بیرونی **کماتئیت** ایجاد می‌شود.

۶. از تجمع الیوین و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار همراه با مقداری پیروکسن، **سنگ بازالت** یا معادل درونی آن **گابرو** به وجود می‌آید.

۷. از اجتماع کانی‌های دمای پایین (فلدسپار پتاسیم + مسکوویت + کوارتز)، سنگ آذرین درونی **گرانیت** و سنگ آذرین بیرونی **ریولیت** ایجاد می‌شود.

ترکیب تشکیل سنگ‌ها	آذرین درونی	آذرین بیرونی	ترکیب کانی‌های سنگ
۱	پریدوتیت	کماتئیت	پلاژیوکلاز کلسیم‌دار + الیوین
۲	گابرو	بازالت	پلاژیوکلاز کلسیم‌دار + الیوین + پیروکسن
۳	دیوریت	آندزیت	پلاژیوکلاز سدیم‌دار + آمفیبول + بیوتیت
۴	گرانیت	ریولیت	فلدسپار پتاسیم + مسکوویت + کوارتز

@DaneshSad

کانه

به گروهی از کانی‌های بی‌شمار پوستهٔ زمین که دارای یک فلز ارزشمند اقتصادی هستند، **کانه** می‌گویند.
می‌توانند دارای ترکیبات متعدد سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی باشند. در همهٔ انواع سنگ‌ها یافت می‌شوند.
دارای تمرکز بالاتری از فلز در خود هستند.
مانند سایر کانی‌ها ترکیب شیمیایی **نسبتاً ثابتی** دارند.

نکته

هماتیت (Fe_2O_3) کانه آهن است ولی الیوین ($(Fe,Mg)_2SiO_4$) کانهٔ آهن نیست.

برخی از کانه‌ها مانند طلا، نقره و مس به **صورت آزاد** هم یافت می‌شوند.

کانسنگ

هر ماده‌ای که طی فرایندهای طبیعی شکل گرفته باشد و بتوان از آن ماده یا مواد با ارزش و سودمندی استخراج و به بازار مصرف عرضه کرد **کانسنگ** یا **سنگ معدن** می‌گویند.

کانسنگ (سنگ معدن)
- **کانه**: بخش ارزشمند کانسنگ
- **باطله**: بخش فاقد ارزش اقتصادی قابل توجه

مهم‌ترین کانه فلز مس: **کالکوپیریت** $CuFeS_2$
کانی‌های باطله: کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت (FeS_2) و غیره.

کانسار

به مناطقی از پوستهٔ زمین که دارای تمرکز غیرعادی از یک یا چند کانهٔ با ارزش و دارای سود کافی برای استخراج است. **کانسار** می‌گوییم.
در کانسار، کلارک تمرکز عنصر مورد نظر به عددی رسیده است که استخراج آن از نظر اقتصادی **مقرون به صرفه** است.
معدن: با **شروع بهره‌برداری** یا معدن کاری، یک معدن شکل می‌گیرد.

کانسنگ‌ها
- فلزی
- غیرفلزی ← کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی
  - ژیپس ← گچ بنایی
  - مسکوویت ← طلق نسوز
  - گرانیت ← نمای ساختمان‌ها
  - شن و ماسه ← تهیهٔ بتن


کالکوپیریت

طبقه‌بندی کانسنگ‌ها

کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوهٔ تشکیل به سه دسته تقسیم می‌شوند.
۱) ماگمایی
۲) گرمابی
۳) رسوبی

– کانسنگ‌های ماگمایی –

نحوهٔ تشکیل: سردشدن و تبلور ماگما و ته‌نشینی عناصر فلزی در بخش زیرین ماگما به علت **چگالی نسبتاً بالا**

مثال تشکیل کانسنگ عناصری مانند کروم، آهن و سایر عناصر

کاهش دمای ماگما
تبلور کانی‌های براساس دمای تبلور
شروع تبلور در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی (سردتر)
تشکیل لایه‌هایی از کانسنگ کروم، آهن و ...
ته‌نشین‌شدن این کانی‌ها در کف اتاقک ماگمایی (چگالی بالا)
تبلور کانی‌های آهن و منیزیم‌دار مانند کرومیت و مگنیتت در کنار الیوین

پگماتیت
- سنگ‌هایی با بلورهای **بسیار درشت** هستند.
- **شرایط تشکیل**: ۱) وجود مقدار زیادی آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید پس از تبلور بخشی از ماگما ۲) زمان تبلور بسیار کند و طولانی
- **اهمیت**: منابع مهمی است برای: ۱) بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و سزیم ۲) بعضی کانی‌های گوهری مانند بریل ۳) کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز)

@DaneshSad

نکته

کانی‌های سازنده پگماتیت‌ها مشابهٔ گرانیت‌ها و شامل کوارتز، فلدسپات و مسکوویت است.

تأثیر آب و مواد فرار زیاد در ماگما:

۱ رقیق‌تر شدن ماگما

۲ بالارفتن سرعت انتقال اتم‌ها در ماگما و پایین‌آمدن نقطهٔ انجماد ماگما

۳ کند و طولانی شدن زمان تبلور

– کانسنگ‌های گرمابی –

عامل تشکیل: آب گرم ← (منشأ این آب‌ها) ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها، آب‌های زیرزمینی راه یافته به اعماق زمین

نکته

ماهیت آب منشأ گرفته از ماگما: می‌تواند از آب خالص متفاوت و حاوی کاتیون‌های فلزی، مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، طلا و ... باشد.

چگونگی تشکیل:

انحلال برخی عناصر در آب‌های گرم توسط
۱) گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی
۲) توده‌های مذاب در بخش‌های عمیق پوسته

جریان همرفتی آب‌ها در اعماق پوسته به علت حرارت ناشی از توده‌های آذرین مذاب
چرخش آب به علت جریان همرفتی و حل شدن کاتیون‌های فلزی در آب
صعود آب‌های نفوذی هم‌زمان با کاهش فشار دما
ته‌نشین شدن کاتیون‌های فلزی در شکستگی‌ها و ایجاد رگه‌های معدنی از فلزات مختلف

نتیجه: ته‌نشین شدن برخی عناصر به شکل کانسنگ توسط این آب‌ها در داخل شکستگی‌های سنگ‌ها و ایجاد رگه‌های معدنی

ذخایر دارای منشأ گرمابی: مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع و ...

نکته

به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق در پوستهٔ زمین دما به طور میانگین **۳درجه** سانتی‌گراد **بیشتر** می‌شود، به این تغییرات دما به ازای افزایش عمق در پوسته **شیب زمین گرمایی** می‌گویند.

– کانسنگ‌های رسوبی –

به دو صورت تشکیل می‌شوند:

۱ **رسوب‌گذاری و ته‌نشین شدن عناصر**

مثال **کانسنگ‌های آهن نواری:** حاصل ته‌نشینی شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده‌شان در محیط رسوبی

نحوهٔ تشکیل:

واردشدن مواد به صورت محلول ← تشکیل ترکیبات غیرمحلول و ته‌نشینی آن‌ها ← تشکیل کانسارهای رسوبی شیمیایی

۲ **ذخایر پلاسری:**

نحوهٔ تشکیل:

فرسایش سنگ‌های دارای کانی‌های با چگالی بالا و مقاوم
آزاد شدن کانی‌های چگال‌تر دارای مقاومت فیزیکی و شیمیایی بالا
حمل شدن این کانی‌ها به محیط‌هایی مانند رودخانه و دریا (محل تجمع)
تشکیل کانسنگ‌های رسوبی پلاسری

مثال

پلاسرهای طلا و پلاتین مانند رسوبات طلا در رودخانهٔ زرشوران در منطقهٔ تخت سلیمان تکاب

@DaneshSad

اکتشاف معدن

- در اولین مرحلهٔ اکتشاف معدن، زمین‌شناسان با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد، شناسایی می‌کنند.
- در مرحلهٔ دوم با مشخص‌شدن موقعیت تقریبی یک تودهٔ معدنی، عملیات حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری انجام می‌گیرد.
- در مرحلهٔ سوم، نمونه‌های به‌دست‌آمده برای تعیین عیار فلز یا کیفیت مادهٔ معدنی و شناسایی کانی‌های موجود در آن‌ها به آزمایشگاه حمل شده و در آن‌جا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیهٔ شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.
- در مرحلهٔ آخر، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به‌دست‌آمده را با نرم‌افزارهایی خاص تحلیل کرده و مقدار ذخیرهٔ معدن و عیار میانگین مادهٔ معدنی را تعیین می‌کنند.

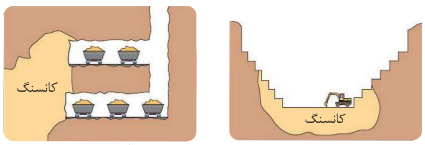
مراحل اکتشاف معدن		ویژگی‌ها
۱	شناسایی مناطق	در اولین مرحلهٔ اکتشاف، زمین‌شناسان با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد، شناسایی می‌کنند.
۲	شناسایی ذخایر زیرسطحی	در این مرحله، زمین‌شناسان با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و ... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و عمق آن‌ها را شناسایی می‌کنند.
۳	نمونه‌برداری	در این مرحله حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که مادهٔ معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد.
۴	بررسی‌های آزمایشگاهی	نمونه‌های تهیه‌شده از حفاری، برای شناسایی کانی‌های موجود در آن‌ها و تعیین عیار فلز یا کیفیت مادهٔ معدنی به آزمایشگاه حمل و در آن‌جا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیهٔ شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.
۵	تحلیل داده‌ها	زمین‌شناسان، تمامی داده‌های به‌دست‌آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیرهٔ معدن و عیار میانگین مادهٔ معدنی را تعیین می‌کنند.

استخراج معدن و فراوری مادهٔ معدنی

- **شرط آغاز عملیات استخراج:** اقتصادی‌بودن ذخیرهٔ معدنی
- روش استخراج، براساس شکل و چگونگی قرارگیری تودهٔ معدنی در پوستهٔ زمین، ابعاد تودهٔ معدنی، عمق قرارگیری و نوع مادهٔ معدنی تعیین می‌شود.

انواع روش‌های استخراج: روباز، زیرزمینی

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



روش زیرزمینی — روش روباز
روش‌های استخراج مادهٔ معدنی

مثال عیار اقتصادی

مثال عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن حدود ppm ۲ است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از هر ۵ تن سنگی که استخراج می‌شود، چند گرم طلا به دست می‌آید؟

پاسخ

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 2 = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{5 \times 10^6} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم حل‌شونده} = 10\,g$$

گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

گوهرها، نمونه‌های بسیار زیبا، خاص و کمیاب دنیای کانی‌ها هستند که توسط فرایندهای ماگمایی، گرمابی و دگرگونی، اکثراً تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و گاهی با حضور مواد فرّار به وجود می‌آیند.

مهم‌ترین خواص گوهرها: سختی زیاد، رنگ، درخشش، کمیاب‌بودن

سختی کانی‌ها: مقاومت آن در برابر خراشیده‌شدن یا ساییدگی

عوامل مؤثر بر سختی کانی‌ها: ۱) طرز قرارگرفتن در شبکهٔ بلورین و ۲) نوع پیوندهای اتمی

نکته

مقیاس توصیف سختی کانی‌ها: مقیاس موهس (Mohs)

مثال **تالک:** نرم‌ترین کانی با سختی ۱
الماس: سخت‌ترین کانی با سختی ۱۰

پدیده نوری در گوهرها: حالتی خاص در گوهرها ناشی از انعکاس، شکست و یا جذب نور در آن‌ها

مثال
۱) پدیدهٔ چشم گربه‌ای: کانی کریزوبریل
۲) پدیدهٔ ستاره‌واری: کانی یاقوت
۳) بازی رنگ و درخشش رنگین‌کمانی: کانی اوپال (نوعی گوهر سیلیسی)
۴) تغییر رنگ: گوهر الکساندریت

@DaneshSad

انواع گوهرها

- **الماس**
  - ترکیب: کربن خالص
  - کاربرد: نوع غیرشفاف آن به عنوان ساینده در مته‌های حفاری، نوع شفاف به عنوان گوهر
  - شیوه تشکیل: در دما و فشار بسیار زیاد در گوشتهٔ زمین (عمق حدود ۱۵۰ کیلومتری)
- **یاقوت**
  - نام علمی: کرندوم (اکسید آلومینیم)
  - رنگ آبی: سافیر آبی
  - رنگ قرمز: یاقوت سرخ (روبی)
  - سختی: بعد از الماس سخت‌ترین کانی است.
- **زمرد**: کانی سیلیکات بریلیم (بریل) ـ در سنگ‌های آذرین و معروف‌ترین و گران‌ترین آن به رنگ سبز در کانسنگ‌های ماگمایی شکل می‌گیرد.
- **گارنت**: کانی سیلیکاتی ـ در سنگ‌های دگرگونی ـ معمولاً به رنگ‌های مختلف و فراوان‌ترین آن به رنگ قرمز تیره، گارنت سبز باغ برج کرمان دارای شهرت جهانی
- **عقیق**: گوهری سیلیسی با رنگ‌های متنوع ترکیب شیمیایی (SiO_2) با نام و تراش‌های مختلف ـ در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود.
- **زبرجد**: کانی سیلیکاتی و نوع شفاف و قیمتی کانی الیوین و به رنگ سبز زیتونی
- **فیروزه**: ترکیب فسفاتی و با نام تجاری تورکوواز ـ اولین بار در نیشابور یافت شد.
- **اپال**: نوع گوهر سیلیسی و دارای درخشش رنگین‌کمانی
- **کریزوبریل**: دارای درخشندگی چشم گربه‌ای

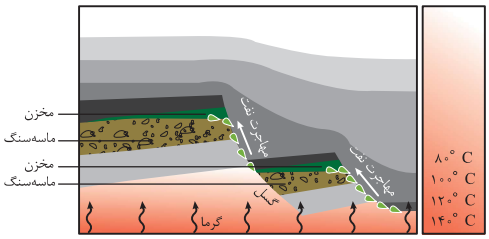
سوخت‌های فسیلی

نفت و گاز

- هیدروکربن‌هایی که به طور طبیعی به صورت مایع، گاز و نیمه‌جامد در زمین وجود دارند.
- محل تشکیل: در محیط دریایی کم‌عمق (دارای نور و مواد غذایی کافی)
- مهم‌ترین منشأ: پلانکتون‌ها
- شیوهٔ تشکیل: مدفون‌شدن بقایای موجودات در رسوبات ریزدانهٔ بستر دریا و از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی

نکته

مهم‌ترین عوامل در فرایند تشکیل ذخایر نفتی: دما، فشار، زمان، محیطی بدون اکسیژن، وجود باکتری‌های غیرهوازی



نفت از سنگ منشا تا سنگ مخزن

مهاجرت نفت

مهاجرت اولیه نفت: به حرکت نفت از سنگ منشأ به سمت بالا و اطراف از طریق شکستگی‌های سنگ‌ها و بر اثر فشار طبقات فوقانی مهاجرت اولیه نفت گفته می‌شود.

سنگ مخزن نفت: اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت خود به لایه از سنگ‌های نفوذ ناپذیر مانند شیل و سنگ گچ و نمک برسند، دیگر قادر به ادامه مهاجرت نخواهند بود و این لایهٔ نفوذ ناپذیر (پوش سنگ) جلوی حرکت نفت و گاز را می‌گیرد و آن‌ها را در داخل سنگ مخزن به دام می‌اندازد.

ویژگی‌های مهم سنگ مخزن (نفت‌گیر و تله‌های نفتی)

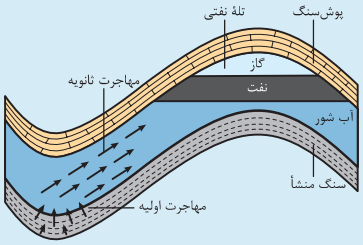
۱) وجود تخلخل و نفوذپذیری زیاد
۲) دارای شکل یا وضعیت هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت

مثال ۱) ماسه سنگ ۲) سنگ آهک حفره‌دار (ریف‌های مرجانی)

مهاجرت ثانویه نفت: به حرکت نفت از یک لایهٔ متخلخل و رسیدن آن به سنگ مخزن و جدایی آب شور، نفت و گاز به دلیل اختلاف چگالی در سنگ مخزن، مهاجرت ثانویه نفت گفته می‌شود.

نکته

میزان جابجایی نفت طی مهاجرت اولیه نسبت به مهاجرت ثانویه بسیار کم‌تر است.



مهاجرت نفت

تشکیل چشمه‌های نفتی و قیر طبیعی

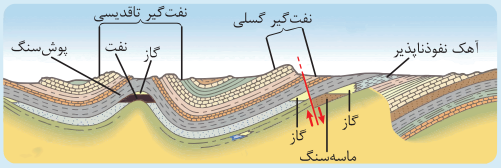
اگر در مسیر مهاجرت اولیه و ثانویه نفت، مانعی در مسیر حرکت نفت و گاز نباشد به سطح زمین راه‌یافته و **چشمه‌های نفتی** تشکیل می‌شود، در این صورت، در اثر تبخیر، دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی شده و **ذخایر قیر طبیعی** را به وجود می‌آورد.

انواع نفت‌گیرها تله‌های نفتی: ۱) تاقدیسی ۲) گنبد نمکی ۳) گسلی ۴) ریف مرجانی

@DaneshSad

نکته

بیشتر ذخایر نفتی ایران در **نفت‌گیری‌های تاقدیسی** قرار دارد.



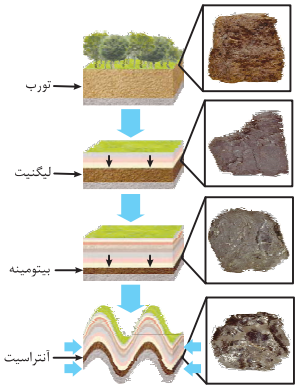
– زغال‌سنگ –

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

مراحل تشکیل زغال‌سنگ

۱ وجود گیاهان جنگلی (به منظور تأمین مواد آلی)
۲ انباشته‌شدن این مواد در باتلاق‌ها و پوشیده‌شدن آن‌ها توسط رسوبات (بدون حضور اکسیژن)
۳ تبدیل این مواد آلی به مرور زمان به زغال نارسی به نام تورب
۴ فشرده‌شدن تورب در زیر رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی در طی میلیون‌ها سال
۵ خروج آب و مواد فرّار مانند کربن دی‌اکسید و متان از تورب
۶ کاهش ضخامت تورب (ماده‌ای پوک و متخلخل) و تبدیل آن به لیگنیت
۷ افزایش تراکم و تبدیل لیگنیت به زغال‌سنگ‌های مرغوب‌تری به نام بیتومینه و آنتراسیت

تغییرات رخ‌داده در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت:



افزایش فشار و وزن رسوبات فوقانی
↓
خروج تدریجی آب و مواد فرّار
↓
افزایش درصد خلوص کربن در سنگ حاصل
↓
افزایش کیفیت و توان تولید انرژی زغال‌سنگ

نوع زغال‌سنگ	ویژگی
۱) تورب	● از انباشته‌شدن مواد آلی در باتلاق‌ها و در محیط بدون اکسیژن به وجود می‌آید. ● یک نوع زغال نارس است. ● ماده‌ای پوک و متخلخل است. **نکته:** در کشور ایرلند، از تورب به عنوان یک مادهٔ سوختی بهره‌برداری می‌شود.
۲) لیگنیت	● در اثر فشار سنگ‌های بالایی و خروج مواد فرّار از تورب به وجود می‌آید. ● نسبت به تورب، آب و مواد فرّار و ضخامت کم‌تری دارد. ● نسبت به تورب، درصد کربن بیشتری دارد.
۳) بیتومینه	● در اثر افزایش فشار و تراکم از لیگنیت به وجود می‌آید. ● نسبت به لیگنیت، مواد فرّار و ضخامت کم‌تری دارد. ● نسبت به لیگنیت، درصد کربن، مرغوبیت و توان تولید انرژی بیشتری دارد.
۴) آنتراسیت	● در اثر افزایش فشار، تراکم و چین‌خوردگی لایه‌ها از بیتومینه به وجود می‌آید. ● نسبت به بیتومینه، درصد کربن، مرغوبیت و توان تولید انرژی بیشتری دارد.

علم، زندگی، کارآفرینی

۱ـ سنگ‌شناسی (پترولوژی)

موضوع مطالعه: بررسی شیوهٔ تشکیل، منشأ، رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی، فرایندهای دگرگونی، آتشفشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین، ماه و سیارات دیگر و مناطق زمین گرمایی.

۲ـ زمین‌شناسی اقتصادی

موضوع مطالعه: یافتن مکان‌های دارای ذخایر معدنی با ارزش مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و ... با بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوستهٔ زمین

۳ـ زمین‌شناسی نفت

موضوع مطالعه: شناخت، چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین، شناسایی مکان‌های دارای انباشت نفت، شناسایی میدان‌های نفتی و گازی مناسب برای حفاری و استخراج.

۴ـ ژئوشیمی

موضوع مطالعه: شناسایی ترکیب سیارات (همان ترکیب تقریبی زمین) که سبب شناخت عناصر و منابع روی زمین و چگونگی تشکیل آن‌ها شده است و همچنین توزیع نامساوی عناصر در زمین را بررسی می‌کند.

@DaneshSad