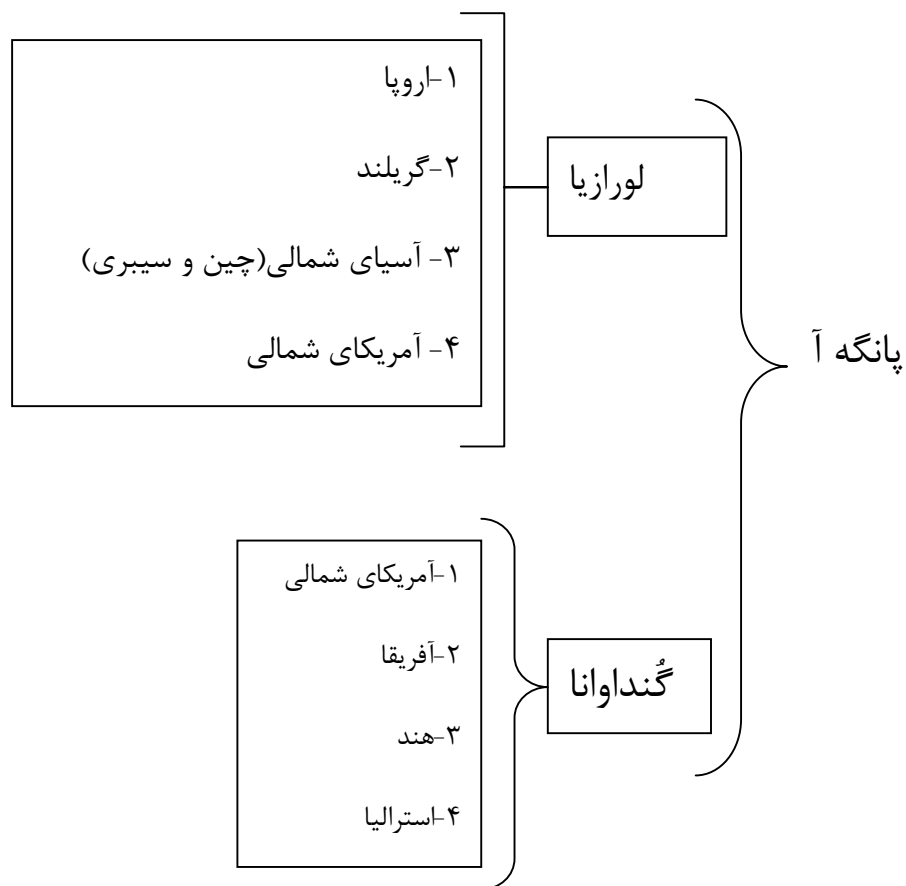


## فصل 6، زمین ساخت ورقه ای

مطالعات و پژوهش های دانشمندان زمین در قرن بیستم به نظریه ای با نام "زمین ساخت صفحه ای" منجر شد که نشان می دهد سطح خارجی سیاره ما بسیار پویاست و مدام در حال تغییر و تحول است و این تغییرات و تحولات، طی سالیان دراز سیمای زمین را دگرگون می کنند. نخستین کوشش ها برای اثبات این نظریه به سال ۱۹۱۵ برمی گردد. زمانی که "آلفرد لوتار وگنر"، هواشناس آلمانی در کتابش با نام "منشا قاره ها و اقیانوس ها" بر اساس دلایلی محکم، امکان تحرک پوسته زمین و تغییر موقعیت قاره ها و اقیانوس ها را عنوان کرد. وی اعتقاد داشت در آغاز، قاره ای یکپارچه وجود داشته که بعدها شروع به تقسیم شدن کرد و سرانجام قاره های کنونی پدید آمدند. وگنر، عامل اصلی این رویداد را نیروی حاصل از چرخش زمین و نیروی جزر و مد می دانست که در طولانی مدت، موجب پاره پاره شدن قاره ها شده است. پس از او، دانشمندان دیگری نیز در این زمینه تلاش هایی انجام دادند. "آرتور هولمز" در سال ۱۹۲۸ نظریه جدیدی برای ساز و کار حرکت قاره ها ارائه کرد که توجیه منطقی تری به نظر می رسید. وی اظهار داشت که قاره ها بر اثر جریان های همرفتی موجود در زیر پوسته زمین حرکت می کنند

هری هس "زمین شناس آمریکایی از دانشگاه پرینستون که مطالعات "۶۰ میلادی، وسیعی در مورد اقیانوس ها داشت، فرضیه گسترش بستر دریاها را مطرح کرد. هس معتقد بود بستر دریاها در امتداد شکاف هایی موسوم به پشته های میان اقیانوسی که با جریان های همرفتی زیر زمین مرتبط هستند پدید می آید. بدین صورت که با خروج مواد مذاب از درون زمین، بستر اقیانوس به طرفین رانده شده و پوسته جدیدی در محل شکاف ایجاد می شود. این فرضیه، نقطه عطفی در تکامل علم زمین شناسی محسوب می شد.

حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش یکی از خشکی واحد به نام پانگه آ وجود داشته است. و اقیانوسی به نام پانتالاسا اطراف آن را فرا گرفته بود. و بعد پانگه آ به دو خشکی به نام لورازیا و گندوانا تبدیل می شود.



✓ بین دو خشکی لورازیا و گندوانا را دریایی به نام تتیس بوده است (دریاهای خزر، سیاه، مدیترانه از آن باقی مانده اند).

و گنر بر اساس تشابه حاشیه قاره ها به ویژه قاره غربی آفریقا و آمریکای جنوبی بیان کرد که قاره ها نسبت به هم جابه شده اند.



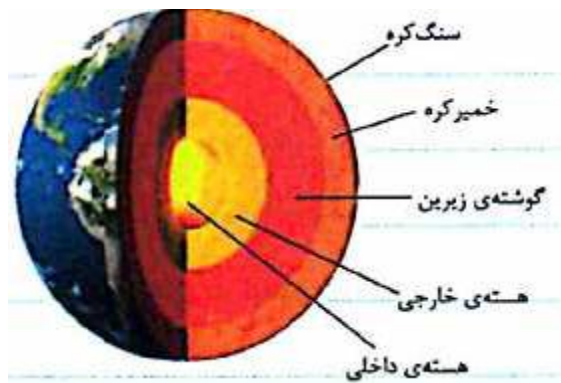
**شواهد جابه جایی قاره ها:**

- ۱- تشابه فسیل جانداران در قاره های مختلف
  - ۲- تشابه سنگ شناسی در قاره های آفریقا و آمریکای جنوبی
  - ۳- وجود آثار یخچال های قدیمی در قاره های مختلف
  - ۴- انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی یا حاشیه غربی آفریقا
- سنگ کره یک تکه نیست و از تعدادی ورقه های کوچک و بزرگ تشکیل شده است.  
✓ ورقه ها می تواند آزادانه از هم حرکت کنند و جا به جا شوند.

✓ حرکت ورقه ها می توانند، **نزدیک شوند، دور شوند، لغزنده باشند**

**ساختار درونی زمین:**

- ۱- پوسته: قشر نازک سطح زمین شامل خشکی و اقیانوس است.
- ۲- گوشته (جبه): بخش میانی درون زمین که بخشی از آن حالت خمیری دارد.
- ۳- هسته: داخلی ترین و داغ ترین لایه زمین، که از آهن و نیکل ساخته شده است.



## خمیر کره (نرم کره):

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

جامد، و ✓ خصوصیات هر لایه از کره ی زمین متفاوت اند. مثلاً: سنگ کره حالت خمیر کره، به دلیل شرایط **دما و فشار معین**، حالت خمیر دارد. بنابراین مواد خمیری گرمتر به سمت بالاتر حرکت کرده و پس از خروج از شکاف ورقه ها به سطح زمین رسیده، و باعث **جابجایی ورقه ها** میشود.

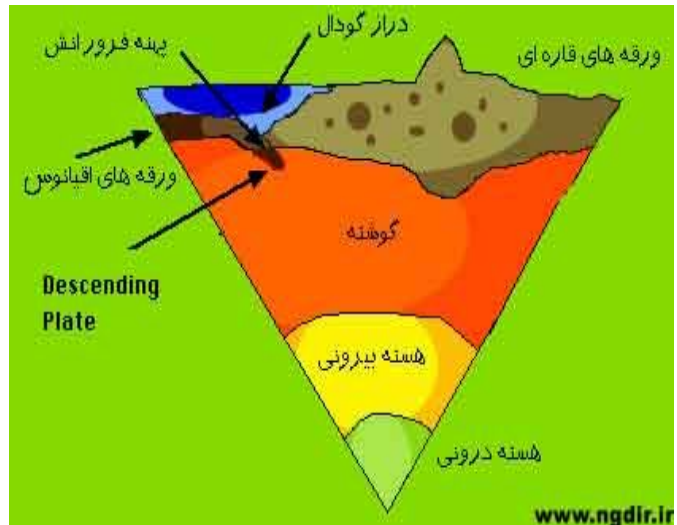
که در زیر اقیانوس ها قرار گرفته اند.

۱- ورقه اقیانوسی:

که در محل قاره ها قرار گرفته است.

۲- ورقه قاره ای:

انواع ورقه های سنگ کره:



✓ سن و ضخامت ورقه های اقیانوسی کمتر از ورقه قاره است.

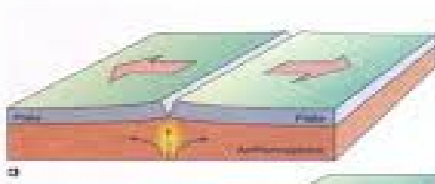
✓ چگالی ورقه قاره ای کمتر از ورقه اقیانوسی است.

### فرضیه گسترش بستر اقیانوس ها (هری هس)

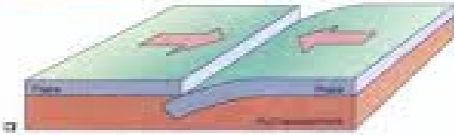
هری هس "زمین شناس آمریکایی از دانشگاه پرینستون که مطالعات " ۶۰ میلادی، وسیعی در مورد اقیانوس ها داشت، فرضیه گسترش بستر دریاها را مطرح کرد. هس معتقد بود بستر دریاها در امتداد شکاف هایی موسوم به پشته های میان اقیانوسی که با جریان های همرفتی زیر زمین مرتبط هستند پدید می آید. بدین صورت که با خروج مواد مذاب از درون زمین، بستر اقیانوس به طرفین رانده شده و پوسته جدیدی در محل شکاف ایجاد می شود. این فرضیه ، نقطه عطفی در تکامل علم زمین شناسی محسوب می شد.

## انواع حرکت ورقه سنگ کره:

۱- حرکت واگرا (دور شونده)



۲- حرکت همگرا (نزدیک شونده)



۳- حرکت امتداد لغز (لغزنده)

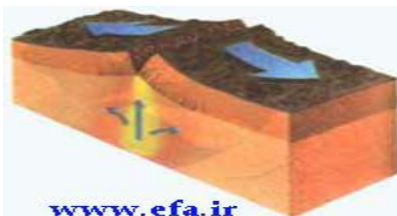


ورقه های دور شونده (واگرا):

در چنین محل هایی، ورقه ها از خط مرکزی رشته کوهی که در بستر دریا پدید می آید، فاصله می گیرند اما فاصله ی ایجاد شده را مواد مذابی که از درون زمین و سس کره ی داغ بالا می آیند، پر می کنند. با این ترتیب، پس از سرد شدن آن مواد، پوسته ی اقیانوسی جدیدی (لیتوسفر) در بین دو ورقه ی دور شونده پدید می آید.

سرعت متوسط باز شدن بستر دریاها، حدود ۵ سانتی متر در سال است. همین سرعت اندک باعث شده است که بستر اقیانوسها در طول ۲۰۰ میلیون سال اخیر ایجاد شود. در امتداد حاشیه های دور شونده، برآمدگی هایی ایجاد شده است که طول مجموعه ی آن ها در اقیانوس های جهان، به حدود ۶۰ هزار کیلومتر می رسد.

در محل ورقه های دور شونده، مرتباً سنگ کره جدید تشکیل می شود. اگر پدیده جبرانی وجود نداشته باشد، باید بر وسعت زمین همچنان افزوده شود. حال آن که سطح زمین مقداری ثابت است، یعنی در مناطقی باید قسمتی از سنگ کره از بین برود. محل برخورد ورقه های نزدیک شونده، از این جمله است.



www.efa.ir

۱- دو ورقه از هم دور می شوند

## ورقه های نزدیک شونده (همگرا):

بسته به این که صفحات نزدیک شونده از چه نوعی باشند، پدیده ی حاصل به یکی از صورت های زیر خواهد بود:

الف) در محل برخورد ورقه ی اقیانوسی با ورقه ی قاره ای ، ورقه ی اقیانوسی خم می شود و به زیر می رود و به تدریج در گوشته هضم می شود که این فرآیند را اصطلاحاً فرو رانش می گویند. در این حال ، مقداری از رسوبات را نیز همراه خود به پایین می کشاند. وقتی این مواد به عمق در حدود یکصد کیلومتر می رسند، حالت ذوب بخشی می یابند، که حاصل آن، ایجاد ماگمایی با ترکیب بازالتی و آندزیتی است. چنین ماگماهایی از سنگ های اطراف محل خود سبک ترند بنابراین، وقتی مقدارشان به اندازه ای کافی زیاد شد، حرکتی آرام را به سمت بالا در پیش می گیرند و در میان لایه ها، منجمد و متبلور می شوند. مقداری از این ماگما هم ممکن است به سطح زمین برسد و آتش فشانیهای از نوع انفجاری را باعث شود

ب) وقتی دو ورقه ی اقیانوسی به هم برخورد کنند، یکی به زیر دیگر فرو می نشیند و پدیده ی آتش فشانی مشابه حالت قبل رخ می دهد. اما این بار، محل آتش فشانیها در بستر دریا است نه در روی خشکی . اگر این آتش فشانی ها ادامه یابد، ممکن است بعد از مدتی جزایر آتش فشانی در دریا پدید آیند که به قوس جزایر معروفند

ج) هنگامی که دو ورقه ی قاره ای به هم برخورد کنند، هیچ یک ، به داخل گوشته فرو نمی رود رشته کوه های بزرگ اورال ، زیرا چگالی هر دو کم است. نتیجه چنین برخوردی ، ایجاد کوه است کوه های زاگرس نیز باید حاصل برخوردهایی .آلپ و آپالاش نیز نتیجه چنین برخوردهایی هستند هستند.

کوه های زاگرس نیز باید حاصل برخورد ورقه ی عربستان به قاره آسیا باشد. فشار حاصل از برخورد دو ورقه، آن رسوبات را چین داده و به صورت کوه درآورده است.



2. دو ورقه به هم برخورد کرده و نزدیک می شوند

### ورقه های امتداد لغز:

در این نوع حرکت، پوسته جدید ایجاد یا تخریب نمی شود، زیرا دو ورقه ی مجاور، در کنار هم می لغزند، بنابراین ، عملاً در این محل ها گسل های متعددی وجود دارد و زلزله های مکرری رخ می دهد.

در سال ۱۹۶۵ ، توزوویلون ، زمین شناس کانادایی با مطالعه در این نوع گسل های امتداد لغز و بزرگ، کمربندهای فعال زمین را به هم ارتباط داد و برای نخستین بار، ایده ی وجود ورقه های تشکیل دهنده ی لیتوسفر زمین و مرز آنها را عنوان کرد. زمین ساخت ورقه ای و پراکندگی زلزله ها : در سال ۱۹۶۸ ، یعنی در همان زمان که نظریه ی زمین ساخت ورقی ارائه شد، سه زلزله شناس، مقاله ای منتشر کردند که نشان می داد

چگونه نظریه ی مذکور با توزیع نقاط زلزله خیز جهان هماهنگی دارد  
حفاری در بستر اقیانوس : در فاصله ی سال های ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۳ ، حفاریاتی در ۱۰۹۲ نقطه ، در میان رسوبات بستر اقیانوس ها صورت گرفته است.  
اندازه گیری های انجام شده در اقیانوس ها، نشان می دهد که سرعت رسوب گذاری، چیزی در حدود یک سانتی متر در یک هزار سال است .

اگر قرار بود که بستر اقیانوس ها بسیار قدیمی باشد، بایستی رسوباتی به ضخامت چندین کیلومتر در آن ها یافت می شد، حال آن که حداکثر ضخامت رسوبات بیشتر از چند صد متر نشان داده نشد.





3. دو ورقه در کنار هم می لغزند

### حرکت واگرا باعث:

۱- ایجاد زلزله زیر دریایی

۲- افزایش وسعت اقیانوس

۳- رشته کوه ها میان اقیانوس

### حرکت همگرا باعث:

۱- گسل ها

۲- رشته کوه

۳- زمین لرزه شدید

۴- فوران آتشفشان

۵- جزایر آتشفشانی

## حرکت امتداد لغزنده:

۱- ورقه ها از کنار هم عبور می کنند و می لغزند.

۲- باعث می شود زمین لرزه های متعدد ایجاد شود.

۳- بیشتر در بستر اقیانوس ها رخ می دهد.

## چرا انرژی آزاد شده، زمین لرزه های بزرگی ایجاد میشود؟

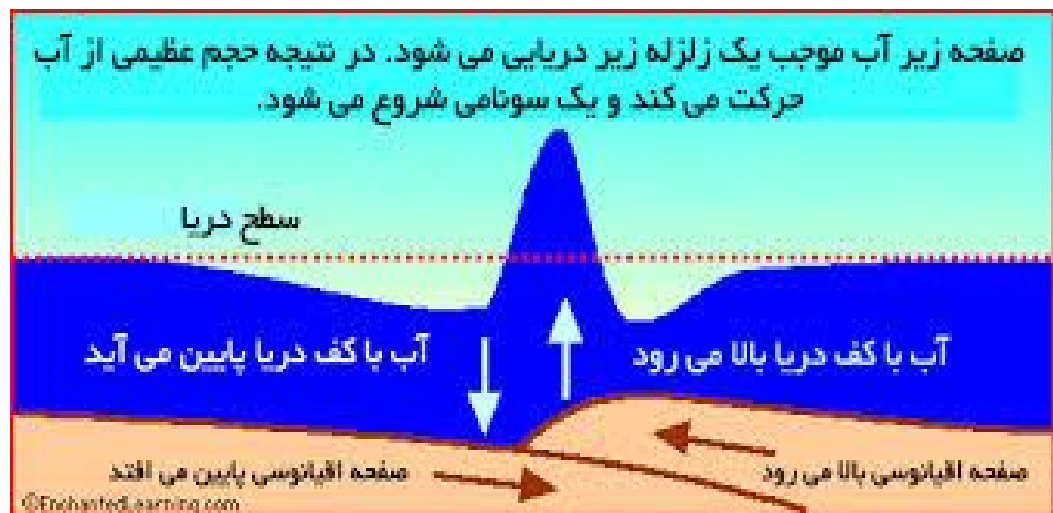
در اثر برخورد ورقه اقیانوس آرام به ورقه قاره ای اطراف، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو رانده شده و شکسته می شود. (کمبرند خیزه)

## آبتاز (سونامی):

۱- انرژی بسیار زیاد

۲- خسارتهای در سطح زمین وارد میکند

۳- بر اثر زلزله یا آتشفشان در بستر اقیانوس ها ایجاد می شود



## حرکت ورقه قاره عربستان به سمت ورقه ایران:

از وسط دریای سرخ مواد مذاب خمیر کره به بستر این دریا بالا می آیند و پوسته ی جدیدی سازند و این پوسته به دو طرف حرکت می کند بنابر این ورقه ی عربستان از چند میلیون سال قبل به سمت ایران حرکت می کند و در اثر برخورد ورقه عربستان با ایران رشته کوه زاگرس به وجود آمده است ادامه ی این حرکت باعث ایجاد زمین لرزه با بزرگی کمتر از ۵ ریشتر در نواحی غرب و جنوب غرب رخ می دهد.

### رشته کوه:

**لایه های رسوبی** در دریا ها به صورت افقی ته نشین می شوند. و پس از زیاد شدن ضخامتشان در اثر حرکت و برخورد ورقه های سنگ کره رسوبات از حالت افقی خارج شده و به حالت چین خورده در می آیند و **رشته کوه** را به وجود می آورند.

حرکت ورقه های سنگ کره می توانند منجر به شکستن شوند سنگ های پوسته ی زمین و ایجاد شکستگی ها شوند.

شکستگی ها به دو دسته طبقه بندی می شود:

