

آزمون ری ماه ← ۲ نمره

دورنمای این فصل در آزمون ها ← آزمون هر روزه ← ۰.۵ نمره

آزمون روزی مدرسه نمونه و تیزهوشان ← ۳ سؤال

مفتوای پرسش های تکمیلی ← کنگره های آزمایش (متن و پایان فصل) ← ۱۲ سؤال

موجود در این فصل ← سؤال امتحان نهایی استانی ← ۲۳ سؤال

# زمین ساخت ورقه های

## فصل ۶



در هنگام عبور از نواحی کوهستانی البرز و زاگرس با پدیده های زمین شناسی مختلفی مانند چین خوردگی های کوچک و بزرگ، شکستگی ها و ... مواجه می شوید. شاید چنین پرسش هایی در ذهنتان ایجاد شود که این رشته کوه ها چگونه به وجود آمده اند؟ قبل از تشکیل آنها سرزمین ایران چه شکلی بوده است؟ علت پیدایش چین خوردگی ها و شکستگی ها چیست؟ با مطالعه این فصل، پاسخ این پرسش ها را به دست می آورید.

## قاره‌های متحرک

در علوم ششم خواندید که ورقه‌های سنگ کره بر روی خمیر کره که حالت خمیری و نیمه مذاب دارد، حرکت می‌کنند.

### فعالیت

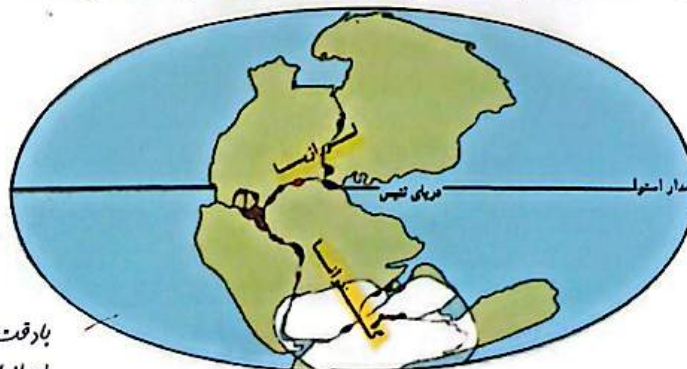
- ۱- نقشه قاره‌های جهان را بر روی یونولیت یا مقوا رسم کنید.
- ۲- شکل هندسی قاره‌ها را برش بزنید.
- ۳- قاره‌ها را مانند جورچین در کنار هم قرار دهید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
 الف) آیا خشکی بزرگ اولیه را ایجاد کرده‌اید؟  
 ب) حاشیه کدام قاره‌ها بهتر بر هم منطبق می‌شوند؟  
 پ) چرا حاشیه برخی قاره‌ها به خوبی بر هم منطبق نمی‌شوند؟ فرسایش و رسوب‌گذاری کناره قاره‌ها باعث شده حاشیه برخی قاره‌ها بر هم منطبق نباشد.

بر اساس مطالعات انجام شده، زمین‌شناسان معتقدند که حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش در سطح کره زمین یک خشکی واحد و بزرگی وجود داشته است که اطراف آن را یک اقیانوس بزرگ فراگرفته بوده است (شکل ۱).



شکل ۱- تصویر خشکی بانگه ا و اقیانوس پانتالاسا

میلیون‌ها سال بعد، این خشکی بزرگ به دو خشکی کوچک‌تر تقسیم شد که بین آنها را دریای تتیس پرکرده بود (شکل ۲). دریاچه خزر در شمال کشورمان، باقیمانده دریای تتیس است.



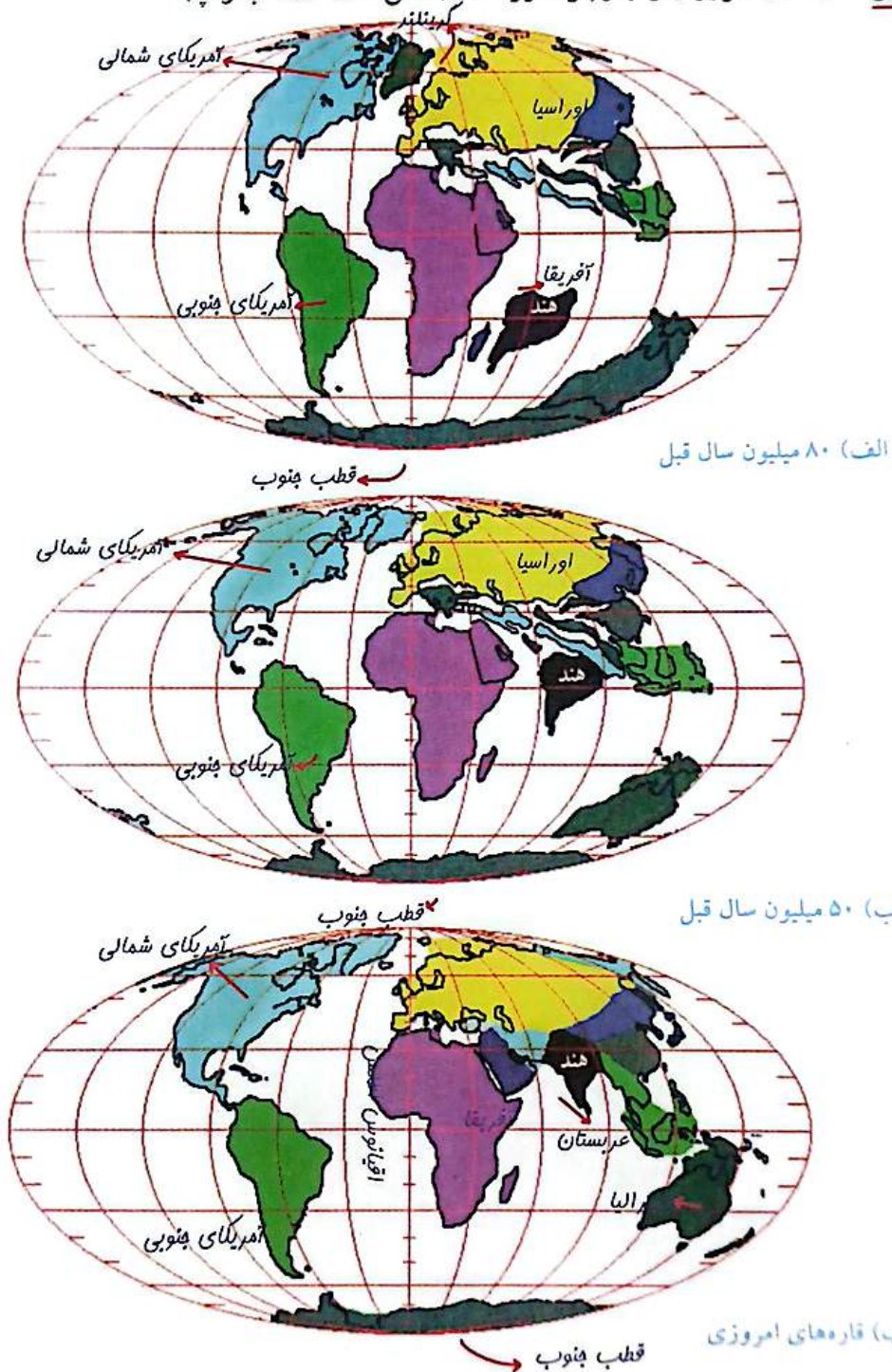
با دقت به این شکل می‌توان گفت: لورازیا و گندوانا تقریباً مساحت یکسانی داشته‌اند.

شکل ۲- موقعیت خشکی‌های لورازیا و گندوانا و دریای تتیس

بانگه ۲ > لورازیا (خشکی شمالی) ← آمریکای شمالی - اوراسیا (اروپا و آسیا) - گرینلند - قطب شمال - کانادا  
 گندوانا (خشکی جنوبی) ← آمریکای جنوبی - آفریقا - هند - استرالیا - قطب جنوب

هریک از قاره‌های لورازیا و گندوانا شامل کدام سرزمین‌های امروزی بوده‌اند؟

با گذشت زمان، هر کدام از دو خشکی مذکور، خود نیز به قطعات کوچک‌تر تبدیل شده و پس از جابه‌جایی، قاره‌های امروزی را به وجود آورده‌اند (شکل ۳ - الف، ب و پ).



شکل ۳ - موقعیت قاره‌ها از ۸۰ میلیون سال قبل تاکنون

اولین بار بیش از یک قرن پیش، دانشمندی آلمانی به نام آلفرد وِگنر با مطالعه و مشاهده پدیده‌های سطح زمین، پی برد که قاره‌ها نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند. در آن زمان برخی افراد، یافته‌های وِگنر را پذیرفتند و به فکر اثبات آن بودند و در مقابل، گروهی از افراد هم درصدد رد ادعای او بودند. آنها علت حرکت ورقه‌ها را از وِگنر می‌پرسیدند. از آنجا که هنوز نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای مطرح نشده بود و علت حرکت ورقه‌ها معلوم نبود، وِگنر در پاسخ به این سؤال، جزر و مد یا چرخش زمین را مطرح می‌کرد که قابل قبول واقع نمی‌شد. بالاخره در سال ۱۹۶۸ میلادی نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای اثبات شد و یافته‌های وِگنر مورد پذیرش زمین‌شناسان جهان واقع شد.



موافقان وِگنر با استفاده از شواهدی اثبات کردند که قاره‌ها در گذشته به هم متصل بوده و سپس نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند (شکل ۴).



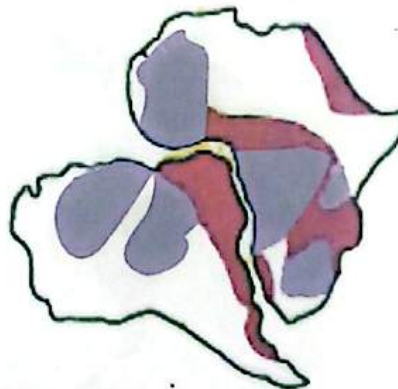
(ب) انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با حاشیه غربی آفریقا



(الف) تشابه فسیل جانداران در قاره‌های مختلف



(ب) تشابه سنگ‌شناسی در قاره‌های آفریقا و آمریکای جنوبی  
(ت) وجود آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف  
شکل ۴- شواهد جابه‌جایی قاره‌ها



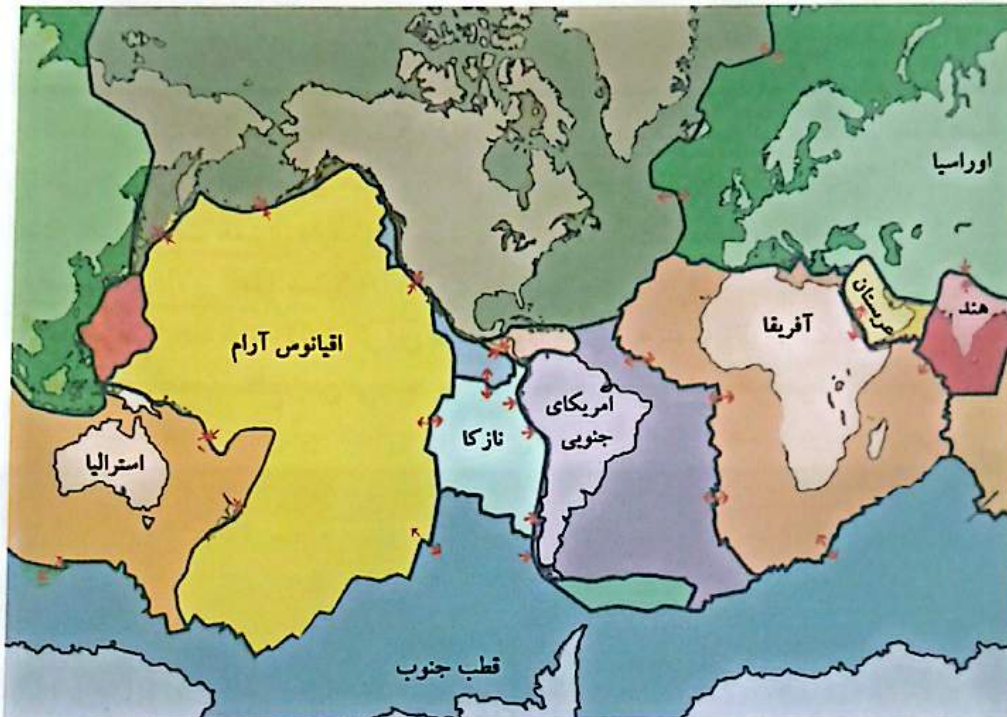
آلفرد وِگنر در زمان حیات خود، کدام یک از دلایل زیر را برای اثبات جابه‌جایی قاره‌ها مطرح کرد؟ (آزمون پیشرفت تئوریک تیزهوشان)

- (۱) تشابه فسیل جانداران در قاره‌های مختلف
- (۲) وجود آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف
- (۳) جزر و مد و چرخش زمین
- (۴) تشابه حاشیه قاره‌های آمریکای جنوبی و آفریقا

پاسخ گزینه ۳ است.

زمین ساخت ورقه‌ای در عمق ۱۰۰ تا ۳۵۰ کیلومتری گوشته قرار گرفته است.

همان‌طور که می‌دانید، خمیر کره بخشی از گوشته است که حالت خمیری و نیمه‌مذاب دارد و سنگ کره بر روی آن واقع شده است. بر اساس نظریه زمین ساخت ورقه‌ای سنگ کره از تعدادی ورقه کوچک و بزرگ مجزا از هم تشکیل شده است (شکل ۵). این ورقه‌ها نسبت به هم حرکت دارند. گاهی به هم نزدیک می‌شوند، در جاهایی از هم دور می‌شوند و در بعضی جاها کنار هم می‌لغزند (شکل ۶). آیا می‌دانید بزرگ‌ترین ورقه سنگ کره چه نام دارد؟ ورقه اقیانوس آرام که همه‌جا از آب پوشیده شده است.



شکل ۵- ورقه‌های سنگ کره



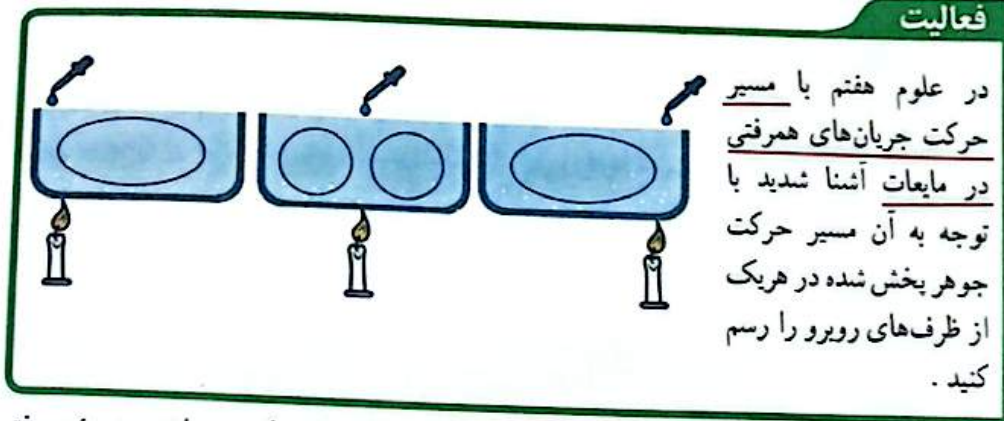
(ب) نزدیک شوند

(ب) امتداد لغز

(الف) دور شوند

شکل ۶- انواع حرکت ورقه‌های سنگ کره

## فعالیت



دانشمندان علت حرکت ورقه‌های سنگ کره را جریان‌های همرفتی خمیرکره می‌دانند. پدیده همرفتی داخل خمیرکره همانند جریان همرفتی داخل ظرف وسط است. خمیرکره به دلیل شرایط دما و فشار معین، حالت خمیری دارد. در قسمت پایین آن، دما زیادتر است؛ بنابراین چگالی مواد نسبت به قسمت‌های بالایی کمتر است. به دلیل اختلاف دما و چگالی بین قسمت‌های بالا و پایین خمیرکره، پدیده همرفت ایجاد می‌شود. در اثر این پدیده، مواد خمیری به سمت بالا حرکت می‌کنند و از محل شکاف بین ورقه‌ها به سطح زمین می‌رسند و سبب جابه‌جایی و حرکت ورقه‌ها می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷- جریان‌های همرفتی گونته (خمیرکره) عامل حرکت ورقه‌های سنگ کره

اگر ورقه سنگ کره در زیر اقیانوس قرار گرفته باشد، آن را ورقه اقیانوسی و اگر در محل قاره‌ها باشد، آن را ورقه قاره‌ای نامند. ورقه اقیانوسی چگالی بیشتری نسبت به ورقه قاره‌ای دارد به همین دلیل در هنگام برخورد آنها با یکدیگر، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود. (فرو رانش)

در کدام گزینه، علت حرکت ورقه‌ها، ترتیب درستی دارد؟ (قلم‌چی)

۱) حرکت ورقه‌ها → اختلاف دما → اختلاف چگالی → جریان همرفتی  
۲) حرکت ورقه‌ها → جریان همرفتی → اختلاف چگالی → اختلاف دما  
۳) حرکت ورقه‌ها → جریان همرفتی → اختلاف دما → اختلاف چگالی  
۴) حرکت ورقه‌ها → اختلاف چگالی → جریان همرفتی → اختلاف دما

پاسخ گزینه ۲ است.

## فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها

اولین بار در سال ۱۹۶۲ میلادی هری هس فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها را مطرح کرد. بر اساس این فرضیه، مواد مذابی که از خمیر کره نشأت گرفته‌اند، در قسمت وسط اقیانوس‌ها به بستر اقیانوس صعود می‌کنند و پس از انجماد، ورقه اقیانوسی جدید را به وجود می‌آورند. به جبران این افزوده شدن، ورقه مذکور با سرعت متوسط حدود ۵ سانتی‌متر در سال، از وسط اقیانوس به سمت ساحل حرکت می‌کند و پس از رسیدن به ساحل، با ورقه قاره‌ای برخورد می‌کند. در ادامه این حرکت، ورقه اقیانوسی نتیجه‌گیری کرد که سن لایه‌های به زیر ورقه قاره‌ای فرو می‌رود (شکل ۸).

از این شکل می‌توان نتیجه گرفت که ورقه قاره‌ای قطره بیشتری از ورقه اقیانوسی دارد، به عبارتی ضخیم‌تر است.



شکل ۸ - فرضیه گسترش بستر اقیانوس

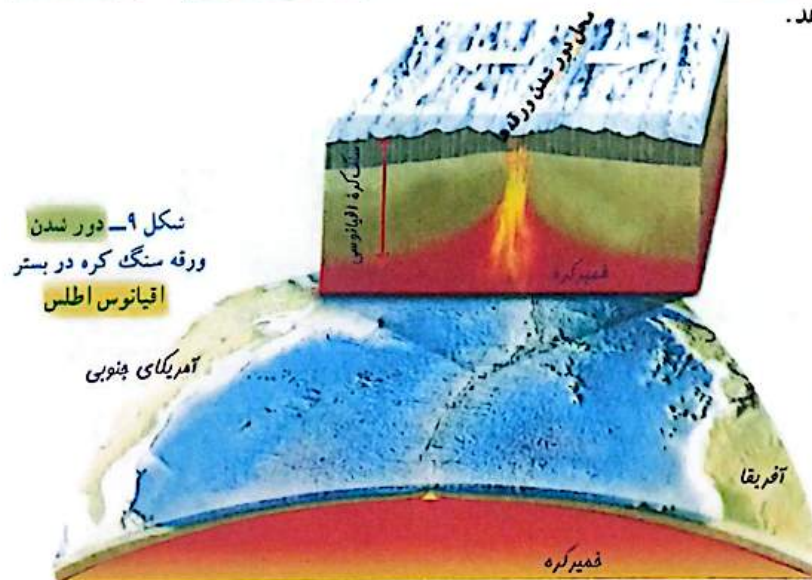
| تفاوت در | ورقه‌ها            |
|----------|--------------------|
| سن       | اقیانوسی > قاره‌ای |
| چگالی    | اقیانوسی < قاره‌ای |
| ضخامت    | اقیانوسی > قاره‌ای |

## فعالیت

آیا می‌دانید ناخن‌های شما در سال چند سانتی‌متر رشد می‌کنند؟ چگونه می‌توانید مقدار آن را محاسبه کنید؟ پس از محاسبه سرعت رشد ناخن‌تان، این عدد را با سرعت متوسط حرکت ورقه‌های سنگ کره مقایسه کنید.

## حرکت ورقه‌های سنگ کره

در برخی نواحی ورقه‌های سنگ کره از هم دور می‌شوند. در محل دور شدن آنها، مواد مذاب گوشته بالا می‌آیند و ورقه جدیدی ساخته می‌شود (شکل ۹). در این نواحی آتشفشان‌ها و زمین‌لرزه‌های متعددی رخ می‌دهد.



شکل ۹ - دور شدن ورقه سنگ کره در بستر اقیانوس اطلس

آمریکای جنوبی

آفریقا

خمیر کره



با اندازه‌گیری کدام یک از موارد می‌توان، گسترش بستر اقیانوس‌ها را ثابت کرد؟ (کزینه دو)

- (۱) چسب سنگ‌ها
  - (۲) سن سنگ‌ها
  - (۳) رنگ سنگ‌ها
  - (۴) مقدار سنگ‌ها
- پاسخ گزینه ۲ است.



کدام مورد، از نتایج فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌هاست؟ (سراسری - تجربی ۹۲)

- (۱) پوسته اقیانوسی به طور دائم در حال تجدید شدن است.
  - (۲) پیران همرفتی گوشته، دلیل حرکت پوسته اقیانوسی است.
  - (۳) جهت میدان مغناطیسی زمین ثابت نیست و گاهی وارونه می‌شود.
  - (۴) همه فشنگی‌های امروزی از پدایش یک قاره عظیم به وجود آمده‌اند.
- پاسخ گزینه ۱ است.

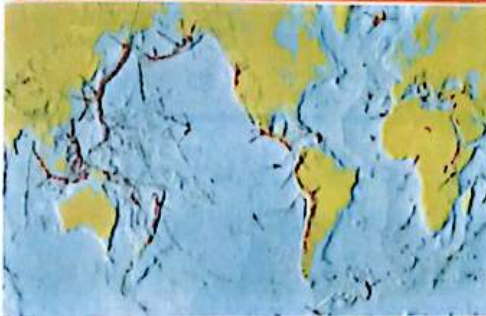
در برخی نواحی کره زمین، ورقه‌های سنگ کره طی میلیون‌ها سال به سمت یکدیگر حرکت و در نهایت با هم برخورد کرده‌اند. برخورد آنها سبب بروز پدیده‌هایی مانند رشته کوه، چین خوردگی، گسل و حوادثی مانند زمین‌لرزه و فوران آتشفشان می‌شود. کمربند لرزه‌خیز اطراف اقیانوس آرام یکی از مهم‌ترین نواحی لرزه‌خیز جهان است که علت آن برخورد ورقه اقیانوسی آرام با ورقه‌های قاره‌ای اطراف آن است. در اثر این برخورد ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود. در اثر فرو رانش، ورقه‌ها می‌شکنند و انرژی آزاد می‌شود، انرژی آزاد شده به صورت امواج لرزه‌ای، باعث رخ دادن زمین‌لرزه‌های بزرگی می‌شود (شکل ۱-الف). افزون بر آن بر اثر فرو رانش ورقه فرو رانده و اصطکاک ایجاد شده، دما افزایش یافته، سنگ‌ها ذوب می‌شوند و آتشفشان‌هایی را به وجود می‌آورند (شکل ۱-ب).

(برخورد یک ورقه اقیانوسی به یک ورقه قاره‌ای)

انقباضی

### خود را بیازمایید

با توجه به شکل ۵، ورقه اقیانوس آرام در قسمت شمال شرق به زیر کدام ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود؟ تمرینکای شمالی



ب) برآکندگی آتشفشان‌های جهان

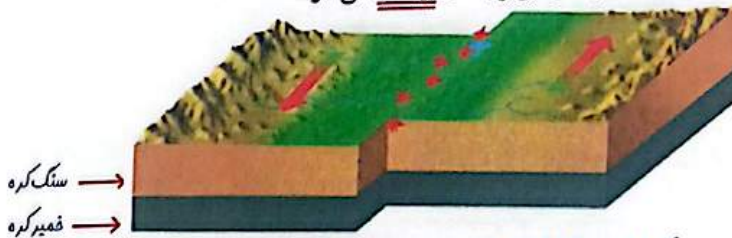


شکل ۱-الف) برآکندگی زمین لرزه‌های جهان

### فکر کنید

با توجه به شکل ۱ زمین لرزه‌ها و آتشفشان‌ها بیشتر بر چه مناطقی منطبق است؟

در برخی نواحی کره زمین، حرکت ورقه‌ها به گونه‌ای است که آنها نه از هم دور می‌شوند و نه به هم نزدیک، بلکه ورقه‌های سنگ کره در کنار هم می‌لغزند (شکل ۱۱). این نوع حرکت بیشتر در بستر اقیانوس‌ها رخ می‌دهد و باعث ایجاد زمین‌لرزه‌های زیادی می‌شود.



شکل ۱۱- حرکت امتداد لغز و ایجاد زمین لرزه‌های متعدد

سنگ کره  
فمیر کره

در کدام مرز آتشفشان نداریم و بیشتر زمین لرزه رخ می‌دهد؟  
(پیشرفت استعداد تفصیلی تیزهوشان)  
(۱) ورقه‌های دور شونده  
(۲) نزدیک شونده دو ورقه اقیانوسی  
(۳) مرز نزدیک شونده دو ورقه اقیانوسی  
(۴) مرز ورقه‌های امتداد لغزنده  
گزینه ۳ است.  
فقط وقتی ورقه‌ها در کنار هم می‌لغزند، آتشفشان نداریم.

وقتی یک ورقه اقیانوسی، با ورقه قاره‌ای برخورد می‌کند ..... (گزینه دو)  
(۲) زلزله به وجود می‌آید.  
(۳) آتشفشان به وجود می‌آید.

پاسخ: چون ورقه اقیانوسی چگالتراست، پس به زیر ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود. در اثر آزاد شدن انرژی، زمین لرزه‌های بزرگی رخ می‌دهد. در اثر اصطکاک، دما افزایش یافته و سنگ‌ها ذوب می‌شوند و آتشفشان به وجود می‌آید.  
(گزینه ۳ است.)

هنگام برخورد دو ورقه سنگ کره باهم، ..... هنگام دور شدن دو ورقه سنگ کره از هم، امکان تشکیل آتشفشان وجود ..... (قلم‌چی - پروژه ۱۶)  
(۱) همانند - ندارد  
(۲) برخلاف - ندارد  
(۳) همانند - دارد

فقط در حرکت لغزش ورقه‌ها در کنار هم، آتشفشان نداریم.

قارچ شدن رسوبات از حالت افقی  
چین خوردگی ← رشته کوه  
زمین لرزه  
آتشفشان

## پیامدهای حرکت ورقه‌های سنگ کره

یکی از پیامدهای حرکت ورقه‌های سنگ کره، ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه است. همان‌طور که در علوم هشتم آموختید، لایه‌های رسوبی در دریاها به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند. پس از اینکه ضخامت رسوبات زیاد شد، در اثر حرکت و برخورد ورقه‌های سنگ کره، رسوبات از حالت افقی خارج می‌شوند و به حالت چین خورده در می‌آیند و رشته کوه‌ها را به وجود می‌آورند (شکل ۱۲).



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

در اثر حرکت ورقه‌های سنگ کره، پدیده‌های زمین‌شناسی مانند زمین لرزه و آتشفشان نیز ایجاد می‌شود. این پیامدها در کشور ما نیز دیده می‌شود. به این ترتیب که، هم‌اکنون از وسط دریای سرخ، مواد مذاب خمیرکوه به بستر این دریا بالا می‌آیند و پوسته جدید را می‌سازند و این پوسته به دو طرف حرکت می‌کند (شکل ۱۳). بنابراین ورقه عربستان از چند میلیون سال قبل حرکت خود را به سمت ورقه ایران آغاز نموده و هم‌اکنون 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 لرزه‌هایی با بزرگی معمولاً کمتر از ۵ ریشتر در نواحی غرب و جنوب غرب ایران می‌شود. مسلماً داشتن اطلاعات دقیق و رعایت نکات ایمنی در ساخت و ساز شهرها و روستاهای کشور، آسیب‌پذیری ما را به حداقل می‌رساند.



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

هنگامی که در بستر اقیانوس ها، زمین لرزه یا آتشفشان رخ می دهد، ممکن است آبتاز (سونامی) 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 آبتاز نیز بیشتر خواهد بود و خسارت های زیادتری را به بار خواهد آورد.

### جمع آوری اطلاعات

درباره عمق آب در اقیانوس هند و خلیج فارس اطلاعات جمع آوری و با هم مقایسه کنید.  
انرژی آبتاز را در سواحل اقیانوس هند و سواحل خلیج فارس با هم مقایسه کنید.

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 (شکل ۱۴) و اگر سنگ های دو طرف شکستگی، جابه جا نشده باشند، درزه به وجود می آید (شکل ۱۵).



شکل ۱۴- گسل

← لایه های رسوبی دو طرف شکستگی  
نسبت به هم جابه جا شده اند.



شکل ۱۵- مقایسه درزه و گسل (آذربایجان شرقی)