

## فصل شش زمین ساخت ورقه ای

قاره های متحرک: سنگ کره زمین یکپارچه نیست و از قطعاتی به نام صفحه تشکیل شده است. مانند صفحه اوراسیا، صفحه اقیانوس اطلس، صفحه آفریقا و ... سنگ کره در مجموع ۱۷ صفحه دارد. بیش از یک قرن پیش، دانشمند آلمانی به نام آلفرد وگنر با مطالعه و مشاهده پدیده های سطح زمین متوجه شد که حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با حاشیه غربی آفریقا، شباهت های زیادی دارد. علاوه بر انطباق حاشیه قاره ها، نوع سنگهای تشکیل دهنده قاره ها، نوع آب و هوای گذشته و فسیل های موجود در داخل این سنگ ها و آثار یخچالی نیز یکسان و مشابه بودند. براساس این شواهد، وگنر ادعا کرد که قاره ها در حال حرکت و جابه جایی هستند. او معتقد بود ۲۰۰ میلیون سال پیش تمام خشکی ها به صورت قاره واحد به هم متصل بوده اند. این ابر قاره را پانگه آ ( در زبان یونانی به معنای تمام خشکی هاست ) نامید که توسط آبها محصور شده بود. آبهای دربرگیرنده پانگه آ، اقیانوس بزرگ به نام پانتالاسا را تشکیل می داد. پانگه آ، پس از مدتی به دو قاره لورازیا (سرزمین های شمالی وگندوانا (سرزمین های جنوبی) تقسیم شد و دریای تیتیس بین آنها قرار گرفت دریاچه خزر در شمال کشورمان، باقیمانده دریای تیتیس است. با گذشت زمان، لورازیا خشکی های نیمکره شمالی و گندوانا،



خشکی های نیمکره جنوبی را تشکیل داد. در سال ۱۹۳۰، وگنر فوت کرد و ۳۸ سال بعد، یعنی در سال ۱۹۶۸ نظریه زمین ساخت ورقه ای اثبات، و یافته های وگنر مورد پذیرش زمین شناسان جهان واقع شد. حرکت قاره ها هنوز نیز ادامه دارد. اما این حرکت بسیار کند است. مثلا قاره آمریکای شمالی هر سال به اندازه یک سانتی متر به قاره آسیا نزدیک ترمی شود. صفحه عربستان هر ساله ۵ سانتی متر از صفحه آفریقا دور می شود و به سمت صفحه اوراسیا حرکت می کند

### دلایل وگنر برای جدایی قاره ها

۱- انطباق حاشیه قاره ها: شرق قاره آمریکای جنوبی و غرب آفریقا، همچنین حاشیه برخی خشکی های دیگر نیز بر هم منطبق می شوند.

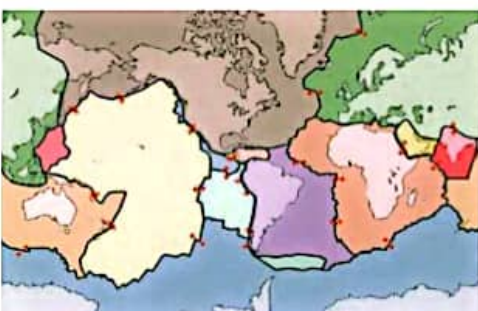
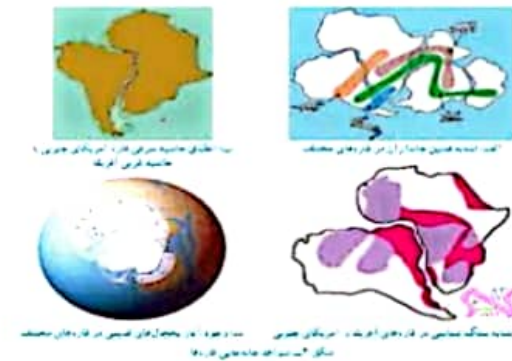
۲- تشابه فسیل ها: برخی فسیل های گیاهی و جانوری مانند برخی خزندگان در آفریقا و آمریکای جنوبی، استرالیا، هند و قطب جنوب شبیه به هم هستند.

۳- تشابه سنگ شناسی: رسوبات قاره ای در بخش هایی از غرب آفریقا و آمریکای جنوبی از یک جنس هستند.

۴- وجود آثار یخچال های قدیمی: در قاره های مختلف آفریقا، آمریکای جنوبی، استرالیا و بخش های نزدیک به خط استوا آثار یخچالی وجود دارد که نشان می دهد آن ها زمانی به قطب جنوب نزدیک بوده اند.

### زمین ساخت ورقه ای Plate Tectonics (تکتونیک صفحه ای)

بر اساس نظریه زمین ساخت ورقه 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.



ورقه های سنگ کره روی خمیر کره حرکت می کند که حالت خمیری و نیمه مایع دارد. عامل حرکت ورقه ها، جریان های کنوکسیونی (همرفتی) خمیر کره است. دانشمندان علت جریا نهایی کنوکسیونی گوشته را به توزیع



نابرابر حرارت در آنجا نسبت می دهند. مقدار متوسط حرکت ورقه ها حدود ۵ سانتی متر در سال در نظر می گیرند. این مقدار تقریباً برابر با سرعت رشد ناخن در یک انسان معمولی است. 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.

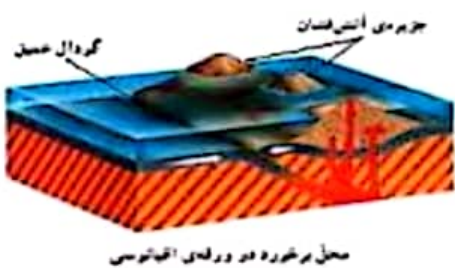
**فرضیه گسترش بستر اقیانوس ها** در سال ۱۹۶۲ میلادی هری هس فرضیه گسترش بستر اقیانوس ها را مطرح کرد. بر اساس این فرضیه، مواد مذابی که از سست کره نشأت گرفته اند، در قسمت وسط اقیانوس ها به بستر اقیانوس صعود می کنند و پس از انجماد، ورقه اقیانوسی جدید را به وجود می آورند. به جبران این افزوده شدن، ورقه مذکور با سرعت متوسط حدود ۵ سانتی متر در سال، از وسط نوس به سمت ساحل حرکت می کند و پس از رسیدن به ساحل، با ورقه قاره ای برخورد کرده، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو رود بنابراین پوسته اقیانوسی دائماً در حال تجدید شدن است و از نظر سنی جوان به شمار می رود. حداکثر سن سنگ های پوسته

اقیانوسی در بیشتر نقاط، ۲۰۰ میلیون سال است در حالی که سنگ های پوسته قاره ای تا ۳/۸ میلیارد سال قدمت دارند.



## ۱- ورقه های نزدیک شونده:

- ۱-۱- برخورد دو ورقه اوقیانوسی با ورقه قاره ای: فرو رانش ورقه اوقیانوسی به زیر ورقه قاره ای و ایجاد گودال ها و آتشفشان ها در قاره ها
- ۱-۲- برخورد دو ورقه اوقیانوسی: فرو رانش یک ورقه به زیر ورقه دیگر و تشکیل گودال و جزایر آتشفشانی.
- ۱-۳- برخورد دو ورقه قاره ای: بالا آمدن لبه های ورقه ها و تشکیل رشته کوه مانند رشته کوه زاگرس.
- ۲- ورقه های دور شونده: دور شدن ورقه های سنگ کره در برخی نواحی و بالا آمد مواد مذاب.



۳- ورقه های امتداد لغز: در برخی نواحی ورقه های سنگ کره نه دور می شوند و نه نزدیک، بلکه در کنار هم می لغزند. ورقه های امتداد لغز بیشتر در اقیانوسها قرار دارند و محل وقوع زلزله های بسیاری است.

## پیامدهای حرکت ورقه های سنگ کره

**۱- تشکیل رشته کوه:** برخورد ورقه های نزدیک شونده با یکدیگر باعث تشکیل رشته کوه می گردد مانند تشکیل رشته کوه های البرز و زاگرس. صعود مواد مذاب از وسط دریای سرخ سبب پیدایش پوسته جدید بستر دریای سرخ و حرکت این ورقه ها به دو طرف گردیده، ورقه عربستان تحت تأثیر این پدیده به سمت ایران حرکت می کند و پس از برخورد با ورقه ایران، لایه های رسوبی تحت فشار، چین



خورده و رشته کوه زاگرس را به وجود آورده است. سرعت این حرکت حدود ۵ سانتیمتر در سال است. رشته کوه های هیمالیا و قله اورست و رشته کوه های زاگرس هر سال ۱۲ میلیمتر قد می کشد. تقریباً می شود گفت که افزایش ارتفاع کوه های زاگرس تقریباً به اندازه سرعت رشد

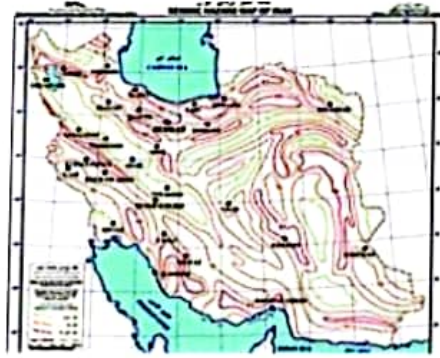
ناخن است! این در حالی است که رشته کوه قدیمی البرز روز به روز فرسوده تر و کم ارتفاع تر می شود. بلندترین قله رشته کوه آلپ در اروپا بر اثر برخورد صفحه های اوراسیا و آفریقا به وجود آمده است.

**۲- ایجاد شکستگی:** بر اثر حرکت ورقه ها، نیروی بزرگی به لایه های سنگی وارد شده و باعث شکستن لایه های سنگی و ایجاد گسل و درزه می گردد.

اگر سنگ های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه جا شده باشند گسل را به وجود می آورند و اگر سنگ های دو طرف شکستگی، جابه جا نشده باشند، درزه به وجود می آید

**۳- وقوع زمین لرزه:** هنگام شکستن لایه های سنگی، انرژی ناشی از فشار ورقه ها به صورت امواج لرزه ای آزاد، و باعث وقوع زمین لرزه می شود. این پدیده در جنوب غرب کشورمان پیوسته و به طور متوسط در بازه زمانی حدود ۲ ماه یک بار با بزرگی معمولاً کمتر از ۵/۵ ریشتر رخ می دهد. داشتن اطلاعات دقیق و رعایت نکات ایمنی در ساخت و ساز شهرها و روستاهای کشور، آسیب پذیری ما را در برابر زلزله به حداقل می رساند.

**۴- فوران آتشفشان:** حرکت ورقه های سنگ در برخی نواحی باعث فوران آتشفشان می شود؛ مانند آتشفشان بزمان در استان سیستان و بلوچستان و آتشفشا نهایی نوار آتشفشانی ارومیه - دختر که به علت فرو رانش ورقه عربستان به زیر ورقه ایران به وجود آمده است.



نقشه گسل های ایران

**۵- ایجاد سونامی (آبتاز):** حرکت ورقه های سنگ کره در بستر اقیانوسها باعث جابه جایی ناگهانی بستر اقیانوسها و ایجاد امواج بزرگ در آب (آبتاز) می گردد؛ افزون بر آن وقوع پدیده هایی مانند زمین لرزه و آتشفشان در بستر اقیانوسها به تشکیل آبتاز منجر می شود. عمق آب در خلیج فارس حداکثر ۹۰ متر است در حالی که در اقیانوس هند عمق آب تا چند هزار متر می رسد. بنابراین انرژی آبتاز در سواحل اقیانوس هند بیشتر از سواحل خلیج فارس است.

## پرسش های فصل ششم

۱- الف- نام خشکی بزرگ (قاره) و اقیانوس قدیمی که بر روی کره زمین بود را بنویسید؟

ب- دوقاره حاصل از خشکی بزرگ را نام ببرید.

پ- این دوقاره به کدام یک از خشکی های امروزی تبدیل شده اند؟

واژه های علمی زیر را توضیح دهید.

الف- کمربند لرزه خیز:

ب- درزه:

پ- گسل:

ت- چین خوردگی:

ث- ورقه اقیانوسی:

۳- شواهد زمین شناسان (مانند وگنر) برای جابه جایی قاره ها را بنویسید. (۴مورد)

۴- فرضیه گسترش بستر اقیانوس ها (که توسط هری هس مطرح شد) را توضیح دهید؟

۵- زمین ساخت ورقه ای (تکتونیک صفحه ای) را توضیح دهید

۶- جمله های درست و نادرست را مشخص کنید

الف- علت حرکت ورقه های سنگ کره زمین، جریان های همرفتی درون سست کره است. ( )

ب- رعایت نکات ایمنی و مهندسی در ساخت ساختمان ها، آسیب پذیری ما را در برابر زلزله کاهش نمی دهد. ( )

پ- با اطلاع از نقاط لرزه خیز و مکان گسل ها و شکستگی ها، باید در محل های امن شهر ها و ساختمان ها را بنا کنیم. ( )

ت- به علت حرکت ورقه هند به سمت ورقه آسیا، هر ساله ارتفاع قله اورست زیاد می شود. ( )

۷- انواع حرکت ورقه های سنگ کره را نام ببرید

۸- پدیده های حاصل از دور شدن ورقه های سنگ کره را توضیح دهید؟

۹- در سواحل کوبا و ژاپن (کمر بند لرزه خیز اقیانوس آرام) زلزله های بزرگی به قدرت ۷ ریشتر و بیشتر روی می دهد چرا؟

۱۱- جمله های زیر را با کلمه مناسب علمی کامل کنید

الف - به هنگام ایجاد گسل، آتشفشان یا زلزله، موج های بزرگی از آب در اقیانوس ها به نام ..... رخ می دهد.

ب- در اثر حرکت و برخورد دو ورقه ..... و ..... دریای سرخ، رشته کوه زاگرس و زلزله به وجود آمده است.

پ - بزرگترین ورقه سنگ کره، ورقه ..... است که روی آن از ..... پوشیده شده است.

ت- بیشتر آتشفشان ها و زمین لرزه های بزرگ در حاشیه ..... سنگ کره روی می دهد

۱۶- در شکل های زیر حرکت ورقه های سازنده سنگ کره را توضیح دهید

