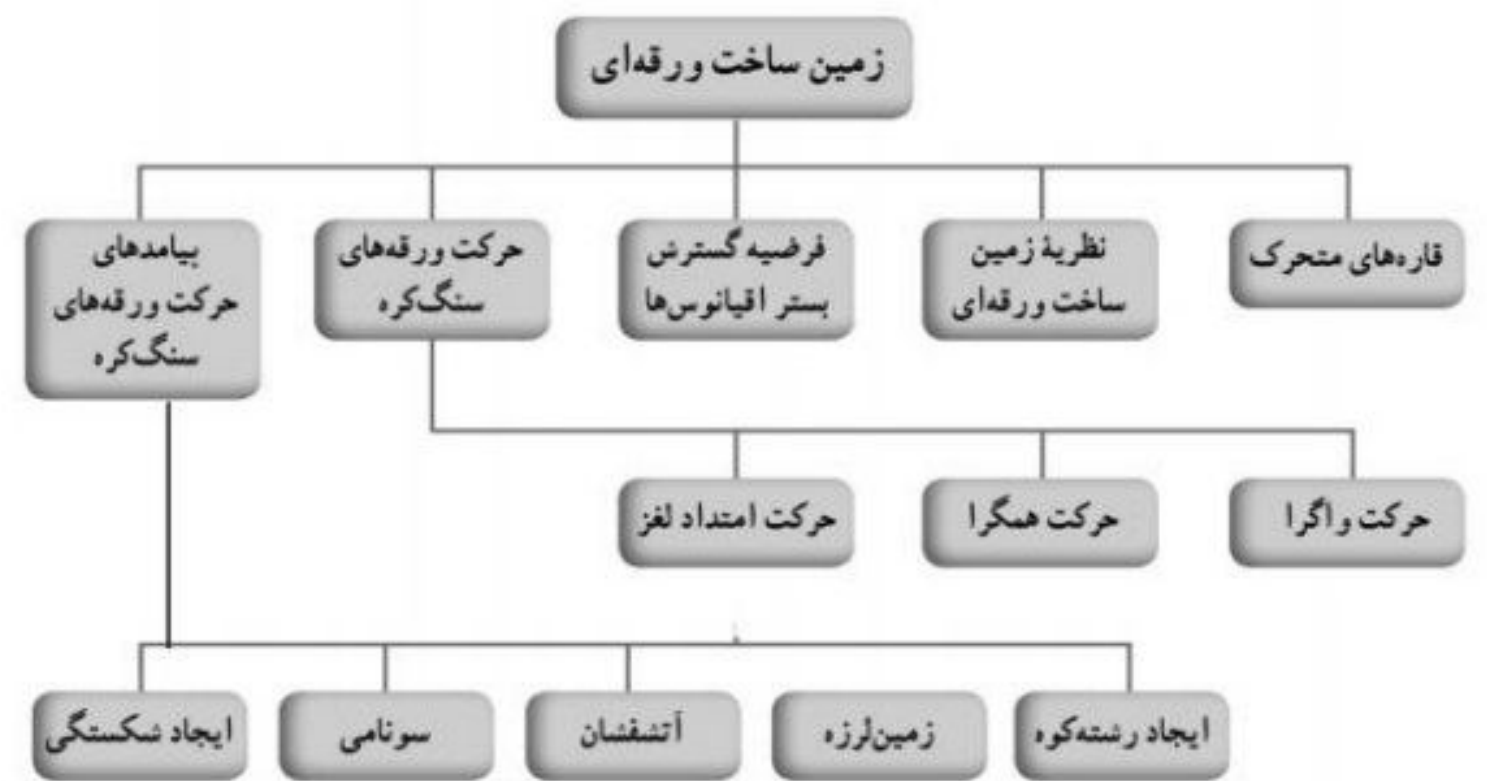


زمین ساخت ورقه‌ای



فصل ۶

توجه: نیازی به نوشتن نقشه مفهومی بالا در کتاب نیست.



یاد آوری:

پوسته: قشر نازک سطح زمین شامل فشگی‌ها و اقیانوس‌ها
گوشته: بخش میانی درون زمین که بخشی از آن حالت قمیبری شکل دارد
هسته: داخلی‌ترین و داغ‌ترین لایه زمین که عمدتاً از آهن و نیکل است

ساختار درونی زمین:

سنگ‌کره: پوسته جامد زمین + قسمت سنگی گوشته

نرم‌کره (قمیبر کره): قسمت قمیبری شکل و نیمه مزاب گوشته که سنگ کره روی آن قرار دارد

در هنگام عبور از نواحی کوهستانی البرز و زاگرس با پدیده‌های زمین‌شناسی مختلفی مانند چین‌خوردگی‌های کوچک و بزرگ، شکستگی‌ها و... مواجه می‌شوید. شاید چنین پرسش‌هایی در ذهنتان ایجاد شود که این رشته‌کوه‌ها چگونه به وجود آمده‌اند؟ قبل از تشکیل آنها سرزمین ایران چه شکلی بوده است؟ علت پیدایش چین‌خوردگی‌ها و شکستگی‌ها چیست؟ با مطالعه این فصل، پاسخ این پرسش‌ها را به دست می‌آورید.

فروج لایه‌های رسوبی از حالت افقی و قمیده شدن آنها به سمت بالا و یا پایین در اثر حرکات سنگ کره زمین

قاره‌های متحرک

در علوم ششم خواندید که ورقه‌های سنگ کره بر روی سست 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؟ بله

ب) حاشیه کدام قاره‌ها بهتر بر هم منطبق می‌شوند؟ شرق آمریکای جنوبی با غرب آفریقا

پ) چرا حاشیه برخی قاره‌ها به خوبی بر هم منطبق نمی‌شوند؟ زیرا حاشیه آنها که در تماس با امواج دریا بوده در اثر عواملی مانند فرسایش و

رسوبگذاری طی هزاران سال تغییر کرده و یا از بین رفته است

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 آ و اقیانوس پانتالاسا

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



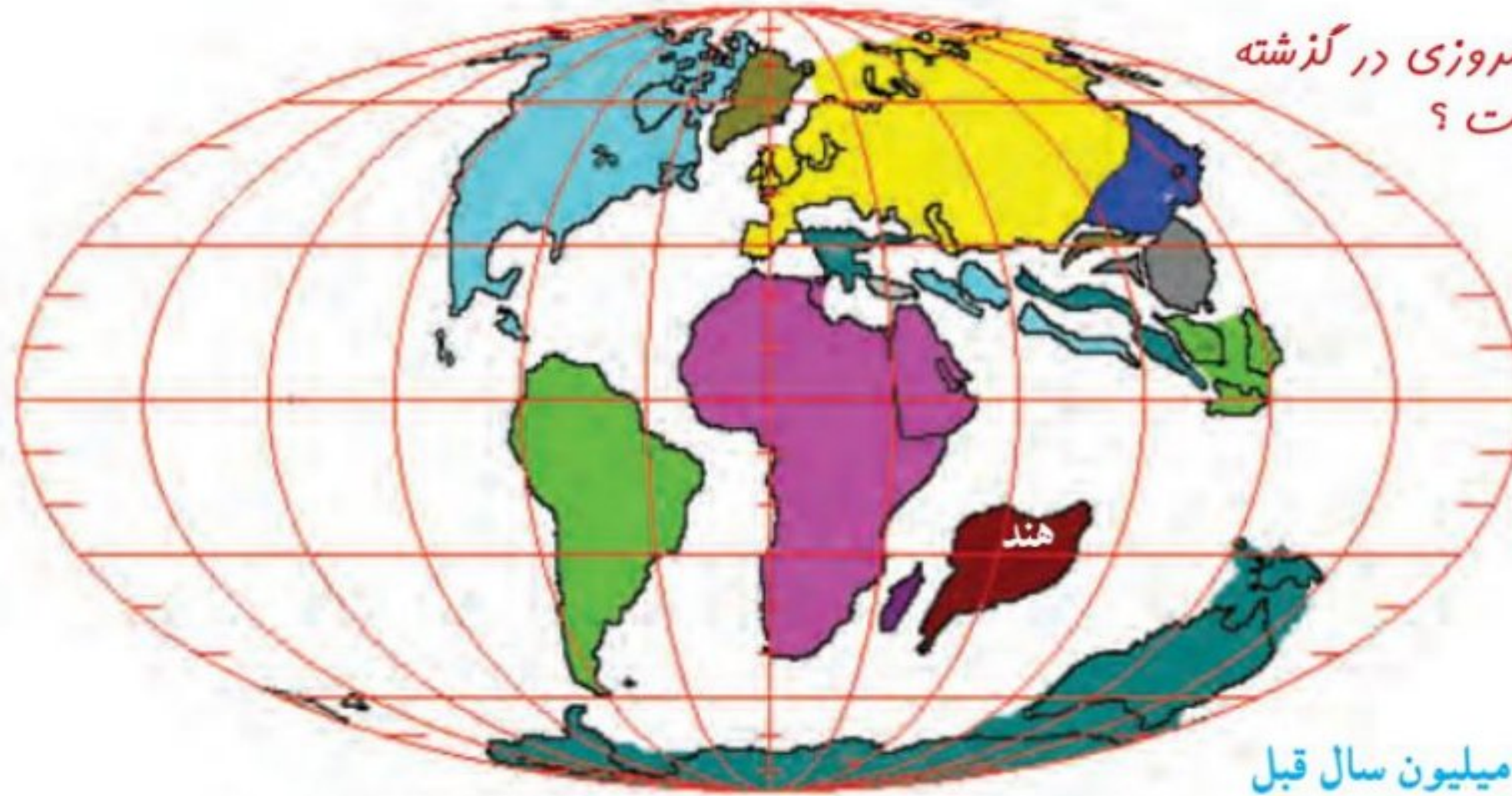
شکل ۲- موقعیت خشکی های لورازیا و گندوانا و دریای تتیس

گندوانا شامل سرزمین های امروزی : استرالیا - قطب جنوب - هندوستان - جنوب آسیا - آمریکای جنوبی و آفریقا
 لورازیا شامل سرزمین های امروزی : اروپا - شمال آسیا - گرینلند - کاندا - آمریکای شمالی - سیبری (قطب شمال)

خود را بیازمایید

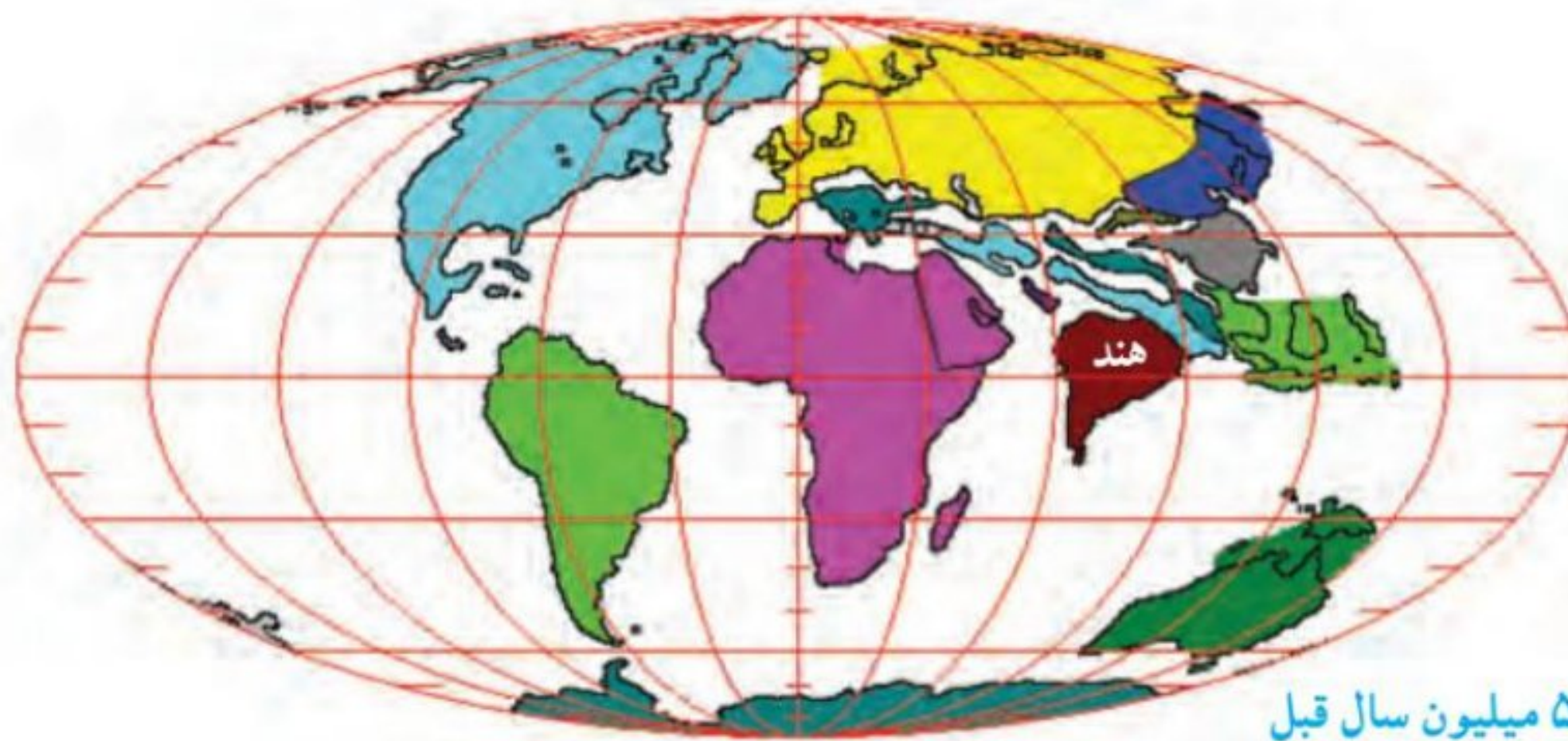
هریک از قاره های لورازیا و گندوانا شامل کدام سرزمین های امروزی بوده اند؟ ↑

با گذشت زمان، هر کدام از دو خشکی مذکور، خود نیز به قطعات کوچک تر تبدیل شده و پس از جابه جایی، قاره های امروزی را به وجود آورده اند (شکل ۳ - الف، ب و پ).

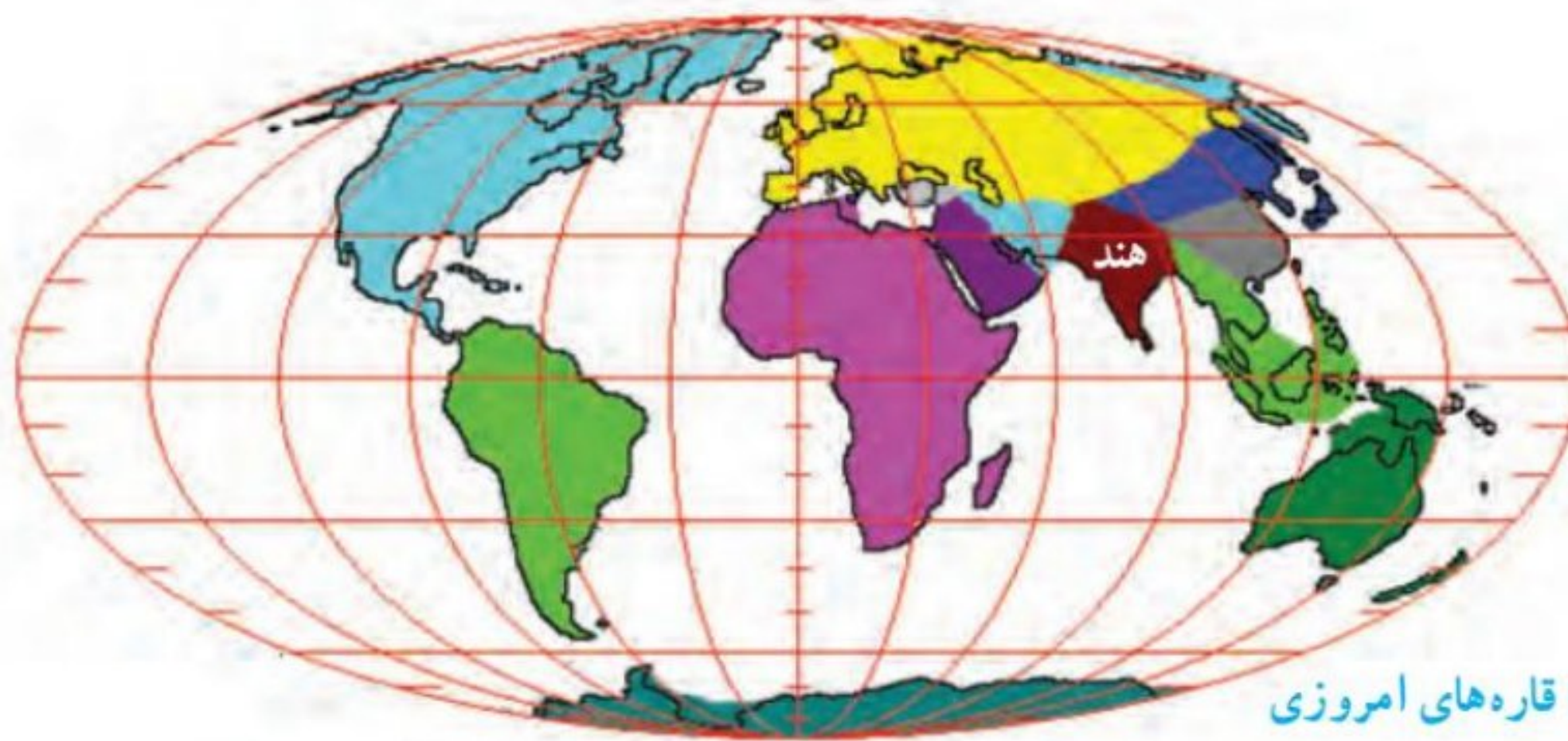


سوال : کدامیک از فشکی های امروزی در گذشته قسمتی از فشکی لورازیا بوده است ؟
 الف (آفریقا)
 ب (استرالیا)
 ج (اروپا)
 د (آمریکای جنوبی)

الف) ۸۰ میلیون سال قبل



ب) ۵۰ میلیون سال قبل



پ) قاره های امروزی

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

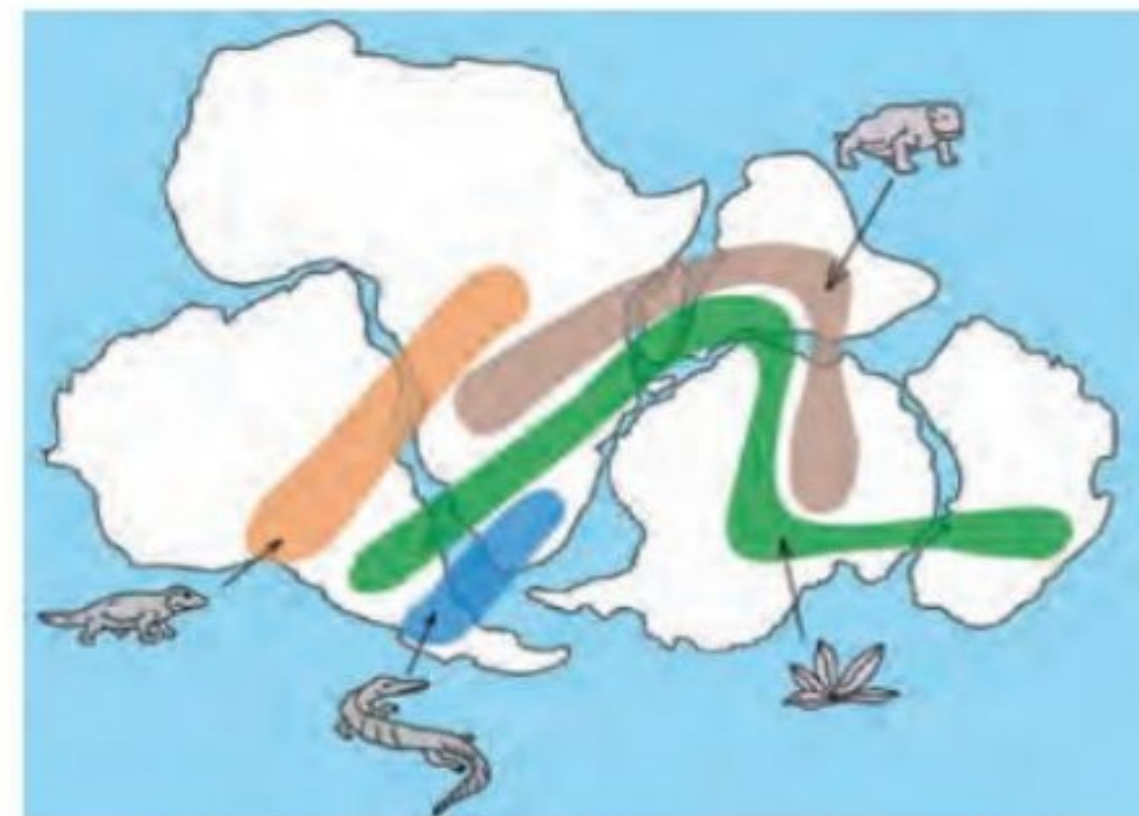
اولین بار بیش از یک قرن پیش، دانشمندی آلمانی به نام آلفرد وگنر با مطالعه و مشاهده پدیده‌های سطح زمین، پی برد که قاره‌ها نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند. در آن زمان برخی افراد، یافته‌های وگنر را پذیرفتند و به فکر اثبات آن بودند و در مقابل، گروهی از افراد هم درصدد رد ادعای او بودند. آنها علت حرکت ورقه‌ها را از وگنر می‌پرسیدند. از آنجا که هنوز نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای مطرح نشده بود و علت حرکت ورقه‌ها معلوم نبود، وگنر در پاسخ به این سؤال، جزر و مد یا چرخش زمین را مطرح می‌کرد که قابل قبول واقع نمی‌شد. بالاخره در سال ۱۹۳۰ میلادی، وگنر فوت کرد و ۳۸ سال بعد؛ یعنی در سال ۱۹۶۸ میلادی نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای اثبات شد و یافته‌های وگنر مورد پذیرش زمین‌شناسان جهان واقع شد.



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



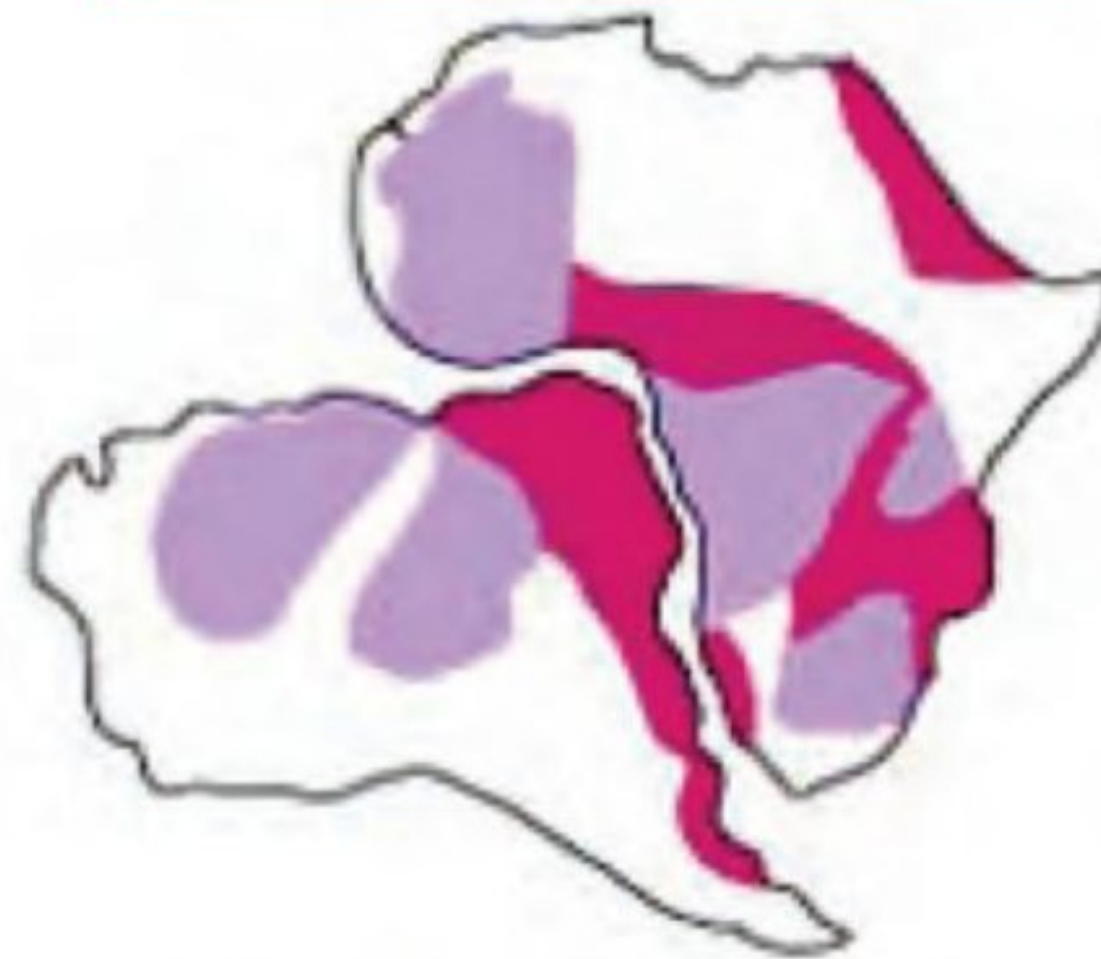
ب) انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با حاشیه غربی آفریقا



الف) تشابه فسیل جانداران در قاره‌های مختلف



ت) وجود آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف



پ) تشابه سنگ‌شناسی در قاره‌های آفریقا و آمریکای جنوبی

شکل ۴ - شواهد جابه‌جایی قاره‌ها

پهار مورد از دلایل و شواهد وگنر و موافقان آن برای اثبات جابه‌جایی قاره‌ها

سنگ کره زمین یک تکه نیست بلکه از تعدادی ورقه های کوچک و بزرگ تشکیل شده
 بعضی از ورقه ها زیر قاره ها یا زیر اقیانوس ها و یا هر دوی آنها قرار دارند
 عمق ورقه ها از ۲۰ تا ۱۵۰ کیلومتر متغییر است
 ورقه ها می توانند آزادانه و مستقل از هم حرکت کنند و چابا شوند
 حرکت ورقه ها ممکن است نزدیک شوند، دور شوند و یا لغزنده باشد

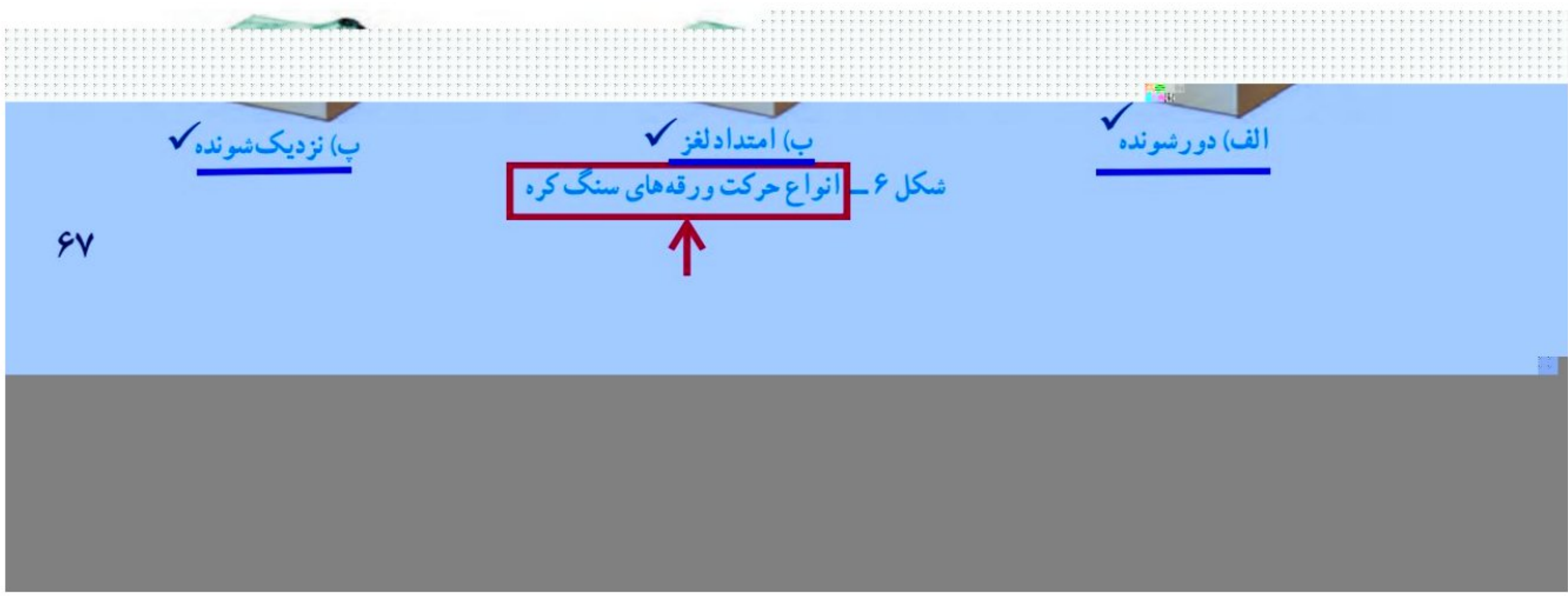


زمین ساخت ورقه ای

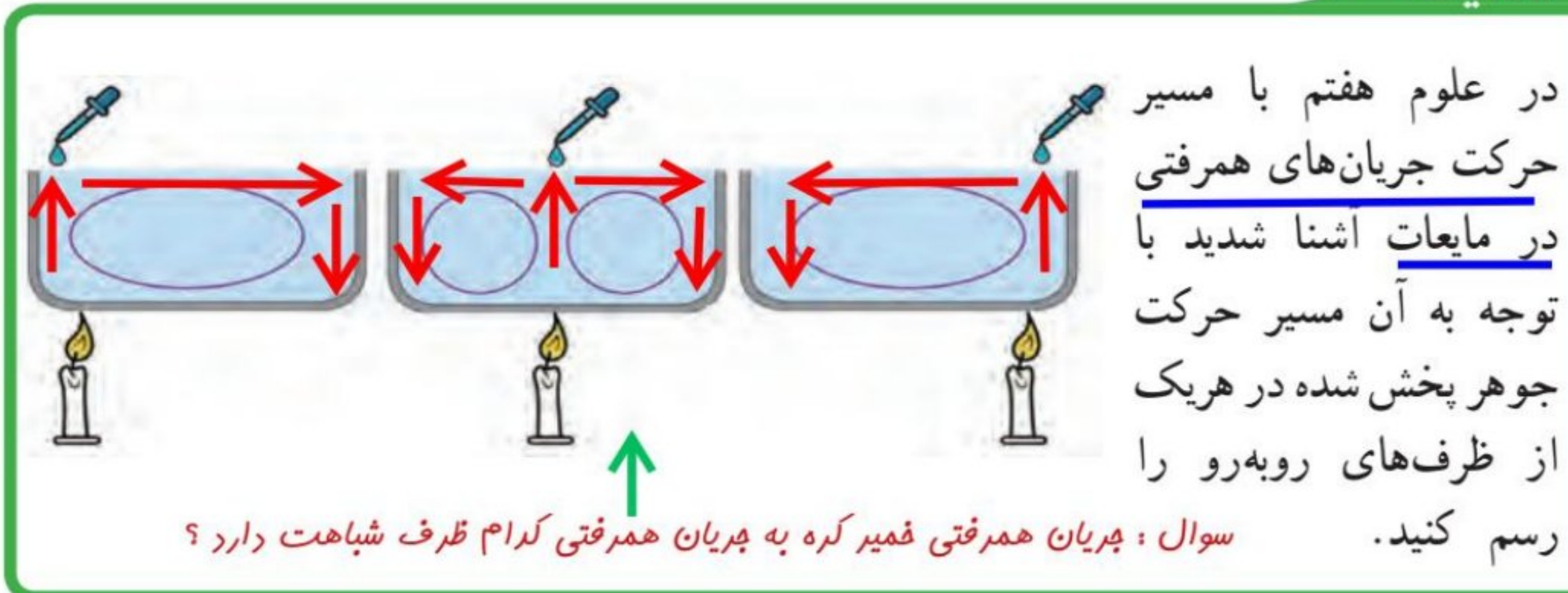
همان طور که می دانید، سست کره بخشی از گوشته است که حالت خمیری و نیمه مذاب دارد و سنگ کره
 بر روی آن واقع شده است. براساس نظریه زمین ساخت ورقه ای (صفحه ای) سنگ کره از تعدادی ورقه
 کوچک و بزرگ مجزا از هم تشکیل شده است (شکل ۵). این ورقه ها نسبت به هم حرکت دارند. گاهی
 به هم نزدیک می شوند، در جاهایی از هم دور می شوند و در بعضی جاها کنار هم می لغزند (شکل ۶). آیا
 می دانید بزرگ ترین ورقه سنگ کره چه نام دارد؟ اقیانوس آرام



شکل ۵- ورقه های سنگ کره



فعالیت



دلیل حرکت ورقه‌های سنگ کره

دانشمندان علت حرکت ورقه‌های سنگ کره را جریان‌های همرفتی سست کره می‌دانند. پدیده همرفتی داخل سست کره همانند جریان همرفتی داخل ظرف وسط 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 قسمت‌های بالایی کمتر است. به دلیل اختلاف دما و چگالی بین قسمت‌های بالا و پایین سست کره، 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 گوشته (سست کره) 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.

سن ورقه اقیانوسی > قاره ای

ضفامت ورقه اقیانوسی > قاره ای

چگالی ورقه اقیانوسی < قاره ای

ورقه اقیانوسی (زیر اقیانوس ها)

ورقه قاره ای (در محل قاره ها)

مقایسه ویژگی های ورقه اقیانوسی و قاره ای

سه تفاوت دارند

انواع ورقه های سنگ کره

۶۸

سوال: طبق فرضیه هری هس بستر اقیانوس ها چگونه در حال گسترش است؟

فرضیه گسترش بستر اقیانوس ها

اولین بار 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 اقیانوس به سمت ساحل حرکت می کند و پس از رسیدن به ساحل، با ورقه قاره ای برخورد می کند. در ادامه این حرکت، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو می رود (شکل ۸).

سوال: چرا با وجود گسترش بستر اقیانوس ها و تشکیل پوسته جدید وسعت کره زمین افزایش نمی یابد؟

چون این گسترش در محل برخورد ورقه اقیانوسی با ورقه قاره ای یا اقیانوسی دیگر جبران می شود و ورقه اقیانوسی به زیر کشیده می شود



شکل ۸ - فرضیه گسترش بستر اقیانوس

ابتدا رشد نافن در طول یک ماه را اندازه میگیریم (هرود ۴ میلی متر) . سپس آن را در عدد ۱۲ ضرب می کنیم تا رشد آن در طول یکسال بدست آید . با تقسیم طول بدست آمده (۴۸ میلی متر) بر زمان آن (یک سال) سرعت رشد نافن در طول یکسال بدست می آید (هرود ۵۰ میلی متر یا ۵ سانتی متر)

فعالیت

آیا می دانید ناخن های شما در سال چند سانتی متر 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. که تقریباً با سرعت رشد نافن ها در سال برابر است.

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 آیند و ورقه جدیدی ساخته می شود (شکل ۹). در این نواحی آتشفشان ها و زمین لرزه های متعددی رخ می دهد.

انواع حرکت ورقه های سنگ کره	پدیده های حاصل از آن	مثال
ورقه های دور شونده	۱- زلزله ۲- آتشفشان	بستر اقیانوس اطلس
	۳- تشکیل پوسته جدید	
	۴- رشته کوه های میان اقیانوسی	
برخورد ورقه اقیانوسی با قاره ای	۱- زلزله ۲- گودال عمیق	کمر بند لرزه خیز اطراف اقیانوس آرام
	۳- رشته کوه های آتشفشانی	
برخورد دو ورقه اقیانوسی	۱- زلزله ۲- گودال عمیق	مجمع الجزایر ژاپن
برخورد دو ورقه قاره ای	۱- زلزله ۲- چین خوردگی	برخورد ورقه عربستان به ایران
ورقه های امتداد لغز	زمین لرزه	بیشتر در بستر اقیانوس

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

علت ایجاد زلزله هنگام حرکت ورقه های سنگ کره چیست؟ سنگ های بزرگ ورقه ها که مانع حرکت هستند به یکباره می شکنند و آزاد شدن ناگهانی انرژی حاصل از شکستن آنها، زلزله های بزرگ را ایجاد می کند

در برخی نواحی کره زمین، ورقه های سنگ کره طی میلیون ها 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. کمربند لرزه خیز اطراف اقیانوس آرام یکی از مهم ترین نواحی لرزه خیز جهان است که علت آن برخورد ورقه اقیانوسی آرام با ورقه های قاره ای اطراف آن است. در اثر این برخورد ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره ای فرو رانده می شود. در اثر فرورانش، ورقه ها می شکنند و انرژی آزاد می شود، انرژی آزاد شده به صورت امواج لرزه ای، باعث رخ دادن زمین لرزه های بزرگی می شود (شکل ۱۰-الف). افزون بر آن بر اثر فرورانش ورقه فرورونده و اصطکاک ایجاد شده، دما افزایش یافته، سنگ ها ذوب می شوند و آتشفشان هایی را به وجود می آورند (شکل ۱۰-ب).

خود را بیازمایید

با توجه به شکل ۵، ورقه اقیانوس آرام در قسمت شمال شرق به زیر کدام ورقه قاره ای فرو رانده می شود؟ ورقه آمریکای شمالی



ب) پراکندگی آتشفشان های جهان



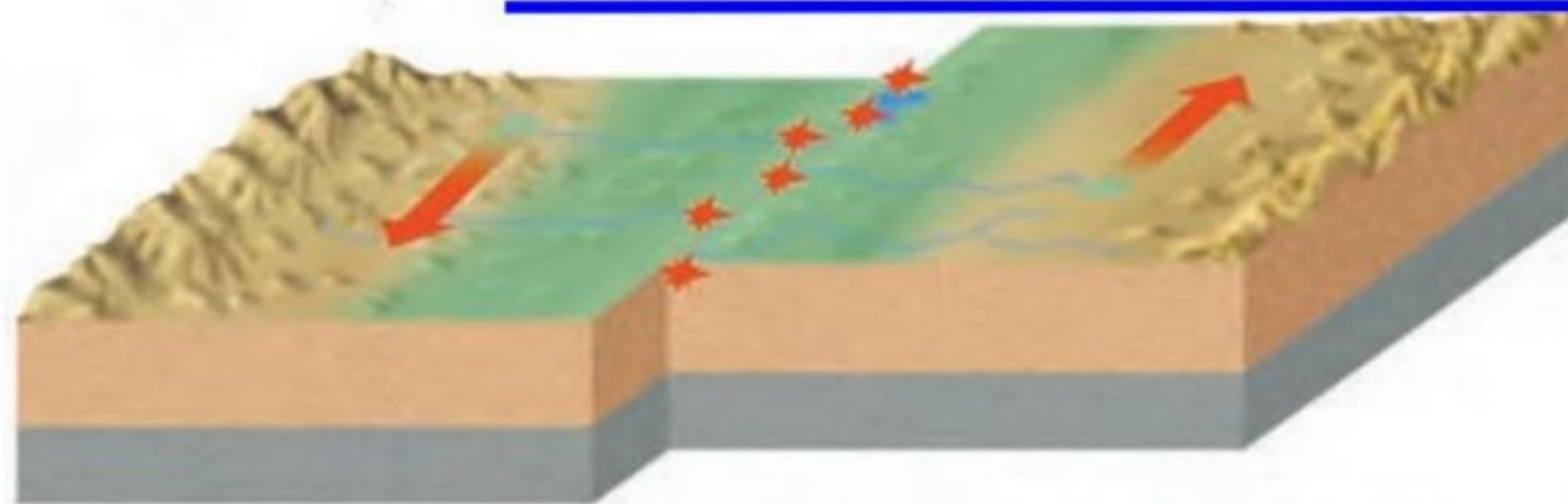
شکل ۱۰-الف) پراکندگی زمین لرزه های جهان

ماشیه ورقه های سنگ کره بویژه در محل برخورد و فرورانش ورقه های اقیانوسی آرام با ورقه های قاره ای اطراف آن

فکر کنید

با توجه به شکل ۱۰ زمین لرزه ها و آتشفشان ها بیشتر بر چه مناطقی منطبق است؟

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 (شکل ۱۱). این نوع حرکت بیشتر در بستر اقیانوس ها رخ می دهد و باعث ایجاد زمین لرزه های زیادی می شود.



شکل ۱۱- حرکت امتداد لغز و ایجاد زمین لرزه های متعدد



این نوع حرکت ورقه های سنگ کره فروج مواد مزاب به همراه ندارد و فقط زلزله های متعدد و شدید به همراه دارد.

چین خوردگی و تشکیل رشته کوه

زمین لرزه

آتشفشان

سونامی

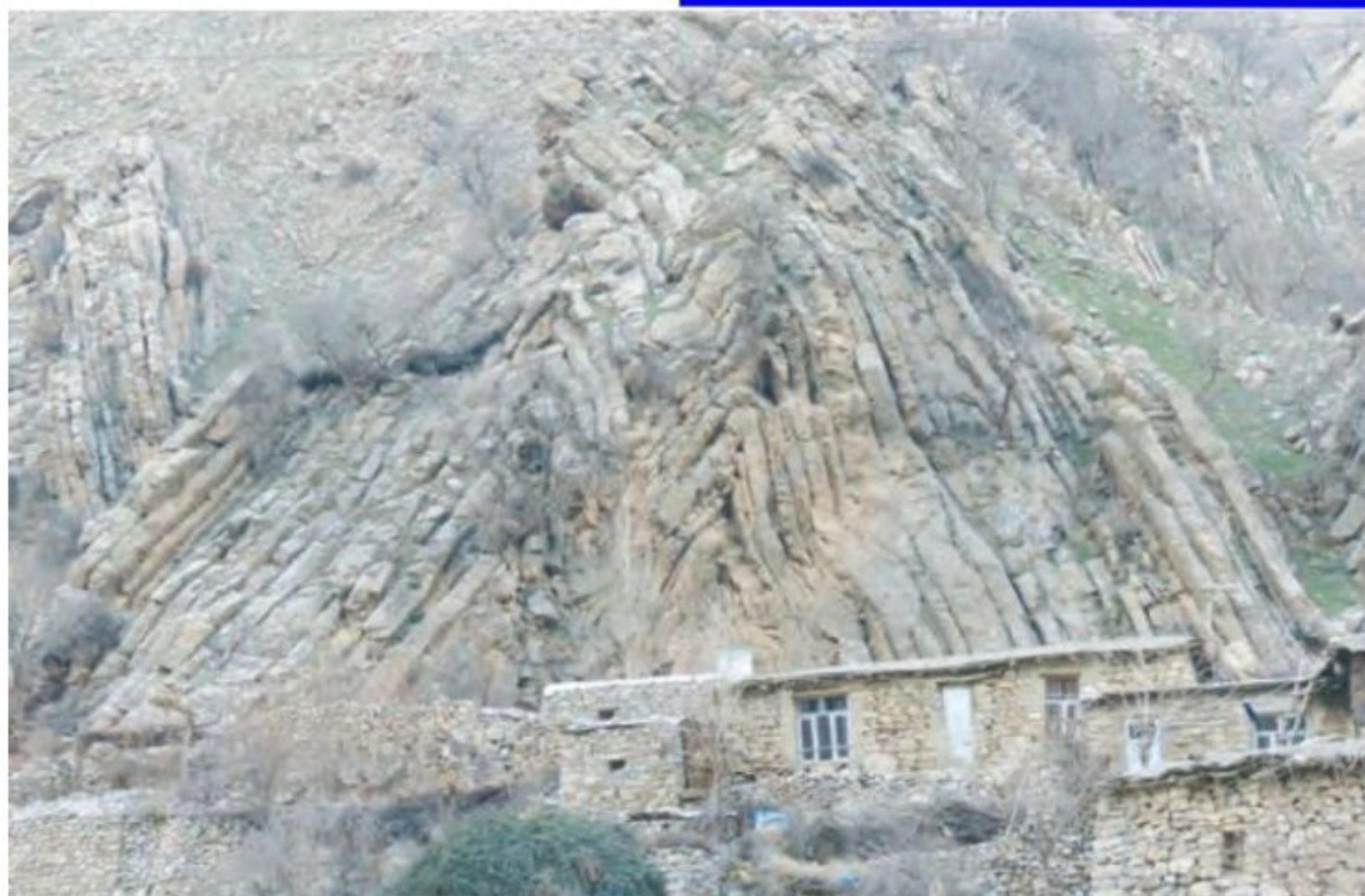
شکستن سنگ های پوسته زمین و ایجاد درزه و گسل

کودال عمیق اقیانوسی

رشته کوه آتشفشانی میان اقیانوسی و جزایر آتشفشانی و ...

پیامدهای حرکت ورقه های سنگ کره

یکی از پیامدهای حرکت ورقه های سنگ کره، ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه است. همان طور که در علوم هشتم آموختید، 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).



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

در اثر حرکت ورقه های سنگ کره، پدیده های زمین شناسی مانند زمین لرزه و آتشفشان نیز ایجاد می شود. این پیامدها در کشور ما نیز دیده می شود. به این ترتیب که، هم اکنون از وسط دریای سرخ، مواد مذاب سست کره به بستر این دریا بالا می آیند و پوسته جدید را می سازند و این پوسته به دو طرف حرکت می کند (شکل ۱۳). 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.

سوال : از برخورد ورقه عربستان با ایران در میلیون ها سال قبل کدام رشته کوه

پدید آمده است ؟

الف (البرز) ب (زاگرس) ج (تفتان) د (رشته کوه میان اقیانوسی)

پدیده های حاصل از حرکت ورقه عربستان به سمت ایران

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



هنگامی که در بستر اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه یا آتشفشان رخ می‌دهد، ممکن است **سونامی** ایجاد گردد. این امواج اقیانوسی، انرژی بسیار زیادی دارند و هنگام رسیدن به سواحل، خسارت‌های زیادی برجای می‌گذارند. هرچه عمق آب اقیانوس بیشتر باشد، سرعت و انرژی سونامی نیز بیشتر خواهد بود و خسارت‌های زیادتری را به بار خواهد آورد.

انرژی سونامی

عمق آب

طبق نمودار مقابل

جمع‌آوری اطلاعات

عمق خلیج فارس حدود ۹۰ متر در صورتی که عمق اقیانوس هند به چند هزار متر می‌رسد

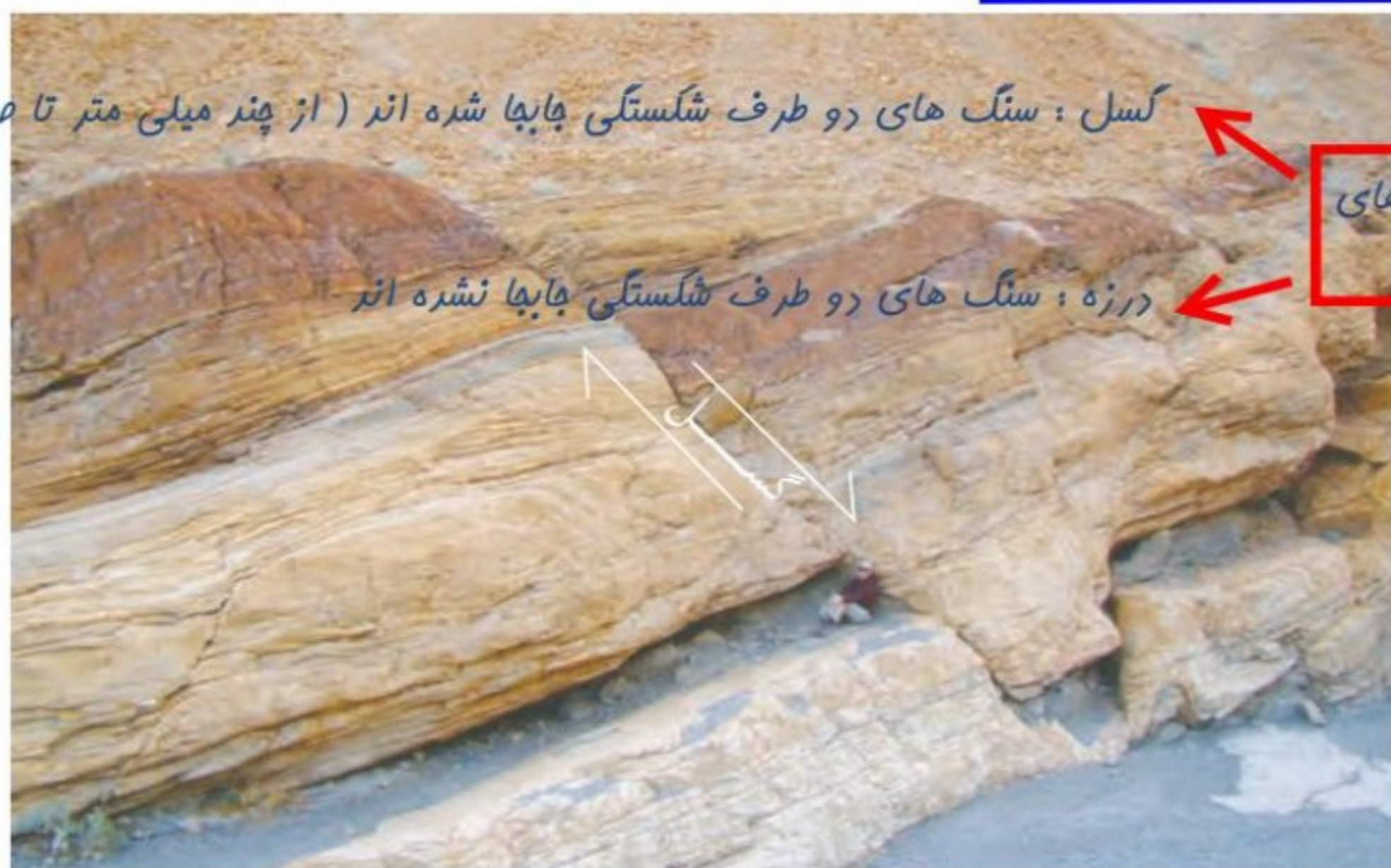
درباره عمق آب در اقیانوس هند و خلیج فارس اطلاعات جمع‌آوری و با هم مقایسه کنید.

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 عمق بیشتری دارد

برخی مواقع، حرکت ورقه‌های سنگ‌کره باعث شکستن سنگ‌های پوسته زمین می‌شود. شکستگی‌های پوسته زمین به دو دسته درزه و گسل، تقسیم‌بندی می‌شوند. اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا شده باشند، **گسل** را به وجود می‌آورند (شکل ۱۴) و اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، جابه‌جا نشده باشند، **درزه** به وجود می‌آید (شکل ۱۵).

گسل : سنگ‌های دو طرف شکستگی جابه‌جا شده اند (از چند میلی متر تا صدها متر)



انواع شکستگی سنگ‌های پوسته زمین

درزه : سنگ‌های دو طرف شکستگی جابه‌جا نشده اند

نکته : انرژی آزاد شده هنگام حرکت سریع گسل‌های فعال عامل وقوع بیشتر زمین‌لرزه‌ها است

شکل ۱۴- گسل



شکل ۱۵- مقایسه درزه و گسل (آذربایجان شرقی)