

[www.salampnu.com](http://www.salampnu.com)

## سایت مرجع دانشجوی پیام نور

- ✓ نمونه سوالات پیام نور : بیش از ۱۱۰ هزار نمونه سوال همراه با پاسخنامه
- تستی و تشریحی
- ✓ کتاب ، جزوه و خلاصه دروس
- ✓ برنامه امتحانات
- ✓ منابع و لیست دروس هر ترم
- ✓ دانلود کاملاً رایگان بیش از ۱۴۰ هزار فایل مختص دانشجویان پیام نور

[www.salampnu.com](http://www.salampnu.com)

# زمین شناسی فیزیکی

تعداد واحد درسی:

3 واحد تئوری و 1 واحد عملی

نام منبع درس:

زمین شناسی فیزیکی - پیام نور

مؤلفان درس:

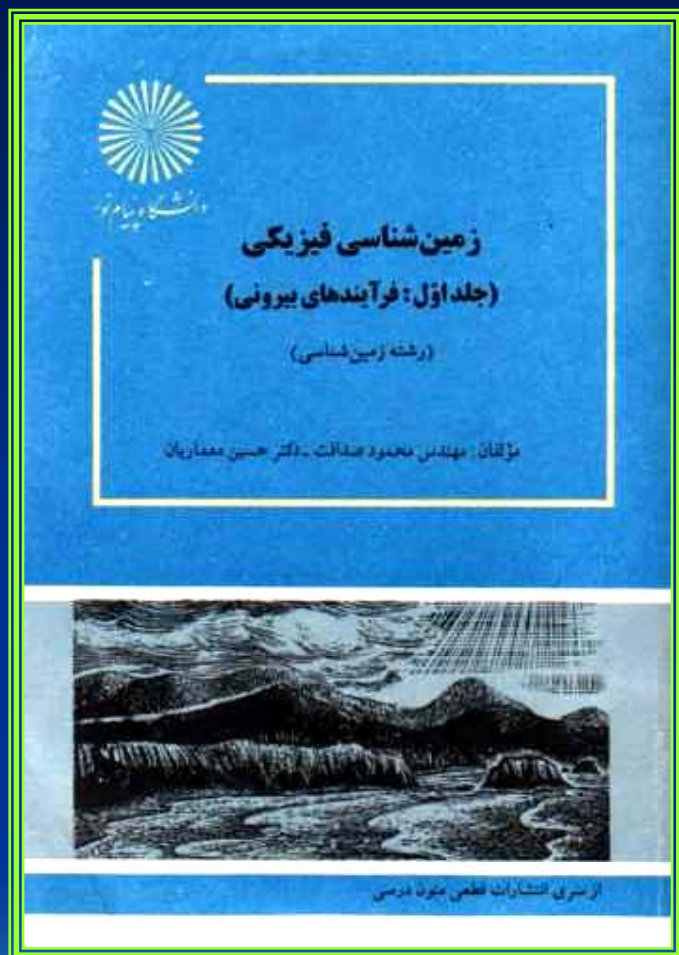
محمود صداقت-حسین معماریان

تهیه کننده:

جواد قانع اردکانی

# معرفی

کتاب **زمین شناسی فیزیکی** رابطه چهارمقوله اساسی دانش زمین شناسی، یعنی **مواد، ساختها، فرآیندها و زمان** زمین شناسی با نگرشی **فیزیکی** مورد بحث و بررسی قرار داده و در دو جلد مجزا تحت عناوین فرآیندهای بیرونی و درونی تنظیم گردیده است.



**زمین شناسی فیزیکی** از درس اصلی زمین شناسی محض و کاربردی است که واحدهای تئوری و عملی آن بشرح ذیل از فصول کتاب فوق الذکر انتخاب شده است:

**واحدتئوری:**

**فصل 5، 6، 7، 8، 9، 11، 14**

**15، 16، 18، 21، 24**

**واحد عملی:**

**فصل 2، 3، 13، 17، 19، 27**



# فهرست فصول

## جلد دوم (فرآیندهای رونی):

- فرآیندهای آذرین درونی (15)
- فرآیندهای آتشفشانی (16)
- فرآیندهای دگرگونی (18)
- زمین لرزه (21)
- زمین ساخت ورقی (24)

## جلد اول (فرآیندهای بیرونی):

- هوازدگی (5)
- حرکت در دامنه ها (6)
- رودخانه (7)
- آبهای زیرزمینی (8)
- باد و بیابان (9)
- اقیانوس و سواحل (11)
- زمان در زمین شناسی (14)

OGHABCOH-Yazd

Photo by javad ghanei

# فصل پنجم

## هوازدگی



# فصل پنجم

اهداف نهایی:

فرایندهای مؤثر در تغییرات سطح زمین

انواع هوازدگی

نتایج هوازدگی در جندسنگ

هوازدگی و آب هوا

مقاومت سنگها در برابر هوازدگی

خاک

# فرآیندهای مؤثر در تغییرات سطح زمین

✓ نیروهای درونی باعث بالا آمدگی و نیروهای سطحی باعث پایین آمدگی می شوند و در نتیجه این دو نیرو در دو جهت مختلف عمل می کنند.

✓ عمل متقابل دو نیروی سطحی و درونی باعث تغییراتی در چهره زمین و عوارض گوناگون (در هر زمان و مکان) می شود.

# نشانه های نیروهای دورنی در سطح زمین

الف) حوادث ناگهانی و پر قدرت:

زمین لرزه و فعالیتهای آتشفشانی

ب) تغییرات آهسته :

بالا آمدن آهسته توده آذرین، چین خوردگی

تدریجی سنگهای سخت و جابجایی قاره ها

# فرآیندهای موثر در تغییرات سطح زمین

## الف) فرآیندهای درونی:

باعث برخاستن، خمیدن و شکستن سنگهای پوسته زمین می شوند.

## ب) فرآیندهای بیرونی:

با تخریب و جابجایی سنگها باعث تغییر شکل سطح زمین می گردند.

# فرآیندهای بیرونی

حمل

فرسایش

هوازدگی

# هوازدگی

مجموعه فرآیندهایی است که موجب خرد شدن فیزیکی و تجزیه شیمیایی سنگها و کانیها در سطح یا نزدیک سطح زمین می شوند، بدون آنکه لزوماً مواد حاصله از محل خودجا بجا شوند.



# فرسایش

سست شدن، متلاشی شدن و جابجایی سنگهای سطح زمین را فرسایش گویند و غالباً شامل هوازدگی و حمل و نقل نیز می باشد.

# حمل و رسوبگذاری

■ مواد فرسوده شده یا مستقیماً بر اثر نیروهای گرانش زمین یا به وسیله عوامل مختلف طبیعی (رودخانه، باد و یخچال جریانها و امواج دریایی) **حمل** می شوند.

■ این عوامل با از دست دادن قدرت حمل در فرورفتگیها ته نشین می شوند و این عمل را **رسوبگذاری** نامیده می شود.

## سنگ بستر:

توده سنگی را که در موقعیت طبیعی خود قرار دارد و توسط عوامل سطحی چندان تغییر نکرده است.

## رخنمون:

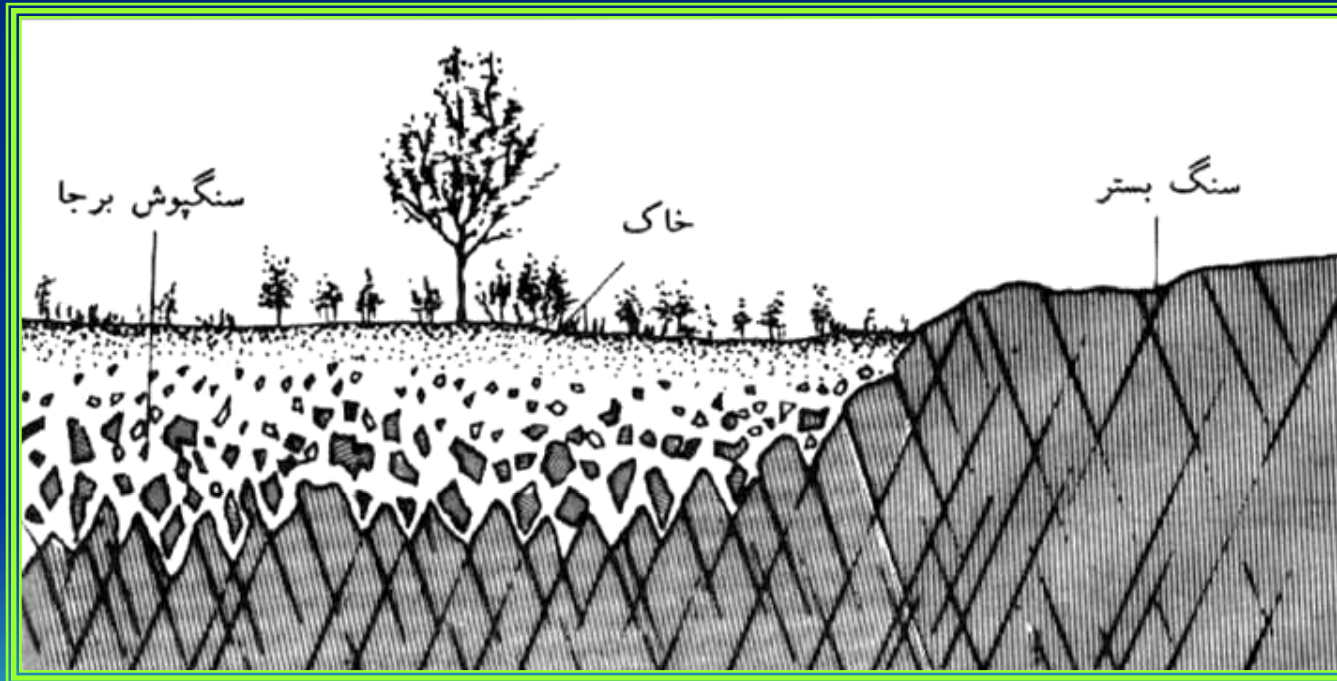
سنگ بستری که در سطح زمین پدیدار شده باشد.

## سنگ پوشش (ریگولیت):

پوشش سنگ بستر که ناشی از هوازدگی خود مدفون شده یا از مواد ناپیوسته ای که توسط بعضی از عوامل زمین شناسی به محل حمل شده اند.

## خاک:

قسمت بالایی سنگپوش، قشری از مواد دانه ریز که حاصل پیشرفت فرایندها هوازدگی است را تشکیل می دهند.



# انواع هوازدگی

بیولوژیکی

شیمیایی

فیزیکی

# شدت و نحوه هوازدگی در یک سنگ

الف) شرایط محیطی:

دما، رطوبت، فعالیت جانداران و مواد شیمیایی و اکشن گر

ب) ترکیب و خصوصیات سنگ:

- ترکیب کانی شناسی

- اندازه و آرایش دانه ها

- فضای خالی: شکستگی و تخلخل

# هوازدگی فیزیکی

تخریب مکانیکی سنگ و تبدیل آن به قطعات  
بزرگ و کوچک تا ذرات ریزلای (سیلت) را  
هوازدگی فیزیکی گویند.

# انواع هوازدگی فیزیکی

1- یخ زدگی

2- رشد بلور

3- رهایی از فشار بر اثر برداشته شدن بار

4- انبساط و انقباض سنگها بر اثر دما

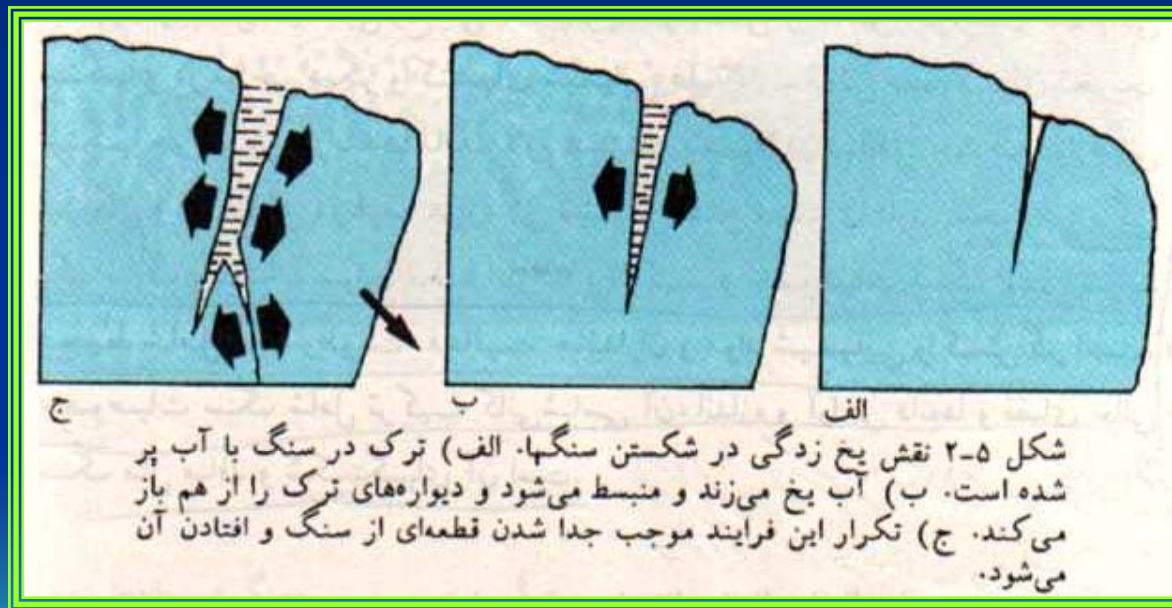
5- خشک و مرطوب شدن متوالی سنگها

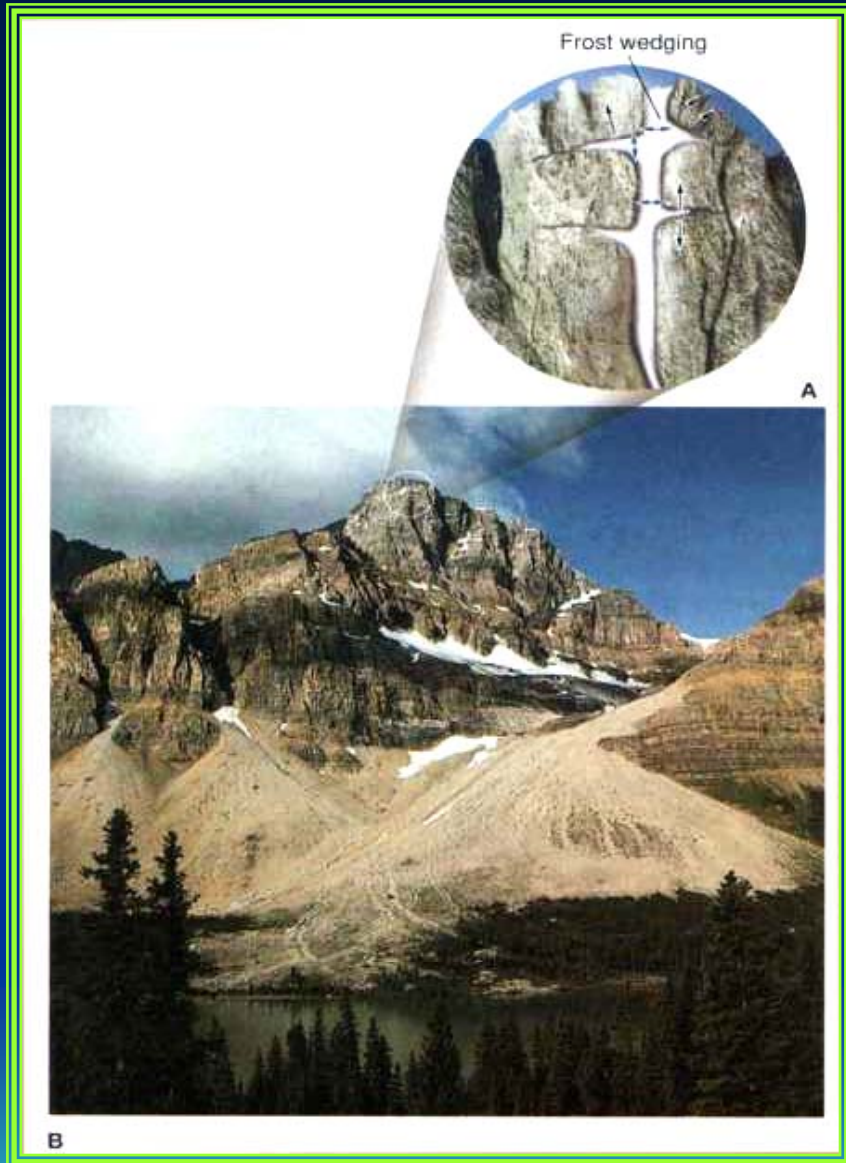


# یخ زدگی

➤ آب در اثر انجماد 9% منبسط شده و فشاری تولید می کند که می تواند بیش از مقاومت سنگ باشد و آن را بشکند (ترکیدن لوله های آب در زمستان).

➤ یخ زدگی مهمترین نوع هوازدگی در مناطق معتدل و همچنین در مناطق قطبی و نیمه خشک می باشد.





یخ زدگی در شکاف سنگها یک فرایند پیچیده ای است که در اثر فشار بر روی آب باقیمانده در شکاف سنگ اعمال شده و موجب پایین آمدن نقطه انجماد آب و برای ادامه فرایند باید دمای آب کاهش یابد.



This rock is being broken by the growth of salt

# رشد بلورها

✓ رشد بلورهای نمک مانند تبلور یخ می تواند باعث خرد شدن سنگ شود.

✓ این عمل شبیه یخ زدگی آب در شکافهای سنگها است. این عمل بیشتر در اقلیمهای خشک که آب به آسانی تبخیر می شود اتفاق می افتد.

✓ خاصیت مویینگی آب در شکافها باعث تداوم عمل رشد بلور نمک می شود.

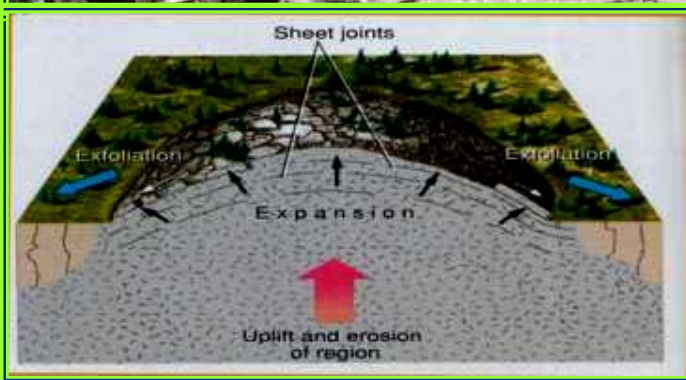
# رهایی از فشار بر اثر برداشتن بار

✓ سنگها در زمان تشکیل تحت فشار همه جانبه (وزن لایه های بالای) خیلی زیاد قرار دارد.

✓ سنگ بر اثر بالا آمدگی زمین و فرسایش از اعماق به سطح زمین از این فشارهای زیاد آزاد شده که این رهایی از فشار همراه با انبساط سنگ بوده و ترکهایی تقریباً به موازات زمین در آن ایجاد می شود.



# پوسته پوسته شدن



رهایی از فشار منجر به ایجاد شدن ورقه هایی از سنگ شبیه به لایه های پیاز می شود که اصطلاحاً پوسته پوسته شدن نام دارد.

✓ معمولاً در سنگهای متراکم (گرانیت و ماسه سنگ) دیده می شود.

# انبساط و انقباض سنگها بر اثر تغییرات دما

✓ تغییر دمای قسمتهای خارجی سنگ موجب انبساط و انقباض سطح سنگ شده و قسمتهای درونی بدون تغییر می ماند در نتیجه تنشهایی به وجود آمده که موجب شکستگی و جدا شدن قشر نازکی از سطح خارجی سنگ می شود.

✓ کانیهای سنگ بر اثر گرم شدن به درجات متفاوتی منبسط می شوند که باعث تنشهای انبساطی متفاوتی بین کانیها و در نتیجه شکستن بلورها در سطح خارجی سنگ می شود.

✓ این نوع هوازدگی در مناطق بیابانی (تغییرات شدید دما در روز و شب) بیشتر مؤثر است.

✓ **نتایج آزمایشی گرینگز:** تغییرات دما به تنهایی برای تخریب سنگ کافی نیست.

# خشک و مرطوب شدن متوالی سنگها

شیلها و سنگهای رسی بر اثر خشک و مرطوب شدن متوالی (در نتیجه انبساط و انقباض) در محل خود سست و متلاشی می شوند.



# انواع هوازدهگی شیمیایی

آب گرفتن و  
بی آب شدن

هیدرولیز

اکسایش  
و  
احیاء

انحلال به  
وسیله  
آب و اسیدها

# انحلال

✓ اغلب کانیها (نمک طعام، ژیپس) در آب محلولند.

✓ بر اثر انحلال لایه های نمک و ژیپس در زمانهای گذشته زمین شناسی توسط آبهای زیرزمینی و همچنین آبهای سطحی اشکال گوناگونی از جمله: انواع غارها، اشکال کارستی به وجود می آید.

✓ بر اثر فعالیت جانوران آب حالت کمی اسیدی پیدا می کند.

✓ بر اثر اکسایش (اکسیداسیون)، کانیهای سولفیدی مثل پیریت ( $\text{FeS}_2$ )، اسید سولفوریک تولید می شود.



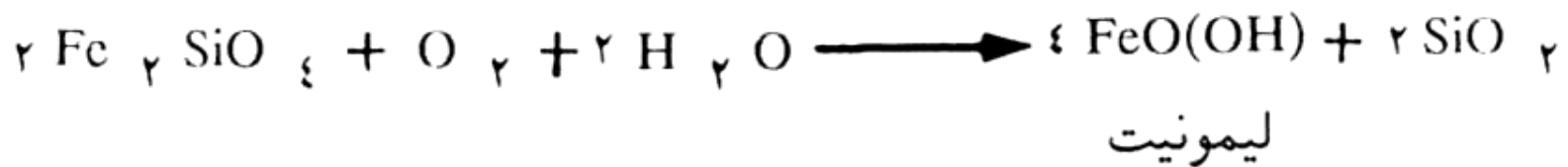
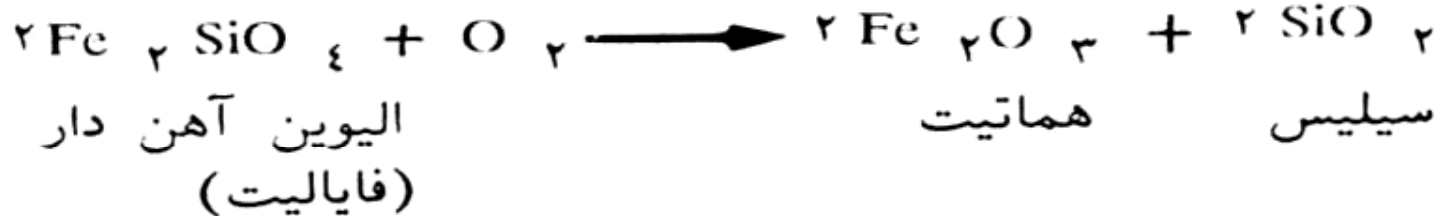
# اکسایش

از دست دادن الکترونها توسط یک عنصر بر اثر واکنشهای شیمیایی را **اکسایش** گویند

این فرایند لزوماً در اثر ترکیب با اکسیژن رخ نمی دهد ولی عموماً در محیط طبیعی (به علت دسترسی راحت اکسیژن آزاد) در نتیجه اکسایش ترکیب کانیها با اکسیژن می باشد.

اکسایش با حضور آب سریعتر صورت می گیرد.

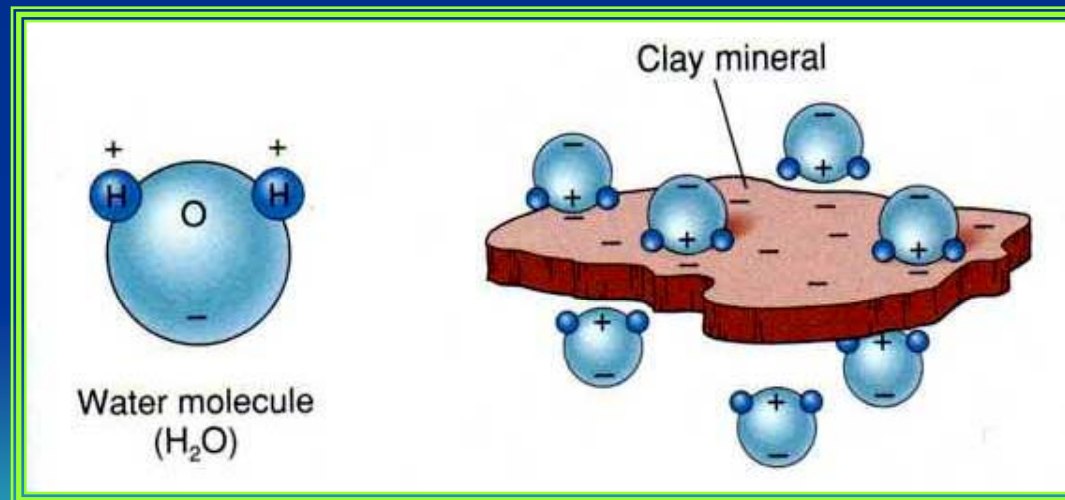
# مهمترین فرایندهای اکسایش



# هیدرولیز

✓ در هیدرولیز یونهای هیدروژن ( $H^+$ ) و هیدروکسید ( $OH^-$ ) آب با عناصر موجود در کانیها واکنش می دهد.

✓ یونهای  $H^+$  و  $OH^-$  منجر به متلاشی شدن اکثر کانیهای سیلیکاتها و تبدیل آنها به کانیهای رسی میشود.



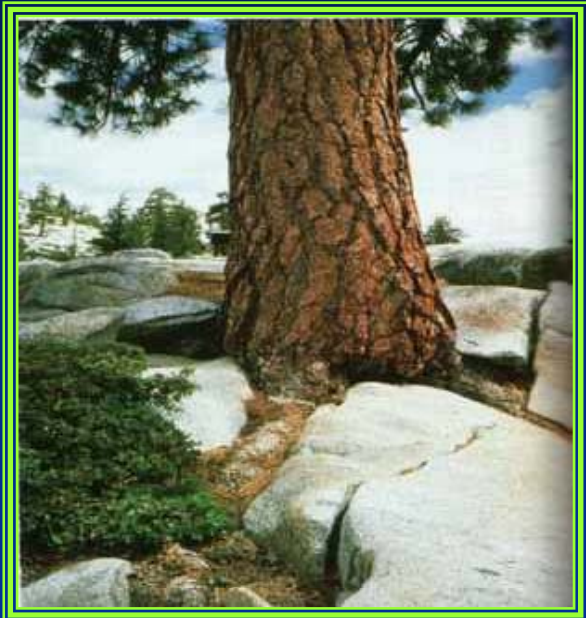
# آب گرفتن و بی آب شدن

این نوع هوازدگی نتیجه داخل شدن مولکولهای آب در ساختمان یک کانی یا خروج آن بوده که منجر به تشکیل کانی جدید می شود.

**برای مثال:**

تبدیل انیدریت (بر اثر جذب دو مولکول آب) به کانی ژپس

# هوازدگی بیولوژیکی (زیستی)

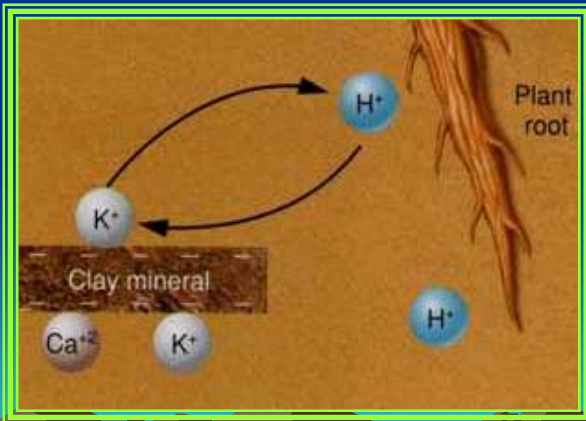


## الف) فیزیکی:

- خرد شدگی سنگها در اثر رشد ریشه گیاهان (شکل مقابل) ←
- جانوران حفار: کرمهای خاکی، مورچه و...

## ب) شیمیایی:

- تنفس جانداران
- جذب مستقیم بعضی عناصر توسط گیاهان (شکل مقابل) ←
- اکسایش و فاسد کردن بقایای گیاهان توسط باکتریها





# نتایج هوازدگی در چند سنگ

## بازالت:

✓ کانیهای تشکیل دهنده بازالت (پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، الیوین) اکثراً در دمای بیش از 1000 درجه متبلور می شوند.

✓ به همین دلیل به علت تفاوت شرایط تشکیل کانیها و محیط سطح زمین به آسانی (به ویژه بر اثر هیدرولیز) هوازده می شوند.

✓ ترک خوردگی در نتیجه یخ زدگی از جمله هوازدگی موثر بر این سنگهاست.

# نتایج هوازدگی در چند سنگ

## ماسه سنگ :

✓ ماسه سنگها از دو بخش دانه (کوآرتز، ارتوز و قطعات سنگی) و سیمان (رس، اکسید آهن و...) تشکیل شده است.

✓ کانیهای تشکیل دهنده این سنگ در برابر فرایندهای شیمیایی مقاوم بوده چرا که در شرایط سطح زمین به وجود آمده اند.

# گرانیت:

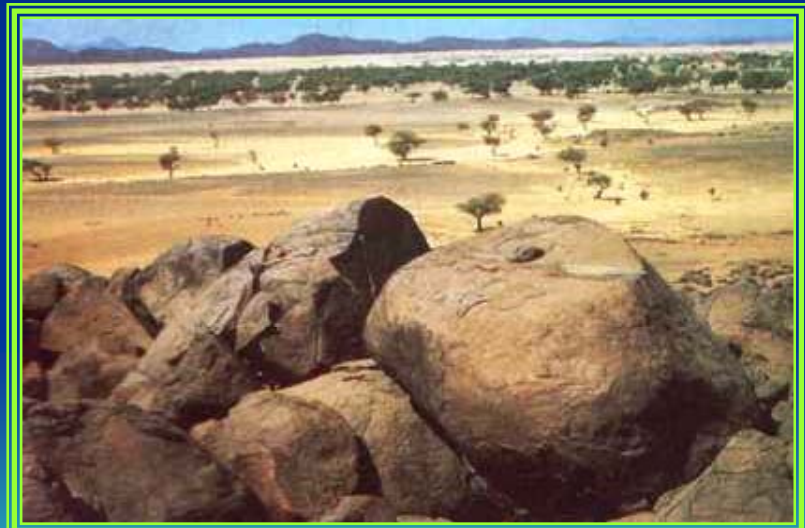
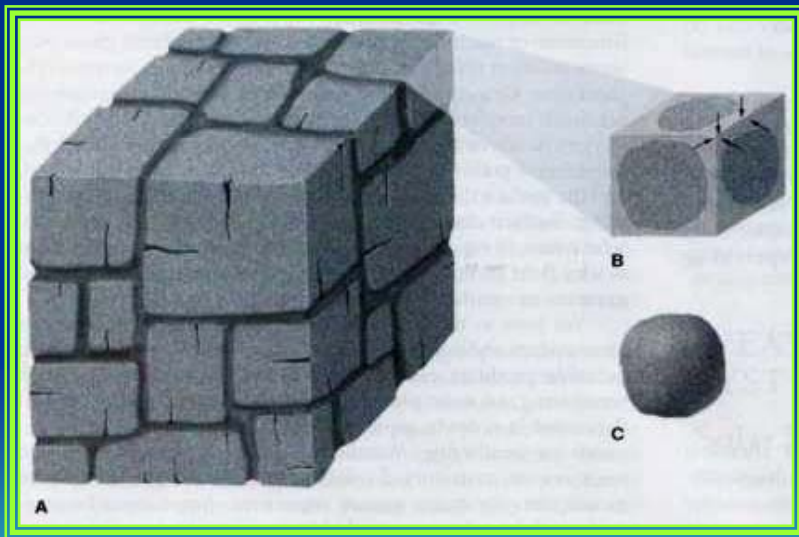
✓ **کانیها:** کوارتز، هورنبلند، بیوتیت، ارتوز و پلاژیوکلاز و در نتیجه هیدرولیز (شیمیایی) تبدیل به کانیهای رسی

✓ **هوازدگی فیزیکی، رها شدن از فشار (شکل زیر) و یخ زدگی بر روی سنگهای گرانیتی مؤثر است.**



# هوازدگی شبه کرووی

در سنگهای متراکم (گرانیت، بازالت، ماسه سنگ) سه دسته درزه با زاویه تقریباً قائمه قطع کرده که به تدریج به وسیله عوامل هوازدگی باعث گرد شدن قطعات تقریباً مکعبی شکل اولیه می شود.



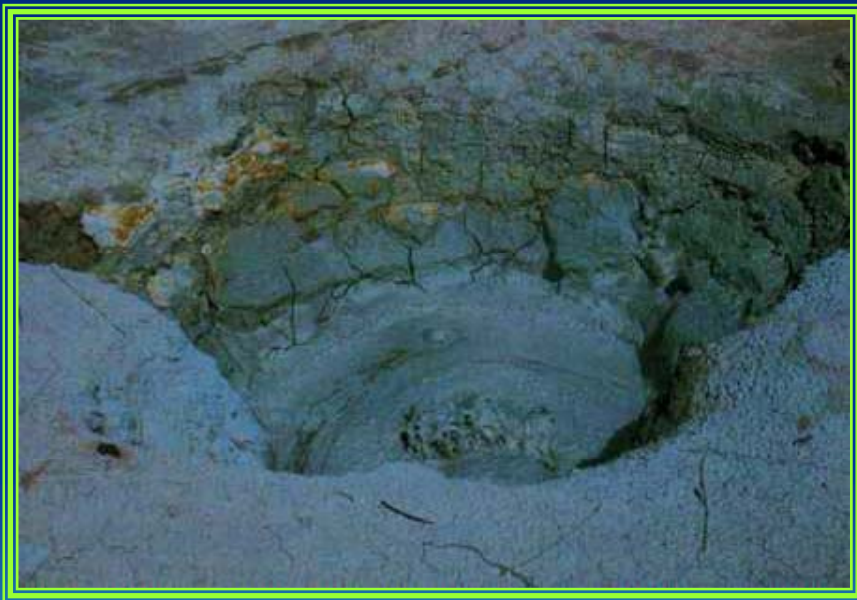
## شیل:

✓ شیلها عمدتاً از رس تشکیل شده و به دلیل اینکه رسها محصول هوازدگی هستند در نتیجه هوازدگی شیمیایی تأثیری بر آنها ندارد.

✓ هوازدگی فیزیکی به صورت خشک و مرطوب شدن متوالی باعث سست و خرد شدن سنگها می شود.

## آهک:

✓ **هواز دگی شیمیایی:** انحلال در نتیجه آبهای اسیدی که اگر آهک ناخالص باشد، رسوبات ته نشین شده و اگر خالص باشد، آثاری از آن باقی نمی ماند (شکل زیر).



✓ **هواز دگی فیزیکی:** به صورت یخ زدگی باعث قطعه قطعه شدن سنگ و افزایش سرعت انحلال می شود.

# هوازدگی و آب و هوا

➤ اقلیم یا آب و هوا نقش مهمی در نوع و شدت فرایندهای هوازدگی بازی می کند.

➤ دما و مقدار بارش یک ناحیه مستقیماً و نوع پوشش گیاهی آن بطور غیر مستقیم بر روی هوازدگی مؤثر است.



# شدت و نوع هوازدگی در اقلیم‌های مختلف

- الف) در مناطق بیابانی و کویری (گرم و خشک):
  - ✓ به علت کمبود رطوبت فعالیت هوازدگی شیمیایی و زیستی کم است.
  - ✓ بیشتر هوازدگی فیزیکی باعث شکستگی مکانیکی در نتیجه تغییرات دما و رشد بلورهای نمک (خاصیت مویبندی) در مناطق کویری ایران می شود.

## ب) مناطق مرطوب عرضهای متوسط:

✓ در اقلیمهای مرطوب با یخبندان فصلی یخ زدگی به عنوان یکی از فرایندهای هوازدگی فیزیکی اهمیت پیدا می کند.

✓ در این گونه نواحی هوازدگی شیمیایی در نتیجه واکنشهای گیاجاکی (هوموس) در عمق چند متری داخل زمین نفوذ می کند.

✓ در منطقه بندی قائم قشر هوا زده تا افق کائولینیت ختم می شود.

## ج) مناطق حاره (اقلیمهای گرم و مرطوب)

✓ به علت بارش و رطوبت زیاد هوازدگی شیمیایی فوق العاده بوده و در نتیجه فرایند هیدرولیز کانیهای رسی تا عمق 100 متر و حتی بیشتر تشکیل می شوند.

✓ به علت شدت هوازدگی کانیهای رسی تبدیل به اکسیدهای پایدار آهن و آلومینیوم شده و به ترتیب باعث تشکیل **خاکهای لاتریتی و بوکسیتی** می شوند.

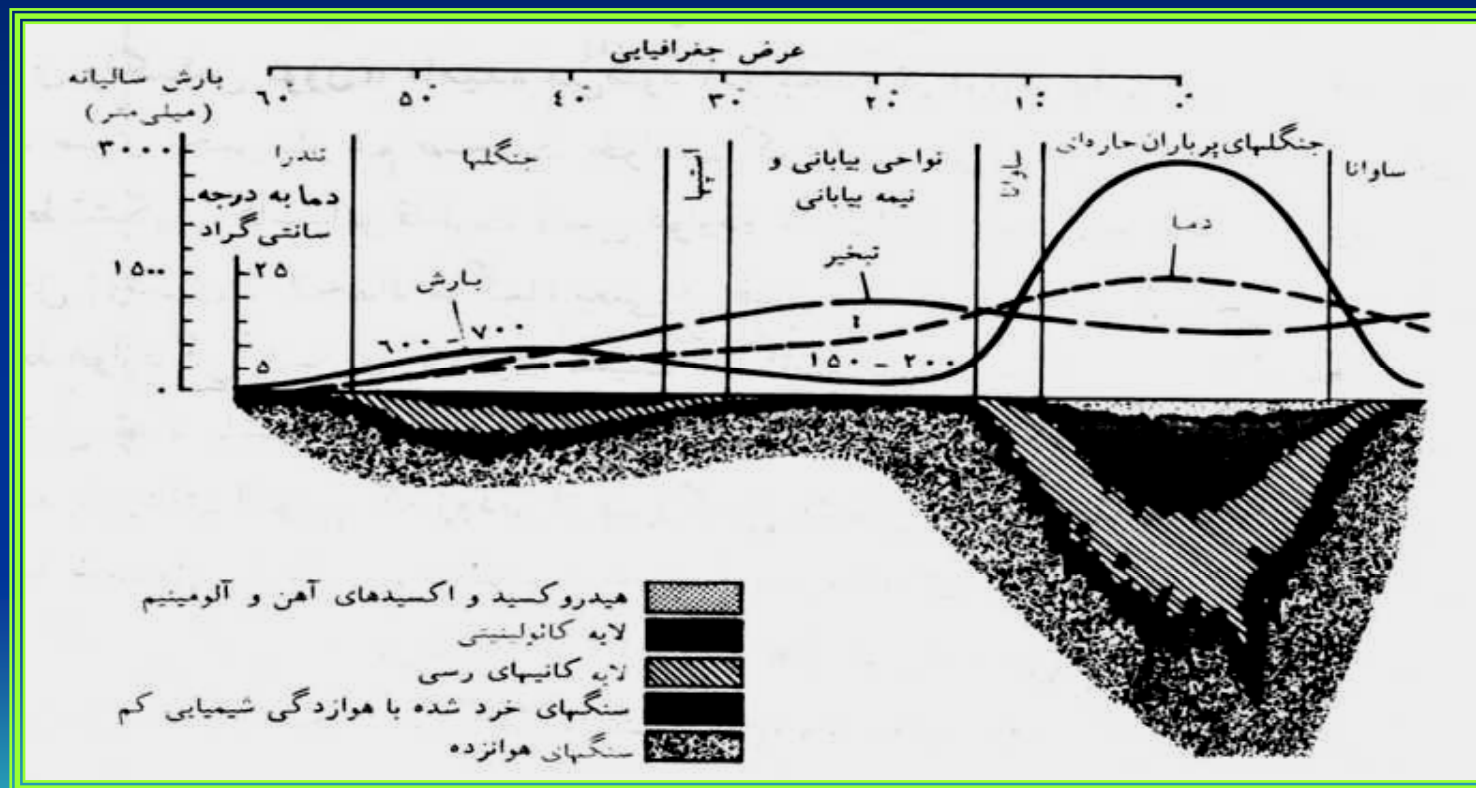
## د) مناطق سرد

✓ این مناطق به علت دمای پایین و بارش کم، هوازدگی شیمیایی حتی در مقیاس میکروسکوپی کمتر می توان تشخیص داد بطوریکه سنگهای آهکی پرتگاه را تشکیل می دهند.

✓ عمق هوازدگی فیزیکی در نتیجه یخ زدگی سطحی است.

# مراحل و مناطق هوازدگی

رابطه نزدیکی بین آب و هوا و هوازدگی وجود دارد (شکل زیر).



✓ می توان بطور ایده آل تغییر ضخامت و ترکیب قشر مواد هوازده در شرایط اقلیمی مختلف را نشان داد.

✓ بیشترین ضخامت مواد هوازده مربوط به مناطق گرم و مرطوب بوده که دارای منطقه بندی قائم می باشد.

✓ مناطق بیابانی به علت کمبود بارش و یا سرمای شدید، کمترین ضخامت را داشته و بیشتر تحت تاثیر هوازدگی فیزیکی خرده سنگها خرد می شوند.

# مقاومت سنگ در برابر هوازدگی

سرعت هوازدگی تحت تأثیر عوامل زیرمی باشد:

■ جنس سنگ

■ مقدار شکستگی ها

■ منافذ بین دانه ها

■ سطوح لایه بندی

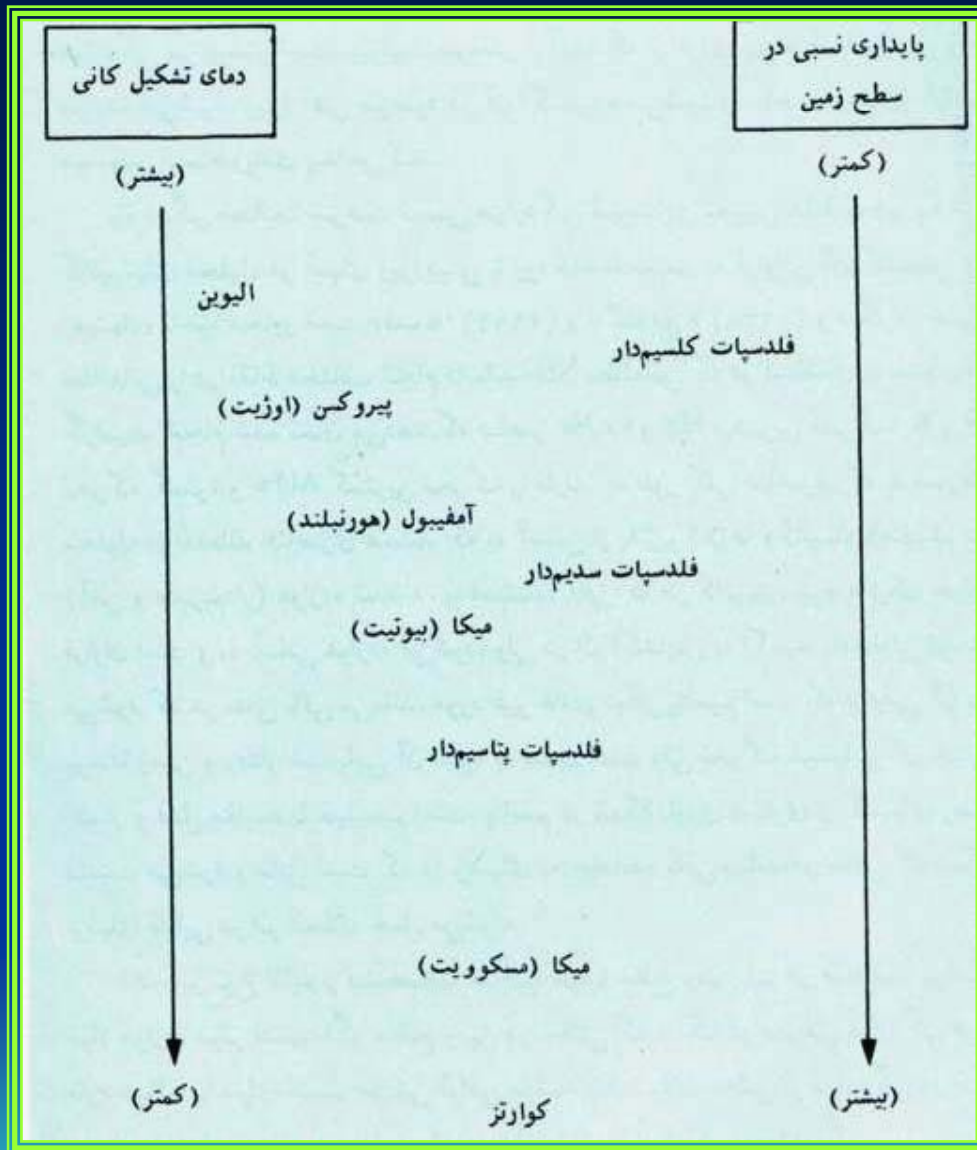
■ فضای خالی

■ شیب سطح زمین



# سری پایداری گلدیچ

بر اساس مطالعات متعدد  
آزمایشگاهی و صحرایی  
مقاومت کانیها، تعیین  
شده که به سری پایداری  
**گلدیچ** معروف است  
(شکل روبرو)



# سری پایداری گلدیچ

❖ ترتیب قرار گرفتن کانیها در سری فوق، نشان دهنده توالی تبلور کانیها در حین انجماد ماگما مطابق سری واکنشی بوون است.

❖ کانیهای مراحل اولیه انجماد ماگما (دما و فشار بالا) دارای مقاومت کمتر است.

❖ الیوین کمترین مقاومت و کوارتز بیشترین مقاومت را دارند.

❖ هر چه نسبت سیلیس به اکسیژن بیشتر باشد، سرعت هوازدگی کمتر و مقاومت سنگ بیشتر است.

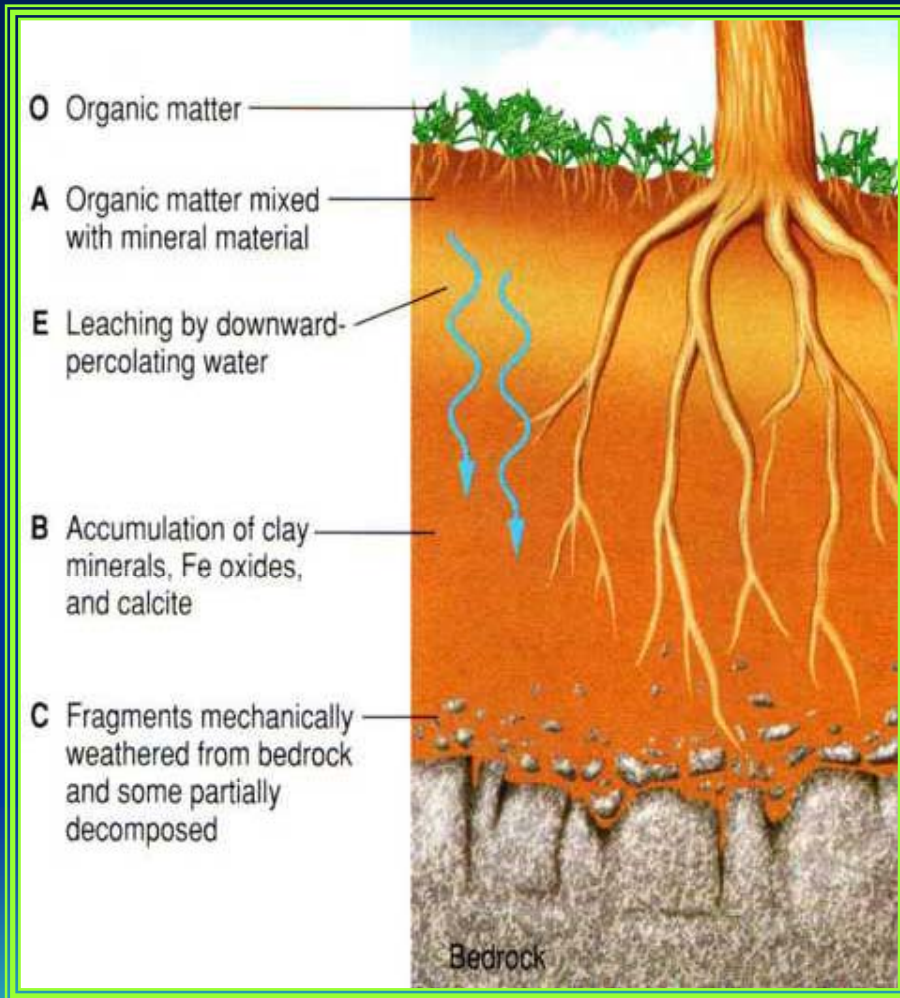
# خاک

لایه ای از مواد سست و نرم در سطح زمین است که به قدر کافی هوازده شده باشد بطوری که ریشه گیاهان بتواند در آن رشد کند.

## خاک بالغ

خاکی که به مراحل پیشرفته ای رسیده و افقهای مشخصی را تقریباً به موازات سطح زمین تشکیل می دهد.

# افق‌های خاک



✓ **افق O**: بالاترین لایه خاک با تجمع مواد آلی و فقدان مواد معدنی

✓ **افق A** (افق فروشست): بیشتر از ذرات کانی و مواد آلی

✓ **افق B** (افق انباشت): تمرکز اکسید آهن به رنگ زرد و قرمز

✓ **افق C**: بخشی از افق از مواد هوازده و بخش زیرین دارای ویژگی سنگ مادر

✓ **افق R** (مواد خاک یا سنگ مادر): متشکل از سنگ بستر یا آبرفت

عوامل مؤثر  
در  
تشکیل خاک

شیب زمین  
وزمان

جانداران

اقلیم

سنگ مادر

## خاک پدالفر:

✓ در مناطق با بارندگی بیش از 500 تا 600 میلیمتر

✓ از تجمع رسها و کانیهای اکسید آهن

## خاک پدوکال:

✓ بارندگی کمتر از 500 تا 600 میلیمتر در سال

✓ دارای کربنات کلسیم و در نواحی بیابانی

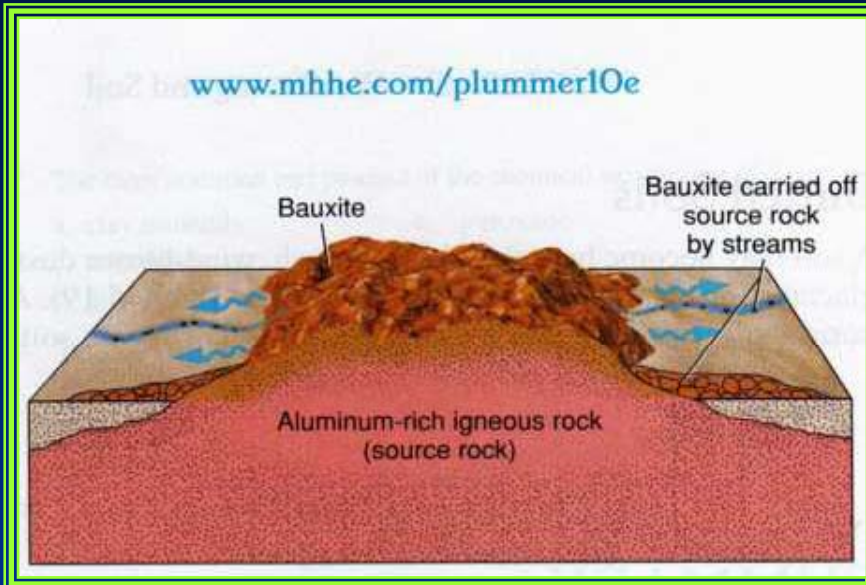
## کالیش:

رسوبات کربنات کلسیم در بخش بالایی خاک پوسته ای به نام

کالیش تشکیل می دهد.



# لاتریت و بوکسیت



در اقلیمهای پرباران حتی کوارتز و کانیهای رسی در مقابل هوازدگی مقاوم نبوده و با حل کوارتز و تجزیه کانیهای رسی، خاکهای باقی مانده غنی از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (لاتریت) و آلومینیوم (بوکسیت) به وجود می آید.





Earthflow-California

Photo by Robert.L

# فصل ششم

## حرکت در دامنه ها

85/5/7

زمین شناسی فیزیکی - جواد قانع اردکانی

57



Earthflow-California

Photo by Robert.L

# فصل ششم

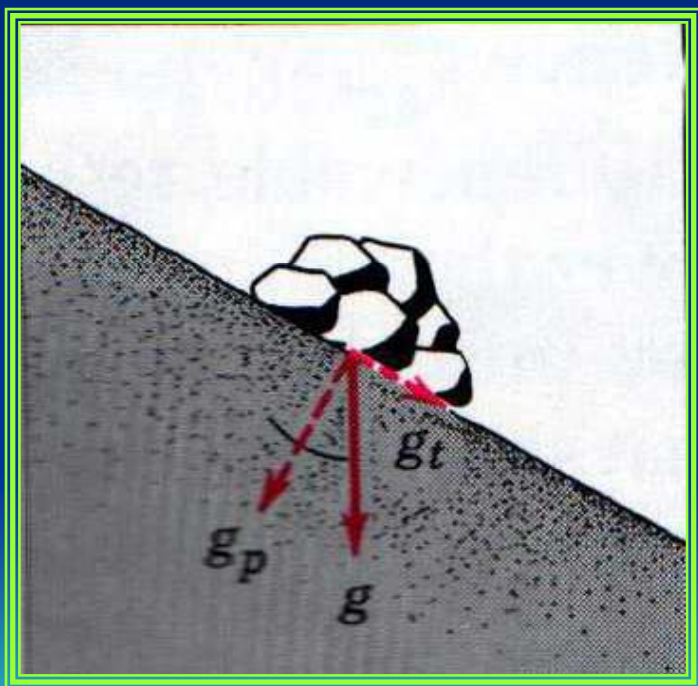
اهداف نهایی:

- نیروهای گرانی و شیب زمین
- علل حرکت در دامنه ها
- شکلهای مختلف حرکت مواد در دامنه ها
- رسوبات ناشی از حرکات دامنه ها
- مسائل عملی حرکات دامنه ای



# نیروی گرانی و شیب زمین

نیروی جاذبه (کشش گرانشی) بر روی سطح شیب دار (بر روی ذره) را می توان به دو مؤلفه تجزیه کرد:



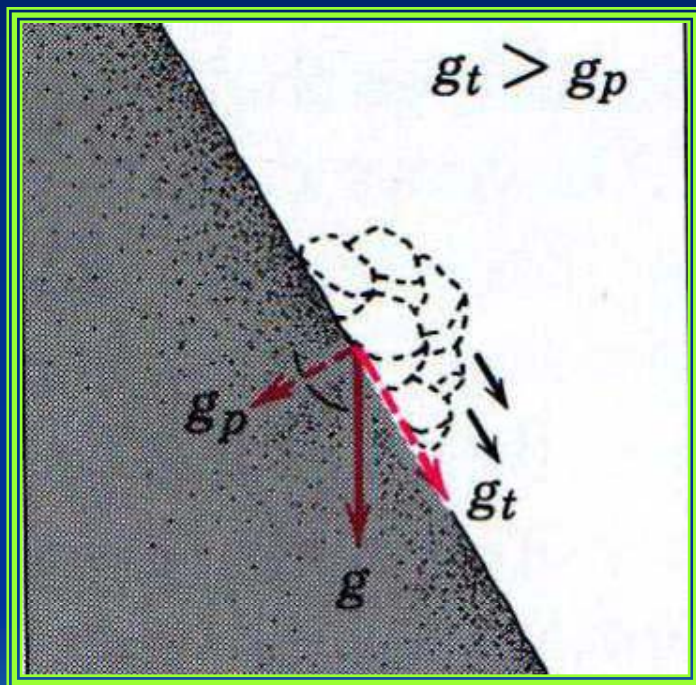
الف) مؤلفه عمودی ( $g_p$ ):

نگهداری ذره در محل خود (اصطکاک) و عمود بر سطح عمل می کند.

ب) مؤلفه افقی ( $g_t$ ):

عمل کشیدن ذره به سمت پایین سرازیری و به موازات سطح زمین می باشد.

# علل حرکت در دامنه



اساسا برای حرکت توده های سنگ یا خاک در سرآشپه بایستی:

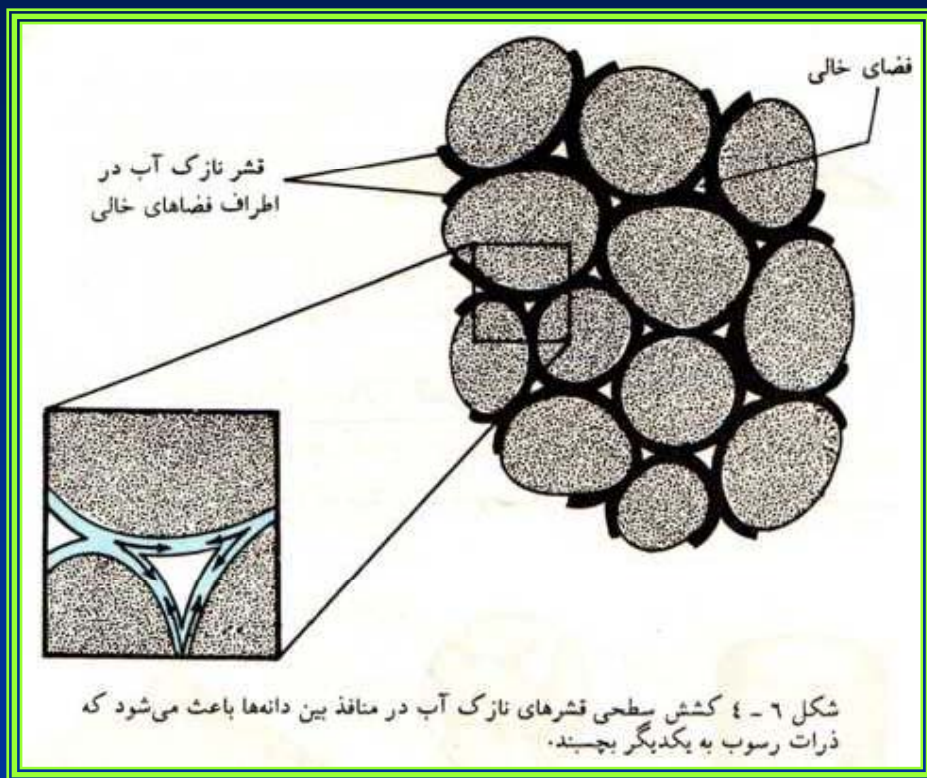
**الف)** نیروی  $g_p$  کاهش یابد یعنی اصطکاک کم گردد.

**ب)** نیروی  $g_t$  افزایش یافته یعنی شیب زمین افزایش یابد.

# نقش آب در حرکت دامنه ها

■ به عنوان یک ماده روان کننده عمل کرده و با نفوذ خود به داخل منافذ و شکاف خاک و سنگ، مقاومت آنها در مقابل حرکت کاهش می یابد.

■ آب موجب افزایش وزن رسوبات و در نتیجه نیروی محرکه رو به پایین شیب افزایش می یابد.

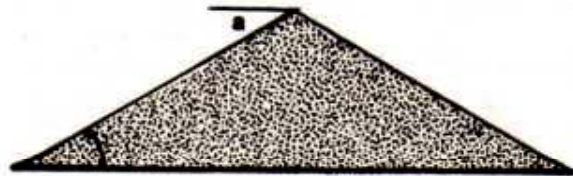


## ■ اثر کشش سطحی:

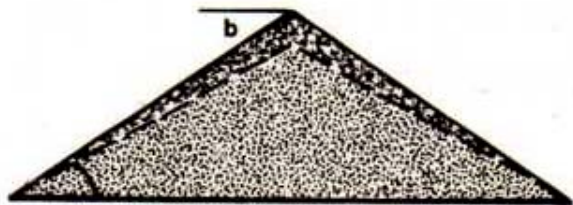
اگر منافذ به طور کامل پر نشوند باعث افزایش نیروی چسبندگی بین ذرات شده و در نتیجه ذرات در شیب تندتری پایدار می‌مانند.

# زاویه قرار

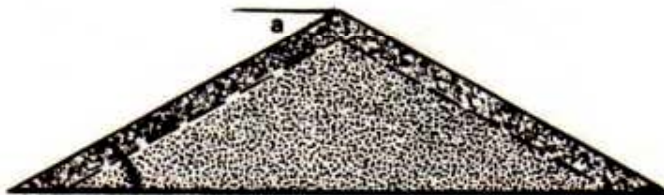
بیشترین زاویه ای  
است که در آن مواد  
دانه ای ناپیوسته به  
اندازه معین می توانند  
پایدار باقی بمانند.



کپه‌ای از ماسه که پایدار  
است و زاویه شیب پهلوی آن  
(a) با توجه به اندازه ماسه‌ها  
معادل زاویه قرار آن است.



مقداری ماسه اضافه می‌شود و  
در نتیجه پهلوهای آن  
پرشیب‌تر می‌شوند (b). در  
این حال کپه ماسه ناپایدار  
است و قسمتی از ماسه‌ها در  
پهلوها فرو می‌ریزند.



کپه پایدارتری تشکیل  
می‌شود که زاویه شیب  
پهلوه‌ای آن (a) معادل زاویه قرار  
اولیه است.

شکل ۶ - ۵ وقتی بر روی کپه‌ای از ماسه توسط یک نوار نقاله به طور مداوم ماسه  
افزوده شود با بالا آمدن کپه پهلوهای آن مرتباً فرو می‌ریزد و کپه جدید بلندتری  
تشکیل می‌شود ولی شیب پهلوها همچنان مثل کپه اولیه است.



# عوامل مؤثر بر زاویه قرار

**الف) اندازه دانه ها:** هرچه اندازه بزرگتر باشد، زاویه قرار نیز بزرگتر می شود.

**ب) جور شدگی:** با افزایش میزان یکنواختی دانه ها زاویه قرار کاهش می یابد.

**ج) گرد شدگی:** میزان صافی و گوشه دار بودن دانه ها رابطه معکوسی با زاویه قرار دارد.

**د) میزان رطوبت:** مقدار کم آن باعث افزایش زاویه قرار و مقدار اشباع آن باعث کاهش زاویه قرار می گردد.

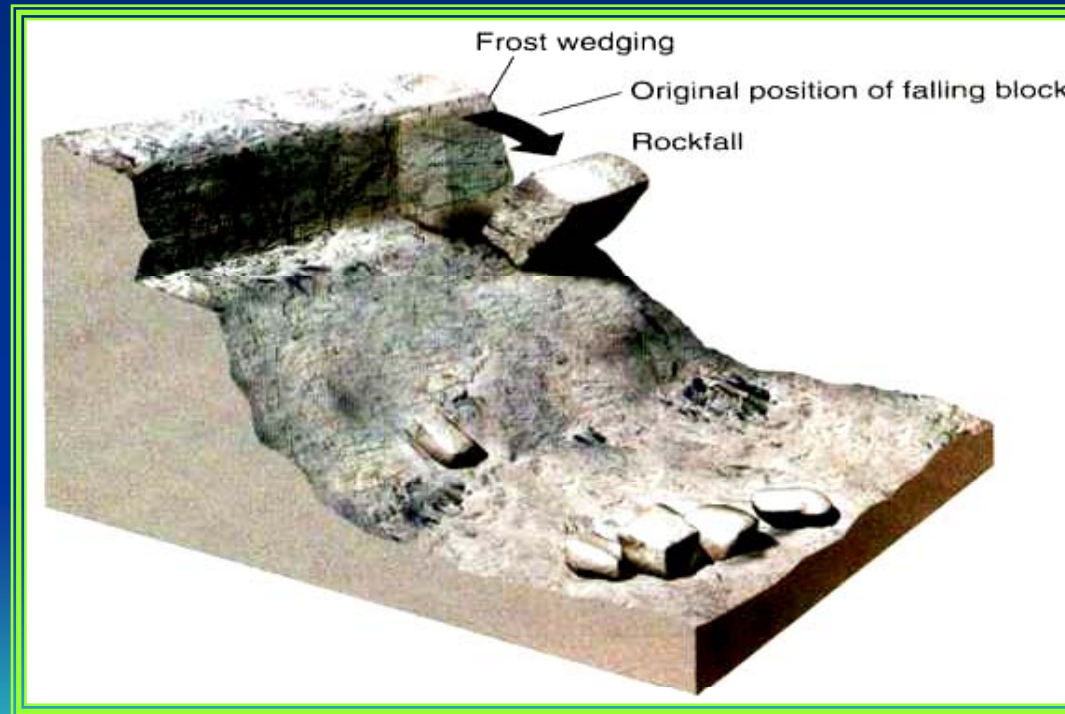
# اشکال حرکت مواد در دامنه ها

در تقسیم بندی حرکت مواد در دامنه ها به عوامل مختلفی از قبیل نوع مواد، خصوصیات حرکت و سرعت توجه می شود.



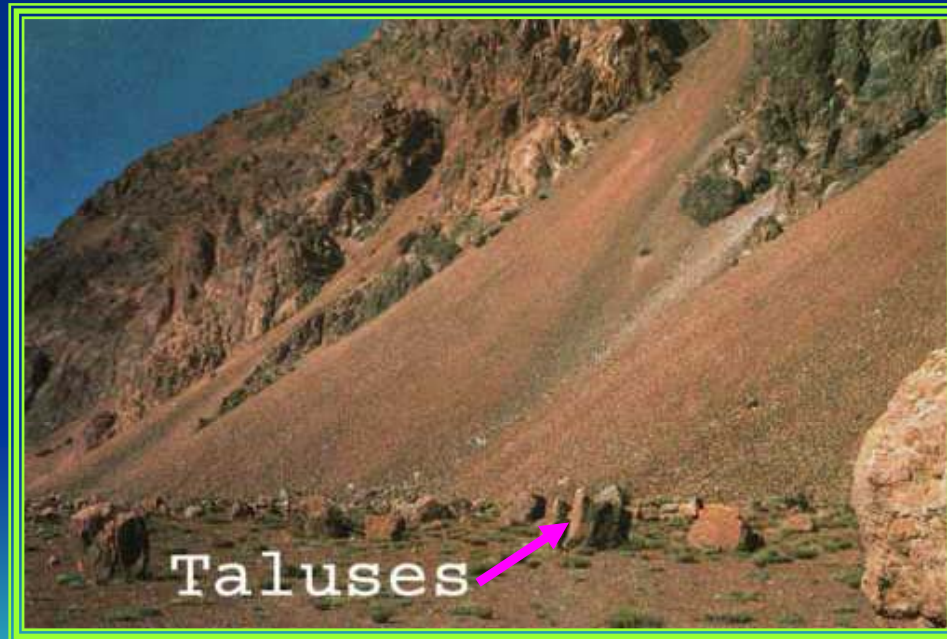
# ریزش

حرکت رسوب و سنگ در هوا و تجمع آن در دامنه یک سرایشی را **ریزش** گویند (شکل زیر).



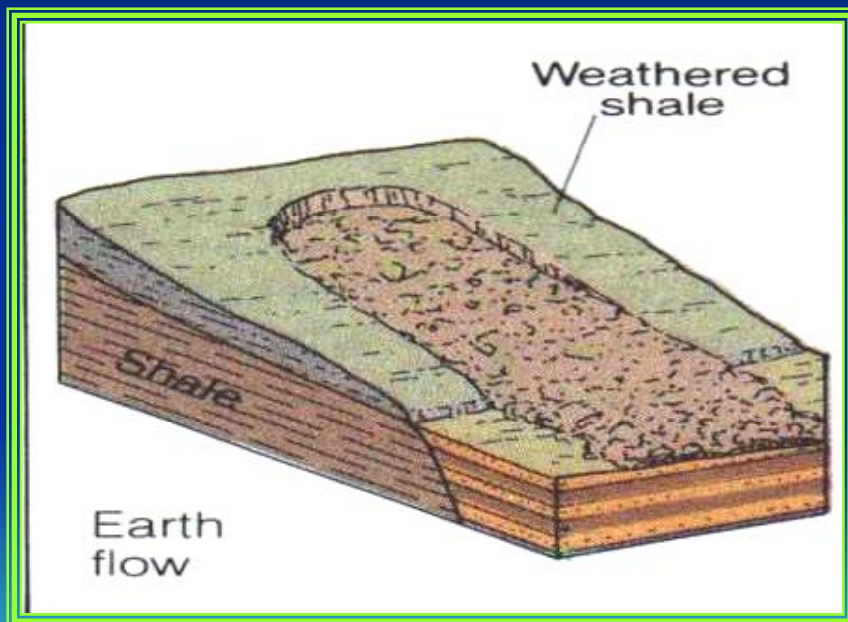
## تالوس:

به تجمع خرده سنگهای ریزشی در دامنه پرتگاهها و شیبهای خیلی تند را **تالوس** گویند.  
ریزش سنگ فرایندی تند یا فوق العاده تند است.



# لغزش

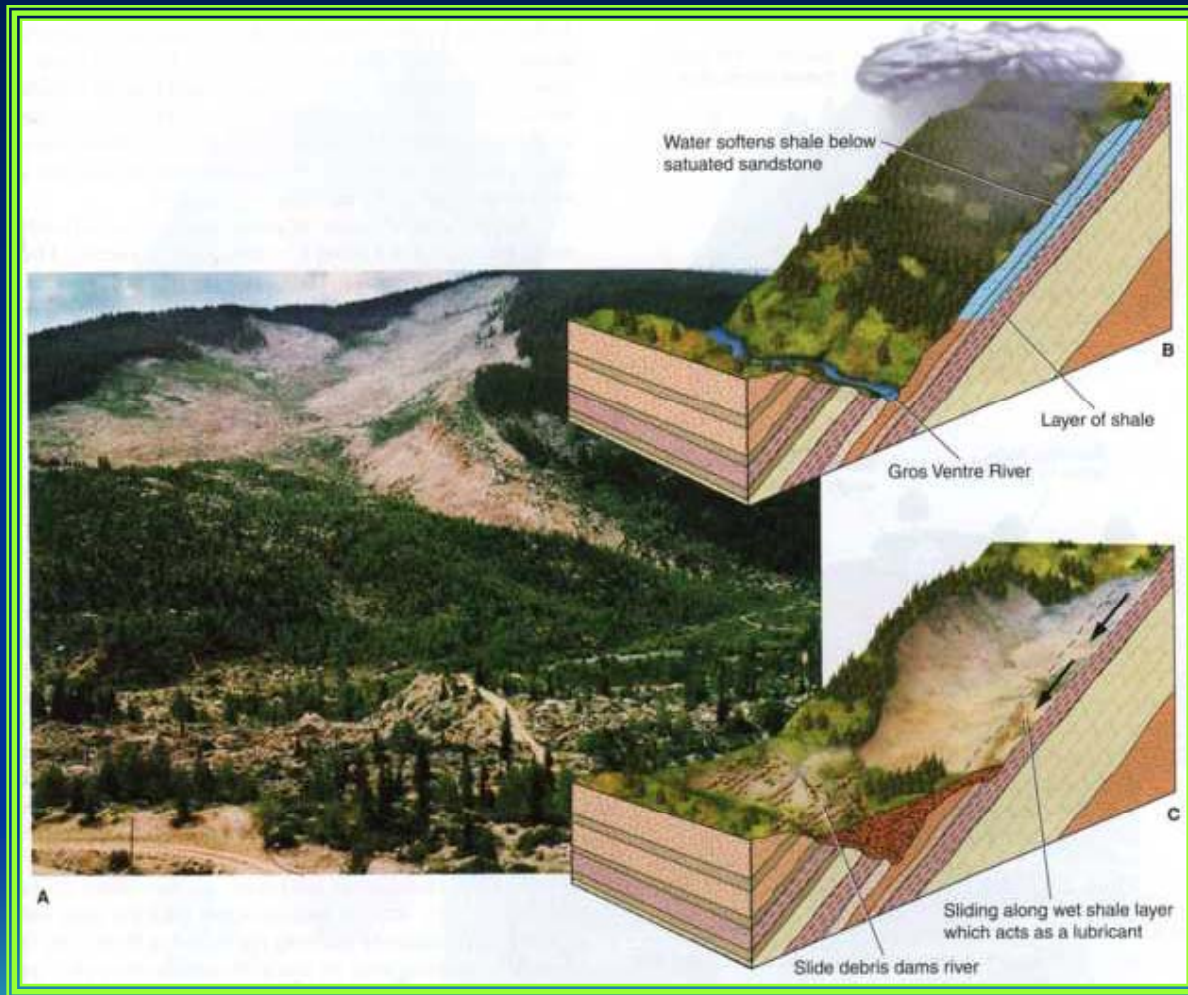
حرکت سنگ یا رسوب در امتداد سطوح صفحه ای لغزنده را لغزش گویند



## زمین لغزه:

شامل حرکت لغزشی نسبتاً خشک خاک و سنگ است (شکل مقابل).

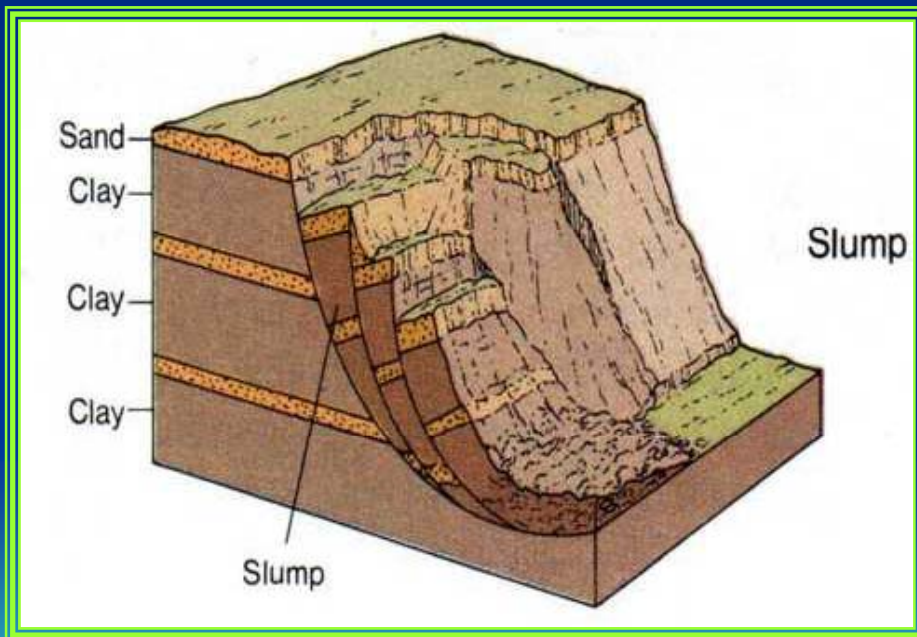




سطوح لغزشی  
 ممکن است سطح  
 لایه بندی سنگهای  
 رسوبی یا  
 شکستگی ها باشد  
 که با جذب آب  
 حالت خمیری پیدا  
 می کند (شکل  
 مقابل).

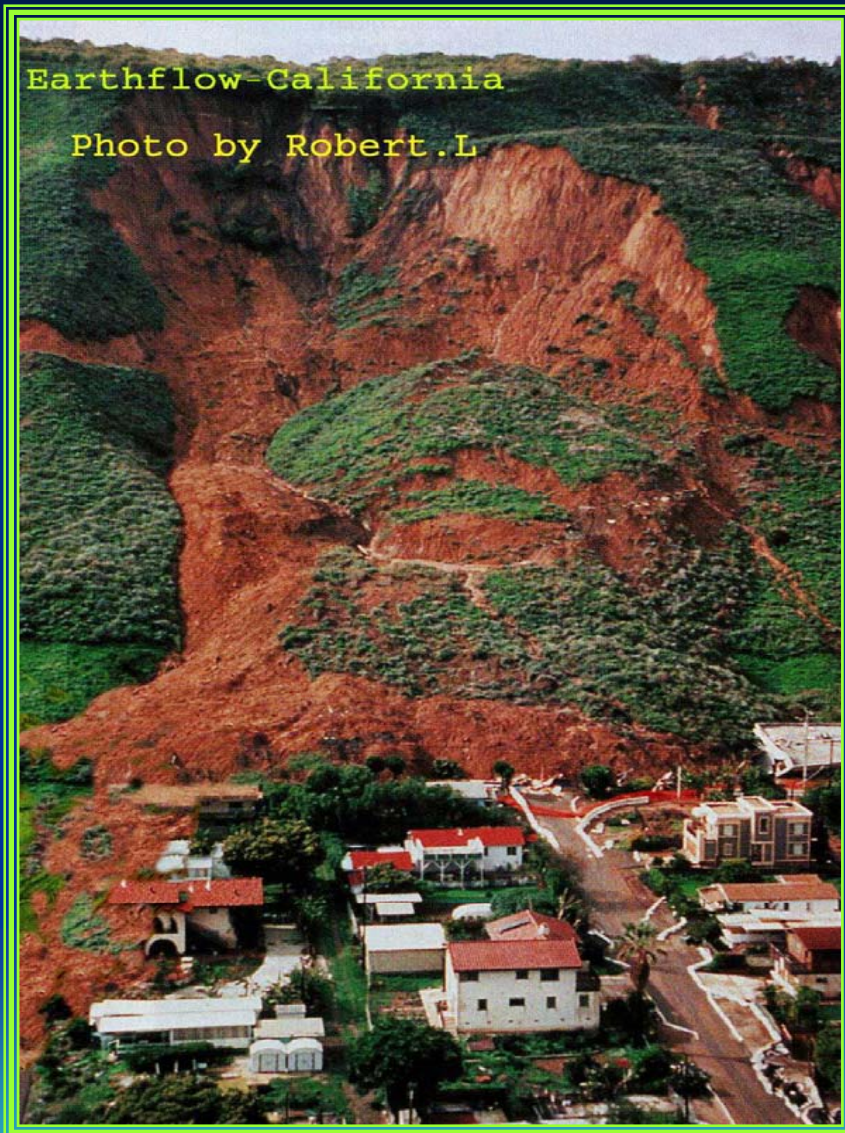
# لغزش چرخشی (زمین لیزه)

حرکت خیلی کند تا متوسط خاک و مواد در امتداد سطوح منحنی که به طرف بالا مقعرند، را گویند.



## علت زمین لیزه:

- ✓ نتیجه فرسایش دامنه
- ✓ خالی شدن زیر رسوبات
- ✓ فرسایش یک رودخانه
- ✓ در دیواره یک بستر
- ✓ هجوم امواج به پرتگاه ساحلی
- ✓ فعالیت انسانی



# جریان

به حرکت خمیره ای  
(پلاستیک) یا نیمه مایع  
سنگ و رسوب در هوا  
یا آب را اصطلاحاً **جریان**  
می نامند.



انواع  
حرکت  
جریانی

لاهار

بهمن

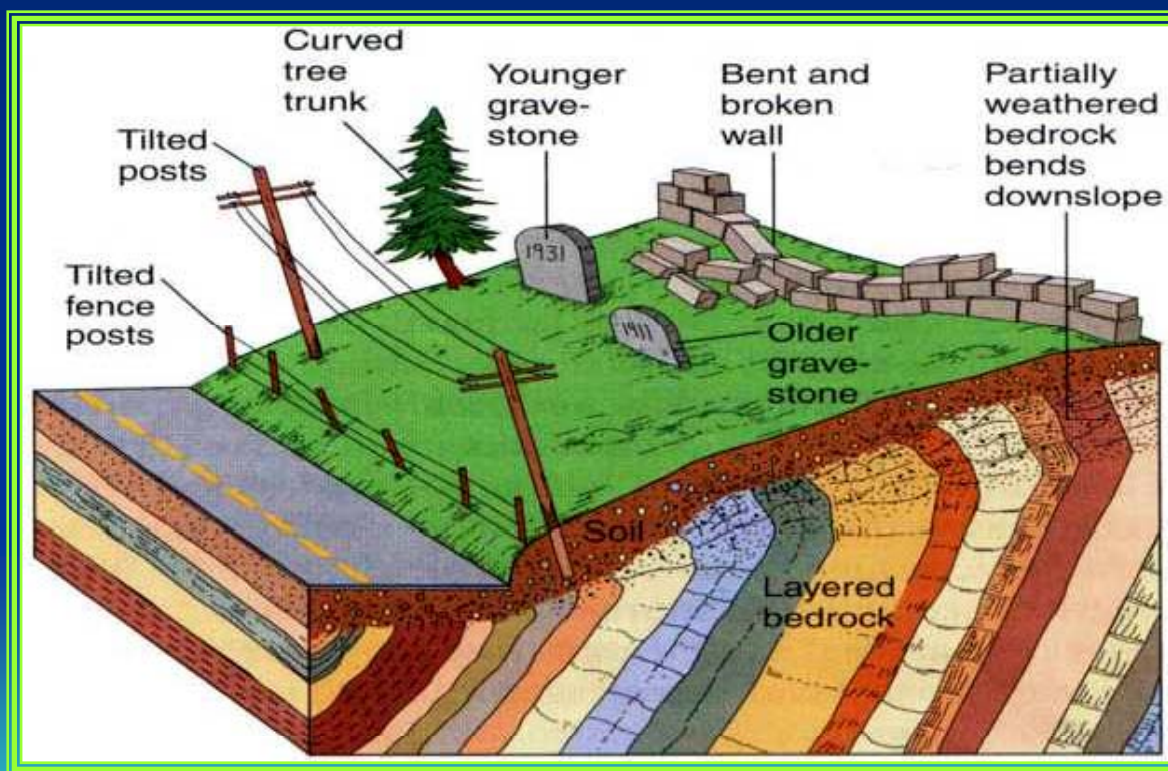
جریان  
واریزه

خاک سره

خزش  
(کریپ)

# خزش

حرکت فوق العاده آهسته و رو به پایین خاک، سنگپوش و سنگ تحت تأثیر نیروی گرانی را اصطلاحاً **خزش** می گویند.



# نشانه های مؤثر بر خزش

✓ جابجایی و کشیدگی دیوارها

و ...

✓ خمیدگی سنگ بستر در

قسمت بالایی لایه های

پرشیب در جهت شیب زمین

✓ خم شدن ساقه درختان

(شکل اسلاید قبلی بصورت

شماتیک و روبرو)



A



B



C

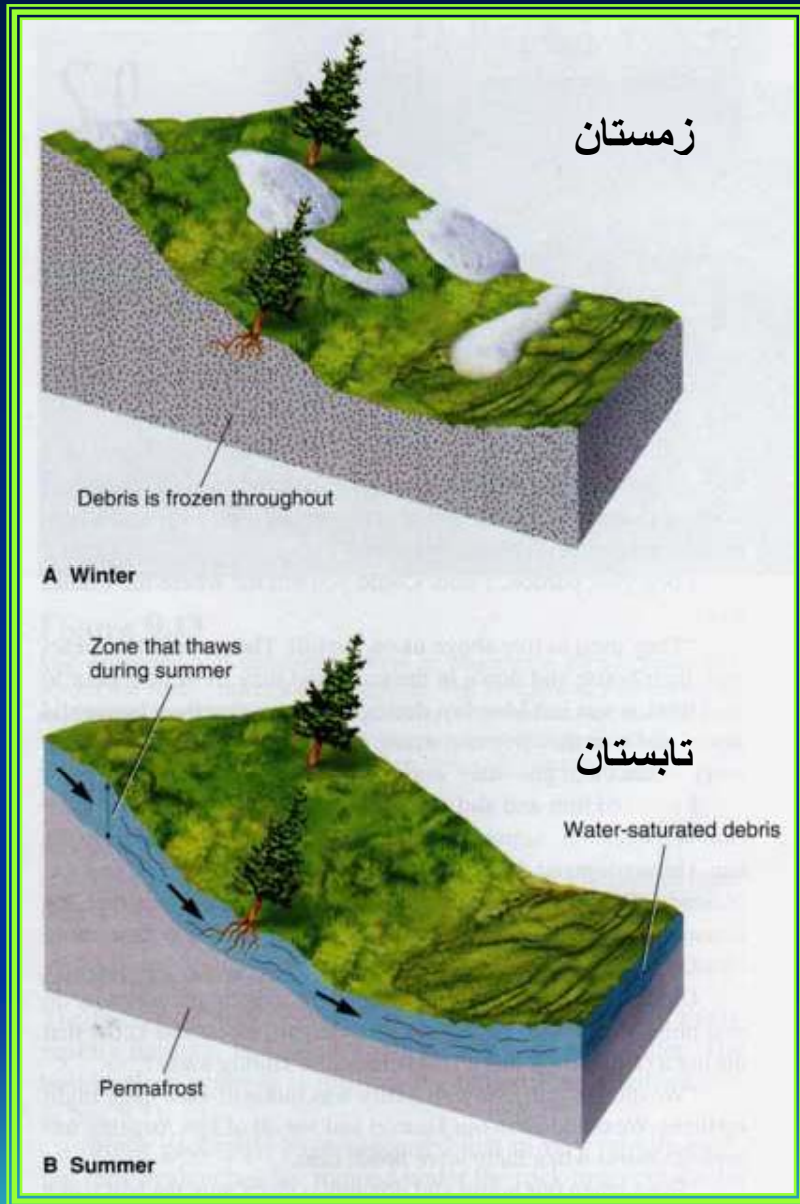
# عوامل مؤثر بر خزش

- یخ زدگی و ذوب متوالی آب
- مرطوب و خشک شدن متوالی کانیهای رسی
- گرم و سرد شدن بدون انجماد
- رشد و پوسیدگی گیاهان
- فعالیت جانوران حفار
- انحلال مواد معدنی
- اثر برف در حرکت رو به پایین آن

# خاک سره (سولیفلوکسیون)

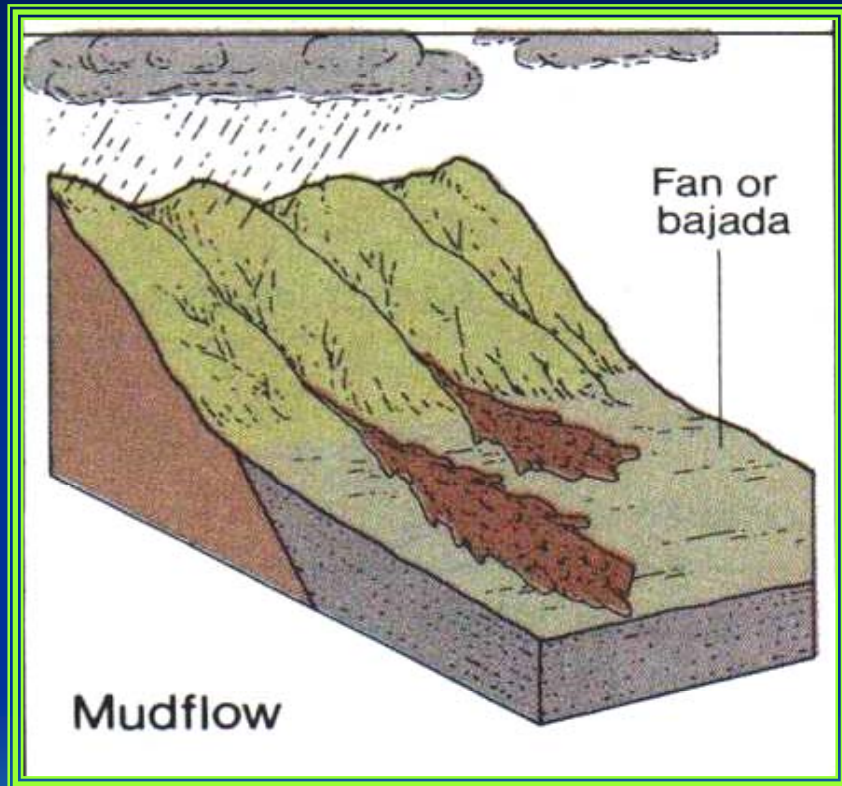
حرکت آهسته خاک و مواد تخریبی  
اشباع از آب در سرایشی که  
معمولاً در نواحی سرد زمین رخ  
می دهد.

به علت عدم نفوذ آبهای ذوب شده  
از یخ به بخش زیرین باعث اشباع  
شدن آب در قسمتهای فوقانی و  
ایجاد خاک سره می شود.





# جریان گل



جریانهایی که مقدار قابل توجهی (تا 30%) آب و مقدار زیادی مواد دانه ریز داشته باشند **جریان گل** نامیده می شوند.

این جریان در مناطق کوهستانی و نواحی نیمه خشک و صحرایی عمومیت دارد.

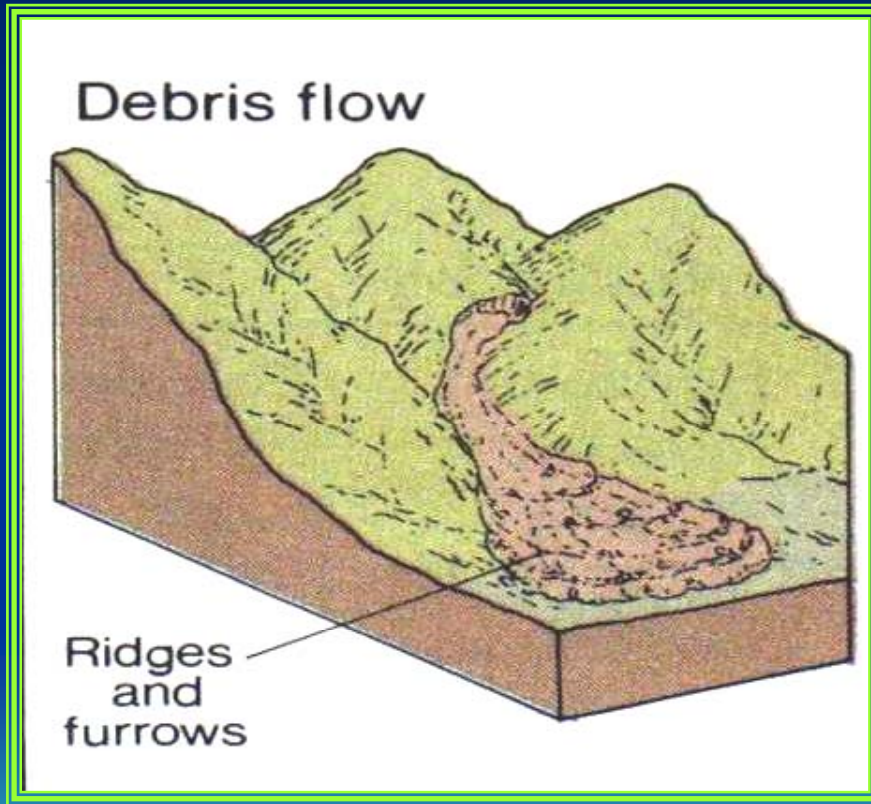
# جریان لاهار

جریانهای گلی که بیشتر حاوی مواد آتشفشانی (ذرات خاکستر) هستند و در نتیجه بارش بارانهای سنگین یا ذوب پوشش یخ به وجود می آیند.



Lahar from Nevado

# جریان واریزه



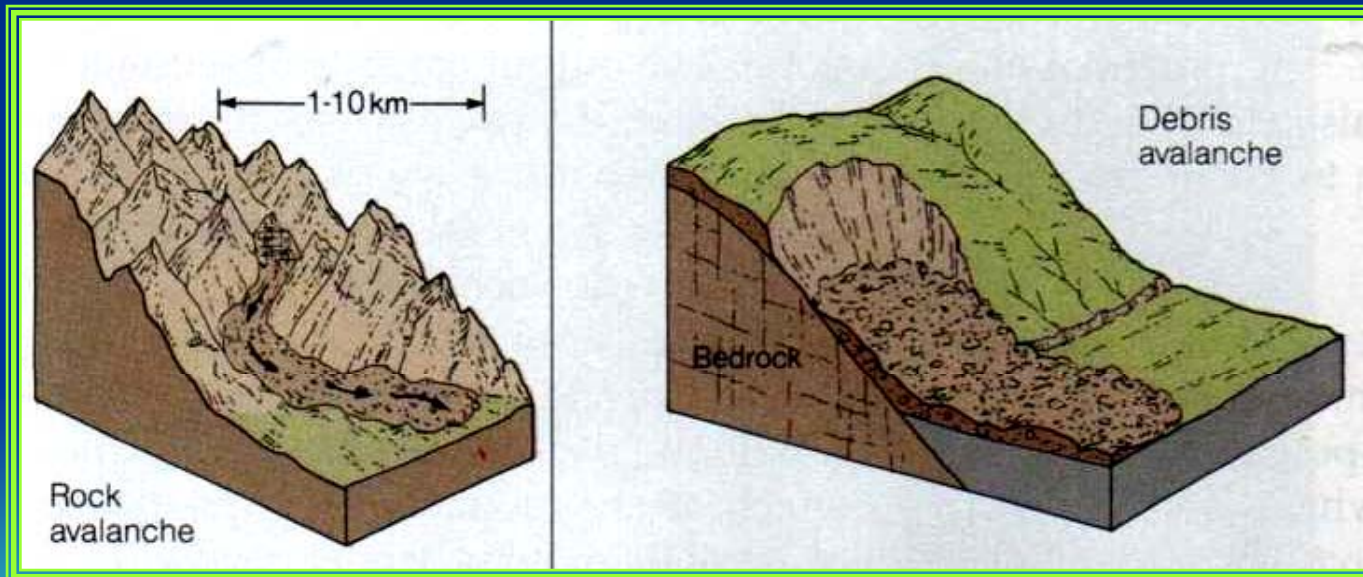
جریان تند مواد تخریبی و سنگپوش در سرایشی ها را **جریان واریزه** می گویند.

توده های لغزنده خرد شده با هوا و آب مخلوط و به صورت جریان درآمده و تشکیل توده های زبانه ای در دامنه را می دهند.

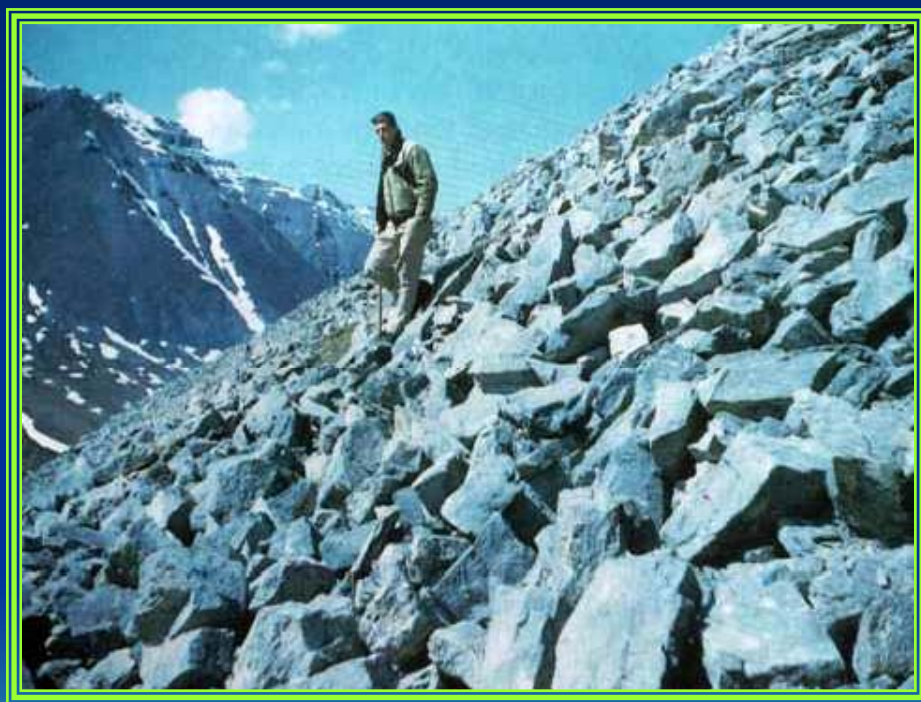


# بهمن

سریعترین حرکت دامنه ای جریانی، لغزشی و ریزشی است که به دنبال غرشی است که نتیجه گسیختگی مواد در بالای سرایشی در مدت چند ثانیه به صورت بهمین سرازیر می شود.



# ویزگی رسوبات ناشی از حرکات دامنه ای (واریزه)



✓ قطعات دارای گوشه و لبه های  
تیز (گرد شدگی ضعیف)

✓ ترکیب کانی شناسی شبیه به  
سنگ منشاء

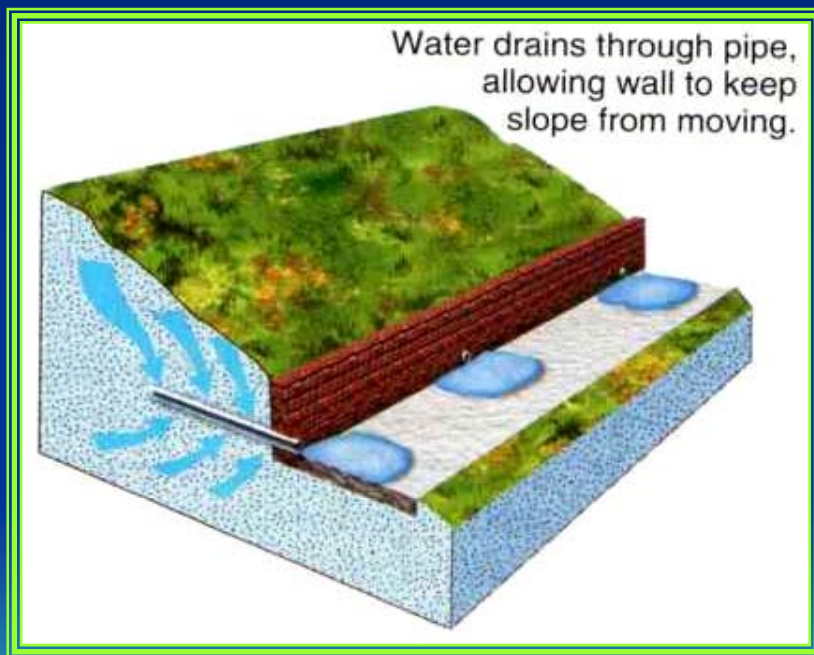
✓ رسوبات به صورت  
درهم (جور شدگی ضعیف) مخلوط  
دانه های ریز و درشت

✓ فاقد لایه بندی در نتیجه عدم  
انتقال

# مسائل عملی حرکت دامنه ای

❖ مطالعه و کسب اطلاعات از حرکت مواد در دامنه ها برای انتخاب محل سدها، پلها، بزرگراهها، بناهایی بزرگ و دیگر کارهای مهندسی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

# مسائل عملی حرکت دامنه ای



❖ برای جلوگیری تخریب دیواره های بریدگی جاده:

1- با کردن بریدگی به طرف عقب و دور کردن مواد اضافی شیب را کاهش می دهند.

2- انجام عمل زهکشی



Meanders in a stream

Photo c Glenn M.

فصل هفتم

رودخانه



# فصل هفتم

## اهداف نهایی:

- حمل رسوبات توسط رود
- چرخه آب رودخانه
- شکل‌های آبراه رود
- تشکیل جریان‌های سطحی
- نقش فرسایشی و رسوبی رودخانه‌ها
- موقت و شستشوی خاک
- تحولات رودخانه و سیمای زمین در طول زمان
- حوضه آبریز و شبکه رود
- نقش رودخانه در زندگی انسان
- جریان رود
- عمل فرسایشی رود



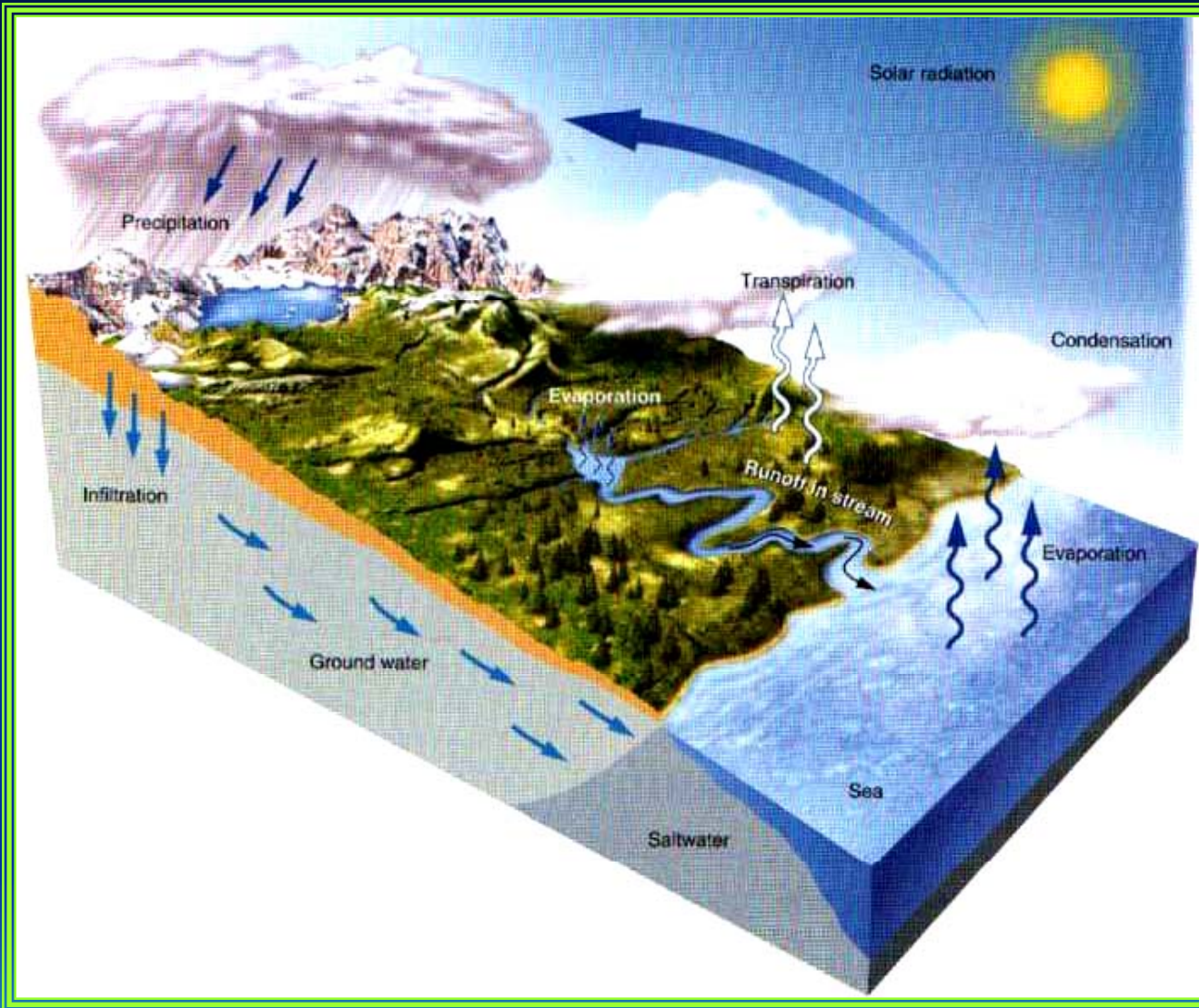
# چرخه آب و رودخانه

تعادل آب بین سه محیط (خشکی، دریا و هوا) که طی آن آب یک گردش کامل در طبیعت انجام می دهد را اصطلاحاً **چرخه آب** یا **چرخه آب شناسی** گویند

✓ نیروی محرکه چرخه آب، انرژی خورشید است.

✓ به علت عدم تعادل بین مقدار بارش و تبخیر، همیشه جریان آب از خشکی به اقیانوسها می باشد.

# چرخه آب



# تشکیل جریانهای سطحی موقت و شستشوی خاک

عوامل مؤثر بر روان شدن یا نفوذ آب به درون زمین:

- شیب و نفوذ پذیری زمین
- میزان رطوبت قبلی زمین
- پوشش گیاهی موجود
- شرایط هواشناسی (دما و رطوبت)
- خصوصیات بارش (شدا، مدت و نوع)

## ظرفیت نفوذ:

میزان نفوذ آب از مواد سطحی به درون زمین (میلیمتر یا سانتیمتر در ساعت)

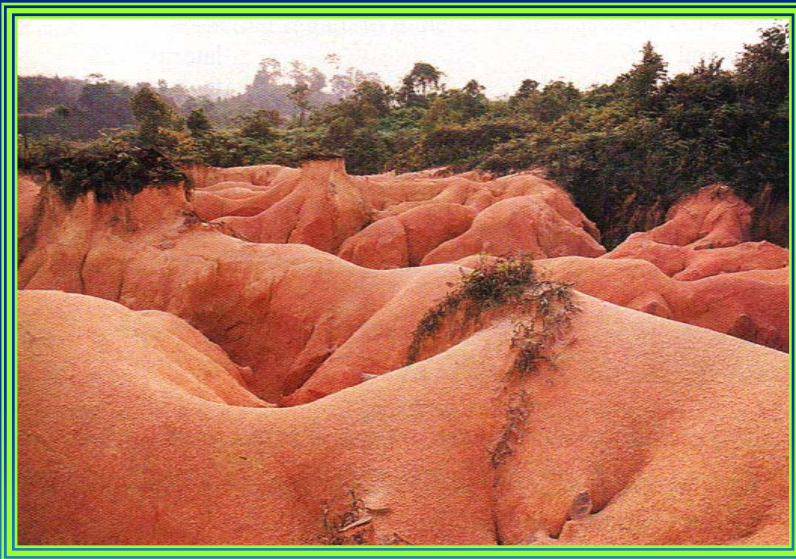
✓ در ابتدای بارندگی ظرفیت نفوذ زمین زیاد و با ادامه بارندگی از میزان آن کاهش می یابد.

## ظرفیت نفوذ مؤثر:

کاهش ثابت ظرفیت نفوذ زمین را گویند.

## فرسایش ورقه ای:

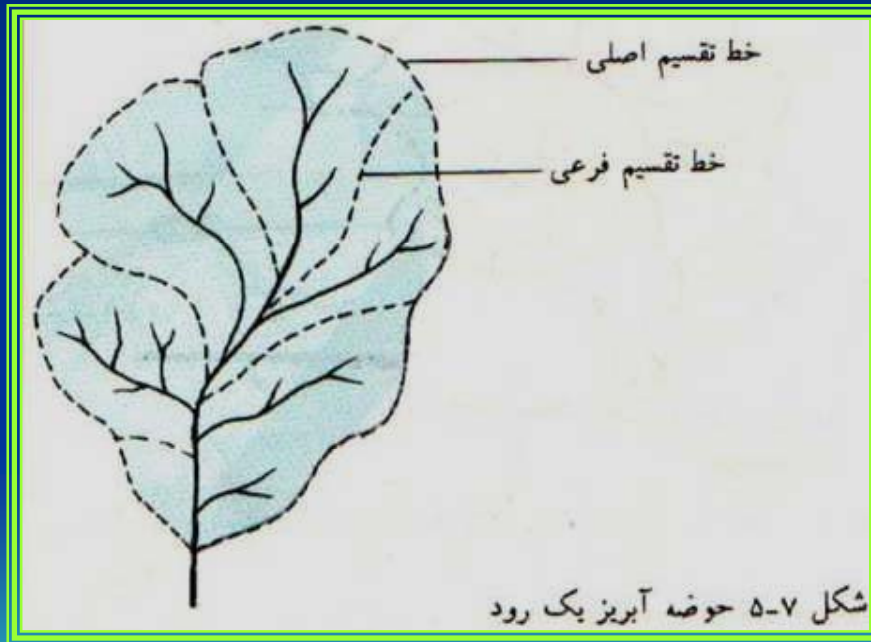
با ادامه بارندگی و تشکیل جریانهای سطحی ذرات ریزی مانند رس ولای که در اثر ضربات باران سست شده اند از سطح خاک شسته می شوند. این گونه فرسایش را **فرسایش ورقه ای** می گویند.



❖ پوشش گیاهی در سطح زمین از اثرات مخرب قطرات باران و فرسایش ورقه ای می کاهد (شکل مقابل).

# حوضه آبریز

منطقه ای که تمام آبها جاری سطحی آن به یک رود می ریزد **حوضه آبریز** گویند.

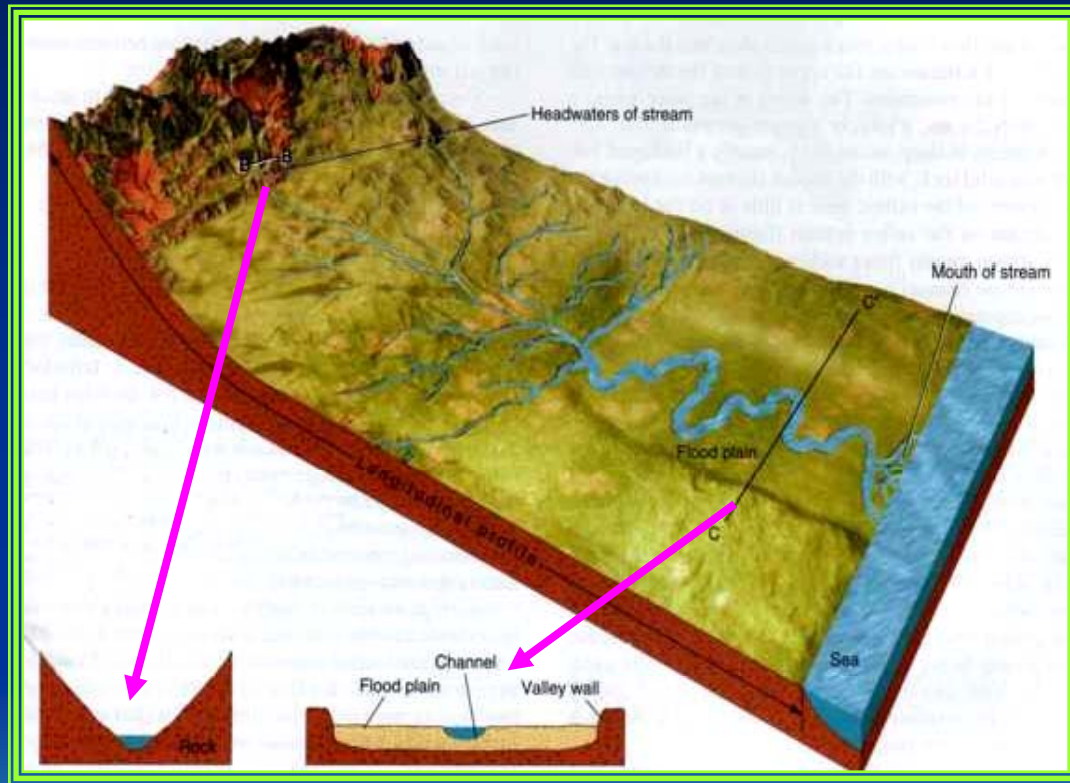


## خط تقسیم:

خطی فرضی است که حوضه های آبریز مجاور از یکدیگر به وسیله سه تیغه ها جدا می شوند.



# شبکه رود



انشعابات پرشمار و به هم پیوسته رودها که بازتاب کننده جنس سنگها، ساختار زمین شناسی و وضعیت توپوگرافی زمین می باشند را **شبکه رود** گویند.

انواع  
شبکه  
زهکشی

موازی

شعاعی

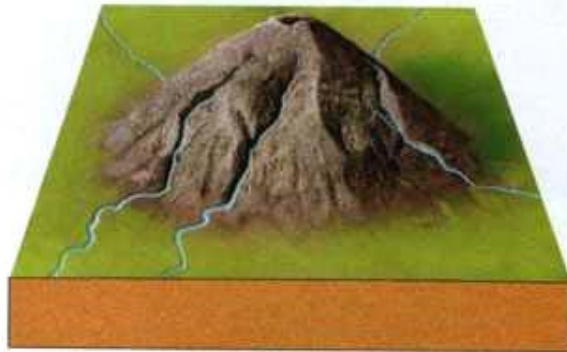
راستگوشه ای

داربستی

شاخه ای

# شبکه های زهکشی گوناگون و شرایط تشکیل

شعاعی



شاخه ای

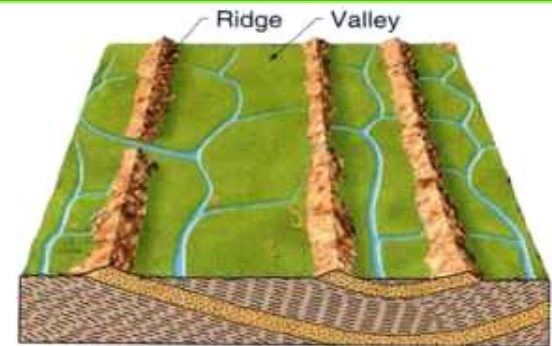


راستگوشه ای



Fractures

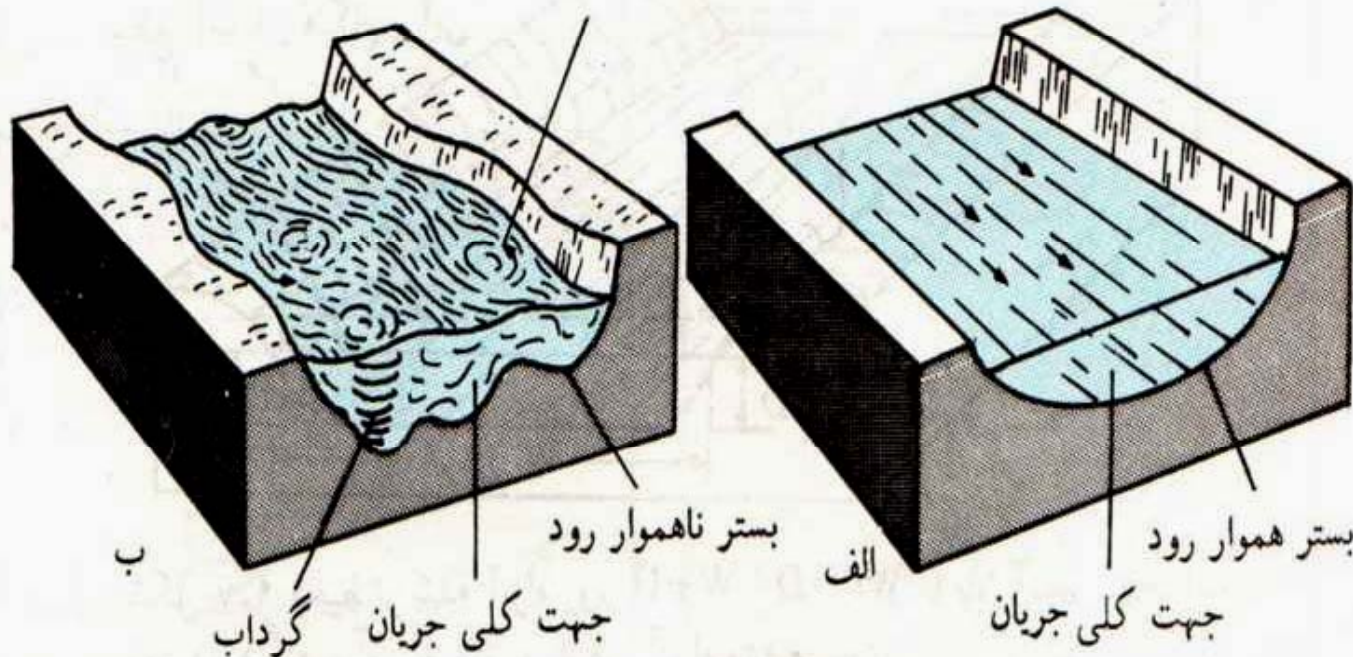
داربستی



Ridge Valley

# انواع جریان رود

الف) ورقه ای  
ب) متلاطم



شکل ۷-۸ انواع جریان رود. الف) جریان ورقه‌ای: خطوط جریان مستقیم و موازی است و فاقد حرکات قائم است. ب) جریان متلاطم: خطوط جریان بسیار نامنظم است و به مقدار زیادی اختلاط قائم آب وجود دارد. جریانها به طور محلی در همه جهات ولی جهت کلی جریان به طرف پایین رود است.



## آب دهی (دبی):

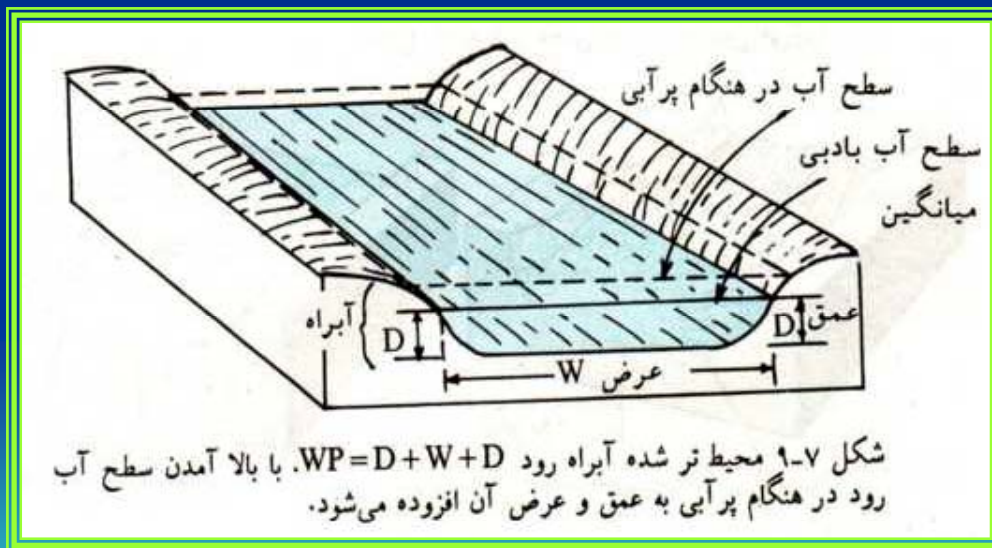
$$Q=W.D.V$$

$Q$  = آبدهی رود (متر مکعب در ثانیه)

$W$  = عرض (متر)

$D$  = عمق (متر)

$V$  = سرعت متوسط جریان آب (متر در ثانیه)



## سرعت رودخانه:

فاصله ای است که هر ذره آب در واحد زمان طی می‌کند.



# عوامل مؤثر بر سرعت رودخانه

- 1- شکل و اندازه سطح مقطع آبراهه رودخانه:  
مقاطع دایره ای باعث کاهش اصطکاک و افزایش سطح مقطع که اصطکاک را بیشتر و سرعت را کاهش می دهد.
- 2- بزرگی رود
- 3- زبری بستر رود
- 4- شیب آبراهه
- 5- میزان آبدهی

# تغییرات آبدهی رود با زمان

آبدهی رودها بر حسب شرایط اقلیمی و محل دارای تغییرات زمانی نیز می باشند.

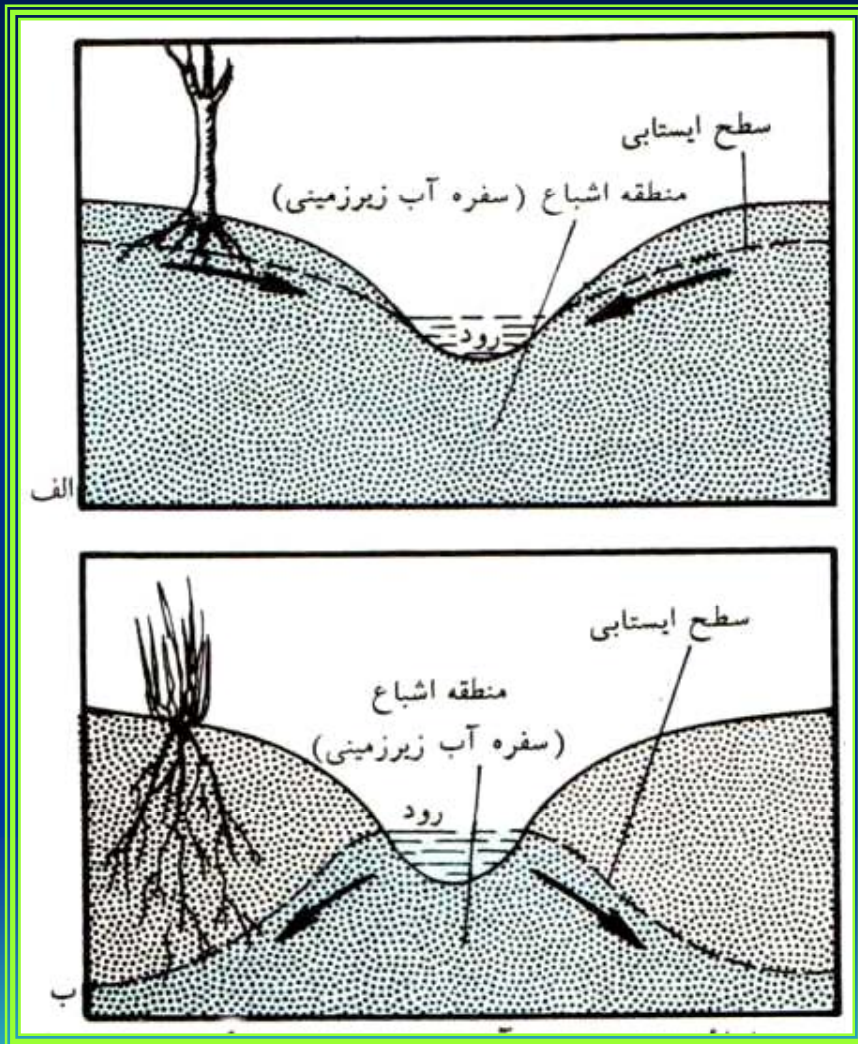
**رودها از نظر تداوم جریان سالیانه:**

الف) دائمی: مثل کارون

ب) فصلی: مثل کرج

ج) موقت: مثل رودخانه های مناطق بیابانی

# ارتباط رودخانه و منابع زیرزمینی



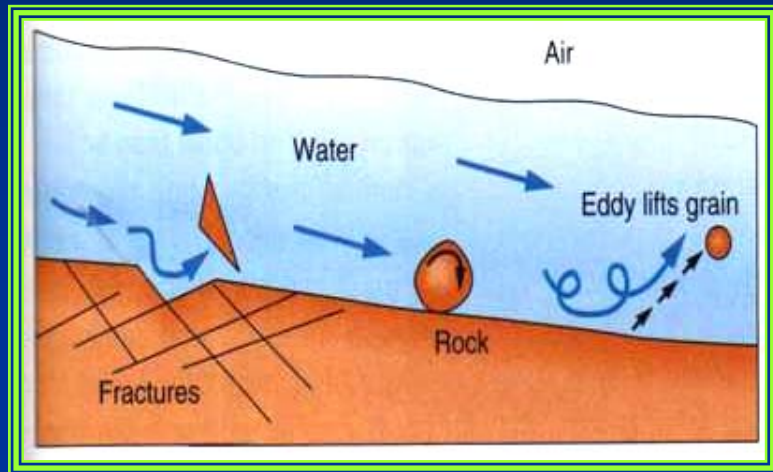
**الف) زاینده رود:** در نتیجه برخورد سطح ایستابی با بستر رودخانه به داخل آن تخلیه می شود.

**ب) روخانه دهنده:** منابع زیرزمینی را تغذیه می کند و نوسانات آب زیاد و فصلی اند.

# عمل فرسایشی رود

الف) فرسایش ورقه ای:

این فرسایش در نتیجه برخورد قطرات باران با ذرات خاک و ایجاد یک کشش اصطکاکی بین آب و ذرات خاک به وجود می آید.



ب) عمل هیدرولیکی:

شستن و روبیدن رسوبات بستر رودخانه

ج) خوردگی:

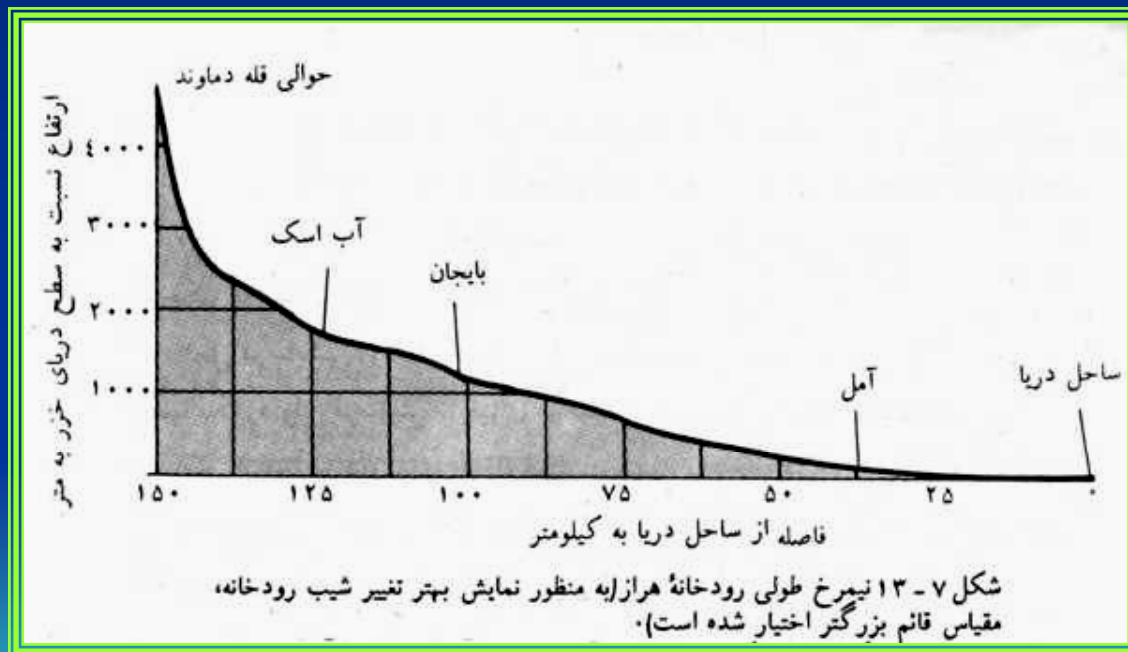
انحلال دیواره و بستر رودخانه

د) سایش مکانیکی:

برخورد ذرات و قطعات سنگ در حین جابجایی و اصطکاک آنها با یکدیگر و با بستر رود

# نیمرخ طولی

نموداری است که در آن ارتفاع نقاط مختلف آبراهه رود بر حسب فاصله ای نقاط در امتداد رود از دهانه آن نشان داده می شود.



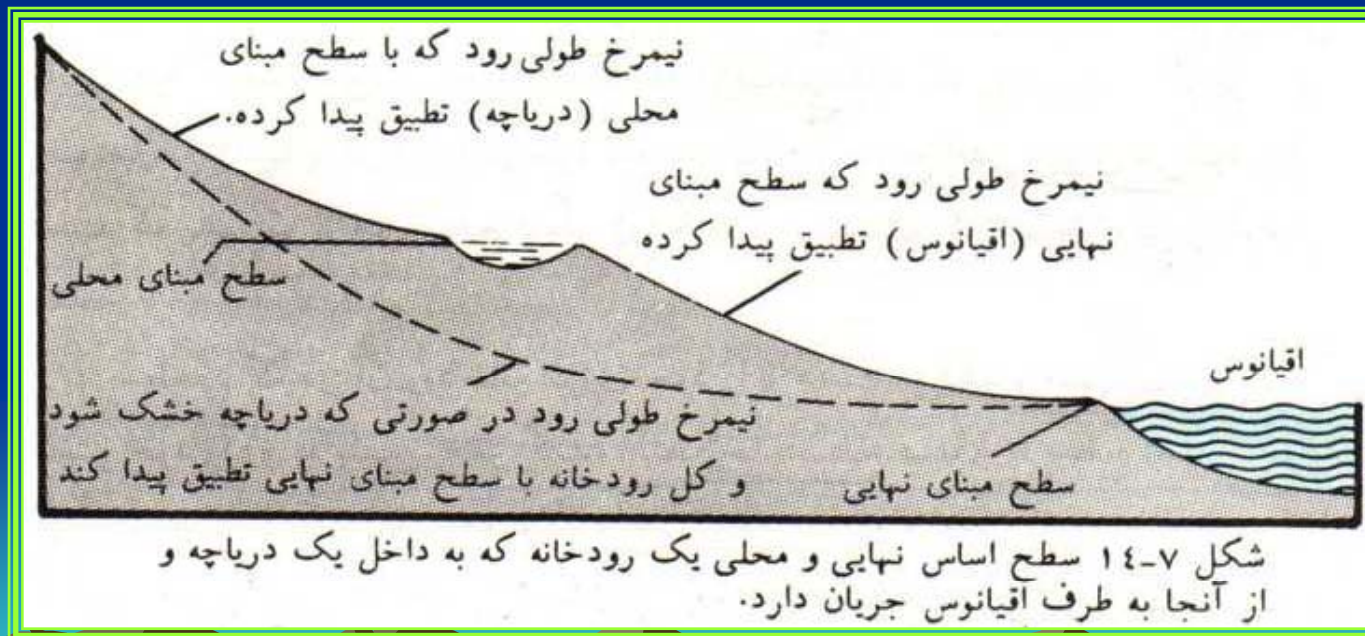
این نمودار به طرف بالا **مقعر** و از بالا به طرف پایین شیب آن کاهش یافته و در نزدیکی دهانه با سطح افق **مماس** می شود.



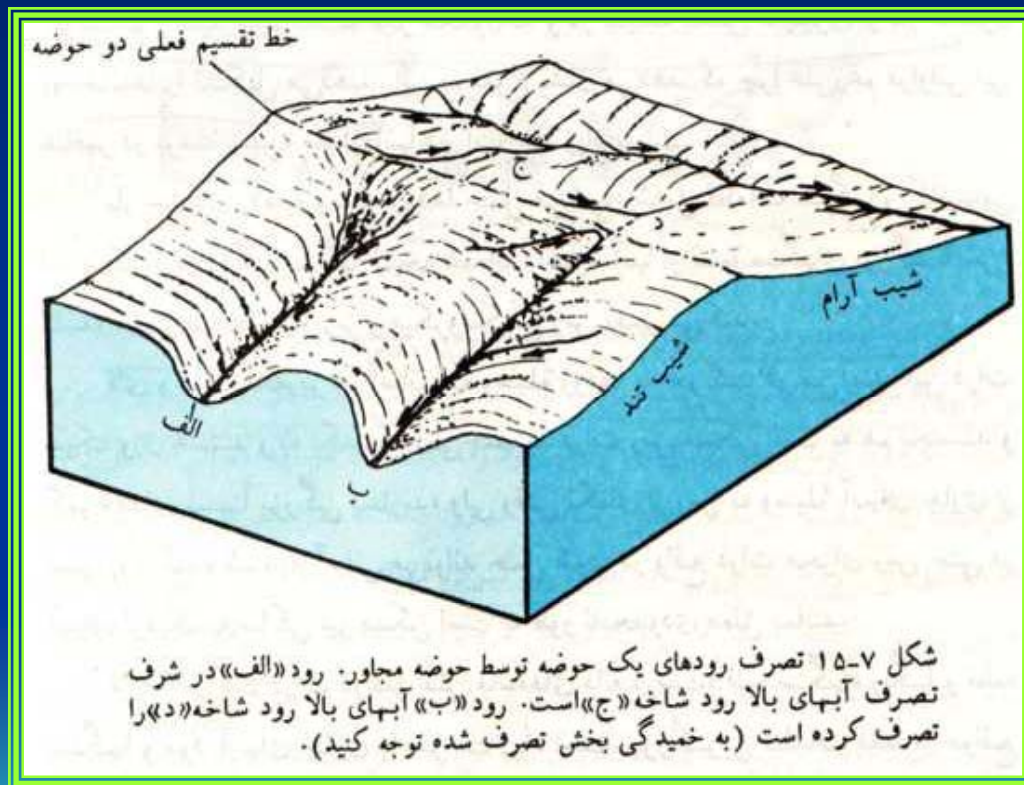
# سطح مبناء

سطحی که رودخانه انرژی خود را از دست داده و نمی تواند بیش از آن بسر خود را به پایین حفر کند که به صورت زیر می باشد:

**الف) محلی:** دریاچه، سد مصنوعی **ب) نهایی:** دریا، اقیانوس



# تصرف رود



گاهی اوقات رودهایی با شیب تند تر با فرسایش قهقرایی از خط تقسیم حوضه می‌گذرند و بخشهای بالایی رودهای کم شیب تر حوضه مجاور را قطع می‌کنند و به خود ملحق می‌سازند که به این عمل **تصرف رود** می‌گویند.

# حمل رسوبات توسط رود

## بار رودخانه:

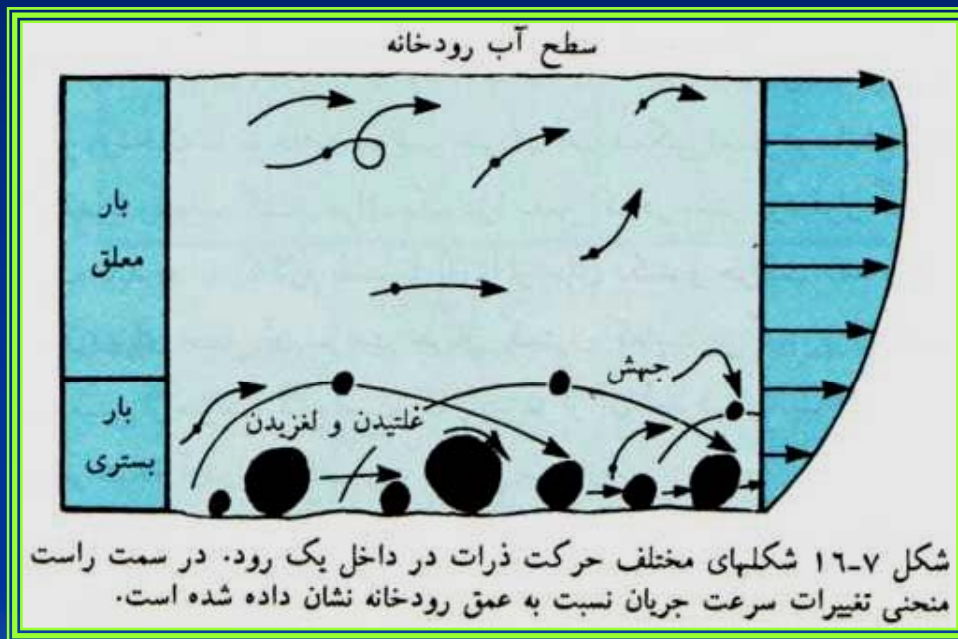
### الف) بار محلول:

بر اثر هوازگی شیمیایی انواعی از یونهای فلزی و غیر فلزی به صورت محلول یا نسبتاً غیر محلول توسط آب رودخانه انتقال می یابد.

### ب) بار جامد:

➤ **معلق (شناور):** ذرات رس، لای و ماسه ریز

➤ **بستر:** قطعات بزرگتر به صورت لطیدن، لغزیدن در امتداد بستر رود جابجا می شوند.



## ظرفیت رود:

مقدار رسوباتی را گویند که در هر لحظه رودخانه می تواند حمل کند و بستگی به آبدهی و توانایی رود دارد.

## توانایی رود:

توانایی رود مشخص کننده اندازه بزرگترین دانه ای است که یک رود با آبدهی معین می تواند حمل کند.

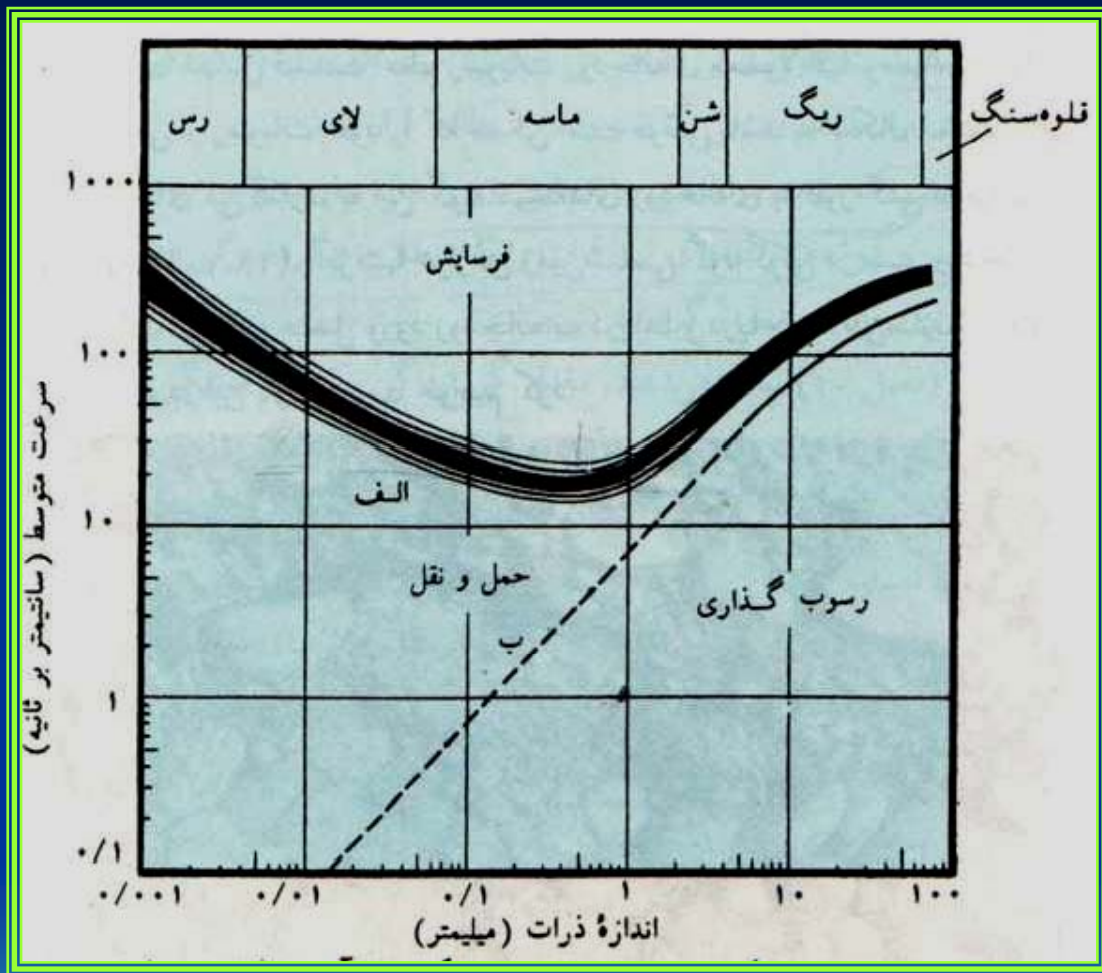
✓ رودخانه های کوهستانی ظرفیت کم و توانایی زیاد دارند.

✓ سیلابها دارای ظرفیت و توانایی زیاد هستند.

## نحوه عمل رودخانه

نحوه عمل یک رودخانه از نظر فرسایش، حمل یا رسوبگذاری مواد به دو عامل سرعت جریان آب و اندازه دانه ها بستگی دارد که این رابطه به صورت منحنی هیولستروم (اسلاید بعدی) نشان داده می شود.





با تعیین سرعت متوسط و اندازه ذرات و پلات آن بر روی این نمودار می توان به نحوه عمل رودخانه پی برد.



# ویژگی رسوبات رودخانه ای (آبرفت)

1- دانه بندی تدریجی: اندازه ذرات از بالا به پایین رود کاهش می یابد.

2- جور شدگی: رسوبات از نظر اندازه کم و بیش یکنواخت هستند.

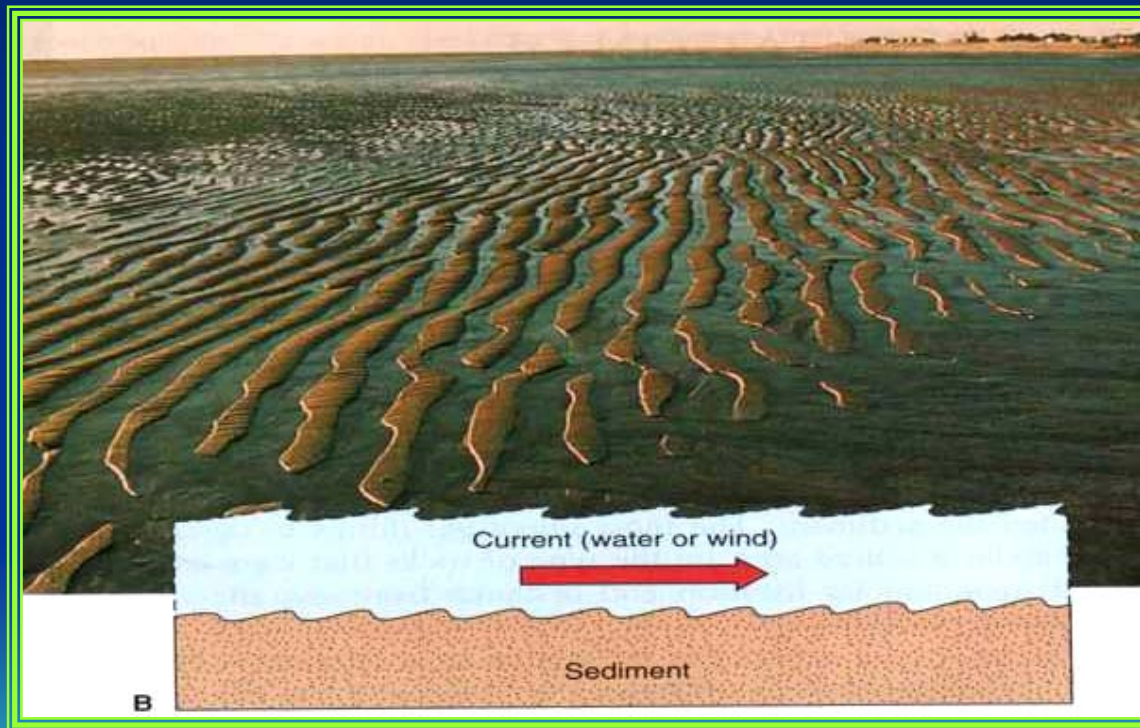
3- گردشگری: ذرات در ضمن جابجایی در رودخانه ساییده و صاف می شوند.

گردشگری یک دانه بستگی به جنس و مسافت طی شده دارد.



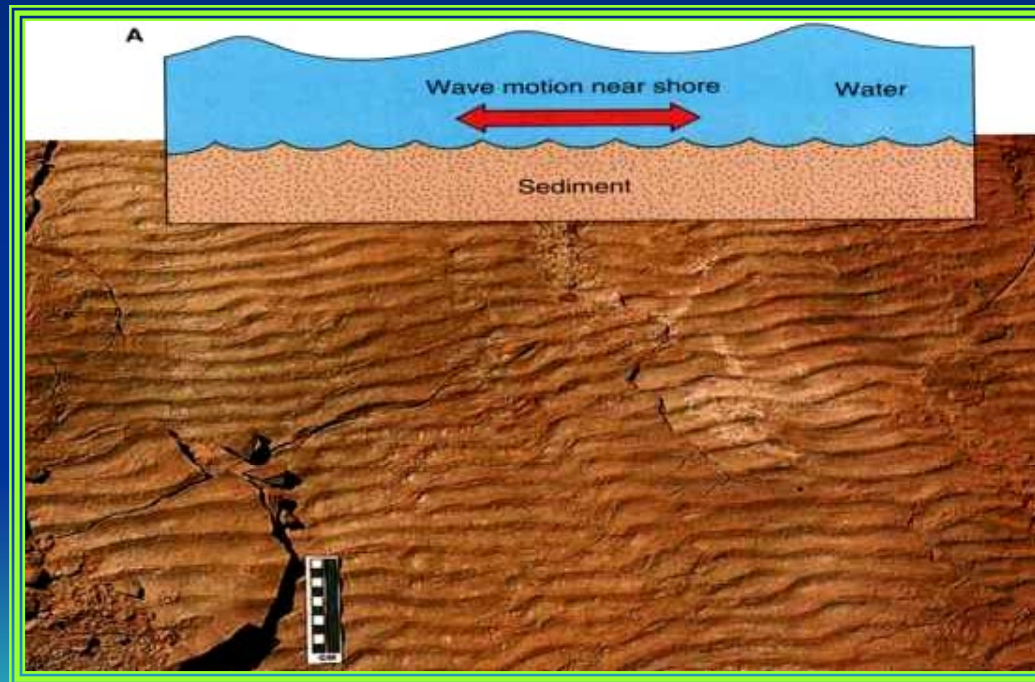
# آثار رسوبات ماسه ای

1- اثر موجی (ریپل مارک): برجستگی ها و فرورفتگی هایی که در بستر رودخانه تشکیل می شود.



**2- تلماسه:** با افزایش سرعت آب اندازه اثر موجی بزرگتر می شود که به این حالت **تلماسه** می گویند.

**3- اثر موجی نوسانی:** بر اثر حرکت پس و پیش امواج، آثار موجی مقارنی ایجاد می شود که نوک قله نیز است.



# اشکال آبراه رود

درهم بافته

مئاندری

مستقیم

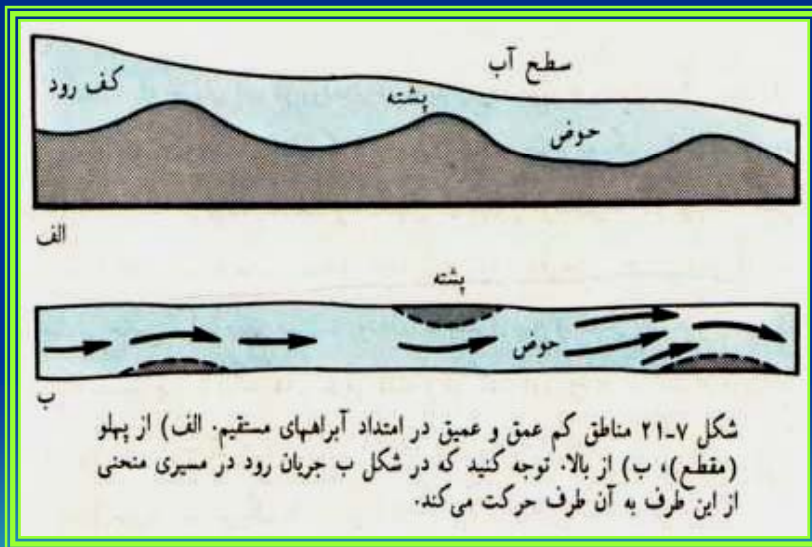


# آبراه مستقیم

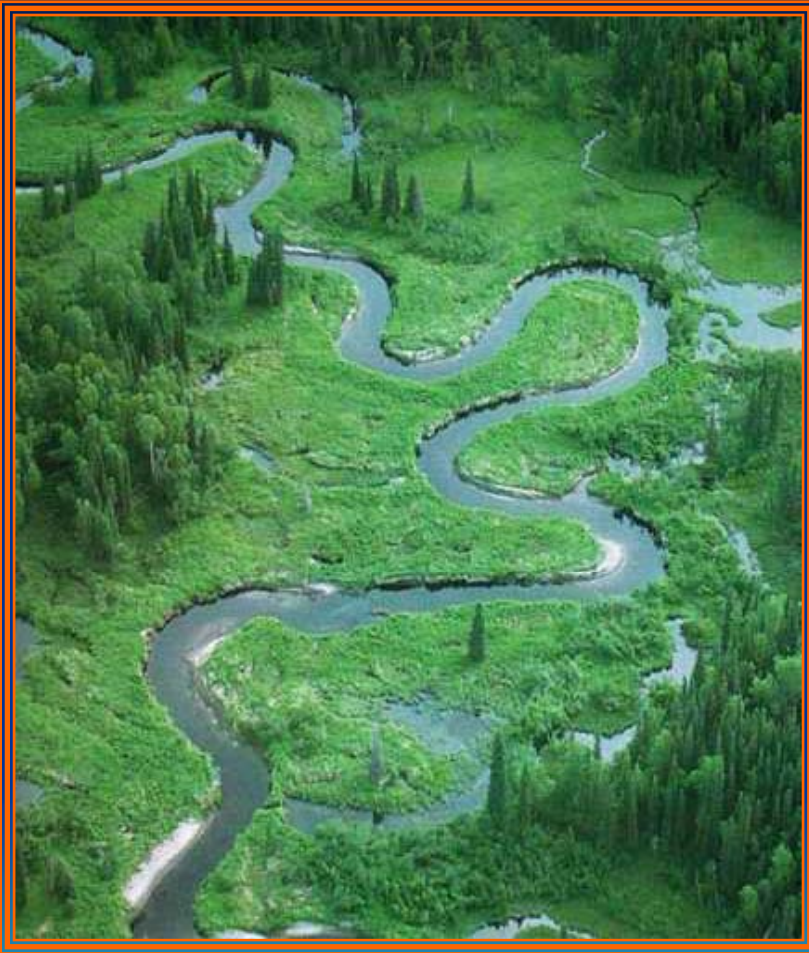
این آبراه در بسترهای عمیقتر حوضه مانند و مناطق کم عمقتر پشته مانند به دنبال هم قرار گرفته اند. در این آبراه جریان آب موازی دیواره های بستر رود نیست.

## شرایط مناسب جهت تشکیل آبراه مستقیم:

- سنگهای مقاوم در مقابل فرسایش
- سنگهایی با شکستگی خطی
- قطعاتی از رودخانه با شیب زیاد
- مناطقی با بالا آمدگی فعال



# آبراه مئاندري



عمومی ترین نوع آبراه است که در این حال مسیر رود دارای خمیدگی یا انحناء است.

## میزان انحناء:

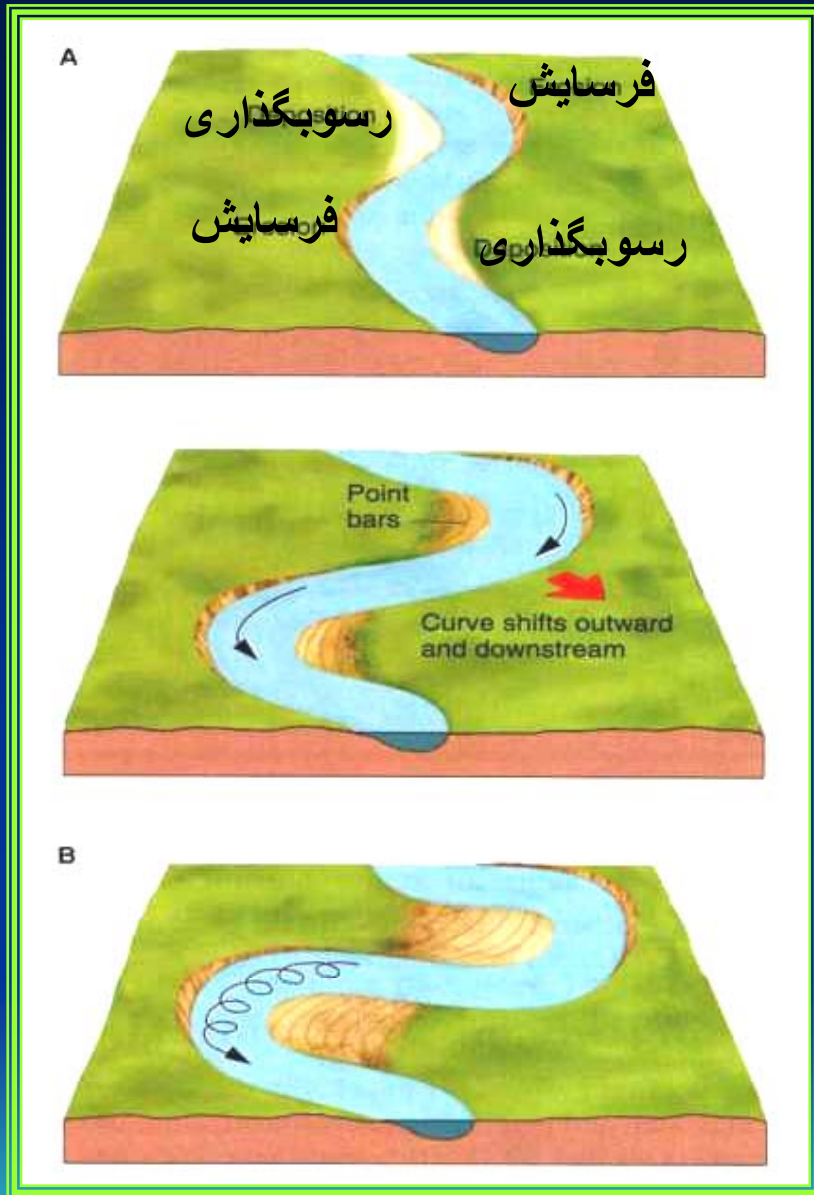
نسبت فاصله اندازه گیری شده در طول آبراه رود (DC) به فاصله اندازه گیری شده در امتداد دره رود (DV) نشان داده می شود.

**میزان انحناء** برای آبراه مستقیم معادل 1 و برای مئاندري بیش از 5/1 است.

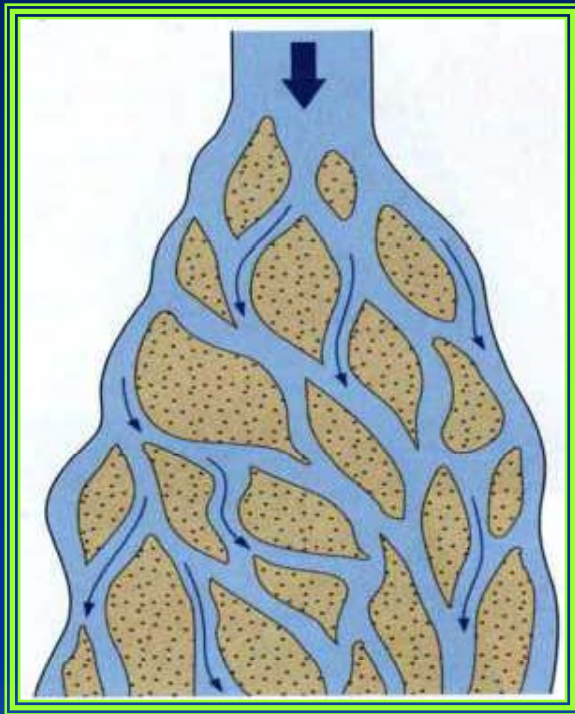
# تشکیل آبراه مناندری

جریان مارپیچی در آبراه مناندری در کناره مقعر فرسایش و کنار محدب رسوبگذاری می کند.

شرایط مناسب جهت تشکیل این آبراهها این است که مواد به آسانی فرسایش یابند و شیب کم باشد.



# آبراه در هم بافته



در صورتی که رودخانه قادر به حمل تمام بار رسوبی خود نباشد موقتا به صورت پشته ها و جزایری در بستر خود ته نشین می سازد در نتیجه تعادل مکانیکی به هم خورده و آبراهها در هم بافته تشکیل می شود.



# شرایط تشکیل آبراه‌های در هم بافته



1- شیب رودخانه ناگهان کاسته  
شود.

2- آبراه رود بر اثر تبخیر یا  
نفوذ در زمین کاهش پیدا کند.

3- در جایی که شاخه پرشویی  
از رود رسوبی بیشتر از آنچه  
رود بزرگتر می‌تواند حمل کند  
به آن بیفزاید.



# شکل‌های فرسایشی و رسوبی رودخانه‌ها

□ دره‌ها

□ دشتهای سیلابی

□ پادگان‌های آبرفتی

□ مخروط افکنه

□ دلتا و خلیج دهانه‌ای

□ آبشار و تندآب

## دره ها

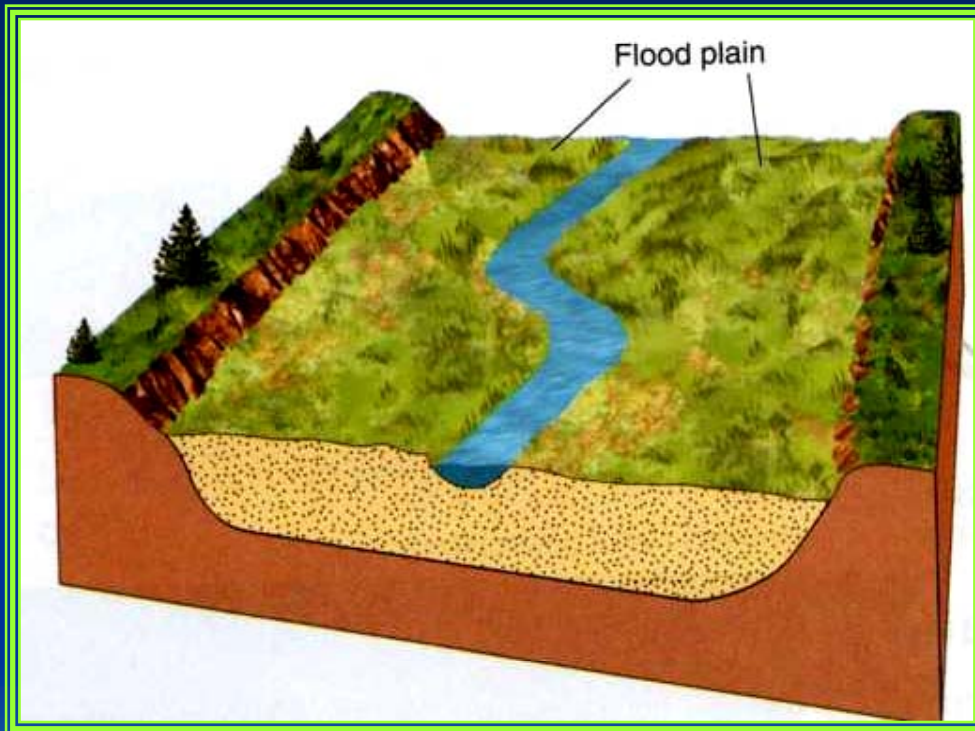
دره هایی رودخانه ای معمولا به صورت تنگ و پرشیب بوده ولی توسط عواملی نظیر فرسایش ورقه ای و حرکت دامنه سنگهای هوازده وبه صورت **V** شکل در می آیند.



شکل مقطع و سرعت فرسایش یک دره به عوامل چون شرایط اقلیمی، جنس سنگها، وضعیت زمین شناسی، پوشش گیاهی، سرعت، آبدهی و بار رسوبی رودخانه بستگی دارد.



# دشتهای سیلابی

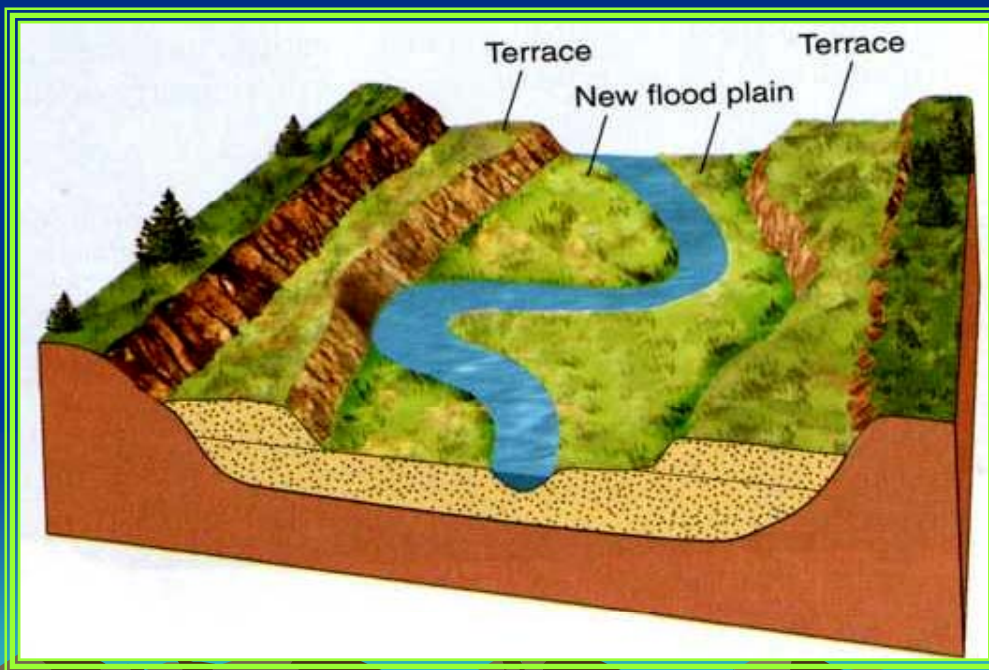


■ منطقه مجاور آبراه یک رود که متناوبا در زمان طغیان رودخانه از آب پوشیده می شود.

■ آبرفتهای دشت سیلابی معمولاً از رسوبات دانه ریز و یا در اثر مهاجرتهای جانبی مئاندرها به وجود می آیند.

# پادگانه های آبرفتی

بر اثر افزایش فعالیت فرسایشی رودخانه، رسوبات قدیمی تر دشت سیلابی را حفر می کند و باقی مانده آنها را بصورت سکوهایی در طرفین دره در سطوح بالاتری بر جای می گذارند.



این باقی مانده فرسایشی سطح که در بالای طراز فعلی رودخانه محفوظ می ماند پادگانه های آبرفتی نامیده می شود.



# مخروط افکنه



توده های آبرفتی به شکل مثلث که در دامنه های شیب تند تشکیل می شوند و رسوبات آن در رأس درشت تر و در قاعده ریزتر می شوند.

مخروط افکنه به علت داشتن رسوبات دانه درشت و نفوذ پذیری زیاد از منابع آبهای زیرزمینی هستند.

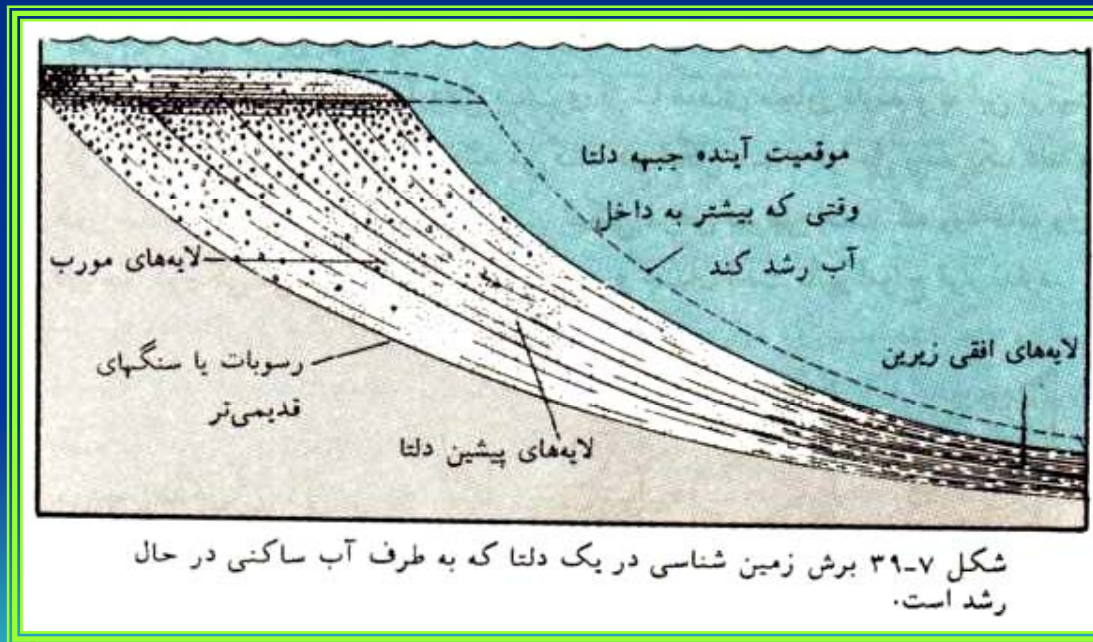
# دلتا

به توده های رسوبی مثلثی شکل که در محل ورود رودخانه به دریا در نتیجه کاهش انرژی جنبشی رود بوجود می آیند .



# عوامل موثر بر تشکیل دلتا

- آبدهی و بار رسوبی رودخانه
- شرایط اقلیمی و حدکات پوسته
- شیب کف دریا ها و دریاچه
- امواج و جریانهای دریایی
- جزومد دریا



# خلیج دهانه ای

خلیج کوچکی در دهانه رودخانه هایی که در محل ورود به دریا وسیعتر شده و در جایی تشکیل می شوند که بخشهای پایینی دره رودخانه به زیر آب فرو رود.

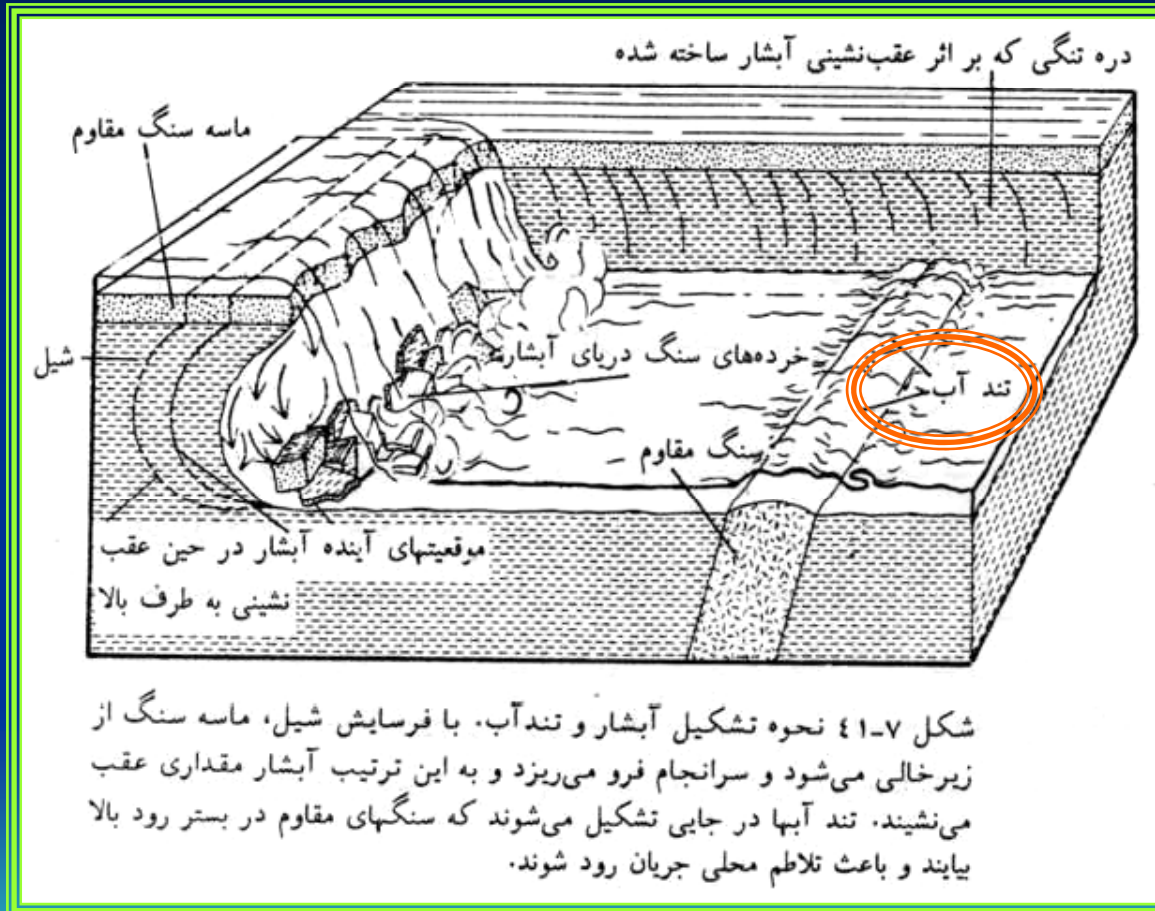
# تشکیل خلیج دهانه ای

الف) دره های قبلی رودخانه ها که بر اثر بالا آمدن سطح آب دریا به وجود می آید.

ب) در عرضهای بالاتر در اثر فرسایش یخچالی پس از بالا آمدن آب دریا تشکیل می شوند (فیورد)



# آبشار و تندآب



آبشارها نقاطی هستند که رودها از بالای پرتگاهها یا شیبهای خیلی تند به پایین سرازیر می‌شود.

تندآب بخشی از رود است که آب با تندی بیشتری از حد معمول در آن جریان دارد.

# تحوّلات رودخانه و سیمای زمین در طول زمان

تغییر شکل چهره زمین بر اثر فعالیتهای رودخانه ای تا رسیدن رودخانه به سطح مبناء و کاسته شدن از انرژی فرسایشی رودخانه در سه مرحله **جوانی**، **بلوغ و پیری** صورت می گیرد.

سرعت تحولات به جنس سنگها، نوع اقلیمی و شرایط دیگر بستگی دارد.

# نقش رودخانه در زندگی انسان

- 1- ایجاد زمینهای حاصلخیز (دلتا، مخروط افکنه)
- 2- مهمترین و تنهاترین منبع آب آشامیدنی و...
- 3- تولید نیروی برق با ایجاد سد
- 4- کشتی رانی
- 5- مرز کشورها
- 6- محل تخلیه فاضلابها و مواد زائد صنعتی و حمل  
به دریا

# سدها و مخازن

به منظور ذخیره آب و تولید برق تأمین آب آبیاری و کنترل سیلاب ایجاد می شود.



قبل از ساختن سد مطالعات زیر انجام می گیرد:

- 1- تعیین مقاومت سنگ برای تحمل بار
- 2- وضعیت تکتونیکی و لرزه خیزی محل
- 3- شکستگی و گسلها
- 4- امکان نفوذ آب از مخزن

سد



Geyserite deposits  
Photo by McGeary

# فصل هشتم

## آبهای زیرزمینی



# فصل هشتم

## اهداف نهایی:

- منشاء آب زیرزمینی
- تخلخل و نفوذ پذیری
- منطقه تهویه و منطقه اشباع
- سطح ایستابی
- سفره آب زیرزمینی
- حرکت آب در زیرزمین
- تخلیه آب زیرزمینی
- ترکیب آب زیرزمینی
- اثرات زمین شناسی آب زیرزمینی
- نقش آب زیرزمینی در زندگی انسان



# منشاء آبهای زیرزمینی

منشاء اصلی آبهای زیرزمینی بصورت بارش (مستقیم) و دریاچه و رودخانه ها (غیر مستقیم) می باشد.

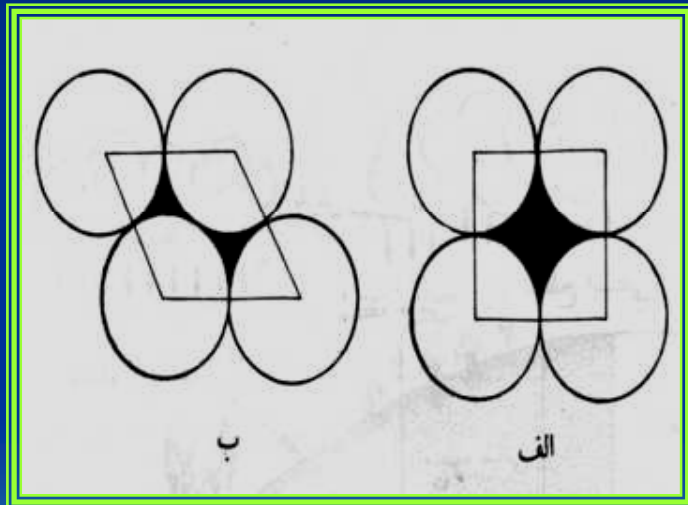
## عوامل مؤثر بر نفوذ آب به داخل زمین:

- 1- مقدار نوع و شدت بارش
- 2- نوع خاک و سنگ
- 3- رطوبی قبلی خاک
- 4- شیب زمین
- 5- پوشش گیاهی
- 6- شرایط اقلیمی
- 7- ظرفیت نفوذ خاک

# تخلخل

مقدار فضای خالی در یک رسوب یا سنگ تخلخل نام دارد.

منافذ یا فضاهای خالی در سنگ شامل منافذ اولیه و ثانویه می باشد.



**عوامل مؤثر بر تخلخل:**

**الف) رسوبات:**

شکل دانه، گرد شدگی، جور شدگی،

آرایش دانه ها [مربعی (الف) و لوزی (ب)]

**ب) سنگ:**

میزان سیمانی شدن، شکستگی، منافذ انحلالی، شدت هوازدگی

# نفوذ پذیری

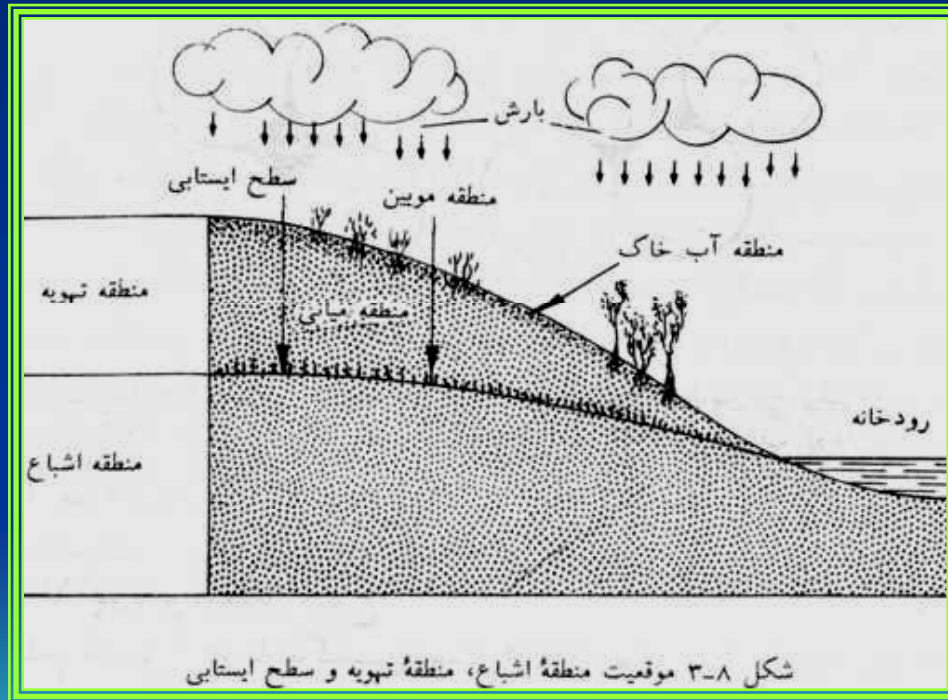
توانایی محیط متخلخل برای عبور دادن یک سیال را **نفوذ پذیری** گویند که به اندازه فضای خالی، تعداد و ارتباط آنها بستگی دارد.

✓ رسوبات شیل و ماسه دارای تخلخل و نفوذ پذیری خوبی هستند.

✓ رسوبات شیل و رسها دارای تخلخل زیاد ولی نفوذ ناپذیرند.

# منطقه تهویه (غیر اشباع)

بخشی از منافذ خاک و سنگ که بوسیله آب و بخشی دیگر با هوا پر شده اند.



منطقه تهویه شامل مناطق زیر می باشد:

- منطقه رطوبت خاک: در برگیرنده ریشه گیاه
- منطقه میانی: آب بصورت معلق
- منطقه مویین: انتقال آب از منطقه اشباع به غیر اشباع توسط نیروی مویین



# منطقه اشباع

در این منطقه آب تمامی منافذ در خاک و سنگ را اشغال می کند.

## آبدهی ویژه یا تخلخل مؤثر:

مقدار آبی را که می توان از یک سنگ یا رسوب خارج کرد، **آبدهی ویژه** گویند که مقدار آن به بستگی دارد:

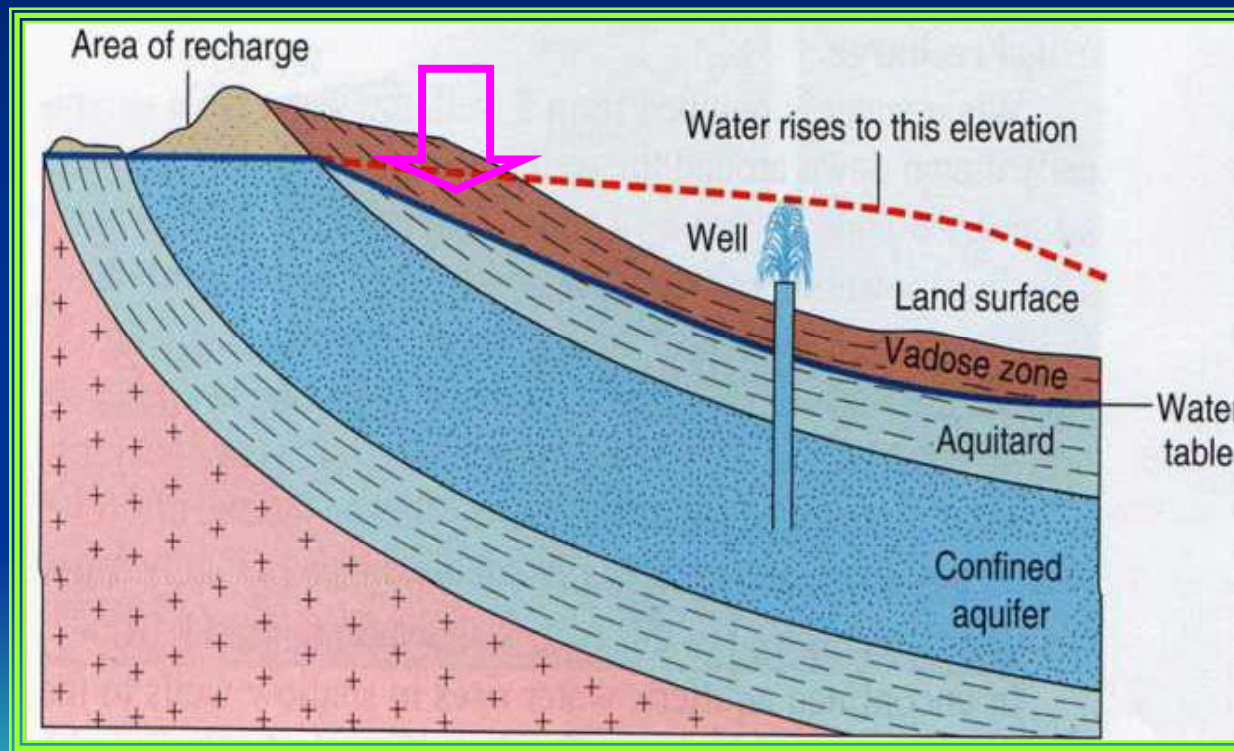
➤ اندازه دانه ها،

➤ شکل و نحوه توزیع منافذ

➤ تراکم رسوبات در یک لایه

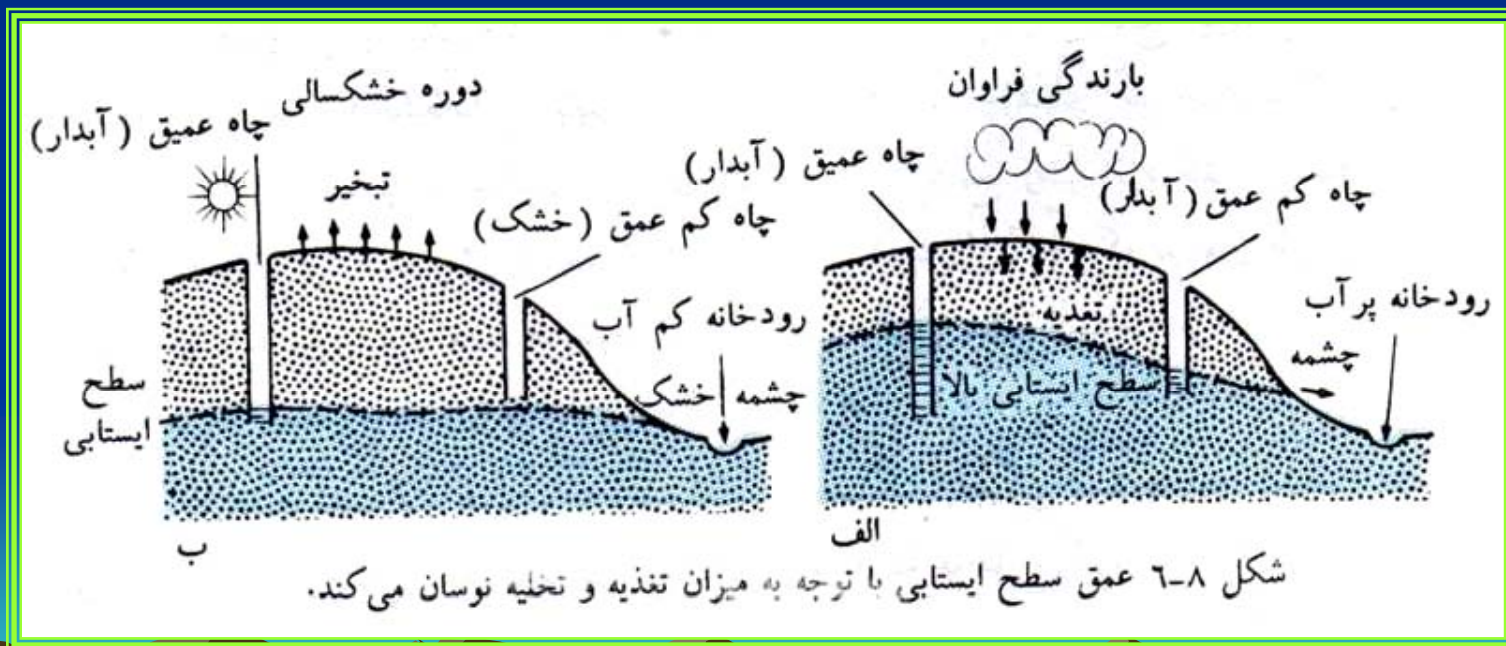
# آب معلق ( وادوز )

بخشی از آب که به علت نیروی جاذبه مولکولی بین ذرات خاک و آب و کشش سطحی خارج نمی شود.



# سطح ایستابی

سطح فوقانی منطقه اشباع (بدون محدودیت با لایه نفوذ ناپذیری) را که مرز بین این منطقه با تهویه است را **سطح ایستابی** گویند.



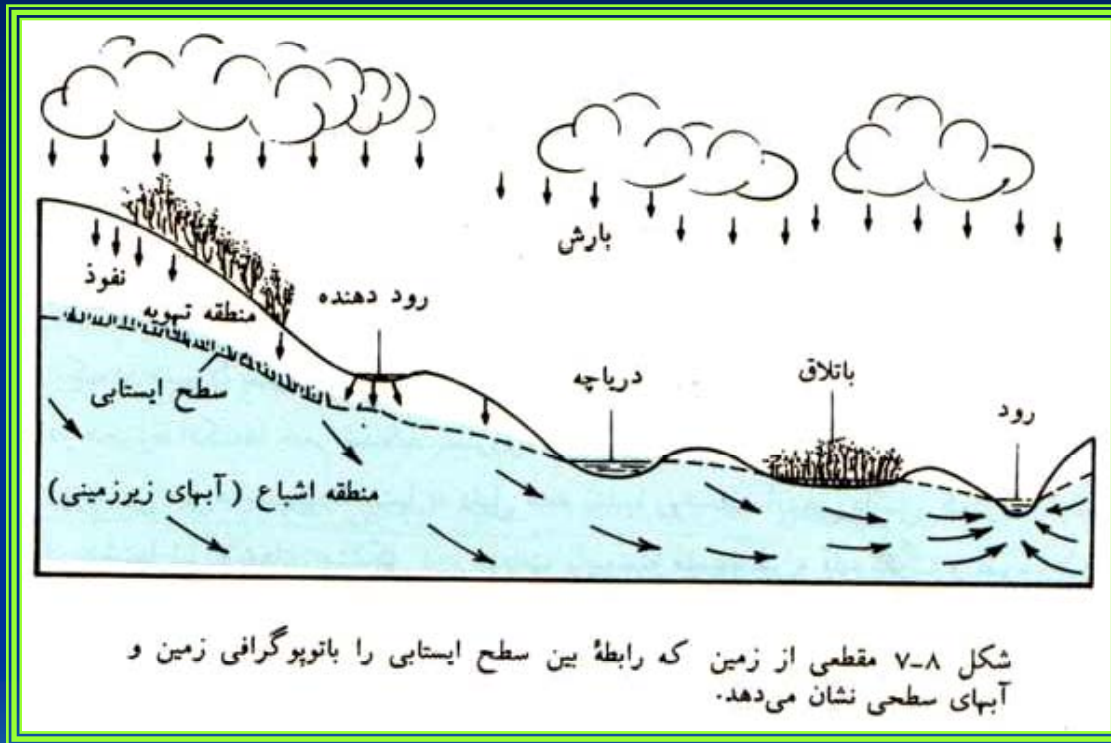
# عمق و نوسانات سطح ایستابی

1- مقدار بارندگی و نفوذ آب به زمین

2- میزان تبخیر و مقدار تخلیه

3- مشخصات زمین شناسی

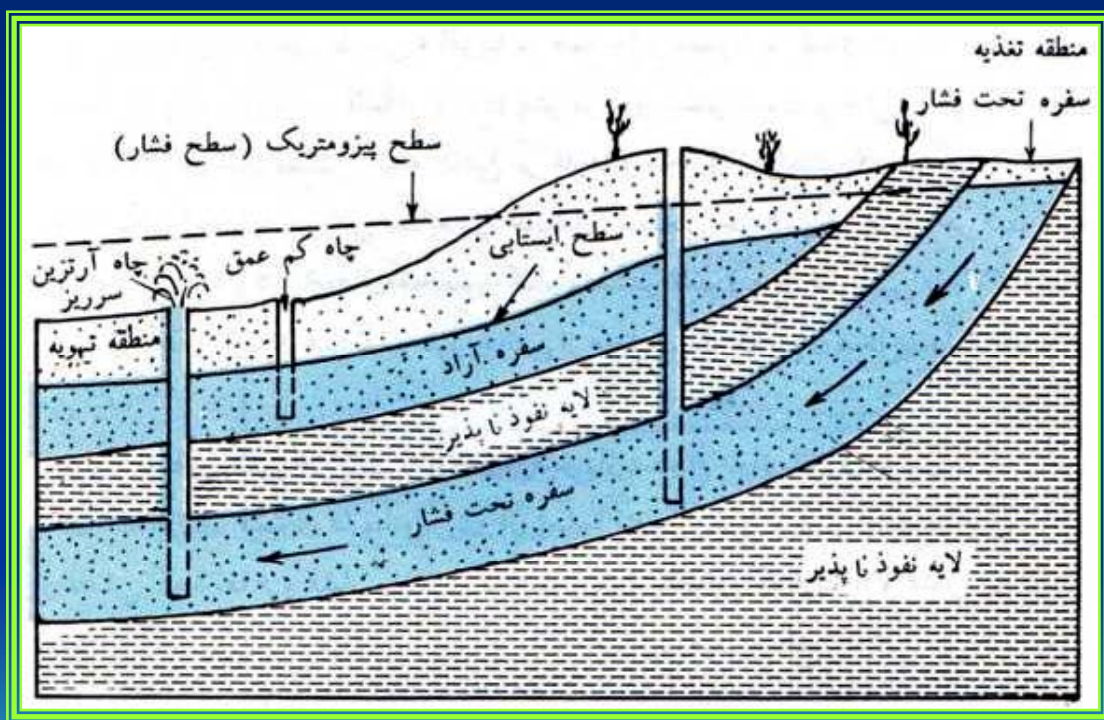
4- در مناطق ساحلی به حرکت جزر و مد و زمین لرزه





# سفره آبهای زیرزمینی

به لایه یا سازند آبداری که بتوان مقدار قابل توجهی آب به روشهای معمولی از آن به دست آورد.



انواع سفره های

آبهای زیرزمینی:

الف) سفره

آزاد (نامحصور)

ب) تحت

فشار (آرتزین)

ج) سفره معلق

# حرکت آب در زیر زمین

در هر جا به کندی در حرکت بوده و همواره از سطح پر انرژی به انرژی کمتر است.

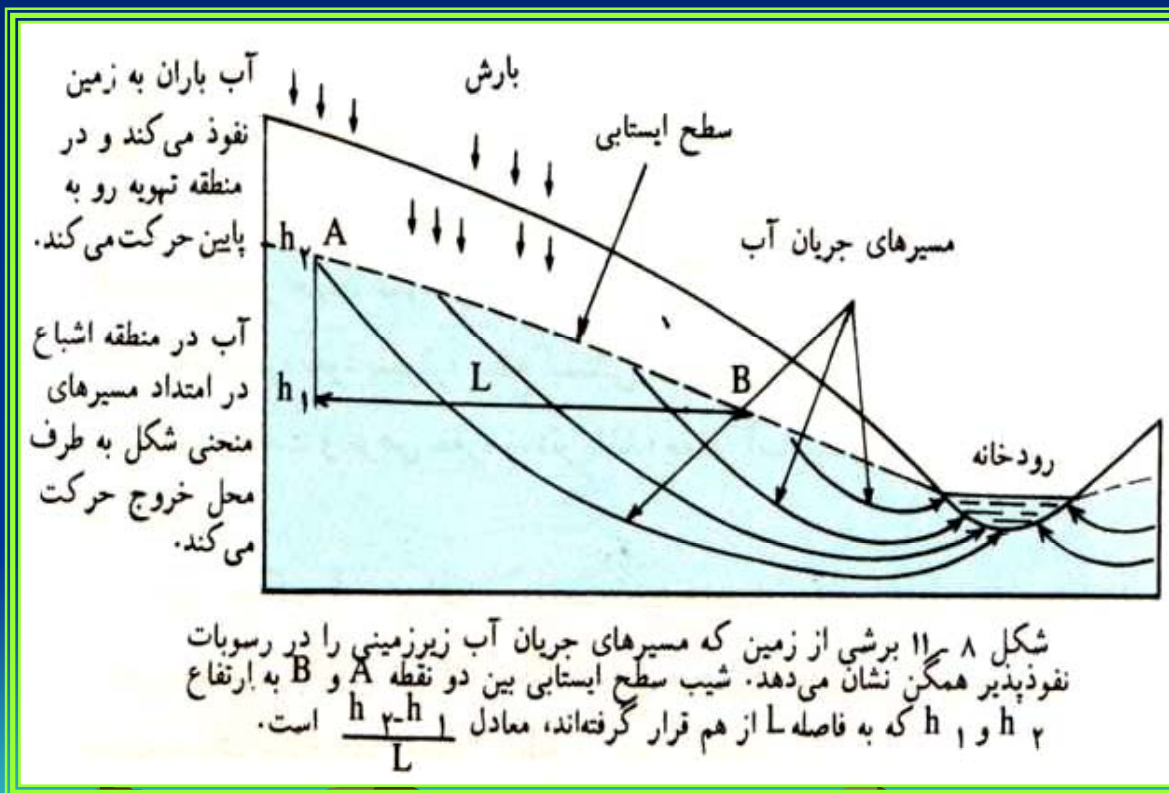
**دبی یا آبدهی:**

$$Q = V \cdot A \text{ (آبدهی)}$$

$$V = K \frac{h_2 - h_1}{L} \text{ (سرعت)}$$

(ضریب نفوذ پذیری)

(گرادیان هیدرولیکی یا شیب آبی)



# تخلیه آب زیرزمینی

## الف) طبیعی:

1- مستقیم: به علت نزدیک شدن سطح ایستابی به سطح زمین از طریق تبخیر

2- تعریق: توسط گیاهان

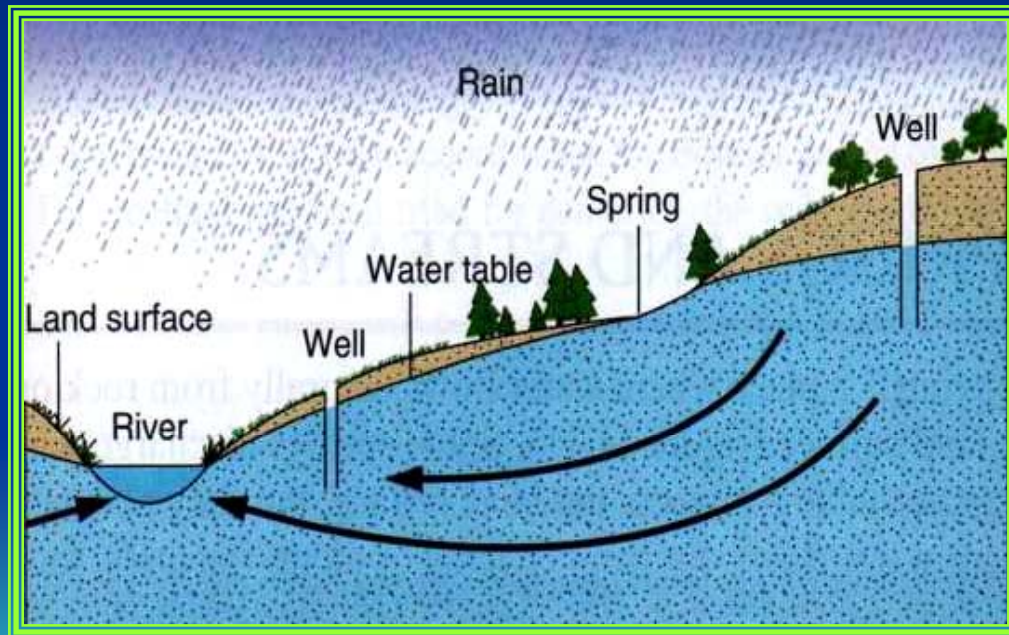
3- زهکشی توسط رودخانه

4- چشمه ها

## ب) مصنوعی:

1- احداث چاه

2- ایجاد قنات یا کاریز



# ترکیب آبهای زیرزمینی

ترکیب آبهای زیرزمینی نتیجه کلیه فرایندها و واکنشهایی است که از زمان تشکیل قطرات باران در هوا تا ظهور دوباره آن در سطح زمین می شود.

## سختی آب:

مجموعه غلظت یونهای کلسیم و منیزیم در آب را **سختی آب** گویند.

مقدار نمکهای محلول در آب به قابلیت انحلال کانیهای سنگهای مسیر بستگی دارد.



# اثرات زمین شناسی آبهای زیرزمینی

## الف) انحلال کربنات کلسیم:

با پیشرفت عمل انحلال موجب تشکیل غارها می شود  
(اسلاید 146).

## ب) توپوگرافی کارستی:

با گسترش عمل غار سازی و فروریختن سقف آنها باعث  
ایجاد چاله های کارستی می شود (اسلاید 147).

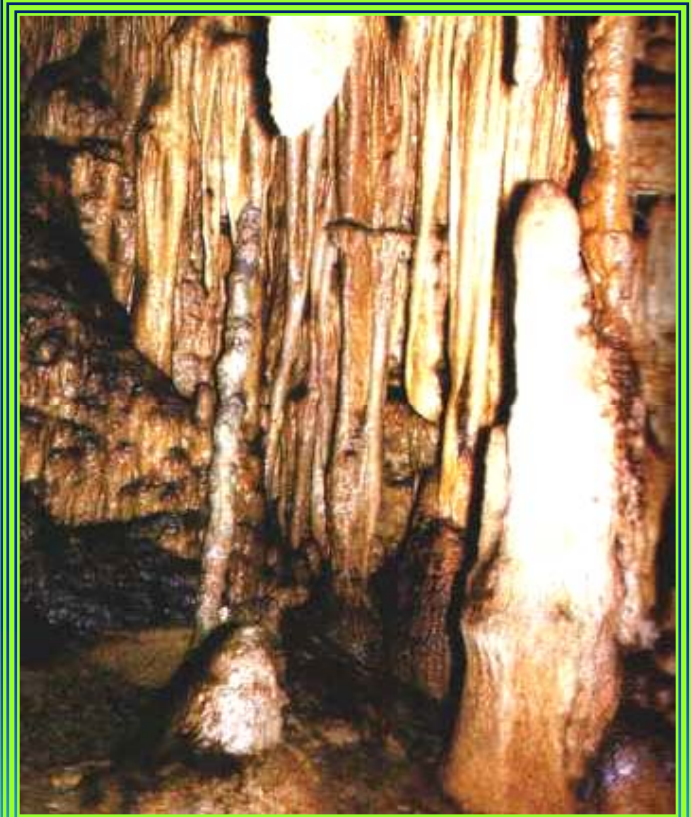
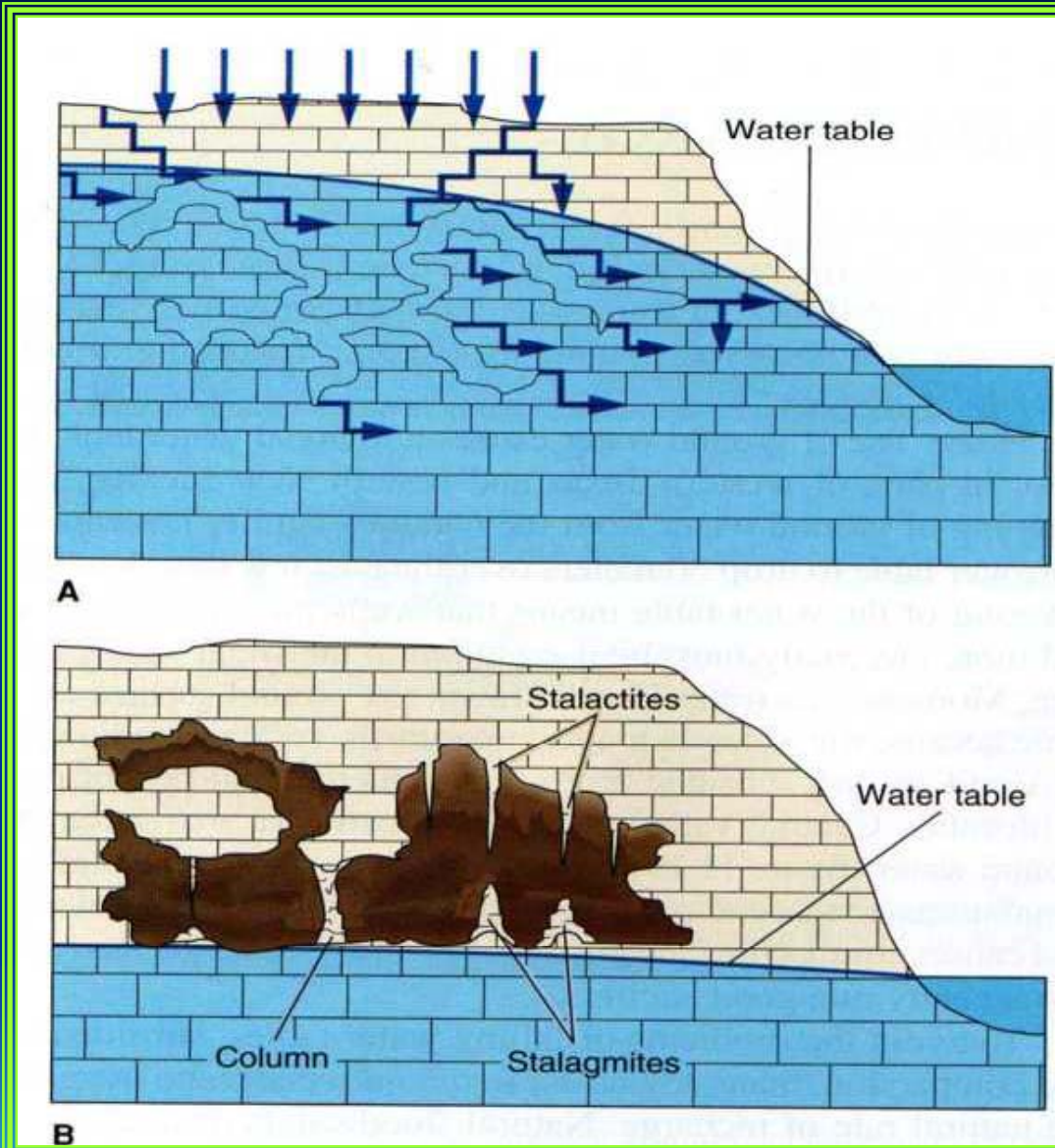
## ج) عمل رسوبگذاری:

نتیجه رسوبگذاری آبهای زیرزمینی، تشکیل اشکالی است از  
جمله:

استالاکتیت، استالاگیت (اسلاید 146)، کنکرسیون، ژئود

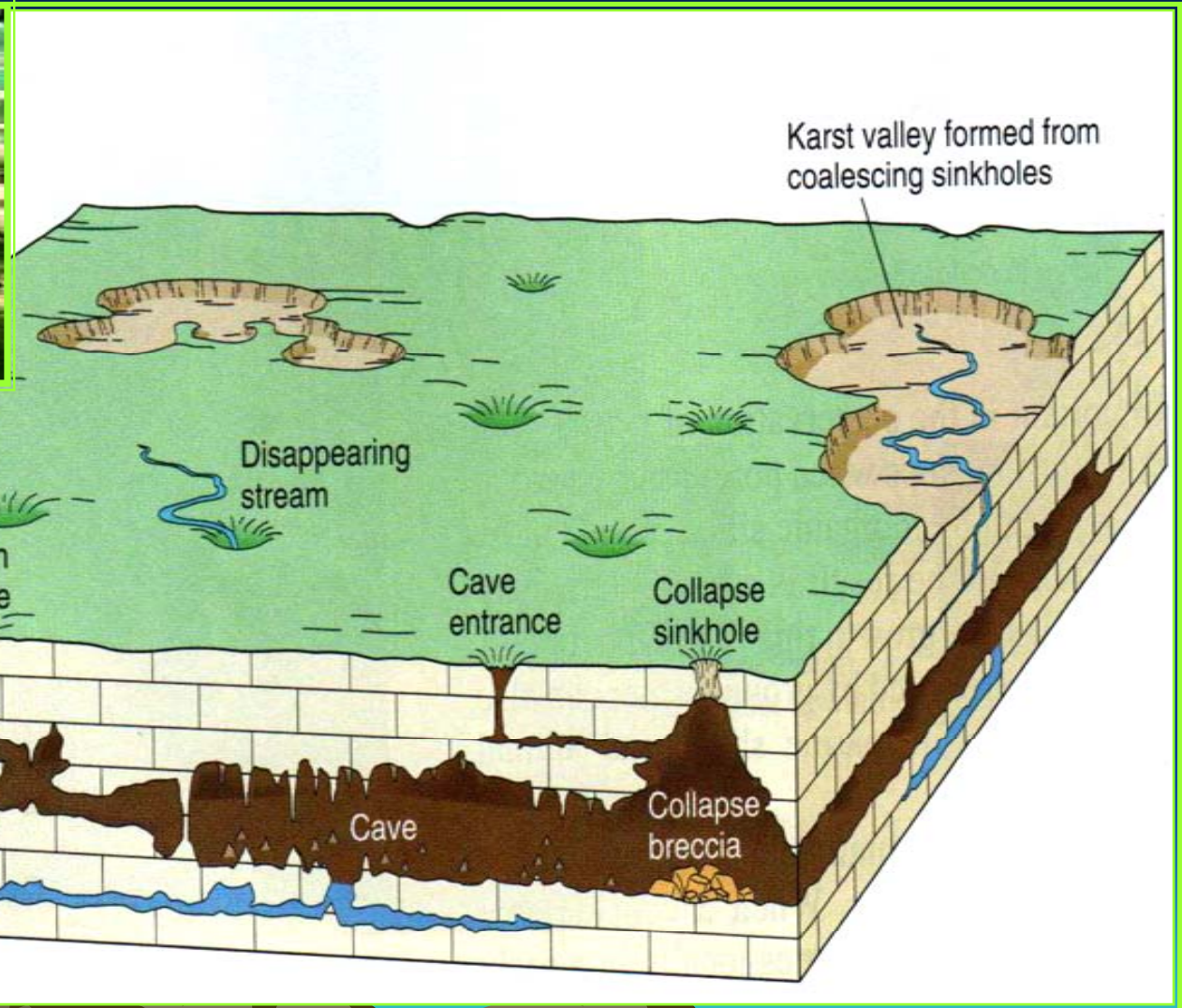
و...

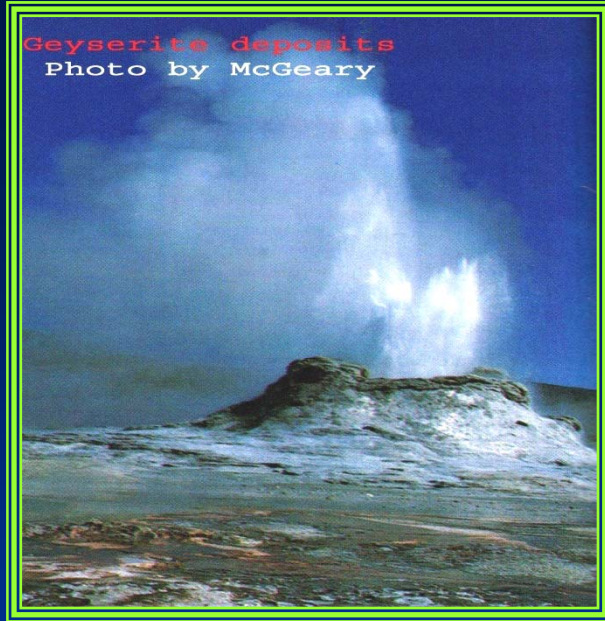
# انحلال و رسوبگذاری





# اشکال توپوگرافی کارستی





## ژیزریت:

چشمه های آب گرم و آبفشانهایی که از دهانه آنها رسوبات سیلیسی به جای می ماند.



## کنکرسینون:

بر اثر ته نشین شدن مواد محلول آبهای زیرزمینی اشکال بیضوی تا کروی شکل به وجود می آید.



# ژئود



حفره های کوچکی در سنگ که سطح داخلی آن با بلورهای کوارتز، کلسیت و ... (حاصل ته نشینی از آبهای زیرزمینی) پوشیده شده اند.

# نقش آب زیرزمینی در زندگی انسان

بزرگترین ذخیره آب شیرین زمین پس از یخچالها

ویزگیهای آبهای زیرزمینی:

✓ عاری از جانداران بیماری زا

✓ عدم احتیاج به تصویه

✓ زلال و بدون رنگ، بو و مواد تیره کننده

✓ ترکیب شیمیایی و دمای ثابت

✓ تحت تأثیر قرار نگرفتن خشک سالیهای کوتاه مدت



# فصل نهم

## باد و بیابان



# فصل نهم

## اهداف نهایی:

حمل و نقل ذرات به وسیله باد

فرسایش بادی

نهشته های بادی

بیابان



# حمل و نقل ذرات به وسیله باد

فعالیت‌های فرسایشی، حمل و رسوبگذاری باد تابع سرعت باد، طبیعت و مواد در سطح زمین و پوشش گیاهی می باشد.

## بار باد:

**الف) بار بستری:** این ذرات به علت سنگینی و بزرگی در سطح یا نزدیکی سطح زمین (به صورت غلطیدن یا پرتاب) جابجا می شود.

**ب) بار معلق:** شامل ذرات بسیار کوچک از 02/0 میلیمتر تا ذرات بی اندازه کوچک می باشد.

# فرسایش بادی

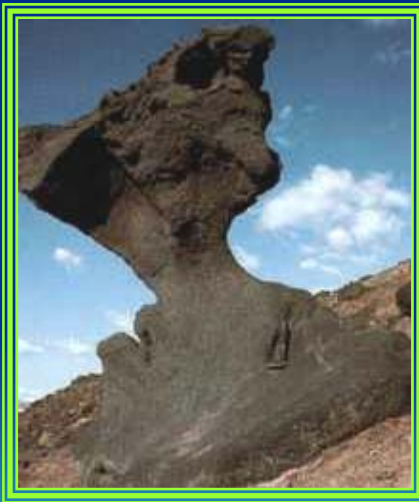
## الف) ربایش (بادروی):

بر اثر این فرایند ذرات سست دانه ریز از سطح کنده و برده می شوند و **سطحی لخت** با پوششی از دانه های درشت به جا می ماند.



## ب) سایش:

ذرات همراه با باد پس از برخورد با موانع موجب **سایش سطح** آنها می شود که باعث ایجاد سطحی صیقلی یا خراش (نقطه نقطه) بر روی سنگها می شود.



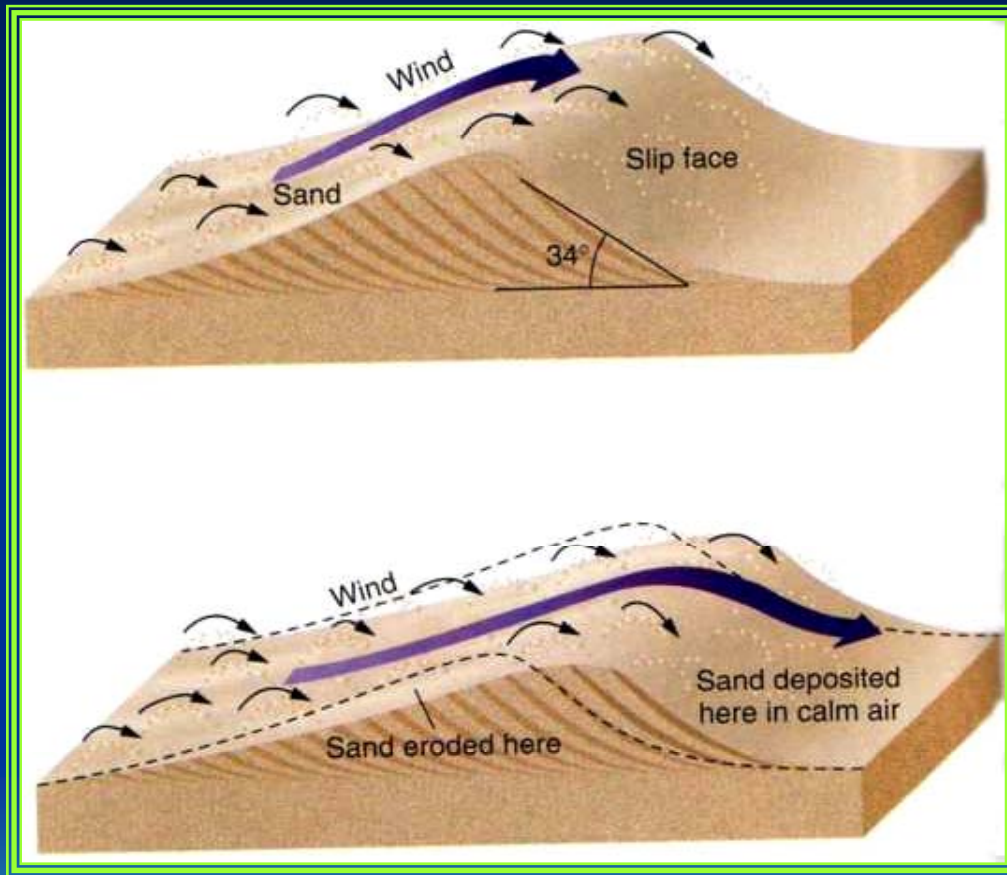
# نهشته بادی

## تلماسه:

تپه‌ها یا پشته‌هایی از ماسه که باد در سطح زمین در مناطق بیابانی یا سواحل دریاها و دریاچه‌ها بر جا می‌گذارد.

## عوامل مؤثر بر شکل تلماسه‌ها:

پوشش گیاهی، مقدار ماسه موجود، سرعت باد، تغییرات جهت باد و خصوصیات سطحی



# انواع تلماسه

سهمی شکل

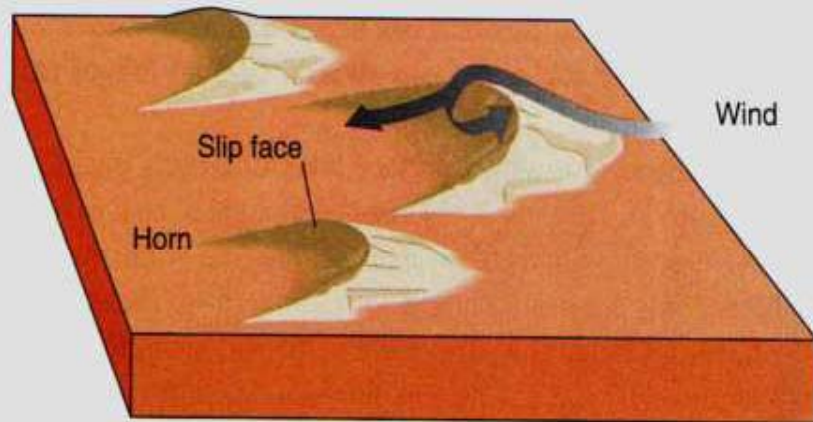
طولی

عرضی

برخان



# برخان



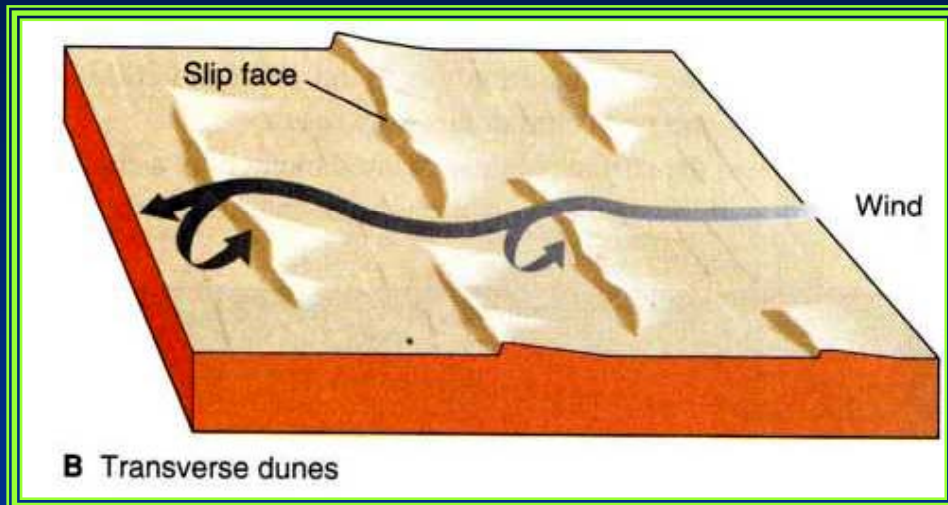
A Barchans



❖ تلماسه های هلالی  
شکلی با دامنه  
محدب و کم شیب در  
مقابل باد

❖ مقدار ماسه محدود  
و جهت باد ثابت

# عرضی



❖ گسترش در امتداد  
عمود بر جهت بادهای  
غالب

❖ در مناطق با ذخیره  
رسوبی فراوان و باد  
هایی با رطوبت  
متوسط

# طولی



D Longitudinal dunes (seifs)

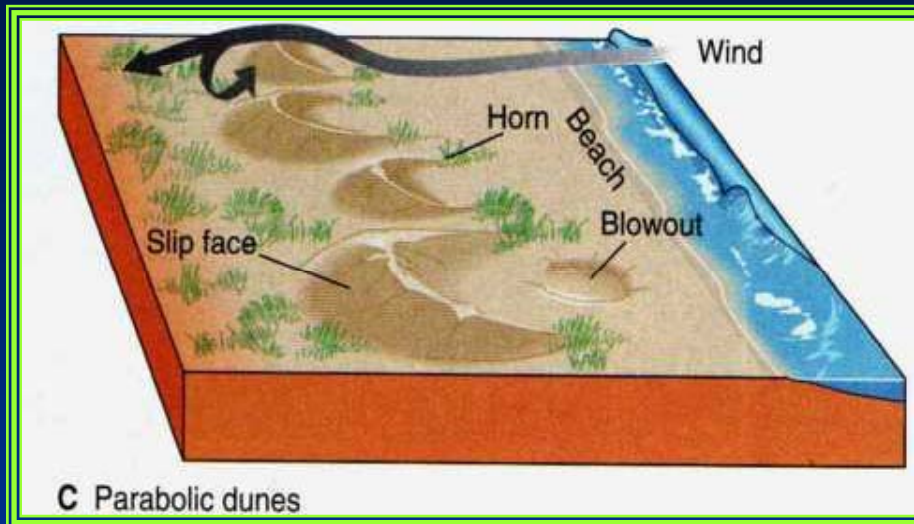


❖ تلماسه های بزرگ  
طولی که محور طولی  
آنها موازی باد اصلی  
است.

❖ در مناطق با ذخیره  
فراوان ماسه و بارهایی با  
سرعت زیاد



# سهمی شکل



❖ شبیه برخان به شکل  
هلالی شکل و لی بر  
خلاف آن، طرف مقعر و  
بازوها رو به باد قرار  
دارد.

❖ ناشی از وضعیت خاص  
پوشش گیاهی در محل

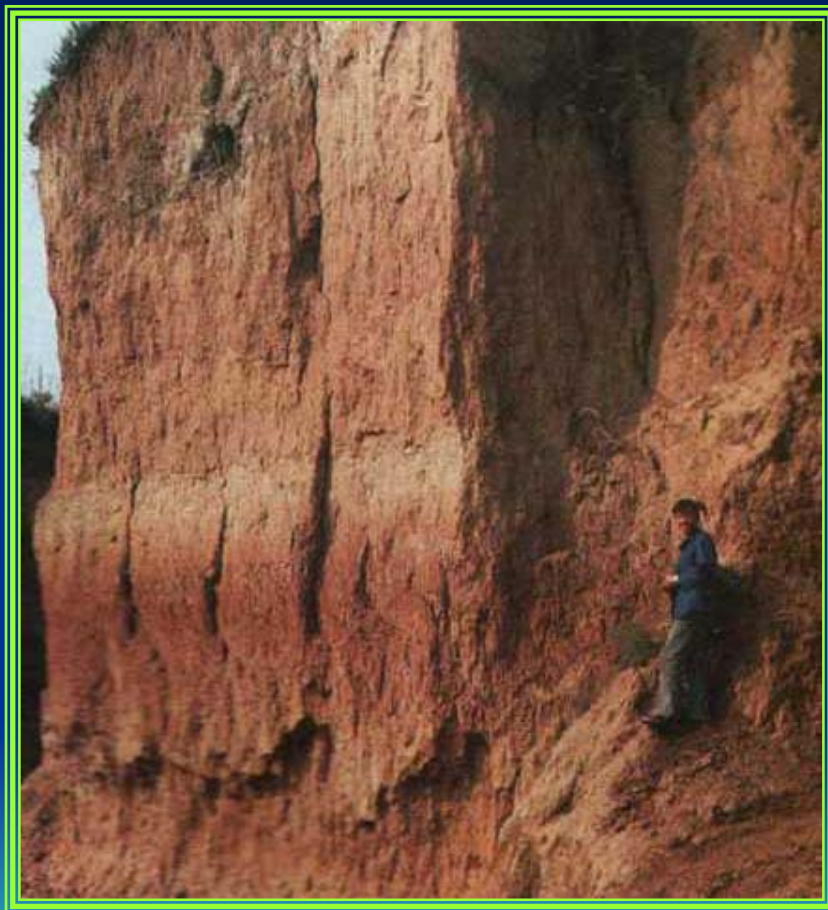




# سُن

- نهشتهای بادی شامل ذرات لای همراه با مقادیر کمتری رس و ماسه های دانه ریز
- فاقد لایه بندی با دیواره های تقریبا قائم
- رنگ لس به علت هوازدگی شیمیایی کانیهای آهن دار و ایجاد اکسید آن معمولا زرد یا قهوه ای است.

# دو مشخصه نسهای بادی



الف) دارای فسـیلهای  
جانوران و گیاهان خشکی

ب) به صورت پوششی بر  
پستی و بلندی های نامنظم  
زمین

# بیابان

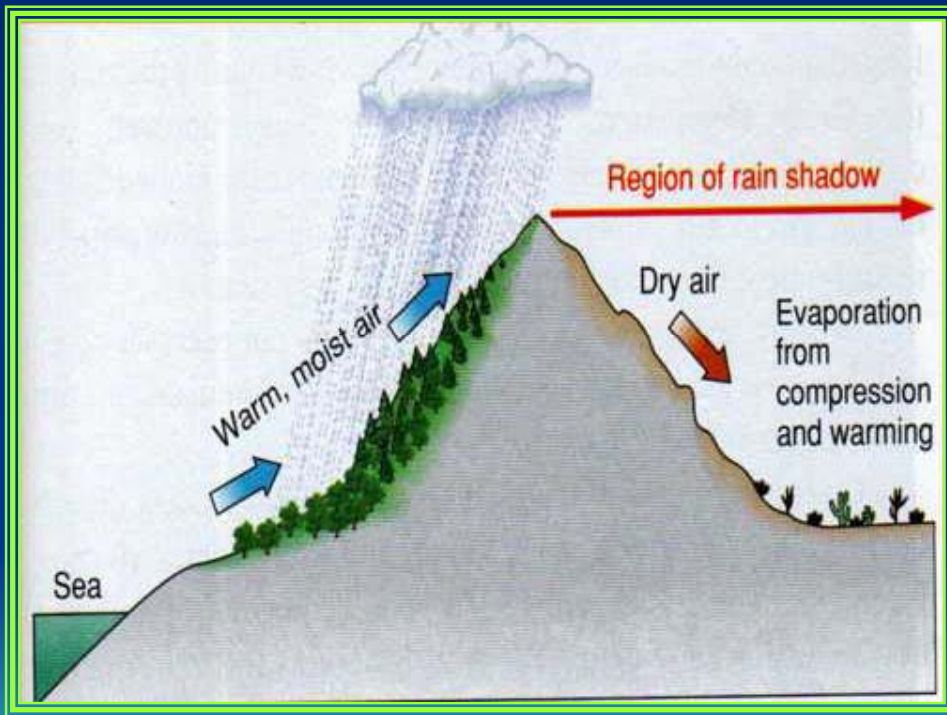
بیابان، مناطقی با بارش کم (کمتر از 250 میلیمتر در سال) و تبخیر زیاد است.

## انواع بیابانها:

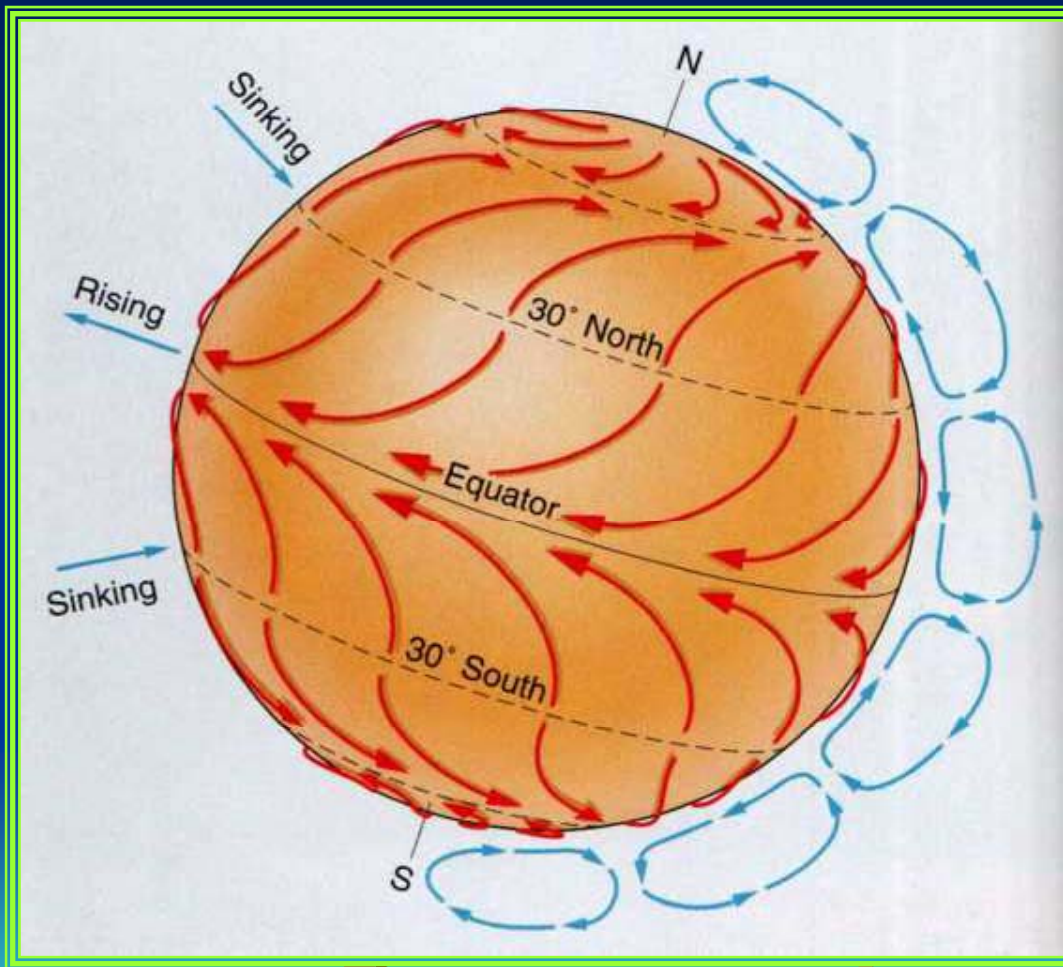
الف) بیابانهای اقلیمی:  
مربوط به جریانهای عمومی هوا

ب) بیابانهای توپوگرافی:  
کوهها به عنوان سدی در برابر رطوبت عمل می کنند مانند دامنه جنوبی

البرز (شکل مقابل)



ج) بیابانهای ساحلی: در نتیجه گرم شدن هوای سرد  
اقیانوسی در امتداد سواحل



بیابانهای گرمسیری  
جهان در بین  
عرضهای:

✓ 15 تا 35 درجه

شمالی و جنوبی

✓ 30 تا 50 درجه

شمالی و جنوبی



# خصوصیات بیابانها

- 1- **دما:** دمای بسیار زیاد در روز (58 درجه)
- 2- **بارش:** کم و افزایش به طرف مناطق کوهستانی
- 3- **رستتیاها:** بسیار متفاوت و پراکنده
- 4- **آبهای زیرزمینی:** قابلیت استفاده محدود در عمق زیاد
- 5- **هوازدگی و خاک:** به علت عدم رطوبت کافی هوازدگی شیمیایی، کم و خاکها نازک و تکه تکه هستند.

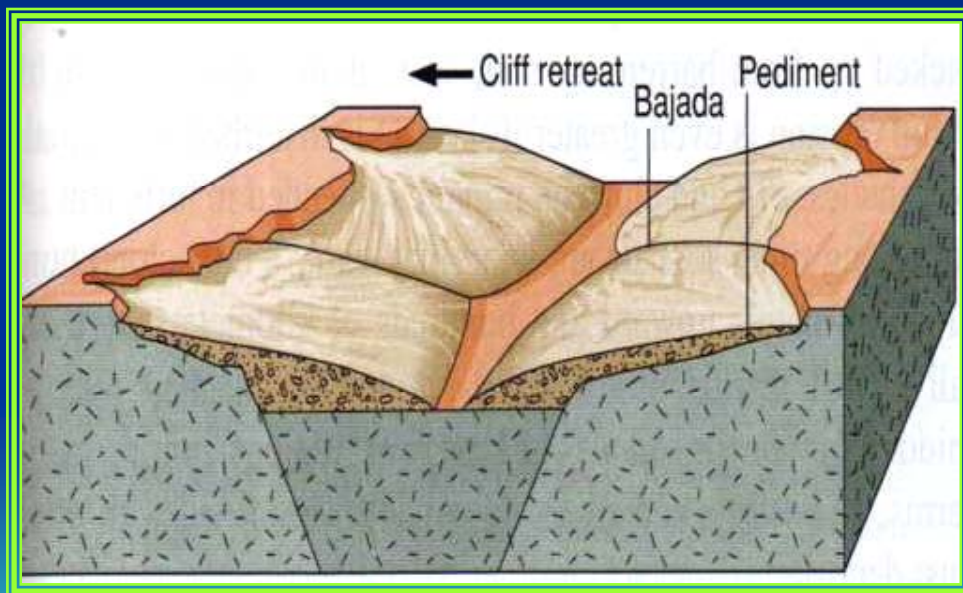
**6 - زهکشی:** معمولا داخلی و بسته که در مناطق کویری تشکیل پلایا را می دهد.

**7- فعالیت رودخانه ای:** ایجاد مخروط افکنه در دامنه کوهها و آبرهها با دیواره پرشیب



**8- فرسایش رودخانه ای:** به علت شرایط خاص بیابانی توانایی رودها موقتی و فصلی است.

**9- رسوبگذاری رودخانه ای:** دامنه کوههای بیابانی با رسوباتی پوشیده شده به شکل مخروط افکنه که گاهی با پیوستن آنها دشتهای آبرفتی **بهادا** را تشکیل می دهد.



### **پدیمت:**

سطوح فرسایشی کم شیبی است که در کوهپایه ها در مناطق بیابانی تشکیل می شود.

# چرخه فرسایشی در بیابانها

در مراحل پایانی فرسایش در سطح تقریبا هموار بیابان ارتفاعات منفردی بصورت کوههای جزیره ای باقی می ماند که با پدیمتها و رسوبات ضخیم مخروط افکنه احاطه شده اند ولی نحوه تشکیل این سطوح و نوع مواد آنها با نواحی مرطوب کاملا متفاوت است.





# فصل یازدهم

## اقیانوس و سواحل



# فصل یازدهم

## اهداف نهایی

- محل و نحوه تشکیل یخچال
- انواع و پراکندگی جغرافیایی یخچالها
- حرکت یخچال
- فرسایش یخچال
- حمل و رسوب گذاری یخچالی
- مناطق یخبندان دائم
- گسترش یخچالها در زمانهای گذشته

# پژوهش در حوضه اقیانوسها

❖ مطالعه اقیانوسی جدید از سال 1872 با سفر یک کشتی تحقیقاتی آغاز شد.

❖ امروزه ژرفای آب با استفاده از دستگاههای الکترونیکی اندازه گیری می شود.

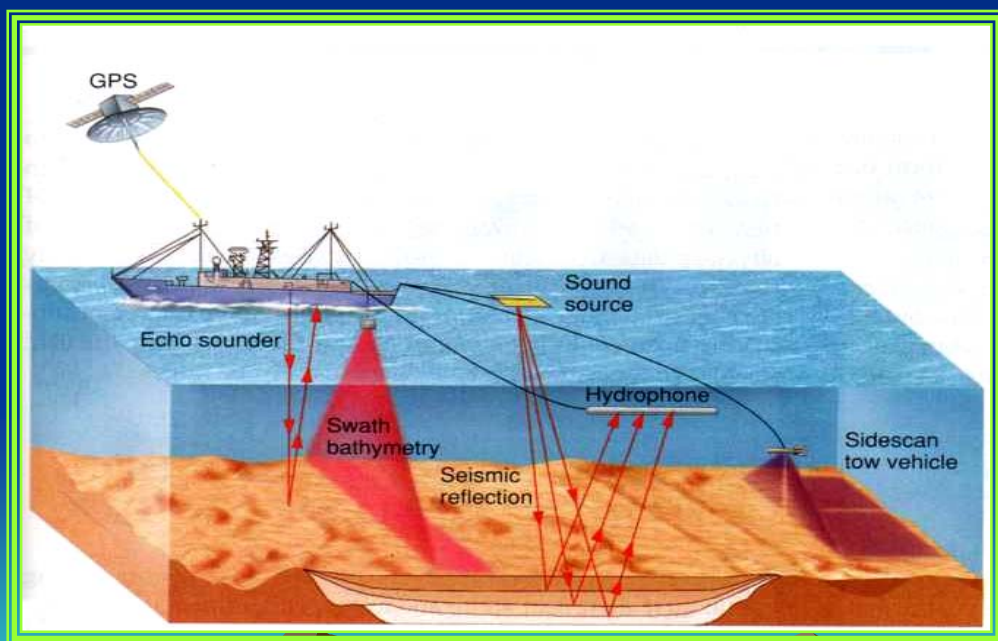
❖ روشهای نمونه برداری:

✓ کاسه ای

✓ لایروبی

✓ لوله های مغزه گیری

✓ حفاری های عمیق و...





# توپوگرافی بستر اقیانوسها

❖ فلات قاره

❖ سرایشی قاره و دره زیردریایی

❖ خیز قاره

❖ دشت و تپه های مفاکی

❖ پشته ها و ...

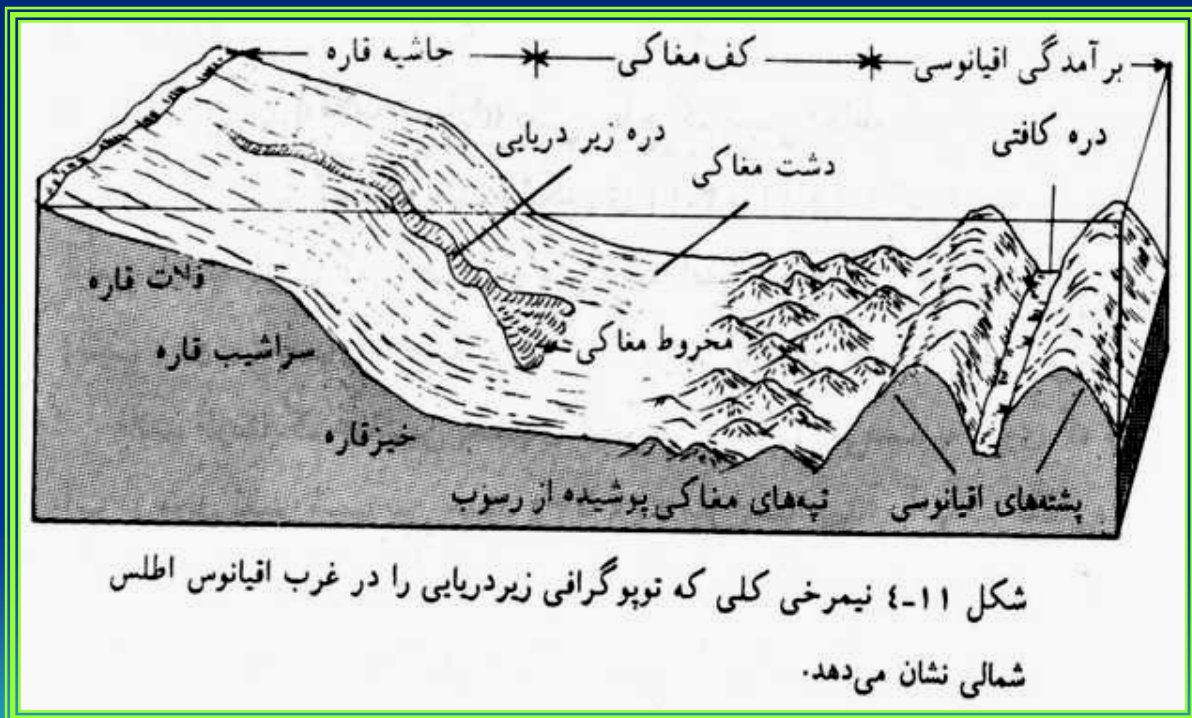
❖ درازگودالهای اقیانوسی

❖ کمانهای جزیره ای

❖ دریای حاشیه ای

❖ کوههای دریایی

❖ رشته جزایر بازالتی





# فلات قاره

✓ منطقه با شیب کم که قاره ها را احاطه کرده و از خط ساحلی رو به دریا گسترده است (اسلاید 170 و 172).

✓ شیب خیلی آرام (500:1) و انتهای آن به دریا با افزایش دهانه شیب مشخص می شود.

✓ رسوبات فلات قاره حاصل فرایند فرسایشی و رسوبات رودخانه ای و یخچالی است.

# سراشیب قاره

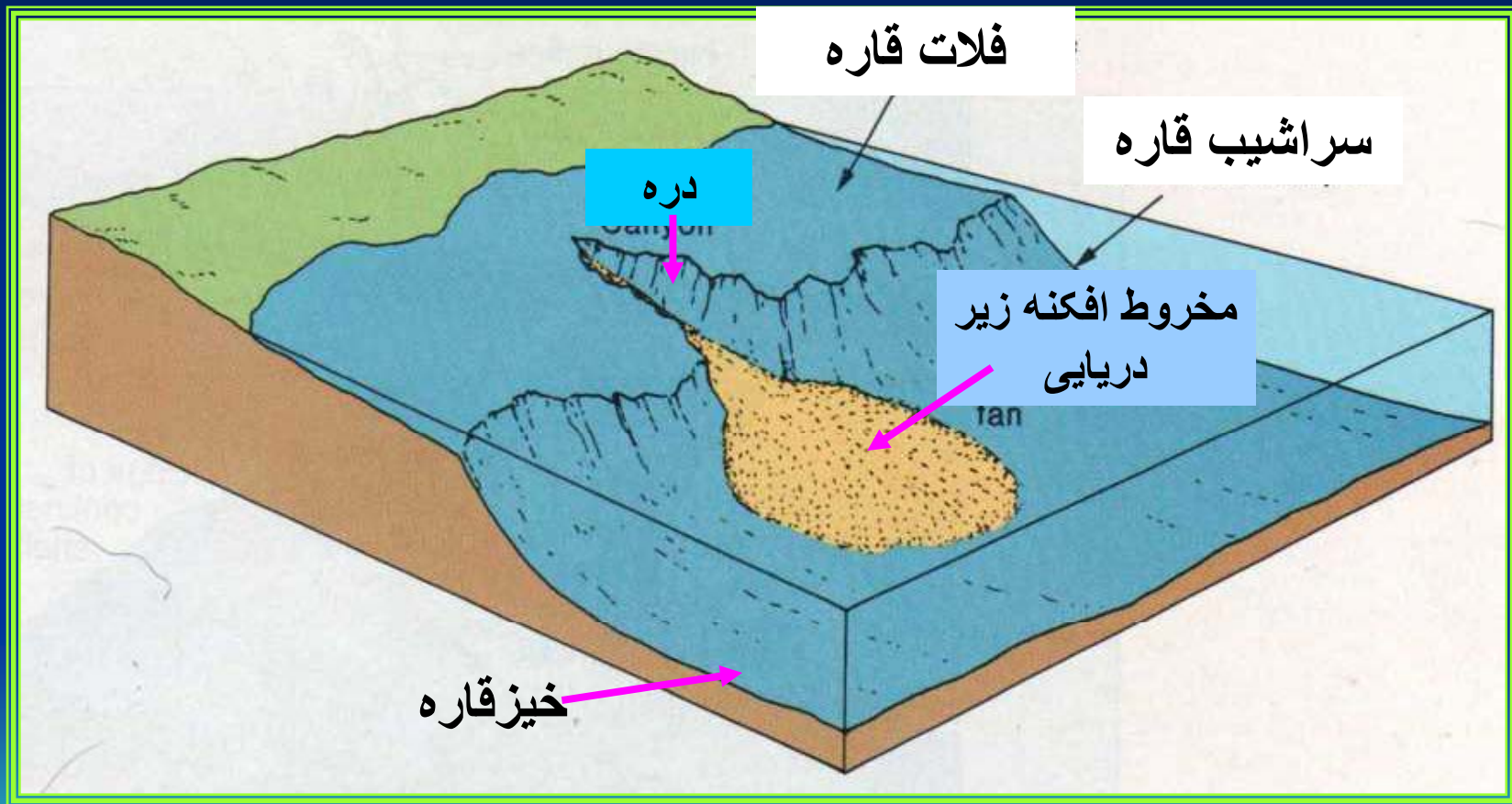
✓ فلات قاره به بخش پرشیب تری منتهی می شود که به آن **سراشیب قاره** می گویند. (اسلاید 175 و 172)

✓ مقدار شیب 2:1 تا 4:1 متغیر است و به علت شیب زیاد رسوبات روی آن ناپایدار است.

## دره های زیردریایی:

دره های **V شکل** حفر شده در سراشیبی قاره که تا اعماق دریا امتداد دارد که گاهی مانند شبکه رود دارای انشعاباتی است (اسلاید 175 و 172).

# توپوگرافی دره های زیر دریایی



# خیز قاره

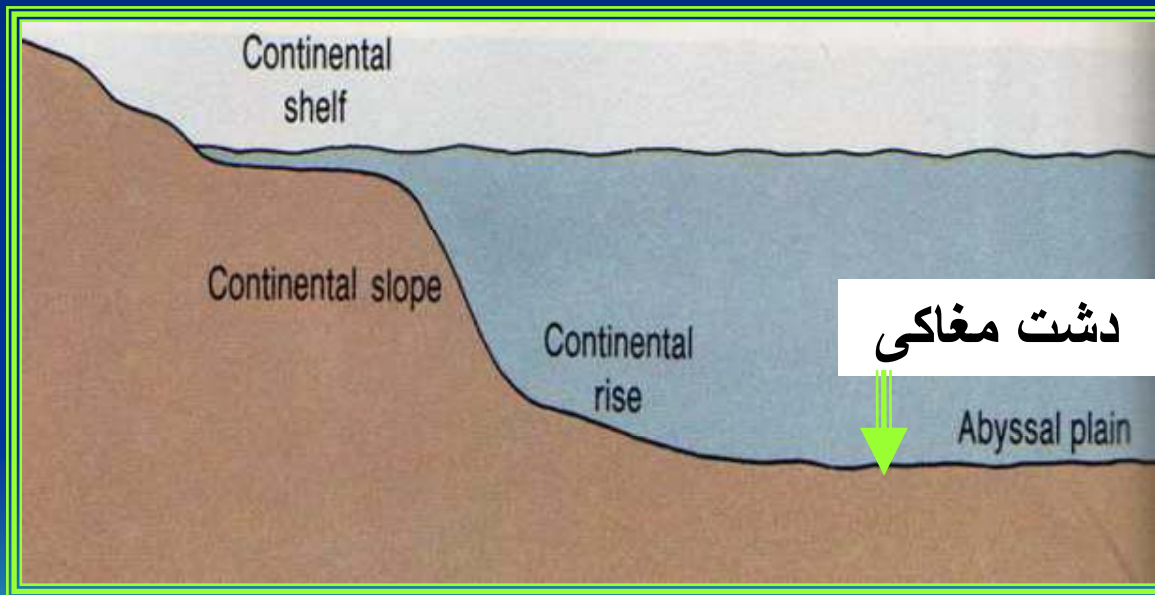
✓ در دامنه سرایش قاره منطقه ای با شیب آرام (میانگین 150:1) که حایل بین سرایش قاره و کف عمیق دریا است.

✓ تشکیل خیز قاره مشابه مخروط افکنه (پدیده رسوبی) است (اسلاید 175 و 172).



# دشت مفاکی

خیز قاره بطور تدریجی به سطح ترین بخش حوضه های اقیانوسی یعنی دشت مفاکی منتهی می شود و دارای شیب 1:1000 است.



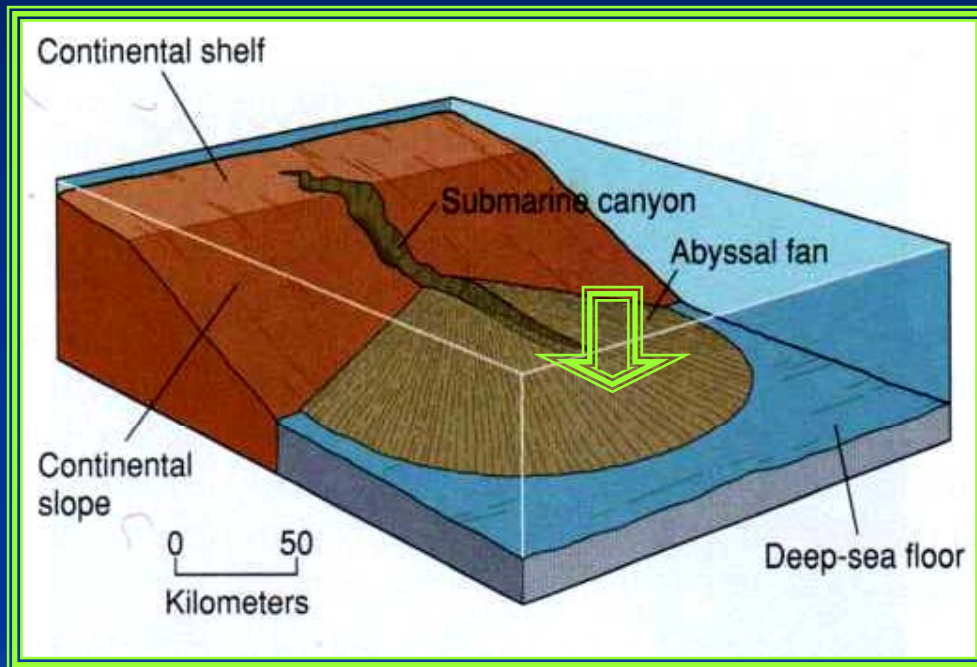
منشاء رسوبات

دشت مفاکی :

✓ قاره ای

✓ زیست شیمیایی

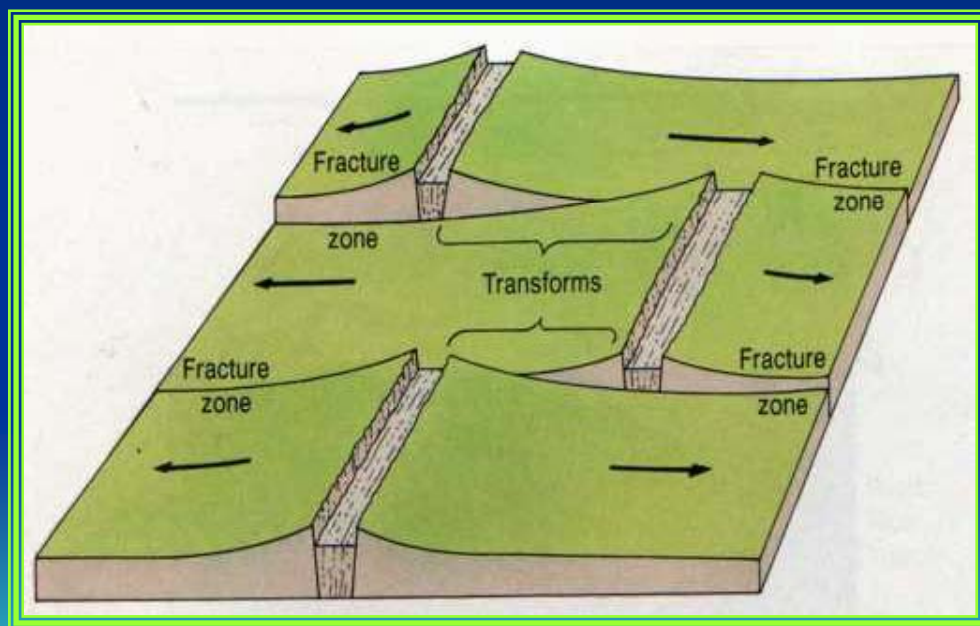
# تپه و مخروط های مغاکي



بلنديهائي که چند متر تا چندصد متر بلندتر از دشت قرار دارد و قطر آنها تا 10 كيلومتر مي رسد که در واقع آتشفشاني بازالتی خاموش که به وسیله رسوبات پوشیده شده است.

# پشته های اقیانوسی و سیستم شکستگی ها

رشته کوه های خطی بزرگی که از اعماق تمام حوضه های اقیانوسی سر برافراشته و با یک شبکه جهانی پیوند یافته اند.



پشته ها به وسیله شکستگی های بسیار با زاویه زیاد نسبت به محور دره های کافی جابجا شده اند که تا قاره ها ادامه دارند.

# دراز گودالهای اقیانوسی

عمیق ترین بخش اقیانوسی در نزدیکی حاشیه اقیانوسها و در فرورفتگی های عمیق کمانی شکلی یافت می شوند که **دراز گودالهای اقیانوسی** نام دارند **مانند گودال ماریانا**.



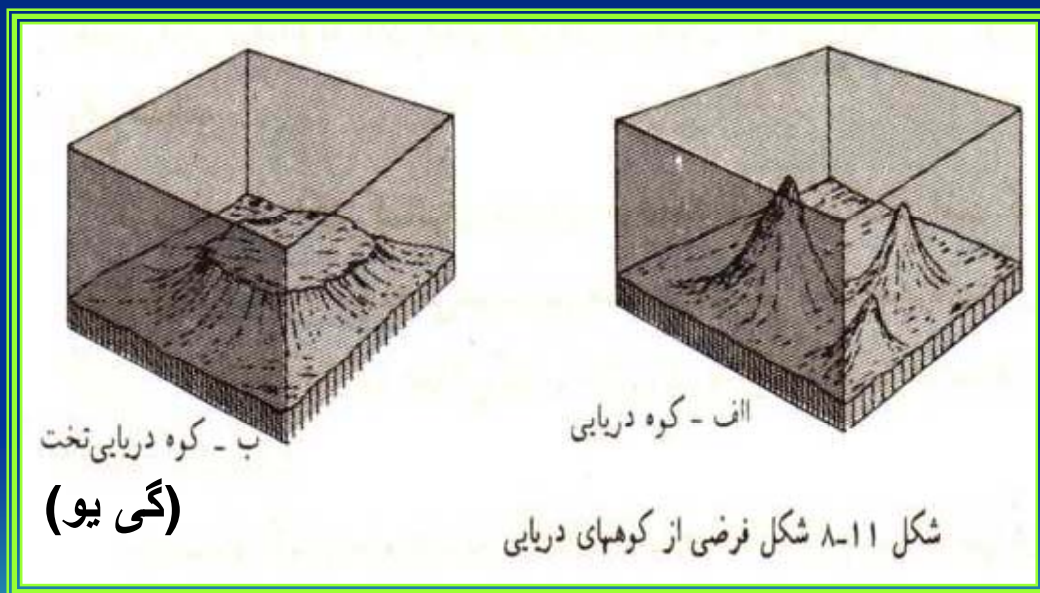


# کمانهای جزیره ای

در طرف رو به قاره یا مقعر اکثر دراز گودالها مجموعه ای از جزایر که منطقه فعال آتشفشانی و زمین لرزه های فراوان است، وجود دارد که کمانهای جزیره ای نام دارند (اسلاید قبل). مانند ژاپن

## کوههای دریایی:

اشکالی شبیه به کوههای آتشفشانی در زیر آب که حد اقل 1 کیلومتر از کف دریا بالا آمده باشند و بیشتر در امتداد شکستگی ها اقیانوسها ایجاد می شوند.

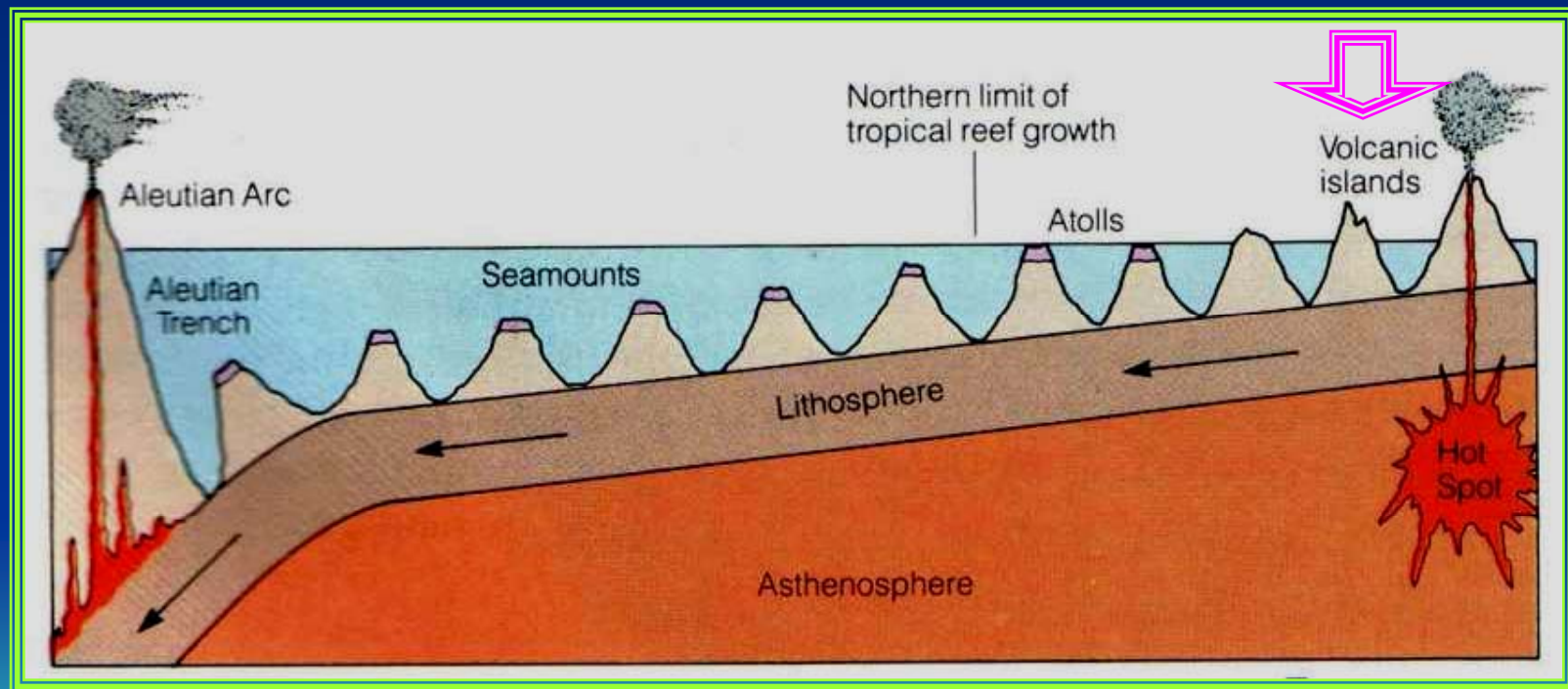


## گی یو:

کوههای دریایی که با قله های مسطح که به وسیله رسوبات پوشیده شده اند.

# رشته جزایر بازالتی

گروهی از جزایر اقیانوسی بصورت خطی که از تعدادی آتشفشان تشکیل شده اند مانند جزایر هاوایی



# ویژگی آب دریا

## 1- ترکیب:

➤ **شوری:** مهمترین ویژگی آب دریا است که ناشی از انحلال یونهای حاصل از هوازدگی شیمیایی در خشکی ها می باشد و بطور متوسط 35 در هزار می باشد.

➤ **گازهای محلول:** تمامی گازهای هواکره در آب دریا موجود بوده که مهمترین آن اکسیژن و دی اکسید کربن است.

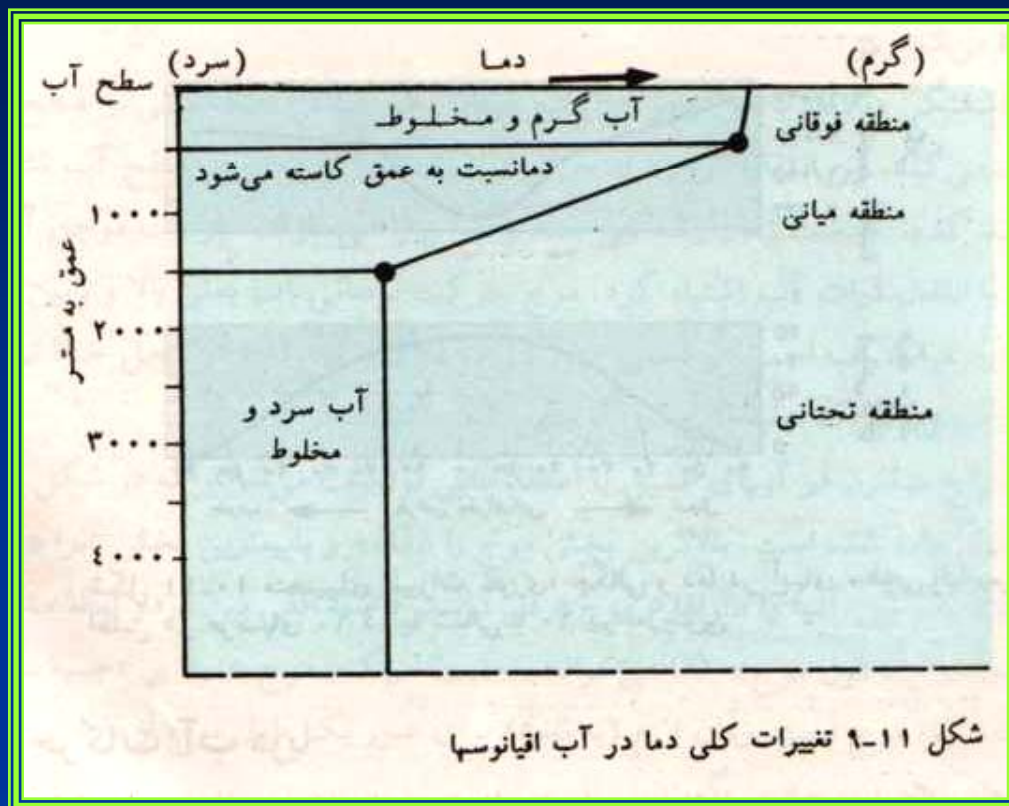


## 2- دما:

در عرض‌های مختلف جغرافیایی و در اعماق مختلف، متفاوت است.

## 3- چگالی:

بستگی به دما، فشار، شوری و مقدار رسوبات معلق داشته و عامل ایجاد جریان‌های اقیانوسی است.



# حرکت آب دریا

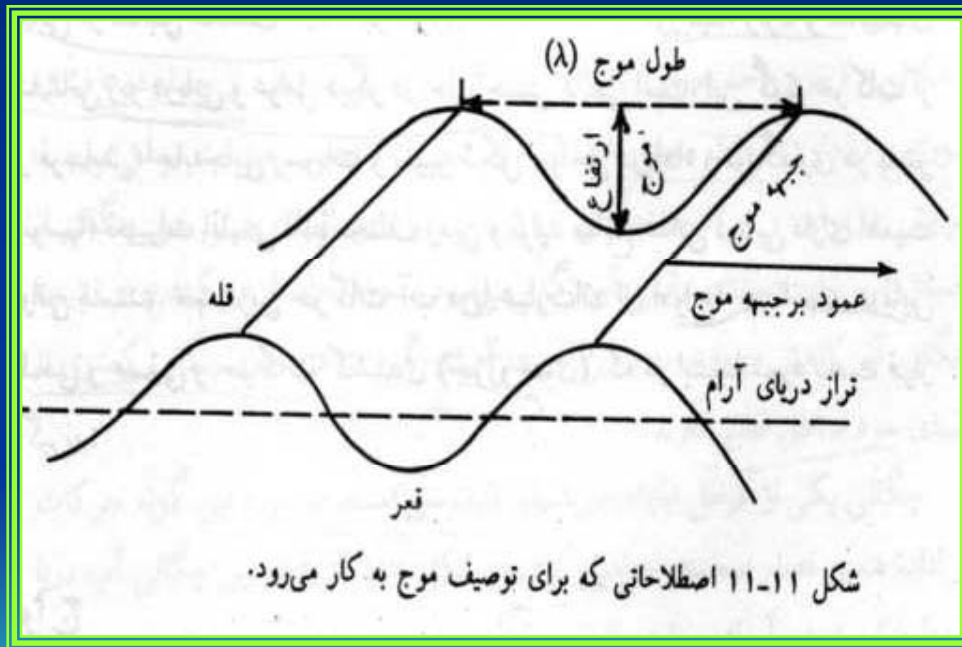
آب اقیانوس به علل مختلف از جمله: اثر بادهای، جریانهای عمومی هواکره، تغییرات چگالی، تأثیر نیروی گرانش ماه و خورشید، زلزله و فعالیتهای آتشفشانی در حال حرکت هستند.

## انواع حرکت آب دریا:

- 1- امواج
- 2- جریانهای سطحی و عمیق
- 3- حرکتهای جزر و مدی

# امواج

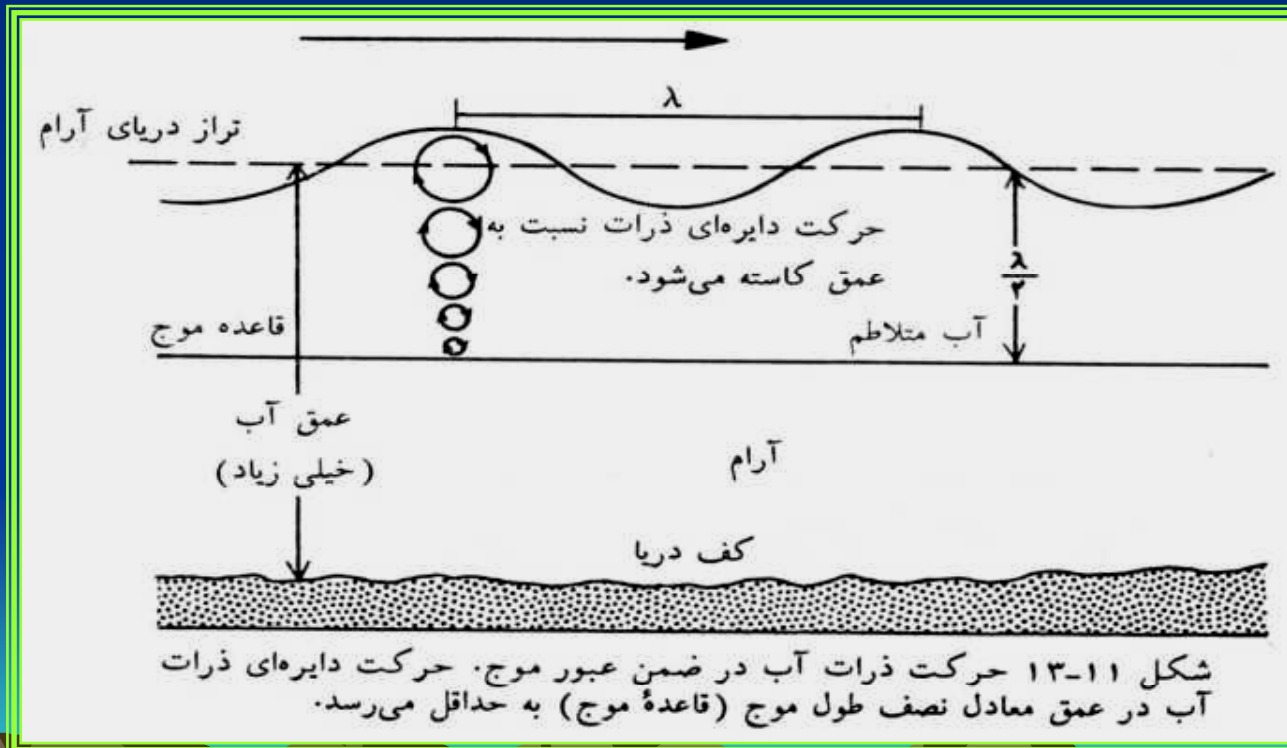
فرسایش و رسوبگذاری در مناطق ساحلی عمدتاً نتیجه مستقیم یا غیر مستقیم عمل امواج است.



موج مکانیسمی برای انتقال انرژی در امتداد سطح آب است و ذرات آب یک حرکت گردشی دایره ای (ارتفاع موج) انجام می دهد.

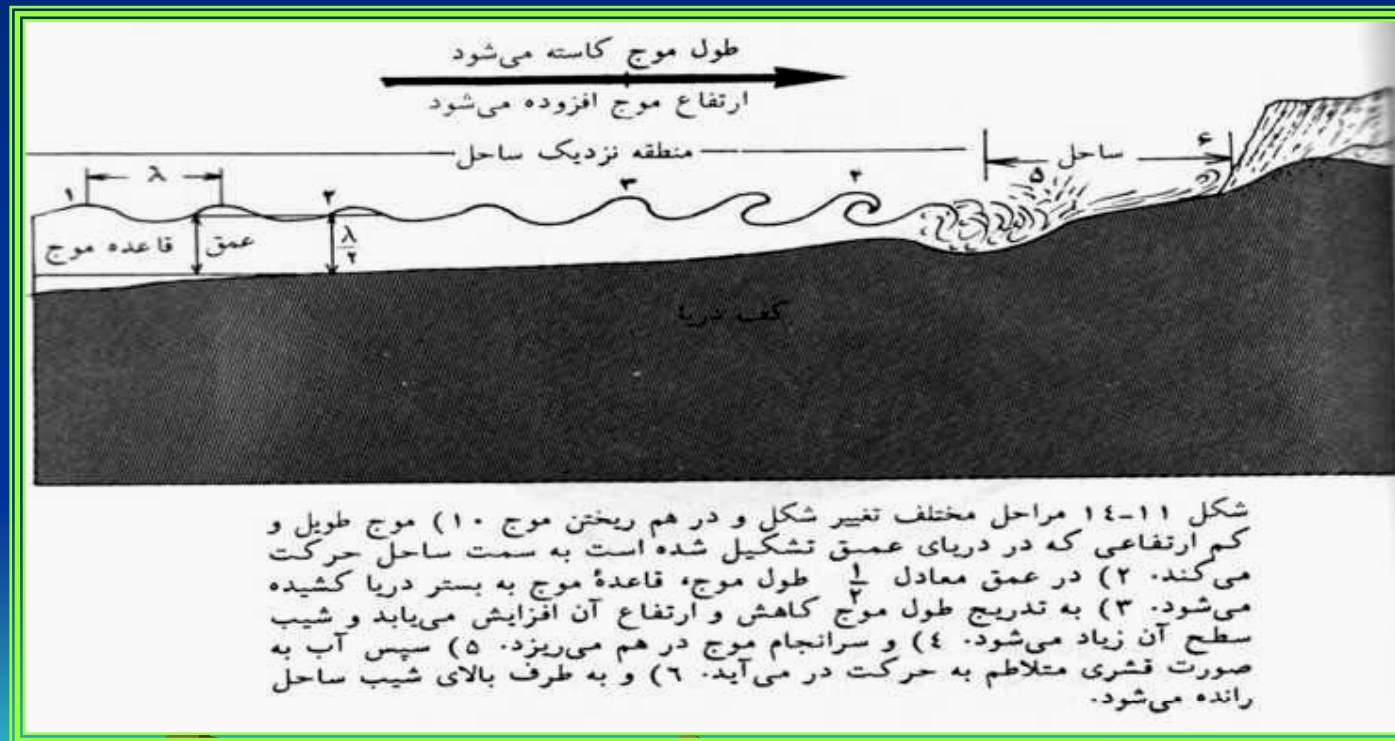
# حرکت دایره ای

حرکت دایره ای آب با افزایش عمق آب کاسته می شود و در عمقی معادل تقریباً نصف طول موج در سطح از بین می رود.



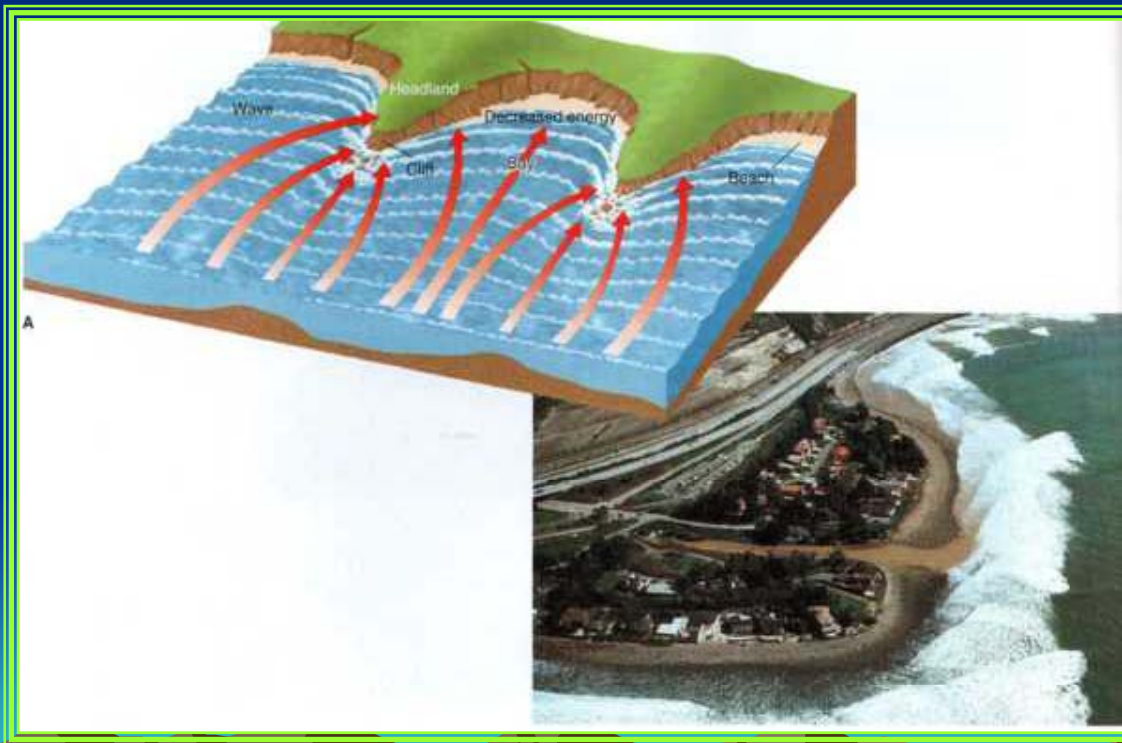


تأثیر بستر دریا بر روی شکل موج و حرکت ذرات آب وقتی که عمق آب به حدود **نصف موج** می رسد شروع می شود و در نتیجه طول موج کاهش، ارتفاع افزوده و شکل موج نامتقارن تر و ناپایدار می شود.



# شکست موج

اگر جبهه موج موازی با خط ساحلی مایل باشد با نزدیک شدن به ساحل طوری خمیده و شکسته می شود که جبهه آنها تقریباً موازی خط ساحلی قرار گیرد.



این عمل باعث از بین رفتن بی نظمی ساحل و موجب فرسایش پیشرفتگی های ساحل می شود.

# سونامی

❖ نوعی از امواج است که علت تشکیل آنها حوادثی نظیر زلزله، فعالیتهای آتشفشانی زیردریایی و... می باشد.

❖ این امواج نسبت به امواج معمولی دارای سرعت زیاد، طول موج بسیار زیاد، ارتفاع بسیار کوتاه و شیب آن بسیار ناچیز است.

❖ در نزدیکی ساحل ارتفاع آنها افزایش یافته و با نیروی عظیمی به سواحل برخورد کرده و باعث ایجاد خسارات جانی و مالی زیادی در خط ساحلی می شود.

# جریانهای اقیانوسی

## الف) جریان سطحی:

این جریانها که تا اعماق وجود 2000 تا 3000 متری گسترش دارد تحت تأثیر نیروهای کوریولیس و انحرافات ناشی از خشکیهای بزرگ قرار می گیرند. **مانند جریان گلف استریم**

## ب) جریان عمیق:

این جریان مستلزم حرکت قائمی است که بر اثر اختلاف چگالی توده های آب در نتیجه تغییرات دما، شوری و گل آلودگی آب ایجاد می شوند.



# انواع جریانهای عمیق

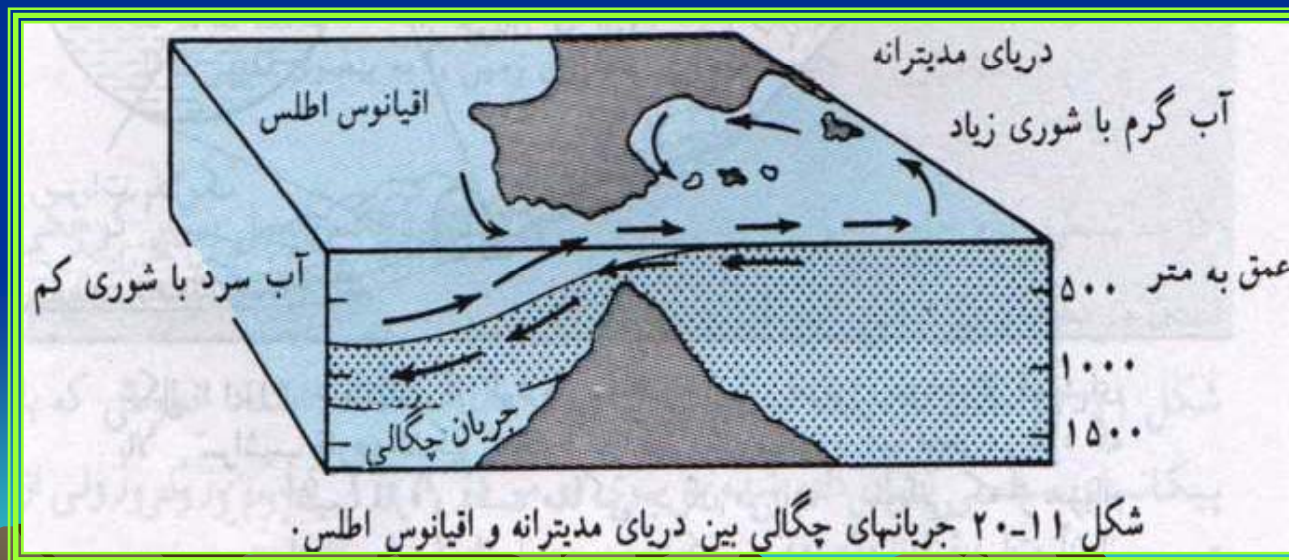
الف) جریانهای گرم و سرد:  
جریان قطبین به استوا

ب) جریانهای شور:

مانند گردش آب دریای مدیترانه با اقیانوس اطلس (شکل زیر)

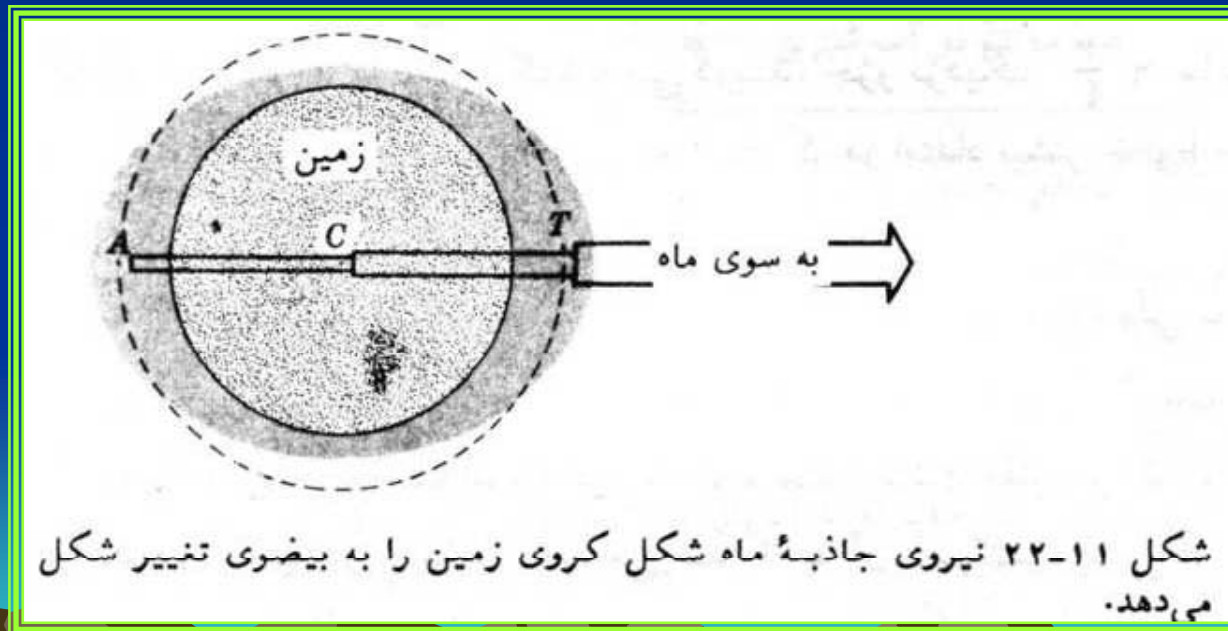
ج) جریانهای گل آلود:

در نتیجه ریزش رسوبات از لبه های فلات قاره در اثر زلزله و ناپایداری شیب

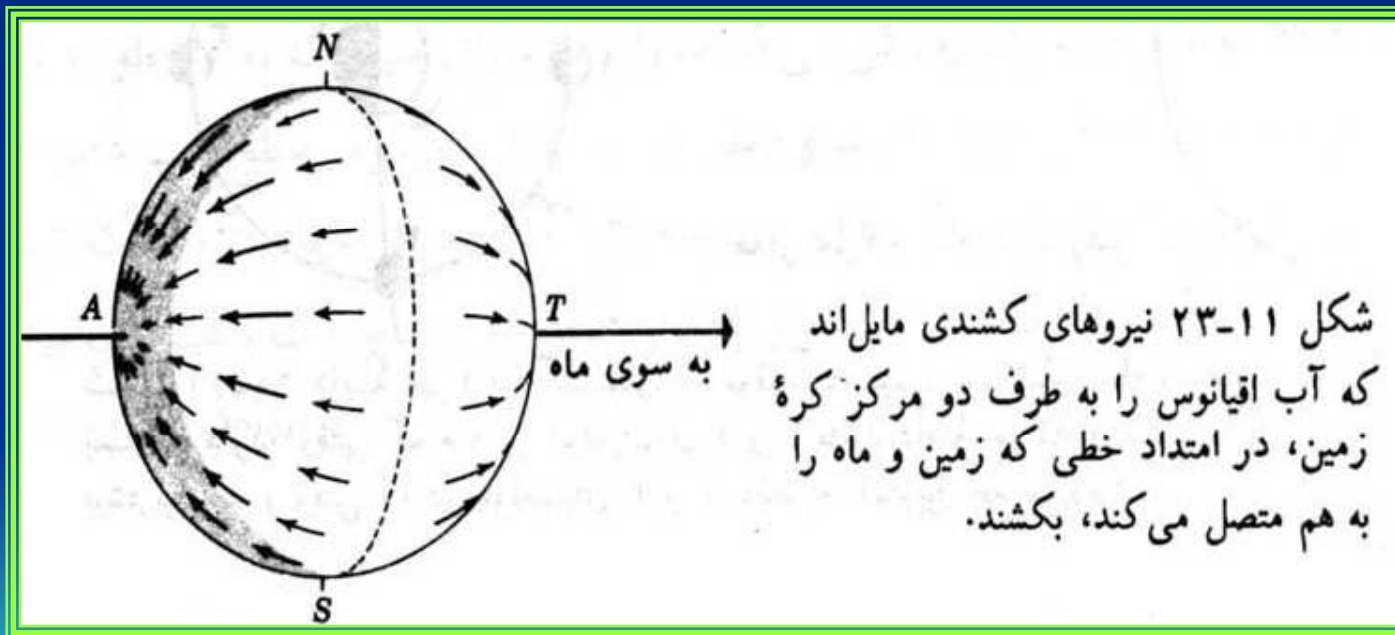


# حرکت کشندی (جزر و مد)

بر اساس نیروی گرانشی ماه و خورشید (قانون نیوتن) در طرف نزدیک ماه (T) جاذبه از مرکز زمین (C) و مرکز زمین بیشتر از نقطه مقابل (A) به علت فاصله از ماه می باشد (شکل زیر).



این اختلاف در نیروها مایلند که شکل کروی زمین را به یک دوکی شکل (بیضی وار) تغییر دهند و در نتیجه ایجاد برآمدگی های کشنده (مد) می کنند و نقطه عمود بر آن کمربند فرورفتگی باعث ایجاد **جزر** می شود.



# زندگی دریایی

بر اساس شرایط زندگی و حرکات جانداران دریایی به سه گروه تقسیم می شوند:

**الف) کف زی (بنتوس):** ساکن بستر دریا و بیشتر در فلات قاره قرار دارند.

**ب) شناور (پلانکتون):** فاقد نیروی حرکت و معلق در آب می باشند و دارای پوسته آهکی (روزنه داران) و سیلیسی (شعاعیان) هستند.

**ج) شناگر (نکتون):** آزادانه در محیط آب شنا می کنند مانند انواع ماهیها



# مواد تشکیل دهنده بستر اقیانوسها

رسوبات کف  
اقیانوسها

رسوبات درجا زا  
(اوتی ژن)

رسوبات زیستی

رسوبات خشکی زایی  
(قاره ای)

# رسوبات خشکی زا (قاره ای)

- ❖ رسوباتی است آواری که از قاره ها و جزایر اقیانوسی منشاء گرفته است.
- ❖ بیشتر در فلات قاره و در کف دریا در اطراف جزایر اقیانوسی متمرکز اند.
- ❖ این رسوبات از منشاء مناطق حاره دانه ریز و در عرضهای سرد تر دانه درشت هستند.

# رسوبات زیستی

این رسوبات شامل اسکلت جانداران کوچکی است که از مواد آهکی یا سیلیسی ساخته شده اند.

## لجنها(ازها):

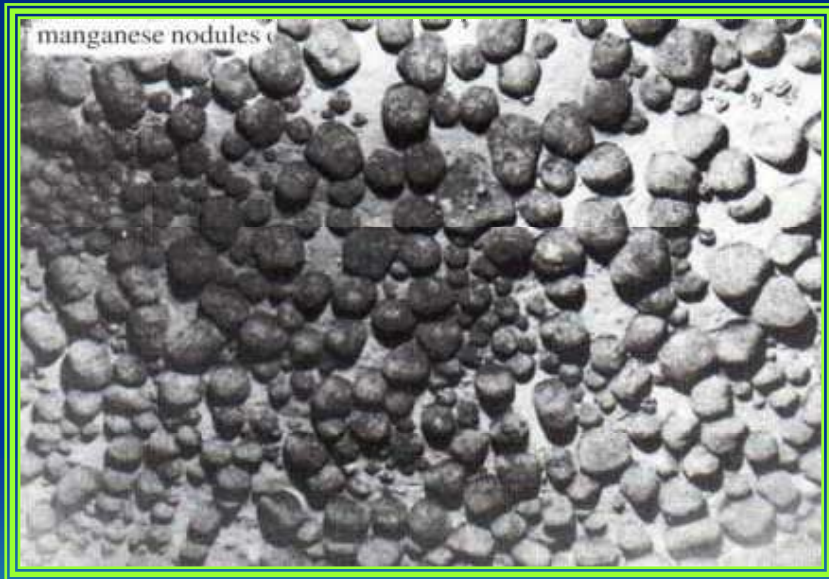
**الف) آهکی:** فوق العاده دانه ریز و بیشتر در اقیانوسهای آرام جنوبی، هند و اطلس به جزء در عرضهای سرد تر فراوانند.

**ب) سیلیسی:** رسوبات زیستی دانه ریزی هستند که به مقدار زیادی در آبهای سرد عرضهای بالا یافت می شوند.

# رسوبات درجا زا

این رسوبات در کف دریا در اثر واکنش شیمیایی بین یونهای محلول آب و مواد موجود در ته دریا به وجود می آیند.

**فراوانترین نهشتهای اوتی ژن عبارتند از:**



**الف) گرهکهای منگنز:**

توده های غنی از منگنز منطقه وسیعی از کف دریا را می پوشاند و معمولاً به صورت لایه های متحدالمرکزی باشند.



**(ب) گرهکهای فسفریت:** این نهشته ها حاوی بیش از 30%  $P_2O_5$  و نسبت به گرهکهای منگنز نزدیکتر به حاشیه قاره ها تشکیل می شوند.

تشکیل این گرهکها بیشتر در مناطقی است که سرعت ته نشینی رسوبات خشکی را نسبتا کم می باشد.

# رخساره رسوبات اقیانوسی



نوع رسوب در هر نقطه‌ای از کف اقیانوسها بازتاب واردات نسبی رسوبات خشکی‌زا، زیستی و درج‌ازا است.

پراکندگی جغرافیایی رخساره‌های رسوبی در شکل روبرو نشان داده شده است.

# فرسایش در سواحل

انرژی عظیم ناشی از برخورد امواج به سواحل عمده ترین عامل فرسایش در خطوط ساحلی است.

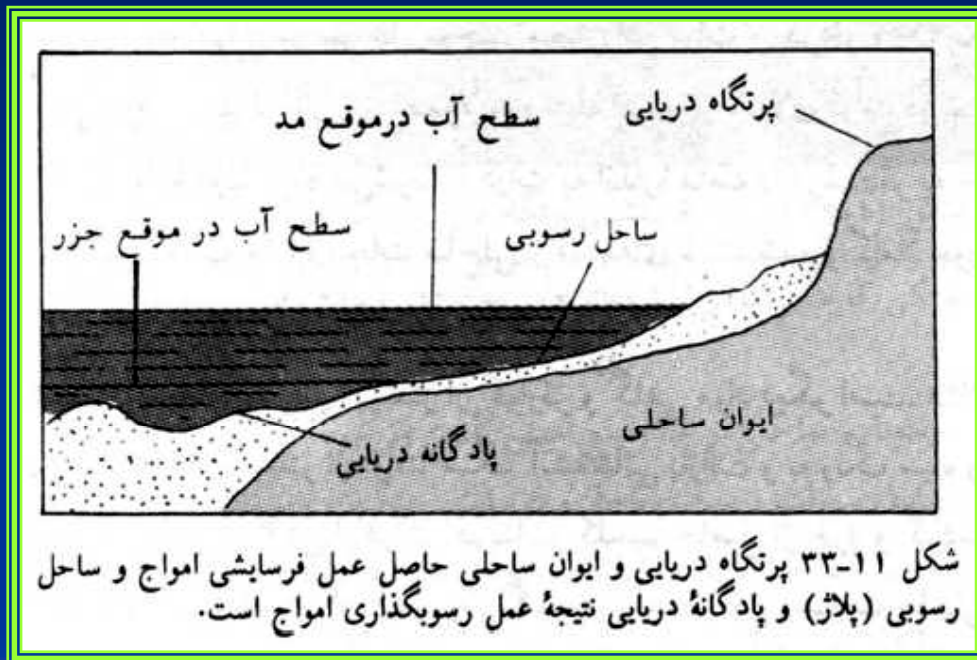
**مهمترین اشکال فرسایش عبارت است از:**

➤ پادگانه های دریایی

➤ ایوان ساحلی

➤ تاقنماهای دریایی

# پادگانه های دریایی



تهی شدن بخش زیرین پرتگاههای رسوبی بر اثر فرسایش امواج و حرکت آنها به طرف دریا ذرات درشتی را بر جا گذاشته که تشکیل پادگانه های دریایی را می دهند.



## ایوان ساحلی:

امواج با پس و پیش بردن مداوم ذرات سبب فرسایش و تشکیل بخش نسبتاً مسطحی در لایه های سنگی می شوند که به آن **ایوان ساحلی** می گویند.

## تاقنماهای دریایی:

غالباً سنگهای ساحلی در مقابل فرسایش امواج مقاومت یکسانی ندارند و فرسایش بیشتر سنگهای ضعیفتر در دو طرف یک بخش پیشرفته ساحلی منجر به تشکیل یک **تاقنمای دریایی** می شود.

# ایوان ساحلی و تاقنماهای دریایی



# رسوبگذاری سواحل

## منابع رسوبات ساحلی:

✓ رودخانه ها

✓ انتقال دوباره رسوبات نزدیک ساحل

✓ فرسایش سنگها و رسوبات ساحلی

## ویژگی رسوبات ساحلی:

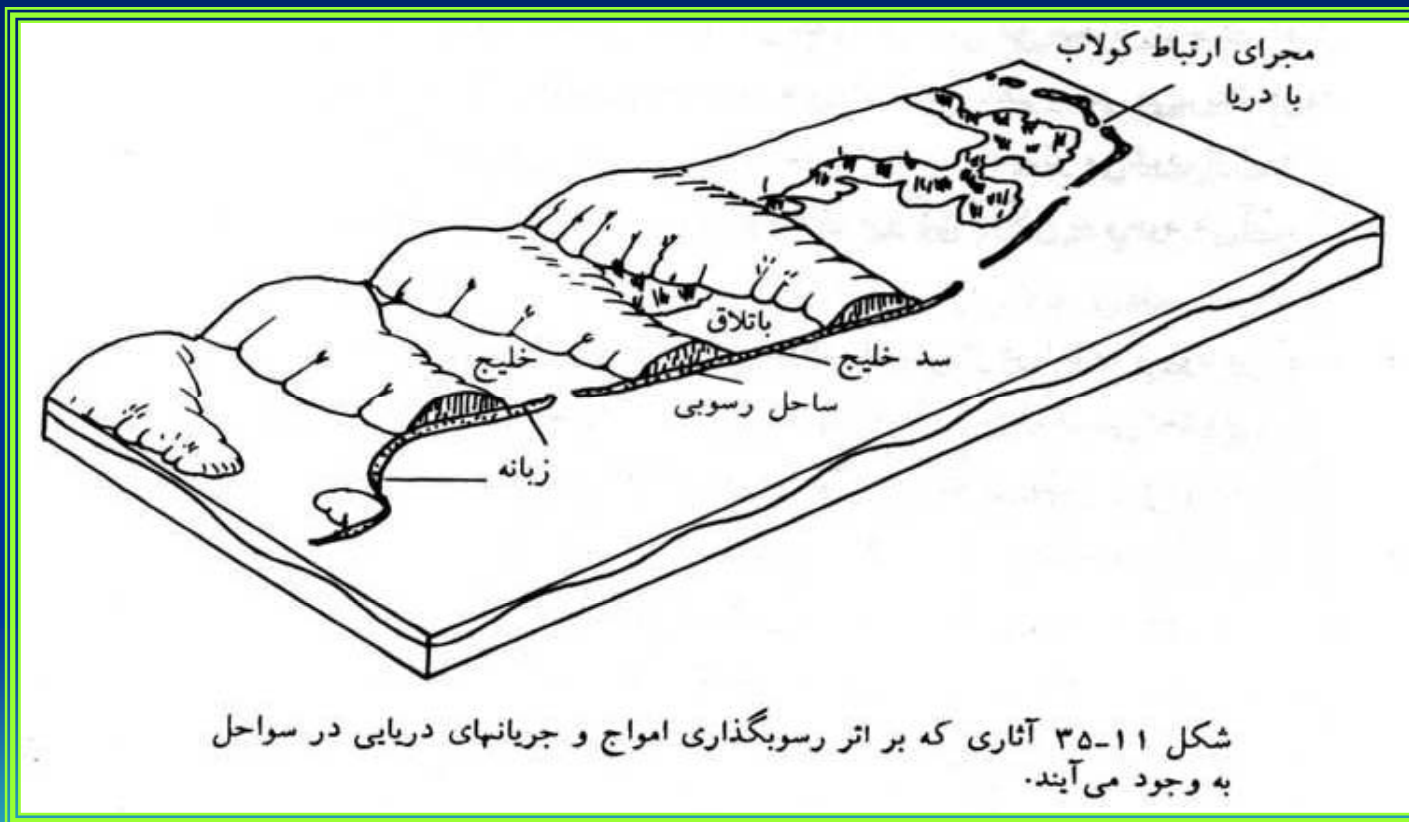
➤ رسوبات ساحلی منظور رسوباتی هستند که بین دو حد جزر و مد دریا ته نشین می شوند

➤ رسوبات ساحلی غالباً از ماسه های شسته شده، گردشده و کاملاً جورند.

➤ جنس ماسه های ساحلی بیشتر از کوارتز و گاهی مواد دیگر تشکیل شده است.



# آثار رسوبی در سواحل



- پادگانه های دریایی
- زبانۀ
- سد خلیج
- جزایر سدی
- کولاب یا مرداب



## زبانہ:

پشته های طویلی از ماسه که در دهانه خلیج امتداد می یابد.

## سد خلیج:

در صورتی که دهانه خلیج به وسیله زبانہ هایی از رسوبات کاملاً مسدود شود.

## جزایر سدی:

ناشی از رسوبگذاری در ساحل دریا است که عموماً دراز، کم ارتفاع و از جنس ماسه و به موازات ساحل ایجاد می شود.

## کولاب یا مرداب:

بخشی از آب دریا که در پشت جزایر سدی محبوس مانده است.

# سواحل مرجانی

## ریفهای مرجانی:

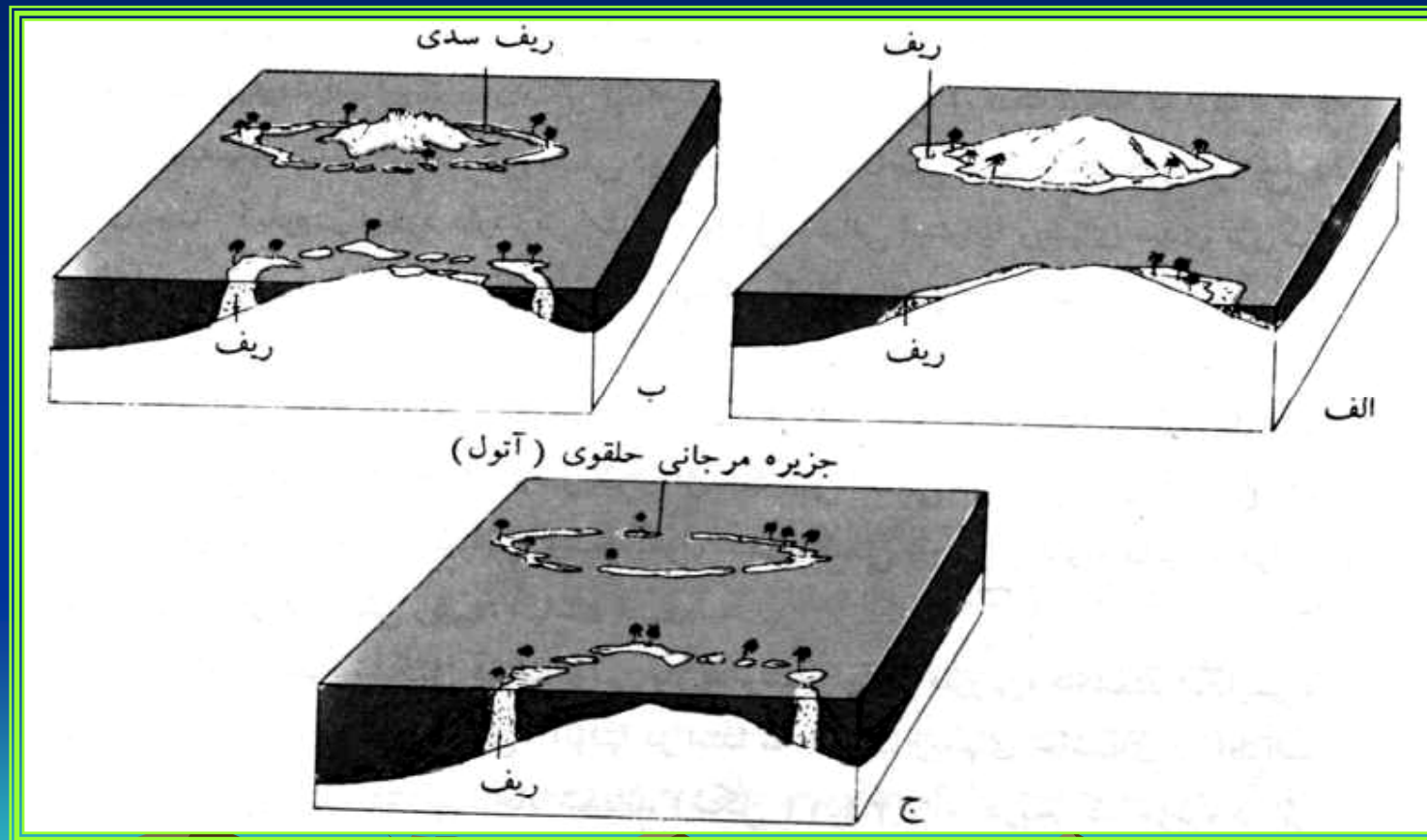
برآمدگی هایی از جنس آهک اند که به وسیله جانداران دریایی آهک ساز (مرجانها) و در شرایط خاصی (آبهای زلال، اکسیژن، نور، دما و شوری معین) ایجاد می شوند.

## اشکال ریفهای مرجانی:

❖ الف) حاشیه ای: چسبیده به قاره ها و جزایر آتشفشانی

❖(ب)سدی: دور از خشکی اصلی

❖(ج)حلقوی(آتول): به صورت حلقه در وسط کولاب از جنس لای، ماسه و ذرات آهکی



# تغییرات تراز آب

## الف) در کوتاه مدت:

جزر و مد یا امواج طوفانی

## ب) در دراز مدت:

به سختی قابل اندازه گیری است ولی شواهد زمین شناسی و تغییر محیطهای رسوبی که در سنگهای رسوبی ثبت شده حاکی از آن است که در طول تاریخ تراز آب دریا همواره در حال تغییر بوده و باعث ایجاد پیشرونها و پسرونها شده است.



# پیشروی و پسروی آب دریا

## آب ایستایی:

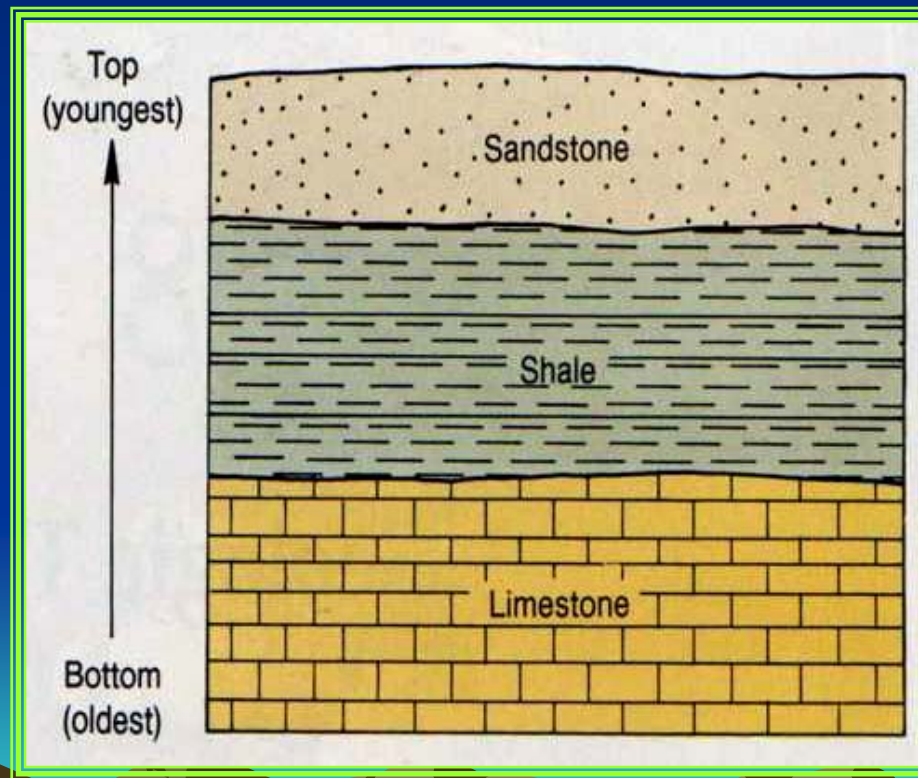
تغییرات تراز سطح آب اقیانوسها را به علت افزایش یا کاهش حجم اقیانوس تغییرات آب ایستایی گویند.

## پیشروی آب دریا:

در شرایط عادی با افزایش عمق آب دریا رخساره رسوبی به ترتیب (پایین به بالا) ماسه سنگ، شیل و سنگ آهک ته نشین می شود.

## ➤ پسر وی آب دریا:

با کاهش تدریجی آب دریا در اصطلاح پسر وی آب دریا از خشکی توالی فوق بر عکس گردیده بعبارتی از پایین به بالا سنگ آهک، شیل و ماسه سنگ می باشد.



# منابع دریایی

➤ **منابع غذایی:** ماهی، میگو، گیاهان دریایی که بیش از 90% آن در فلات قاره موجود است.

➤ **منابع آب آشامیدنی:** پس از نمک زدایی آب شور

➤ **مواد خام:** گرهکهای منگنز و فسفریت و عناصر محلول

➤ مناطق ساحلی محل ذخیره اکثر کانیها و مواد آلی است.

➤ **انرژی:** مخازن بزرگ نفت و گاز در فلات قاره و همچنین استفاده از نیروی جزر و مد دریا جهت تولید برق



# فصل چهاردهم

# زمان در زمین شناسی





# فصل چهاردهم



اهداف نهایی:

□ زمان نسبی

□ زمان واقعی یا مطلق

# زمان نسبی

سن نسبی از مقایسه بین یک رویداد جوانتر با پیرتر تعیین می شود.

روشهای تعیین سن نسبی:

✓ الف) فیزیکی

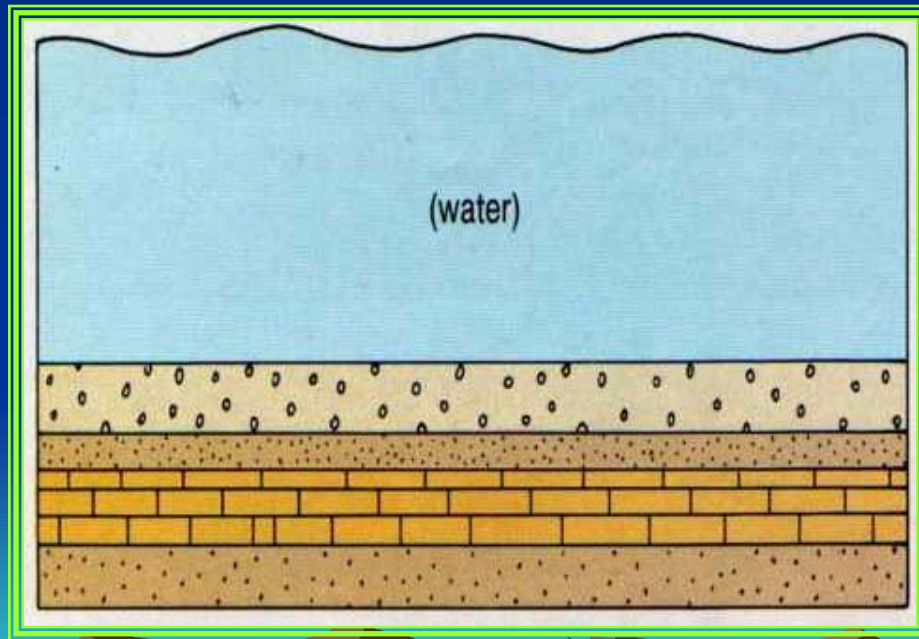
✓ ب) زیستی

# روشهای فیزیکی تعیین سن نسبی

بر اساس مشاهدات نیکلا استنو اصول زیر معرفی گردید:

✓ 1- اصل انطباق یا برهم نهشت:

سنگهای قدیمی در زیر و جدیدتر در بالا



✓ 2- اصل افقی بودن

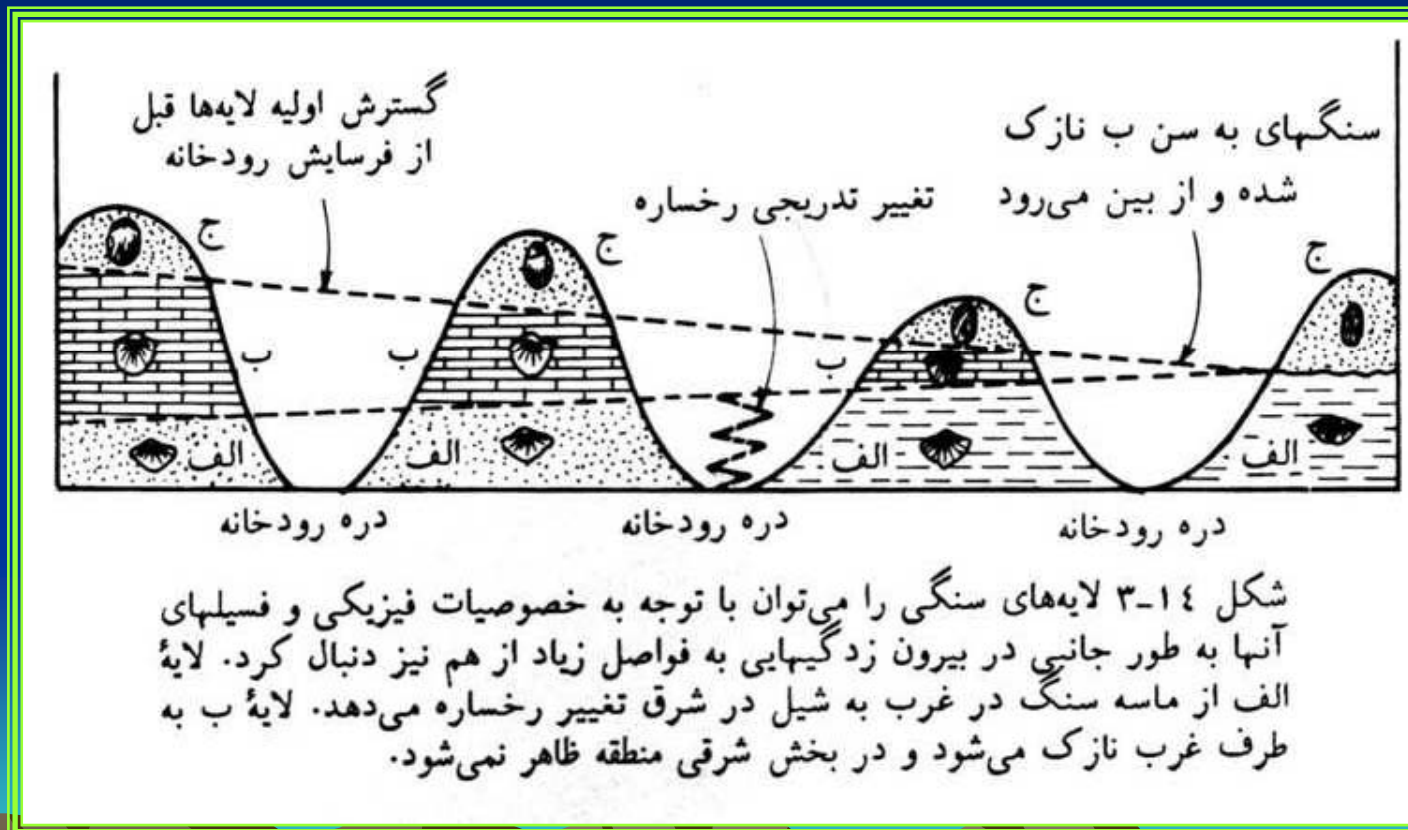
لایه های اولیه:

سنگهای رسوبی بطور عادی  
به صورت لایه های افقی ته  
نشین می شوند.



### ✓ 3- اصل تداوم جانبی:

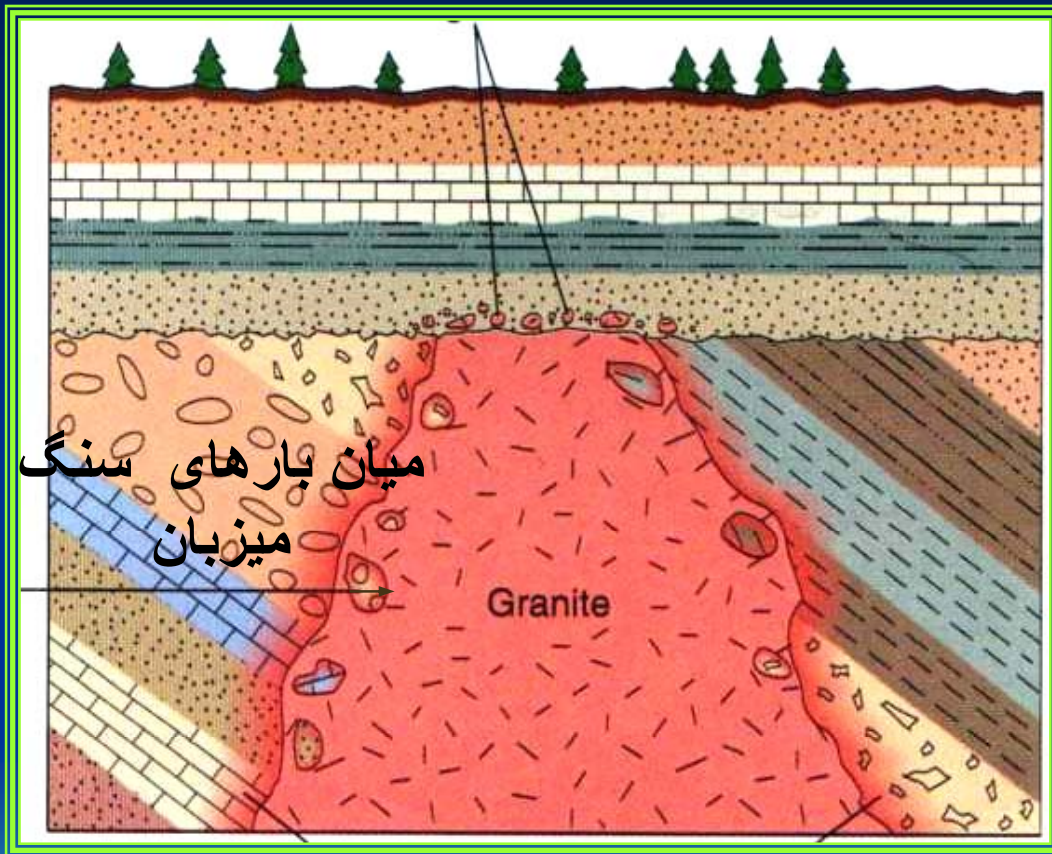
لایه رسوبی بطور افقی گسترش داشته تا نازک و محو شود و یا به وسیله مرزهای حوضه محدود گردد.





بر اساس مشاهدات جیمز هاتن نتایج زیر حاصل شد:

میان بارهای گرانیت



✓ 1- روابط قطع شدگی:

توده آذرین که لایه سنگی را قطع می کند جوانتر از آن لایه است.

✓ 2- میان بارها:

سنگی که حاوی قطعات سنگ دیگری است بایستی از آن جوانتر باشد.

# روشهای زیستی برای تعیین سن نسبی

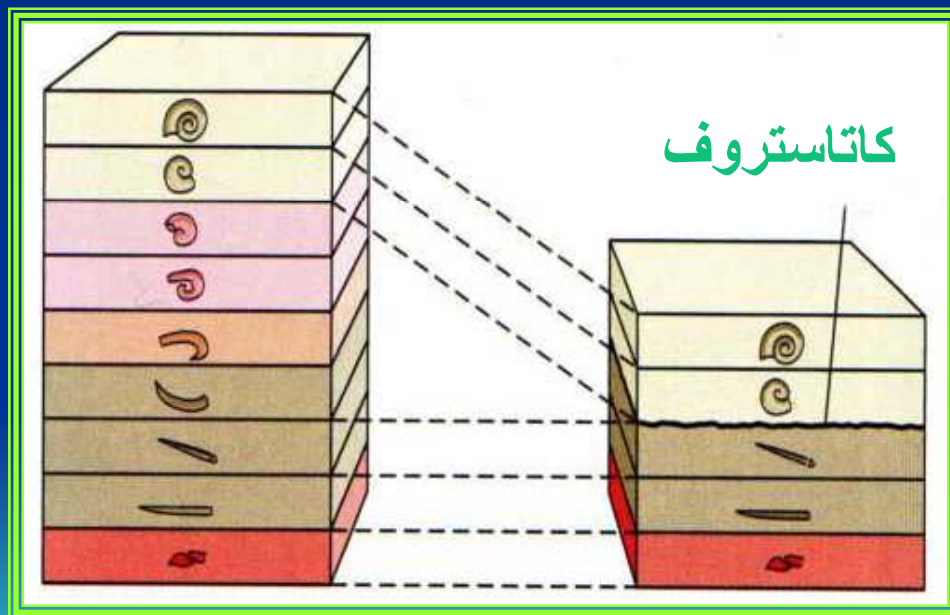
✓ نتایج مطالعات ویلیام اسمیت:

■ هر لایه از سنگ رسوبی حاوی نوعی فسیل (شاخص) بوده که در لایه های دیگر یافت نمی شود (شکل اسلاید بعدی).

■ تشخیص لایه های رسوبی در مناطق دور از هم تنها بر پایه فسیل می باشد

## ✓ نتایج مطالعات ژرژ کوویه:

■ توالی جانوری : تغییرات متوالی رو به بالای انواع فسیلها را گویند که فسیلهای نزدیکتر به اشکال جانوران امروزی در بالاترین لایه ها وجود دارند.



■ اختلاف نوع سنگواره ها در لایه های سنگی مجاور ناشی از رویداد ناگهانی (کاتاستروف) است.

## ✓نتایج مطالعات چاراز داروین:

■ توالی جانداران ناشی از تغییرات تدریجی آنها در طی دوره های طولانی از زمان است.

■ توالی لایه های سنگی در هیچ نقطه کامل نیست و همراه با ناپیوستگی می باشد (شکل اسلاید قبلی).



# نایبوستگی

به قطع شدگی اساسی در تداوم رسوبگذاری ردیفی از سنگهای رسوبی یا قطع شدگی بین سنگهای آذرین یا دگرگونی و سنگهای رسوبی جوانتر را **نایبوستگی** گویند.

## انواع نایبوستگی:

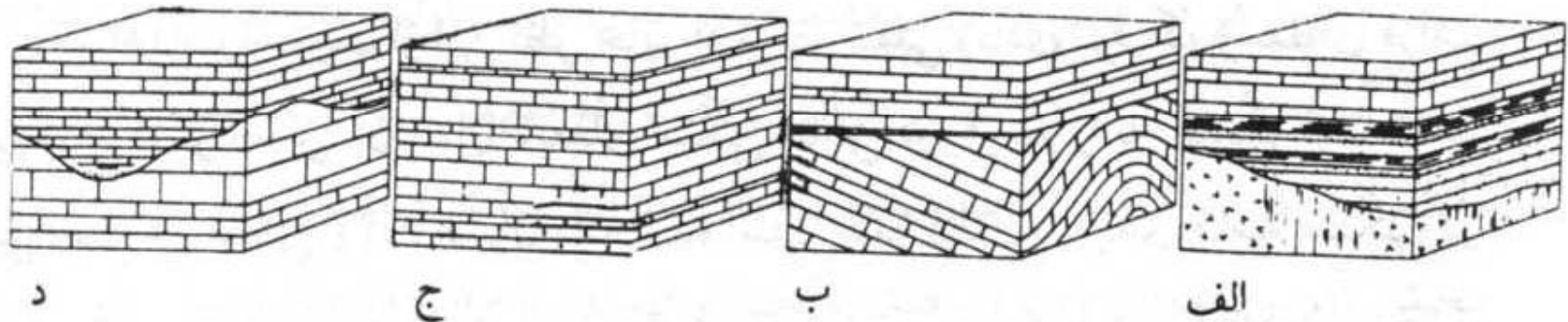
الف) آذرین پی

ب) دگرشیبی

ج) هم شیب

د) هم شیب فرسایشی

# انواع ناپیوستگی



شکل ۱۴-۵ چند نمونه از ناپیوستگی. الف) ناپیوستگی آذرین پی: سنگهای لایه لایه فوقانی بر روی یک سنگ آذرین یا دگرگونی قرار گرفته‌اند. ب) ناپیوستگی دگر شیب (دگر شیبی): پس از چین خوردگی لایه‌های زیرین و خارج شدن آنها از آب و ایجاد یک سطح فرسایش دریا دوباره پیشروی کرده و لایه‌های افقی بالایی تشکیل شده است. ج) ناپیوستگی هم شیب: شیب لایه‌ها در دو سوی سطح ناپیوستگی مشابه است. ولی سطح ناپیوستگی را به زحمت می‌توان تشخیص داد. د- ناپیوستگی هم شیب فرسایشی: لایه‌های زیرین موازی لایه‌های فوقانی است و بایک سطح فرسایشی مشخص جدا شده است.

# مقیاس زمان زمین شناسی نسبی

زمان زمین شناسی بر پایهٔ اختلاف اساسی در فسیلهای موجود در سنگهای رسوبی به چند **دوران** تقسیم می شود:

**الف) پرکامبرین:** آغاز پیدایش زمین تا پیدایش اولین جانداران ابتدایی (باکتریها)

**ب) پالئوزوئیک (دیرینه زیستی):** غالباً بی مهرگان، ماهیها و دوزیستان

**ج) مزوزوئیک:** تسلط خزندگان مانند دایناسورها

**د) سنوزوئیک (نوزیستی):** غلبه پستانداران و گیاهان  
گلدان در اواخر پیدایش انسان

بر اساس تغییرات تکمیلی کوچکتر دورانهای به دوره و  
دوره ها نیز به دور تقسیم می شوند **(جدول-اسلاید بعدی)**.

### **فسیل ممیز (شاخص یا تیپیک)**

فسیلهایی هستند که در مناطق جغرافیایی وسیع در فاصله  
زمانی کوتاه می زیسته و به فراوانی در سنگ محفوظ می  
مانند و برای تشخیص سن نسبی سنگها به کار می روند.



جدول ۱۴-۲ مقیاس زمان زمین‌شناختی نسبی و زمان پرتوسنجی

دوران	دوره	دور	زمان پرتوسنجی به میلیون سال قبل از زمان حاضر	شکلهای اصلی زندگی و پاره‌ای خصوصیات در هر دوران
سنوزوئیک (نوزیستی)	کواترنر	هولوسن	۰/۰۱ (۱۰۰۰۰۰ سال)	پستانداران از جمله انسان در آخرین بخش
		پلیستوسن	۱/۵	
	ترسیار	پلیوسن	۱۲	گیاهان گلدار
		میوسن	۲۰	
		الیگوسن	۳۵	
		ائوسن	۵۵	
		پالئوسن	۶۷	
مزوزوئیک (میانه زیستی)	کرتاسه	دوره‌های زیادی شناخته شده است	۱۳۰	خزندگان گیاهان از نوع کاجها و بی مهرگان دریایی پیشرفته
	ژوراسیک		۱۸۵	
	تریاس		۲۳۰	
پالئوزوئیک (دیرینه زیستی)	پرمن	دوره‌های زیادی شناخته شده است	۲۶۵	بی مهرگان دریایی
	کربنیفر		۳۵۵	ماهیها (دوزیستان در بخشهای پسین)
	دوین		۴۱۳	گیاهان دریایی (گیاهان خشکی در بخشهای پسین)
	سیلورین		۴۲۵	
	اردوین		۴۷۵	
	کامبرین		۵۷۰	
پره کامبرین			۶۰۰	جانوران دریای ساده بدون اسکلتهای سخت
			۳۵۰۰	قدیمی‌ترین فسیلها (باکتریها)
			۳۸۰۰	قدیمی‌ترین سنگهای شناخته شده
			۴۵۰۰	تشکیل زمین جامد
			۵۰۰۰	تشکیل زمین اولیه

# زمان واقعی یا مطلق

❖ در گذشته جهت تعیین سن زمین از میزان اتلاف گرمای زمین و یا میزان نمکهای محلول در آب اقیانوسها استفاده شده است.

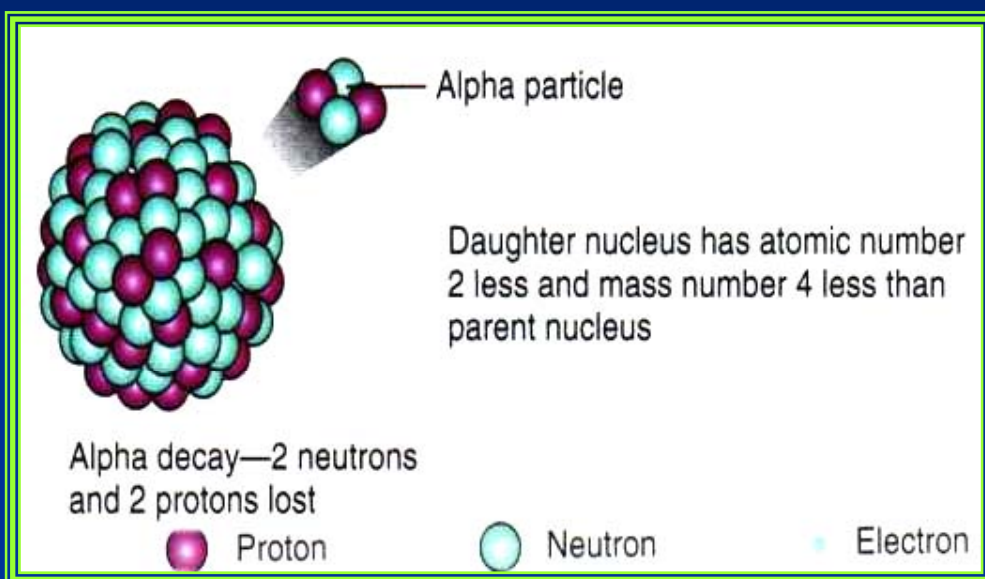
❖ فرایندهای زمین شناسی فعال برای اندازه گیری زمان زمین شناسی باید **سرعت ثابت** داشت باشند و تنها **خاصیت پرتوزایی** (رادیواکتیویته) با سرعت ثابت بوده که تحت تأثیر تغییرات **دما، فشار و واکنشهای شیمیایی** قرار نمی گیرند.

# انواع واکنشهای هسته ای

## الف) تجزیه آلفا:

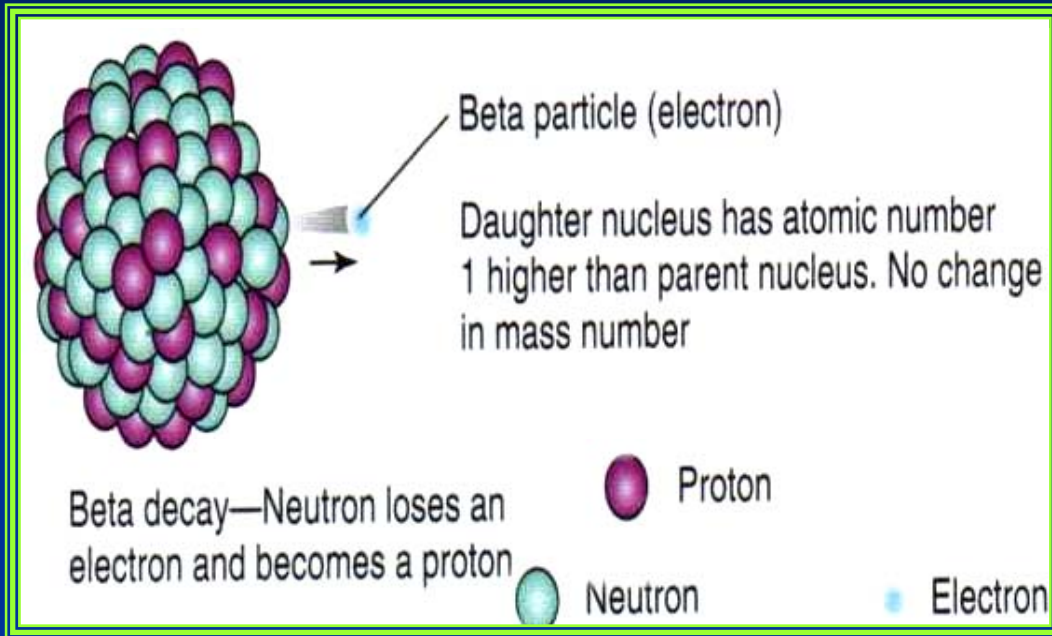
در چندین ایزوتوپ اورانیوم رخ می دهد و اورانیوم دو نوترون و دو پروتن به شکل یک ذره آلفا از دست می دهند و در نتیجه جرم و عدد اتمی تغییر می کند.

برای مثال تبدیل U به Th



## (ب) تجزیه بتا:

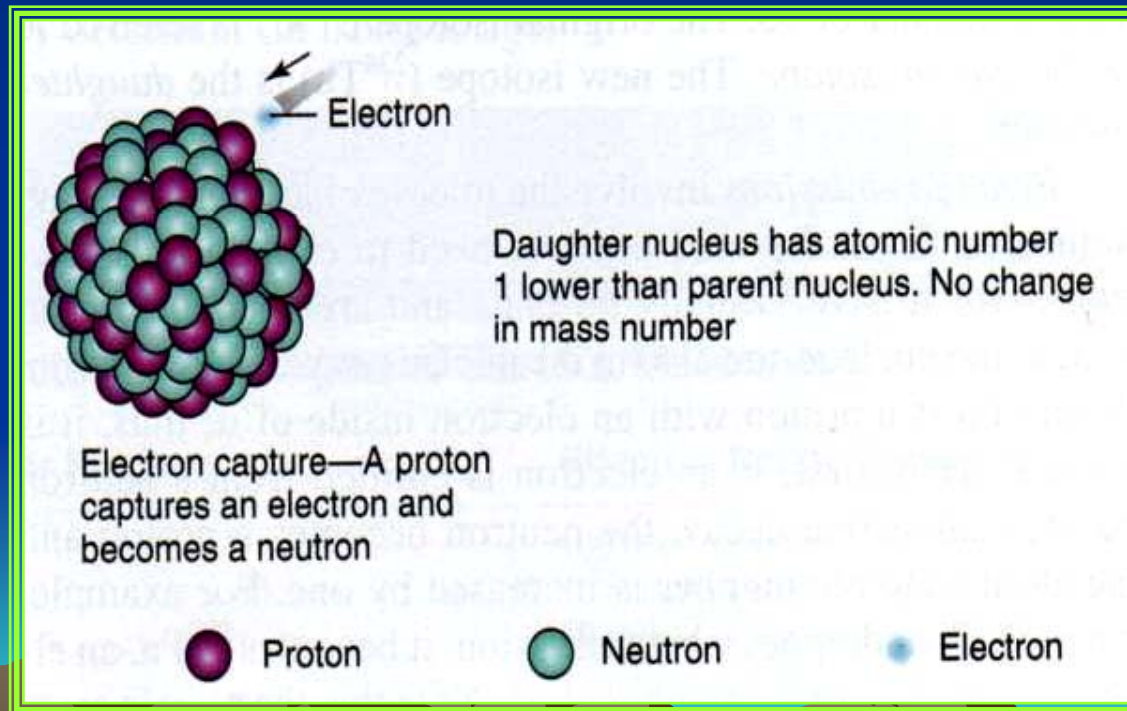
تبدیل عناصر مادر به نوزاد با تبدیل یک نوترون به یک الکترون و یک پروتن صورت گرفته در نتیجه جرم اتمی بدون تغییر می ماند. برای مثال تبدیل Rb به Sr





## ج) تجزیه الکترون ربایی:

در این روش با ترکیب یک الکترون و یک پروتن ، یک نوترن به دست آمده در نتیجه عدد اتمی یکی کاسته و جرم اتمی بدون تغییر مانده و هیچ ذره ای صادر نمی شود. برای مثال تبدیل  $K$  به  $Ar$



# دقت روشهای پرتوسنجی

سه شرط لازم برای تعیین سن پرتوسنجی:

➤ الف) کانی یا سنگ مورد نظر باید مقدار قابل سنجشی از عناصر مادر و نوزاد را داشته باشد.

➤ ب) سیستم بسته باشد بطوریکه جز تجزیه عناصر مادر و نوزاد هیچ گونه افزایش یا کاهش نداشته باشد.

➤ ج) اگر در زمان تشکیل کانی محصول نوزادی در کانی به تله افتاده باشد، باید اندازه گیری آن ممکن باشد.

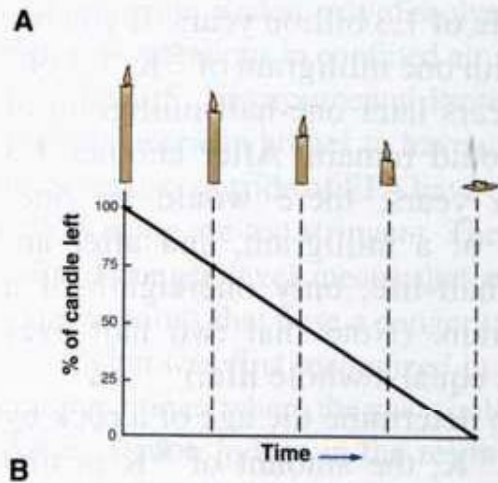
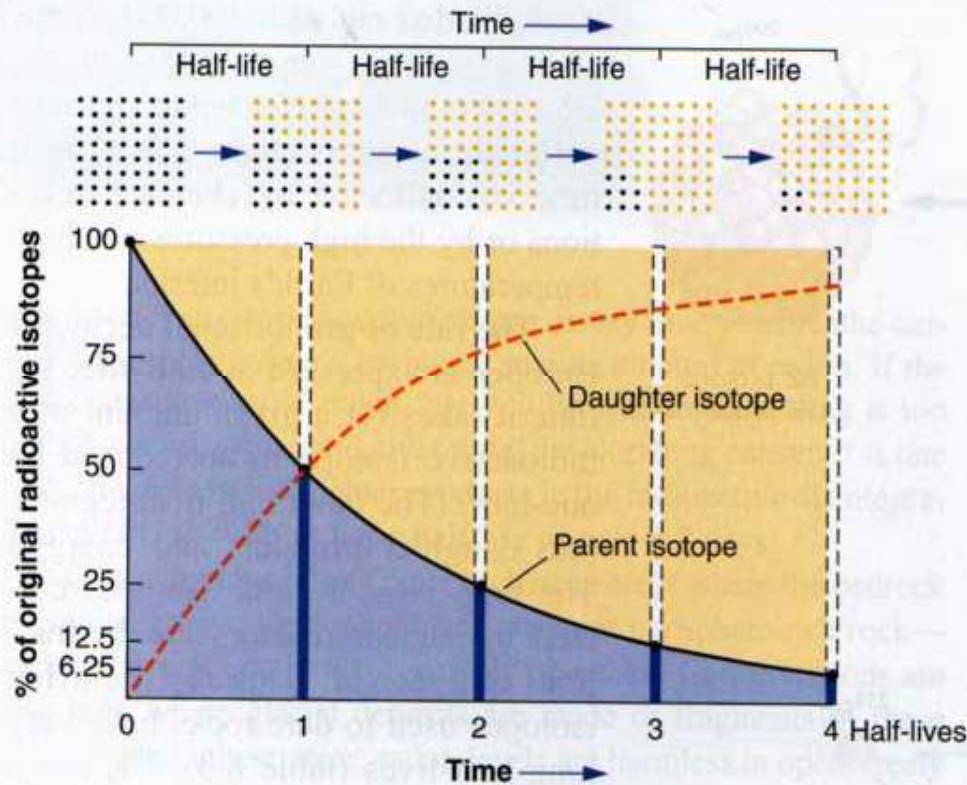
# تعیین سن پرتو سنجی کانیها

✓ برای تعیین سن پرتوسنجی کانیها، سنگ مورد نظر خرد و کانیهای مناسب جدا می شود.

✓ آنگاه این کانیها برای تعیین نسبت اتمهای مادر به نوزاد مورد آزمایش قرار می گیرند.

✓ از آنجا که نیمه عمر عنصر مادر معلوم است سن کانی را می توان به دست آورد.

# نیمه عمر



نیمه عمر یک ایزوتوپ رادیواکتیو عبارت از زمان لازم برای تجزیه نیمی از تعداد کل اتمهای عنصر مادر است.



# روشهای تعیین سن پرتوسنجی

## روش U-Pb:

اساس این روش تجزیه رادیواکتیو دو ایزوتوپ اورانیوم 235 و 238 به سرب 207 و 206 از طریق **تجزیه آلفا** است.

## روش Rb-Sr :

روبییدیم 87 بر اثر **تجزیه بتا** به استرونیسیم 87 تبدیل شده و مشکل بالقوه مقداری از استرونیسیم 87 غیر رادیوژنیک است. سنگهای دگرگونی (پرکامبرین) معمولاً با این روش تعیین سن می شوند.

## روش $k\text{-Ar}$ :

ایزوتوپ رادیواکتیو پتانسیل 40 بر اثر تجزیه به کلسیم و آرگون 40 تبدیل می شود.

مشکل این روش عدم غیر قابل تفکیک شدن کلسیم رادیوژنیک از غیر رادیوژنیک است و همچنین آرگون 40 بر اثر گرم شدن بخشی از آن خارج می شود.

## روش 14C:

این روش برای باستان شناسی ، انسان شناسی و تعیین سن فعالیت یخچالی و دیگر حوادث زمین شناسی در طی 70 سال گذشته مفید است.

در اثر بمباران کیهانی نیتروژن 14 به کربن 14 تبدیل می شود.

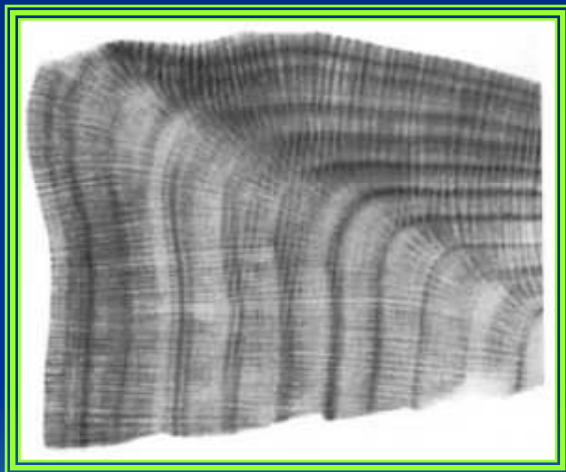
### نوسانات تولید کربن 14 :

- 1- میدان مغناطیسی زمین
- 2- لکه های خورشیدی
- 3- مصرف سوختهای فسیلی
- 4- آزمایشات بمبهای هسته ای

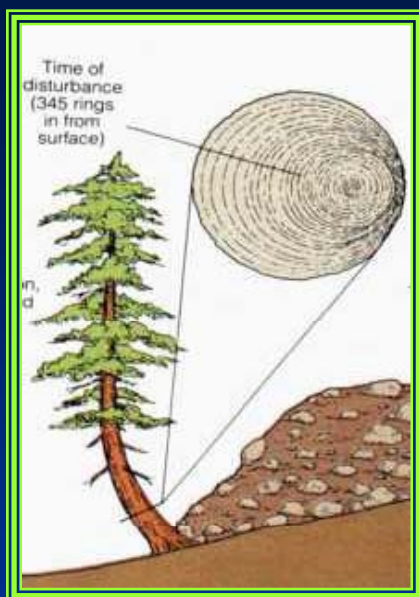
# دیگر روشهای تعیین سن مطلق

## واروها:

نوعی چینه بندی موزون متشکل از لایه های تیره و روشن (در دریاچه های یخچالی) در نتیجه رسوبگذاری فصول زمستان و تابستان می باشد.







## حلقه های درخت:

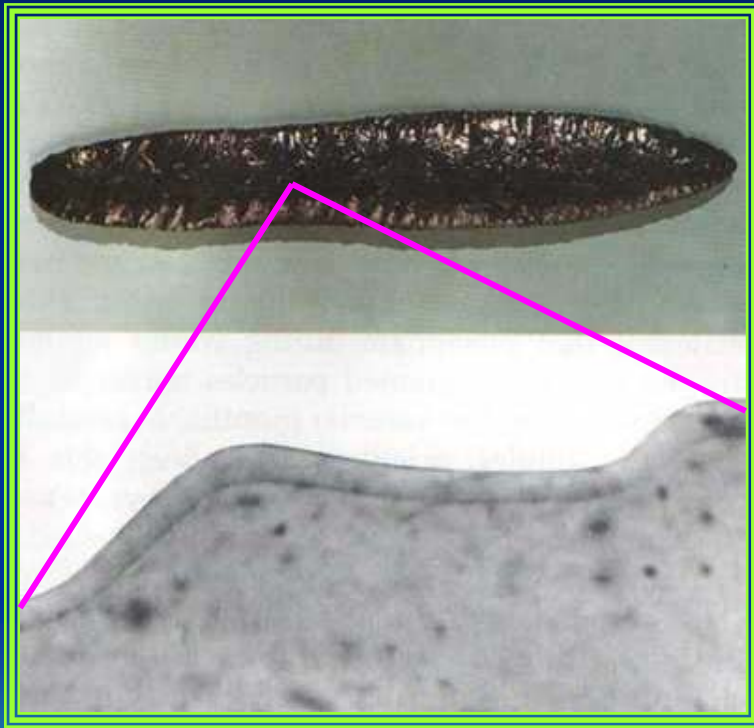
در اقلیمهای معتدل در هر فصل رشد یک لایه افزوده شده که معمولاً نشانگر رشد یکساله درخت است.

## آمینواسیدها:

با گذشت زمان نسبت بین دو نوع مختلف اسید آمینه (ایزومرهای) با سرعت معمولی تغییر می کند. L و D

## اندازه گیری لایه آب گرفته افسیدین:

افسیدین تازه در معرض هوا با رطوبت هوا واکنش داده و آب جذب می کند که با تعیین عمق لایه شیشه می توان سن تقریبی نمونه شیشه را محاسبه کرد.



## آثار شکافت هسته ای:



ذرات پر انرژی منتشره از اورانیوم 238 باعث تخریب شده و آثار پیوسته و باریکی در ساختمان بلور ایجاد می کنند که تعدادشان بستگی به زمان و مقدار اورانیوم دارد.

## تعیین سن مغناطیسی:

این روش بر پایه تغییرات شدت میدان مغناطیسی زمین (عادی و معکوس شدگی) نسبت به زمان است.

# مقیاس زمانی پرتو سنجی

✓ سن سنگهای آذرین و دگرگونی با استفاده از ایزوتوپهای رادیواکتیو تعیین می شود.

✓ سن سنگهای رسوبی:

- تعیین سن نسبی بر اساس نوع فسیل
- تعیین سن مطلق از طریق کانیهای درج‌زایی مثل گلوکونیت



# سن زمین و زمان پیدایش حیات

با تعیین سن شهاب سنگها و سنگهای سطح ماه در نتیجه عمر زمین بیش از 4 میلیارد سال است.

قدیمترین سنگها در سطح زمین در جنوب شرقی گروئلند به سن 8/3 میلیارد سال می رسد.

# زمان پیدایش حیات

با توجه به سلولهای باکتری باقی مانده مواد آلی بین 35 تا 8/3 میلیارد سال پیش

فسیل‌های جانوری دارای صدف‌های نرم 1 میلیارد سال پیش

پیدایش انسان 5/1 تا 2 میلیارد سال پیش

Granite

# فصل پانزدهم

## فرآیندهای

## آذرین درونی



# فصل پانزدهم

Granite

اهداف نهایی:

- ذوب و تبلور کانیها
- ذوب سنگها و تشکیل ماگما
- ویژگیهای ماگما
- تبلور در محفظه ماگما
- سنگهای گرانیتی و منشاء آنها

# فرآیندهای آذرین درونی

به کلیه فعالیت‌هایی که باعث ذوب و انجماد (تبلور) مواد در داخل یا سطح زمین می‌شود **فرآیند آذرین** می‌گویند که در دو مجموعه زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

**الف) مجموعه آذرین درونی** از ذوب بخشی پوسته در نواحی قاره‌ای به وجود می‌آید (مانند گدائیت).

**ب) مجموعه آتشفشانی** از ماگمادر نتیجه ذوب بخشی قسمت‌های بالایی گوشته ایجاد می‌شود (مانند بازالت).



# ذوب و تبلور کانیها

**نقطه ذوب** یک کانی دمایی است که در آن کانی به حالت مایع در می آید.

**نقطه تبلور (انجماد)** یک کانی دمایی است که کانی به صورت جامد از ماگما جدا می شود.  
❖ نقطه ذوب و انجماد با هم برابرند.

# انواع ذوب و تبلور کانیها



نقطه ذوب کوارتز (۱۷۱۳ درجه سانتی گراد)

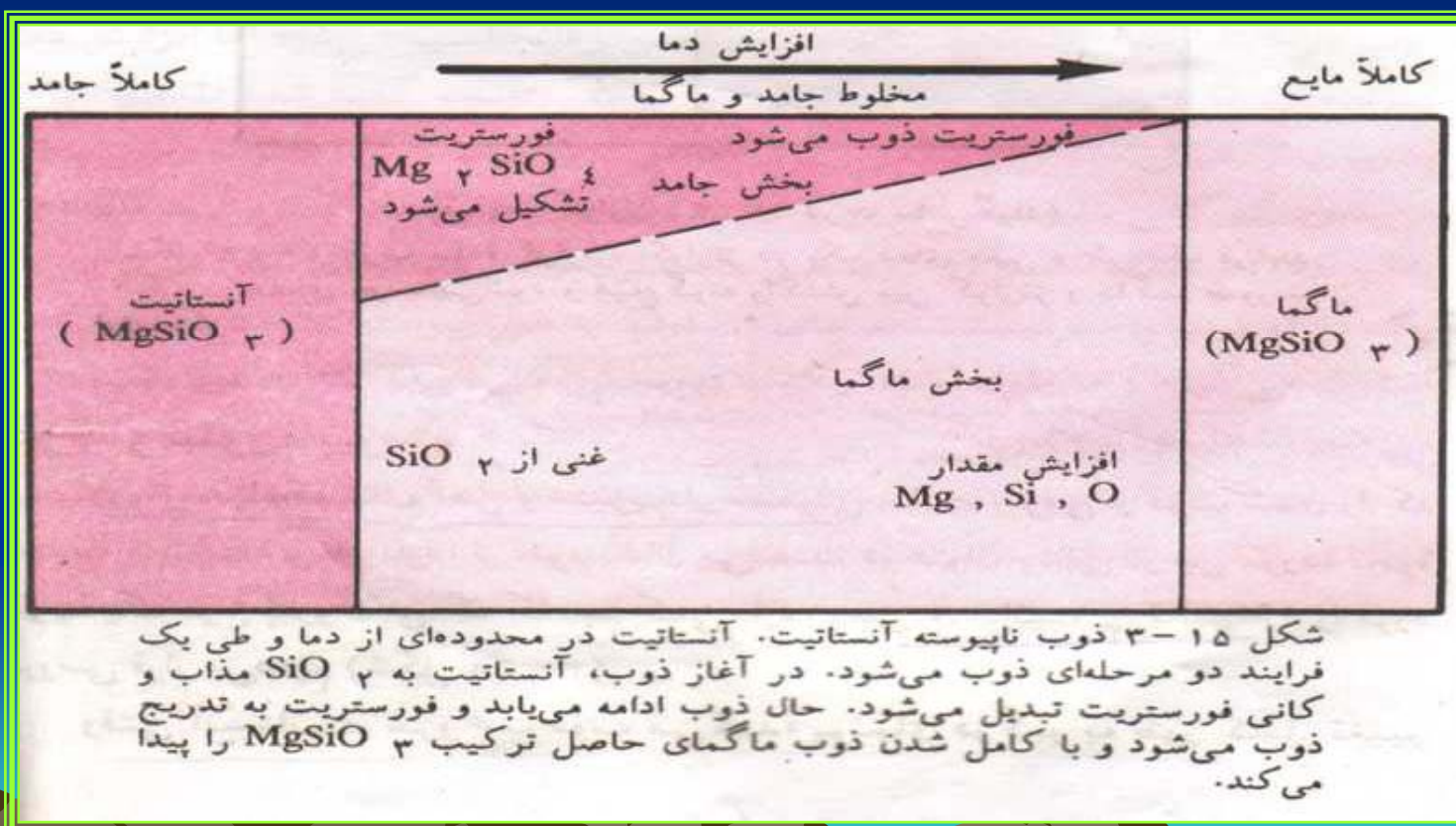
شکل ۱-۱۵ ذوب ساده کوارتز. کوارتز در یک دمای معین و طی یک فرایند تک مرحله‌ای ذوب می‌شود و هیچ گونه واکنش بین کوارتز و ماگما صورت نمی‌گیرد.

**الف) ساده:** ذوب و تبلوری که در یک دمای معین کانی ذوب یا متبلور شده و در طول آن ترکیب مایع و جامد دارای ترکیب مشابهی هستند (**مانند** کوارتز).



**(ج) ناپیوسته:** ذوب و تبلوری که در طی آن ترکیب دو بخش کانی و ماگما ناگهان تغییر کند.

بعبارتی وقتی مقداری ذوب (تبلور) صورت گرفت بر اثر واکنش بین ماگما و کانی، کانی دیگری بوجود می آید.





# ذوب سنگها و تشکیل ماگما

فرایند ذوب و تبلور در سنگها باعث کانیهای مختلف و وجود آب پیچده است.

## عوامل موثر بر فرآیند ذوب:

✓ الف) جنس سنگها: با افزایش تعداد کانیها، نقطه ذوب کاهش می یابد.

✓ ب) آب: باعث کاهش نقطه ذوب می شود.

✓ ج) فشار: در سنگهای مرطوب نقطه ذوب کاهش و در شرایط خشک افزایش می یابد.

✓ د) دما: با افزایش دما نقطه ذوب افزایش یافته



# ویژگی ماگما

## ► دما:

■ به روش مستقیم : در جزایر هاوایی دمایی بین 1000 تا 1200

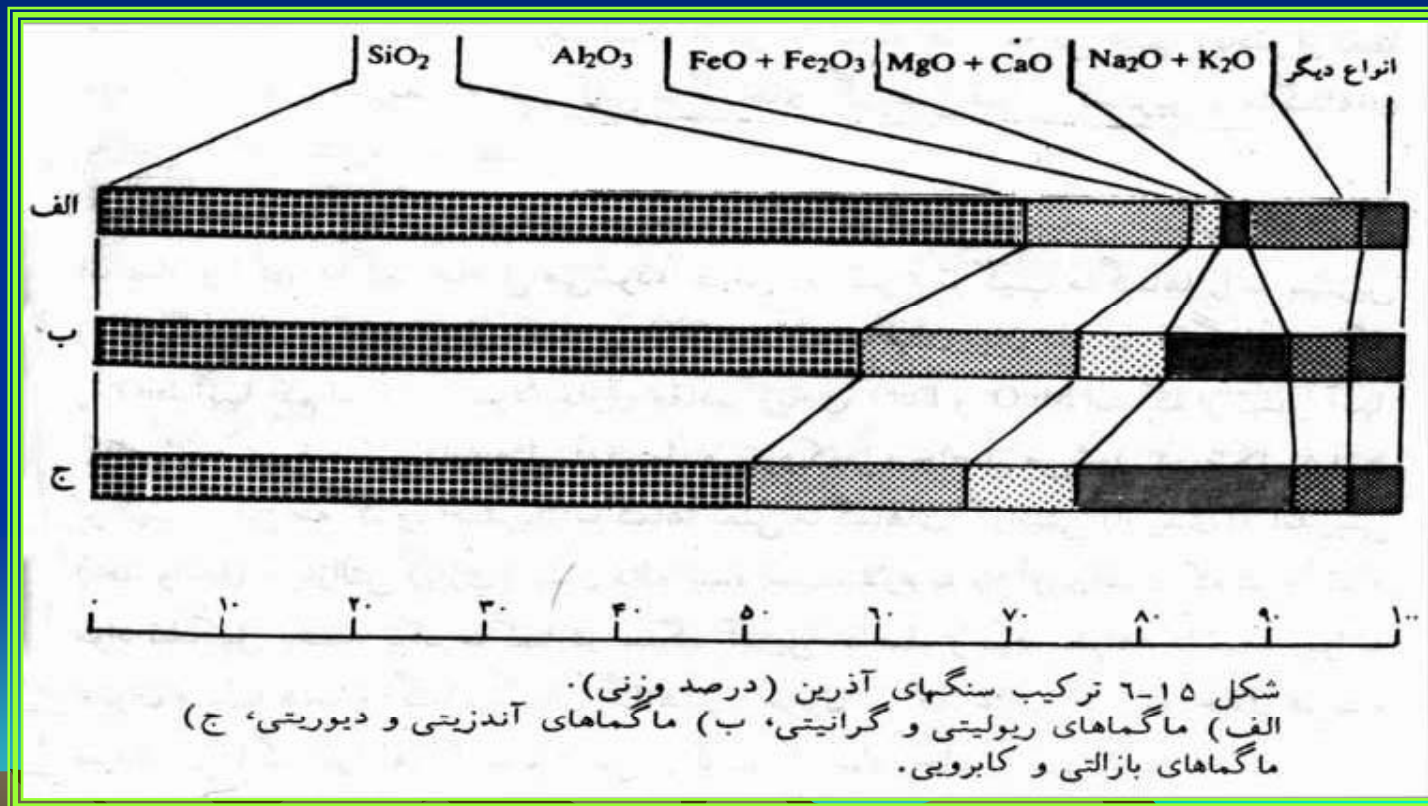
■ تجربیات آزمایشگاهی دما بین 650 تا 1350 درجه سانتیگراد پیشنهاد گردید.

## ► ترکیب شیمیایی:

ماگماهایی که  $\text{SiO}_2$  آنها کم است حاوی مقادیر زیادی Feo و Mgo هستند که از آنها کانیهای مثل آمفیبول و پیروکسن حاصل می شود.

ماگماها از نظر ترکیب شامل **اسیدی** (گرانیتی)، **حد واسط** (آندزیتی) و **بازیک** (بازالتی) می باشند.

➤ **گرانروی:** عوامل دما و بخار آب باعث کاهش گرانروی و  $SiO_2$  باعث افزایش گرانروی می شوند.



# ماگمای بازالتی

❖ بستر اقیانوسها بیشتر از بازالت ساخته شده و شامل کانیهای بی آبی چون پیروکسن، فلدسپات و الیوین می باشد.

❖ ماگمای بازالتی بر اثر ذوب خشک سنگهای سازنده گویشته فوقانی (پریدوتیت) ایجاد می شود.

❖ ماگمای بازالتی با حضور آب حتی در عمق 100 کیلومتری تشکیل می شود.

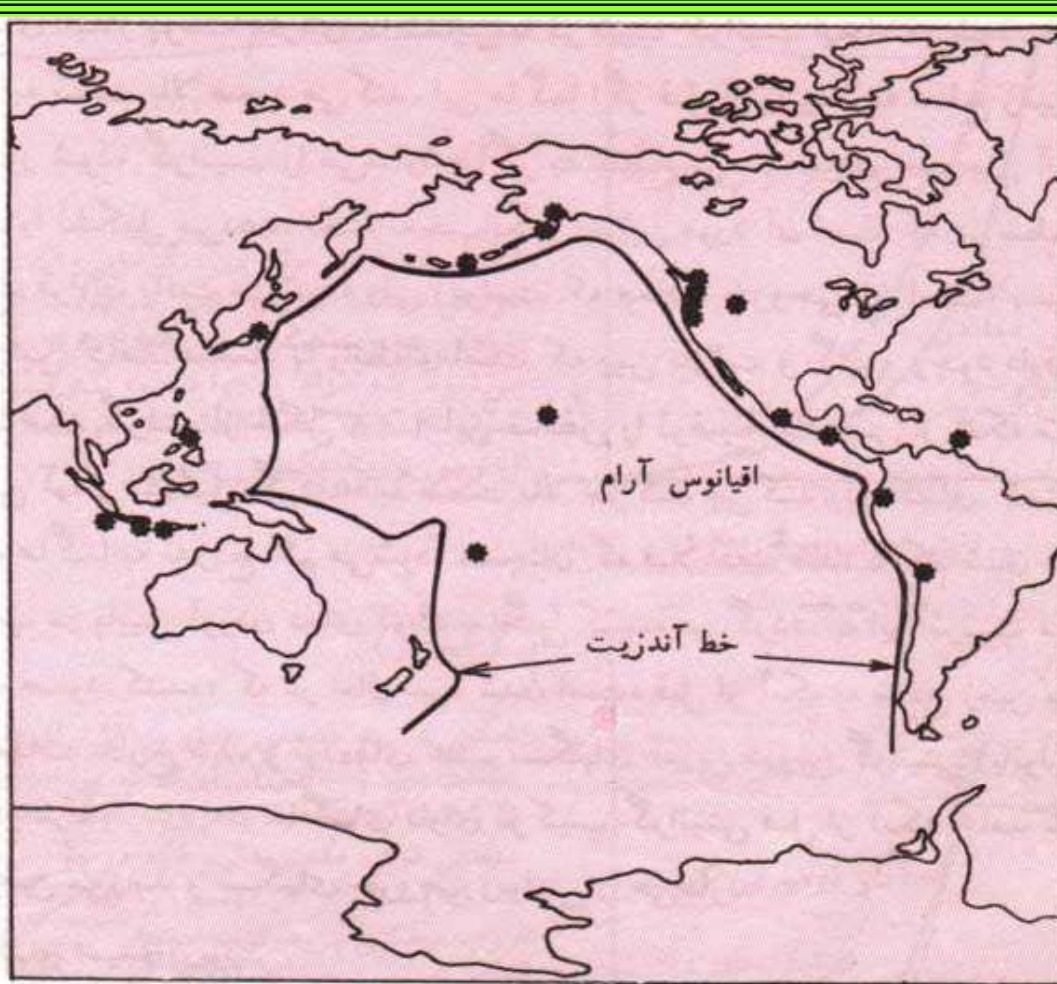
# ماگمای آندزیتی

❖ بیشتر در قاره ها گسترش داشته و از ذوب بخشی پوسته قاره ای ایجاد می شود.

❖ بر اساس نظریه زمین ساخت ورقه ای بر اثر گرمای ناشی از اصطکاک دو ورقه، در عمق مناسب بازالت‌های مرطوب به طور بخشی ذوب و ماگمای آندزیتی ایجاد می شود.

## خط آندزیت:

خط ممتدی که دور تا دور اقیانوس آرام رسم شده که در خارج از خط سنگهای آندزیتی و در داخل خط سنگهای بازالتی گسترش دارد. این خط بر درازگودالهای اقیانوسی منطبق است.



شکل ۱۱-۱۵ خط آندزیت در پیرامون حوزه اقیانوس آرام. این خط مناطقی را که در آنها سنگهای آندزیتی یافت نمی‌شود (داخل حوزه اقیانوس)، از مناطقی که سنگهای آندزیتی فراوان دارند، جدا می‌کند. آتشفشانهایی مثل مانالوا که در داخل خط قرار گرفته‌اند، گدازه بازالتی دارند. در صورتی که از آتشفشانهای خارج خط علاوه بر گدازه بازالتی، آندزیت نیز خارج می‌شود.

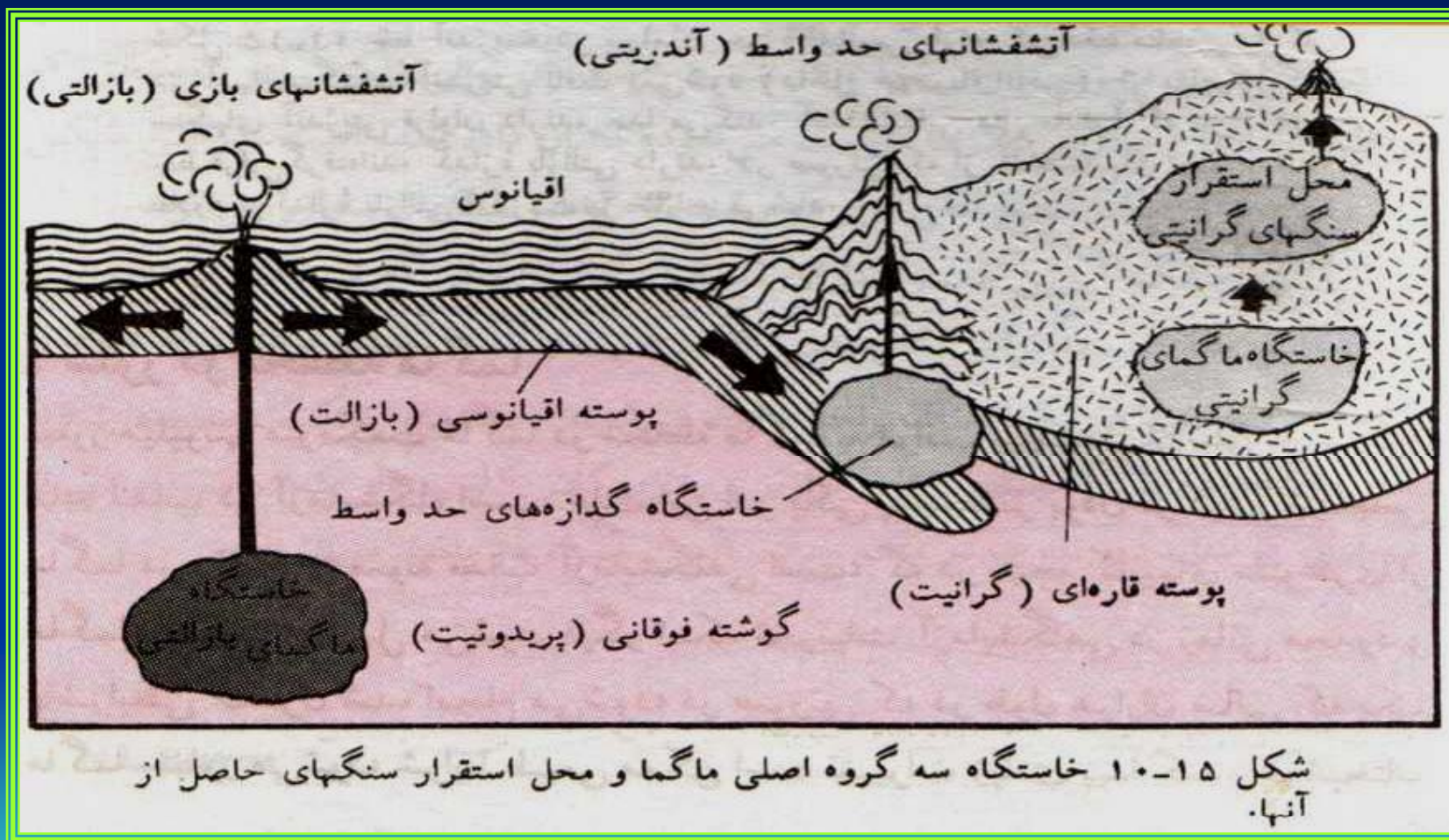


# ماگمای گرانیته

❖ منحصر در قاره ها گسترش داشته و آتشفشانهای فعال دارای گدازه های ریولیتی تنها در قاره ها یافت می شود.

❖ این ماگما از ذوب مرطوب سنگهای قاره ای در عمق 35 تا 45 کیلومتری در قاعده پوسته قاره ای تشکیل می شود.

# خاستگاه سه گروه اصلی ماگما



# تبلور در محفظه ماگما

## توالی تبلور:

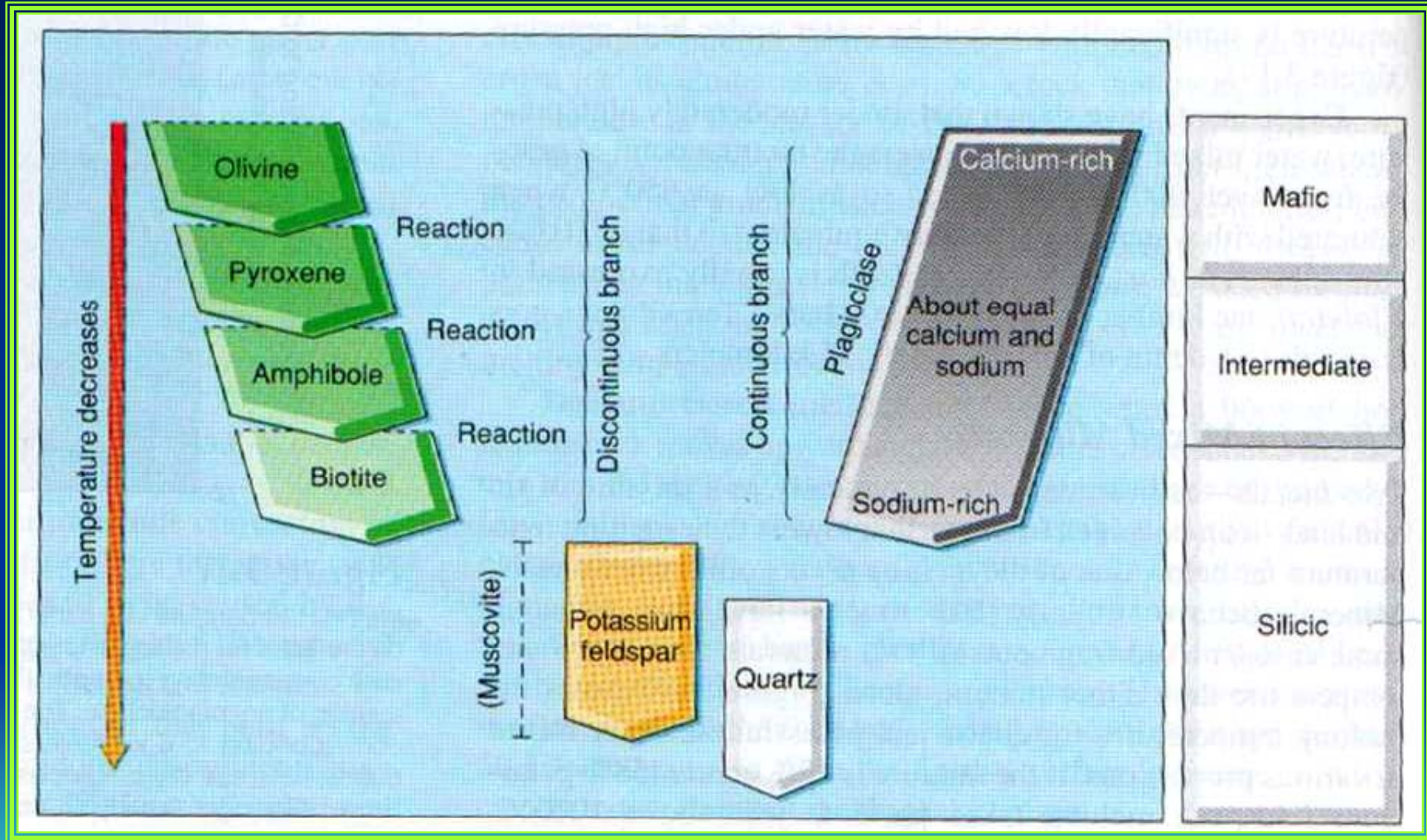
❖ بر اساس سری واکنش بوون شامل دو سری پیوسته (انواع پلاژیوکلاز) و ناپیوسته (کانیهای آهن منیزیم دار) می باشد.

❖ کانیهایی که در یک سطح افقی قرار دارند همزمان متبلور و معمولاً در یک سنگ یافت می شوند.

❖ تشکیل کانیهای ابتدایی بستگی به شرایط دما، فشار و ترکیب ماگما دارد.



# سری بوون



# تفریق ماگما

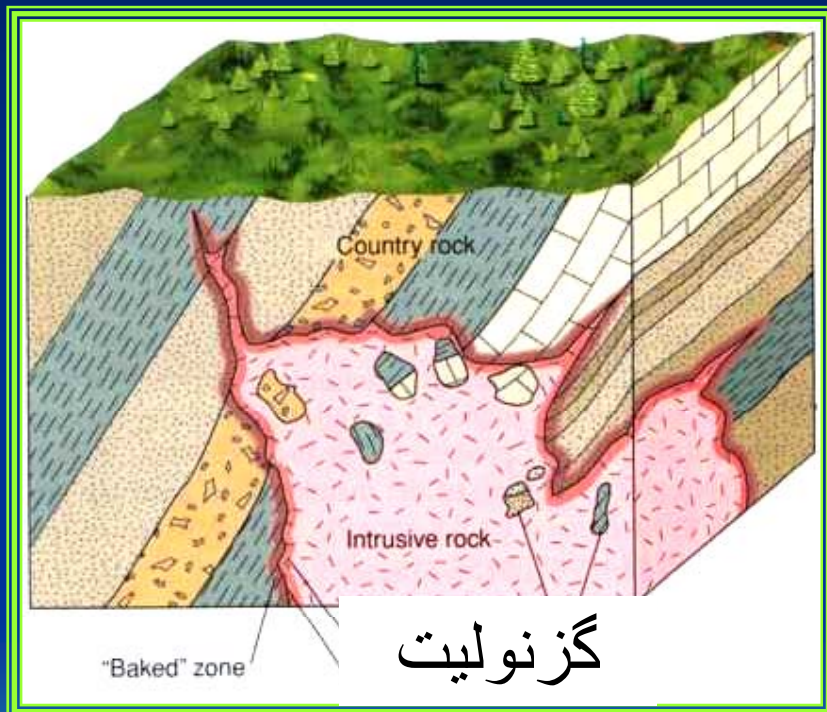
یک ماگمای واحد بستگی به گستردگی فرایند تفریق به چند سنگ آذرین مختلف تبدیل می شود.

## هضم:

دیواره محفظه ماگما اغلب بطور موضعی ذوب و یونهای آزاد شده از آن توسط ماگما جذب می شود.

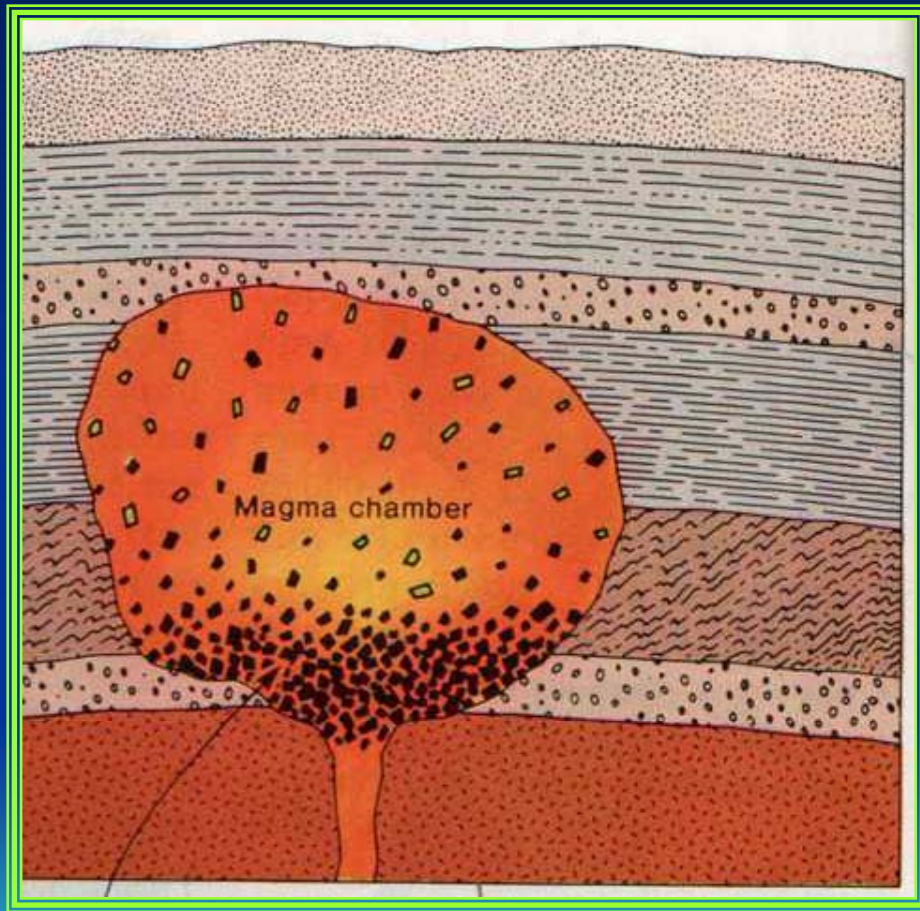
## گزنولیت:

قطعاتی از سنگ دیواره که به داخل ماگما می افتد و غالباً دارای حاشیه هایی اند که یونهای آنها برداشته شده که مؤید هضم می باشد





# خروج مواد:



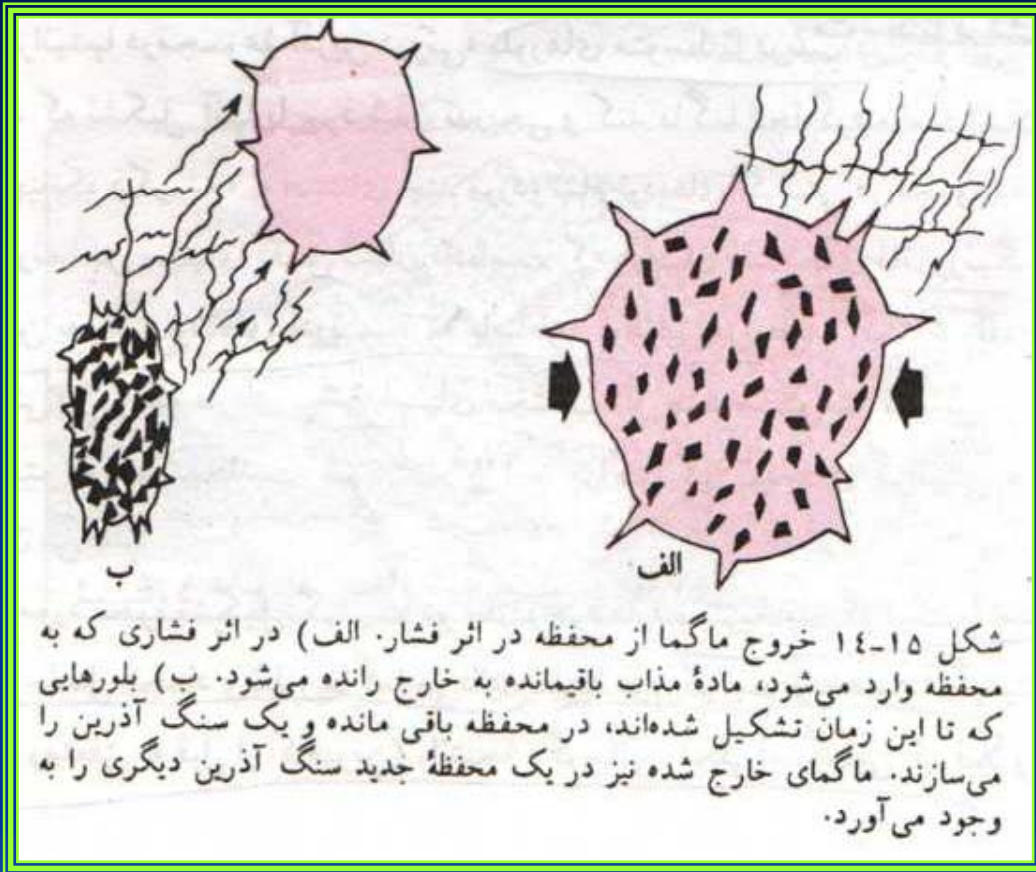
الف) توسط فرایند جدایش  
گرانشی مواد جامد:

این فرایند بیشتر در  
ماگماهای با گرانی کم  
صورت گرفته برای مثال  
جدایش الیوین از ماگمای  
بازالتی و تشکیل سنگهای  
پریدوتیت

## ب) خروج تحت فشار سیال باقی مانده:

محفظه ماگمایی در مناطق ناپایدار زمین تغییر کرده که این تغییر شکل باعث کشیده شدن، فشرده شدن و گسیختگی آنها می گردد.

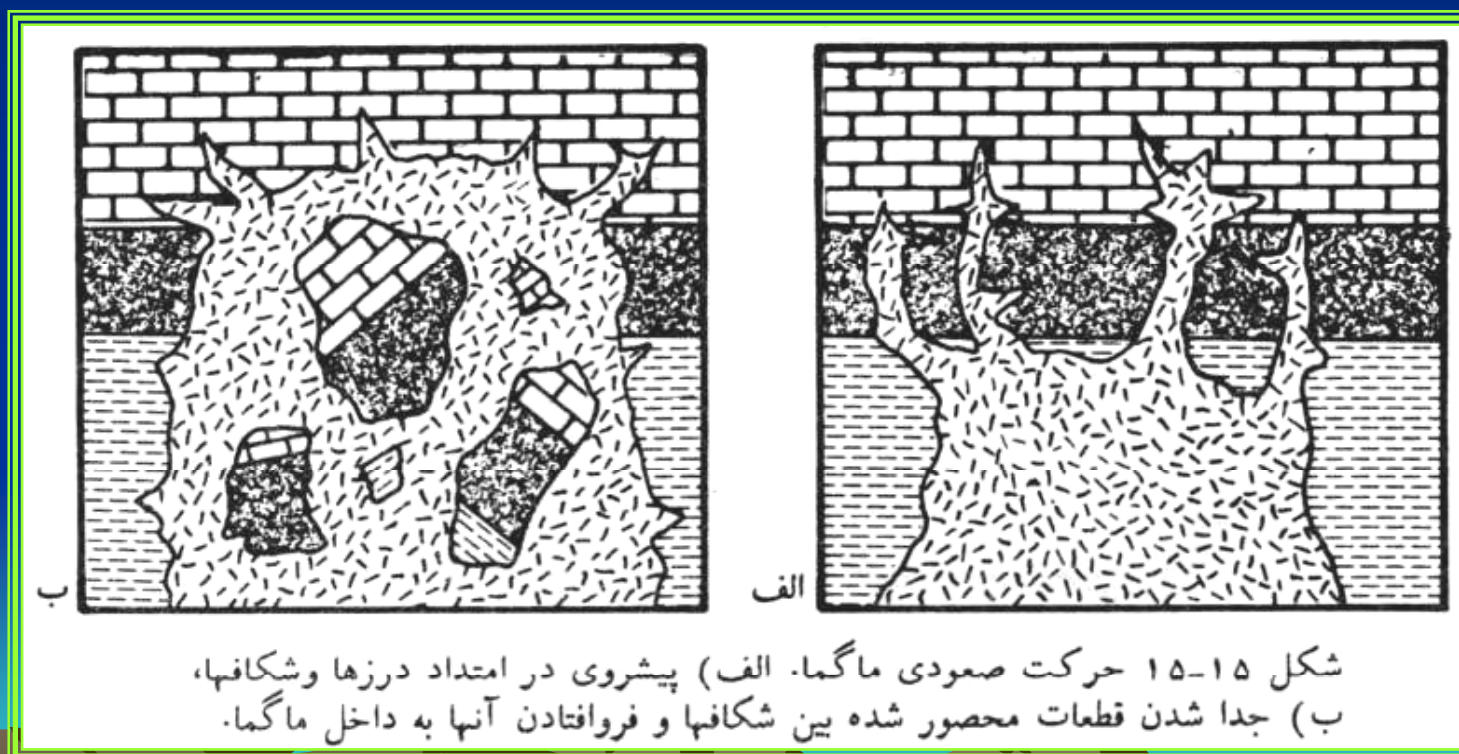
چگالی کمتر ماگما در مقایسه با سنگهای میزبان باعث نفوذ آن در درز شکاف می شود.



## حرکت صعود ماگما:

✓ در امتداد شکستگی و شکافها

✓ در بر گرفتن مواد فوقانی به صورت گزولیت و ذوب و هضم آنها انجام می شود.





# سنگهای گرانیتی و منشأ آن



سنگهای گرانیتی متشکل از کانیهای کوارتز، فلدسپات، پلاژیوکلاز، میکا و آمفیبول است که بصورت بلورهای متوسط تا درشت در نتیجه سرد شدن تدریجی و کند ماگما در عمق حاصل می شود و بیشتر در محدوده قاره ها و در ارتباط با مناطق کوهزایی هستند.

## نظریات مختلف در مورد نحوه تشکیل گرانیت:

- 1- حاصل انجماد و تبلور ماگما
- 2- دگرسانی محلی در سنگهایی که قبلا بر اثر دگرگونی ناحیه ای تشکیل شده اند.

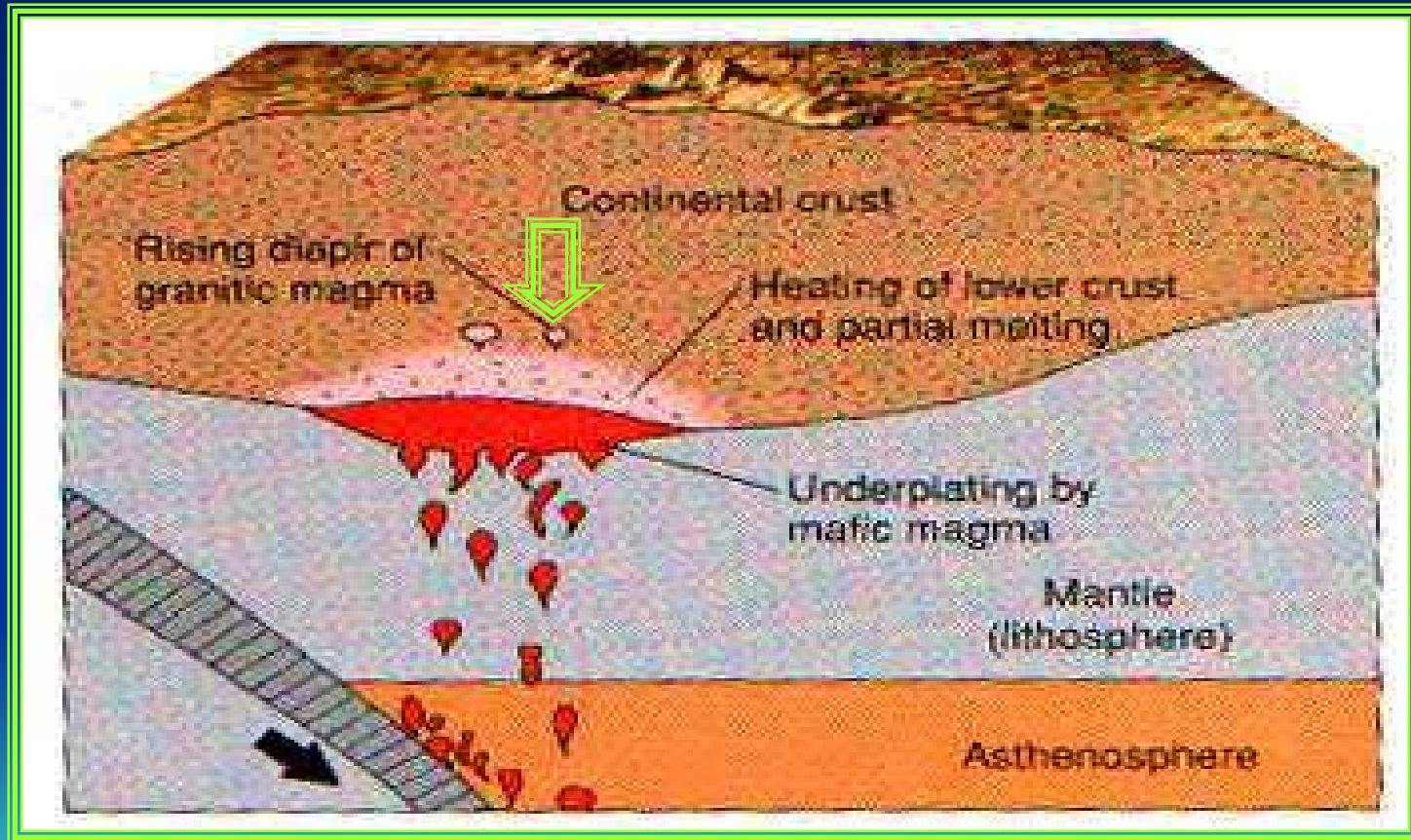
## دلایل تشکیل گرانیتها از ذوب پوسته قاره ای:

- 1- در نواحی قاره ای فراوانترند.
- 2- پوسته اقیانوسی بازالتی است و دارای حجم کم می باشند.



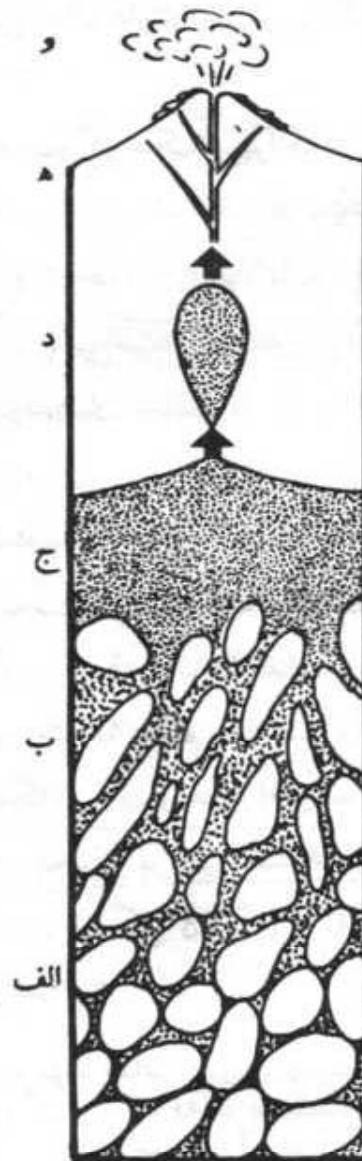
3- دمای کافی برای ذوب بازالت وجود ندارد.

4- بر اثر ذوب بخشی قسمت پریدوتیتی، بازالت تشکیل شده نه گرانیت.



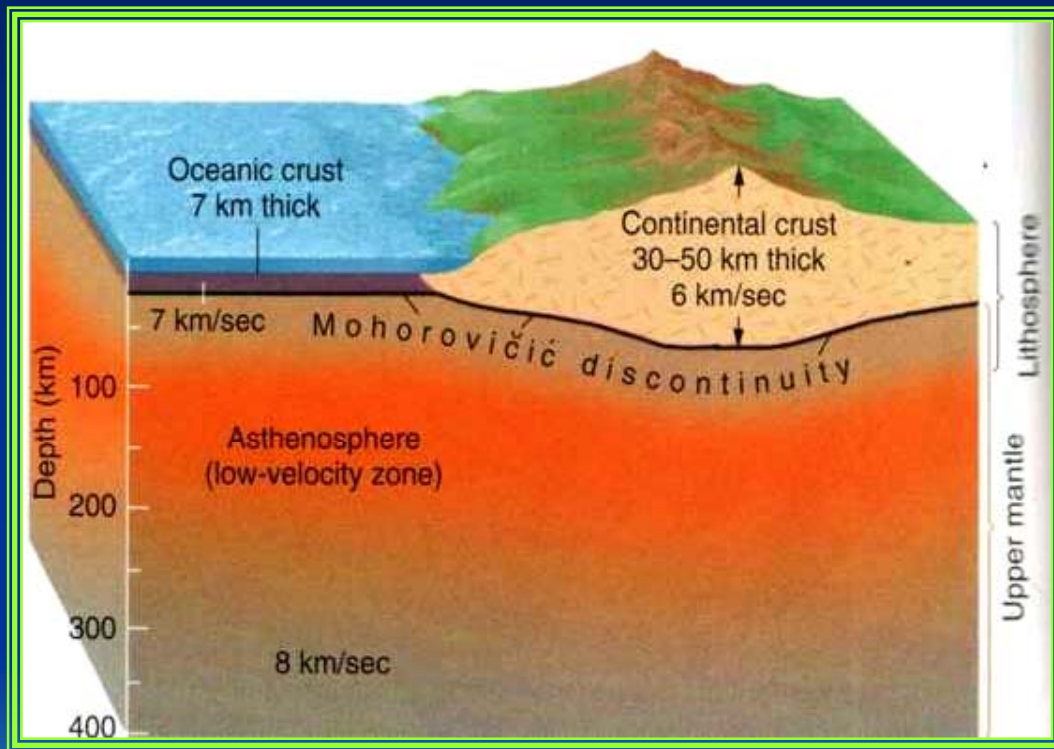
## صعود ماگما

حرکتی که بر اثر  
اختلاف چگالی بین  
ماگما و سنگ  
میزبان به وجود می  
آید به تزریق  
دیاپیری مرسوم  
است که برای  
گرانیتهای حدود 2  
سانتیمتر در سال  
است.



شکل ۱۵ - ۲۰ مجموعه آذرین درونی  
الف) خاستگاه ماده مذاب در قسمت  
تحتانی پوسته (ذوب بخشی)، ب) به  
هم پیوستن قطعات کوچک ماده مذاب و  
صعود از خلال شکستگیها، ج) تجمع  
ماده مذاب گرانیتی (خاستگاه دیاپیرها)،  
د) تزریق دیاپیری، ه) توقف و انجماد  
مواد مذاب یا تزریق با فشار مواد مذاب به  
داخل سنگهای سرد سطحی، و) در موارد  
استثنایی ایجاد آتشفشانهای دارای گذاره  
اسیدی.

# دلایل گسترش گرانیت در نواحی مربوط به کوهزایی:



1- پوسته قاره ای در  
نواحی کوهستانی  
ضخیمتر از نواحی  
دیگر است.

2- مواد مذاب گرانیتی  
از قسمتهای عمیق  
پوسته سرچشمه می  
گیرد.



# فصل شانزدهم

## فرآیندهای آتشفشانی



# فصل شانزدهم

اهداف نهایی:

- محصولات آتشفشان
- ساختمان آتشفشان
- آتشفشانهای کنونی ایران و جهان
- منشاء آتشفشانها
- آتشفشان و انسان

# محصولات آتشفشانی

تفراها

گدازه ها

گازها

# گازها

● گازهای آتشفشانی دارای مقادیری از گازهای (  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ , F, Cl, S, He ) و بخار آب است.

● خروج گاز از ماگما در ارتباط با ترکیب است به طوری که حبابهای گاز از ماگماهای بازیکی با سرعت بیشتری نسبت به ماگمای اسیدی خارج می شود.

● در مرحله فومرولی تنها گاز از مجرای آتشفشانی خارج می گردد.

# گدازه ها

✓ گرانروی گدازه ها تحت تأثیر مقدار سیلیس و دما می باشد.

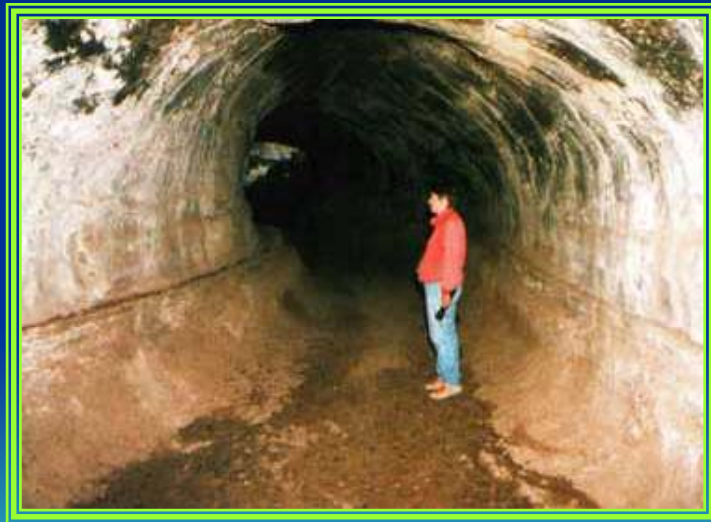
✓ سرعت جریان گدازه پس از خروج از دهانه آتشفشان بستگی مستقیم با گرانروی ماده مذاب و شیب دامنه کوه آتشفشان دارد.

✓ گدازه هایی که با آرامی خارج می شوند (گاز کم) گسترش گدازه زیاد است.





✓ خروج گاز در ضمن سرد و سخت شدن گدازه ایجاد حفراتی در سطح گدازه کرده که اگر به وسیله کانیها پر شود تشکیل بافت بادامکی را می دهد.



✓ اگر قشر خارجی گدازه سرد و جامد شود و جریان گدازه قطع یا کاهش یابد، مسیر داخلی به صورت یک تونل یا لوله در می آید.

# سطح گدازه پس از سرد شدن

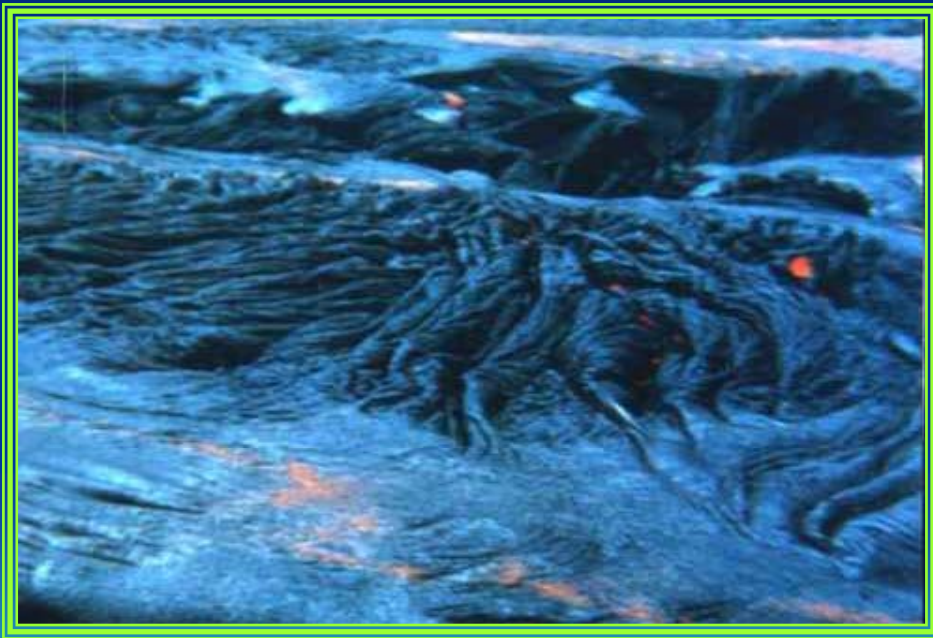


الف) صاف و ظنابی  
شکل (پاهو هو):

در نتیجه جریان گذاره های  
بازالتی بسیار سیال (مانند  
جریان آب) که متاثر  
از توپوگرافی و وضعیت  
سطح می باشد.

## ب) خشن و ناهموار (آآ):

ناشی از گدازه های بازالتی با  
گرانروی زیاد (حرکت شبیه  
یخچال) است.



# اشکال گدازه در ارتباط با ترکیب ماگما

■ ماگماهای بازالتی به صورت گدازه های پاهو هو و آآ و ذرات جامد تفرا

■ ماگماهای آندزیتی به صورت گدازه های آآ و تفرا

■ ماگماهای ریولیتی به صورت تفرا و به ندرت به صورت گدازه خارج شده و نحوه فوران آنها بستگی به مقدار آب دارد.

■ به طور که مقدار آب کم ایجاد بر جستگی های گنبد مانند و مقدار آب زیاد فوران را به صورت کف مانند و یا اسفنجی می کند



# تفرا

تفرا، ذرات و قطعات جامد آتشفشانی صرف نظر از اندازه شان می باشد.

**تقسیم بندی تفراها از نظر اندازه:**

**الف) خاکستر آتشفشانی:** ذرات با قطعات کمتر از 4 میلیمتر که تشکیل سنگ توف را می دهد.



**ب) لایلی:** اندازه ذرات بین 4 میلیمتر تا 3 سانتیمتر می باشد.

**ج) بمب:** قطعات بزرگتر از 3 سانتیمتر که اغلب دوکی شکل هستند.



# ساختمان آتشفشان

## ساختمان داخلی

محفظه ماگما

دایک

سیل

کالدرا

مخروط و دهانه فرعی

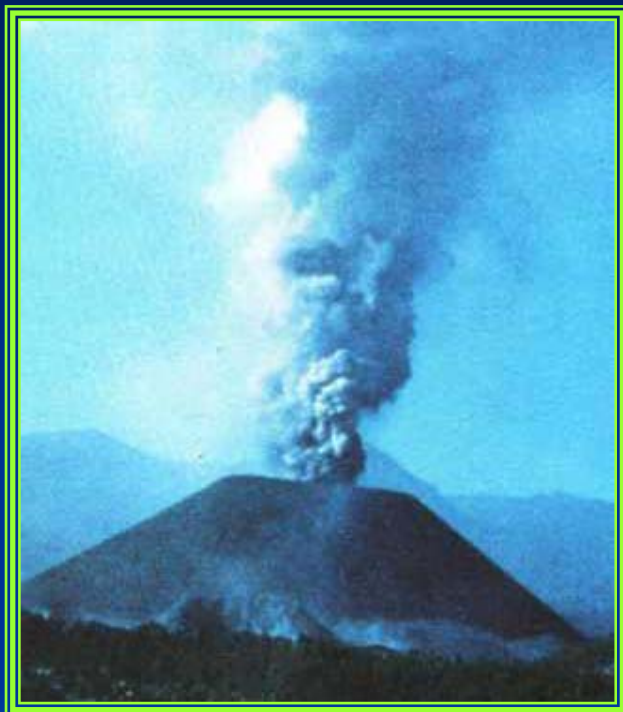
## مخروط آتشفشانی

مخروط خاکستر

مخروط سپری

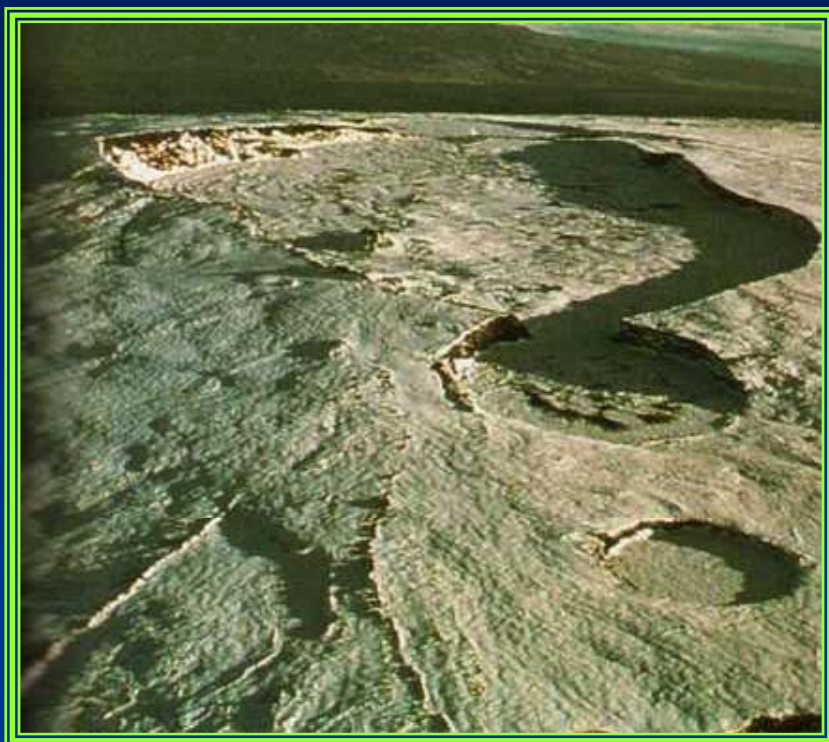
مخروط مرکب

# انواع مخروط آتشفشانی



**الف) مخروط خاکستر:** بر اثر  
فعالیت انفجاری و پرتاب ذرات  
و قطعات جامد به هوا و بر  
روی هم انباشته شدن آنها  
تشکیل می شود. **مانند مخروط**  
**پاری کوتین**





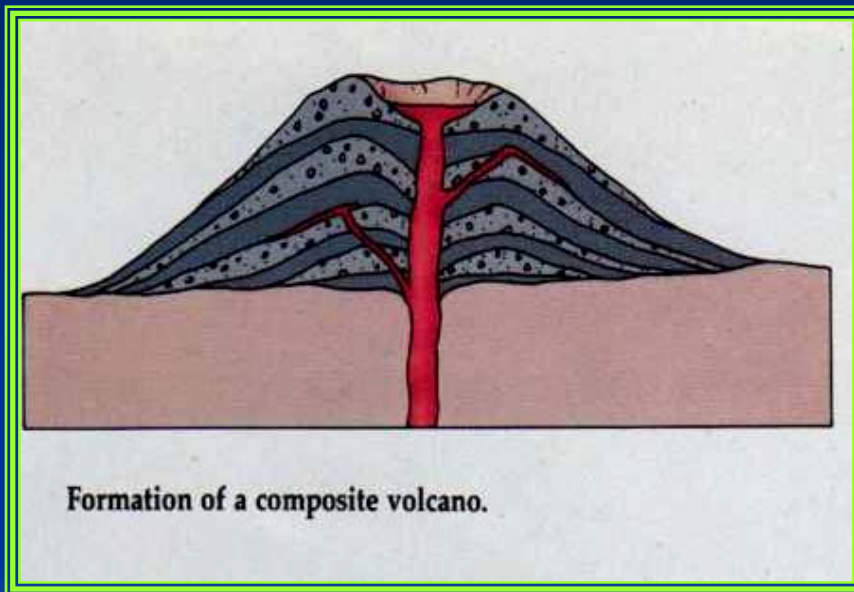
**ب) مخروط سپری:** منحصر را شامل گدازه بازالتی است که مخروط‌های آن بسیار گسترده و دارای شیب کم می باشد.

**مانند مخروط هاوایی** ←

این آتشفشانها اغلب به صورت شکافی و در زیر دریا با ساخت بالشی بوده و بر اثر فورانهای متوالی تشکیل فلات بازالتی را می دهند.



**ج) مخروط مرکب:** از گدازه و تفره بوده که بیشتر از ماگماهای آندزیتی دارای گرانیروی زیاد منشاء می گیرد و بیشتر آتشفشانهای دنیا از این نوع است. **مانند مخروط دماوند**

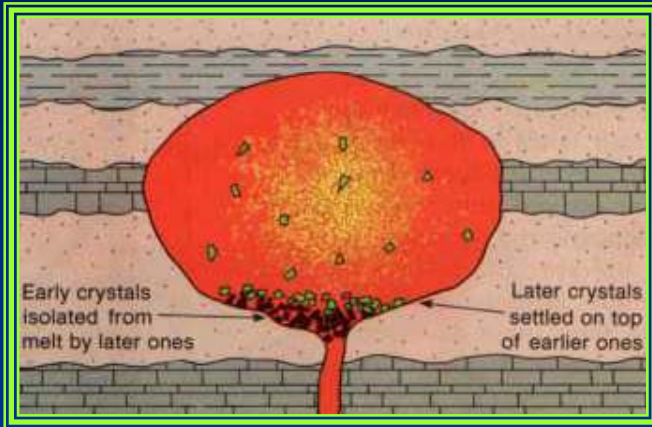


شـدیدترین فعالیت آتشفشانی معمولاً از این دسته بوده که همراه با ابرهای سوزان می باشد (آتشفشان پله)

# ساختمان داخلی

## محفظه ماگمایی:

معمولا در داخل مخروط یا حد اکثر چند کیلومتری قله قرار دارد. افزایش فشار محفظه ماگمایی باعث تورم و ایجاد شکستگی های شکافی در سنگها می گردد.



## دایک:

شکافهای قائم یا نزدیک به قائم اند که از مواد نفوذی پر شده و بصودت حلقوی، مخروطی و شعاعی است.



## سیل:

ماگمایی است که در فواصل  
میان لایه ها سرد شده باشد.

## کالدرا:

حفره‌ای که در نتیجه  
فروریختن سنگهای فوقانی  
مخروط بعثت پایین رفتن  
سطح ماگما در محفظه ماگمایی  
و در نتیجه فضای خالی در زیر  
مخروط ایجاد می شود.



# آتشفشانی های کنونی ایران و جهان

❖ با بررسی نقشه های آتشفشان خیز دنیا، غالباً بر روی نواحی زلزله و بصورت حلقه ای دور تادور اقیانوس آرام، مدیترانه قرار درارد.

❖ مجموعه آتشفشانی ایران تقریباً روی اضلاع یک مثلث که وتر آن در امتداد کوه های زاگرس می باشد.





# آتشفشان دماوند

این آتشفشان از نوع مرکب از مواد ناپیوسته خاکستر، لایلی، قطعات سنگی و گدازه تشکیل شده و در مرحله فومرولی است و از نظر زمانی مربوط به اواخر پلیستوسن تا هولوسن می باشد.

تشکیل این آتشفشان مربوط به فعالیت تکتونیکی و گسلهای فعال بوده و ترکیب گدازه آن از قدیم به جدید از بازالتی به آندزیتی تغییر کرده است.

# منشاء آتشفشانها

**الف) بر اساس نظریه ساخت ورقی:**

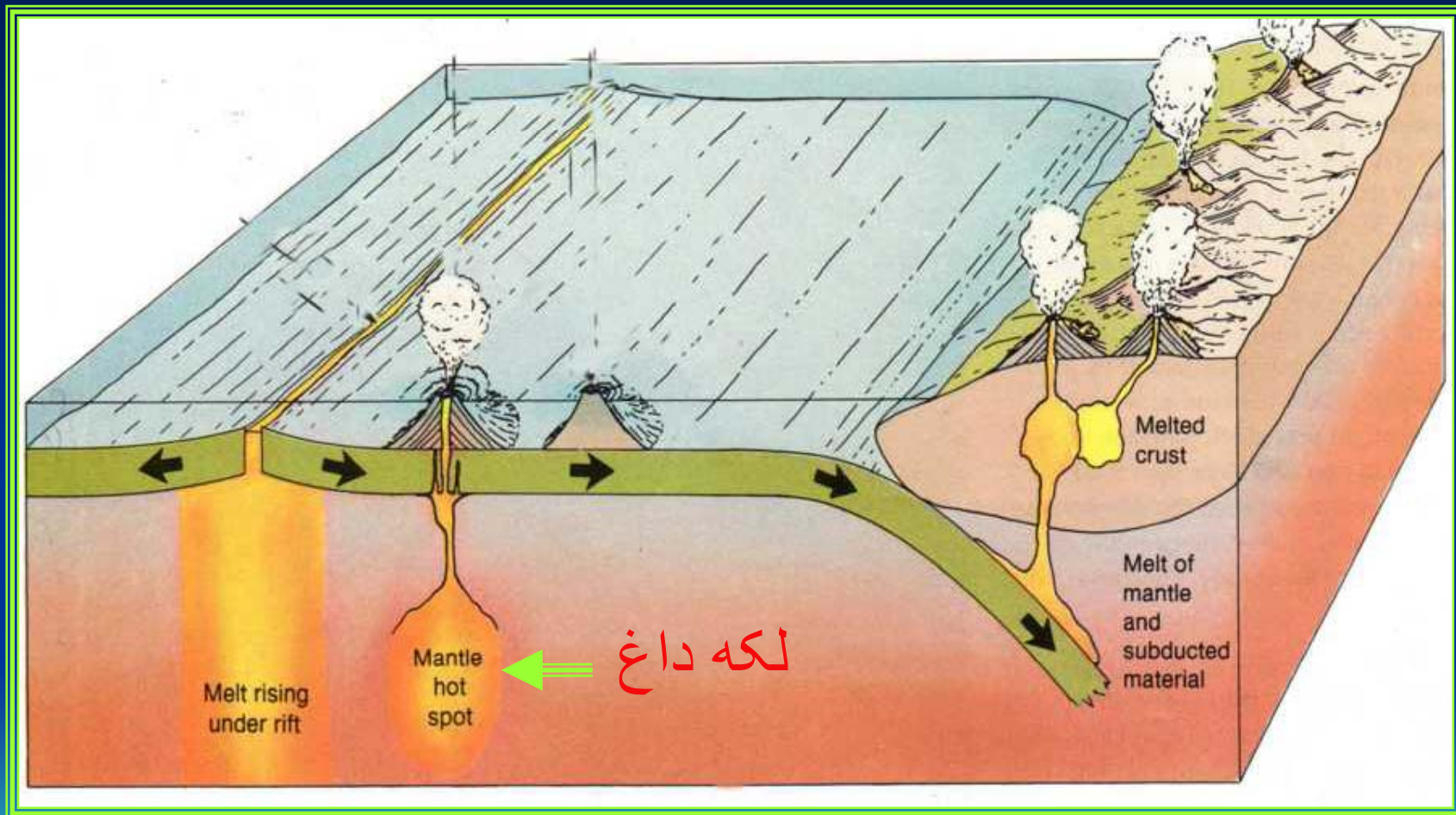
اکثر آتشفشانهای جهان در حاشیه ورقه ها و در رابطه با فعالیت کوهزایی تشکیل می شود.

**ب) نظریه لکه داغ:**

این نوع آتشفشانها ناشی از فعالیت مواد رادیواکتیو و در وسط ورقه های تکتونیکی قرار دارند و معمولاً به صورت خطی هستند (هاوایی)

**ج) پدیده موضعی: مانند دماوند**

# منشاء آتشفشانها بر اساس نظریه ساخت ورقی و لکه داغ



# آتشفشان و انسان



## خطرات:

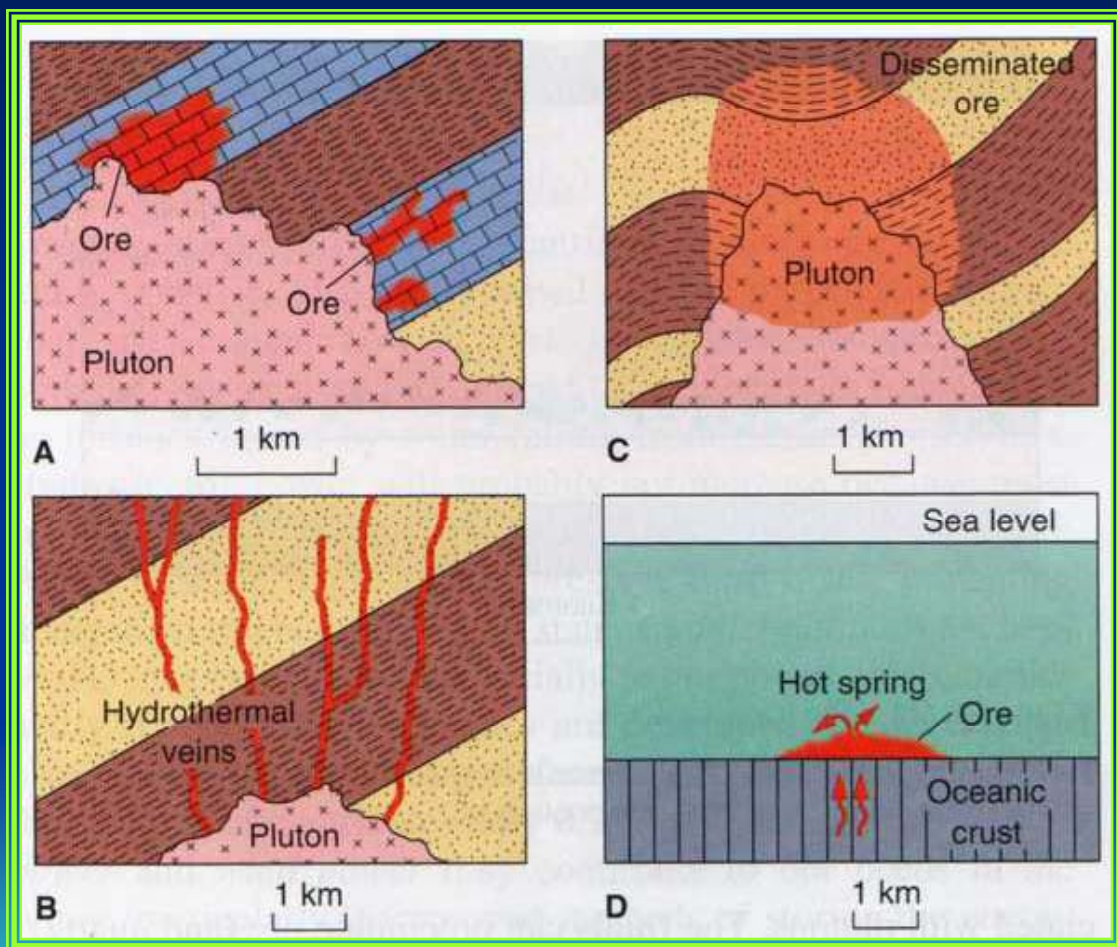
جریانهای گدازه، ریزش خاکستر،  
ابرهای سوزان، جریانهای لاهار،  
زلزله و تخریب سواحل به وسیله  
امواج سونامی

## پیشگیری:

بیش از 98% آتشفشانهای فعال امروزی در محل قدیمی تر فعالیت  
می کنند که با شناخت آن و با حفر کانالها و دور کردن ساکنین  
نواحی مسکونی می توان از خطرات احتمالی پیشگیری کرد



# استفاده از آتشفشان



❖ تشکیل خاکهای

کشاورزی

مرغوب،

❖ تشکیل کانسارها

❖ تولید الکتریسیته:

✓ از طریق چشمه

های آب گرم

✓ از طریق منابع

زمین گرمایی



# فصل هیجده

## فرآیندهای دگرگونی



# فصل هیجده

اهداف نهایی:

- عوامل مؤثر در دگرگونی
- برآورد فشار و دمای دگرگونی
- انواع دگرگونی
- تغییرات ناشی از دگرگونی



# فرآیندهای دگرگونی

به دسته ای از فرایندهای درونی که باعث تغییر شکل فیزیکی و کانی شناسی سنگها در محیط جامد می شوند.

## تفاوت هوازدگی و دگرگونی:

● در دگرگونی کانیها به نوعی تغییر می یابند که بتوانند فشار و دمای بیشتری را تحمل کنند.

● دگرگونی تنها در حالت جامد انجام می شود.



# عوامل مؤثر در دگرگونی

محلولهای شیمیایی

فشار

دما

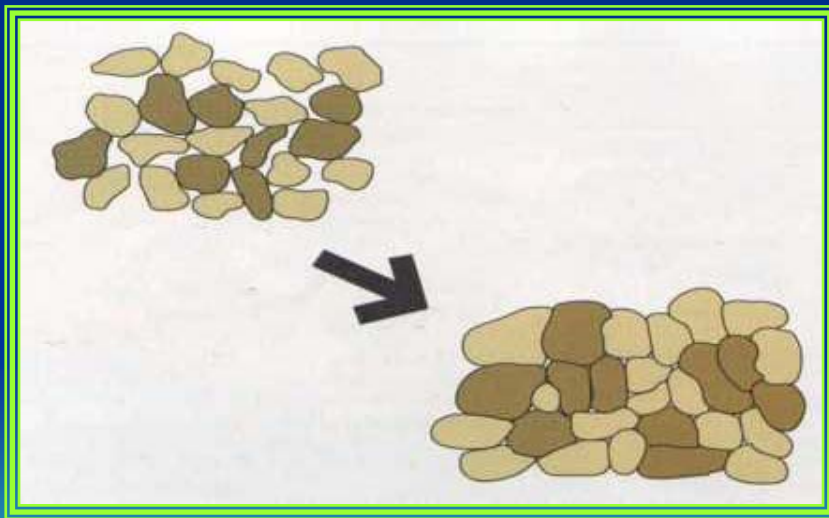
جهت دار  
(تکتونیکی)

لیتواستاتیک  
(همه جانبه)

# دما

دما باعث انبساط کانیها در نتیجه سست شدن و گسسته شدن بعضی از پیوندها می شود و سرعت واکنشها را به نحو تصاعدی افزایش می دهد.

دما یونهای آزاد شده را قادر می سازد تا در محیط جامد حرکت کرده و در شرایط مناسب هسته هایی برای ایجاد کانیهای دگرگونی فراهم سازد (ایجاد تبلور مجدد).



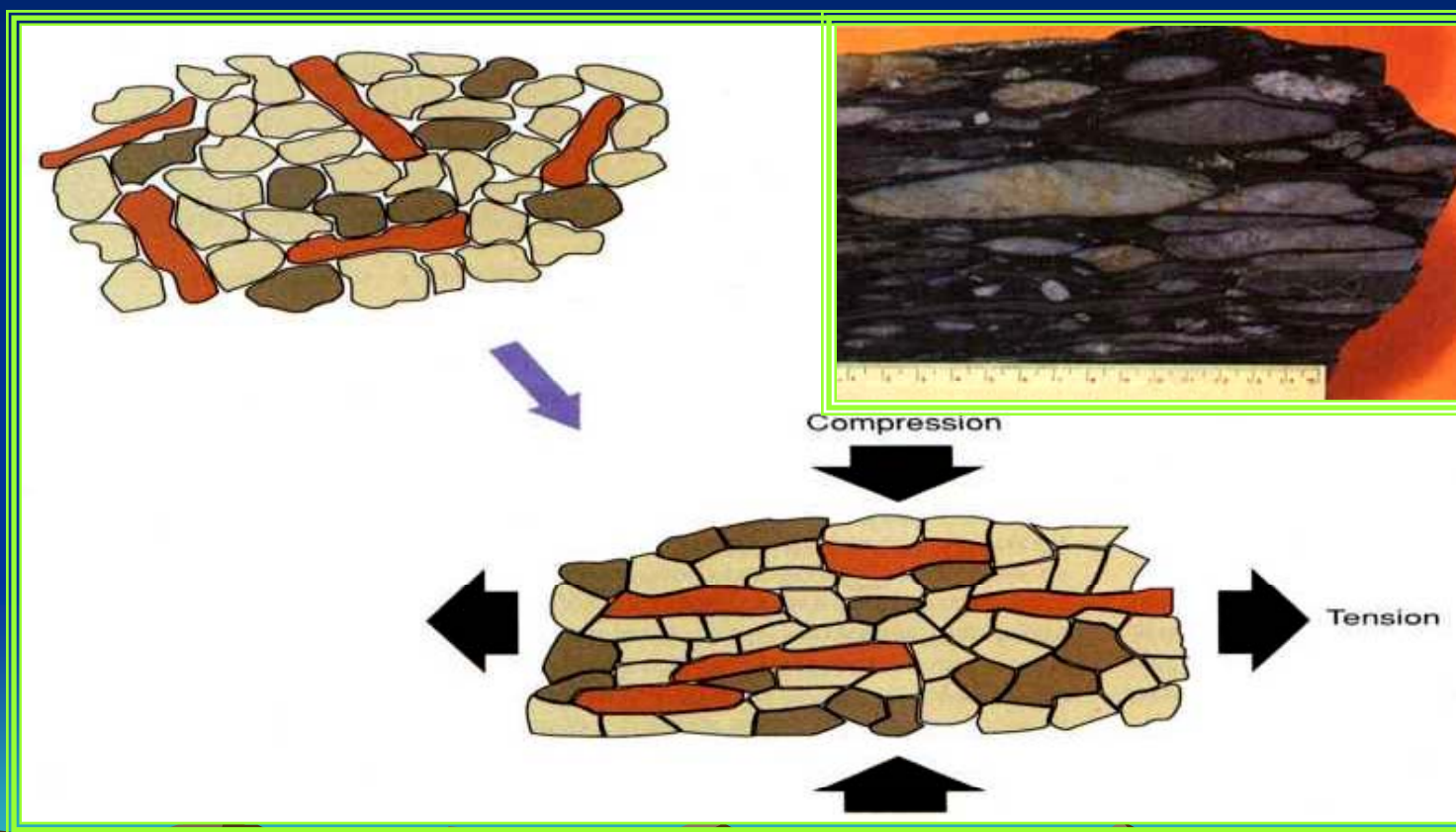
# فشار

فشار بر خلاف دما باعث فشرده شدن سنگها، کانیها و یونها شده و ساختمان یک کانی را شکسته و یونهای موجود در آن را به صورت متراکم تر می کند.

## انواع فشار:

**الف) لیتواستاتیک (همه جانبه):** این فشار ناشی از وزن رسوبات و مواد فوقانی باعث تغییر شکل، متراکم شدن و کاهش حجم سنگ می شود.

**ب) جهت دار (تکتونیکی):** باعث تغییر شکل سنگها از جمله چین خوردن و شکستن مواد می شود.





# محلولهای شیمیایی

➤ این محلولهای گرمابی از ماگما در حال سرد شدن سرچشمه گرفته و باعث ایجاد بعضی از دگرگونی‌ها در اعماق شده در نتیجه این محلولها با کانیهای موجود در سنگ وارد واکنش و کانی جدید را به وجود می‌آورد.

➤ در سنگهای خشک تغییر شیمیایی از طریق فرایند بسیار کند انتشار یونی صورت می‌گیرد.

# دگرگونی برآورد فشار و دمای

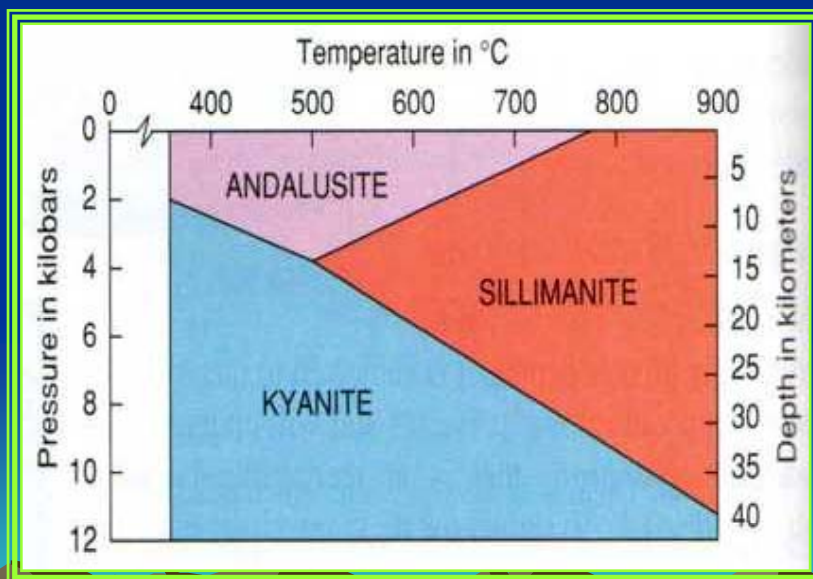
➤ بررسی فرایندهای دگرگونی محتاج دانستن نحوه واکنش بین کانیها در دماها و فشارهای مختلف است.

➤ برآورد فشار و دما به نوعی دماسنج یا فشار سنج زمین شناختی احتیاج دارد که بطور غیرمستقیم می توان به وسیله فرایندهای دگرگونی به دست آورد.

➤ دگرگونی بطور کلی تمایل به کم کردن درجه نظم ساختمان اتمی شبکه کانیها (بالا بردن آنترופی) دارد.

➤ دما سنجهای زمین شناسی واکنشهایی هستند که به فشار حساس نبوده و در دمای بخصوصی صورت می گیرند مانند تبدیل کانی سانیدین به ارتوز یا کلسیت به ولاستونیت

➤ فشار سنجهای زمین شناسی واکنشهایی هستند که به دما حساس نبوده و فقط به فشار حساسند که البته خیلی کم و مشکل تر است.



➤ اکثر واکنشها به هر دو عامل حساس بوده در نتیجه می توان از نمودار تغییر حالت استفاده کرد.

شرایط مختلف دما، فشار و محلولهای شیمیایی انواع  
دگرگونی (نمودار زیر) را به وجود می آورد.

انواع  
دگرگونی

متاسوماتوز

برخوردی

ناحیه ای

دفنی

مجاورتی

جنبشی



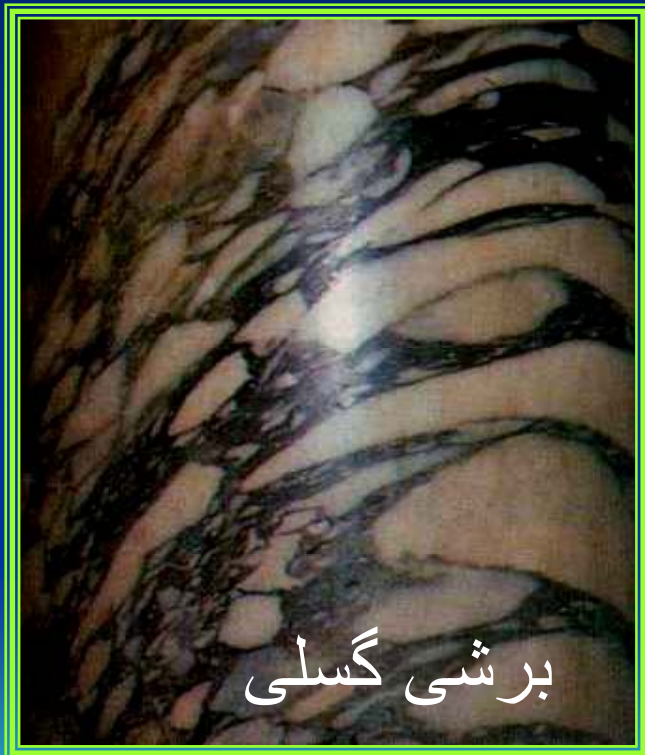
# دگرگونی جنبشی

✱ در نقاطی از پوسته زمین رخ می دهد که دستخوش حرکات شدید و ناگهانی شده باشند.

✱ میلونیت سنگ دانه ریز و سیاه رنگی در سطح گسلهای بزرگ که در نتیجه حرکت طبقات به وجود می آید.

✱ برش گسلی: این سنگ از اجزاء و قطعات گوشه دار در منطقه گسلی تشکیل شده است.

# عوامل موثر در ایجاد گرما در سطح گسل:

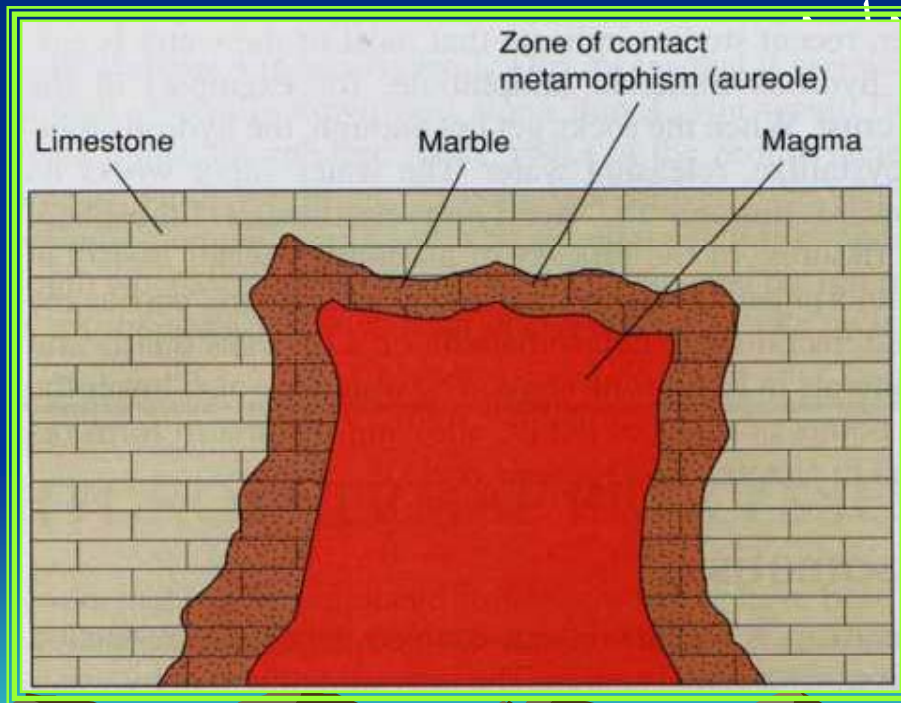


برشی گسلی

- قابلیت انتقال گرمایی سنگها
- سرعت حرکت گسلها
- مقاومت سطح گسل در مقابل حرکت
- طول مدت و حرکت گسل

# دگرگونی مجاورتی

بر اثر مجاورت سنگهای گوناگون با توده های آذرین نفوذی **هاله های دگرگونی** تشکیل شده که اندازه آن به **اندازه و دمای توده نفوذی و دمای اولیه و جنس سنگهای میزبان بستگی**



# مناطق دگرگونی

در مناطق دگرگونی دست کم یک کانی ویژه (شاخص) که معرف شدت دگرگونی که در واقع همان دماسنجهای زمین شناختی اند، حضور دارند.



# دگرگونی دفنی

✱ این دگرگونی در نتیجه وزن رسوبات فوقانی و پایین تر از حد دیاژنز و در نواحی که جریان گرمایی در آنها کم است رخ می دهد

✱ بیشتر وابسته به فشار است تا دما کانی ژئولیت معرف دگرگونی دفنی که در هر عمق نوع به خصوص آن تشکیل می شود.

✱ کانی گلوکوفان مربوط به بالاترین درجه دگرگونی دفنی است.

# دگرگونی ناحیه ای

☀ در این دگرگونی دما، فشار لیتواستاتیک و جهت دار و همچنین محلولهای شیمیایی فعال در تشکیل آن مؤثر است.

☀ در دگرگونی ناحیه ای نیز مناطق مشخص دگرگونی (6منطقه) قابل تشخیص است.

✱ بر خلاف دگرگونی دفنی با افزایش عمق الزما شدت نمی یابد و به نقاطی در زمین وابسته است که از جریان گرمایی زیاد برخوردار است (اختلاف آن با دگرگونی دفنی)



# دگرگونی برخوردی

❖ نوع دگرگونی که در نتیجه برخورد شهاب سنگها به سطح زمین تشکیل می گردد

❖ به علت اینکه بسیاری از شهاب سنگها قبل از رسیدن به زمین، می سوزند و یا بر اثر فعالیتهای فرسایشی و رسوبگذاری اثرات آنها از بین رفته است، در سطح زمین کمیابند.





# دگرگونی متاسوماتوز (دگر نهادی)

نوعی از دگرگونی که در آن ترکیب سنگ به طور قابل ملاحظه ای تغییر می کند و بر اثر افزودن یونهای  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  و عناصر فلزی  $\text{Fe}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Ph}$  کانیهای جدید ایجاد می شود.

# تغییرات ناشی از دگرگونی

## الف) تغییرات بافتی:

شامل تغییر اندازه دانه ها، شکل دانه ها و روابط بین دانه های مجاور می شود.

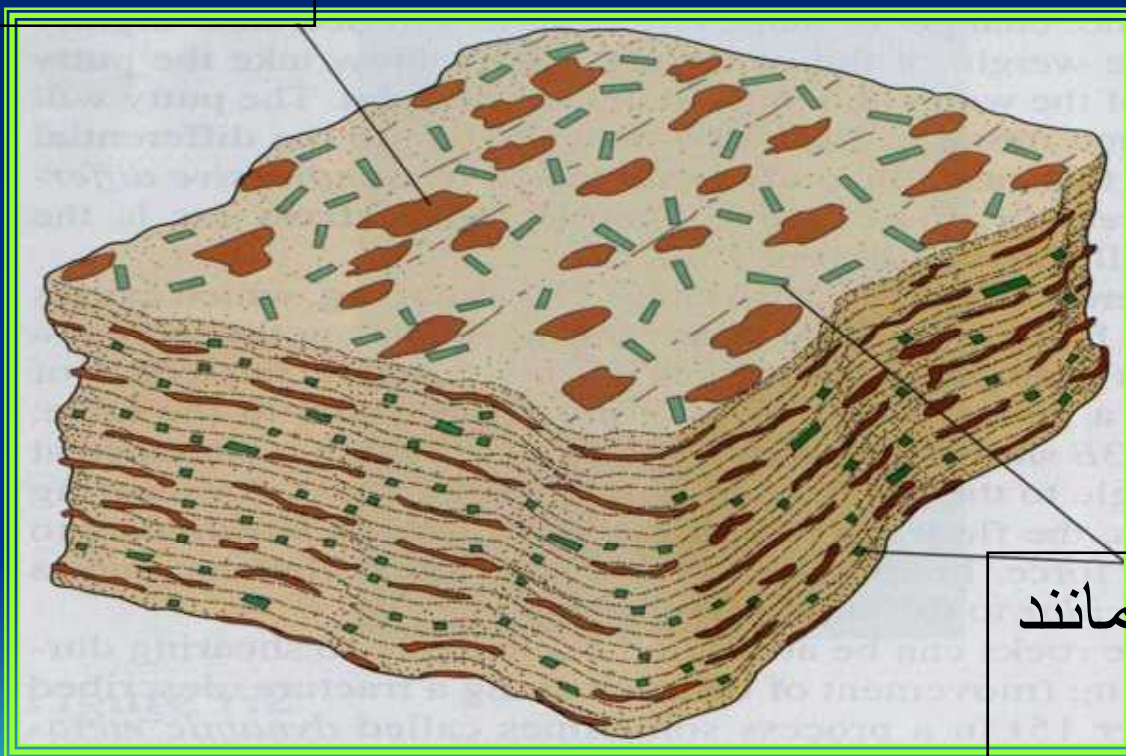
## ب) تغییرات کانی شناسی:

✓ تبدیل یک چند شکلی به چندشکلی دیگر (پلیمور)  
ساده ترین تغییر شکا کانی شناسی است (تبدیل کلسیت به آراگونیت)

✓ تشکیل کانیهای جدید مترکم تر از کانیهای اولیه در نتیجه واکنشهای بی آب شدن یا بی کربن شدن

✓ بر اثر فشارهای جهت دار دانه ها ممکن است پهن یا کشیده شده یا باعث ایجاد جهت یابی جدید (ورقه ای و یا خطی) شوند.

کانیهای صفحه ای  
مانند میکا



کانیهای خطی مانند  
آمفیبول

# عوامل مهم در رشد بافت دگرگونی:

1- فشار

2- بافت اولیه سنگ

3- نیروی تبلور کانیها

4- رویدادهای تکتونیکی



# عوامل مؤثر در میزان تغییرات سنگ در خلال دگرگونی

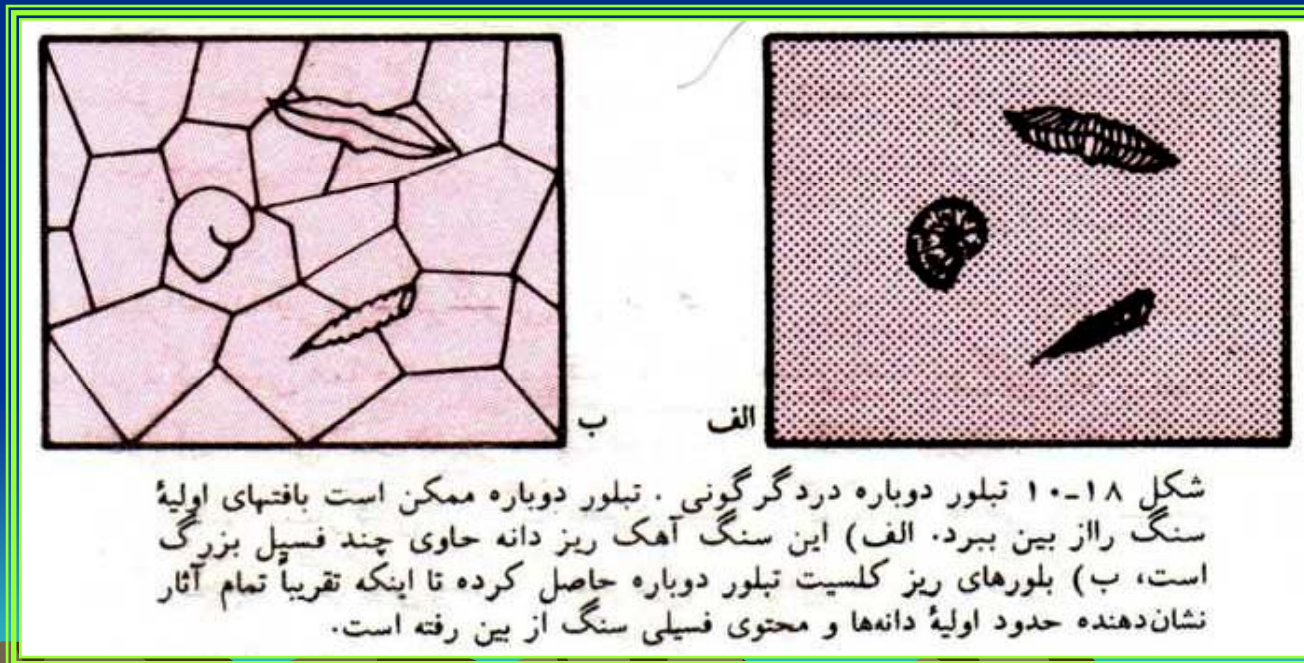
## 1- نوع سنگ دگرگون شونده:

✓ کانیهای ماسه سنگ کوارتزی و گرانیتها تقریباً در تمام دامنه دگرگونی پایدارند.

✓ شیل یا آهک تغییرات بافتی و کانی شناسی زیادی را نشان می دهند.

## 2- شدت عوامل دگرگونی:

در شدت دگرگونی کم ویژگی های اولیه نظیر لایه بندی، بافت و فسیلها حفظ می شوند (شکل زیر) و در شدت بالا اغلب اشکال اولیه از بین رفته و گاهی سنگ نیز ذوب می شود (میگماتیت)



### 3- مدت دگرگونی:

به جز دگرگونی برخوردی شدت دگرگونی با گذشت زمان افزایش یافته ولی در دگرگونی قهقرایی کاهش می یابد.

علت عمده برنگشتن سنگهای دگرگونی

به حالت اولیه شان:

✓ فقدان نیروی محرکه: برای مثال دما

✓ فقدان یونهای مناسب: برای مثال آب و دی اکسید کربن



# فصل بیست و یک

## زمین لرزه

85/517

زمین شناسی فیزیکی - جواد قانع اردکانی

321



# فصل بیست و یک

اهداف نهایی:

- منشاء زمین لرزه
- امواج زمین لرزه
- ثبت امواج زمین لرزه
- شدت و بزرگی زمین لرزه
- پراکندگی زمین لرزه های عالم
- پیش بینی و پیشگیری زمین لرزه
- امواج لرزه ای و ساختمان درون زمین
- لرزه شناسی و اکتشاف منابع معدنی

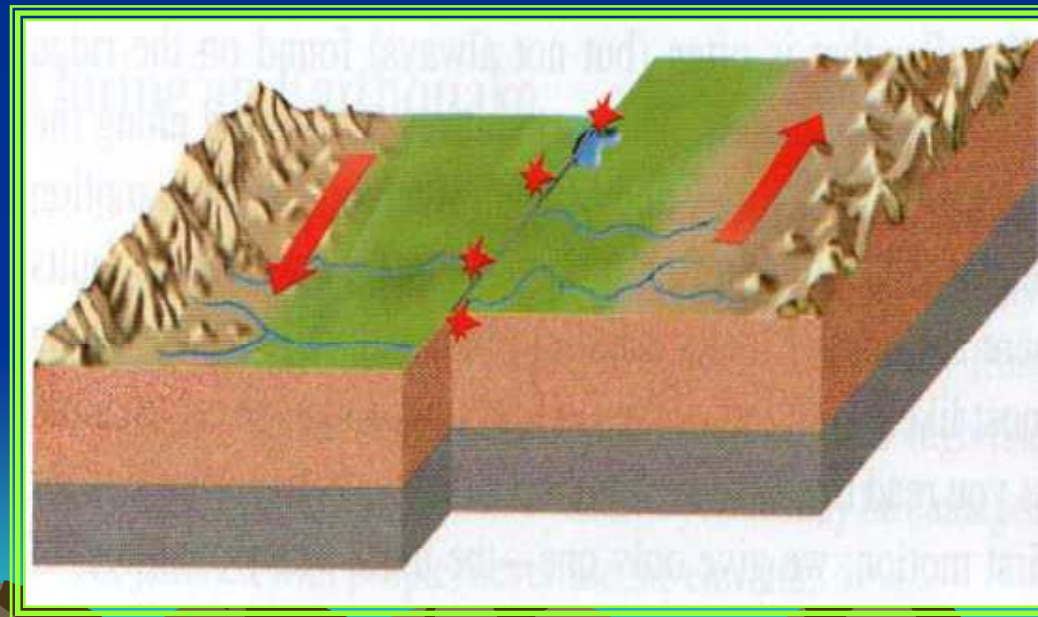


# زمین لرزه

- ❖ لرزش سطحی زمین را زلزله یا زمین لرزه گویند.
- ❖ در واقع انرژی انباشته شده ای است که در سنگها به طور ناگهانی رها شده و بصورت امواجی به اطراف حرکت می کند.
- ❖ و این باعث لرزش و تخریب بناها و ایجاد گسلها و... می شود.

# منشاء زمین لرزه

- نیروهای تغییر شکل دهنده فعال در پوسته زمین باعث تغییر شکل کشسان سنگها می شود.
- در نقطه ای که مقدار این نیرو از تحمل سنگ بیشتر باشد، سنگ می شکند.



➤ لایه ها به حالت اولیه خود باز می گردند در نتیجه انرژی ذخیره در سنگ بطور ناگهانی رها می شود.

➤ و بصورت امواج لرزه ای به اطراف حرکت می کند.



## پیش لرزه :

وقتی مقاومت سنگ در مقابل تنش وارده پایان برسد اوّل تعدادی حرکات و لغزشهای کوچک در آن صورت می گیرد.

## لرزه اصلی:

پس از پیش لرزه حرکت لرزه اصلی با شدت و قدرت بیشتری صورت می گیرد.

## پس لرزه :

بعد از لرزه اصلی، تعدادی حرکات خفیف متعادل کننده صورت می گیرد که پس لرزه می گویند.

# عوامل ایجاد زمین لرزه

الف) معمولاً نیروی افقی جهت دار (تکتونیکی):  
بر اثر آن حرکت و جابجایی ورقه های سنگ کره  
ایجاد می شود.

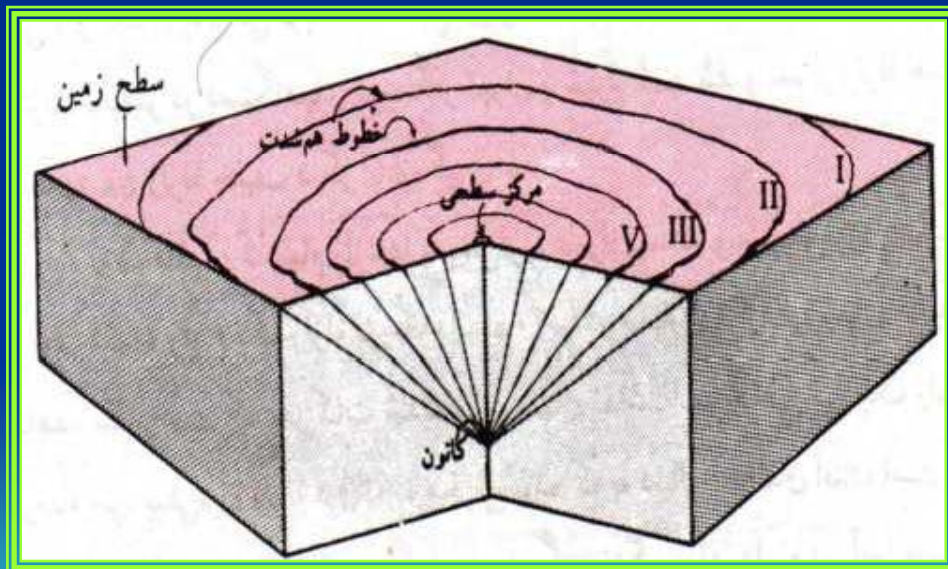
ب) رها شدن انرژی در زمین در زمان آتشفشان  
ج) ریزش سقف غارها، معادن، زمین لغزه ها،  
بهمن، برخورد شهاب سنگها

## د) فعالیتهای بشری:

✓ بارگذاری یا برداشت بار زیاد به طور سریع روی زمین (زمین لرزه القایی)

✓ بر اثر آبیگری یا تغییر ناگهانی سطح آب در پشت سدها

✓ تزریق آب یا سیالهای دیگر و استخراج



## کانون زلزله:

نقطه خواستگاه زمین لرزه

## مرکز زلزله:

نقطه مقابل کانون زلزله در

روی سطح زمین

# امواج زمین لرزه

سطحی

داخلی

ریلی (R)

لاو (Q)

برشی، عرضی  
، ثانویه (S)

اولیه یا  
طولی (P)



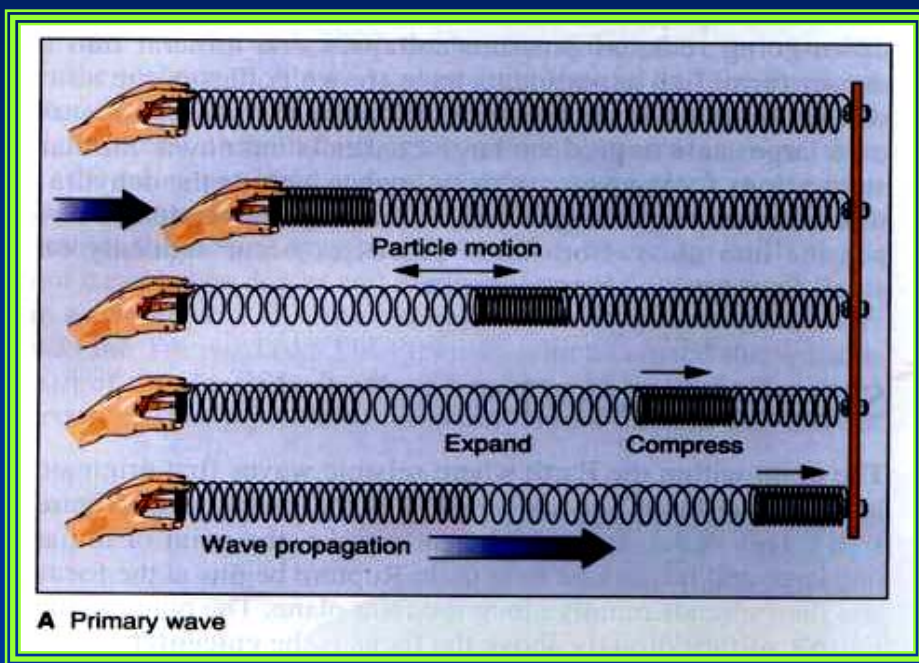
# امواج اولیه یا طولی

✱ جهت ارتعاش در جهت انتشار موج است.

✱ باعث کشش و انقباضهای متوالی در امتداد حرکت موج می باشد. (مانند فنر)

✱ قبل از امواج دیگر به لرزه نگار می رسد (اولیه).

✱ از هر محیطی (گاز، مایع، جامد) که فشار تحمل نماید عبور می کند.



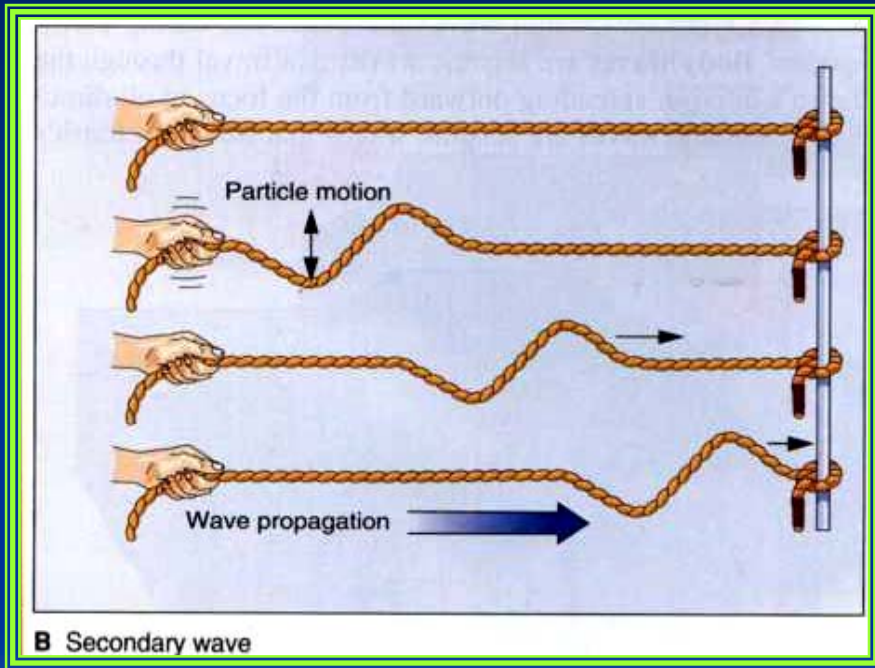
# امواج ثانویه (عرضی)

☀ جهت ارتعاش عمود بر جهت انتشار موج است.

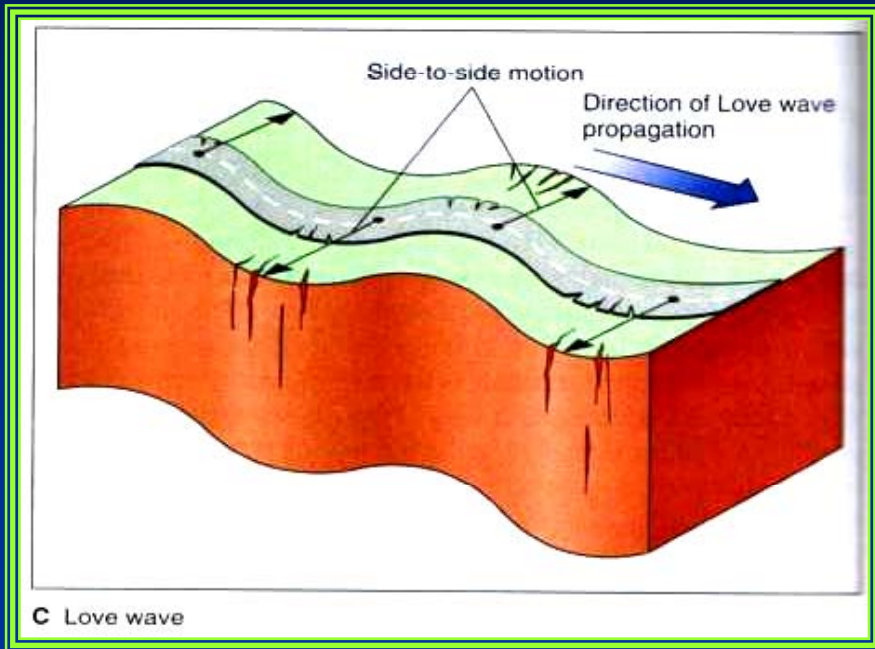
☀ حرکت این امواج سبب می شود که زمین در جهت عمود بر راستای انتشار موج حرکت کند.

☀ موج S بعد از موج P به لرزه نگار می رسد.

☀ امواج تنها در محیطی که در برابر تغییر شکل برشی مقاومت کند، منتشر می گردد یعنی فقط در جامدات



# امواج لاو (Q)

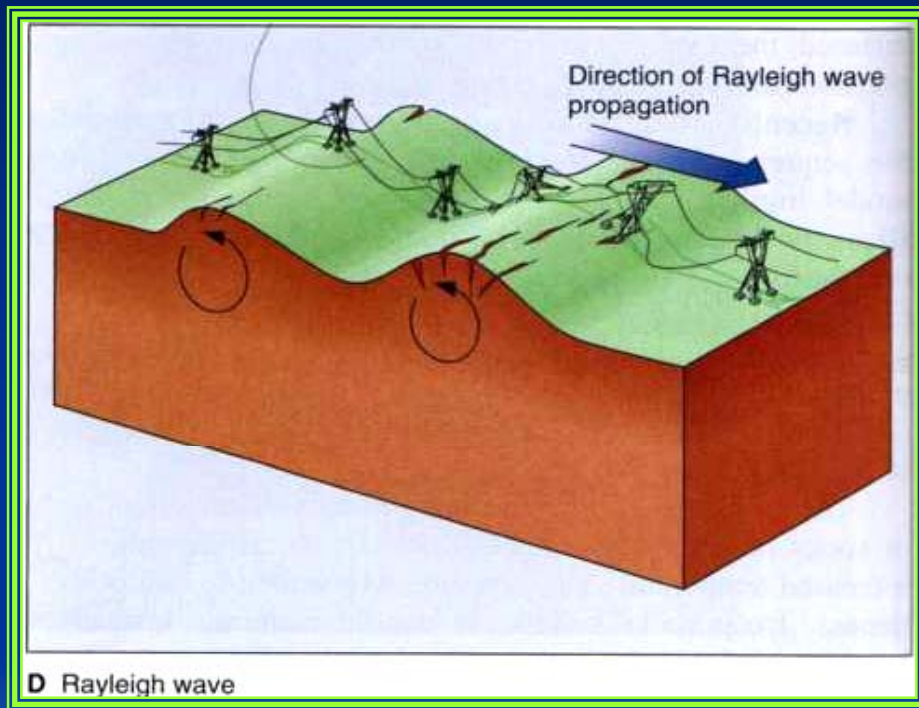


• حرکت شبیه موج S و ارتعاش به موازات سطح افق و عمود بر سطح انتشار است.

• ذرات ماده به موازات سطح زمین و در جهتی عمود بر انتشار موج حرکت می کنند (تفاوت با موج S).

• مانند حرکت دادن دست خود به سمت چپ و راست موجهای افقی طناب

# امواج سطحی ریلی (R)



● حرکات ذرات در یک مسیر دایره ای است. مانند امواج سطح آب اقیانوسها

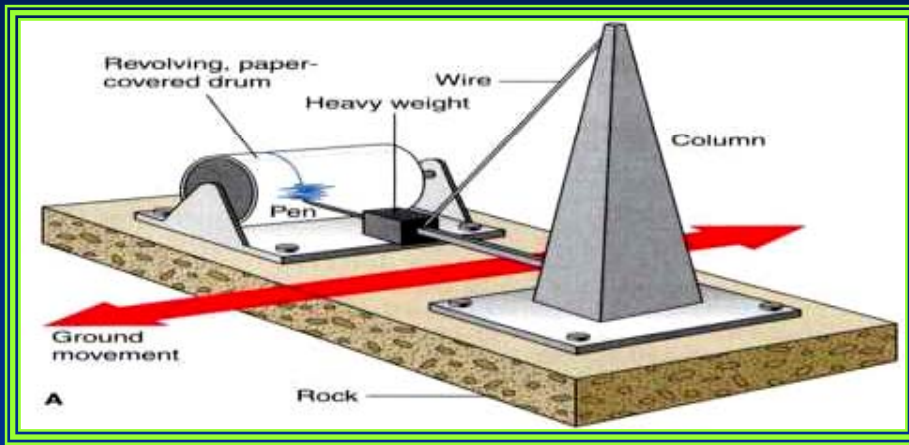
● جهت حرکت دایره ای مخالف جهت حرکت امواج اقیانوس می باشد.

● عمق و نفوذ امواج سطحی محدود است.

● در نزدیکی مرکز زلزله قسمت قابل توجه ای از ویرانی ناشی از امواج سطحی است.

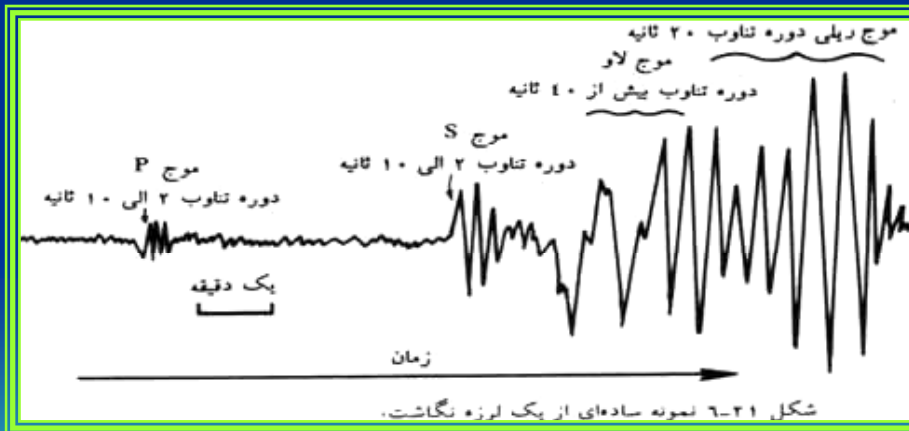


# ثبت امواج زمین لرزه



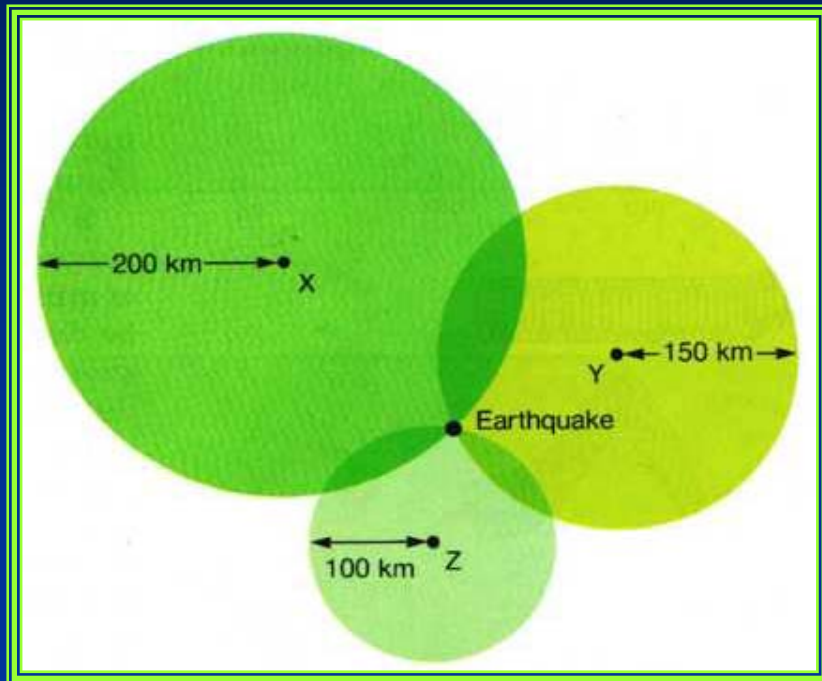
ثبت این امواج به وسیله لرزه نگار در ایستگاه لرزه شناسی می باشد.

ایستگاه لرزه شناسی شامل ثبت ارتعاشات قائم و ارتعاشات افقی (شمالی - جنوبی و شرقی - غربی) است.



مهمترین مشخصات زمین لرزه: مرکز، زمان و عمق کانون که به وسیله چند ایستگاه لرزه شناسی بدست می آید.

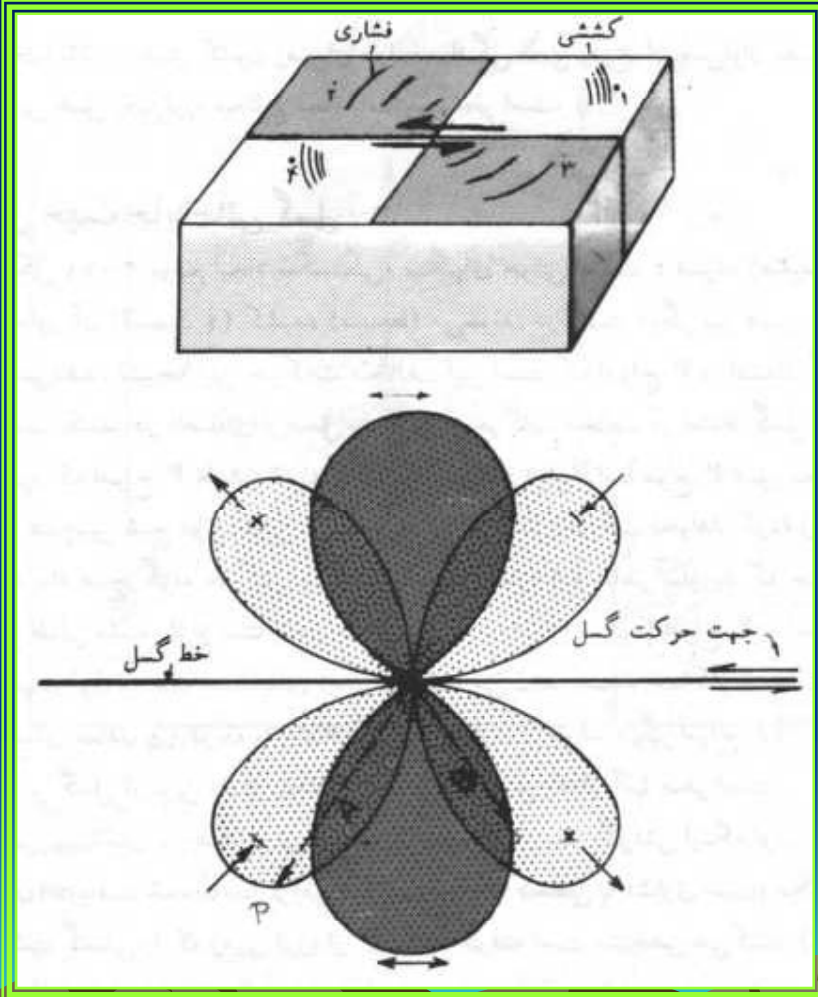
# تعیین محل زمین لرزه



1- با اندازه گیری اختلاف زمان ثبت امواج طولی و عرضی در هر ایستگاه و دانستن سرعت امواج P و S به طور تجربی می توان فاصله مرکز زلزله تا ایستگاه را تعیین نمود.

2- پس از تعیین فاصله از چند ایستگاه، دوایری به شعاع فاصله ایستگاه به مرکز ایستگاه لرزه نگاری رسم تا مرکز زمین لرزه تعیین شود (محل تلاقی دوایر).

# تعیین جهت جابجایی گسل



## در امتداد گسل:

✓ به علت حرکت مخالف امواج P، عبور نمی کند.

✓ امواج S در امتداد گسل مقدار آن صفر است.

## در جهت عمود بر گسل:

✓ امواج P هیچ گونه حرکتی ندارند.

✓ امواج S در این جهت قوی ترین مقدار را دارند.

✓ امواج P به استثنای دو جهت فوق در همه امتدادها حرکت کرده و حداکثر آن در جهت زاویه 45 درجه نسبت به امتداد گسل است.

# شدت زمین لرزه

□ شدت از روی آثار خرابی و تأثیر آن بر روی انسان و تأسیسات و با مقیاس 12 گانه مرکالی مشخص می شود.

□ شدت زلزله با افزایش فاصله و عمق کانون کاهش می یابد.

□ در رسوبات منفصل شدت زلزله بیشتر از سنگ بستر است.

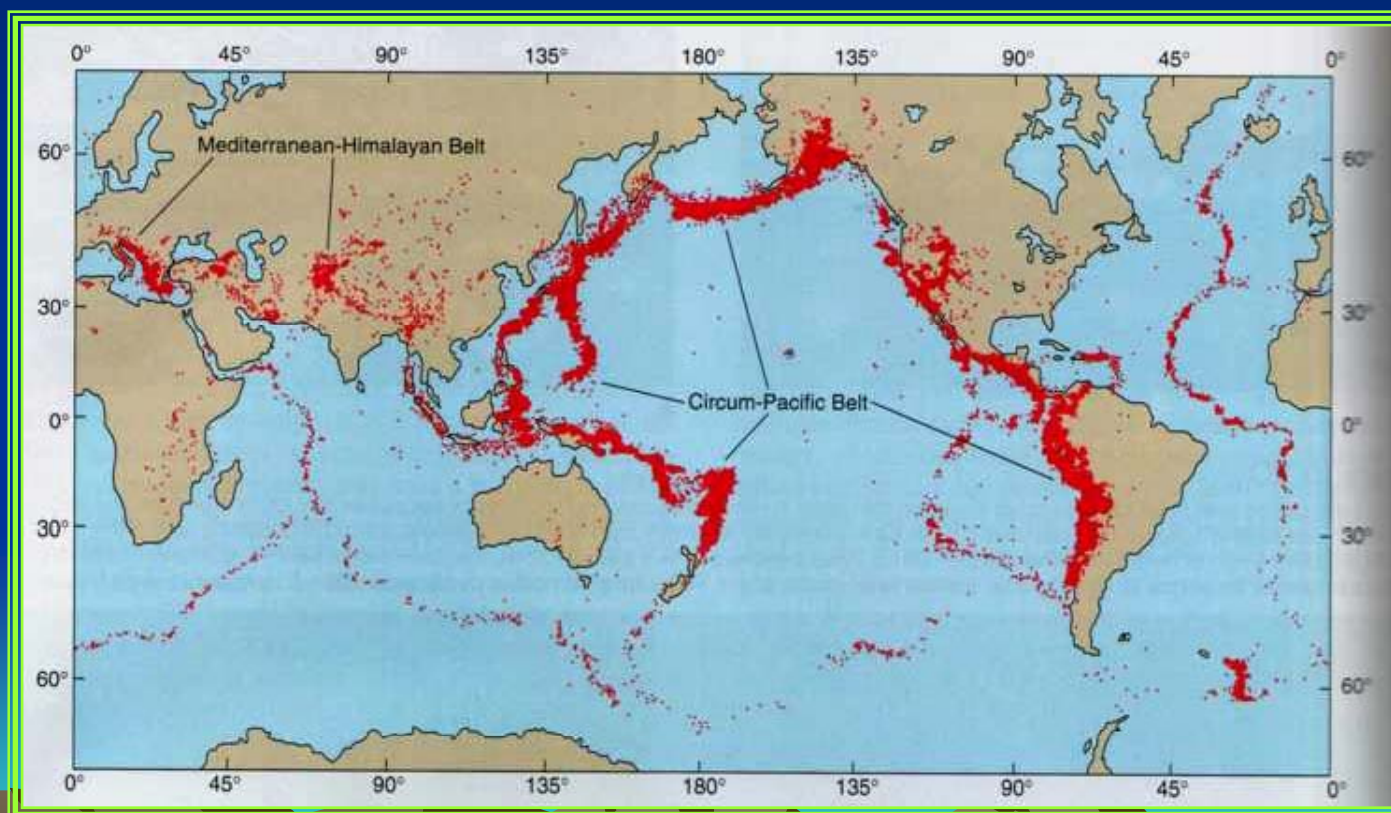


# بزرگی زمین لرزه

- مقیاسی از میزان انرژی رها شده بوده و رابطه مستقیمی با مقاومت سنگ دارد.
- از روی دامنه امواج ثبت شده در لرزه نگار و بر حسب لگاریتمی تعیین می گردد.
- بزرگی معمولاً با عدد صحیح و یک رقم اعشار و با **ریشتر** بیان می شود.
- با افزایش یک واحد بزرگی، مقدار انرژی آزاد شده 31 برابر می شود.

# پراکندگی زمین لرزه های عالم

بیشتر خاستگاه زمین لرزه ها نزدیک به سطح زمین است که سنگها رفتاری تند و شکننده دارند.



## زمین لرزه ها از نظر عمق:

✓ کم عمق کمتر از 70 کیلومتر

✓ متوسط بین 70 تا 300 کیلومتر

✓ عمیق بیش از 300 کیلومتر

## اغلب زلزله ها در مناطق زلزله خیز مانند:

- کمربندهای حاشیه اقیانوس آرام

- نواحی کوهزایی جوان (آپ، البرز، زاگرس، هیمالیا و...)

# پیش بینی زمین لرزه

روش جامع و مطمئن جهت پیش بینی زمین لرزه ابداع نشده است.

## برخی روشهای پیش بینی:

■ تغییر جریان آب زیرزمینی

■ افزایش گاز رادو

■ افزایش قابلیت رسانایی الکتریکی و نفوذ

■ امواج رادیویی غیر معمول و غیر قابل توضیح

■ افزایش تعداد زمین لرزه های کوچک

■ تغییر قابل توجه گرانی و مغناطیسی

■ واکنشهای حیوانات

■ بررسیهای آماری



# پیش‌گیری زمین‌لرزه

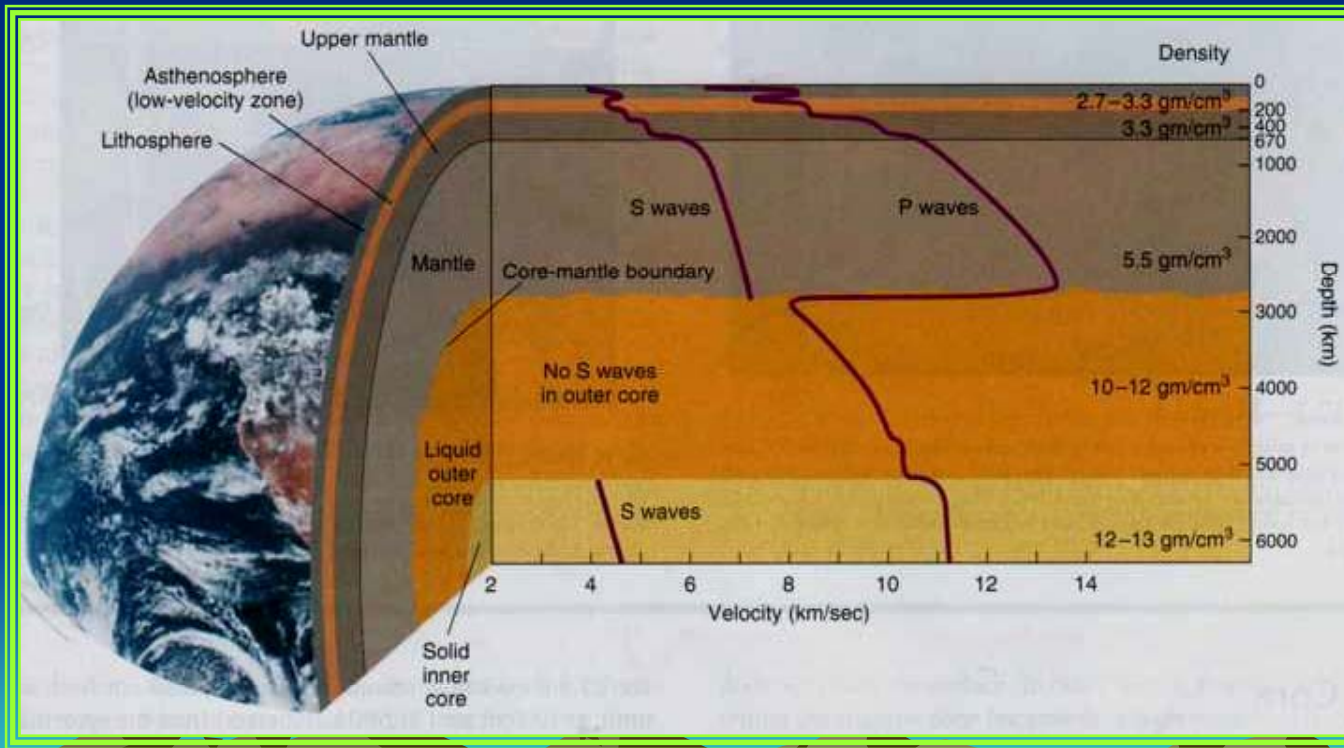
□ فاصله بشر تا پیش‌بینی صحیح زلزله چند قدم و تا پیش‌گیری چند کیلومتر می‌باشد.

□ در صورتیکه انرژی ذخیره شده قبل از زمین‌لرزه بزرگ رها سازیم، قادر به جلوگیری از خطرات ناشی از زلزله هستیم.

□ رهایی انرژی: تزریق آب تحت فشار به محل گسل‌های فعال باعث کاهش اصطکاک در سطح گسل می‌شود.

# امواج لرزه ای و ساختمان درون زمین

❖ با بررسی امواج لرزه ای، زمین از سه بخش پوسته، گوشته و هسته تشکیل شده است.



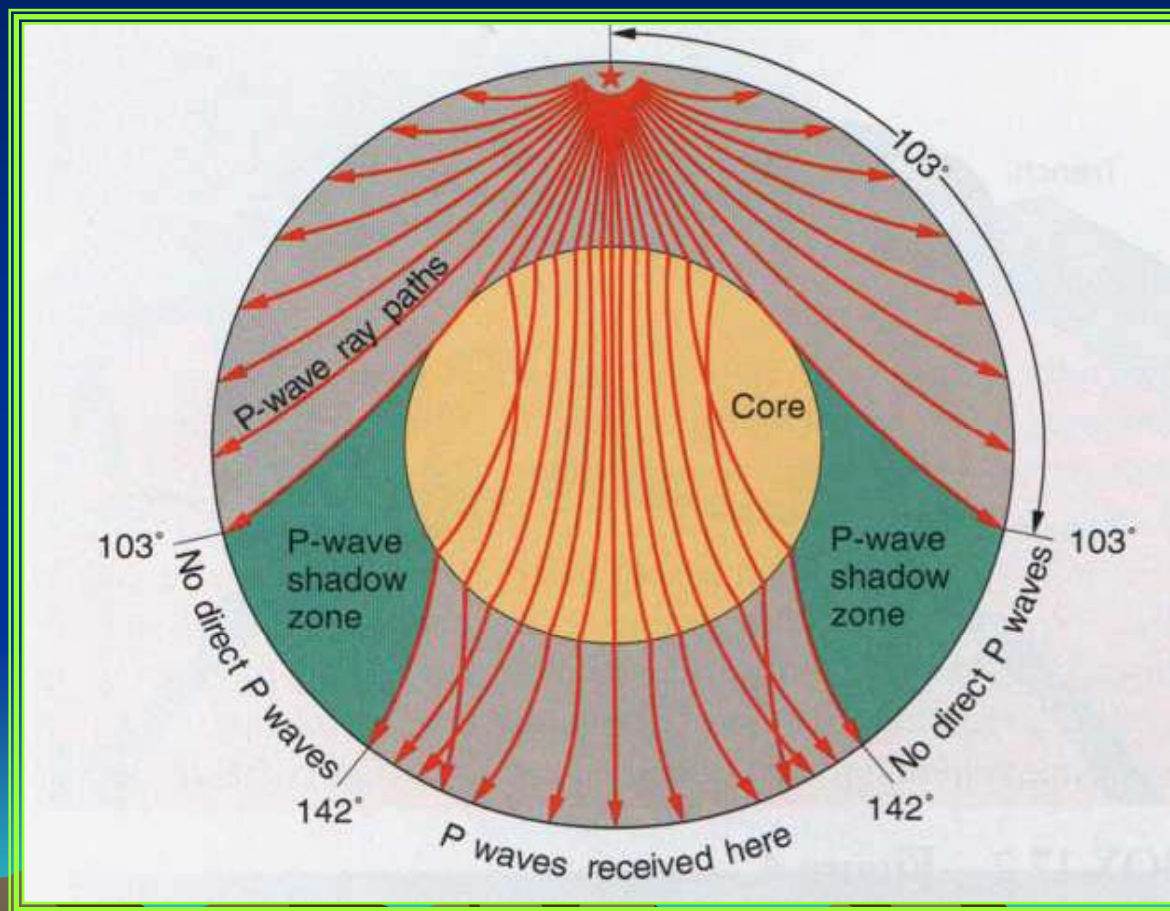
ناپیوستگی  
گوتبرگ:

مرز بین گوشته  
و هسته

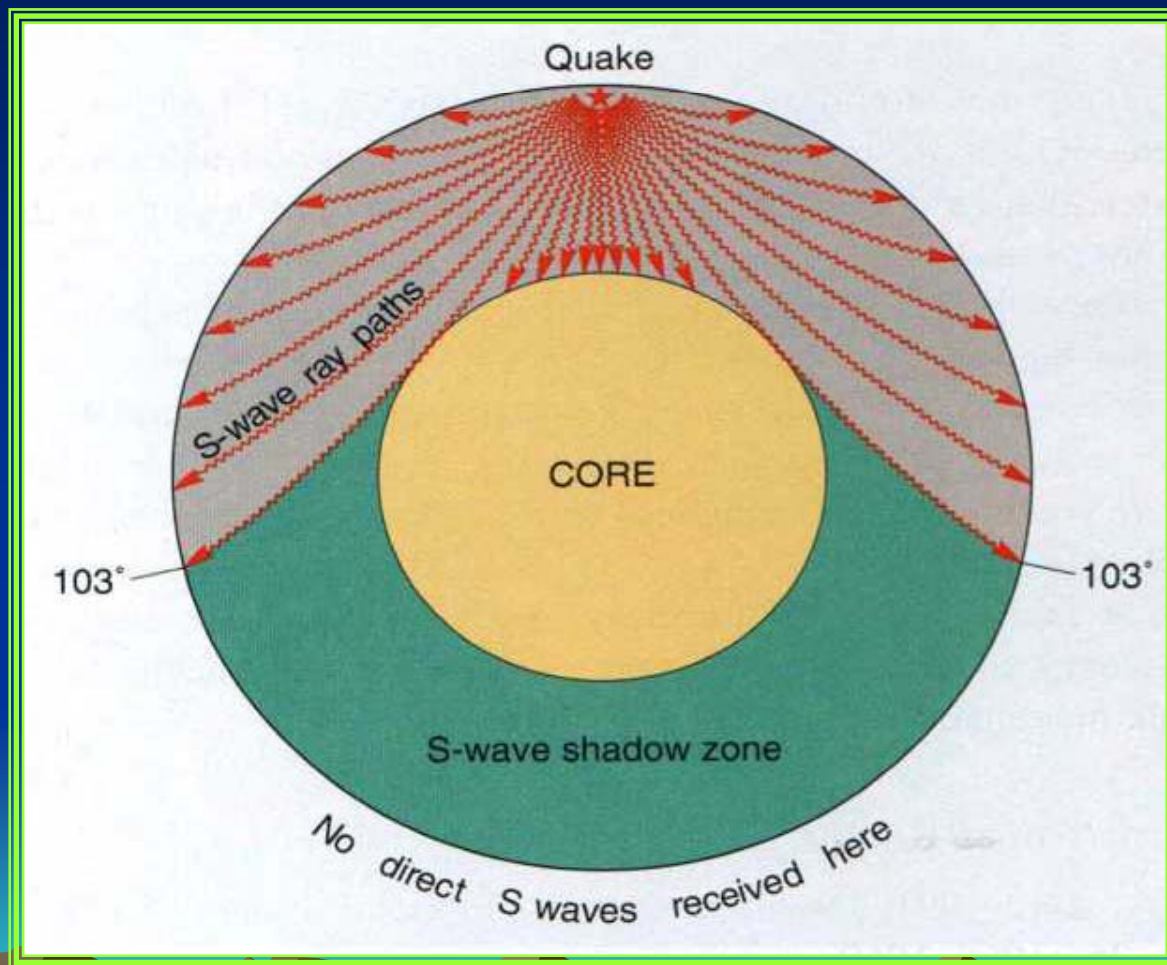
ناپیوستگی  
لمان:

مرز بین هسته  
داخلی و خارجی

❖ شکست امواج در مرز گوشته و هسته عامل ایجاد منطقه سایه بین عرضهای 103 تا 143 درجه امواج P است که در نتیجه اختلاف در چگالی است.



❖ عبور نکردن امواج S از آن سوی عرضهای 103 به علت هسته خارجی مایع است.





# ترکیب هسته و گوشته

دانش ژئوفیزیک با کمک امواج لرزه ای فقط می تواند میزان چگالی را تعیین کند ولی جنس آنها فقط **پیش بینی** می شود.

## ترکیب هسته:

با توجه به چگالی 10 تا 11 احتمالاً بیشتر از سیلیکاتها و مخلوطی از آهن و نیکل تشکیل شده است.

## ترکیب گوشته:

با توجه به چگالی  $3/3$  تا 5 از سنگهای اولترامافیک با کانیهای الیوین، پیروکسن و گارنت تشکیل شده است.

# ترکیب پوسته

مرز بین پوسته و گوشته انفصال موهو است.

ترکیب پوسته شامل:

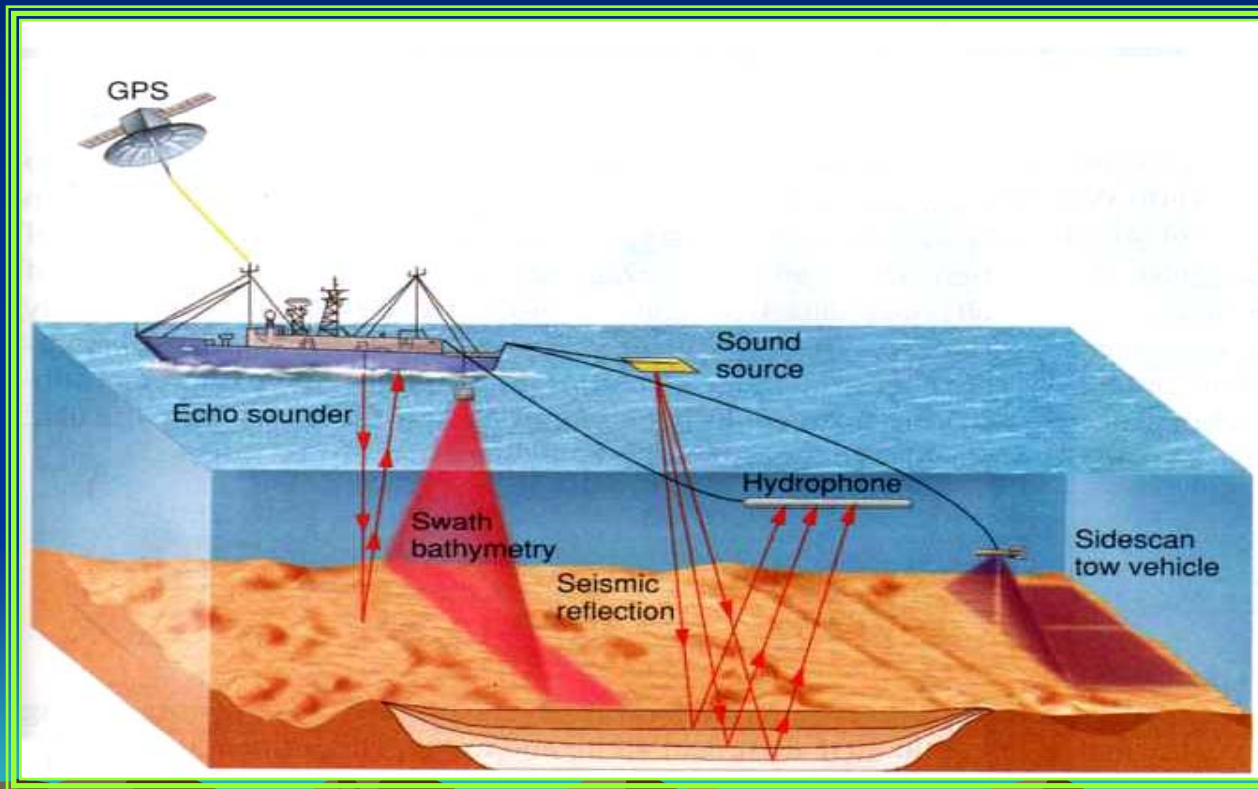
✓-**لایه فوقانی:** با چگالی  $7/2$  تا  $85/2$  از سنگهای آذرین، دگرگونی و رسوبی با ترکیب مشابه گرانیت می باشد.

✓-**لایه تحتانی:** با چگالی  $85/2$  تا  $1/3$  با ترکیب مشابه بازالت که غنی از سیلیس، آهن و منیزیم است.

مرز بین این دو لایه انفصال کنراد قرار دارد.

# لرزه شناسی و اکتشاف منابع معدنی

امروزه روشهای لرزه ای به عنوان ابزار مهم در اکتشاف نفت و گاز و بررسیهای اقیانوسی استفاده می شود:



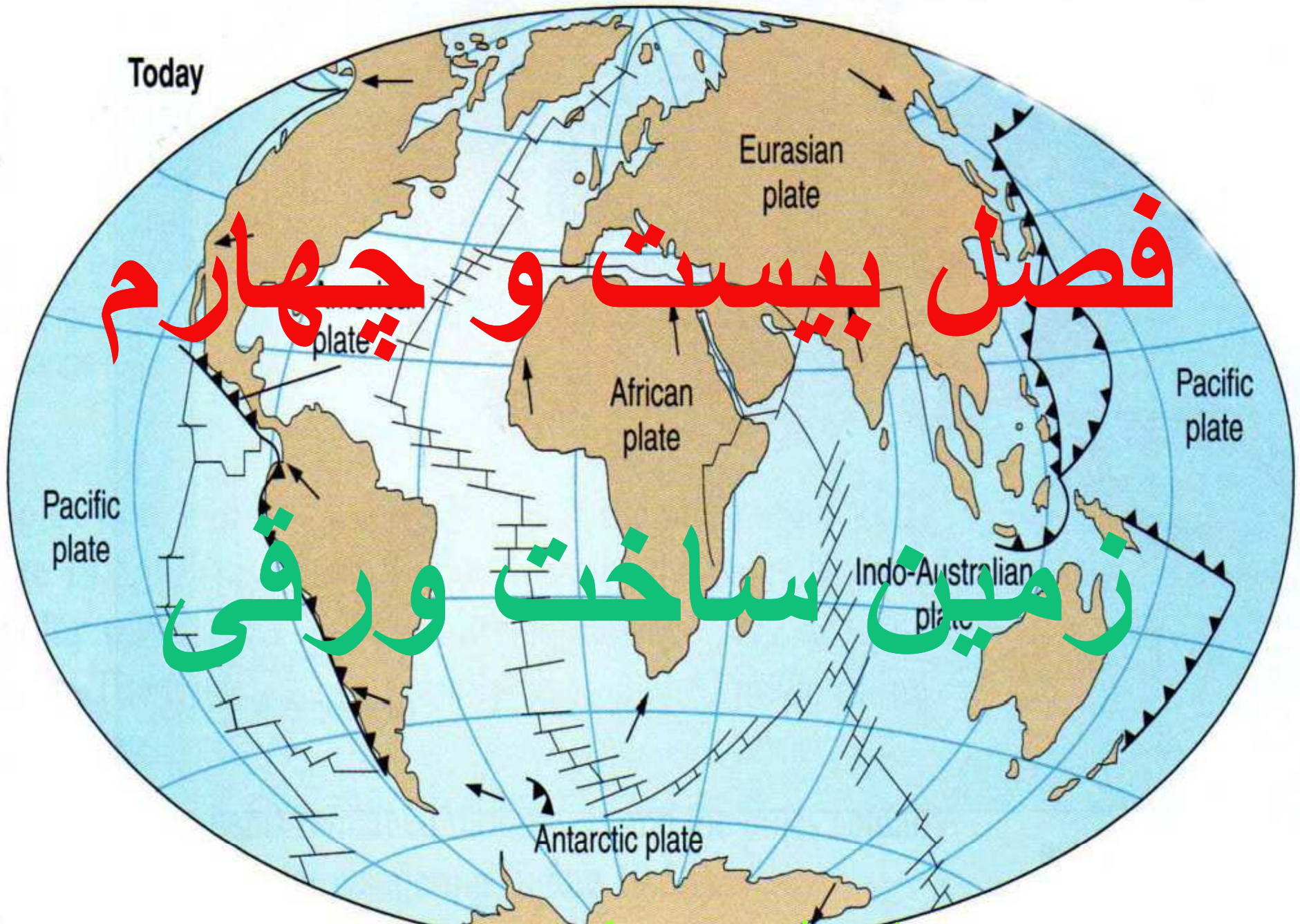
1- منابع انرژی امواج از طریق انفجار دینامیت یا فرود وزنه به زمین و ... تأمین می گردد.

2- برخورد منابع انرژی با یک سطح و انعکاس آن، می توان زمان ورود امواج انعکاسی به وسیله ژئوفون را اندازه گیری کرد.

3- با کمک کامپیوتر تله های ساختمانی نفت و گاز مثل تاقدیسه ها و گنبد های نمکی و گسلها را تشخیص داد.

4- همچنین محل گمانه های اکتشافی را تعیین کرد.





# فصل بیست و چہارم

# زمین ساخت و رقی



# فصل بیست و چهارم

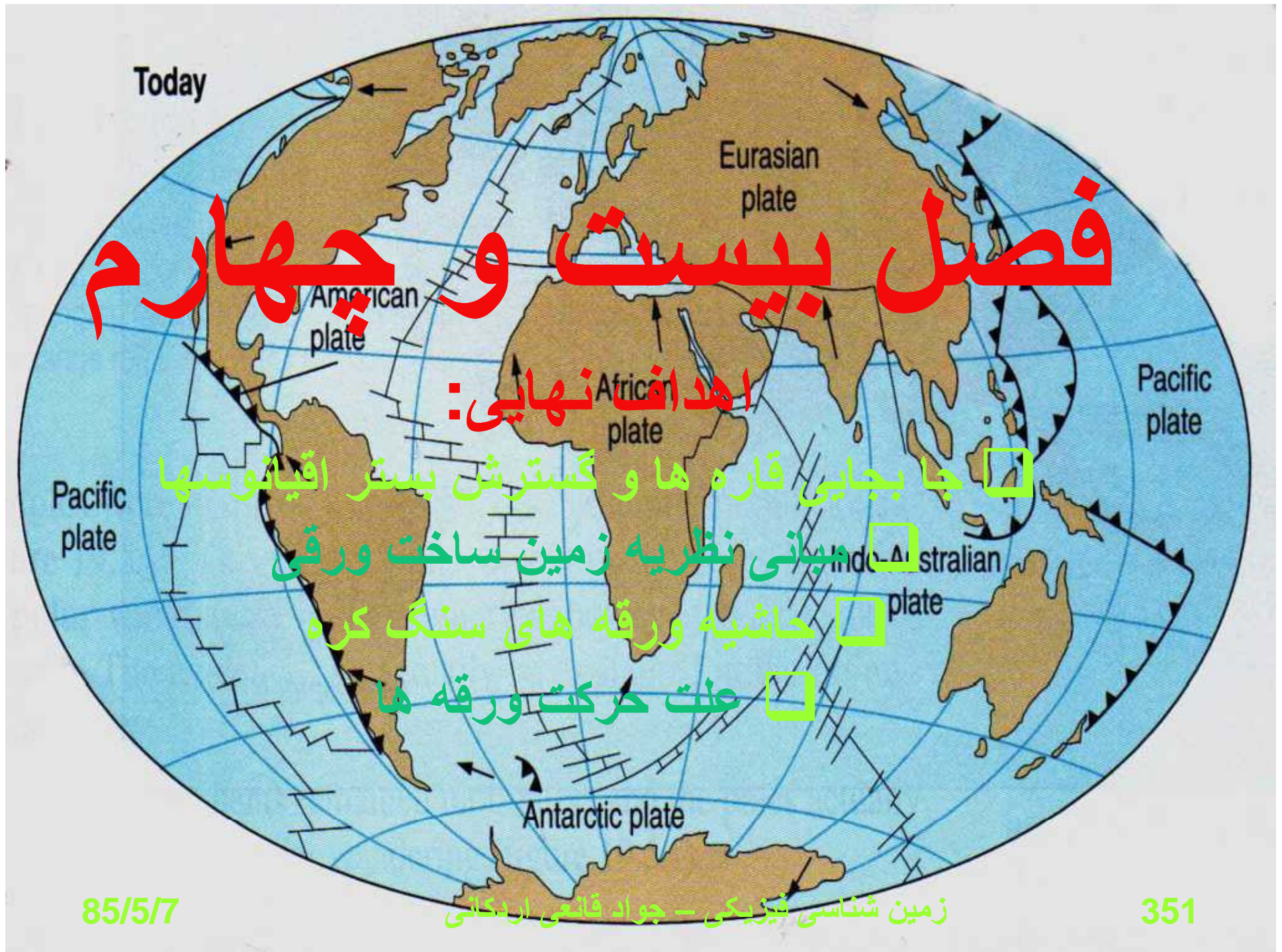
اهداف نهایی:

جا بجایی قاره ها و گسترش بستر اقیانوسها

مبانی نظریه زمین ساخت ورقه

حاشیه ورقه های سنگ کره

علت حرکت ورقه ها



# زمین ساخت ورقی

در سال 1915 **آلفرد وگنر** اظهار داشت که قاره ها در جای خود ثابت نیستند و بطور دائم در سطح زمین نسبت به هم جابجا می شوند. این دانشمند پایه گذار دانش تکتونیک ورقی و زمین ساخت ورقی است.

# جابجایی قاره ها و گسترش بستر اقیانوسها

شواهد و مدارکی که تأیید کننده نظریه حرکت قاره ها می باشد عبارت است از:

- 1- انطباق حاشیه قاره ها
- 2- انطباق کمر بندهای کوهزایی قاره ها
- 3- شواهد دیرین شناسی، جغرافیایی و اقلیمی گذشته
- 4- شواهد به دست آمده از بستر اقیانوسها
- 5- دیرینه مغناطیسی



# انطباق حاشیه قاره ها



❖ دو ساحل شرقی و غربی اقیانوس اطلس در نیمکره جنوبی

❖ جفت شدگی دو قاره آمریکای جنوبی و آفریقا

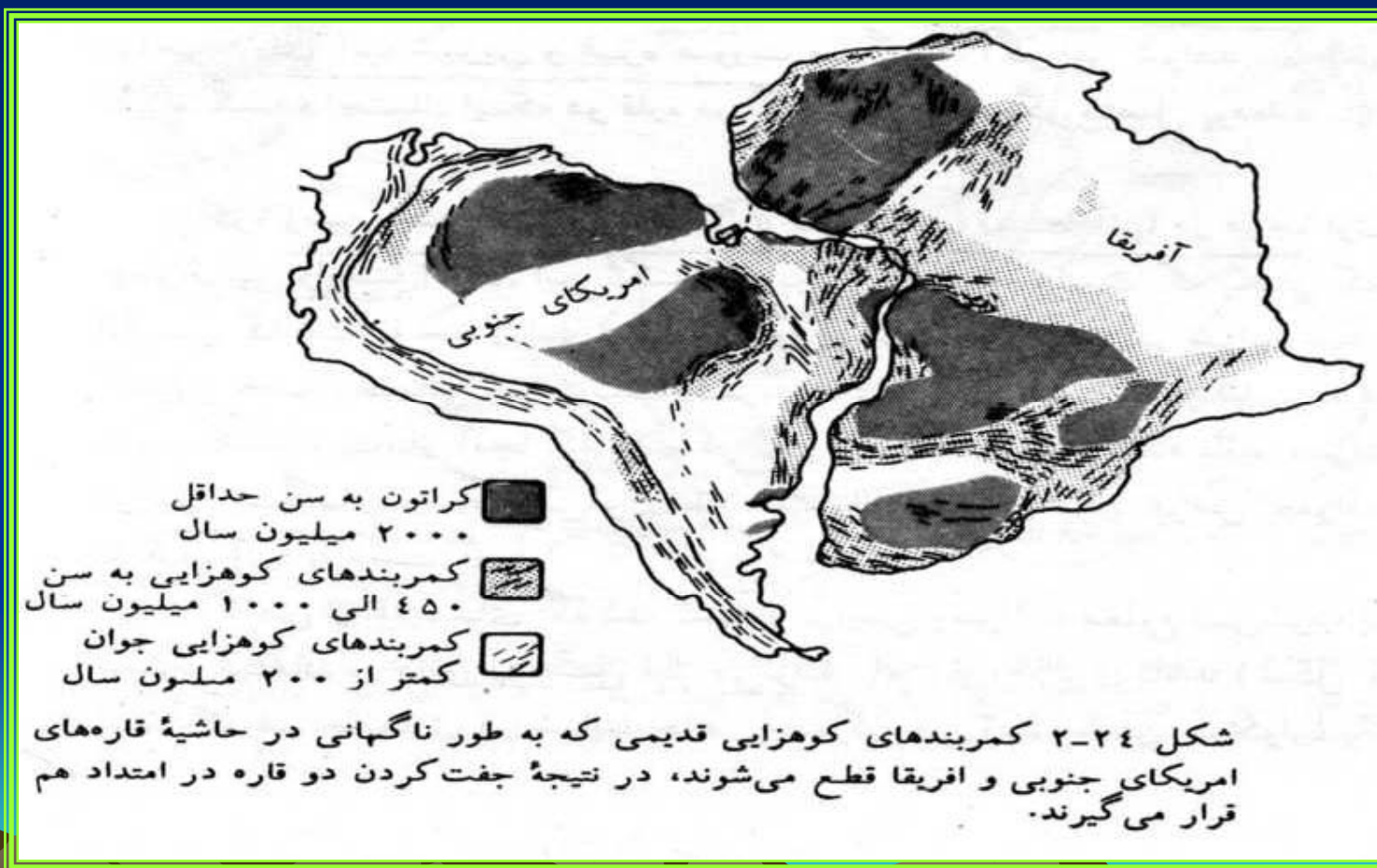
**سواحل**، حاشیه های موقتی و تغییر پذیر قاره ها هستند که حاشیه حقیقی قاره ها در زیر دریا و در سرایشب قاره دارد.

# انطباق کمربندهای کوهزایی قاره ها

❖ کمر بند کوهزایی جوان اغلب به موازات حاشیه قاره ها قرار دارد.

❖ در طرفین اقیانوس اطلس (قاره آمریکا و آفریقا) تعدادی کمر بند کوهزایی قدیمی وجود دارد (که در حاشیه قاره ها قطع شده و در کف اقیانوسها ادامه ندارد).

❖ وقتی دو قاره در کنار هم قرار گیرد، کمربندهای هم سن در امتداد هم قرار گرفته و بیانگر اتصال قبلی این دو قاره است.

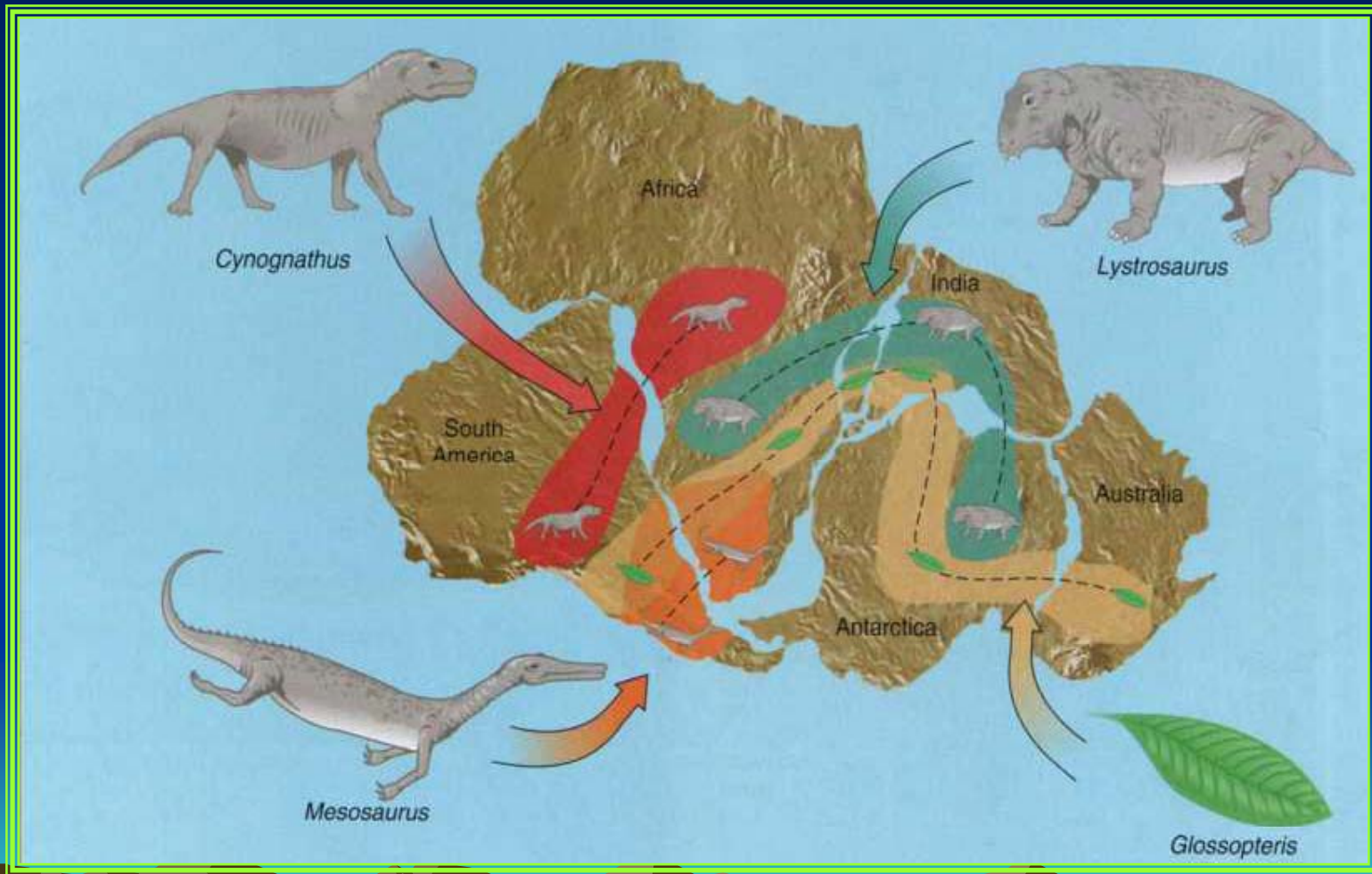


# شواهد دیرین شناسی و...

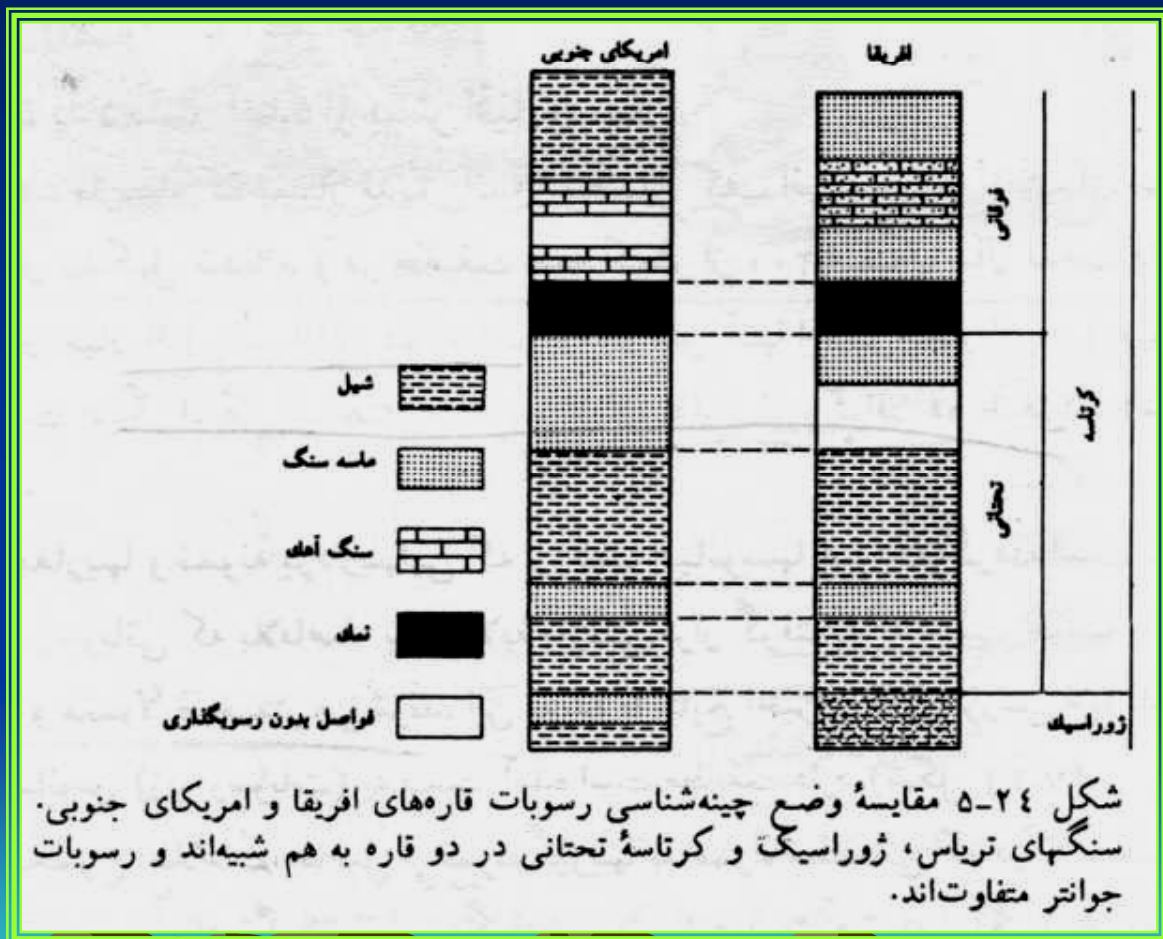
❖ در صورتی که شواهد اقلیمی مشابه بین دو قاره آمریکا جنوبی و افریقا در زمانهای گذشته وجود داشته باشد در نتیجه می توان پی به جغرافیای دیرین مشابه و در نهایت می توان شواهد دیرین مشابهی را به دست آورد.



❖ آگاهی از اقلیم گذشته از روی نوع رسوبات تشکیل شده و نحوه پخش گیاهان و جانوران فسیل به دست می آید.



❖ روی رسوبات یخچالی پرموکربونifer در آمریکا و  
 آفریقا، رسوبات بیابانی تریاس ته نشین شده اند.



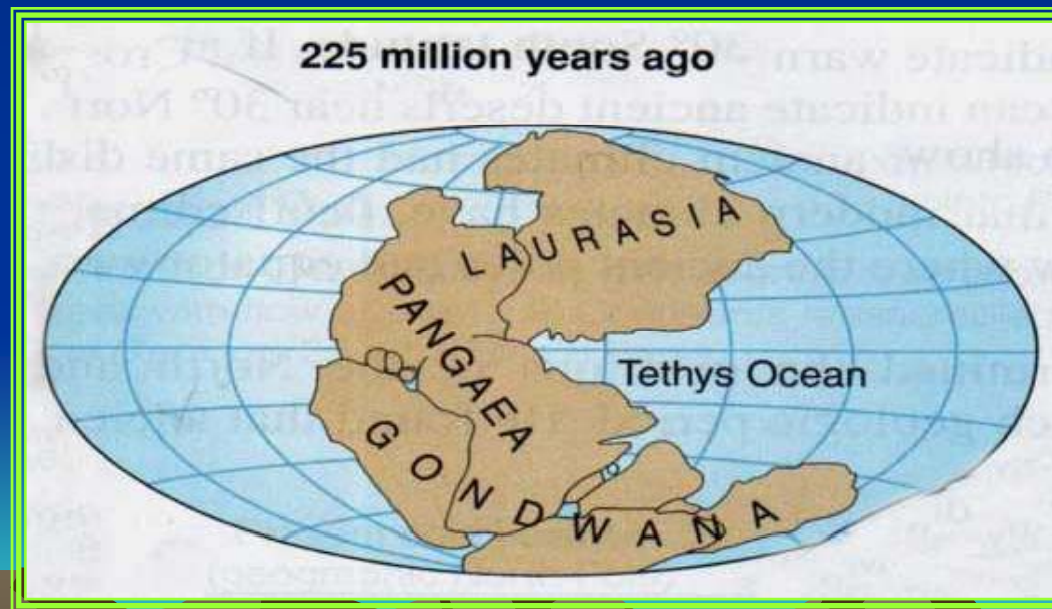
❖ حوضه های  
 رسوبی دوره  
 تریاس و  
 ژوراسیک  
 امریکا و آفریقا  
 و همچنین گچ و  
 نمک در کرتاسه  
 تحتانی مشابهند.

## پانگه آ:

خشکی واحدی که در اوایل مزوزوئیک وجود داشته است.

## پانتالاسا:

در زمان مزوزوئیک بقیه سطح زمین را اقیانوس بزرگی به نام پانتالاسا (تتیس) پوشانده بود.



# در کمتر از 200 میلیون سال پیش پانگه آ به دو قسمت تقسیم شده:



**الف) نیمه شمالی (لورازیا)**  
شامل اروپا، آسیا و  
آمریکای شمالی

**ب) نیمه جنوبی (گندوانا)**  
شامل قاره جنوبگان، هند،  
استرالیا، آفریقا، آمریکای  
جنوبی، عربستان و قسمتی  
از جنوب ایران



# شواهد به دست آمده از بستر

## اقیانوسها

❖ پوسته اقیانوسی در زمانهای نسبتاً جدید زمین شناسی تشکیل و همچنان در حال تشکیل است.

❖ مواد مذاب درونی در امتداد شکافهای موجود در محور پشته اقیانوسی خارج می شوند و پوسته اقیانوسی جدیدی را می سازند و در نتیجه قاره های موجود در طرفین آنها هرچه بیشتر از یکدیگر دور می شوند.

❖ برای مثال گسترش کف اقیانوس اطلس و دور شدن دو قاره آمریکا و آفریقا از یکدیگر

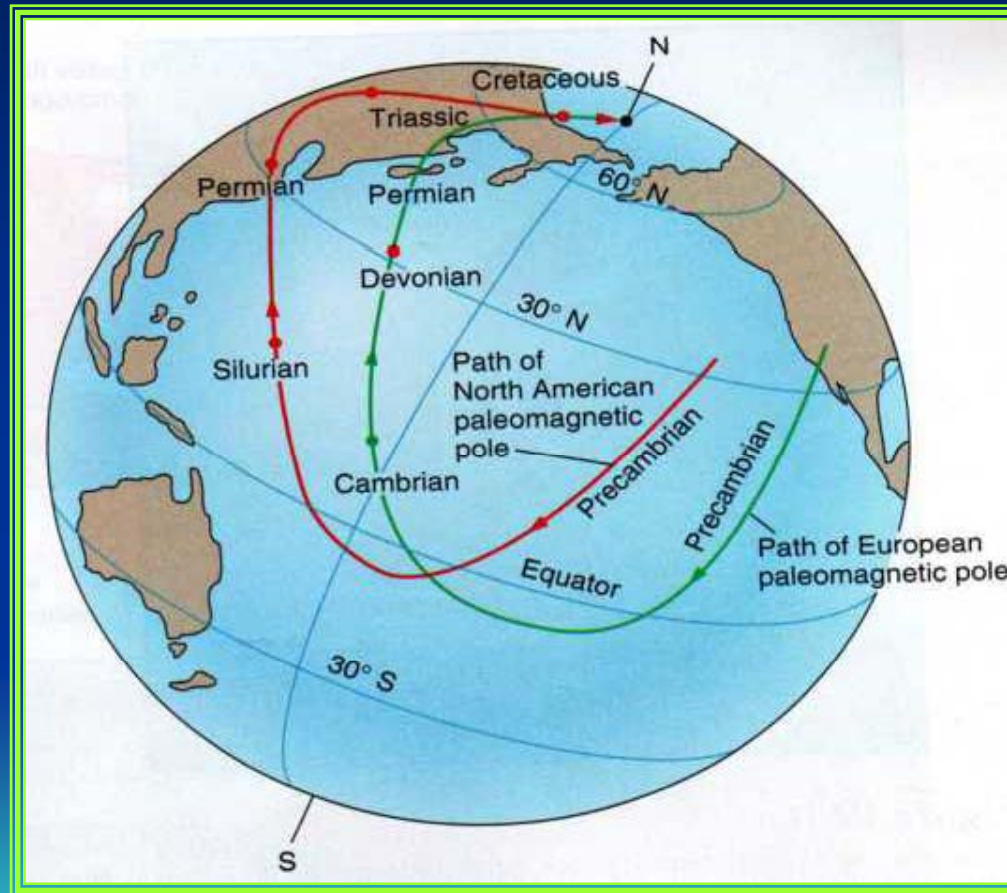
# دیرینه مغناطیسی

وضعیت مغناطیسی ایام گذشته در سنگها به صورت سرگردانی قطبی و منحنی سرگردانی قطبی در تأیید نظریه جابجایی قاره ای به کار می رود.

## سرگردانی قطبی:

محل قطبهای مغناطیسی زمین در گذشته با محل امروزی آنها متفاوت بوده که احتمالاً ناشی از حرکت قاره ها می باشد.

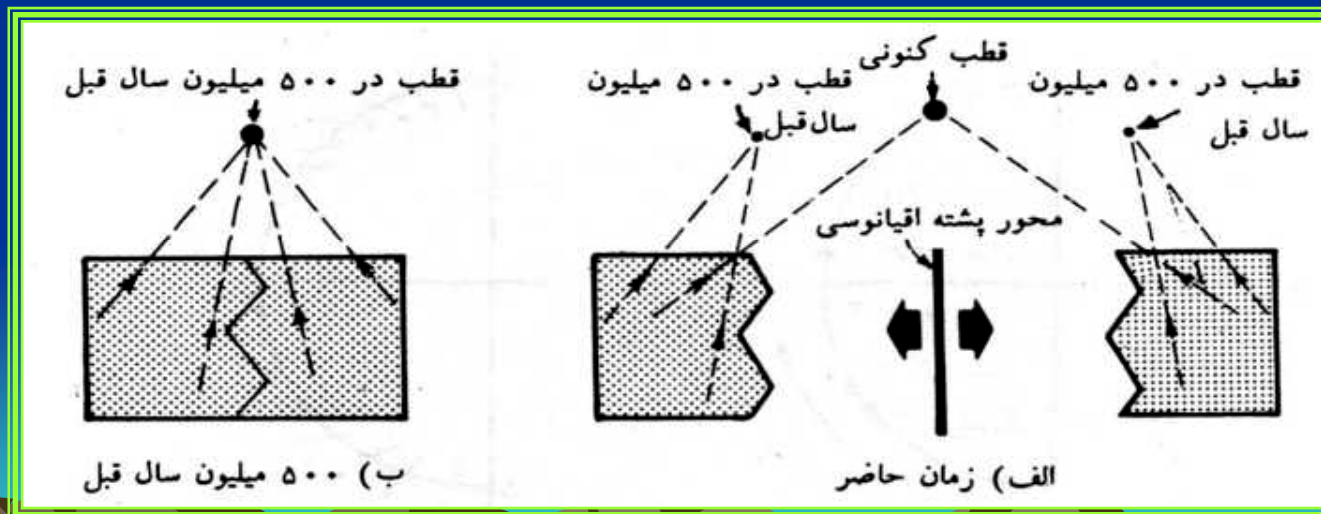
تعیین محل قطب مغناطیسی گذشته را می توان با تعیین سن سنگ و جهت مغناطیس پس مانده به دست آورد.



سرگردانی  
قطبی قاره  
امریکا - اروپا

## برای مثال:

حدود 500 میلیون سال پیش قطب شمال مغناطیسی در قاره آمریکا در غرب اقیانوس آرام به دست آمده و در قاره اروپا و آسیا در میانه اقیانوس آرام قرار داشته با توجه به اینکه در آن واحد دو قطب مغناطیسی نداریم در نتیجه بایستی که قاره آمریکا با حاشیه قاره های اروپا و آفریقا منطبق شود تا یک قطب داشته باشیم.





# استفاده از میل و انحراف مغناطیسی

❖ در طول زمان میل و انحراف مغناطیسی قاره ها ثابت نیست.

❖ می توان عرض جغرافیایی محل تشکیل یک نمونه در زمانهای گذشته را از روی میل مغناطیسی تعیین کرد.

❖ بررسی سنگهای گذشته پوخته قاره ای هندوستان نشان می دهد که میل مغناطیسی کم، صفر و بار دیگر زیاد شده است.

**این پدیده به سه صورت امکان پذیر است :**

- الف) قطب مغناطیسی ثابت و قاره حرکت کرده است.
- ب) قاره در جای خود ثابت ولی قطب جا بجا شده است.
- ج) هم قاره و هم قطب جا بجا شده اند.

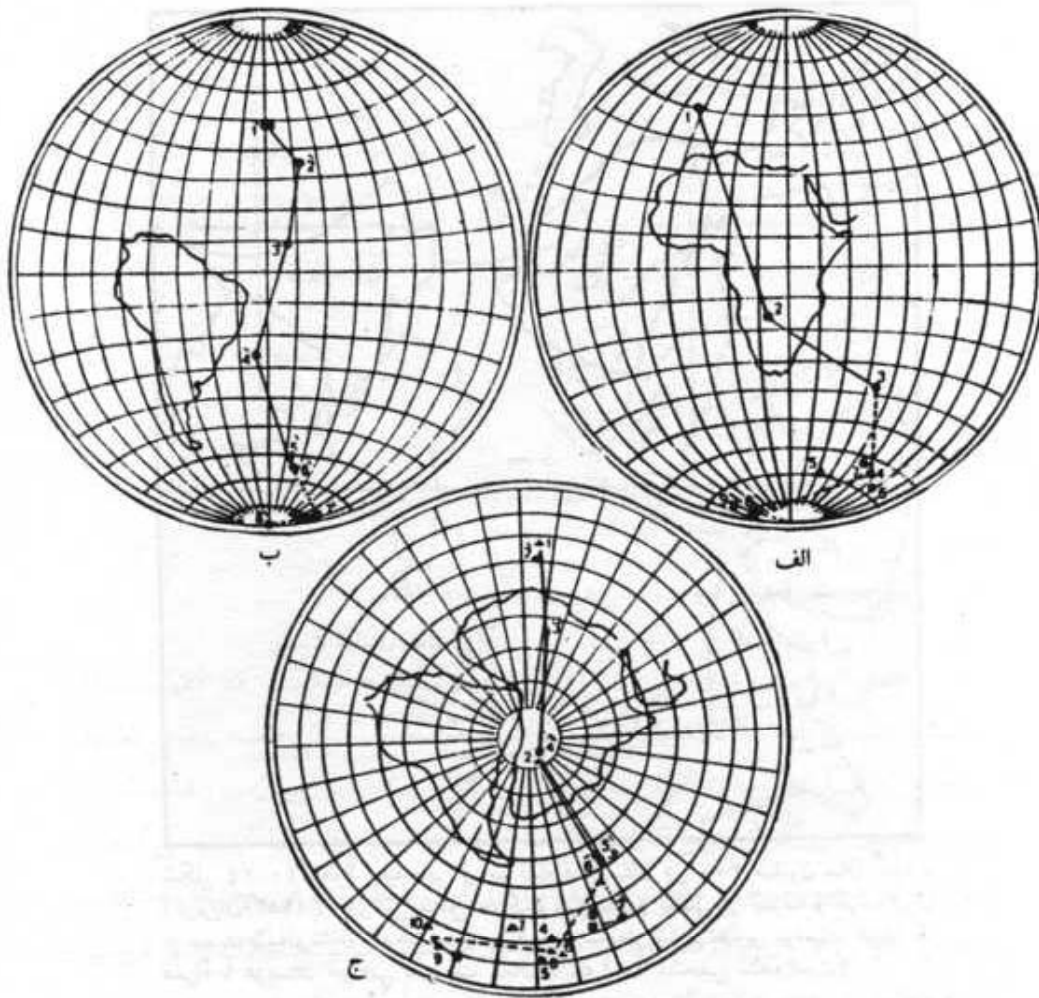
با توجه به **مدل دیناموی مغناطیسی زمین** که قطبها همواره وضعیت مشابه وضعیت کنونی داشته در نتیجه حالت‌های ب و ج امکان پذیر نیست و حالت الف یا **حرکت قاره ها** محتمل تر است.

# منحنی سرگردان قطبی

وضعیت قطب مغناطیسی در زمانهای گذشته را برای هر قاره رسم و به این ترتیب مسیر حرکت قطب نسبت به قاره به دست می آید که در عمل، این قاره حرکت کرده نه قطب مغناطیسی

## برای مثال:

منحنی سرگردان قطبی قاره آمریکا و آفریقا تا کرتاسه مشابه و بر یکدیگر منطبق و بعد از کرتاسه غیر مشابه بوده و منطبق نمی شود بنابراین این دو قاره بعد از کرتاسه از یکدیگر جدا شدند.



شکل ۱۱-۲۴ منحنیهای سرگردانی قطبی (قطب جنوب) آفریقا (الف) و آمریکای جنوبی (ب). با انطباق دو منحنی بر روی هم (ج) می توان مدت زمان حرکت مشترک دو قاره و زمان جدا شدن آنها را از یکدیگر (عدم انطباق منحنیها) تشخیص داد.



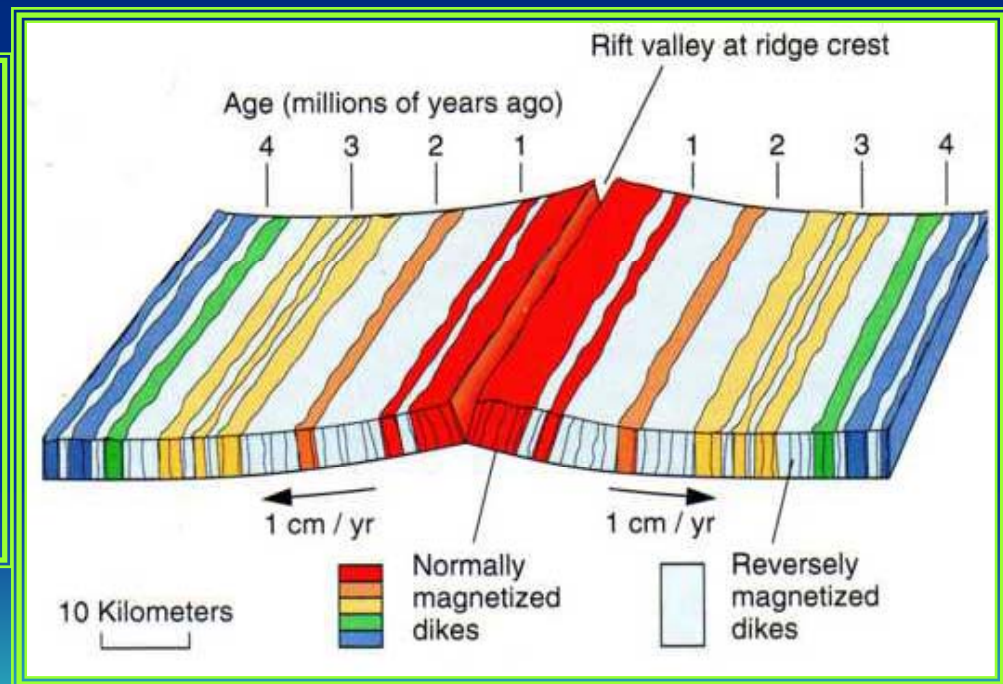
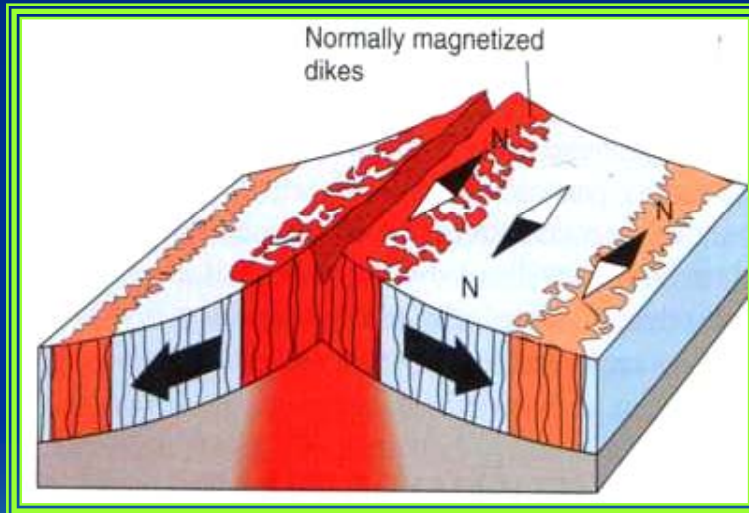
# واژگونی میدان مغناطیسی

شدت میدان مغناطیسی در یک نقطه برابر است با برآیند مغناطیسی کنونی زمین و مغناطیسی پس مانده در سنگها است و به دو صورت زیر می باشد:

**الف) مثبت:** میدان مغناطیسی پس مانده بر مغناطیسی کنونی افزوده شود.

**ب) منفی:** مغناطیسی پس مانده بر خلاف مغناطیسی کنونی زمین عمل کرده و حالت واژگونی دارد.

از روی مقیاس می توان تعیین کرد که در چه فاصله زمانی میدان مغناطیسی زمین عادی و معکوس بوده و برای تعیین سن کف اقیانوس استفاده کرد و همچنین سرعت گسترش را به دست آورد.



# مبانی نظریه زمین ساخت ورقی

- 1- سطح زمین از تعدادی ورقه مجزا به نام ورقه های سنگ کره درست شده است.
- 2- ورقه ها با توجه به موقعیت جغرافیایی نام گذاری می شود.
- 3- هر ورقه بطور متوسط 150 کیلومتر ضخامت و متشکل از پوسته و گوشته فوقانی است.
- 4- زیر ورقه های سنگ کره، لایه سست کره وجود دارد که امکان جابجایی آنها را فراهم می کند.

5- ورقه ها نسبت به هم حرکت کرده و در حاشیه ورقه ها مناطقی با فعالیت‌های شدید زمین ساختی، آذرین و دگرگونی را به وجود می آورد.

6- حرکت ورقه ها:

✓ از هم دور شده و تشکیل پوسته جدیدی (حاشیه واگرا- سازنده)

✓ به هم نزدیک شده و تشکیل فرایند فرورانش و از بین رفتن پوسته (حاشیه همگرا- مخرب)

✓ دو ورقه در کنار هم می لغزند (خنثی)



7- در نتیجه فرایند زمین ساخت ورقی هیچ شکل جغرافیایی ثابت و دائمی در زمین وجود ندارد.

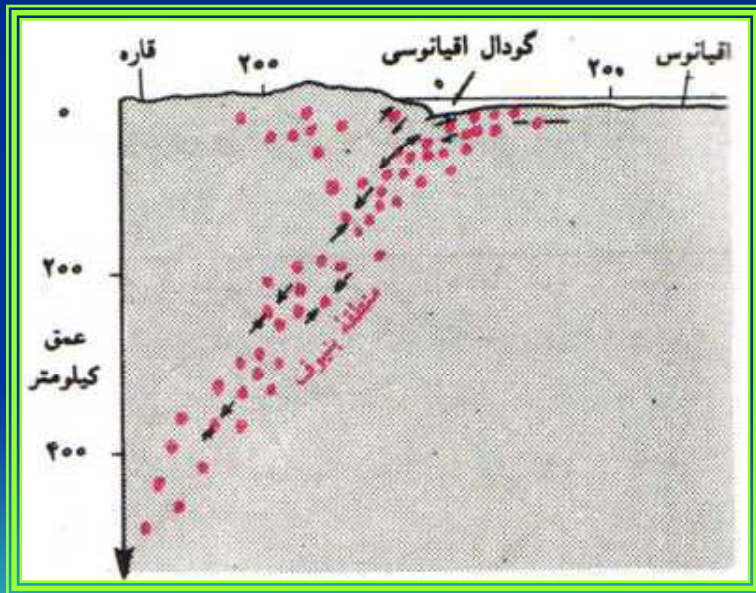
8- اندازه و شکل اقیانوسها بر اثر تغییر سرعت گسترش یا فرورانش تغییر می کند.

9- در هر زمان ممکن است پشته های اقیانوسی یا مناطق فرورانش جدیدی تشکیل شود.

10- اغلب کوههای جهان در حاشیه های واگرا یا همگرا ایجاد شده اند.

11- کوههای چین خورده قدیمی که اکنون در داخل ورقه ها قرار دارند بر اثر فرورانش پوسته اقیانوسی و نهایتاً برخورد دو قاره ایجاد شده اند.

12- برخی از کوهها نیز ممکن است در نقاطی نزدیک به مرکز ورقه ها ایجاد شوند.



### منطقه بنیوف:

سطح موری است که کانونهای زمین لرزه روی سطوح آن قرار گرفته و دارای شیبی حدود 45 درجه به سمت خشکی است.

# حاشیه ورقه های سنگ کره

خنثی

همگرا

واگرا



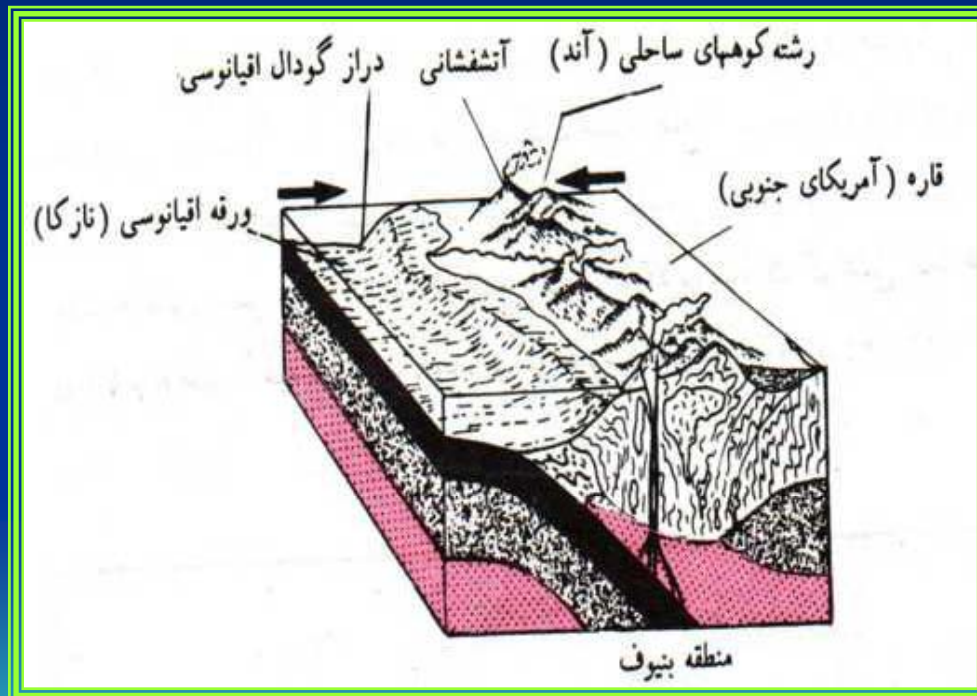


# حاشیه همگرا

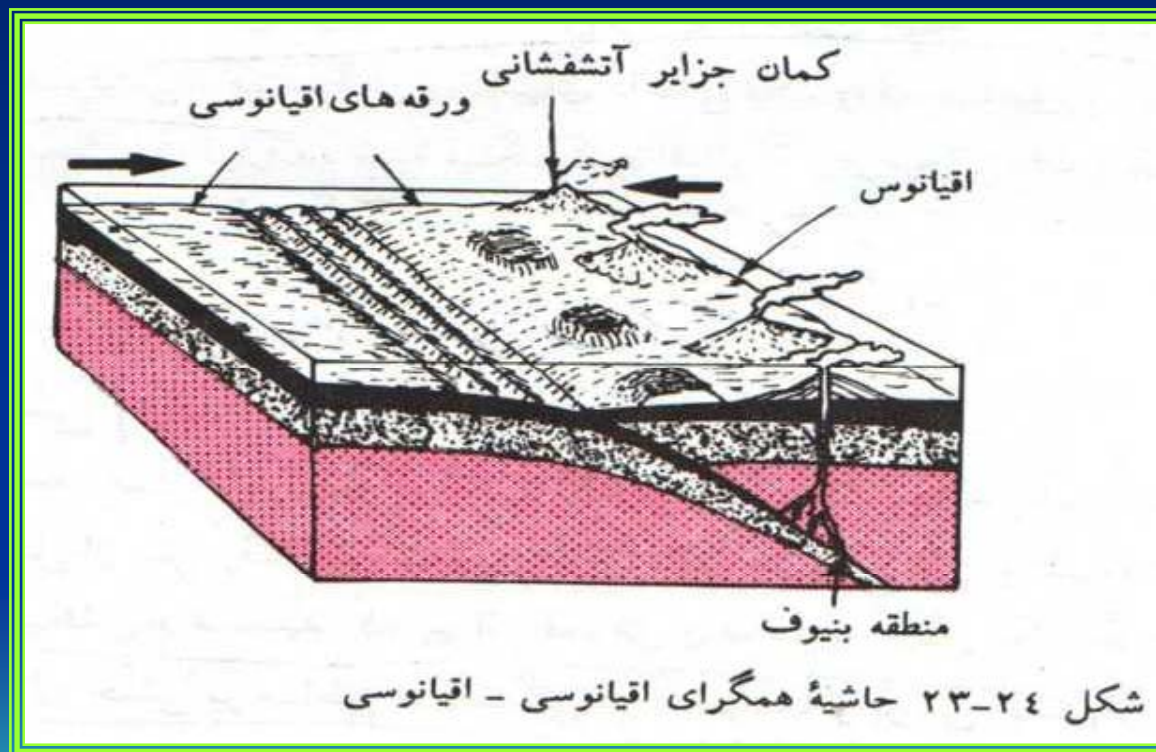
❖ سنگ کره تحت فشار و ورقه ها به هم نزدیک و از بین می روند (حاشیه مخرب)

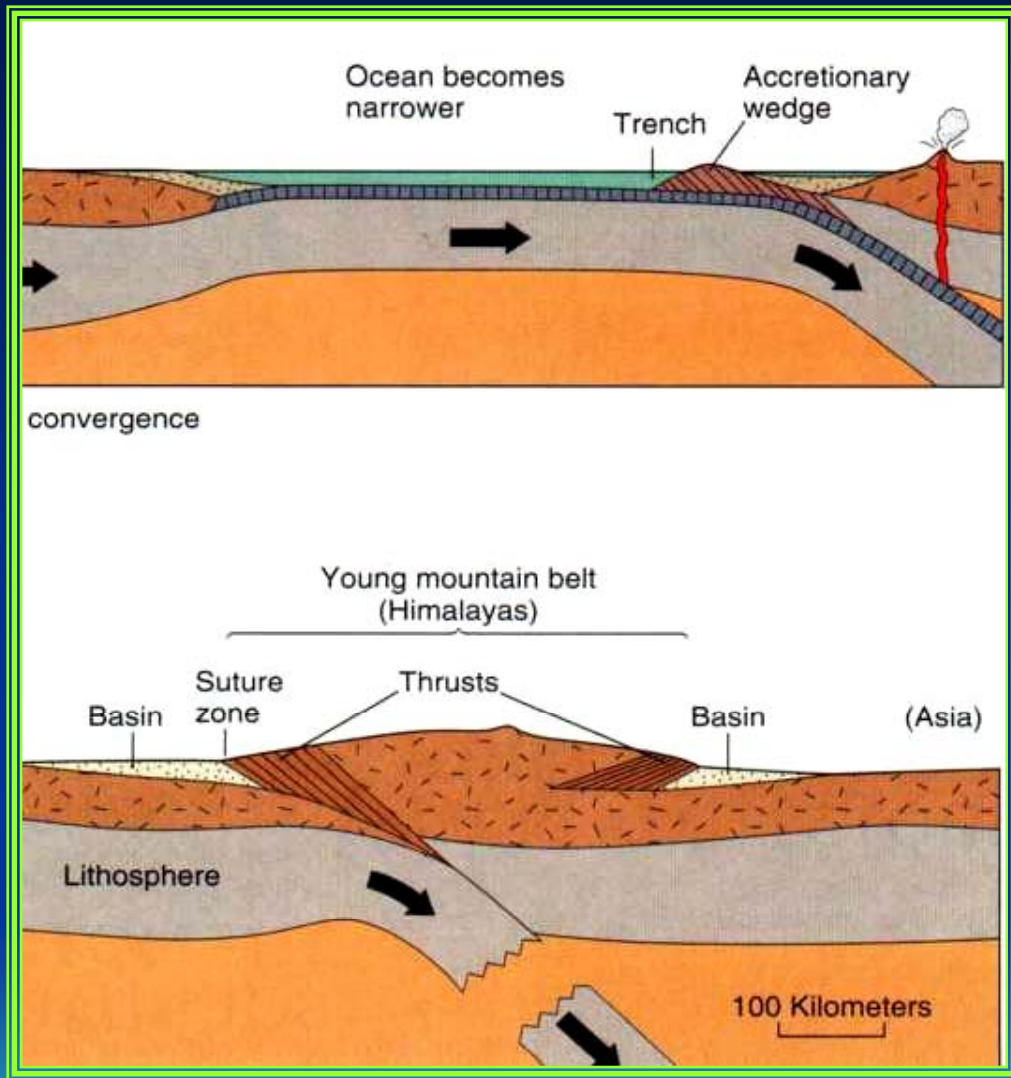
❖ انواع حاشیه همگرا:

**الف) اقیانوسی-قاره ای:**  
ورقه اقیانوسی به علت چگالی بیشتر به زیر ورقه قاره ای خم و به تدریج در گوشته هضم می شود  
برای مثال برخورد ورقه نازکا و آمریکای جنوبی (فرایند فرورانش)



**ب) اقیانوسی - اقیانوسی:** در نتیجه کمانهای جزیره ای ایجاد مانند کمان جزیره ای فیلیپین که در نتیجه برخورد ورقه های فیلیپین و آرام است.

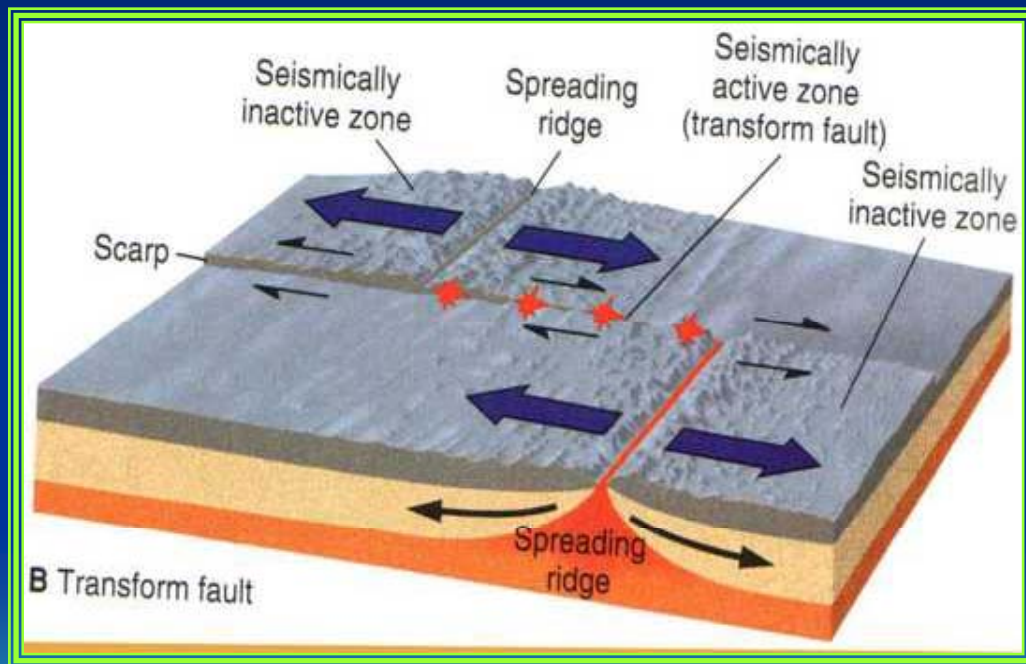




**ج) قاره ای - قاره ای:**  
 با از بین رفتن پوسته اقیانوسی مابین پوسته قاره ای این دو برخورد کرده و رسوبات فشرده، چین خورده و بالا می آیند و تشکیل کوههای مرتفعی مانند هیمالیا را می دهند (فرارانش)

# حاشیه خنثی

❖ این حاشیه همان گسل‌های دگر شکلی است که بر اثر لغزش ورقه‌ها در کنار یکدیگر ایجاد می‌شوند.



حاشیه خنثی بر مناطق شکستگی و برخی گسل‌های امتداد لغز بزرگ در قاره‌ها منطبق است گسل سن آندریاس مابین ورقه آرام و آمریکا قرار دارد.

# حاشیه قاره

## الف) فعال:

نقاطی که حاشیه ورقه ها و سواحل بر هم منطبق اند و خشکی های مجاور اقیانوس از نظر تکتونیکی فعال خواهند بود. (سواحل غربی امریکای شمالی)

## ب) غیر فعال:

در نقاطی که ساحل دور از حاشیه ورقه ها قرار گرفته است خشکی های نزدیک ساحل از نظر تکتونیکی فعالیت چندانی نخواهند داشت. (سواحل شرقی امریکای شمالی)



# علت حرکت ورقه ها

❖ ساده ترین مدلی که پیشنهاد شده، زمین را به ظرف آب گرمی که در حال سرد شدن است و در آن جریان همرفتی ایجاد می شود تشبیه می کند. در این حالت آب گرم از وسط ظرف بالا و در سطح ظرف پخش و در نتیجه خنک و سنگین شده و از کناره ها به سمت پایین می رود.

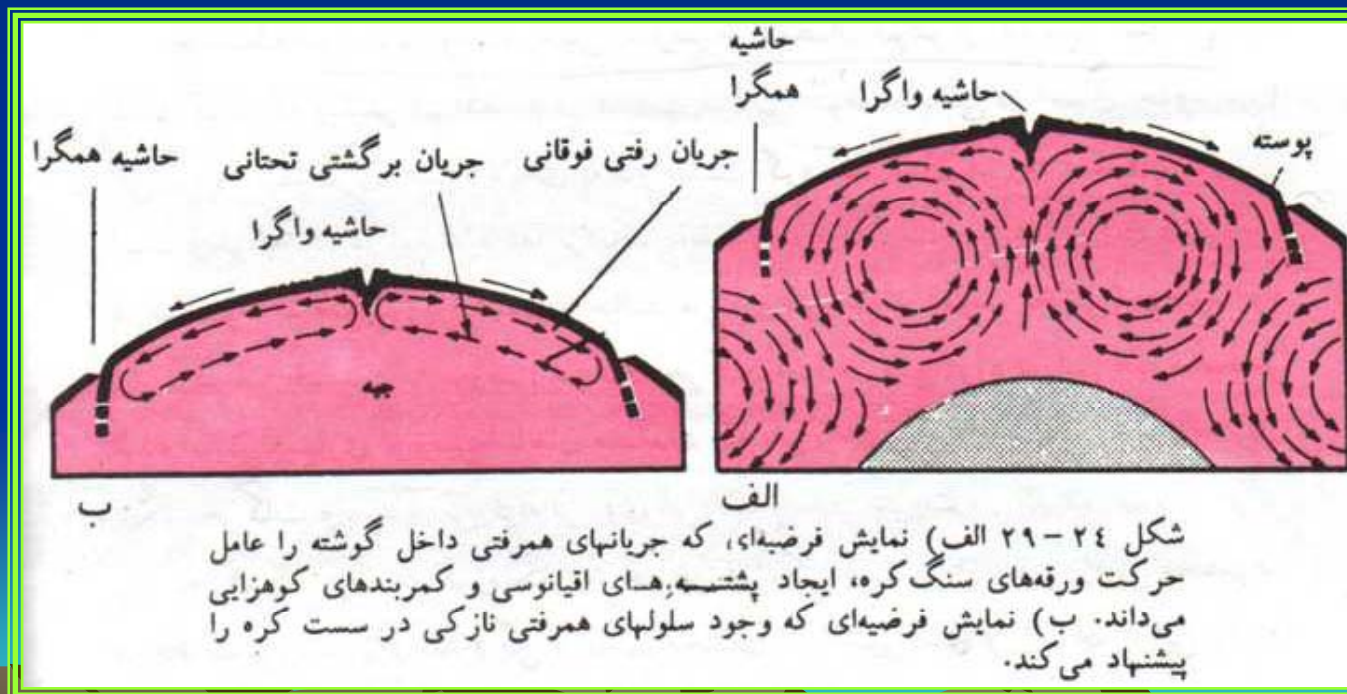
زمین در مقایسه با ظرف گرم از گوشته در زیر  
پشته های اقیانوسی (بخش گرم) بالا آمده و در  
زیر حاشیه های همگرای ورقه ها (بخش سرد)  
پایین می رود.

این مدل در قسمتی از گوشته که در زیر سست  
کره واقع شده است، امکان پذیر نیست.

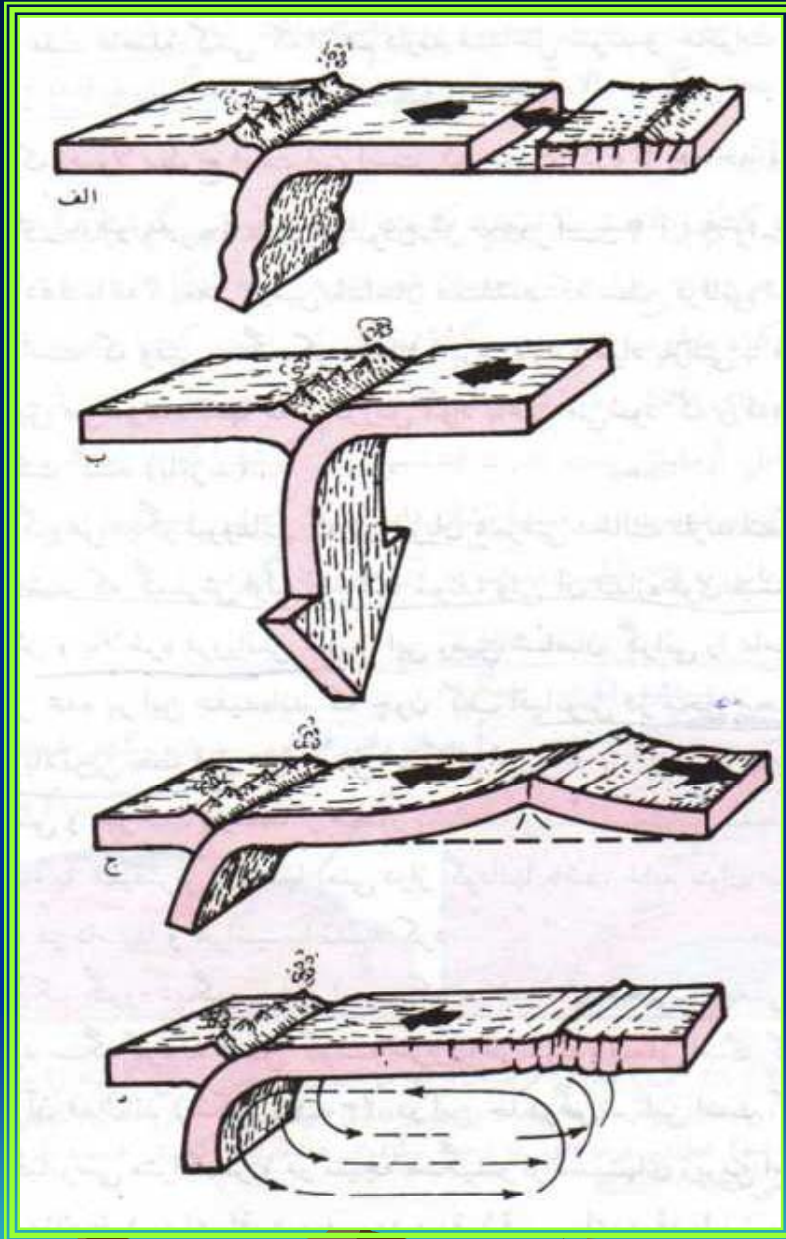
❖ در مدل دیگر وجود جریان همرفتی در داخل لایه نازک سست کره فرض شده که جریان همرفتی با حجرات نازک و کشیده ای روبرو هستیم که جریانهای بالا رونده آن در زیر محور اقیانوسی واقع شده است.

به علت ضخامت کم و جریان رفت، برگشتی همرفت متداخل شده و حجرات کوچکتری تشکیل می شود (اسلاید بعدی).

گروه دیگری از زمین شناسان معتقدند که نیروی **جریان همرفتی** به اندازه ای قوی است که باعث گسترش اولیه ولی به ادامه گسترش و بالاخره فرورانش منجر نمی شود. این زمین شناسان گرانی را عامل جابجایی می دانند.



# چهار مکانیسم اصلی در حرکت ورقه ها



✓ (الف) فشار از سمت پشته ها

✓ (ب) کشش ناشی از حرکت به سمت پایین ورقه سردتر در منطقه فرورانش

✓ (ج) لغزش ناشی از گرانی در دامنه های پشته های اقیانوسی که ارتفاع بیشتری نسبت به دیگر بخشهای اقیانوس دارد.

✓ (د) جریان همرفتی در زیر ورقه ها



## نتیجه:

ظاهرا هر دو مدلی که در مورد رانندگی به علت کشش یا فشرده شدن ارائه شده تا حدی معتبر است و حرکت ورقه ها بر اثر عملکرد همزمان **دما و گرانی** ایجاد شده و بطور همزمان **کشیده و فشرده** می شود.

پایان

پایان

پایان

[www.salampnu.com](http://www.salampnu.com)

## سایت مرجع دانشجوی پیام نور

- ✓ نمونه سوالات پیام نور : بیش از ۱۱۰ هزار نمونه سوال همراه با پاسخنامه
- تستی و تشریحی
- ✓ کتاب ، جزوه و خلاصه دروس
- ✓ برنامه امتحانات
- ✓ منابع و لیست دروس هر ترم
- ✓ دانلود کاملاً رایگان بیش از ۱۴۰ هزار فایل مختص دانشجویان پیام نور

[www.salampnu.com](http://www.salampnu.com)