

# زمین ساخت ورقه‌ای

بسم الله الرحمن الرحيم

فصل ۶

علوم نهم

تهیه و تنظیم و مدرس: ملکی توانا

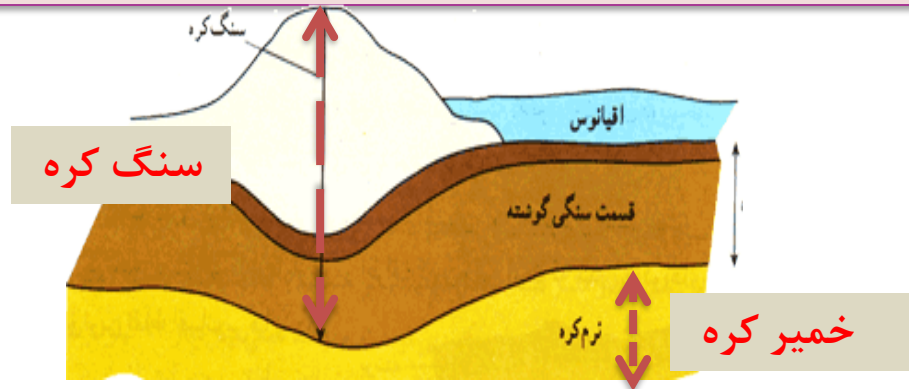
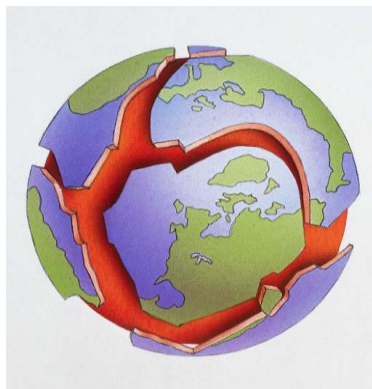


## آموختیم که

شما در پایه ششم فراگرفتید که **سنگ کره** زمین تکه تکه است و صفحات آن بر روی بخش خمیری و نیمه مذابی به نام **نرم کره** یا **خمیر کره** حرکت می کنند.

همچنین آموختید که حرکات صفحات سنگ کره در اثر نیروهای درونی زمین است و باعث پدید آمدن **زلزله**، **آتشفشان**، **کوه** و ... می شود.

**سنگ کره** مجموعه پوسته و بخش **سنگی بالای گوشته زمین** را شامل می شود.



در هنگام عبور از نواحی کوهستانی البرز و زاگرس با چه پدیده های زمین شناسی مواجه می شوید ؟ **پدیده های مختلفی مانند چین خوردگی های کوچک و بزرگ، شکستگی ها و ...**  
به نظر شما رشته کوهها چگونه به وجود آمده اند؟  
قبل از تشکیل رشته کوهها سرزمین ایران چه شکلی بوده است ؟  
علت پیدایش چین خوردگی ها و شکستگی ها چیست؟

## قاره های متحرک

بر اساس مطالعات انجام شده، زمین شناسان معتقدند که حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش سطح زمین از یک خشکی واحد و بزرگی به نام **پانگه آ** (به معنی همه ی خشکی ها) و یک اقیانوس بزرگ به نام **پانتالاسا** (به معنی همه ی آب ها) تشکیل شده بود.

میلیونها سال بعد، این خشکی بزرگ به دو خشکی کوچکتر تقسیم شد به نام های **لورازیا** و **گندوانا** که بین آنها را **دریای تتیس** پر کرده بود  
**دریاچه خزر** در شمال کشورمان، باقیمانده **دریای تتیس** است



شکل ۲ - موقعیت خشکی های لورازیا و گندوانا و دریای تتیس



شکل ۱ - تصویر خشکی پانگه آ و اقیانوس پانتالاسا

لورازیا و گندوانا خود به تدریج به قطعات کوچکتری تقسیم شده و قاره های امروزی را پدید آوردند که به علت لغزش بر روی خمیره کره در طی میلیون ها سال در نهایت موقعیت امروزی را پیدا کردند.



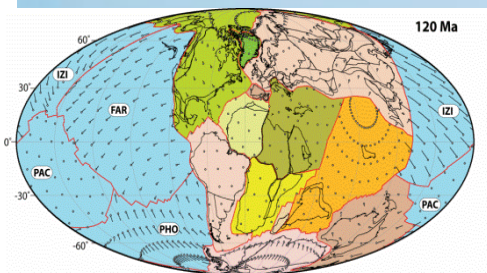


شکل ۲ - موقعیت خنکی‌های لورازیا و گندوانا و دریای تنیس



شکل ۱ - تصویر خنکی بانگه آ و اقیانوس پانتالاسا

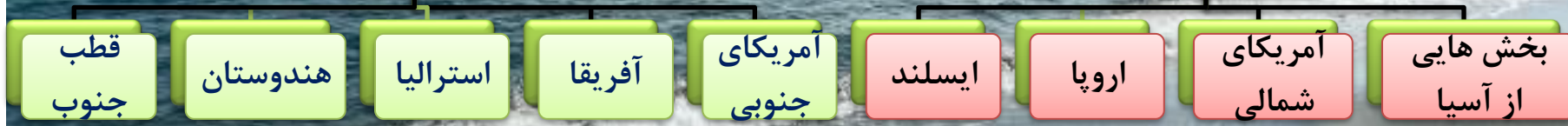
خود را بیازمایید ص ۶۵  
هریک از قاره‌های لورازیا و گندوانا شامل کدام سرزمین‌های امروزی بوده‌اند؟



پانگه آ

گندوانا

لورازیا



باگذشت زمان **لورازیا** و **گندوانا**، به قطعات کوچکتر تبدیل شده و پس از جابه جایی، قاره های امروزی را به وجود آورده اند



شکل ۳ — موقعیت قاره ها از ۸۰ میلیون سال قبل تاکنون

- ۱- نقشه قاره های جهان را بر روی یونولیت یا مقوا رسم کنید.
- ۲- شکل هندسی قاره ها را برش بزنید.
- ۳- قاره ها را مانند جورچین در کنار هم قرار دهید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
الف) آیا خشکی بزرگ اولیه را ایجاد کرده اید؟ **بله**  
ب) حاشیه کدام قاره ها بهتر بر هم منطبق می شوند؟ **شرق آمریکای جنوبی با غرب آفریقا**  
پ) چرا حاشیه برخی قاره ها به خوبی بر هم منطبق نمی شوند؟ **زیرا حاشیه آنها در اثر عواملی چون فرسایش و رسوبگذاری طی هزاران سال تغییر یا از بین رفته است**

آیا میدانید

اولین بار بیش از یک قرن پیش، دانشمندی آلمانی به نام آلفرد وگنر با مطالعه و مشاهده پدیده های سطح زمین، پی برد که قاره ها نسبت به هم جابه جا شده اند. در آن زمان برخی افراد، یافته های وگنر را پذیرفتند و به فکر اثبات آن بودند و در مقابل، گروهی از افراد هم درصدد رد ادعای او بودند. آنها علت حرکت ورقه ها را از وگنر می پرسیدند. از آنجا که هنوز نظریه زمین ساخت ورقه ای مطرح نشده بود و علت حرکت ورقه ها معلوم نبود، وگنر در پاسخ به این سؤال، **جزر و مد** یا **چرخش زمین** را مطرح می کرد که قابل قبول واقع نمی شد. بالاخره در سال ۱۹۳۰ میلادی، وگنر فوت کرد و ۳۸ سال بعد؛ یعنی در سال ۱۹۶۸ میلادی **نظریه زمین ساخت ورقه ای** اثبات شد و یافته های وگنر مورد پذیرش زمین شناسان جهان واقع شد





موافقان و گنر با استفاده از شواهدی اثبات کردند که قاره ها در گذشته به هم متصل بوده و سپس نسبت به هم **جابه جا** شده اند

## شواهد جا به جایی قاره ها



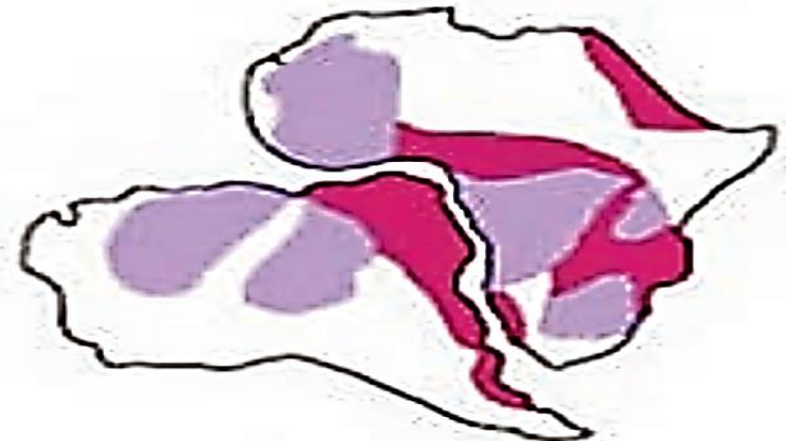
(ب) انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با حاشیه غربی آفریقا



الف) تشابه فسیل جانداران در قاره های مختلف



(ت) وجود آثار یخچال های قدیمی در قاره های مختلف



(پ) تشابه سنگ شناسی در قاره های آفریقا و آمریکای جنوبی

شکل ۴- شواهد جابه جایی قاره ها

## زمین ساخت ورقه ای

سست کره بخشی از گوشته است که حالت خمیری و نیمه مذاب دارد و سنگ کره بر روی آن واقع شده است.

براساس **نظریه زمین ساخت ورقه ای (صفحه ای)** سنگ کره از تعدادی ورقه کوچک و بزرگ مجزا از هم تشکیل شده است این ورقه ها نسبت به هم حرکت دارند. گاهی به هم نزدیک می شوند، در جاهایی از هم دور می شوند و در بعضی جاها کنار هم می لغزند

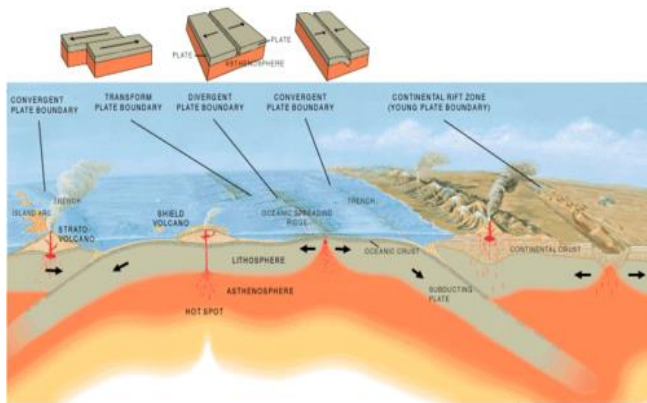
سنگ کره از مجموعه ۲۰ ورقه ساخته شده است، که ۷ ورقه ی آن **بزرگ** و بقیه **کوچکند**. این ورقه ها بر روی **خمیر کره** حرکت می کند.

**آیا می دانید بزرگ ترین ورقه سنگ کره چه نام دارد؟ ورقه ی اقیانوس آرام است** که کاملاً توسط آب پوشیده شده است.



شکل ۵- ورقه های سنگ کره





دور شونده ( حرکت واگرا)

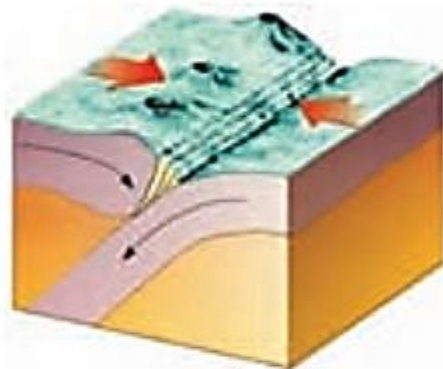
نزدیک شونده ( حرکت همگرا).

(امتداد لغز).

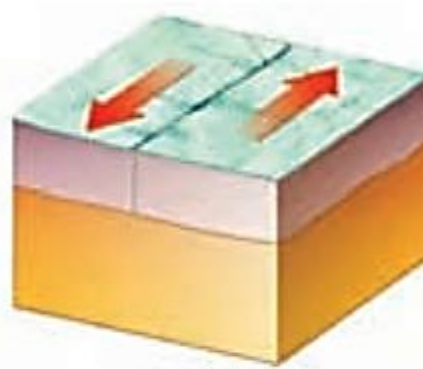
انواع حرکات ورقه  
های سنگ کره

نکته

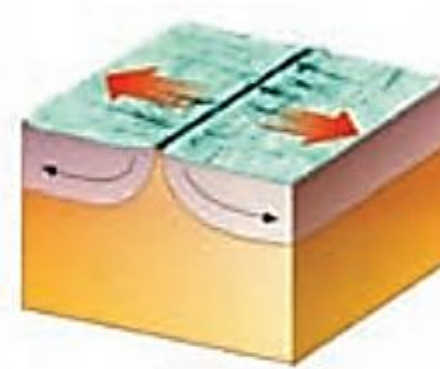
حرکت ورقه ها باعث شکستن قطعات سنگ ها و آزاد شدن انرژی درونی زمین و ایجاد تعادل در سطح زمین می شود.



ب) نزدیک شونده

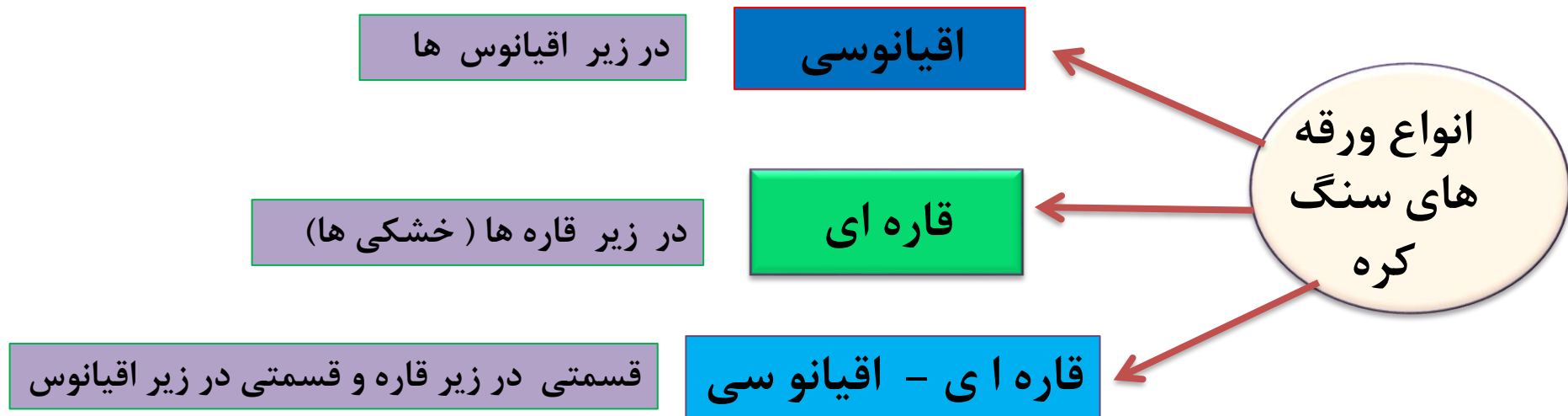


ب) امتداد لغز



الف) دور شونده

شکل ۶- انواع حرکت ورقه های سنگ کره



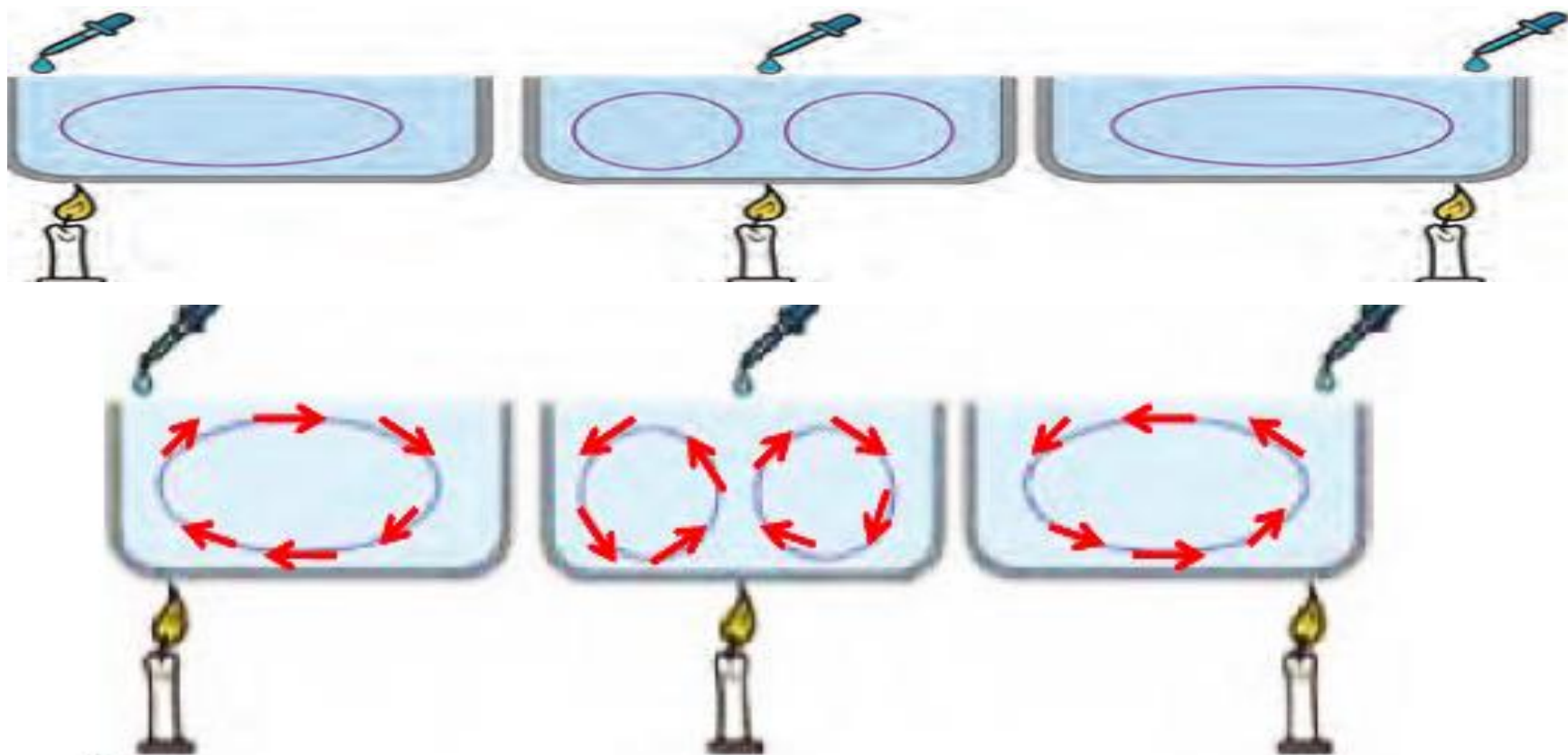
### مقایسه ویژگی های دو ورقه ی اقیانوسی و قاره ای

ویژگی	مقایسه دو ورقه
چگالی	ورقه اقیانوسی < ورقه ی قاره ای
ضخامت	ورقه ی اقیانوسی > ورقه ی قاره ای
سن	ورقه ی اقیانوسی > ورقه ی قاره ای

**تذکر مهم** ورقه اقیانوسی چگالی بیشتری و ضخامت کمتری نسبت به ورقه قاره ای دارد به همین دلیل در هنگام برخورد آنها با یکدیگر، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو رانده میشود.

در علوم هفتم با مسیر حرکت جریان های همرفتی در مایعات آشنا شدید با توجه به آن مسیر حرکت جوهر پخش شده در هریک از ظرف های روبه رو را رسم کنید

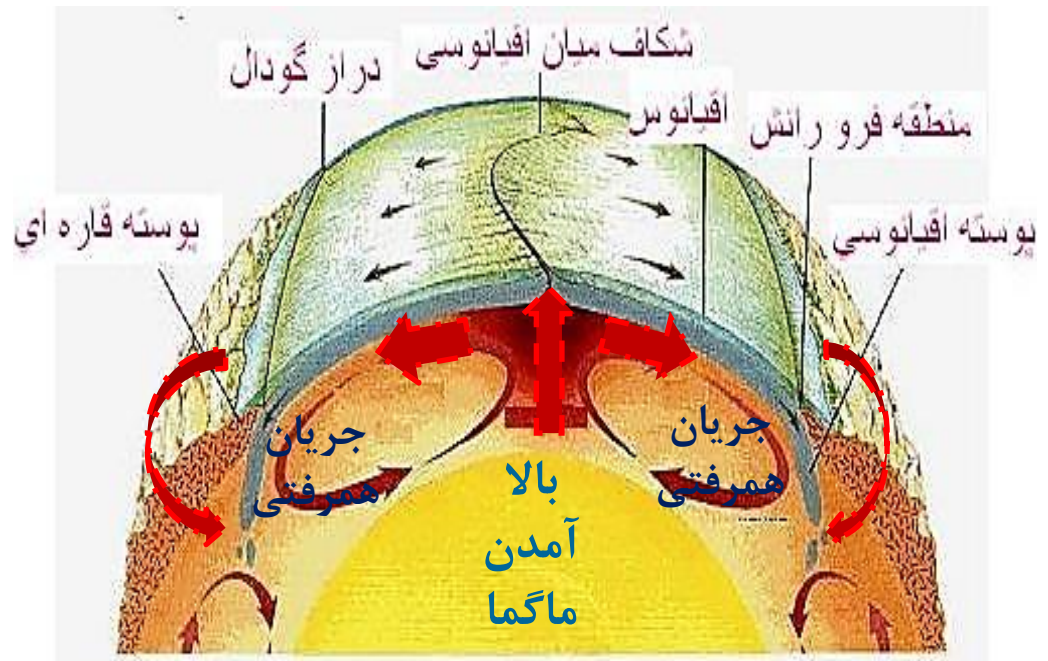
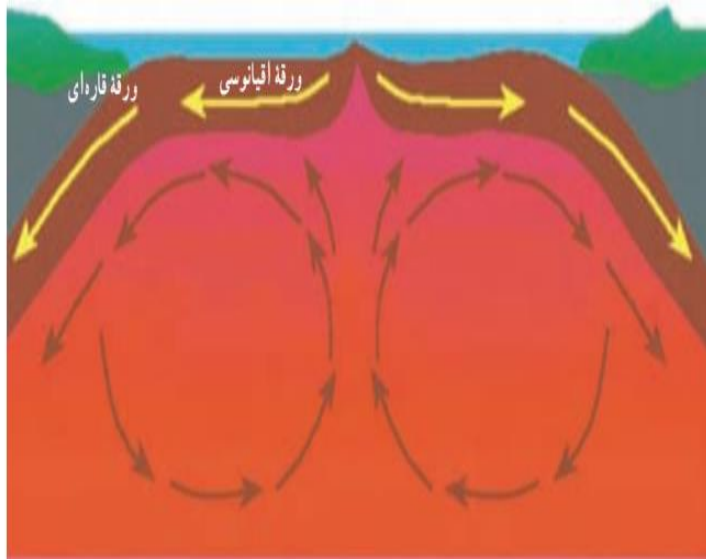
**علت این پدیده: بر اثر گرما چگالی آب گرم کمتر می شود و به طرف بالا حرکت می کند و چگالی آب سرد بیشتر و به طرف پایین حرکت می کند**





## علت حرکت ورقه های سنگ کره

دانشمندان علت حرکت ورقه های سنگ کره را **جریان های همرفتی سست کره می** دانند سست کره به دلیل شرایط دما و فشار معین، حالت **خمیری** دارد. در قسمت پایین آن، **دما زیادتر** است؛ بنابراین چگالی مواد نسبت به قسمت های **بالایی کمتر** است. به دلیل **اختلاف دما و چگالی** بین قسمت های بالا و پایین سست کره، **پدیده همرفت** ایجاد می شود. در اثر این پدیده، مواد خمیری به **سمت بالا** حرکت می کنند و از محل شکاف بین ورقه ها به سطح زمین می رسند و سبب جابه جایی و حرکت ورقه ها می شوند



## آزمایش جریان همرفتی

دو قطعه یونولیت را به شکل دلخواه به صورت لبه های یک جورچین برش می زنیم.  
سپس درون ظرف آب شناور می کنیم. مرکز ظرف را روی حرارت قرار می دهیم.  
از کناره ظرف چند قطره جوهر برای مشاهده جریان همرفتی به درون آب می ریزیم. بعد از مدتی قطعات از هم دور می شوند.



## فرضیه گسترش بستر اقیانوس

در سال ۱۹۶۲ **هری هس** فرضیه گسترش **بستر اقیانوس** را مطرح کرد

مطابق این فرضیه مواد مذابی که از سست کره نشأت گرفته اند، در محل شکاف میان اقیانوسی به بستر

اقیانوس صعود می کنند پس از انجماد ورقه **اقیانوسی جدیدی** را بوجود می آورند .

برای جبران این افزایش، ورقه مذکور با سرعت متوسط حدود ۵ سانتیمتر در سال، از وسط اقیانوس به سمت

ساحل حرکت می کند و پس از رسیدن به ساحل، با ورقه قاره‌ای برخورد می کند. ورقه های اقیانوسی به علت

**چگالی بیشتر و ضخامت کمتر** به زیر **ورقه قاره ای** فرو می رود. این بخش فرورانده شده **کم کم ذوب** می شود.





## فعالیت ص ۶۹

آیا می دانید ناخن های شما در سال چند سانتیمتر رشد می کنند؟ چگونه می توانید مقدار آن را محاسبه کنید؟ پس از محاسبه سرعت رشد ناخنتان، این عدد را با سرعت متوسط حرکت ورقه های سنگ کره مقایسه کنید

رشد ناخن را در طول یک ماه اندازه گرفته و در عدد ۱۲ ماه ضرب می کنیم تا طول رشد ناخن در یکسال بدست آید

سپس برای بدست آوردن سرعت رشد ناخن طول به دست آمده را بر زمان آن تقسیم می کنیم

که سرعت رشد آن تقریبا با سرعت حرکت ورقه های سنگ کره برابر است

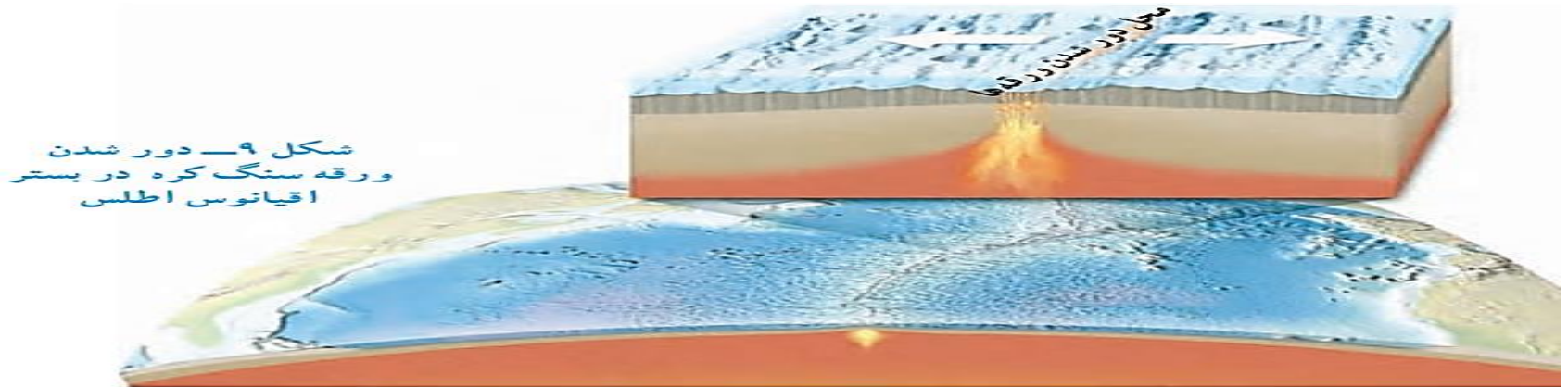
## خود را بیازمایید ص ۷۰

ورقه اقیانوس آرام در قسمت شمال شرق به زیر کدام ورقه قاره های فرو رانده می شود؟ آمریکای شمالی

زمین لرزه ها و آتشفشان ها بیشتر بر چه مناطقی منطبق است؟ حاشیه ی ورقه ی سنگ کره به ویژه محل برخورد و فروورانش ورقه های اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای

## حرکت ورقه های سنگ کره

در برخی نواحی ورقه های سنگ کره از هم دور می شوند. در محل دور شدن آنها، مواد مذاب گوشته بالا می آید و ورقه جدیدی ساخته می شود در این نواحی آتشفشان ها و زمین لرزه های متعددی رخ می دهد.



در برخی نواحی کره زمین، ورقه های سنگ کره طی میلیونها سال به سمت یکدیگر حرکت و در نهایت با هم برخورد کرده اند. برخورد آنها سبب بروز پدیده هایی **مانند رشته کوه، چین خوردگی، گسل و حوادثی مانند زمین لرزه و فوران آتشفشان می شود.**

در برخی نواحی کره زمین، حرکت ورقه ها به گونه ای است که آنها نه از هم دور می شوند و نه به هم نزدیک، بلکه ورقه های سنگ کره در کنار هم می لغزند این نوع **حرکت بیشتر در بستر اقیانوس ها** رخ می دهد و باعث ایجاد **زمین لرزه های** زیادی می شود

نوع حرکت	شرح	پدیده ها
دور شونده یا واگرا	دور شدن ورقه های اقیانوسی در محل شکاف میان اقیانوس	ساخته شدن ورقه جدید و گسترش بستر اقیانوس و آتشفشان و زمین لرزه های
	دور شدن ورقه های قاره ای در برخی مناطق	
نزدیک شونده یا همگرا	برخورد دو ورقه اقیانوسی	فرورانش یک ورقه به زیر ورقه دیگر و ایجاد دراز گودال اقیانوسی و جزایر آتشفشانی قوسی
	برخورد یک ورقه قاره ای با اقیانوسی	فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای ایجاد دراز گودال اقیانوسی و آتشفشان های قاره ای
	برخورد دو ورقه قاره ای	بالا آمدن لبه دو ورقه ایجاد چین خوردگی و کوه
امتداد لغز	لغزش دو ورقه در کنار یکدیگر این نوع حرکت بیشتر در بستراقیانوس ها رخ می دهد	زمین لرزه های زیاد



## کمربند لرزه خیز اقیانوس آرام یکی از مهمترین نواحی زلزله خیز دنیا است

برخورد ورقه ی اقیانوس آرام با ورقه های قاره ای اطراف مانند آمریکای شمالی ، جنوبی ، آسیا - اروپا و استرالیا باعث ایجاد زمین لرزه های شدیدی می شود. در اثر این برخورد ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو رانده می شود. در اثر فرو رانش، ورقه ها می شکنند و انرژی آزاد می شود، انرژی آزاد شده به صورت امواج لرزه های، باعث رخ دادن زمین لرزه های بزرگی می شود افزون بر آن بر اثر فرو رانش ورقه فرو رانده و اصطکاک ایجاد شده، دما افزایش یافته، سنگها ذوب می شوند و آتشفشان هایی را به وجود می آورند



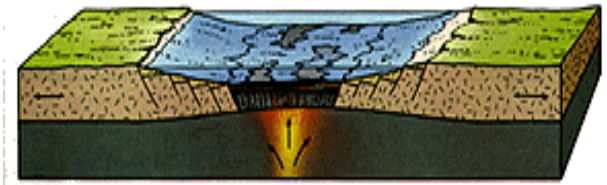
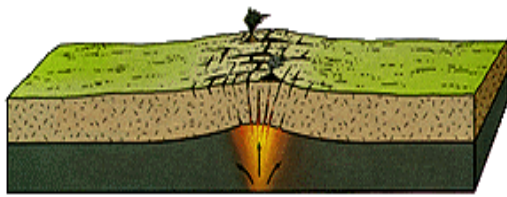
در برخی نواحی کره زمین، ورقه های سنگ کره طی میلیونها سال به سمت یکدیگر حرکت و نهایت با هم برخورد کرده اند. برخورد آنها سبب بروز پدیده هایی مانند رشته کوه، چین خوردگی، گسل و حوادثی مانند زمین لرزه و فوران آتشفشان می شود

## حرکت ورقه عربستان به سمت ایران

هم اکنون از وسط دریای سرخ، مواد مذاب سست کره در بستر این دریا بالا می آید و پوسته جدید را می سازد و این پوسته به دو طرف حرکت می کند بنابراین ورقه عربستان از چند میلیون سال قبل حرکت خود را به سمت ورقه ایران آغاز نموده و هم اکنون نیز ادامه دارد. در اثر برخورد ورقه عربستان با ورقه ایران، رشته کوه زاگرس به وجود آمده است و ادامه این حرکت، باعث ایجاد زمین لرزه هایی با بزرگی معمولاً کمتر از ۵ ریشتر در نواحی غرب و جنوب غرب ایران می شود. مسلماً داشتن اطلاعات دقیق و رعایت نکات ایمنی در ساخت و ساز شهرها و روستاهای کشور، آسیب پذیری ما را به حداقل می رساند



شکل ۱۳ — گسترش بستر دریای سرخ و حرکت ورقه عربستان به سمت ایران



نکته مهم

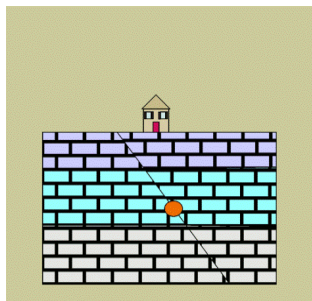
- \* ایجاد شکاف قاره ای مانند جدایش شبه قاره عربستان از قاره آفریقا و تشکیل دریای سرخ
- \* از برخورد ورقه عربستان با ایران رشته کوه زاگرس بوجود آمده است





حرکت گسل و ایجاد زلزله

# پیامدهای حرکات ورقه‌های سنگ کره



شکستگی

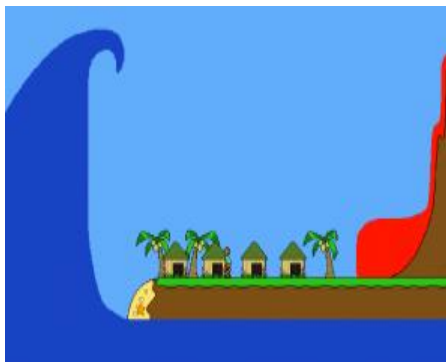
گسل

درزه

زمین لرزه و  
آتشفشان

سونامی

چین خوردگی و ایجاد  
کوه



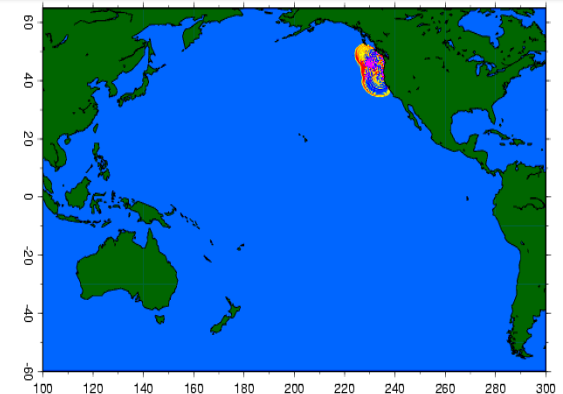
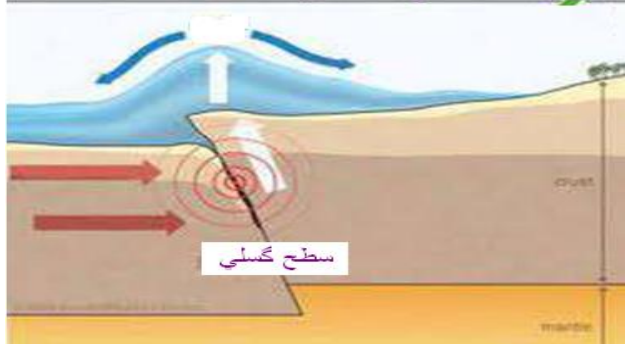
هنگامی که در بستر اقیانوس ها، زمین لرزه یا آتشفشان رخ می دهد، ممکن است **سونامی یا آبلرزه یا آبتاز** ایجاد گردد.

این امواج اقیانوسی، انرژی بسیار زیادی دارند و هنگام رسیدن به سواحل، خسارت های زیادی بر جای می گذارند. **هرچه عمق آب اقیانوس بیشتر باشد، سرعت و انرژی سونامی نیز بیشتر خواهد بود و خسارت های زیادتری را به بار خواهد آورد**

➤ درباره عمق آب در اقیانوس هند و خلیج فارس اطلاعات جمع آوری و با هم مقایسه کنید. **عمق خلیج فارس حدود ۹۰ متر است در صورتی که عمق اقیانوس هند به چند هزار متر می رسد .**

➤ انرژی سونامی را در سواحل اقیانوس هند و سواحل خلیج فارس با هم مقایسه کنید **انرژی آبتاز در اقیانوس هند بیشتر از خلیج فارس است . زیرا هر چه عمق اقیانوس بیشتر باشد سرعت و انرژی آبتاز بیشتر است**

نحوه ایجاد امواج سونامی در اثر زلزله زیر دریا

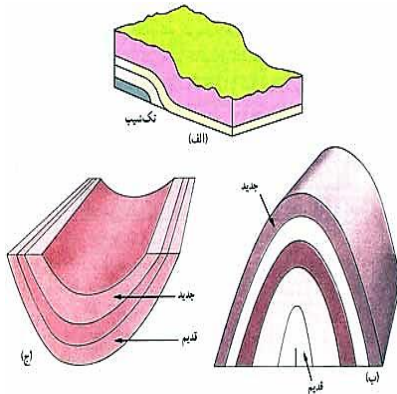


**چین خوردگی**  
یکی از پیامدهای حرکت ورقه های سنگ کره، ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه است.

لایه های رسوبی در دریاها به صورت افقی ته نشین می شوند. پس از اینکه ضخامت رسوبات زیاد شد، در اثر حرکت و برخورد ورقه های سنگ کره، رسوبات از حالت افقی خارج می شوند و به حالت چین خورده در می آیند و رشته کوه ها را به وجود می آورند



شکل ۱۲- ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه زاگرس (جوانرود در استان کرمانشاه)



بعضی از انواع چین خوردگی ها





# شکستگی

برخی مواقع، حرکت ورقه های سنگ کره باعث شکستن سنگ های پوسته زمین می شود. شکستگی های پوسته زمین به دو دسته درزه و گسل، تقسیم بندی می شوند. اگر سنگ های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه جا شده باشند، **گسل** را به وجود می آورند. اگر سنگهای دو طرف شکستگی، جابه جا نشده باشند، **درزه** به وجود می آید

## انواع درزه

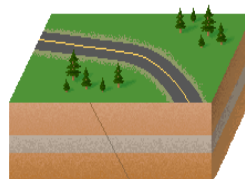


شکل ۱۵- مقایسه درزه و گسل (آذربایجان شرقی)

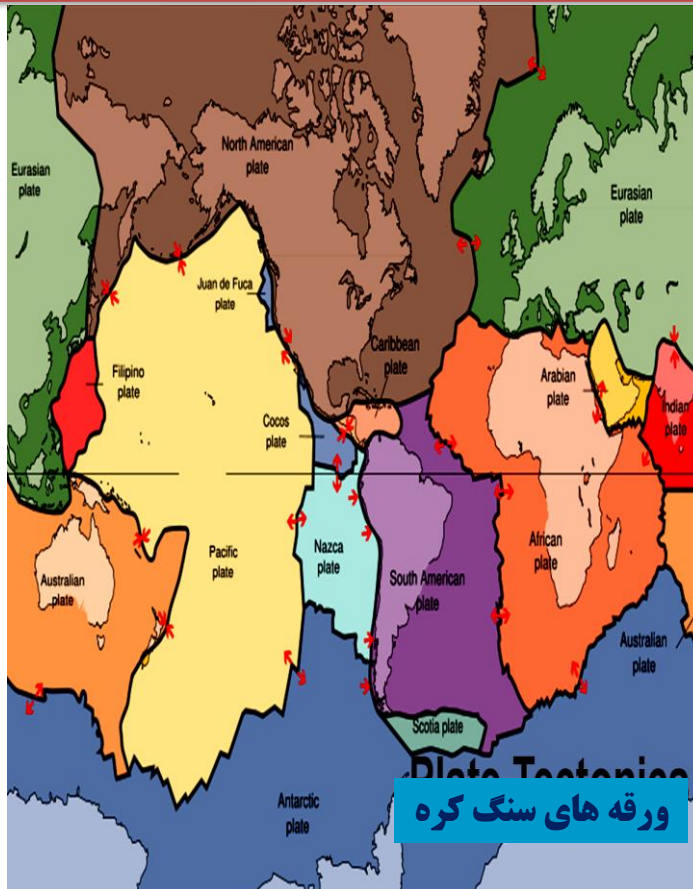


شکل ۱۴- گسل

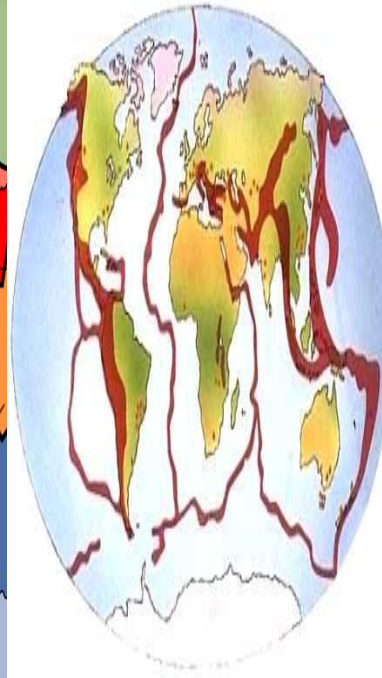
## انواع گسل



اگر نقشه مناطق زلزله خیز یا پراکندگی آتشفشانی یا کوهزایی جهان را با هم مقایسه کنیم خواهیم دید این پدیده ها همگی در حاشیه ی ورقه های فعال و متحرک سنگ کره رخ می دهند.



پراکندگی نواحی  
لرزه خیز



نقشه پراکندگی آتشفشان های فعال

