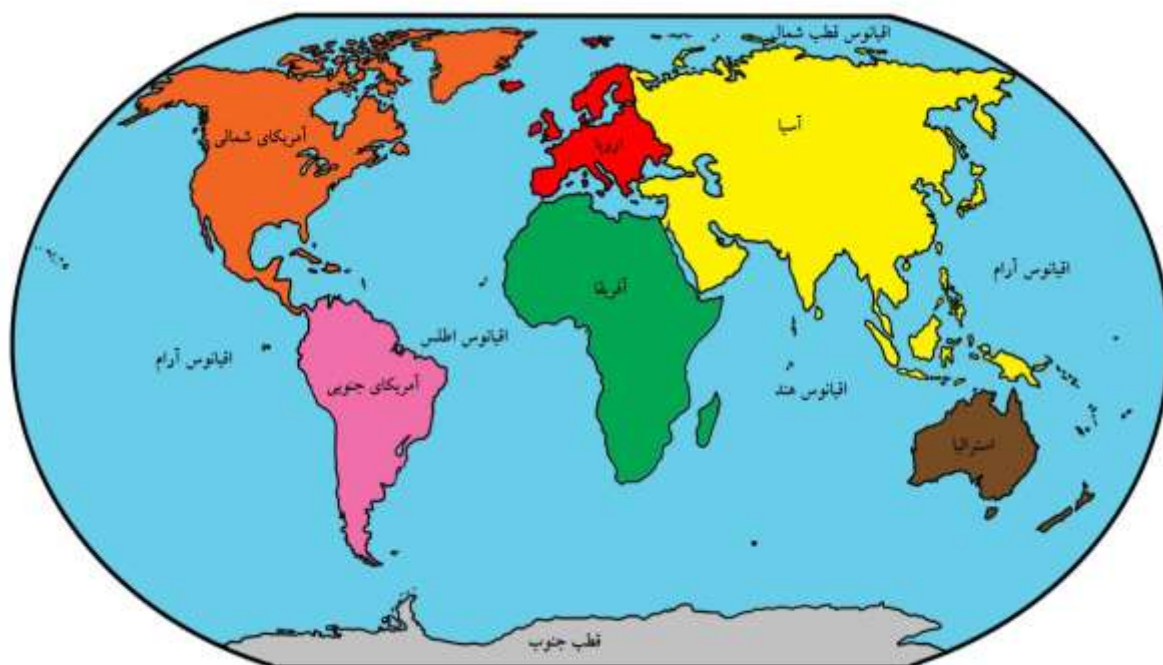


فصل ششم: زمین ساخت ورقه‌ای

«و در زمین کوه‌های استواری افکند، (مبادا) که شما را بلرزاند». «کوه‌ها را میخ‌های زمین آفریدیم».

کلمات کلیدی: زمین ساخت ورقه‌ای، شواهد اشتقاق قاره‌ها، حرکت ورقه‌ها، خشکی‌های گذشته



زمانی که شما قطعات یک جورچین را کنار هم می‌چینید، به چه چیزی توجه می‌کنید؟ شما بر اساس شکل لبه‌ها، قطعات پازل را در هم چفت می‌کنید. آیا فکر می‌کنید، اگر قاره‌های زمین را ببریم، می‌توانیم آن‌ها را مانند قطعات پازل، در هم چفت کنیم؟

آیا قاره‌ها متحرک هستند؟



از زمانی که نقشه‌های پیشرفته زمین تهیه شد، این فکر قوت طبیعت گرفت که قاره‌ها به‌ویژه آمریکای جنوبی و آفریقا مثل قطعات یک بشقاب چینی شکسته با یکدیگر جور می‌شوند؛ اما این فکر از اهمیت چندانی برخوردار نبود تا اینکه در سال 1915 یک دانشمند آلمانی به نام آلفرد وگنر نظریه اشتقاق قاره‌ها را منتشر کرد. بنا به عقیده او زمانی ابرقاره «پانگه‌آ» در زبان یونانی یعنی «تمام خشکی‌ها یا سرزمین‌ها» به‌صورت خشکی یکپارچه وجود داشته‌اند. اطراف پانگه‌آ را اقیانوس بزرگی به نام «پانتالاسا» فراگرفته بوده است.

او چنین استدلال کرد که حدود 200 میلیون سال پیش، این ابرقاره شروع به شکافتن کرد و قاره‌های کوچک‌تری را پدید آورد. میلیون‌ها سال بعد پانگه‌آ به دو قاره کوچک‌تر لورازیا در شمال و گندوانا در جنوب تقسیم شد که بین آن دو را دریای تتیس پر می‌کرد. دریاچه خزر باقیمانده دریای قدیمی تتیس است.

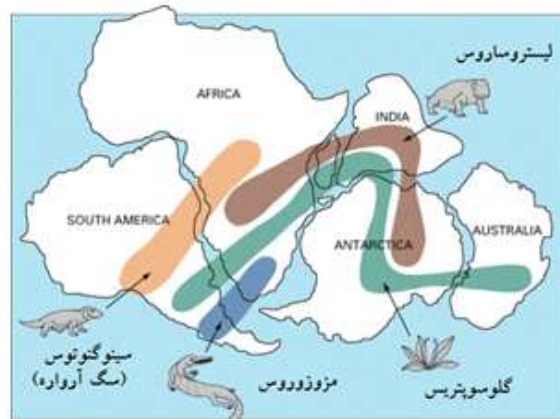
با گذشت زمان، لورازیا تقسیم شد و قسمت اعظم آسیا، اروپا، گرینلند و آمریکای شمالی به وجود آمد؛ و از تقسیم گندوانا نیز خشکی‌های جنوبی امروزی شامل آفریقا، آمریکای جنوبی، قطب جنوب (جنوبگان)، اقیانوسیه، شبه‌جزیره عربستان و هند به وجود آمد.

وگنر و موافقان وی برای ادعای خود به جمع‌آوری شواهدی پرداختند. انطباق حاشیه آمریکای جنوبی با آفریقا، تشابه آب‌وهوایی دیرینه، شواهد فسیل‌شناسی، ساختارهای سنگی و آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف همگی حاکی از این بودند که زمانی این خشکی‌ها به یکدیگر متصل بوده‌اند. او همچنین ملاحظه کرد که قطب جنوب دارای گونه‌ای فسیل است که بسیار شبیه به فسیل مناطق گرمسیری بود؛ بنابراین پیشنهاد کرد که قطب جنوب زمانی در نزدیکی خط استوا واقع شده بوده است.

در شکل‌های صفحه بعد دلایل وگنر برای جابه‌جایی قاره‌ها نشان داده شده است.



ب) انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با آفریقا



الف) تشابه فسیل جانداران در قاره‌های مختلف



د) آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف



ج) تشابه سنگ‌ها در حاشیه آمریکای جنوبی و آفریقا

زمین ساخت ورقه‌ای

پس از اینکه وگنر نظریه خود را ارائه داد، با انتقادهای شدیدی روبرو شد. مهم‌ترین انتقادی که به نظریه او وارد شد، این بود که چگونه قاره‌های سنگی با این عظمت می‌توانند روی بستر سنگی دریا حرکت کنند؟ وی دو منبع انرژی برای حرکت ورقه‌ها را مطرح کرد. یکی از این‌ها نیروی جزر و مد ماه بود و دیگری شکستن پوسته زمین توسط کشتی‌های یخ‌شکن که هر دوی این توجیهات، توسط منتقدین مردود اعلام شد.

سال‌ها پس از مرگ وگنر، با پیشرفت تکنولوژی، امکان مطالعه کف اقیانوس‌ها و فعالیت‌های لرزه‌ای و میدان مغناطیسی زمین میسر شد. این پیشرفت‌ها سبب شد تا در سال 1968 نظریه جامع‌تری نسبت به اشتقاق قاره‌ها، با عنوان «زمین ساخت ورقه‌ای» مطرح شود. طبق این نظریه، سنگ‌کره‌ی سخت زمین، تقریباً از ۲۰ قطعه‌ی مستحکم به نام صفحه ساخته شده است. در بین این صفحات صفحه اقیانوس آرام از همه بزرگ‌تر است. همه صفحه‌های بزرگ هم دارای پوسته قاره‌ای و هم دارای پوسته اقیانوسی هستند؛ یعنی مغایر با اصل نظریه اشتقاق قاره‌هاست که می‌گوید: قاره‌ها از وسط اقیانوس‌ها عبور می‌کنند نه همراه با کف اقیانوس. از طرف دیگر اکثر

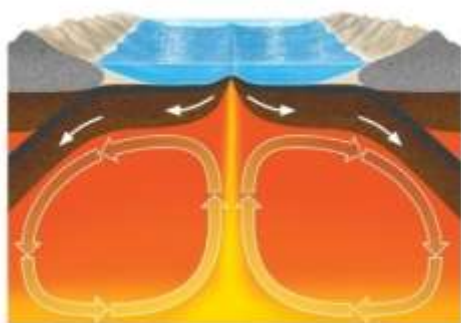
صفات کوچک از سنگ‌کره اقیانوسی تشکیل یافته‌اند (ورقه‌های اقیانوسی)، البته صفحه کوچک قاره‌ای هم وجود دارد (ورقه‌های قاره‌ای).



سنگ‌کره بر روی منطقه ضعیف‌تر ولی داغ‌تر موسوم به سست‌کره قرار دارد. سست‌کره حالت نیمه مذاب و خمیری دارد. صفحه‌های سنگ‌کره به صورت مستقل از یکدیگر روی سست‌کره حرکت می‌کنند.

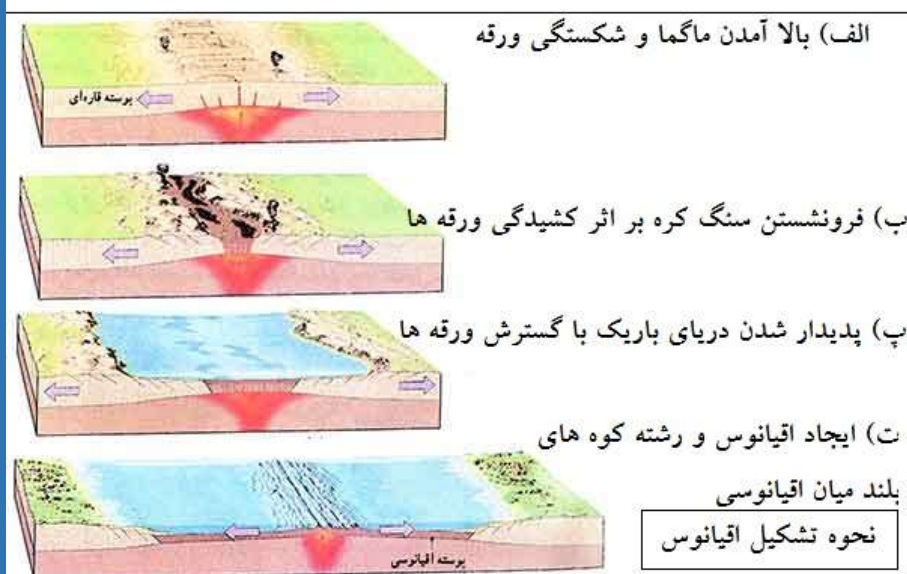
دانشمندان علت حرکت ورقه‌ها را اختلاف دما و چگالی و در نتیجه جریان همرفتی درون سست‌کره می‌دانند. قسمت پایین سست‌کره به دلیل نزدیکی با مرکز زمین، دمای بیشتری دارد، در نتیجه چگالی مواد خمیری آن کمتر بوده و به سمت بالا جریان می‌یابد. در قسمت بالا که دما کمتر است، مواد خمیری، سرد شده و مجدداً به سمت پایین می‌رود بنابراین جریان همرفتی در نرم کره رخ داده و ورقه‌های سنگ‌کره‌ی روی آن‌ها، جابه‌جا می‌شوند.

چگالی ورقه‌های اقیانوسی (به دلیل داشتن آهن و منیزیم بیشتر) نسبت به ورقه‌های قاره‌ای (به دلیل داشتن آلومینیم بیشتر) بیشتر است؛ بنابراین در اثر برخورد ورقه‌های اقیانوسی به ورقه قاره‌ای، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای می‌رود.



فرضیه گسترش ورقه اقیانوس‌ها

در سال 1962 میلادی هری هس فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها را مطرح کرد. بر اساس این فرضیه، مرزهای دور شونده قدیمی که در امتداد آن‌ها ورقه‌ها از هم جدا می‌شوند، در محل بلندی‌های میان اقیانوسی قرار دارند؛ بنابراین در وسط اقیانوس‌ها مواد مذاب سست‌کره بالاآمده و بلافاصله سرد و منجمد شده و بستر جدید اقیانوس را به وجود می‌آورند. درواقع جوان‌ترین سنگ‌های سنگ‌کره در محل رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی قرار دارند. به‌طور میانگین، سرعت حرکت هر ورقه در طرفین، حدود 2/5 سانتی‌متر در سال است؛ بنابراین به‌طور میانگین سالانه 5 سانتی‌متر، کف اقیانوس‌ها در محل ورقه‌های دور شونده، گسترش می‌یابد. باین حال، حجم کلی کره زمین سالانه اضافه نخواهد شد؛ زیرا از طرف دیگر، لبه ورقه‌های دور شونده به زیر یکدیگر فرو می‌روند.



البته همه مراکز گسترش در اقیانوس واقع نشده‌اند. اگر مراکز گسترش در قاره‌ها باشند، در مرز آن سنگ‌کره، شکسته شده و فرومی‌نشینند. درنتیجه دره‌های عمیقی به وجود می‌آید که به‌وسیله آب اقیانوس‌ها پر شده و دریای باریکی را به وجود می‌آورند؛ مانند دریای سرخ بین قاره آفریقا و عربستان. با ادامه

دور شدن ورقه‌ها، این گونه دریاها به اقیانوس تبدیل می‌شوند. دریای سرخ درواقع شکل جوان اقیانوس اطلس است.

زلزله

پیش از اینکه به حرکت ورقه‌های زمین بپردازیم، بهتر است، با مفهوم زمین‌لرزه و نحوه ایجاد آن آشنا شویم. هنگامی که شما یک کش را می‌کشید، انرژی پتانسیل کشسانی در خود ذخیره می‌کند. اگر وسط کش را با یک قیچی ببریم، انرژی آن آزاد شده و هر یک از نیمه‌های کش ضربه شدیدی به دستان ما وارد می‌کنند. ورقه‌های سنگ‌کره نیز در اثر حرکت، دچار کشش، خمیدگی یا فشردگی می‌شوند. چنانچه این نیروها بیش از مقاومت سنگ‌ها باشد، سنگ یا ورقه دچار شکستگی می‌شود و انرژی زیادی را آزاد می‌کند. این انرژی سنگ‌ها یا ورقه را به ارتعاش درمی‌آورد که به این ارتعاش زلزله می‌گویند؛ بنابراین بیشتر زلزله‌ها در نزدیکی گسل‌ها یا در امتداد آن‌ها رخ می‌دهند.

کانون و مرکز زلزله



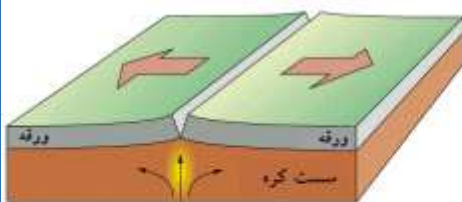
بنابراین نقطه‌ای را که امواج از آن منتشر می‌شوند «کانون زلزله» می‌نامند. این همان محل داخل زمین است که سنگ‌ها شکسته می‌شوند و منجر به آزاد شدن انرژی و انتشار به اطراف می‌شود.

اگر از کانون زلزله که در داخل زمین قرار دارد خطی قائم به سمت سطح زمین رسم نماییم، محل برخورد این خط با سطح زمین را «مرکز زلزله» می‌نامند.

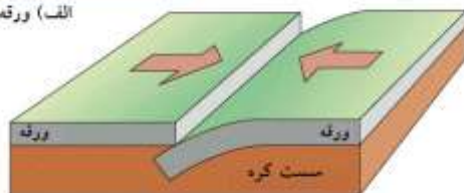
حرکت ورقه‌های سنگ‌کره

این ورقه‌ها نسبت به یکدیگر سه نوع حرکت ممکن است داشته باشند.

الف: در بعضی نواحی، ورقه‌ها از هم دور شوند (میان اقیانوس). در این محل‌ها مواد مذاب بالا آمده و ضمن ایجاد آتش‌فشان و زلزله، رشته‌کوه میان‌اقیانوسی به وجود می‌آید.



الف) ورقه‌های دور شونده



ب) ورقه‌های نزدیک شونده



ج) ورقه‌های امتداد لغز

ب: در بعضی نواحی، ورقه‌ها به هم نزدیک شده و باهم برخورد می‌کنند.

ضخامت ورقه (سنگ‌کره) اقیانوسی حدود 100 کیلومتر است. در حالی که ضخامت ورقه قاره‌ای حدود 150 کیلومتر و در مواردی (کوه‌ها) از 200 کیلومتر نیز تجاوز می‌کند. ضخامت ورقه فرورونده عموماً حدود 100 کیلومتر است. این ورقه‌ها معمولاً با زاویه

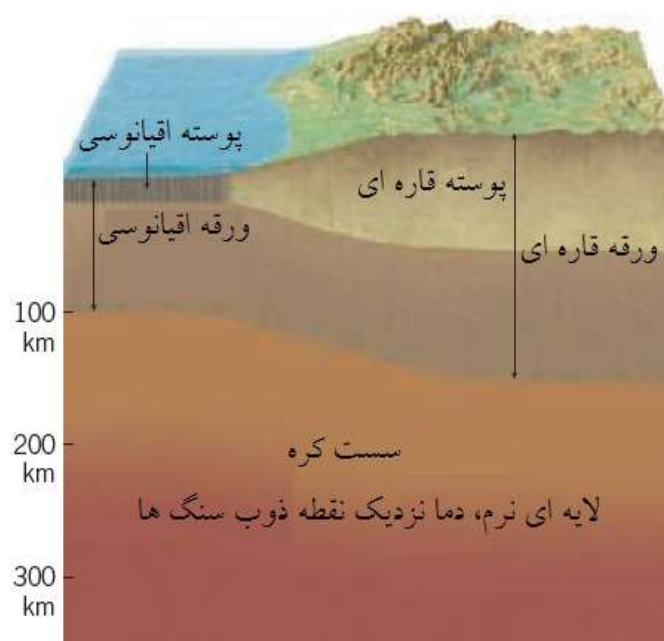
45 درجه یا بیشتر تا عمق 700 کیلومتر پایین می‌روند. وقتی ورقه فرورونده و رسوبات آبدار آن وارد سست‌کره می‌شود، شروع به ذوب می‌کند. ماگما تازه‌ای که بدین گونه تشکیل می‌شود، نسبت به سنگ‌های گوشته اطراف خود، چگالی کمتری دارد. در نتیجه وقتی مقدار



آن به حد کافی باشد، ماده مذاب به آرامی به سمت بالا صعود می‌کند و بخشی از آن می‌تواند به سطح زمین راه یابد. چنانچه یکی از ورقه‌ها از نوع اقیانوسی باشد، ورقه اقیانوسی به دلیل چگالی زیاد به زیر دیگری فرو می‌رود. در این محل‌ها گودال‌های درازی، با طول هزاران کیلومتر و عمق 8 تا 10 کیلومتر و حتی بیشتر، ایجاد می‌شود. همچنین زلزله‌های شدیدی در این مناطق ایجاد شده و معمولاً کمی دورتر از این مرزها آتشفشان‌هایی رخ می‌دهند. 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.

اگر هر دو ورقه از نوع قاره‌ای باشند، پس از برخورد با یکدیگر، به دلیل چگالی کم، درهم شکسته شده، ضمن ایجاد گسل و چین‌خوردگی، رشته‌کوه‌هایی را به وجود می‌آورند. از طرف دیگر زلزله‌های شدیدی نیز در این محل‌ها رخ می‌دهد.

ج: در بعضی نواحی، ورقه‌ها در کنار هم می‌لغزند. در این محل‌ها ورقه جدیدی حاصل نمی‌شود یا ورقه‌ای تخریب نمی‌شود. بلکه دو ورقه از کنار یکدیگر عبور می‌کنند. در محل این گسل‌ها زلزله رخ می‌دهد. محل این حرکت‌ها، بیشتر در اقیانوس‌هاست؛ زیرا بیشتر سطح زمین را آب فراگرفته است.



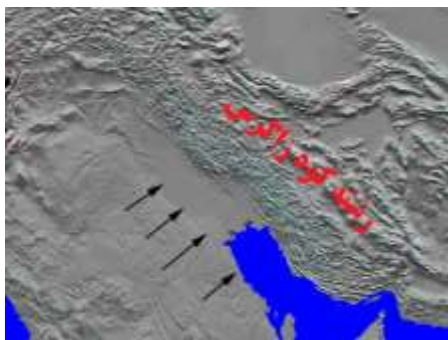
پیامدهای حرکت ورقه‌های سنگ کره

همان‌طور که می‌دانید، رسوبات به صورت افقی در دریا روی هم تهنشین می‌شوند. وقتی دو ورقه قاره‌ای به یکدیگر برخورد می‌کنند، بر اثر فشار زیاد، در ورقه‌ها چین خوردگی ایجاد می‌شود.



این چین خوردگی‌ها می‌توانند رشته‌کوه‌های درون قاره‌ها را به وجود آورند. به عنوان مثال حدود چند میلیون سال پیش، صفحه عربستان، به علت گسترش کف دریای سرخ، به صفحه ایران فشار می‌آورد و همچنان این فشار ادامه دارد. بر اثر این فشار، رشته‌کوه زاگرس در ایران به وجود آمده است. همچنین حرکت صفحه عربستان، باعث ایجاد زمین‌لرزه‌هایی با بزرگی معمولاً کمتر از 5 ریشتر در غرب و جنوب غربی کشورمان می‌شود.

چنانچه فشار، بیش از حد مقاومت سنگ کره باشد، سنگ کره می‌شکند. به شکستگی‌های سنگ کره که با جابه‌جایی سنگ‌های دو طرف شکاف، همراه است، گسل گفته می‌شود. گسل‌ها معمولاً در امتداد مرز بین ورقه‌ها واقع شده‌اند. پدیده‌ای که در آن سنگ‌های دو طرف شکاف نسبت به یکدیگر جابه‌جا نشده باشند، درزه نام دارد.



همان‌طور که می‌دانید، چنانچه زلزله و آتش‌فشان در کف اقیانوس رخ دهد، می‌تواند باعث ایجاد امواج بسیار بزرگی به نام سونامی شود. هر چه عمق اقیانوس بیشتر باشد، سرعت و انرژی سونامی بیشتر خواهد بود.





اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



تمام پایه ها

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



همیشه رایگان

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد