

# فصل ۱ آفرینش کیهان و تکوین زمین

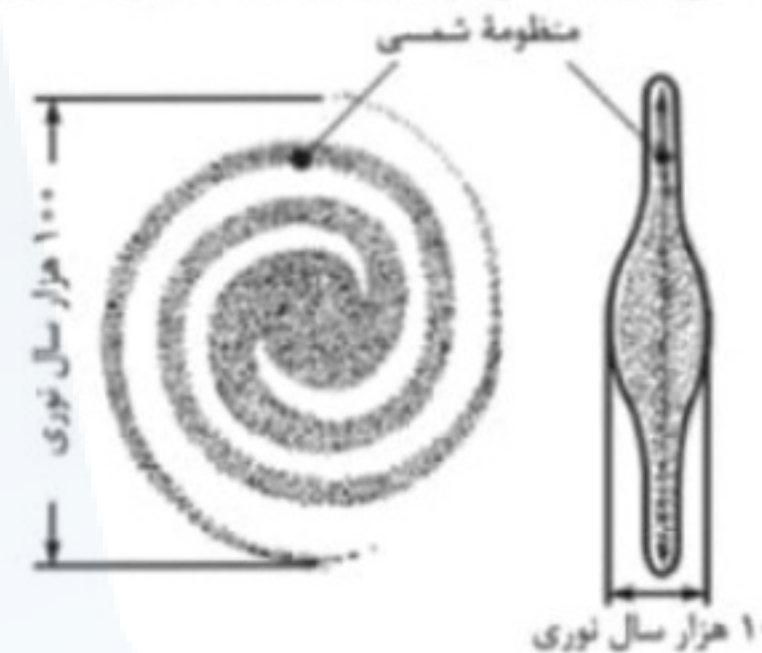
## کهکشان

**کهکشان‌ها:** کهکشان‌ها از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گرد و غبار) تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند. (در کیهان صدها میلیارد کهکشان وجود دارد.)

## کهکشان راه شیری

کهکشان راه شیری از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته شده است که شکلی مارپیچ دارد. این کهکشان به صورت نواری مه‌مانند و کم‌نور که شامل انبوهی از اجرام آسمانی است در شب‌های صاف، بدون ابر و در مکانی که آلودگی نوری ندارد قابل رؤیت است.

**نکته:** منظومه شمسی در لبه یکی از بازوهای کهکشان راه شیری تشکیل شده است.



طرح شماتیک یک کهکشان مارپیچ مانند کهکشان راه شیری

## منظومه شمسی

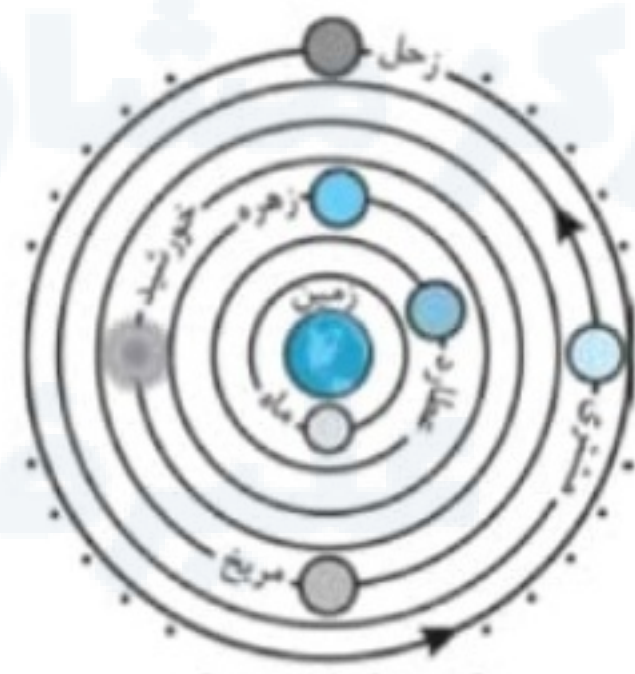
حرکت ظاهری خورشید از شرق به غرب است. در مورد زمین، خورشید و سایر اجرام آسمانی و نحوه حرکت آن‌ها دو نظریه مطرح شده است:

- نظریه زمین مرکزی
- نظریه خورشید مرکزی

## نظریه زمین مرکزی

این نظریه را بطلمیوس دانشمند یونانی، دو هزار سال پیش، با مشاهده حرکت ظاهری ماه و خورشید مطرح کرد.

او در این نظریه عنوان کرد که زمین ثابت است و در مرکز عالم قرار دارد و ماه، خورشید و پنج سیاره شناخته شده آن دوران (عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل) در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌گردند. این نظریه تا قرن ۱۶ میلادی مطرح بود.



نمایش نظریه زمین مرکزی

**نوجه:** دانشمندان ایرانی مانند ابوسعید سجزی و خواجه نصیرالدین طوسی با اندازه‌گیری دقیق، ایرادهایی بر این نظریه وارد کردند. این نظریه در اروپا هم مخالفانی داشت.

## نظریه خورشید مرکزی

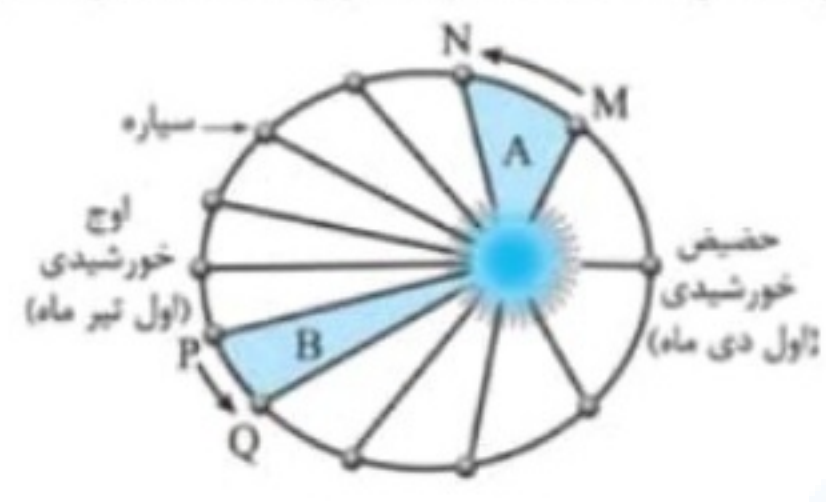
نیکولاس کوپرنیک (ستاره‌شناس لهستانی) با مطالعه حرکت سیارات در زمان‌های مختلف این نظریه را به این صورت مطرح کرد:

زمین و ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردند.

حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است. **نظریه خورشید مرکزی:** یوهانس کپلر در مورد نظریه خورشید مرکزی سه قانون زیر را بیان کرده است:

**قانون اول:** هر سیاره در مداری بیضی شکل چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همیشه در یکی از دو کانون مدار بیضی قرار دارد.

**قانون دوم:** هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.



نمایش قانون دوم کپلر

## قانون سوم

زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید برحسب سال زمینی فاصله از خورشید برحسب واحد نجومی  $\rightarrow p^2 \propto d^3$  با افزایش  $d$  افزایش می‌یابد.

**مثال:** اگر مدار سیاره‌ای در فاصله  $600 \times 10^6$  کیلومتری خورشید قرار داشته باشد زمان گردش آن به دور خورشید چند سال است؟

$$p^2 \propto d^3$$

$$\text{واحد نجومی} = 1 \Rightarrow \frac{600 \times 10^6 \text{ km}}{150 \times 10^6 \text{ km}} = 4 \Rightarrow \text{واحد نجومی} = 150 \text{ میلیون کیلومتر}$$

$$p^2 \propto d^3 \Rightarrow p^2 \propto (4)^3 \Rightarrow p^2 \propto 64 \Rightarrow p = 8$$

## حرکات زمین

- حرکت وضعی
- حرکات کره زمین
- حرکت انتقالی

**حرکت وضعی:** چرخش زمین به دور محورش را حرکت وضعی می‌گویند.

این چرخش در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت است و در مدت زمان ۲۴ ساعت انجام می‌شود.

شب و روز بر اثر حرکت وضعی به وجود می‌آید.

انحراف  $23/5$  درجه‌ای محور زمین نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید سبب ایجاد اختلاف مدت زمان روز و شب در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود. (به جز در مدار استوا، طول مدت شب و روز در تمام سال با هم برابر و ۱۲ ساعت است، با افزایش عرض جغرافیایی این اختلاف ساعت بیشتر می‌شود.)

**حرکت انتقالی:** به گردش زمین بر روی مدار بیضی به دور خورشید حرکت انتقالی گفته می‌شود.

این حرکت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود.

## فاصله خورشید از زمین

میانگین فاصله خورشید از زمین حدود  $150$  میلیون کیلومتر است که به آن یک واحد نجومی می‌گویند.

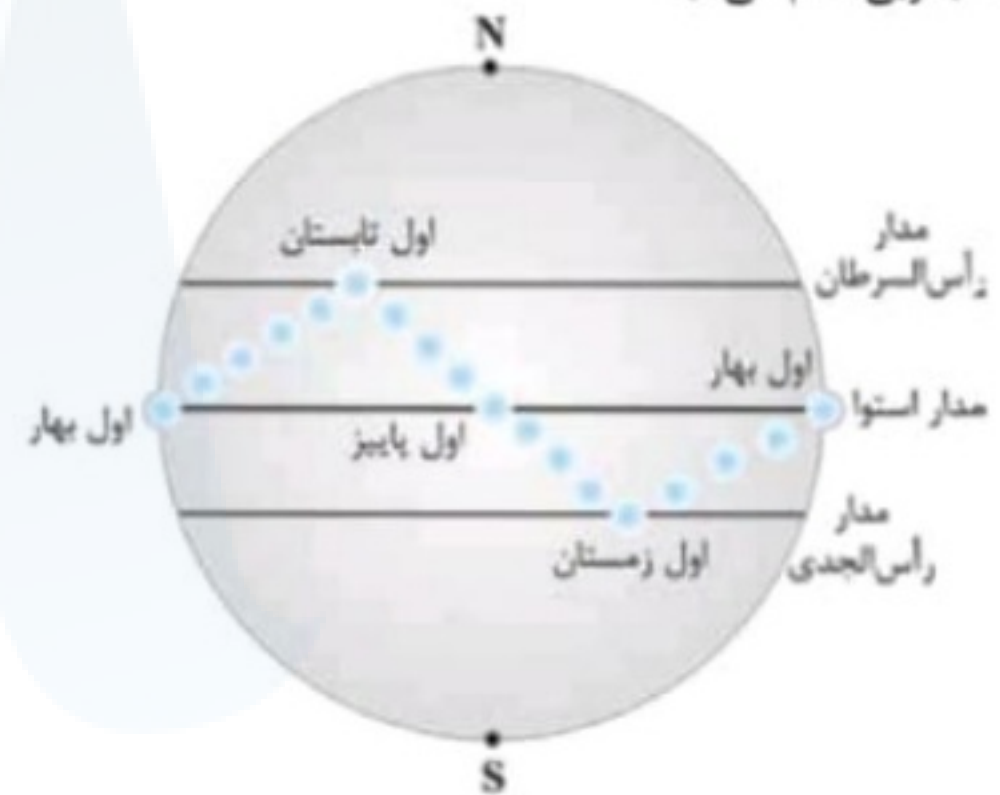
**نکته:** این مقدار در اول تیر ماه به حداکثر مقدار خود یعنی  $152$  میلیون کیلومتر و در دی ماه به حداقل خود یعنی  $147$  میلیون کیلومتر می‌رسد.



پیدایش فصل‌ها حاصل حرکت انتقالی زمین و انحراف  $23/5$  درجه‌ای محور زمین است. ۱- به علت کروی بودن زمین، زاویه تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف در یک زمان متفاوت است. ۲- به علت انحراف محور زمین، زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی در طول سال تفاوت دارد.

این تفاوت زاویه، سبب ایجاد فصل‌ها در نقاط مختلف کره زمین شده است.

- حرکت زمین و زاویه انحراف محور آن به گونه‌ای است که می‌توان موقعیت خورشید را نسبت به زمین تصور کرد.
- در ابتدای بهار خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد و در طول بهار در عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکره شمالی عمود می‌تابد به طوری که در آخر خرداد و اول تیر ماه حداکثر بر مدار رأس‌السرطان تابش قائم دارد.
- خورشید در طول تابستان بر مدارهای کم‌تر از  $23/5$  درجه شمالی تابش قائم دارد.
- اول پاییز بر استوا و در ادامه در شش ماهه دوم سال، بر عرض‌های جغرافیایی صفر تا  $23/5$  درجه جنوبی قائم می‌تابد.



موقعیت فرضی تابش عمود نور خورشید نسبت به مدارهای مختلف زمین (بر اساس نیمکره شمالی)

### تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

تقریباً شش میلیارد سال قبل نخستین ذرات کیهانی کنار هم جمع شدند و شکل‌گیری منظومه شمسی آغاز شد.

سیاره زمین به صورت کره‌ای مذاب حدود  $4/6$  میلیارد سال قبل تشکیل شد و در مدار خود قرار گرفت.

با گذشت زمان (تقریباً ۴ میلیارد سال پیش) این کره مذاب سرد شد و سنگ‌های آذرین (نخستین اجزای سنگ‌کره) تشکیل شدند.

گازهای مختلف (مانند اکسیژن، کربن، هیدروژن، نیتروژن و ...) با فوران آتشفشان‌ها از داخل زمین خارج شدند و هواکره به وجود آمد.

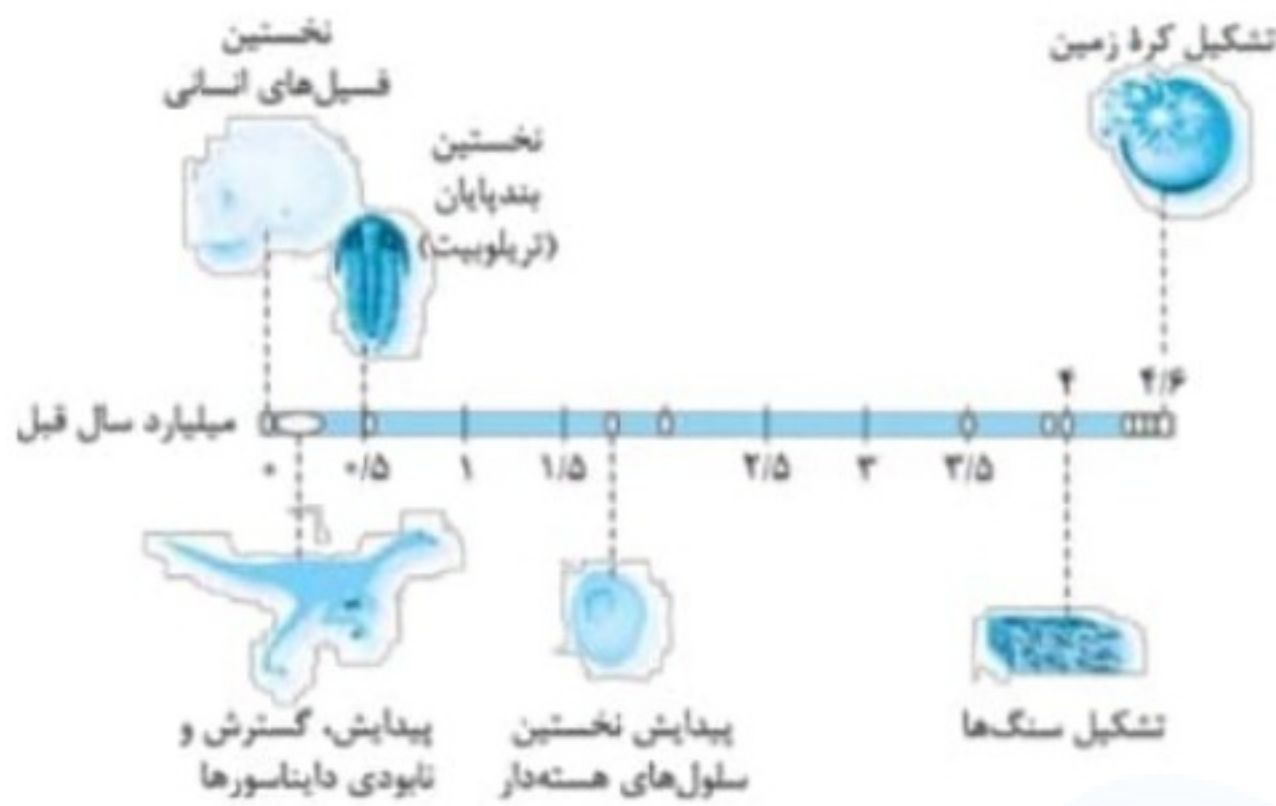
کره زمین سرد شده در نتیجه بخار آب به صورت مایع درآمد و آب‌کره تشکیل شد.

همراه با تشکیل اقیانوس‌ها و به دلیل وجود انرژی خورشید، زندگی تک‌پاخته‌ای‌ها در دریاها کم‌عمق آغاز و زیست‌کره تشکیل شد.

سنگ‌ها به دلیل وجود چرخه آب فرسایش پیدا کردند؛ رسوبات و سنگ‌های رسوبی تشکیل شدند.

به دلیل حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند.

در نتیجه خداوند ابتدا شرایط محیط زیست را فراهم کرده و سپس جانداران را از ساده تا پیچیده آفریده است.



انقراض، در دوران‌های مختلف به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی و محیط زیست گونه‌های مختلف به وجود آمده و منقرض شده‌اند.

نمونه، خزندگان در اوایل دوره کربونیفر به وجود آمدند در مدت  $80-70$  میلیون سال جنه آن‌ها بزرگ شد و در کره زمین گسترش پیدا کردند به دلیل ناسازگاری با تغییرات محیطی ۶۵ میلیون سال پیش از بین رفتند.

### سن زمین

سن سنگ‌ها و پدیده‌ها به دو روش تعیین می‌شود: نسبی و مطلق

#### تعیین سن نسبی

ترتیب وقوع پدیده‌ها از نظر زمانی و در مقایسه با یکدیگر مشخص می‌شود.

#### تعیین سن مطلق (رادایومتری)

سن واقعی پدیده‌ها با استفاده از عناصر پرتوزا اندازه‌گیری می‌شود.

**عناصر پرتوزا:** این عناصر مدام با سرعت ثابت در حال واپاشی هستند و پس از واپاشی پایدار می‌شوند.

مدت زمانی که طول می‌کشد عنصر رادیواکتیو به عنصر پایدار تبدیل شود  $\leftarrow$  نیم‌عمر عنصر

محاسبه سن پدیده در تعیین سن مطلق،

$$\text{طول نیم‌عمر} \times \text{تعداد نیم‌عمر} = \text{سن پدیده}$$

پیوند با ریاضی

۱- اورانیوم ۲۳۵، نخستین سنگ‌های کره زمین ۴ میلیارد سال پیش تشکیل شده‌اند.

۲- از کربن ۱۴ برای تعیین سن نمونه‌های کربن‌دار استفاده می‌شود، جمجمه انسان و ماموت کربن‌دار هستند.

$$3 - \text{مقدار کربن ۱۴ باقی‌مانده} = \frac{1}{8} \text{ مقدار کربن اولیه} \Rightarrow \text{تعداد نیم‌عمر} = 3$$

$$\text{نیم‌عمر} \times \text{تعداد نیم‌عمر} = \text{سن نمونه}$$

$$17190 = \text{سن} \quad 3 \times 5730 = \text{سن نمونه}$$

### زمان در زمین‌شناسی

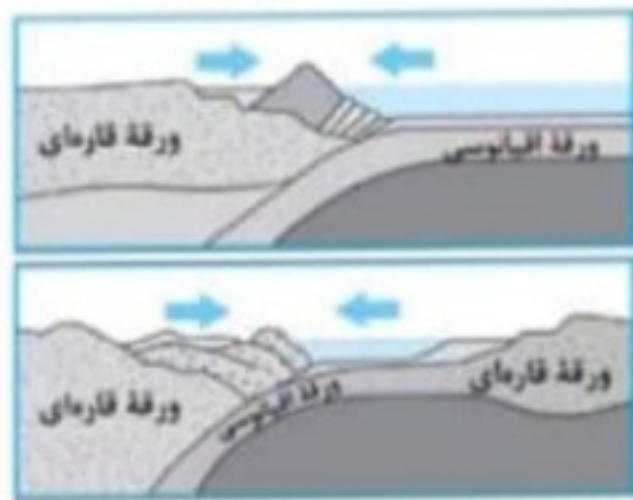
معیار تقسیم‌بندی واحدهای زمین‌شناسی مانند عصر، دوره، دوران و اتون (ابردوران) به حوادثی مانند به وجود آمدن و از بین رفتن یک گونه خاص، حوادث کوهزایی، پیش‌روی یا پس‌روی جهانی دریاها، عصرهای یخبندان و ... بستگی دارد.



۳ مرحله بسته شدن، ورقه اقیانوسی از حاسیه به زیر ورقه قاره‌ای مجاور خود فرورانده می‌شود (درازگودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش، اقیانوس بسته می‌شود.

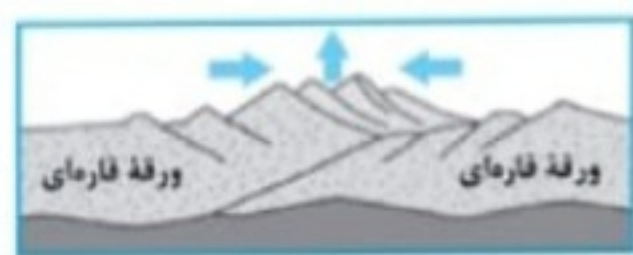
**نمونه:** بسته شدن اقیانوس تیس

۴ در برخی اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام در بخشی از آن ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرورانده شده و درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی تشکیل می‌شوند.



بسته شدن حوضه اقیانوسی ایجاد شده

۴ مرحله برخورد، با بسته شدن اقیانوس‌ها و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده، رشته‌کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا)، زاگرس (برخورد عربستان به ایران) و ... را به وجود می‌آورند.



برخورد ورقه‌ها و ایجاد رشته‌کوه

### تشکیل اقیانوس جدید:



ایجاد شکاف:



گسترش شکاف:



تشکیل اقیانوس:

### شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی

#### سنجش از دور:

- علم و فن آوری جمع‌آوری اطلاعات از عوارض سطح زمین، بدون تماس فیزیکی با آنها است.
- این علم شامل اندازه‌گیری، ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین است.
- پرتوهای بازتابی از نوع امواج الکترومغناطیس هستند (این پرتوها دارای منابع گوناگونی مانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا پرتوهای مصنوعی می‌باشند).
- به دست آوردن اطلاعات از سطح زمین و سطح دریاها با استفاده از تصاویر گرفته شده از بالای آنها، از بخش‌هایی از طیف الکترومغناطیسی که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده‌اند، انجام می‌شود.

**نوجه:** قوی‌ترین منبع تولید انرژی الکترومغناطیسی، خورشید است که این انرژی را در تمام طول موج‌ها تابش می‌کند.

**نکته:** متخصصان این رشته‌ها در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، شرکت ملی نفت ایران و ... می‌توانند به کمک آن حوادثی مانند: وقوع سیل، تغییرات سطح زمین، پراکندگی ریزگردها و ... را بررسی کنند و در کیفیت‌بخشی و بهبود اجرای پروژه‌های اکتشافی و آموزشی کمک شایانی داشته باشند.

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	اتون	
۶۶	انسان	کواترنری	سوزنیگ	پالئوژن	
	تنوع پستانداران	پالئوژن			
		پالئوژن			
۲۵۱	انقرض دایناسورها	تریاس	مروزیگ	پالئوژن	
	نخستین گیاهان گلدار				
	نخستین پرنده				
	نخستین پستاندار				
۵۴۱	انقرض گروهی	پالئوژن	پالئوژن	پالئوژن	
	نخستین خزنده				
	نخستین دوزیست				
	نخستین گیاهان آونددار				
	نخستین ماهی‌ها				
	نخستین تریلوبیت				
۲۵۰۰	هادن	پالئوژن	پالئوژن	پالئوژن	
					۴۰۰۰
					۴۶۰۰

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم آن

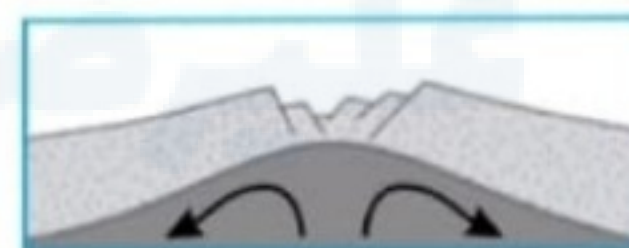
### پیدایش اقیانوس‌ها

قاره‌ای } ورقه‌های سنگ‌کره  
اقیانوسی }

**نکته:** سنگ‌کره قاره‌ای نسبت به سنگ‌کره اقیانوسی ضخیم‌تر است و چگالی کم‌تری دارد. از طرفی سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و حدود ۳/۸ میلیارد سال بوده در حالی که سنگ‌های بستر اقیانوس‌ها حداکثر ۲۰۰ میلیون سال قدمت دارند.

- گاهی بخشی از یک ورقه، جنس قاره‌ای و در بخش دیگر از جنس اقیانوسی است. ← مانند ورقه هند
- گاهی در همه جا از آب پوشیده شده است و از جنس اقیانوسی است ← ورقه اقیانوس آرام
- توزو ویلسون مراحل تشکیل اقیانوس‌ها را مطرح کرد، که به چرخه ویلسون معروف است.

### مراحل چرخه ویلسون



ایجاد شکاف در پوسته قاره‌ای

۱ مرحله بازشدگی، بر اثر جریان‌های همرفتی خمیرکره، بخشی از پوسته قاره‌ای شکافته می‌شود و مواد مذاب خمیرکره صعود کرده و به سطح زمین می‌رسند (نمونه‌ای از آن در شرق آفریقا ایجاد شده است).

۲ مرحله گسترش، در محل شکاف ایجاد شده مواد مذاب خمیرکره به بستر اقیانوس می‌رسند، پشته‌های اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید به طرفین حرکت می‌کند ← بستر اقیانوس گسترش می‌یابد.

**نمونه ۱:** بستر اقیانوس اطلس (دور شدن آمریکای جنوبی از آفریقا)

**نمونه ۲:** دریای سرخ (دور شدن عربستان از آفریقا)



ایجاد و گسترش پوسته اقیانوسی



شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است.

آثار و بقایای موجودات گذشته زمین را بررسی می‌کند.

کارشناسان این رشته بر پایه مطالعه فسیل‌ها و با توجه به پیدایش و نابودی آن‌ها می‌توانند به سن نسبی لایه‌های زمین و محیط زندگی موجودات در گذشته پی ببرند.

**نکته:** متخصصان این رشته‌ها در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت ملی نفت ایران در کیفیت‌بخشی و بهبود اجرای پروژه‌های اکتشافی و آموزشی کمک می‌کنند.

## فصل ۲

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

بخش عمده مواد مورد نیاز ما برای زندگی از منابع معدنی تأمین می‌شود. منابع معدنی از زمین استخراج و پس از فرآوری مصرف می‌شوند.

**نمونه:** مس موجود در کابل‌های برق، آهن مورد استفاده در ریل راه‌آهن، مناد از کانی گرافیت، خمیردندان از کانی فلئوریت و ... از منابع معدنی تهیه می‌شوند.

### غلظت عناصر در پوسته زمین

#### غلظت کلارک (ترکیب شیمیایی میانگین پوسته زمین)

دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک و رینگ‌وود تعداد بسیار زیادی از سنگ‌های مناطق مختلف را نمونه‌برداری و ترکیب شیمیایی آن‌ها را تعیین کردند.

غلظت کلارک عناصر فراوان در پوسته زمین	
عناصر	درصد براساس وزن
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۵/۰۶
سدیم	۲/۳۲
پتاسیم	۲/۷۷
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیم	۰/۸۶
فسفر	۰/۱۲
منگنز	۰/۱۰
روی	۰/۰۱۳
مس	۰/۰۰۷
سرب	۰/۰۰۰۱۶

**نکته:** براساس این جدول، اکسیژن بیشترین درصد و سرب کم‌ترین درصد را در میان عناصر دارند.

**کاربردهای غلظت میانگین عناصر:** با اندازه‌گیری مقدار غلظت عناصر در سنگ‌ها و خاک‌های هر منطقه و مقایسه آن با غلظت میانگین، می‌توان به فرایندهایی مثل حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و تاریخچه تکوین یک منطقه پی برد.

**بی‌هنجاری مثبت و منفی:** زمین‌شناسان به دنبال پیدا کردن مناطقی هستند که در آن نقاط غلظت عناصر از میانگین کلارک بیشتر است. این مناطق، مناطقی با بی‌هنجاری مثبت است. در مناطقی که غلظت عناصر از غلظت میانگین پایین‌تر است، بی‌هنجاری منفی داریم.

### کانی‌ها

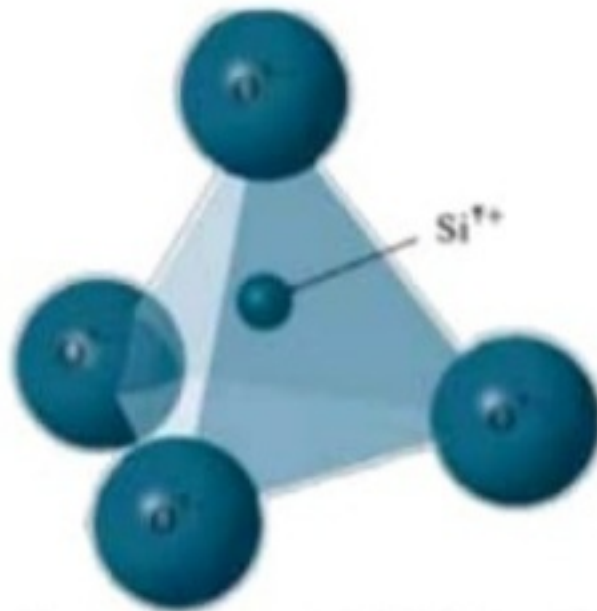
۱- سیلیکات‌ها

دسته‌بندی کانی‌ها براساس ترکیب شیمیایی

۲- غیرسیلیکات‌ها

۱) سیلیکات‌ها، حدود ۹۰٪ پوسته زمین را تشکیل می‌دهند و بنیان سیلیکاتی ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) دارند. در سنگ‌های آذرین، رسوبی یا دگرگونی یافت می‌شوند.

۲) غیرسیلیکات‌ها، در ترکیب خود بنیان سیلیکات ندارند. در انواع سنگ‌ها یافت می‌شوند.



از اتصال چهار اتم اکسیژن به یک اتم سیلیسیم، هرم چهار وجهی تشکیل می‌شود که واحد بنیادی سیلیکات‌ها است.

**کانه:** گروهی از کانی‌ها که در آن‌ها یک فلز ارزشمند وجود دارد.

ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی	کانه
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	آهن	هماتیت
$\text{Fe}_3\text{O}_4$	آهن	مگنتیت
$\text{CuFeS}_2$	مس	کالکوپیریت
$\text{PbS}$	سرب	گالن

**نکته:** کانیهایی که به صورت آزاد یافت می‌شوند ← طلا، نقره و مس

### کانسنگ (سنگ معدن)

کانسنگ از دو بخش کانیه و باطله تشکیل شده است؛ کانیه، بخش ارزشمند کانسنگ است.

**نمونه:** کانیه کالکوپیریت ( $\text{CuFeS}_2$ ) (کانسنگ مس) ← مس

باطله، ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارد.

**نمونه:** باطله کالکوپیریت (کانسنگ مس) ← کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت و ...

کانی‌های باطله کالکوپیریت، کوارتز، فلدسپار، کانی‌های رسی، پیریت

**کانسار:** بخشی از پوسته زمین که غلظت عناصر در آن‌جا نسبت به غلظت میانگین زیاد است (بی‌هنجاری مثبت)، در این مناطق استخراج از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

**نکته:** استخراج کانسنگ پر هزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداری می‌شود که دارای یک عنصر با حجم و غلظت کافی باشد.

با شروع بهره‌برداری یا معدن‌کاری یک معدن شکل می‌گیرد.

۱- ماگمایی

۲- گرمایی

۳- رسوبی

۱) **کانسنگ‌های ماگمایی:** از یک ماگمای در حال سرد شدن تشکیل می‌شوند. با سرد شدن و تبلور یک ماگما عناصری که چگالی نسبتاً بالایی دارند، در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند و این کانسنگ‌ها را می‌سازند.

**نمونه:** کانسنگ‌های برخی عناصر فلزی مانند کروم، نیکل، پلاتین و آهن



**پگماتیت:** در صورتی که پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقدار آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید و ... فراوان و از طرفی زمان تبلور بسیار کند باشد، سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود که می‌تواند کانسار مهمی برای بعضی از عناصر مثل لیتیم و بعضی از کانی‌های گوهری مانند زمرد یا کانی صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) باشد.

**۲ کانسنگ‌های گرمایی:** در بخش‌های عمیق پوسته به علت گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی و یا توده‌های مذاب، دمای آب زیاد می‌شود و برخی از عناصر را در خود حل می‌کند. این آب‌ها برخی از عناصر را در داخل شکستگی‌های سنگ‌ها ته‌نشین می‌کنند و رگه‌های معدنی می‌سازند.

**نحوه:** منشا این آب‌ها ممکن است از ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و یا آب‌های زیرزمینی راه‌یافته به اعماق زمین باشد که باعث انحلال برخی عناصر می‌شوند.

**نمونه:** در کانسارهای مس، عنصر مس در کانی‌های مختلفی مانند کالکوپیریت و تعدادی کانی دیگر یافت می‌شود عیار عنصر مس در این کانسنگ‌ها کمتر از یک درصد است ← ۹۹٪ کانسنگ استخراج شده باطله است.

**نمونه:** ذخایر مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع و طلا

**شیب زمین گرمایی:** در پوسته زمین هر ۱۰۰ متر که به عمق می‌روید، ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد! به این تغییرات دما شیب زمین گرمایی می‌گویند.

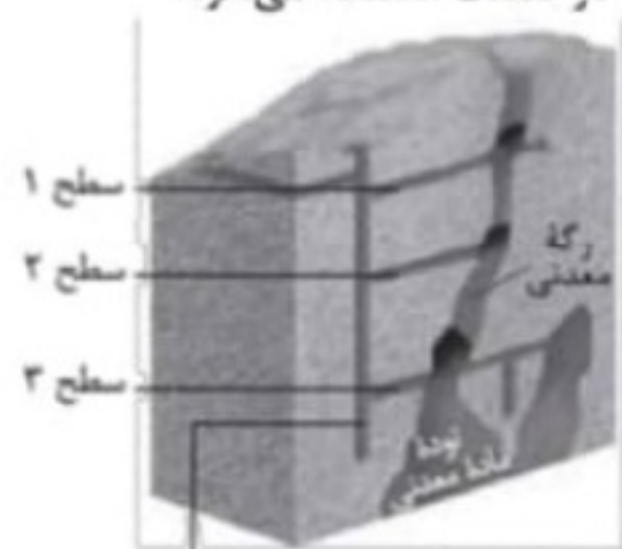
**۳ کانسنگ‌های رسوبی:** ذخایر سرب و روی در سنگ‌های آهکی، مس و اورانیم موجود در ماسه‌سنگ‌ها نمونه‌ای از کانسنگ‌های رسوبی هستند.

**نکته:** هوازدگی سنگ‌ها باعث می‌شود تا کانی‌های آن در رسوبات تخریبی رودخانه به علت چگالی زیاد ته‌نشین شده و به صورت خالص بهره‌برداری شود؛ مانند پلاسره‌های طلا، الماس، پلاتین و ...

**نمونه:** برداشت طلا از رودخانه زرشوران در منطقه تخت سلیمان تکاب

**سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی:** مواد معدنی که فلزی نیستند و به منظور کاربردهای صنعتی یا روزمره مثل ساختمان‌سازی، ساخت آجر یا کاشی و سرامیک استخراج می‌شوند.

**نمونه:** شن و ماسه، خاک رس و ...



نحوه بهره‌برداری از معادن زیرزمینی

### گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

گوهرها، شامل سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی هستند که به دلیل زیبایی، درخشش، استحکام، سختی بالا، رنگ و کمیاب بودن از سایر کانی‌ها و سنگ‌ها متمایز هستند. (از میان ۴۰۰۰ کانی شناخته‌شده، حدود ۱۰۰ کانی ویژگی‌های یک گوهر را دارند)

**نمونه:** یاقوت، زمرد، فیروزه و عقیق

**نکته:** توسط فرایندهای ماگمایی، گرمایی و دگرگونی و اکثراً تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و گاهی با حضور مواد فرار به وجود می‌آیند.

سختی کانی‌ها براساس مقیاس سختی موهس توصیف می‌شود. این مقیاس بین عدد ۱ (نرم‌ترین در تالک) تا عدد ۱۰ (سخت‌ترین در الماس) تقسیم‌بندی می‌شود.

رنگ‌ها به کانی‌ها زیبایی می‌دهد. مانند کانی کریزوبریل (چشم‌گره) با درخشش اپالی و گوهر سیلیسی به نام اپال (معروف به اپال گران‌بها) که درخشش رنگین‌کمانی دارد.

### نمونه‌هایی از گوهرها:

**۱ الماس:** بی‌رنگ با ترکیب کربن خالص ← در دما و فشار بسیار زیاد در گوشته زمین تشکیل می‌شود.

کاربرد: استفاده گوهری و استفاده در ساینده‌ها

**۲ یاقوت:** نام علمی آن کربندوم (اکسید آلومینیم) است. کانی کربندوم آبی به یاقوت کبود و کانی کربندوم قرمز به یاقوت سرخ معروف است. سخت‌ترین کانی بعد از الماس می‌باشد.

**۳ زمرد:** معروف‌ترین و گران‌ترین سیلیکات برلیوم که به رنگ سبز یافت می‌شود.

**۴ گارنت:** از کانی‌های سیلیکاتی است که در سنگ‌های دگرگونی یافت می‌شود و معمولاً به رنگ سبز، قرمز، زرد و نارنجی دیده می‌شود؛ اما معروف‌ترین رنگ آن قرمز تیره است.

**۵ عقیق:** کانی سیلیسی با ترکیب شیمیایی  $SiO_2$  با رنگ‌های متنوع است. به نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود. یک نوع کوارتز نیمه‌قیمتی است که در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود.

**۶ زبرجد:** به نوع شفاف و قیمتی کانی البون، زبرجد می‌گویند. سیلیکاتی و به رنگ سبز زیتونی است.

**۷ فیروزه (تورکوایز):** دارای ترکیبات فسفاتی است و یک گوهر باستانی که اولین بار در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور یافت شد.

### سوخت‌های فسیلی

این سوخت‌ها از تجزیه مواد آلی گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند که در رسوبات یا سنگ‌های رسوبی ذخیره شده‌اند.

در بیشتر کشورهای جهان، سوخت‌های فسیلی منبع اصلی تولید انرژی هستند.

### نفت و گاز

**الف:** هیدروکربن‌هایی که به طور طبیعی به صورت مایع، گاز و نیمه‌جامد در زمین وجود دارند.

**ب:** نفت خام در دریاها یا کم‌عمق (کم‌تر از ۲۰۰ متر) به وجود می‌آید. (برخلاف زغال سنگ که در محیط‌های خشکی مانند محیط مردابی (اکسیژن اندک) تشکیل می‌شود).

### معدن

#### اکتشاف معدن

مرحله ۱، بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی به منظور شناسایی ذخایر معدنی. (با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی مثل خواص الکتریکی و مغناطیسی کانسنگ‌ها به روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر پنهان را شناسایی می‌کنند).

**مثال:** جست‌وجوی ذخایر زغال سنگ در سنگ‌های رسوبی و جست‌وجوی سنگ‌های رسوبی تبخیری (مانند گچ، نمک و ژپس) در آب‌وهوای گرم و خشک.

مرحله ۲، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق تا حدی که ماده معدنی وجود دارد.

مرحله ۳، انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه برای تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی و شناسایی کانی‌های موجود در آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی.

مرحله ۴، تحلیل داده‌ها و تعیین مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی توسط زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف.

#### استخراج معدن و فرآوری ماده معدنی

عملیات استخراج با تعیین اقتصادی بودن ذخایر آغاز می‌شود.

انواع روش استخراج براساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته زمین



(ب)



(الف)



- ۱) پلانکتون‌ها و باکتری‌ها پس از مرگ در رسوبات ریزدانه بستر دریا مدفون می‌شوند.
  - ۲) ماده آلی باقی‌مانده توسط لایه‌های بالایی پوشیده شده و در لایه‌های رسوبات سنگ منشأ (سنگ مادر) نفت را تشکیل می‌دهد.
  - ۳) مواد آلی (نظیر اسیدهای چرب) در طی تبدیل رسوب ریزدانه به سنگ مادر، از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی به نفت خام تبدیل می‌شود.
- نکته:** در فرایند تشکیل ذخایر نفتی عواملی مانند دما، فشار، وجود باکتری‌های غیرهوازی، زمان و محیطی بدون اکسیژن اهمیت فراوانی دارد.



تشکیل ذخایر نفت و گاز در محیط‌های دریایی

### مهاجرت نفت

**مهاجرت اولیه** ← نفت و گازی که در سنگ مادر تشکیل شده‌اند، همراه با آب دریا که از زمان رسوب‌گذاری به دام افتاده، ناشی از فشار طبقات فوقانی و از طریق نفوذپذیری سنگ‌ها به سمت بالا و اطراف حرکت می‌کند.

**مهاجرت ثانویه** ← در داخل سنگ مخزن، به دلیل اختلاف چگالی، آب‌شور، نفت و گاز از هم جدا می‌شوند که به این نوع جدایش مهاجرت ثانویه می‌گویند.

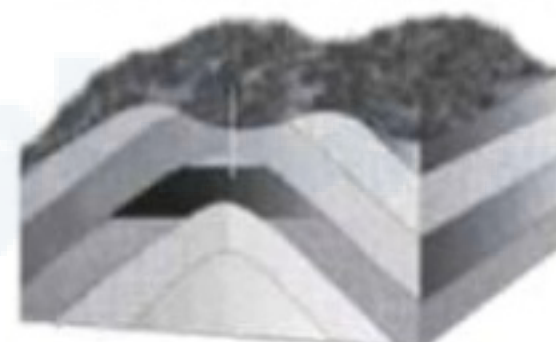
سنگ مخزن، تخلخل و نفوذپذیری آن زیاد است مانند ماسه‌سنگ و سنگ آهک حفره‌دار (ریف‌های مرجانی).

**چشمه‌های نفتی:** اگر مانعی در مسیر حرکت نباشد، نفت به سطح زمین راه می‌یابد و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورد.

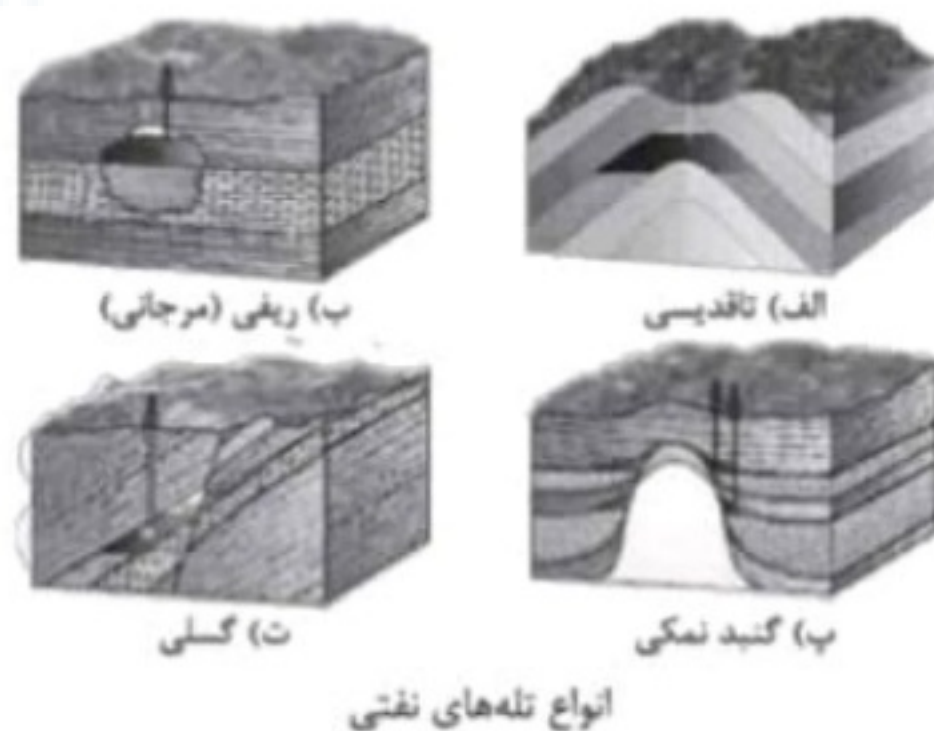
نفت بعد از رسیدن به سطح زمین } دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی شده و ذخایر قیر طبیعی را به وجود می‌آورد.

**تله‌های نفتی:** اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر (پوش‌سنگ) مثل گچ و شیل برسند، این تله‌های نفتی، نفت و گاز را در سنگ مخزن که یکی از اجزای نفت‌گیر است به دام می‌اندازند.

نفت و گاز با حفاری چاه‌های عمیق در سنگ مخزن استخراج می‌شود.



- مخازن نفتی (نفت‌گیرها و تله‌های نفتی) دارای شکل (وضعیت) هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت می‌باشند.
- نفت‌گیرها انواع مختلفی مانند تاقدیسی، گسلی، گنبد نمکی، ریف (مرجانی) و ... دارند.



انواع تله‌های نفتی

- ۹۹/۹ درصد نفتی که در طول تاریخ تولید شده به سطح زمین رسیده و از بین رفته و ۰/۱ درصد آن ذخایر نفتی را به وجود آورده است.

### زغال‌سنگ

- سوخت فسیلی جامد است.
- از مواد آلی گیاهی (که از درختان، بوته‌زارها و چمن‌زارها حاصل شده است) تشکیل می‌شود.
- در محیط‌های خشکی به وجود می‌آید.
- مواد آلی در باتلاق‌ها انباشته‌شده، با رسوبات پوشیده می‌شوند و بدون حضور اکسیژن توسط باکتری‌های غیرهوازی و به مرور به تورب که زغال‌سنگ نارس است تبدیل می‌شوند.

### مراحل تشکیل:

مواد آلی گیاهی توسط رسوبات موجود در باتلاق‌ها پوشیده می‌شوند و به مرور زمان به تورب (زغال نارس) تبدیل می‌شوند.

در اثر فشار رسوبات و سنگ‌های بالایی آب و مواد فرار مثل  $CO_2$  و  $CH_4$  از تورب خارج می‌شوند.

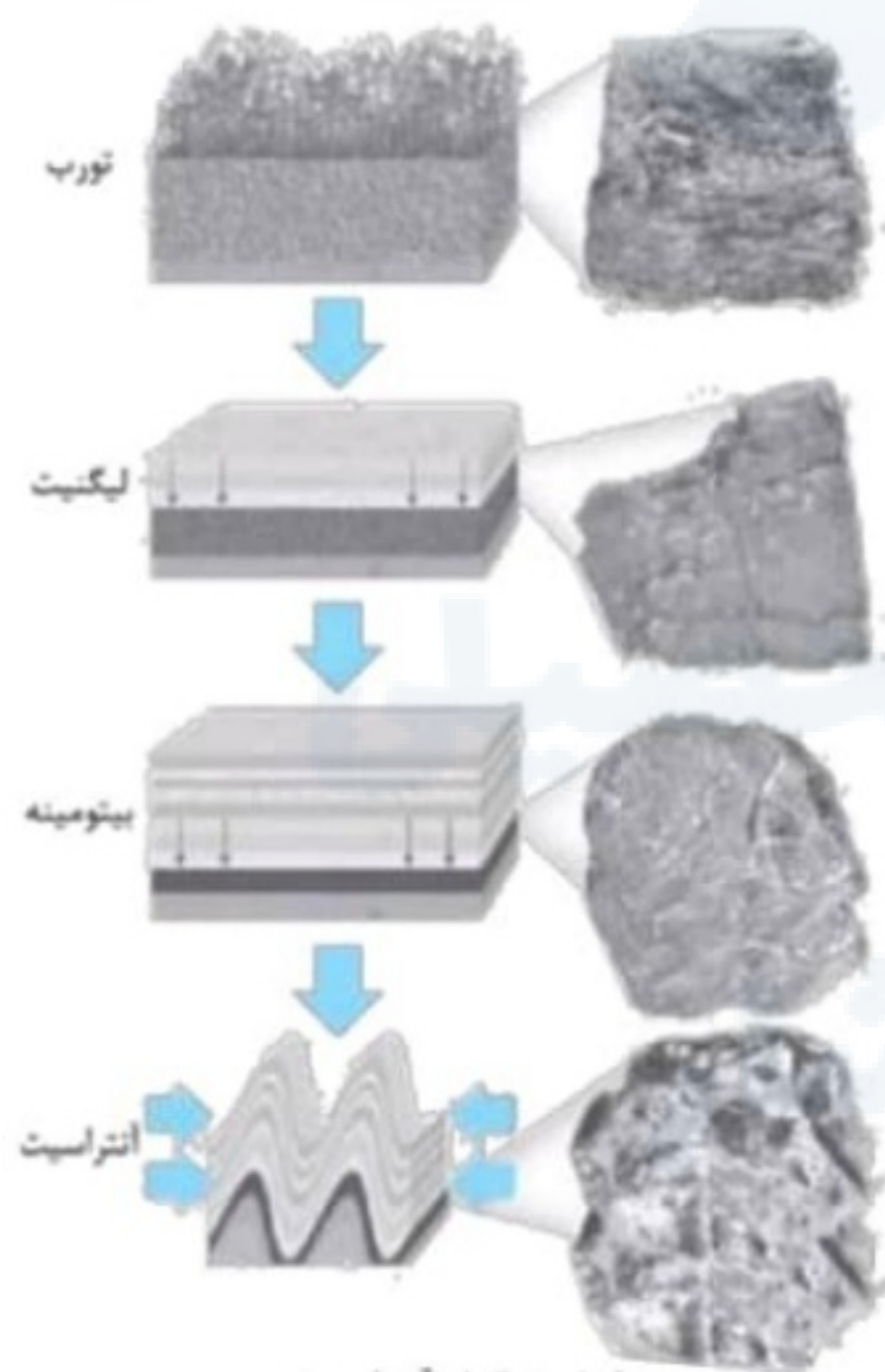
در اثر فشار، ضخامت تورب (ماده‌ای پوک و متخلخل) کاهش می‌یابد و به لیگنیت تبدیل می‌شود.

افزایش تراکم ↓

لیگنیت به بیتومینه تبدیل می‌شود.

تراکم بیشتر ↓

بیتومینه به زغال‌سنگ تبدیل می‌شود.



مراحل تشکیل انتراسیت

**نکته ۱:** در فرایند زغال‌شدگی از تورب تا انتراسیت با خروج تدریجی آب و مواد فرار، درصد کربن افزایش می‌یابد و کیفیت و توان تولید انرژی زغال‌سنگ بهتر می‌شود.

**نکته ۲:** در برخی کشورها مثل ایرلند از تورب به عنوان یک ماده سوختی استفاده می‌کنند.

### شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی

**سنگ‌شناسی (پترولوژی):** در این علم شیوه تشکیل، منشأ، رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی بررسی می‌شود.

همچنین فرایندهای دگرگونی، آتشفشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین، ماه و دیگر سیاره و مناطق زمین‌گرایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.



**مسئله:** آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ متر مربع و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است.  
۱- آبدهی رود را حساب کنید.

$$Q = A \times V = 100 \times 2 = 200 \text{ m}^3/\text{s}$$

۲- اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، در طی یک هفته چند متر مکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

$$7 \times 24 \times 3600 = 604800$$

ثانیه ساعت روز

$$604800 \times 200 = 120960000 \text{ m}^3/\text{s}$$

### انواع رودخانه

۱) دائمی: در مناطق مرطوب که بارندگی زیاد و تبخیر کم است، جریان دارند. (در این رودخانه‌ها بخشی از آب که همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد.)

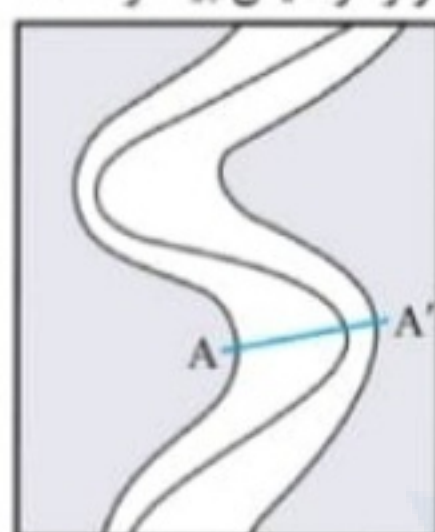
**نکته:** آب این رودخانه‌ها در زمانی که بارندگی نیست از ذوب برف‌ها و یا از ورود آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود.

۲) موقت: در مناطق گرم و خشک که مقدار بارندگی کم و تبخیر زیاد است، بیشتر رودخانه‌ها موقت و فصلی هستند.

### رسوب‌گذاری و فرسایش در رودخانه:

در نقطه A رسوب‌گذاری بیشتر و فرسایش کمتر است.

در نقطه A' رسوب‌گذاری کمتر و فرسایش بیشتر است.



### آب‌زیرزمینی

آبی است که در منافذ و فضاهای خالی لایه‌های زیر زمین جمع می‌شود و از طریق چاه، چشمه و قنات، قابل بهره‌برداری می‌گردد.

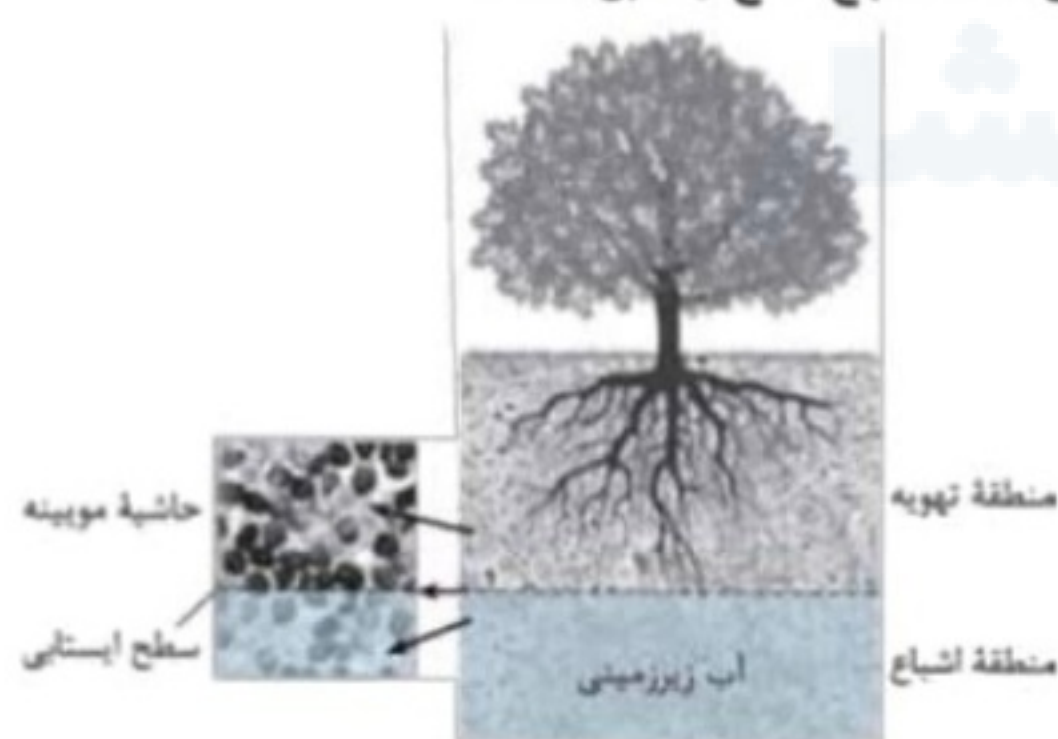
آب زیرزمینی بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین قابل بهره‌برداری در خشکی‌ها است.

### سطح‌ایستایی

**منطقه تهویه:** بخشی از آبی که به داخل زمین نفوذ کرده است به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد و به طوری که منافذ توسط آب‌وهوا پر می‌شود و منطقه تهویه شکل می‌گیرد.

**منطقه اشباع:** بخشی از آب نفوذی به طرف عمق بیشتر نفوذ می‌کند تا به سنگ بستر برسد و بر روی آن جمع شود و منطقه اشباع را ایجاد کند.

سطح بالایی منطقه اشباع سطح ایستایی است.



توزیع عمقی آب زیرزمینی و تشکیل سطح ایستایی

**نکته ۱:** عمق سطح ایستایی در مناطق مختلف متفاوت است.

**نکته ۲:** سطح ایستایی تقریباً از توپوگرافی (عارضه‌نگاری) سطح زمین تبعیت می‌کند.

۱) اگر سطح ایستایی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه یا برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود.

**زمین‌شناسی اقتصادی:** این زمین‌شناسان با بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان‌هایی هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها قرار دارند.

### زمین‌شناسی نفت:

کارشناسان این رشته چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین را بررسی می‌کنند.

مکان‌هایی که نفت می‌تواند در آن‌جا انباشته شود را شناسایی می‌کنند.

مکان‌هایی که از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می‌کنند.

### ژئوشیمی:

ژئوشیمی علم مطالعه شیمی سیارات و راهی برای شناخت ترکیب سیارات و زمین است. (ترکیب سیارات همون ترکیب زمینها)

این علم توزیع نامساوی عناصر در زمین را بررسی می‌کند.

## فصل ۳: منابع آب و خاک

زندگی بدون آب امکان‌پذیر نیست. آب مورد نیاز از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود. بارش‌های جوی در تأمین این منابع نقش اساسی دارند.



**نکته:** میزان بارش و نوع پوشش گیاهی بر مقدار برگاب مؤثر هستند.

### آب جاری

مقدار این آب در مقایسه با حجم آب‌کره ناچیز است، اما اهمیت زیادی دارد.

### آبدهی

سرعت حرکت آب نقاط مختلف یک رودخانه متغیر است. با تعیین سرعت آب و اندازه‌گیری سطح مقطع رودخانه می‌توان مقدار آبدهی (دبی) را محاسبه کرد.

مساحت سطح مقطع  
جریان آب برحسب  $\text{m}^3$  و (مترمربع)

$$Q = A \times V \rightarrow \text{m}^3/\text{s}$$

سرعت جریان آب برحسب  $\text{m}^3/\text{s}$

در واقع آبدهی عبارت است از حجم آبی که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند.

آبدهی رودخانه در بهار به علت ذوب برف‌ها و بارندگی افزایش می‌یابد و در طول تابستان کاهش می‌یابد.



TH: سختی کل (میلی گرم در لیتر)

$$TH = (2/5 \times 50) + (4/1 \times 25) = 268/5 \text{ mg/Lit}$$

**نمونه ۳:** املاح موجود در چاه شماره (۱) به دلیل این که آب مسافت بیشتری را طی کرده است بیشتر است.



### ذخایر آب

- تجدیدپذیر: پس از مصرف انسان در زمان معینی، از طریق چرخه آب جایگزین می شود.
  - تجدیدناپذیر: پس از مصرف جایگزین نمی شود.
- نکته:** برای این که بحران آب نداشته باشیم، باید مقدار بهره برداری از منابع آب کم تر از میزان تغذیه آن منبع باشد.
- آب های فسیلی، آب هایی که در طی چند هزار سال در اعماق زیاد محبوس شده اند و در چرخه آب قرار ندارند.

### بیلان (ترازنامه) آب

هدف از محاسبه بیلان آب ← تعیین نوسانات حجم ذخیره منابع آب یک منطقه

$$I - O = \Delta S$$

↑  
مقدار آب خروجی از آبخوان  
↓  
تغییرات حجم ذخیره آب به ورودی

مقدار آب ورودی به آبخوان < مقدار آب خروجی از آبخوان ← بیلان مثبت  
مقدار آب ورودی به آبخوان > مقدار آب خروجی از آبخوان ← بیلان منفی

### فرونشست زمین

علت ← برداشت بی رویه آب زیرزمینی

- در بسیاری از دشت های ایران بیلان منفی دیده می شود.
  - فرونشست زمین: (۱) به صورت سریع، به شکل فروچاله ایجاد می شود.
  - (۲) به صورت آرام و در سطح وسیعی از یک منطقه با ایجاد ترک و شکاف نمایان می شود.
- راه حل برای کاهش میزان فرونشست زمین ← کاهش بهره برداری از منبع آب زیرزمینی و تغذیه مصنوعی آبخوان ها

### آلودگی منابع آب زیرزمینی

کیفیت آب زیرزمینی به مقدار املاح در آن بستگی دارد.

منابع آلاینده آب زیرزمینی  
(الف) نقطه ای  
(ب) غیرنقطه ای

**نقطه ای:** مواد آلاینده از یک نقطه مشخص مثل یک چاه فاضلاب (چاه جذبی) به طور مستقیم وارد آب می شوند.

**غیرنقطه ای:** آلودگی با رواناب های آلوده از مراتع، جنگل ها و زمین های کشاورزی به زمین نفوذ می کند و وارد آب می شود.

### حریم منابع آب

تعیین حریم ← برای حفاظت از منابع آب می باشد.

کیفی: برای چاه های آب شرب به صورت پهنه های حفاظتی تعریف می شود.  
انواع حریم: کمی: براساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می شود که حدود ۵۰۰ متر است.

(۲) در صورتی که سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاق یا شوره زار شکل می گیرد.

### تخلخل و نفوذپذیری

برای تشکیل آبخوان سنگها و رسوبات باید فضای خالی داشته باشند.

فضاهای خالی: منافذ اولیه: از ابتدای تشکیل سنگ وجود داشته اند.  
فضاهای خالی: منافذ ثانویه: پس از تشکیل سنگ بر اثر شکستگی، هوازدگی، انحلال یا عوامل دیگر به وجود آمده اند.

### محاسبه تخلخل (درصد فضاهای خالی):

$$\text{تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی (m}^3\text{)}}{\text{حجم کل (m}^3\text{)}} \times 100$$

**نکته:** ممکن است تخلخل خاک یا سنگ زیاد باشد و آب زیادی را در خود ذخیره کند اما نفوذپذیری آن کم باشد و آب از آن عبور نکند مثل خاک رس.  
میزان نفوذپذیری خاک به میزان ارتباط و اندازه منافذ بستگی دارد.  
درصد تخلخل آبخوان ← بیانگر مقدار آب ذخیره شده در آن است.  
نفوذپذیری آبخوان ← نشانگر توانایی آبخوان در هدایت آب است.

### آبخوان

سنگها و رسوبات از نظر تشکیل آبخوان و میزان ابدهی متفاوت هستند.  
آبرفت ها و سنگ های آهکی حفره دار (آهک کارستی) ← می توانند آبخوان تشکیل دهند.  
سنگ های دگرگونی، شیل ها و سنگ های آذرین ← آبخوان خوبی تشکیل نمی دهند.  
عواملی مانند شرایط آب و هوایی، میزان نفوذپذیری، تخلخل، شیب زمین و ساختمان زمین شناسی محل بر نوع آبخوان تأثیر دارد.

**نکته:** اگر چاهی در یک لایه آبدار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه، نمایانگر سطح ایستابی و در لایه آبدار تحت فشار، سطح پیزومتریک است.

### حرکت آب زیرزمینی

حرکت آب در داخل زمین نیازمند انرژی است. آب از جایی با انرژی بیشتر (سطح ایستابی بالاتر) به جایی با انرژی کم تر در مسیر منحنی شکل می رود. (واضه رنگه) حرکت آب زیرزمینی از حرکت آب رودخانه کندتر است.

### ترکیب آب زیرزمینی

ترکیب آب زیرزمینی در مناطق مختلف، متفاوت است.  
آب زیرزمینی شامل: کلریدها، سولفات ها، بی کربنات های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن است.  
غلظت نمک های حل شده در آب زیرزمینی به موارد زیر بستگی دارد:

- جنس کانی ها و سنگها
- سرعت نفوذ آب
- دمای آب
- مسافت طی شده توسط آب

**نمونه ۱:** سنگ های آذرین و دگرگونی به راحتی در آب حل نمی شوند اما سنگ نمک و سنگ گچ به راحتی حل می شوند ← آب آبخوان های دارای سنگ های تبخیری مقدار زیادی نمک دارد.

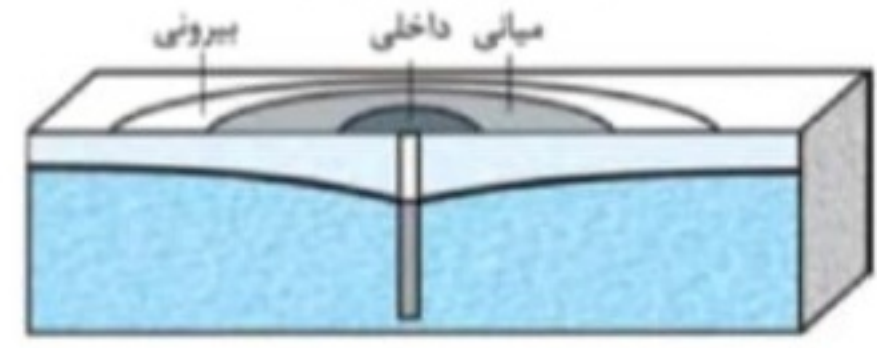
**نمونه ۲:** آب موجود در سنگ های کربناتی، معمولاً از نوع آب های سخت است، یعنی درصد یون های کلسیم و منیزیم بیشتری دارد. این گونه آبها به خوبی با صابون کف نمی کنند و رسوباتی را در لوله ها و ظرف ها ته نشین می کنند، به همین دلیل استفاده از آن در صنعت و آشامیدن محدودیت دارد. یون های کلسیم و منیزیم (فراوان ترین یون های موجود در آب) ملاک سختی آب هستند.

**مثال:** نمونه آبی دارای ۵۰ میلی گرم در لیتر، یون کلسیم، ۲۵ میلی گرم در لیتر یون منیزیم است. سختی کل آب چه قدر است؟

$$TH = 2/5 \text{ Ca}^{2+} + 4/1 \text{ Mg}^{2+}$$



**بهنه حفاظتی:** محدوده‌ای در اطراف چاه که آلاینده‌ها قبل از رسیدن به این چاه از بین می‌روند؛ که شامل سه بخش داخلی، میانی و بیرونی است.



بهنه‌های حریم چاه

### خاک

خاک ← حاصل هوازدگی سنگ‌ها است.

۱- آلی (هوموس)

بخش‌های خاک ← شامل برخی کانی‌ها مانند کانی‌های رسی و کوارتز که حاوی عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، کلسیم و ... می‌باشد.

نوع سنگ مادر

شیب زمین

فعالیت جانداران

اقلیم منطقه

عوامل تعیین‌کننده ترکیب خاک

درشت‌دانه (خاک‌های شنی)

متوسط‌دانه (ماسه و لای)

ریزدانه (خاک‌های رسی)

انواع خاک براساس اندازه ذرات

**نکته:** معمولاً خاک‌های طبیعی ترکیب این سه دسته هستند.

هر چه ذرات خاک ریزتر باشند، آب بیشتری در خود نگه می‌دارند و مقدار کم‌تری را عبور می‌دهند.

خاک رس ← بسیار ریزدانه است. در نتیجه گردش آب‌وهوا در آن به خوبی صورت نمی‌گیرد.

خاک شنی ← آب به راحتی از آن عبور می‌کند و زهکشی خوبی دارد اما برای رشد گیاهان مناسب نیست. (چون آب و مواد مغذی را در خود نگه نمی‌دارد).

خاک دلخواه کشاورزان ← خاک لوم (ترکیبی از ماسه، لای (سیلت) و رس)

ذرات رسوبی بزرگ‌تر از رس و کوچک‌تر از ماسه

### نیم‌رخ خاک



A

B

C

سنگ بستر

افق‌های خاک و سنگ بستر

مقطع عمودی خاک است که از سطح زمین تا سنگ بستر را شامل می‌شود و افق‌های مختلف خاک را می‌توان در آن دید.

افق A ← ریشه گیاهان در این افق است. حاوی گیاهخاک (هوموس)، ماسه و رس است. (مواد آلی دارد که باعث می‌شود خاکستری تا سیاه‌رنگ دیده شود).

افق B ← دارای رس، ماسه، شن، املاح شسته‌شده از افق A و مقدار کمی گیاهخاک است.

افق C ← حاوی قطعات خردشده سنگ است.

سنگ بستر ← در زیر افق C قرار دارد.

خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی ارزش کشاورزی دارد. خاک حاصل از تخریب سنگ‌های دارای کانی‌های مقاوم مانند کوارتز فاقد ارزش کشاورزی است.

**نکته:** تقریباً ۳۰۰ سال زمان می‌برد تا ۲۵ میلی‌متر خاک تشکیل شود.

### فرسایش

فرایندی همیشگی است که طی آن ذرات خاک به وسیله انتقال‌دهنده‌ها به مکان دیگری حمل می‌شود. مقدار فرسایش در فصل‌های مختلف متفاوت است.

عوامل فرسایش ← آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه، آب‌های زیرزمینی، انسان (فعالیت انسانی) و سایر جانداران

**فرسایش آبی:** آبی که بر روی خاک بدون پوشش گیاهی جریان یابد، باعث فرسایش می‌شود. ← شدت و مدت بارش در قدرت فرسایشی باران مؤثر است.

هر چه شدت و مدت بارش بیشتر باشد، انرژی جنبشی و قدرت فرسایشی بیشتر است.

فرسایش خندقی، اگر جریان آب زیاد شود باعث فرسایش خندقی می‌شود که باعث از بین رفتن زمین‌های کشاورزی و تخریب جاده‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها می‌شود.

راه‌حل برای کاهش انرژی جریان آب ← ساخت کانال و ایجاد پوشش گیاهی

○ قدرت فرسایشی رواناب به سرعت و میزان و جرم مواد معلق موجود در آن بستگی دارد.

سرعت، مقدار و جرم مواد معلق ↑ ← انرژی جنبشی آب ↑ ← قدرت فرسایشی ↑

**نکته:** وقتی میزان مواد معلق بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب کاسته شود، رسوب‌گذاری رود شروع می‌شود.

### حفاظت خاک

هدف از حفاظت خاک ← جلوگیری از تخریب تدریجی خاک

زمانی این هدف تحقق می‌یابد که:

← سرعت فرسایش خاک > سرعت تشکیل خاک

### شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی

#### هیدروژئولوژی:

○ این علم در زمینه چگونگی حرکت آب در درون زمین، اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی، نحوه بهره‌برداری و فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی مطالعه می‌کند.

#### رسوب‌شناسی:

مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط عوامل فرسایشی مانند آب، باد و یخ به مناطق پست منتقل و روی هم انباشته می‌شوند. این مواد بعد از سخت‌شدن به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند.

← در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی فرآیندهای انتقال، ته‌نشینی و تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی مطالعه می‌شود.

**نکته:** متخصصین این رشته در سازمان‌ها و شرکت‌های تابعه وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت، سازمان محیط زیست، شرکت‌های مهندسی مشاور مرتبط با تأمین و انتقال آب، سدسازی و تونل‌سازی، وزارت راه و شهرسازی و ... در هدایت پروژه‌های عمرانی و پژوهشی می‌توانند کمک کنند.

### فصل ۴

## زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

پروژه‌های عمرانی مثل سد، نیروگاه، برج‌ها و ... سازه نامیده می‌شوند.

**مکان‌یابی سازه:** قبل از ساختن یک سازه، سنگ بستر مکان آن را بررسی می‌کنند.

در این مطالعات ← ناهمواری‌های سطح زمین، استحکام سنگ‌ها، نفوذپذیری، پایداری دامنه‌ها در برابر ریزش و مورفولوژی (پستی و بلندی‌های) محل احداث سازه بررسی می‌شود.

### تنش

**تعریف تنش:** نیرویی در داخل سنگ که بر واحد سطح (به هنگام وارد کردن نیروی خارجی به سنگ) وارد می‌شود.


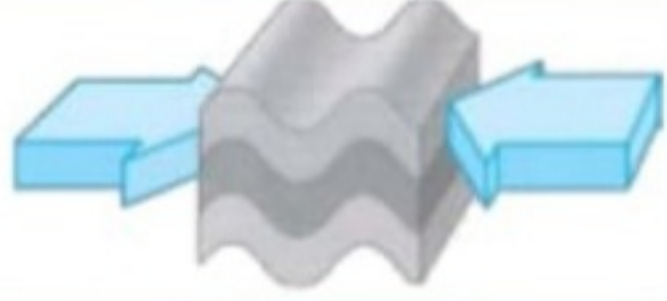
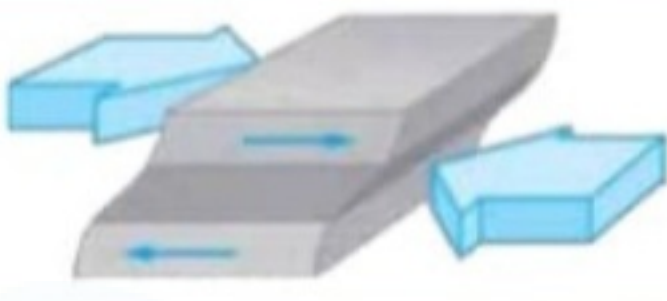
$$\text{تنش} = \frac{\text{نیرو (N)}}{\text{سطح (m}^2\text{)}}$$

انواع تنش وارده بر یک سنگ

- کششی
- فشاری
- برشی



تنش وارده می‌تواند ترکیبی از سه تنش بالا باشد.

نوع تنش	اثر بر روی سنگ	تغییر شکل
کششی	گسستگی سنگ	
فشاری	متراکم شدن سنگ	
برشی	بریدن سنگ	

**مقاومت سنگ:** حداکثر تنشی که سنگ می‌تواند تحمل کند و نشکند هر چه مقاومت سنگ در مقابل تنش‌ها ↓ ← سنگ ناپایدارتر ← سطوح شکست بیشتری در سنگ ایجاد می‌شود. درزه‌ها یا شکستگی‌ها ← باعث ناپایداری سنگ یا خاکی پی سازه‌ها می‌شوند.

### رفتار مواد در برابر تنش

مواد جامد در برابر تنش تغییر شکل می‌دهند ← مقدار و نوع تغییر شکل، به رفتار مواد جامد در برابر تنش بستگی دارد.

**الف) رفتار کش‌سان (پلاستیک):** یعنی سنگ‌ها بعد از تنش تغییر شکل می‌دهند، اما با رفع تنش به حالت اولیه خود برمی‌گردند.

**ب) رفتار خمیرسان (الاستیک):** یعنی سنگ‌ها بعد از تنش تغییر شکل می‌دهند؛ اما با رفع تنش کاملاً به حالت اولیه خود بر نمی‌گردند.

**ج) شکستگی:** زمانی اتفاق می‌افتد که تنش، ناگهانی و از حد مقاومت سنگ بیشتر باشد، در این حالت درزه‌ها و گسل‌ها به وجود می‌آیند.

**رفتار سنگ‌ها در برابر تنش:** مقاومت سنگ‌ها در برابر تنش متفاوت است.

برخی از سنگ‌های آذرین مانند گابرو و بعضی از سنگ‌های دگرگونی مانند کوارتزیت و هورنفلس می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌های سنگین باشند؛ چون در برابر تنش مقاوم هستند.

همچنین برخی از سنگ‌های رسوبی مانند ماسه‌سنگ‌ها استحکام لازم برای ساخت سازه را دارند. شیست‌ها (نوعی از سنگ‌های گروگونی) و سنگ‌های تبخیری مانند سنگ گچ، نمک و شیل‌ها (نوعی از سنگ‌های رسوبی) در برابر تنش‌ها مقاوم نیستند.

### نفوذپذیری

در مکان‌هایی که دارای سنگ‌هایی با نفوذپذیری بالا است، نباید سازه ساخته شود. (آب توی سنگ‌ها نفوذ می‌کند و حفره‌هایی رو درست می‌کند، چون این‌جور سنگ‌ها در آب حل می‌شوند.)

**نمونه ۱:** سنگ‌های کربناتی، سنگ‌های رسوبی هستند که بیش از ۵۰ درصد آن‌ها کانی‌های کربناتی (کلسیت و دولومیت) هستند.

**نمونه ۲:** این سنگ‌ها درزه‌دار هستند و وقتی آب در آن‌ها نفوذ می‌کند، حفره‌هایی درونشان شکل می‌گیرد.

**نمونه ۳:** سنگ آهک ضخیم فاقد حفرات انحلالی است و تکیه‌گاه خوبی برای سازه‌ها است.

**نمونه ۴:** سنگ‌های تبخیری مثل سنگ گچ و نمک انحلال‌پذیری بیشتری نسبت به سنگ آهک دارند و حفره‌ها درون آن‌ها سریع‌تر ایجاد می‌شوند.

### مکان مناسب برای ساخت سد

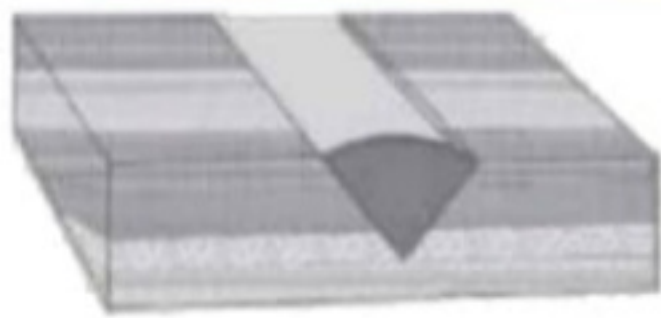
**تعریف سد:** سازه‌ای که برای ذخیره آب، مهار سیلاب، تأمین آب شرب و کشاورزی و تولید نیروی الکتریسیته ساخته می‌شود.

سدها از نظر نوع مصالح دو دسته هستند: خاکی و بتنی

شرایط زمین‌شناسی منطقه عوامل مهم در تعیین نوع سد و محل احداث آن مصالح قرصه

موردی که در مطالعات زمین‌شناسی سد از نظر پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می‌گیرند وضعیت مخزن تکیه‌گاه‌ها و پی سد

**نوعه:** رسوباتی که از رودخانه‌ها به سدها می‌ریزند، از ظرفیت مفید سد می‌کاهند. وضعیت شیب و امتداد لایه‌های سنگی و موقعیت انتخابی برای ساختگاه سد:



○ مطلوب‌ترین حالت برای احداث سد حالت روبه‌رو است؛ زیرا امتداد لایه‌ها با محور سد، موازی است و شیب لایه‌ها به سمت مخزن است.



○ نامطلوب‌ترین حالت برای احداث سد شکل روبه‌رو است؛ زیرا شیب لایه‌ها به سمت خارج (بیرون) مخزن است. در ناقدیس‌ها که تحت تنش قرار می‌گیرند شیب لایه‌ها از هم دور شده، فرار آب از مخزن سد بیشتر صورت می‌گیرد.

### مکان مناسب برای ساخت فضاهای زیرزمینی

تونل حفاری‌های زیرزمینی به دو صورت هستند: مفار

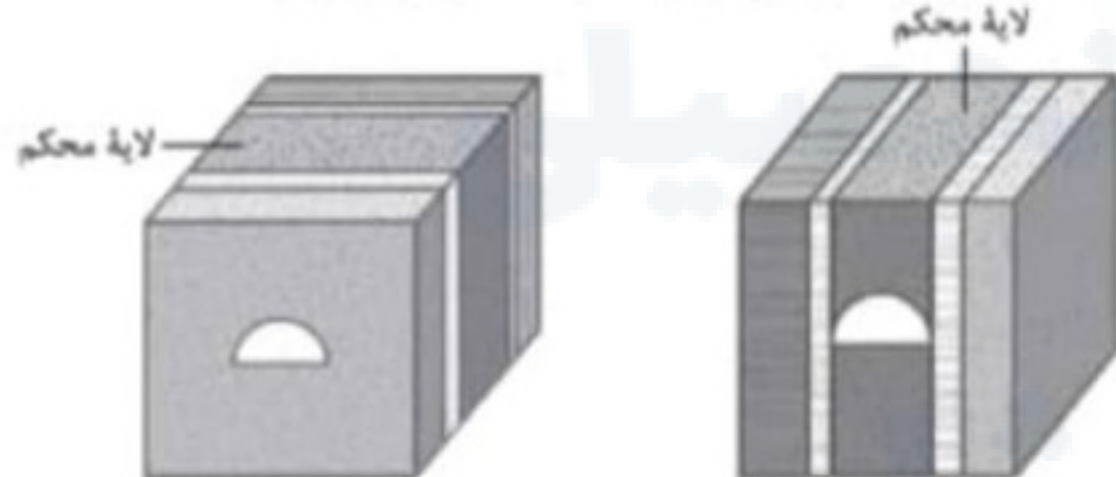
تونل ← برای حمل‌ونقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب و استخراج مواد معدنی استفاده می‌شود. مفار (بزرگ‌تر از تونل) ← برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مثل نیروگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو و ذخیره نفت استفاده می‌شود.

عوامل مهم ناپایداری فضاهای زیرزمینی ← جریان و فشار آب (پس برآورد میزان و کنترل جریان آب زیرزمینی در تونل‌ها، ترانشه‌ها، زمین زیرسازه و درون سازه مهمه). ترانشه، فرورفتگی مصنوعی یا طبیعی در سطح زمین که عمیق و طویل است.

← عمق ترانشه < پهنای ترانشه و پهنای ترانشه > طول ترانشه است.

**نکته ۱:** تونل‌هایی که بالای سطح ایستایی هستند پایدارترند.

**نکته ۲:** اگر محور تونل عمود بر لایه‌بندی باشد، تونل پایدارتر است.



الف) محور تونل موازی با لایه‌بندی ب) محور تونل عمود بر لایه‌بندی

حالت (الف) مناسب‌تر است، زیرا در لایه محکم احداث شده و محور تونل از ابتدا تا انتها در لایه مقاوم است.

**نوعه:** وقتی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشست آب وضعیت خوبی نداشته باشند؛ دیوار و سقف تونل با بتن پوشیده می‌شود.

### مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی

سازه‌های دریایی مثل: اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها در ساختن این سازه‌ها علاوه بر مطالعات زمین‌شناسی باید به جریان‌های دریایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا هم توجه شود.

### پایداری سازه‌ها

۱) قبل از ساختن یک سازه باید به گسل‌های لرزه‌خیز توجه و احتمال فعالیت مجدد گسل و تأثیر آن بر سازه بررسی شود و در اختیار مهندس عمران قرار بگیرد تا طراحی سازه را براساس آن انجام دهد.



# فصل ۵: زمین‌شناسی و سلامت

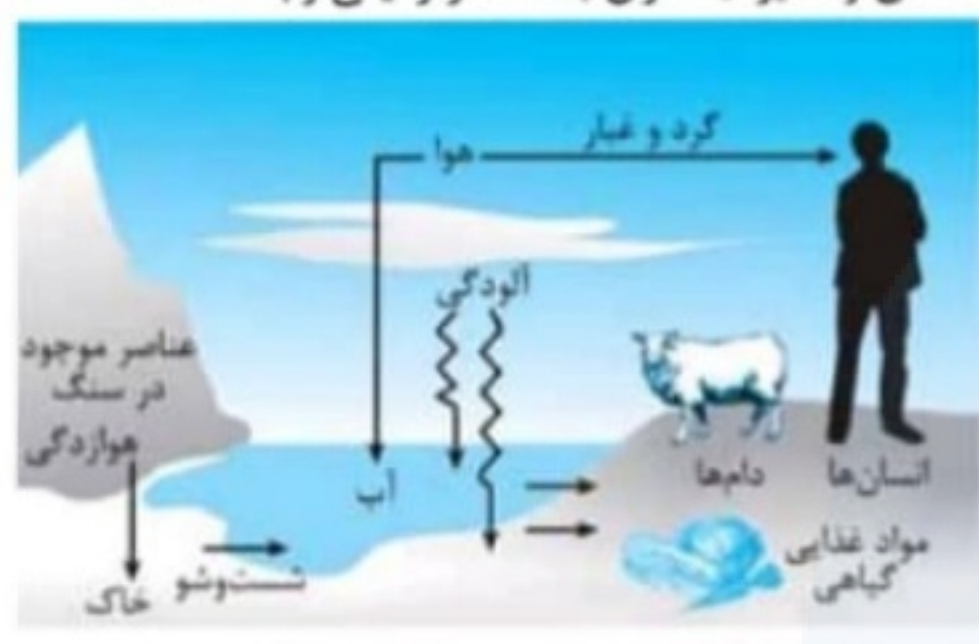
## زمین‌شناسی پزشکی

عناصر سازنده بدن انسان و دیگر جانداران زمین‌زاد هستند. در زمین‌شناسی پزشکی نقش و تأثیر عناصر و کانی‌ها که از طریق هوا، آب و غذا وارد بدن انسان و دیگر موجودات می‌شوند، را بررسی می‌کنند.

سنگ‌ها بخش اساسی سازنده زمین هستند  $\leftarrow$  **هوازگی**  $\leftarrow$  خاک تشکیل می‌شود  $\leftarrow$  گیاه روی خاک می‌روید  $\leftarrow$  جانور گیاه را می‌خورد.

آب در چرخه خود از سنگ‌ها و خاک‌ها عبور می‌کند  $\leftarrow$  عناصر آن‌ها را در خود حل می‌کند. هوا و گازها و غبارهای هواکره منشأ زمینی دارند.

$\leftarrow$  سلامت انسان و سایر جانداران به عناصر زمینی وابسته است.



عوامل زمین‌شناختی مؤثر بر سلامت انسان

## پراکندگی و تمرکز عناصر

پراکندگی عناصر و ترکیب سنگ در مناطق مختلف، متفاوت است.



عناصر تشکیل‌دهنده سنگ آهک و گرانیت

عناصر جدول تناوبی: ① عناصر اساسی: برای عملکرد دستگاه‌های بدن ضروری هستند. در تمام بافت‌های سالم وجود دارند  $\leftarrow$  نبود، کمبود یا مقدار بیش از حد آن‌ها باعث بیماری می‌شود.

② عناصر جزئی: در پوسته زمین و بدن موجودات زنده به مقدار بسیار کم وجود دارند  $\leftarrow$  گاهی عنصر اساسی برای بدن هستند و گاهی هم سمی محسوب می‌شوند.

طبقة بندی عناصر	غلظت در پوسته	عناصر	اهمیت در بدن
اصلی	بیشتر از ۱ درصد	اکسیژن، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم	اساسی
فرعی	بین ۱ تا ۰/۱ درصد	منگنز، فسفر	اساسی
جزئی	کمتر از ۰/۱ درصد	مس، طلا، روی، سرب، کادمیم و ...	اساسی - سمی

③ بیشتر عناصر جدول تناوبی، از زمین به بدن موجودات منتقل می‌شوند.

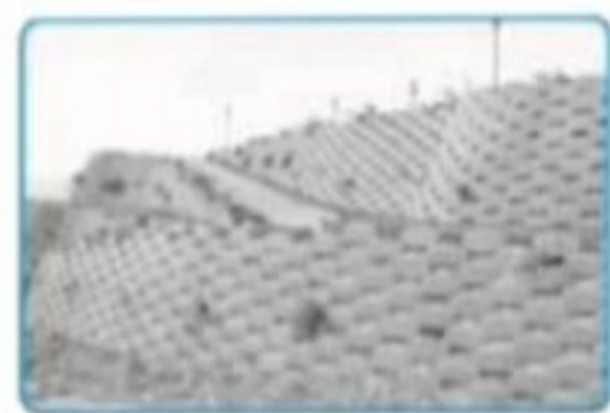


نمودار تأثیر عناصر بر سلامت انسان

④ خطر ریزش کوه در مناطق شیب‌دار کوهستانی سازه، را تهدید می‌کند. راه‌حل، ایجاد دیوارپوش حائل، استفاده از تورهای سیمی (گابیون)، زهکشی برای تخلیه آب اضافی، ایجاد پوشش گیاهی و میخ‌کوبی



(ب)



(الف)

پایداری شیب به روش (الف) دیوار حائل، (ب) گابیون

## مصالح مورد نیاز برای احداث سازه

مواد مورد نیاز برای هر سازه باید مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه‌های مشخصی داشته باشد. **نکته:** مصالح در سازه‌های مختلف، متفاوت است.

**نمونه:** در سدهای بتنی  $\leftarrow$  از ماسه، شن و میلگرد استفاده می‌کنند.

**نمونه:** در سدهای خاکی  $\leftarrow$  از خاک رس، ماسه، شن و قلوه‌سنگ استفاده می‌کنند.

**نکته:** در سدهای خاکی از هسته رسی استفاده می‌کنند، زیرا رس بر اثر تماس با آب مانع نفوذ و انتقال آب می‌شود و مانند عایق رطوبتی عمل می‌کند.

## خاک در سازه‌ها

طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها بر اساس  $\leftarrow$  دانه‌بندی، درجه خمیری بودن و مقدار مواد آلی آن انجام می‌شود.

ریزدانه، اندازه  $> 0.075$  میلی‌متر  $\leftarrow$  مثل رس و لای  
خاک‌ها بر اساس دانه‌بندی  $\leftarrow$  درشت‌دانه، اندازه  $< 0.075$  میلی‌متر  $\leftarrow$  مثل: ماسه و شن

پایداری خاک‌های ریزدانه به رطوبت آن‌ها بستگی دارد:

هر چه قدر رطوبت  $\uparrow$   $\leftarrow$  پایداری خاک  $\downarrow$

**نکته:** اگر رطوبت خاک از حدی بیشتر شود، خاک تحت تأثیر وزن خود روان می‌شود. لغزش خاک در دامنه‌ها و تراشه‌ها ناشی از همین پدیده است.

## کاربرد مصالح خاک و خرده‌سنگی در راه‌سازی

سطح طبیعی زمین برای رفت‌وآمد وسایل نقلیه مناسب نیست! چرا؟ چون در مقابل بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاوم نیست.



زیرساز، به عنوان لایه زهکش عمل می‌کند. از شن و ماسه یا سنگ‌شکسته تشکیل می‌شود. آستر و رویه، باید مقاوم باشد. از آسفالت که مخلوطی از شن، ماسه و قیر است، تشکیل می‌شوند. کاربرد مصالح خرده‌سنگی (قطعات سنگی یا بالاست): زیرسازی و تکیه‌گاه ریل‌های راه‌آهن (نگهداری ریل‌ها، توزیع بار چرخ‌ها و عمل زهکشی را بر عهده دارند). بالاست، از خرده‌سنگی که از معدن استخراج می‌شود به دست می‌آید.

## شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی

زمین‌شناسی مهندسی:

این علم رفتار و ویژگی‌های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده و امکان ساخت یک سازه را در محلی خاص از زمین بررسی می‌کند. (نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب‌ترین محل، برای ساخت سازه‌ها دارد.)

**نکته:** متخصصین این رشته در سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، صنعت، معدن و تجارت و شهرداری‌ها نقش مهمی دارند.



از طریق گیاهان به بدن انسان‌ها وارد می‌شود.



چرخه سلنیم

### سنگ‌های دارای روی

- عنصر فلزی مهمی است و یک عنصر جزئی اساسی با منشأ زمینی است.
- در کانی‌های سولفیدی، سنگ‌های آهنی و سنگ آتشفشانی فراوان است.
- از طریق گیاهان وارد بدن انسان می‌شود.
- عوارض کمبود روی، کوتاهی قد و اختلال در سیستم ایمنی (زیاد شدن مقدار روی باعث کم‌خونی و حتی مرگ می‌شود).
- راه‌حل جبران کمبود روی: وارد کردن روی به غذاها و داروهای مکمل.

### عنصر ید

- کمبود ید باعث بیماری گواتر می‌شود.
- کمربند گواتر: نیمه شمالی آمریکا که در سده نوزدهم بیماری گواتر در آن جا رایج شده بود.
- دلیل ← بعد از عصر یخبندان و آب شدن یخ‌ها، مقدار زیادی آب به خاک نفوذ کرده و نمک‌های انحلال‌پذیر ید را شسته بود.
- نکته: کمبود ید در مناطق کوهستانی دور از دریا که فرسایش و بارندگی زیاد خاک را از ید فقیر می‌کند، بسیار شایع است.
- سختی آب، سختی آب در مناطق مختلف متفاوت است. سختی آب با بیماری‌هایی مثل بیماری‌های کلیوی رابطه دارد. وجود عناصر کلسیم و منیزیم باعث سختی آب می‌شود.

### غبارهای زمین‌زاد

غبار پدیده‌ای جهانی است که از راه تنفس وارد بدن می‌شود و سلامت انسان را تهدید می‌کند.

### اثرات طوفان‌های گردوغبار:

- الف) مقدار انرژی دریافتی از خورشید کم می‌شود.
- ب) باکتری‌های بیماری‌زا به مناطق پرجمعیت منتقل می‌شود.
- ج) کیفیت هوا کاهش می‌یابد.
- د) مواد مغذی اساسی را برای جنگل‌های بارانی مناطق گرمسیری فراهم می‌کند.
- ه) مواد سمی را منتقل می‌کند.
- عوارض گردوغبار، باعث بیماری‌های ریوی می‌شوند.

هر چه غلظت غبار ↑ نرخ بیماری‌های مزمن و مرگومیر ↑

### آتشفشان‌ها

آتشفشان‌ها فلزها و عناصر دیگر را از اعماق زمین به سطح می‌آورند. آتشفشان‌ها علاوه بر عنصرهای اساسی، عنصرهای دیگری مثل آرسنیک، بریلیم، کادمیم، جیوه، سرب، رادون و اورانیم را هم وارد محیط می‌کنند.

نکته: در هر زمان به طور میانگین ۶۰ آتشفشان بر روی زمین فعال بوده است.

کاربرد کانی‌ها در داروسازی	
کاربرد	کانی‌ها
در پودر بچه	تالک
در آنتی‌بیوتیک‌ها و مسکن‌ها	کانی‌های رسی
در خمیردندان	فلوئوریت و کوارتز
در صنایع آرایشی	تالک، میکاها و رس‌ها

از سرب در تهیه لباس‌های محافظ در هنگام عکس‌برداری توسط پرتو X استفاده می‌شود.

نکته: مقدار برخی عناصر در بعضی از گونه‌های گیاهی بیش از حد معمول است. اگر جانوران از این گیاهان تغذیه کنند، بیمار می‌شوند.

### منشأ بیماری‌های زمین‌زاد

#### سنگ‌های دارای آرسنیک

- آرسنیک عنصری غیرضروری و سمی است.
- منشأ زمین‌زاد دارد و در برخی سنگ‌های آتشفشانی دارای بی‌هنجاری مثبت وجود دارد.
- به همراه آب آلوده از زمین به گیاهان، جانوران و انسان منتقل می‌شود.
- در کشورهایی که در معرض آلودگی هستند ← سنگ‌ها و کانی‌های دارای آرسنیک (مثل پیریت) با هوازدگی اکسیده یا حل می‌شوند ← عناصر موجود در سنگ وارد منابع آب می‌شود ← سپس به بدن موجودات زنده می‌رود و باعث بیماری می‌شود.
- نکته: آرسنیک از زغال‌سنگ به مواد غذایی منتقل می‌شود.
- نمونه: در ناحیه‌ای از جنوب چین فلفل قرمز و ذرت در محیط بسته و با زغال‌سنگ خشک می‌شود، که باعث آزاد شدن آرسنیک و ورود آن به غذا می‌شود.
- عوارض و بیماری‌های ناشی از ورود آرسنیک به بدن، لکه‌های پوستی سخت و شاخی شدن پوست کف دست و پا، دیابت و سرطان پوست.

#### کانسنگ‌های دارای کادمیم

- سمی و سرطان‌زا است.
- در کانسنگ‌های سولفیدی وجود دارد.
- مهم‌ترین منشأ آن معادن روی و سرب است.
- از طریق گیاهان و آب وارد بدن می‌شود.
- عوارض ناشی از ورود کادمیم به بدن، آسیب به اندام کلیه و مفاصل
- بیماری ابتای ابتای: آب‌های معدنی سرشار از کادمیم از یک معدن روی و سرب وارد رودخانه و مزارع برنج شدند و این بیماری شیوع پیدا کرد.
- نشانه‌های بیماری، تغییر شکل و نرمی استخوان در زنان مسن و آسیب‌های کلیوی

نکته: کادمیم همیشه با روی همراه است ← استفاده از کودهای روی باعث افزایش غلظت کادمیم در زنجیره غذایی می‌شود.

#### سنگ‌های دارای جیوه

- عنصری سمی است.
- از سنگ‌های آتشفشانی، چشمه‌های آب گرم، در طی فرایند استخراج مواد معدنی و جداسازی طلا از کانسنگ به دست می‌آید.
- عوارض ورود جیوه به بدن در درازمدت ← آسیب‌رسیدن به دستگاه‌های عصبی، گوارش و ایمنی

#### سنگ‌های دارای فلوئور

- یک عنصر اساسی است.
- در ترکیب کانی‌های رسی، میکای سیاه و برخی زغال‌سنگ‌ها وجود دارد.
- منبع اصلی و مسیر ورود آن به بدن از راه نوشیدن آب است.
- فواید فلوئور ← کاهش ابتلا به پوکی استخوان، افزایش مقاومت دندان‌ها به پوسیدگی (دندان از کلسیم فسفات و مواد آلی تشکیل شده است).
- مضرات فلوئور ← خشکی استخوان‌ها و غضروف‌ها و مسمومیت. (مصرف ۲۰ تا ۴۰ برابر حد مجاز)

راه‌حل جبران کمبود فلوئور، اضافه کردن این عنصر به خمیردندان و آب

#### سنگ‌های دارای سلنیم

- عنصری اساسی است.
- در کانی‌های سولفیدی و در معادن طلا و نقره، چشمه‌های آب گرم و سنگ‌های آتشفشانی وجود دارد.
- منشأ اصلی آن از خاک است.



- این علم با استفاده از اصول زمین‌شناسی، به حل مسائل زیست‌محیطی می‌پردازد.
- متخصصین این رشته به مطالعه شیوه‌های انتقال و رفع آلاینده‌ها از محیط زیست می‌پردازند. (بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع و معادن، فرسایش خاک، افزایش روزافزون پسماندها، فاضلاب‌ها و مواد شیمیایی باعث آلودگی بخش‌های مختلف زمین شده است.)
- زمین‌شناسی زیست‌محیطی، به پیش‌بینی و پیشگیری از خطرات مختلف مانند زلزله، سیل، آتشفشان و حرکات دامنه‌ای نیز می‌پردازد.

زمین‌شناسی پزشکی:

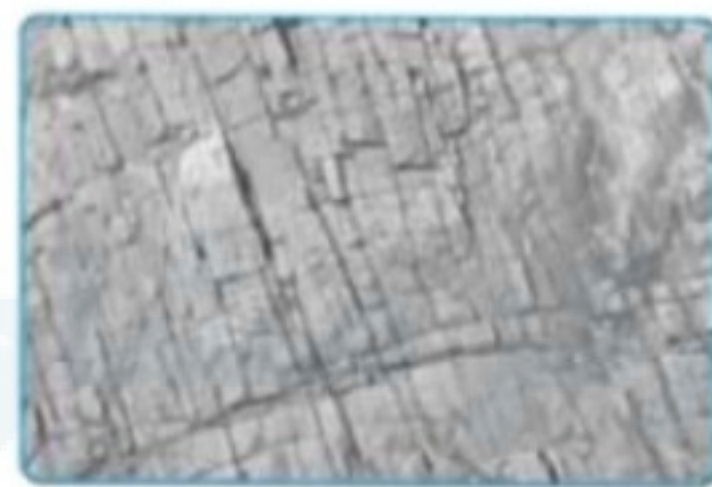
- منشأ همه عناصر از زمین است.
- آلودگی‌هایی که منشأ طبیعی یا انسانی دارند از سنگ و خاک به آب، گیاه و دام منتقل می‌شوند. از طریق غذا به بدن انسان انتقال می‌یابند.
- برخی عناصر برای بدن انسان و دیگر موجودات ضروری هستند (آهن در هموگلوبین و فسفر و کلسیم در ساختار دندان و استخوان نقش اساسی دارند).
- برخی ترکیبات مانند نیترات‌ها و بعضی از عناصر مانند جیوه، آرسنیک، سرب و کادمیم برای سلامت انسان مضر هستند.

**نکته:** در مراکز مرتبط با معادن و منابع آب و کشاورزی، وجود متخصص زمین‌شناسی پزشکی ضروری است.

## فصل ۶: پویایی زمین

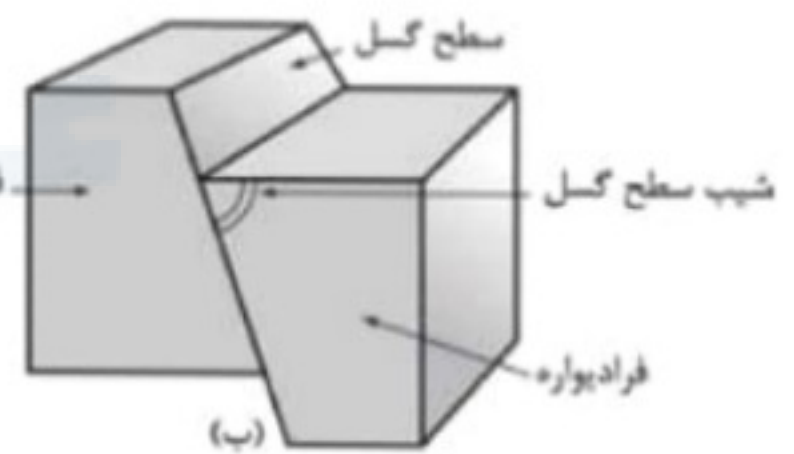
درون سیاره زمین پویا است که این پویایی باعث حرکت ورقه‌های سنگ‌کره می‌شود. پیامد پویایی زمین و حرکت ورقه‌های سنگ‌کره شکستگی، زمین‌لرزه، چین‌خوردگی و فوران آتشفشان

### شکستگی‌ها



(الف)

مطالعه شکستگی پوسته زمین در ساخت سازه‌های مهندسی، تجمع آب‌های زیرزمینی، ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانال‌های گرمایی اهمیت دارد.



(ب)

الف) درزه (ب) گسل - سطح گسل که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده است. اگر سطح گسل مایل باشد به طبقات روی سطح گسل، فرادپواره و به طبقات زیر گسل، فرو دیواره می‌گویند.

۱) نوع گسل، گسل عادی

ویژگی، ۱) سطح گسل مایل است.

۲) فرادپواره نسبت به فرودپواره به سمت پایین یا فرودپواره نسبت به فرادپواره به سمت بالا حرکت کرده است

نوع تنش، کششی



۲) نوع گسل، گسل معکوس

ویژگی، ۱) سطح گسل مایل است.

۲) فرادپواره نسبت به فرودپواره، به سمت بالا یا فرودپواره نسبت به فرادپواره به سمت پایین حرکت کرده است.

نوع تنش، فشاری

۳) نوع گسل، گسل امتدادلغز

ویژگی، ۱) لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است. ۲) حرکت قطعات شکسته‌شده، در امتداد افق است.

نوع تنش، برشی

### زمین‌لرزه

در زمین‌لرزه، مقدار زیادی انرژی توسط امواج لرزه‌ای از درون زمین آزاد و باعث لرزش سنگ‌کره می‌شود.

ایران در کمربند لرزه‌خیز آلپ - هیمالیا قرار دارد ← هر روز در مناطق مختلف، زمین‌لرزه به وقوع می‌پیوندد.

علت اصلی زمین‌لرزه ← حرکت ورقه‌های سنگ‌کره

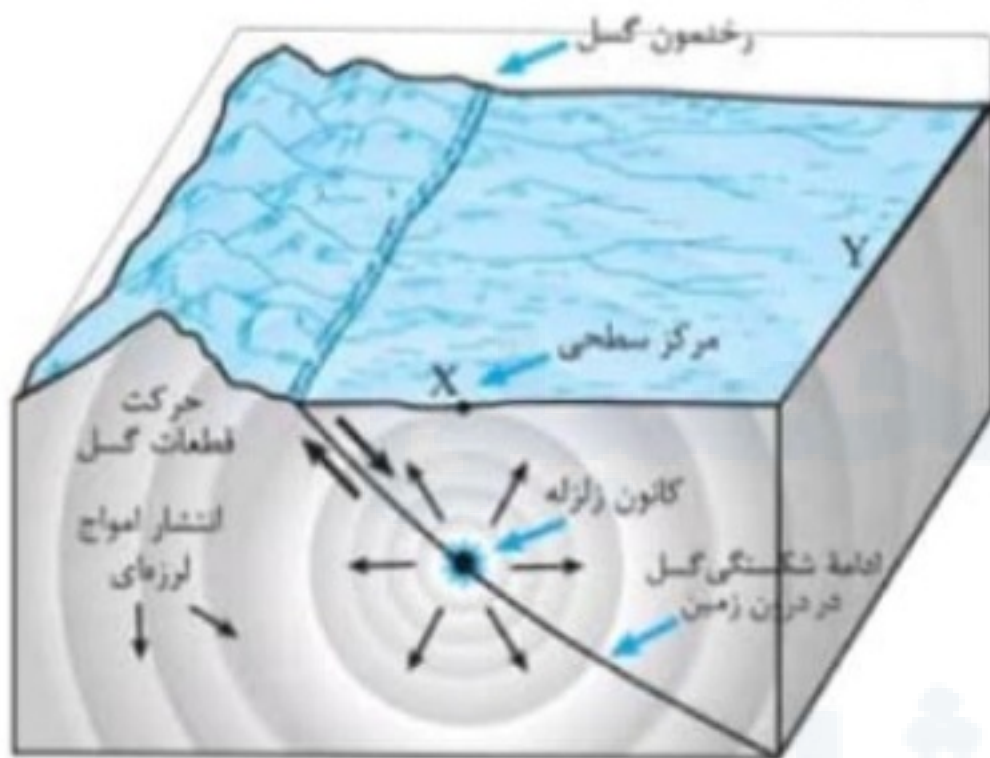
سنگ‌های پوسته زمین در مقابل نیرویی که به آن‌ها وارد می‌شود، رفتار الاستیک از خود نشان می‌دهند.

اگر تنش از مقاومت سنگ بیشتر شود ← سنگ دچار شکستگی می‌شود ← انرژی زمین‌لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه‌ای آزاد می‌شود.

**کانون زمین‌لرزه:** محلی درون زمین که انرژی ذخیره‌شده از آنجا آزاد می‌شود.

**مرکز سطحی زمین‌لرزه:** نقطه‌ای در سطح زمین که در بالای کانون زمین‌لرزه قرار دارد و کم‌ترین فاصله را از کانون زمین‌لرزه دارد.

**نکته:** با توجه به شکل زیر شدت زمین‌لرزه در نقطه X بیشتر از نقطه Y است ← میزان خسارت در نقطه X بیشتر است.



### امواج لرزه‌ای

P } امواج درونی  
S }

این امواج در کانون زمین‌لرزه ایجاد می‌شوند و در داخل زمین منتشر می‌شوند.

**امواج P (اولیه، طولی):**



نحوه حرکت موج طولی P



امواج طولی (P)

بیشترین سرعت را دارند.

اولین امواجی هستند که با دستگاه لرزه‌نگار ثبت می‌شوند.

از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرند.



**نکته:** سرعت امواج در محیط‌های مختلف متفاوت است. (هر چه تراکم سنگ‌ها بیشتر باشد، امواج سریع‌تر حرکت می‌کنند.)

### امواج S (تائوید، عرضی):

- بعد از امواج P ثبت می‌شوند.
- فقط از محیط‌های جامد عبور می‌کنند.



نحوه حرکت موج عرضی S



امواج عرضی (S)

امواج سطحی  
 L (لاو)  
 R (ریلی)

این امواج در کانون تولید نمی‌شوند و از برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند.

**امواج L:** پس از موج S ثبت می‌شود.



نحوه حرکت موج سطحی L



امواج لاو (L)

**امواج R:** آخرین امواجی هستند که ثبت می‌شوند. حرکت این امواج شبیه امواج دریا است.



نحوه حرکت موج سطحی R



امواج ریلی (R)

**نوجه:** زمین‌لرزه کم‌تر از یک دقیقه طول می‌کشد.

مقیاس‌های اندازه‌گیری زمین‌لرزه  
 شدت  
 بزرگی

### شدت:

○ براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین‌لرزه بیان می‌شود. (یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است.)

○ با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه شدت آن کاهش می‌یابد.

○ مرکالی، شدت زمین‌لرزه را در مقیاس کم، با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲، ویرانی کامل توصیف کرده است.

### بزرگی (بزرگا):

○ واحد اندازه‌گیری آن ریشتر است.

هر چه انرژی آزادشده یک زمین‌لرزه ↑ ارتعاشات زمین‌لرزه شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن بزرگ‌تر است.

بزرگی زمین‌لرزه را با دستگاه اطلاعات لرزه‌نگار تعیین می‌کنند.

**ریشتر:** لگاریتم بزرگ‌ترین دامنه موجی که در فاصله ۱۰۰ کیلومتری از مرکز زمین‌لرزه توسط دستگاه لرزه‌نگار ثبت می‌شود.

به ازای هر واحد بزرگا ← دامنه امواج ۱۰ برابر ← مقدار انرژی ۳۱/۶ برابر افزایش پیدا می‌کند.

**نکته:** بزرگی زمین‌لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، اما شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌یابد.

### پیش‌بینی زمین‌لرزه

بشر همیشه به دنبال پیش‌بینی زمین‌لرزه بوده است اما هنوز دانشمندان به روش علمی قابل اعتماد برای پیش‌بینی نرسیده‌اند و فقط محل‌های لرزه‌خیز کره زمین را شناسایی کرده‌اند. پیش‌نشانگر: برخی از علائم و نشانه‌ها که بتوان با استفاده از آن‌ها زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد.

مانند:

- ۱ تغییرات گاز رادون در آب‌های زیرزمینی
- ۲ ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی
- ۳ پیش‌لرزه
- ۴ ناهنجاری در رفتار حیوانات
- ۵ آبرزمین‌لرزه

### ایمنی در برابر زمین‌لرزه

#### قبل از وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱ امکان خطر آتش‌سوزی، از طریق سیم‌های برق فرسوده، نشی لوله‌های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.
- ۲ محل فیوز برق و شیر اصلی گاز و آب را به خاطر بسپارید.
- ۳ وسایل شکستی از قبیل ظروف شیشه‌ای و چینی، اشیاء و وسایل سنگین را در طبقات پایین قفسه‌ها بگذارید و قفسه‌ها را به دیوار متصل کنید.
- ۴ لامپ‌ها و لوسترهای سقفی را محکم کنید.
- ۵ محل‌های امن خانه، مدرسه یا محل کار خود را پیدا کنید.
- ۶ بسته وسایل کمک‌های اولیه و مواد غذایی خشک لازم و ایمنی همچون چراغ‌قوه را تهیه و در جای مناسب قرار دهید.

#### هنگام وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱ بیشتر آسیب‌دیدگی‌ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین‌لرزه است. هر جا هستید، در همان‌جا پناه بگیرید.
- ۲ اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، محل دارای سقف کم‌وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی داخلی پناه بگیرید. از شیشه پنجره‌ها دور شوید. از شمع، کبریت و هر چه که شعله دارد، استفاده نکنید.
- ۳ در بیرون از ساختمان، از پل‌ها، تیرها، سیم‌های برق، ساختمان‌ها و دیوارها دور شوید.
- ۴ اگر داخل اتومبیل هستید، از پل‌ها و ساختمان‌ها فاصله بگیرید و فوراً متوقف شوید.

#### بعد از وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱ مراقب پس‌لرزه‌ها باشید.
- ۲ رادیو را روشن کنید و به پیام‌ها و راهنمایی‌ها عمل کنید.
- ۳ ضمن مراقبت از سلامتی خود به افراد ناتوان و کودکان کمک کنید.
- ۴ اگر بوی گاز می‌آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره‌ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید.
- ۵ در صورت آسیب‌دیدگی سیم‌های برق، کنتور برق را قطع کنید.
- ۶ اگر لوله‌های آب، صدمه دیده‌اند، شیر اصلی آب را ببندید.
- ۷ داروها و مواد شیمیایی زیان‌آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

#### مهم‌ترین علت‌های آسیب‌دیدگی از زمین‌لرزه:

- ۱ فروریختن ساختمان، شیشه پنجره‌های شکسته و در حال افتادن و قطعات اثنایی، زیرا ممکن است پس‌لرزه‌ها سبب فروریختن آن‌ها شوند.
  - ۲ خطرات آتش‌سوزی به علت شکستن لوله‌های گاز، اتصال سیم‌های برق به علت افتادن آن‌ها بر روی زمین و بی‌آب ماندن به علت شکستن لوله‌های آب
- وسایل و مواد لازمی که باید همیشه در دسترس باشند:

- ۱ چراغ‌قوه با باتری‌های اضافی، پول نقد، رادیو و آچار قابل تنظیم
- ۲ جعبه کمک‌های اولیه با داروها و مواد ضروری
- ۳ کپسول آتش‌نشانی
- ۴ آب آشامیدنی
- ۵ غذاهای کنسرو شده و خشک برای مصرف یک هفته اعضای خانواده، در بازکن قوطی، کبریت، اجاق گاز قابل حمل (پیک‌نیک)





### چین خوردگی

چین‌ها به سه شکل دیده می‌شوند: تک‌شیب، ناقدیس، ناودیس



چین تک‌شیب

**ناقدیس:** لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند.

**ناودیس:** لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی در حاشیه قرار می‌گیرند.



ناقدیس و ناودیس

### آتشفشان‌ها

فعالیت آتشفشان‌ها، داخل خشکی‌ها، در بستر اقیانوس‌ها، زیر دریاها و دریاچه‌های بزرگ صورت می‌گیرد.

مواد خارج شده از آتشفشان‌ها به سه صورت هستند: جامد (تفرا)، مایع (لاوا یا گدازه) بخارهای آتشفشانی (فومرول)

### تفرا

مواد آتشفشانی جامد که به صورت ذرات ریز و درشت به هوا پرتاب می‌شود.

نام ذرات	اندازه ذرات
خاکستر	کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر
لاپیلی	بین ۲ تا ۳۲ میلی‌متر
قطعه‌سنگ و بمب (دوکی شکل)	بزرگ‌تر از ۳۲ میلی‌متر

**سنگ‌های آذرآواری:** در آتشفشان‌های انفجاری مواد جامد که به هوا پرتاب می‌شوند به هم می‌چسبند و سخت می‌شوند و سنگ‌های آذرآواری را به وجود می‌آورند.

**توف (نوعی سنگ آذرآواری):** خاکسترهای آتشفشانی که در دریا ته‌نشین می‌شوند توف را ایجاد می‌کنند (در فوران آتشفشان‌های زیر دریایی به خصوص دریاچه‌های کم‌عمق ایجاد می‌شوند).

**مثال:** توف‌های سبز البرز

### گدازه

مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج می‌شوند. هر چه گدازه روان‌تر باشد، مخروط آتشفشان شیب کم‌تری دارد.

### بخارهای آتشفشانی

گازهای خروجی از آتشفشان ترکیب شیمیایی مختلفی دارند.

ترکیب گازهای آتشفشانی ← بخار آب، کربن دی‌اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن‌دار، کلردار و کربن مونواکسید

**نکته:** پس از فعالیت آتشفشان خروج گاز (مرحله فومرولی) سال‌ها ادامه دارد.

**نمونه:** آتشفشان تفتان و دماوند

### فواید آتشفشان‌ها

۱- **تشکیل هواکره:** در گذشته همراه با سرد شدن زمین گازهای آتشفشانی هم از شکستگی‌ها و منافذ خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هواکره فراهم شد.

۲- **تشکیل آب‌کره:** بخشی از گازهای خروجی با هم ترکیب شدند و آب به وجود آمد که باعث ایجاد آب‌کره شد.

۳- **تشکیل خاک و رسوب:** خاکستر و گدازه‌های آتشفشانی خاکی، حاصلخیز را به وجود می‌آورند. برخی مزارع حاصلخیز بر روی خاکستر آتشفشانی قرار گرفته‌اند.

**نمونه:** در آمریکای مرکزی و اندونزی.

۴- **تشکیل پوسته جدید اقیانوسی:** نتیجه خارج شدن مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی

۱- گسترش بستر اقیانوس‌ها

۲- نزدیک شدن ورقه‌ها در گودال‌های اقیانوسی ← ورقه‌ها به هم برخورد می‌کنند  
← فرورانش صورت می‌گیرد ← کوه‌ها ایجاد می‌شوند ← کوه‌ها با ایجاد پستی و بلندی در سطح زمین باعث تداوم فرسایش و رسوب‌گذاری می‌شوند.

۵- **رگه‌های معدنی:** فعالیت آتشفشانی رگه‌های معدنی مثل طلا، نقره و مس را به وجود می‌آورد.

۶- **چشمه‌های آب گرم:** در اطراف آتشفشان‌ها آب درون پوسته زمین گرم می‌شود و از شکستگی‌های سطح زمین بیرون می‌زند.

آب این چشمه‌ها برای درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی مفید است.

۷- **انرژی زمین‌گرمایی:** در مناطق آتشفشانی از گرمای درون زمین به عنوان انرژی استفاده می‌شود.

**نمونه:** کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین‌گرمایی تأمین می‌کند.

**نکته:** اولین نیروگاه زمین‌گرمایی خاورمیانه در نزدیکی آتشفشان سلان استان اردبیل تأسیس شده است.

**نوجه:** آتشفشان‌ها هم انرژی درونی زمین را خارج می‌کنند و هم سبب آرامش نسبی ورقه‌های سنگ‌کره می‌شوند.

۸- **استفاده از سنگ‌های آتشفشانی در ساختمان‌سازی:**

از انواع سنگ‌های آتشفشانی در نماسازی ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.

### شاخه‌های علم زمین‌شناسی

#### ژئوفیزیک:

- ژئوفیزیکدان‌ها در مناطق قابل دسترسی، به مشاهده مستقیم می‌پردازند.
- متخصصین این رشته برای مطالعه ساختمان درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی، از امواج لرزه‌ای، مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها کمک می‌گیرند.
- زمین‌ساخت (تکتونیک):**

- این علم به شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل‌دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجود آورنده آن‌ها می‌پردازد (گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه‌های عمرانی دارند).

- زمین‌ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته‌کوه‌ها، اقیانوس‌ها و زمین‌لرزه‌ها می‌پردازند.



### جاه شماره یک:

- حفاری اولین چاه خاورمیانه ← در سال ۱۲۸۶ شمسی در مسجدسلیمان در میدان نفتون (۱ سال بعد به نفت رسیدند).
- این چاه ۳۶۰ متر عمق داشت.
- از این چاه روزانه ۳۶۰۰۰ لیتر نفت استخراج می‌شد.
- نیروی محرکه ماشین‌های استخراج نفت بخار آب بود.
- هم‌اکنون به صورت موزه است.

### گسل‌های اصلی ایران

ایران گسل‌های زیادی دارد.

قدیمی و غیرفعال هستند.

### گسل‌های ایران

جوان و لرزه‌خیز (زمین‌لرزه‌ها در امتداد این گسل‌ها اتفاق می‌افتند) هستند.



نقشه گسل‌های اصلی ایران

### آتشفشان‌های ایران

- دماوند ← بلندترین قله آتشفشانی است.
- تفتان ← آثار فعالیتش به صورت خروج گازهای گوگردی نمایان است.
- مهم‌ترین کوه‌های آتشفشانی:
  - بزمان
  - سهند
  - سبلان

بیشتر فعالیت‌های آتشفشانی جوان در دوره کواترنری در ایران آتشفشان‌هایی هستند که در امتداد نوار ارومیه - بل‌دختر قرار دارند.



نقشه پراکندگی قله‌های آتشفشانی ایران

**نکته:** متخصصین این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، مؤسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زلزله، مدیریت بحران و شهرداری‌ها مشغول به کار می‌شوند.

## فصل ۷: زمین‌شناسی ایران



ایران بهشت زمین‌شناسی است.

### تاریخچه زمین‌شناسی ایران

بخش‌های مختلف ایران، بخش‌هایی از ابرقاره گندوانا و لورازیا (لوراسیا = اروپا + آسیا) بوده‌اند. عمر قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران: ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون سال (از سنگ‌های قدیمی آفریقا، هند، سبیری، استرالیا و عربستان جوان‌تر هستند).

### پهنه‌های زمین‌شناسی ایران

سرزمین ایران از چند قطعه مختلف و جدا از هم سنگ‌کره تشکیل شده است. اشتوکلین برای اولین بار ایران را به چند بخش تقسیم‌بندی کرد که مبنای کار پژوهشگران شد. برخی مشخصات پهنه‌های زمین‌ساختی در ایران:

نام پهنه	سنگ‌های اصلی	منابع اقتصادی	ویژگی‌ها
زاگرس	سنگ‌های رسوبی	ذخایر نفت و گاز	ناقدیس‌ها و ناودیس‌های متوالی
سنندج - سیرجان	سنگ‌های دگرگونی	معادنی مانند: سرب و روی ایرانکوه	انواع سنگ‌های دگرگونی
ایران مرکزی	سنگ‌های رسوبی - آذرین - دگرگونی	معادنی مانند: آهن چغارت و روی مهدی‌آباد	سنگ‌هایی از پرکامبرین تا سنوزوئیک
پهنه البرز	سنگ‌های رسوبی	رگه‌های زغال سنگ	دارای دو بخش شرقی - غربی دارای قله دماوند
پهنه شرق و جنوب شرق ایران	سنگ‌های آذرین و رسوبی	معادنی مانند: منیزیت - مس	دشت‌های پهناور، خشک و کم‌آب فرورانش پوسته اقیانوس دریای عمان به زیر ایران در منطقه مکران
کپه‌داغ	سنگ‌های رسوبی	ذخایر عظیم گاز	توالی رسوبی منظم
سهند - بزمان (ارومیه - دختر)	سنگ‌های آذرین	ذخایر فلزی	فرورانش تتیس نوین به زیر ایران مرکزی

### منابع معدنی در ایران

ایران منابع معدنی زیادی دارد و فعالیت‌های معدنی در کشور ما گسترده است. استخراج و استفاده از فلزات برای اولین بار در فلات ایران و فلات آناتولی ترکیه صورت گرفته است. ایرانیان با فلزاتی مثل طلا، مس و آهن آشنایی داشته‌اند.

### ذخایر نفت و گاز ایران

- ذخایر نفت ایران عمدتاً در لایه‌های سنگ آهک قرار دارند.
- ایران از نظر دارابودن ذخایر نفت در رده چهارم جهان (۱۰ درصد نفت جهان) و ذخایر گاز در رده دوم جهان قرار دارد.
- ذخایر نفت و گاز ایران عمدتاً در جنوب و غرب (منطقه زاگرس و خلیج فارس) و در شمال (دریای خزر) قرار دارند.
- ذخایر گاز خانگیران سرخس در شمال شرق از ذخایر مهم هیدروکربن ایران است.
- بزرگ‌ترین میدان نفتی ایران ← میدان اهواز است که در رده سومین میدان‌های نفتی بزرگ جهان قرار دارد.



## مناطق گردشگری در ایران

ایران دارای مناظر و پدیده‌های زمین‌شناختی مثل غارها، گل‌فشان‌ها، آبشارها و ... است که ارزش بالایی دارند.

**نمونه:** روستای کندوان، غار علی‌صدر همدان، چشمه باداب سورت ساری و کوه‌های مریخی چابهار

## ژئوپارک

برای حفاظت و بهره‌برداری از جاذبه‌های میراث زمین‌شناختی در یک محدوده ایجاد می‌شوند.

در یک ژئوپارک مردم محلی برای حفظ این جاذبه‌ها آموزش می‌بینند و از این جاذبه‌ها کسب درآمد می‌کنند.

در ایران ژئوپارک قشم به ثبت جهانی رسیده است.

## ژئوتوریسم (زمین‌گردشگری)

توجه اصلی این رشته برخلاف اکوتوریسم (توجه به جانداران)، میراث زمین‌شناختی و جاذبه‌های طبیعت بی‌جان است.

مخاطبان این رشته علاوه بر متخصصین زمین‌شناسی، گردشگران نیز هستند.

هدف این رشته تماشا و شناخت پدیده‌های زمین‌شناختی است.

**نکته:** متخصصان این رشته در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی

کشور، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری می‌توانند در شناخت و معرفی ژئوپارک‌های

جدید کمک شایانی داشته باشند.

مرکز مشاوره تحصیلی

علیرضا افشار