

زمین زیستگاه ما

آیا زمین همیشه به همین شکل بوده است که ما آن را می بینیم؟ آیا کوه‌ها، دره‌ها، دریاها، قاره‌ها، گیاهان، جانوران، اتمسفر و آب و هوای آن با گذشت زمان تغییر کرده‌اند؟ زمین در آینده چه تغییراتی خواهد کرد؟

این موضوعات، همواره اندیشه‌ی زمین شناسان را به خود مشغول داشته‌اند. با این حال باید بدانیم تحقیق درباره‌ی تغییرات گذشته و آینده‌ی زمین نمی‌تواند به مرحله‌ی کمال برسد. شاید کنجکاو‌ی و فعالیت شما در آینده بتواند پاسخ‌هایی برای برخی از این پرسش‌ها فراهم آورد.



سرگذشت زمین

چندی پیش، در یکی از کشورهای غربی، جمله‌ی جالبی روی خط‌کش‌های پلاستیکی دانش‌آموزان نوشته شده بود که ترجمه‌ی آن چنین است.

«به جای کتاب، طبیعت را مطالعه کنید».

شما هم ممکن است مانند افراد زیادی، فقط از مشاهده‌ی محل عکس زیر خوشتان بیاید، اما کسانی که طبیعت را مطالعه می‌کنند، از کنار آن بی‌تفاوت نمی‌گذرند و مثلاً می‌خواهند بدانند:

– این پدیده قبلاً به چه شکل بوده است؟

– قدمت آن چقدر است و چرا به این شکل درآمده است؟



راه میناب به بندر جاسک

اگر ما هم بخواهیم فقط به پرسش‌های بالا پاسخ بدهیم، به اطلاعات قبلی زیادی نیاز داریم. مثلاً، باید جنس مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن را بدانیم. دلیل تغییر شکل را بشناسیم و با طرز تعیین سن سنگ‌ها آشنا باشیم.

مطالعه درباره‌ی گذشته‌ی زمین، بسیار شبیه به مطالعه در تاریخ ملت‌هاست. کسی که می‌خواهد تاریخ تمدن‌ها و ملت‌ها را مطالعه کند، باید شواهد زیادی درباره‌ی حوادث گذشته جمع‌آوری کند. در مطالعه‌ی تاریخچه‌ی زمین نیز دانشمندان باید نظیر همان کار را انجام بدهند. بیش‌ترین شواهد، از لایه‌های سنگ رسوبی و فسیل‌های درون آن‌ها به دست می‌آیند.

لایه‌های سنگ‌ها



سنگ‌های رسوبی به صورت لایه‌های موازی ته‌نشین می‌شوند.

سنگ‌های رسوبی معمولاً به صورت موازی در روی هم انباشته می‌شوند و مانند ورق‌های کتاب‌اند. در یک سری لایه از جنس سنگ‌های رسوبی، اصولاً لایه‌های زیرین قدیمی‌تر از لایه‌های بالایی هستند. اما در صورتی که سنگ‌ها چین‌خورده باشند، نمی‌توانیم اصل بالا را درست بدانیم و برای تعیین وضعیت گذشته‌ی آن‌ها باید به دنبال شواهد دیگری بگردیم.



سنگ‌های رسوبی بر اثر چین‌خوردگی از حالت افقی خارج می‌شوند.

فکر کنید

در مطالعه‌ی تاریخچه‌ی زمین، سنگ‌های رسوبی بهتر از بقیه‌ی اقسام سنگ‌ها هستند. دلیل چیست؟

فسیل

در گذشته، جانداران فراوانی بر روی زمین زندگی می‌کردند. برخی از آن‌ها در زمان ما وجود ندارند. آیا تا به حال از خود پرسیده‌اید که، این جانداران چه شکلی بوده‌اند؟ دارای چه ویژگی‌هایی بوده‌اند؟ چه تفاوت‌ها و چه شباهت‌هایی با جانداران امروزی داشته‌اند؟ چرا برخی از آن‌ها – اکنون – وجود ندارند؟ برای پاسخ دادن به این قبیل سؤال‌ها باید از فسیل‌ها کمک گرفت.

به آثار و بقایای موجودات قدیمی که در بین برخی از مواد تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین پیدا می‌شوند، فسیل می‌گویند. از میان جانداران گذشته، فقط تعداد بسیار کمی به‌صورت فسیل درآمده‌اند. جاندارانی که دارای اعضای نرم و فاقد اسکلت سخت داخلی یا خارجی بوده‌اند، در برابر عوامل مخرب طبیعی مقاومتی نداشته و پس از مرگ، در مجاورت هوا یا زیر آب تجزیه گردیده یا خوراک جانداران دیگر شده و بدون آن که از خود اثری به‌جای گذارند، از بین رفته‌اند. در میان جانداران گذشته‌ی زمین، آن‌هایی که دارای اعضای سخت مانند استخوان، دندان، صدف، کتین یا بافت چوبی بوده‌اند، امکان فسیل شدنشان وجود داشته است. این جانداران باید بلافاصله پس از مرگ، در محلی قرار گیرند تا در معرض تجزیه و فساد قرار نگیرند.

فکر کنید

یک جاندار پس از مرگ، باید دور از چه عواملی قرار گیرد تا همه یا قسمتی از جسد آن باقی بماند؟

آزمایش کنید

یک ران مرغ پخته یا جسد مرده‌ی یک حیوان را در عمق ۲۰ سانتی متری خاک در هوای آزاد قرار دهید. پس از دو هفته، آن را از زیر خاک خارج کنید. چه تغییراتی مشاهده می‌نمایید؟ چه عواملی سبب این تغییرات شده است؟

مکان‌های مناسب برای فسیل شدن

برای فسیل شدن، محیط‌های رسوبی مانند دریاها و دریاچه‌ها مناسب‌تر از سایر مناطق‌اند. در این مناطق، رسوب‌گذاری شدید است و بقایای جانداران به‌وسیله‌ی رسوبات بهتر مدفون و پوشیده می‌شود. هم‌چنین، این مناطق – نسبت به سایر مناطق – به‌علت شرایط مناسب حیات، جانداران متنوعی دارد که تعدادشان نیز زیاد است. به همین علت، در آن‌جا امکان فسیل شدن بیش‌تر فراهم می‌شود.

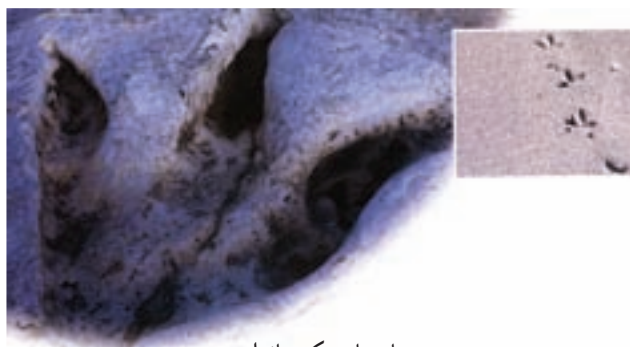


محیط‌های کم عمق دریاها، با تنوع جاندارانی که دارند، محل مناسبی برای فسیل شدن جانداران است.

در خشکی‌ها نیز گاهی فسیل به وجود می‌آید ولی تعداد آن‌ها نسبت به فسیل‌هایی که در دریاها تشکیل شده‌اند، بسیار ناچیز است. یخچال، غار، طوفان‌های شن و ماسه، شیره‌های گیاهی، مواد نفتی و خاکسترهای آتش‌فشانی شرایطی را به وجود می‌آورند که جانوران یا گیاهان قبل از فساد و تجزیه، همه یا قسمتی از جسد آن‌ها سالم بماند.



آثار این انسان‌ها در میان خاکسترهای آتش‌فشان به خوبی باقی مانده است.



جای پای یک جاندار



در بیش‌تر فسیل‌ها فقط تزئینات خارجی جاندار باقی می‌ماند.

فکر کنید

- ۱- به کمک جای پای یک جاندار، چه اطلاعاتی درباره‌ی آن جاندار می‌توان کسب کرد؟
- ۲- وجود زغال‌سنگ در یک منطقه، چه اطلاعاتی درباره‌ی آب و هوای گذشته‌ی آن جا می‌تواند دربر داشته باشد؟
- ۳- آیا می‌توان به کمک فسیل‌ها مناطق مختلف دریا‌های گذشته را از نظر عمق شناسایی کرد؟
- ۴- آیا می‌توان به کمک فسیل‌ها دریاچه‌های آب شیرین را از دریاچه‌های آب شور تشخیص داد؟

استفاده از فسیل‌ها

برخی از فسیل‌ها مانند زغال‌سنگ و نفت - که به آن‌ها سوخت‌های فسیلی هم گفته می‌شود - به طور مستقیم در تأمین انرژی و برخی مواد کاربرد فراوان دارند. از سایر فسیل‌ها نیز برای تعیین محل بعضی از مواد معدنی استفاده می‌گردد. فسیل‌ها در تشخیص آب و هوای گذشته نیز قابل استفاده‌اند.

به کمک فسیل‌ها می‌توان اطلاعاتی درباره‌ی خشکی‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، بیابان‌ها و ... به دست آورد.

تحول در حیات: با مطالعه در روی فسیل‌های به دست آمده از میان لایه‌های رسوبی مختلف، معلوم شده است که فسیل‌های موجود در لایه‌های قدیمی‌تر (زیرین) در مقایسه با آن‌ها که در لایه‌های بالایی پیدا می‌شوند، ساختمان بدنی ساده‌تری را نشان می‌دهند. یعنی، هرچه به زمان حاضر نزدیک می‌شویم، هم ساختمان بدن جانداران پیچیده‌تر می‌شود، هم بر تعداد انواع آن‌ها اضافه می‌شود.

دانشمندان، به همین ترتیب توانسته‌اند اولاً با نوع تحولات و تغییرات جانداران در گذشته آشنا شوند، ثانیاً نوعی جدول زمانی را به کمک فسیل‌ها تنظیم کنند که راهنمای مناسبی برای تعیین قدمت لایه‌های رسوبی مجهول هم هست.

چنان‌که در جدول صفحه‌ی بعد مشاهده می‌کنید، ترتیب پیدایش جانوران، از بی‌مهره‌ها به مهره‌داران ساده، خونسرد و سپس مهره‌داران خونگرم، یعنی پرنده‌ها و پستانداران است. گیاهان نیز در آغاز محدود به جلبک‌های دریایی بودند، و در زمان‌های بعد سرخس‌ها و انواع مشابه پدید آمدند. پیدایش گیاهان گلدار، که انواعی کامل‌تر و پیچیده‌تر از اقسام بی‌گل و هاگدار است، در زمان‌های نزدیک به زمان حال در روی زمین ظاهر شدند.

فکر کنید

از ترتیب پیدایش جانداران در روی زمین، چگونه می‌توانند به قدیم یا جدید بودن لایه‌های رسوبی چین خورده بی‌برند؟

بیش‌تر بدانید

	<p>زمان حاضر دوران سنوزوئیک (حیات جدید) فراوانی پستانداران و گیاهان گلدار (۶۵ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران مزوزوئیک (حیات میانی) فراوانی خزندگان و پیدایش اولین گیاهان گلدار (۲۵۰ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران پالئوزوئیک (حیات قدیمی) اواخر این دوره پیدایش گیاهان بی‌گل و نخستین مهره‌داران آوایل این دوره فراوانی بی‌مهره‌ها (۵۷۰ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران پرکامبرین پیدایش آغازیان و بی‌مهره‌های ساده (۳ میلیارد سال پیش)</p>

جمع آوری اطلاعات

دانشمندان معتقدند که حیات ابتدا در دریا آغاز شد و از آن جا به خشکی نیز انتقال یافت. امروزه هم هنوز بیش تر از ۹۰ درصد جانوران ساکن دریا هستند. در مورد مطالعاتی که در این زمینه انجام شده، اطلاعاتی را تهیه کنید و به کلاس گزارش بدهید.



این جاندار که نوعی سخت پوست است از ابتدای پالئوزوئیک تا اواخر آن در دریا زندگی می کرد.



در مزوزوئیک آمونیت ها فراوان شدند.



این اولین پرنده روی زمین است که برخی از ویژگی های خزندگان را هم داشته است.

خزندگان دوران مزوزوئیک



تغییر گونه‌های جانداران

یکی از مهم‌ترین کاربردهای فسیل‌ها بی‌بردن به چگونگی تغییرات شکل ظاهری و ساختمان بدنی و در نتیجه به وجود آمدن انواع جدید جانداران است. با مطالعه فسیل‌ها متوجه می‌شویم، هرچه از گذشته به زمان حال نزدیک می‌شویم بر تعداد گونه‌های جانداران افزوده می‌شود. امروزه بیش از ۲ میلیون نوع جاندار در روی زمین زندگی می‌کنند. در حالی که مطالعه‌ی فسیل‌ها نشان می‌دهد که در ابتدا تعداد گونه‌های جانداران بسیار محدود و رفته رفته افزایش پیدا کرده‌اند. این مطالعات همچنین نشان می‌دهند که برخی از جانداران، تنها در زمان‌های خاصی به وجود آمده و پس از مدتی از بین رفته‌اند. حال این سؤال پیش می‌آید که چه عواملی سبب بروز تغییر در میان جانداران شده و چگونه انواع جدید از انواع قبلی به وجود آمده‌اند و چرا نسل برخی از جانداران مانند دایناسورها از بین رفته‌اند؟ برای پاسخ به این سؤال دانشمندان فرضیه‌های مختلفی ارائه داده‌اند.

لامارک، دانشمند فرانسوی، در قرن هجدهم، استفاده یا استفاده نکردن اندام‌ها را عامل بروز تغییر می‌دانست و عقیده داشت که وقتی اندامی زیاد به کار برده شود، قوی خواهد شد و برعکس، اندامی که کار نکند، رشد چندانی نخواهد داشت. به عقیده‌ی لامارک، صفاتی که به این ترتیب کسب می‌شوند، قابل به ارث رسیدن نیز خواهند بود. پس، چون زرافه گردن خود را برای خوردن برگ‌های درختان بالا کشانده، نسل به نسل بر طول گردنش اضافه شده است.

بیش‌تر بدانید

یک دانشمند آلمانی به نام ویسمن، آزمایش جالبی با یک دسته موش انجام داد. او برای آن که به همه‌ی موش‌ها صفت اکتسابی بدهد، دم آن‌ها را قطع کرد و تا مرحله‌ی تولید نوزاد، مراقب آن‌ها شد. سپس، دم نوزادان را هم قطع کرد و این عمل را تا ۲۲ نسل روی ۱۵۹۲ موش تکرار کرد. براساس نظریه‌ی لامارک، باید موش‌های نسل بعد دم‌های کوتاه‌تری دارا می‌شدند، اما چنین وضعی اتفاق نیفتاد و موش‌های آخرین نسل، دم‌هایی به بلندی دم موش‌های نسل اول داشتند. ویسمن از این آزمایش نتیجه گرفت که صفات اکتسابی هیچگاه ارثی نمی‌شوند، یعنی، تغییرات سلول‌های عادی بدن را نمی‌توان به سلول‌های جنسی انتقال داد.

چارلز داروین، زیست‌شناس انگلیسی، در قرن نوزدهم، که از اوایل زندگی به مطالعه‌ی گیاهان و جانوران علاقمند بود، در مورد چگونگی تغییر گونه‌ها، نظریه‌ی انتخاب طبیعی خود را در کتابی به نام «منشأ انواع» انتشار داد.

انتخاب طبیعی به این معناست که طبیعت در هر محیط، افراد سازگارتر را انتخاب می‌کند و آن‌هایی را که برای زیستن در آن محیط مناسب نیستند، از میان می‌برد.

فکر انتخاب طبیعی، از آنجا در ذهن داروین ریشه گرفت که مشاهده کرد: تعداد اولاد جانداران، همیشه بیش تر از تعداد والدین است با وجود این، جمعیت انواع بخصوصی، همواره ثابت می ماند. بنابراین باید همیشه تعدادی از اولاد جانداران به طریقی از بین بروند و چون بین افراد یک نوع، تفاوت های فردی وجود دارد و همه ی آنها از لحاظ سازش با محیط، مشابه نیستند (بعضی سریع تر می دونند، بعضی از چشم دشمن دور می مانند و ...)، درضمن، چون غذا و جا معمولاً برای همه ی افراد وجود ندارد، میان آنها رقابت درمی گیرد. در این رقابت افرادی که سازش بیش تری با محیط دارند، از شانس بیش تری هم برای زنده ماندن برخوردارند و در نتیجه، در رقابت پیروز می شوند، به سن زاد و ولد می رسند و تولید مثل می کنند.



شانس زنده ماندن این پروانه زیاد است یا کم، چرا؟



این حشره ماده در هر بار تخم ریزی بین ۳۰ تا ۴۰ تخم می گذارد. آیا همه ی نوزادان آن به سن مادرشان خواهند رسید؟



شانس زنده ماندن این خرگوش ها در چه محیطی بیش تر است؟

مقایسه کنید

بین این دو نظریه چه تفاوتی وجود دارد؟



۱

۲

۳

نظریه ی لامارک



۱

۲

۳

نظریه ی داروین

فکر کنید

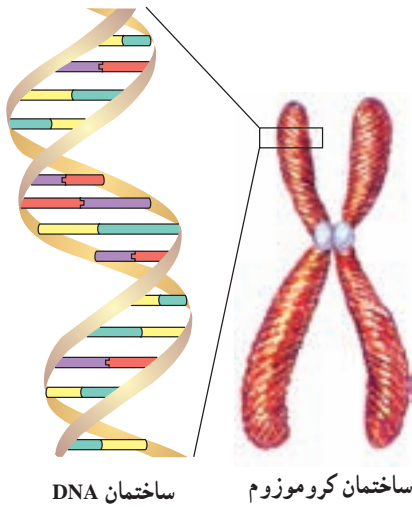
۱- نوع سازگاری هر کدام از جانداران زیر را مشخص کنید.

گاو مار کاکتوس اردک بوته‌ی کدو

۲- آیا مهاجرت می‌تواند یکی از عوامل ایجاد تغییر در جمعیت‌های جانداران باشد؟ برای گفته‌ی خود دلیل بیاورید.

دووریس: در اوایل قرن بیستم یک دانشمند هلندی به نام دووریس نظریه‌ی جهش را ارائه داد. دووریس معتقد بود، صفاتی به طور ناگهانی در یک فرد ظاهر می‌شوند و این صفات قابل انتقال به نسل‌های بعدی نیز هستند. جاندارانی را که در آن‌ها صفات جدید به وجود می‌آید در اصطلاح جهش یافته می‌نامند. صفات جدیدی که در یک جهش به وجود می‌آیند اغلب مضر هستند و سبب نابودی جاندار می‌شوند، گاهی به ندرت در یک جهش صفات مفیدی هم ظاهر می‌شوند. جاندارانی که در آن‌ها یک یا چند صفت مفید ظاهر می‌شود، نسبت به هم‌نوعان خود، سازگاری بیشتری با محیط پیدا می‌کنند و رفته رفته تعداد آن‌ها در محیط افزایش پیدا می‌کند.

چگونگی بروز جهش: می‌دانید که صفات ارثی، از طریق کروموزوم‌های داخل هسته به ارث می‌رسند. مشاهده‌ی دقیق کروموزوم‌ها هم نشان داده است که ماده‌ی اصلی سازنده‌ی آن‌ها، مولکول‌های



ساختمان DNA

ساختمان کروموزوم

DNA است که در سلول‌های همه‌ی جانداران وجود دارد و امروزه آن‌ها را عوامل به‌وجودآورنده‌ی صفات مختلف در همه‌ی جانداران می‌شناسیم. پس اگر قرار باشد تغییری در صفات جانداران پدید آید، این تغییر (جهش) باید در ساختمان DNA اثر بگذارد.

DNA مولکولی بسیار با ثبات است و ساختمان آن کم‌تر دچار تغییر می‌شود. عواملی که سبب بروز تغییر در ساختمان چنین مولکولی می‌شوند، باید بسیار قوی باشند. مواد رادیواکتیو و بعضی از مواد شیمیایی و دارویی را از جمله‌ی این عوامل می‌دانند.

تفسیر کنید

این جمله را تفسیر کنید :
 «جهش به وجودآورنده‌ی تغییرات در جانداران و انتخاب طبیعی گسترش‌دهنده‌ی آن‌ها در میان جمعیت‌هاست».

جمع‌آوری اطلاعات

امروزه، پدیدآوردن گاوهای شیری مرغوب، مرغ‌های گوشتی، ذرت و گندم دارای پروتئین بیش‌تر و ده‌ها نمونه‌ی دیگر را نتیجه‌ی انتخاب مصنوعی می‌دانند. در این مورد اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش بدهید.

شواهد تغییر

وجود شباهت‌های فراوان در میان جانداران، حاکی از وابسته‌بودن آن‌ها به همدیگر است. البته، شباهت میان جانداران یک گروه زیاده‌تر از شباهت میان جانداران گروه‌های دور از هم است. به‌عنوان مثال، تقریباً همه‌ی پستانداران در سطح بدن مو دارند و به بچه‌های خود شیر می‌دهند. بدیهی است که ساختمان اندام‌های داخلی مانند دستگاه‌های تنفس، گردش خون، کلیه‌ها و غیره هم در آن‌ها بسیار شبیه است و همگی فعالیت‌های حیاتی مانند تغذیه، تنفس و غیره را به یک شکل انجام می‌دهند. چنین شباهتی به ترتیب در میان افراد گروه‌های دیگر مهره‌داران کم‌تر می‌شود، با این حال، میان

این گروه‌ها هم شباهت‌ها زیاد است.

در مجموع، مشاهدات انجام شده حاکی از آنند که :

– جانداران از اجداد قدیمی و مشترکی به وجود آمده‌اند.

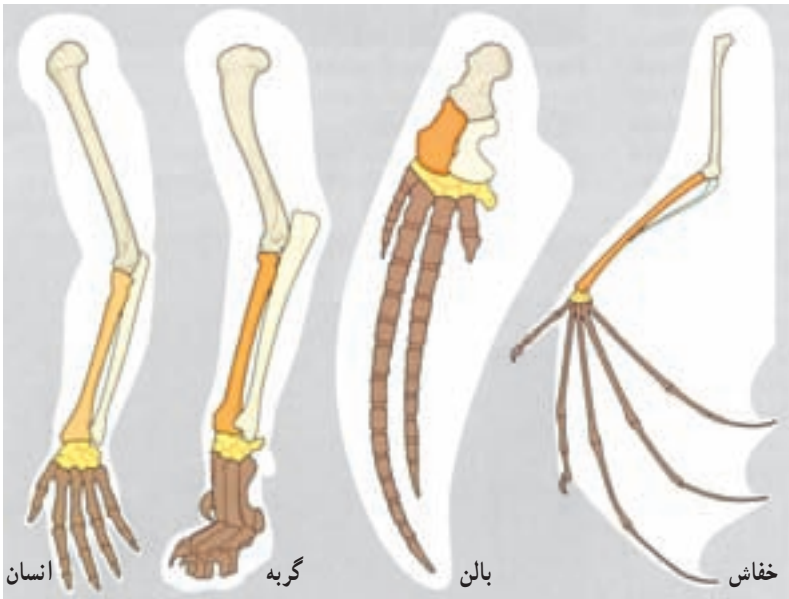
– تغییرات در جمعیت‌های جانداران پدید می‌آیند، نه در افراد. زیرا یک فرد پس از مدت

کم و بیش کوتاهی می‌میرد، اما نسل و جمعیت باقی می‌ماند.

– زندگی از حالت ساده و ابتدایی، به صورت پیچیده تحول یافته است.



جانوران مختلف، در مراحل جنینی، شباهت‌های زیادی به همدیگر دارند.



در بسیاری از اعضای بدن مهره‌داران (از جمله، اندام‌های حرکتی) شباهت‌های زیادی وجود دارد. به نظر شما این شباهت‌ها چه دلیلی می‌تواند داشته باشد؟

زمین ساخت ورقه‌ای

فردی که به مسائل کره‌ی زمین علاقه‌مند است، همه روزه با سؤال‌های زیادی روبه‌روست. مثلاً: چرا زمین می‌لرزد؟ چرا این لرزش‌ها در برخی از نقاط بیش‌تر از نقاط دیگر است؟ چرا آتش‌فشان به وجود می‌آید؟ چرا در همه‌ی نقاط زمین فعالیت‌های آتش‌فشانی دیده نمی‌شود؟ چرا در برخی نقاط رشته‌کوه‌های مرتفع و پیوسته‌ای وجود دارد ولی در نقاط دیگر کوه دیده نمی‌شود؟ چرا برخی از قاره‌ها روز به روز به هم نزدیک و برخی از یک‌دیگر دور می‌شوند؟ چرا سنگ‌های قاره‌ها بسیار قدیمی‌اند ولی سنگ‌های کف اقیانوس‌ها جوان‌اند؟ یا چرا در برخی نقاط در اقیانوس‌ها، گودال‌های بسیار عمیق وجود دارد؟ امروزه زمین‌شناسان برای این قبیل پرسش‌ها از نظریه‌ی جدید «زمین ساخت ورقه‌ای»، استفاده می‌کنند. این نظریه‌ی انقلابی، توانسته است علت بسیاری از پدیده‌های زمین‌شناسی را در ارتباط با هم توضیح دهد.

جابه‌جایی قاره‌ها

در سال ۱۹۱۲ میلادی یک دانشمند آلمانی به نام «وگنر» با شواهدی که به دست آورده بود، اظهار داشت که حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش تمام خشکی‌ها به هم متصل بوده و خشکی یک‌تکه‌ای را می‌ساخته‌اند. این خشکی عظیم رفته‌رفته به دو خشکی بزرگ تقسیم

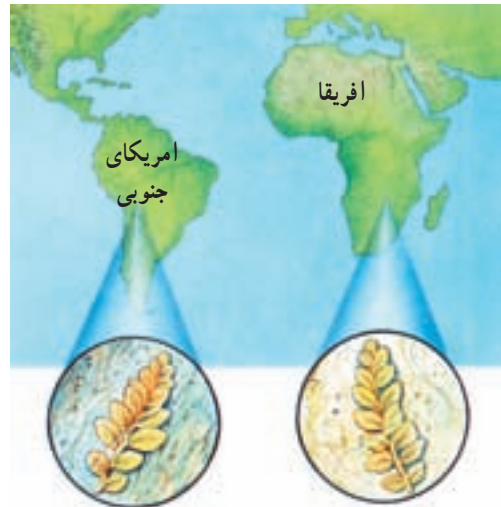


شد و پس از میلیون‌ها سال هر یک از دو خشکی قطعه‌قطعه شده و قاره‌های امروزی را به وجود آوردند.

درحالی که وگنر برای گفته‌های خود، دلایل نسبتاً خوبی ارائه داده بود، با مخالفت شدید دانشمندان آن زمان روبه‌رو شد. برخی از دلایل وگنر، برای جابه‌جایی قاره‌ها را در شکل‌های صفحه‌ی بعد می‌بینید. به نظر شما، این دلایل اشکالی دارند؟



تشابه برخی از سنگ‌های قاره‌ها با هم



فسیل این نوع گیاه فقط در این نواحی یافت شده است.

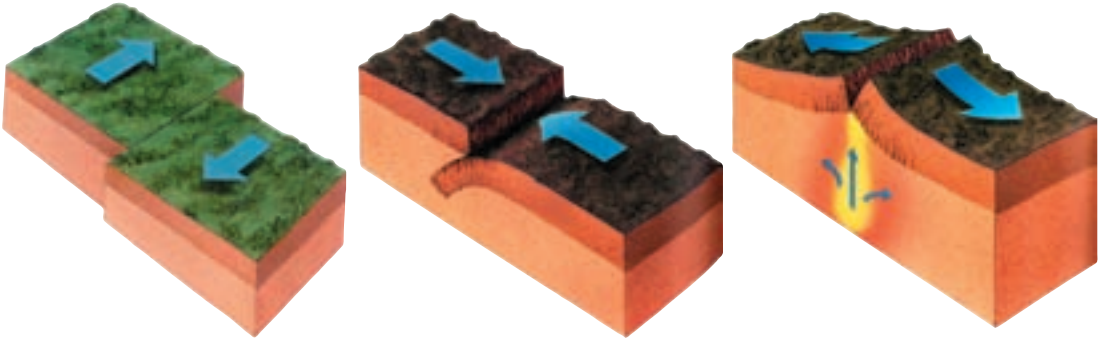


تشابه شکل کناره‌های دو قاره با هم

پس از مرگ وگنر، تعداد کمی از زمین‌شناسان نظریه‌ی وی را تحسین‌انگیز خواندند و برای اثبات آن به دنبال شواهد بهتری بودند.

در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۸، پیشرفت شایان فناوری، امکان مطالعه‌ی زمین‌شناسان را بر روی قسمت‌های ناشناخته‌ی زمین، خصوصاً کف اقیانوس‌ها فراهم آورد. در سال ۱۹۶۸، با توجه به مجموعه‌ی اطلاعات و شواهد به‌دست آمده، نظریه‌ی وگنر مبدل به یک نظریه‌ی جامع‌تر با عنوان زمین‌ساخت ورقه‌ای شد.

براساس این نظریه، سنگ‌کره‌ی زمین یک‌تکه نیست، بلکه از تعدادی ورقه‌های کوچک و



دو ورقه در کنار هم می لغزند.

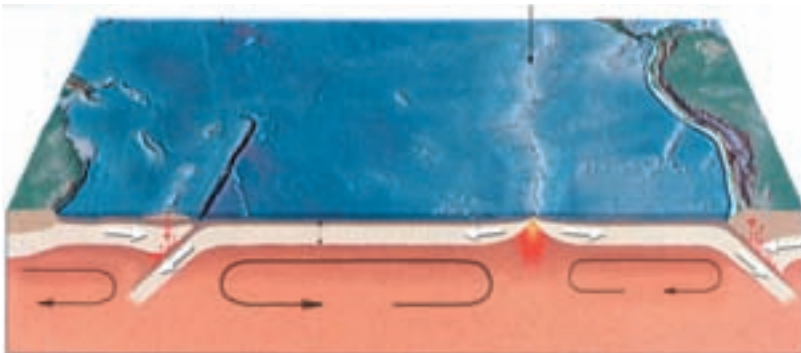
دو ورقه با یک دیگر برخورد می کنند.

دو ورقه از هم دور می شوند.

بزرگ تشکیل شده است. برخی از این ورقه‌ها در زیر اقیانوس‌ها واقع اند، برخی در زیر قاره‌ها و پاره‌ای هم، قسمت‌هایی از هر دو را در بر می‌گیرند. همه‌ی ورقه‌ها که تا عمق حدود 2° تا 15° کیلومتری ادامه دارند، می‌توانند آزادانه و مستقل از هم، حرکت کنند.

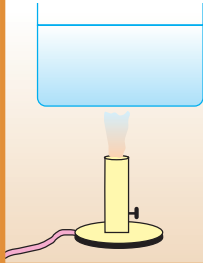
دانشمندان عقیده دارند که دما و فشار در زیر سنگ کره به اندازه‌ای است که سنگ‌ها حالتی شکل‌پذیر و خمیر مانند دارند. دما در همه‌ی قسمت‌های این بخش خمیری یکسان نیست؛ قسمت‌های زیرین، دمای بیش‌تر و قسمت‌های رویی کم‌تری دارد. این اختلاف دما سبب می‌شود که قسمت‌های زیرین چگالی کم‌تری نسبت به قسمت‌های رویی داشته باشد. اختلاف چگالی در قسمت‌های خمیری گوشته سبب برقراری جریان جابه‌جایی (همرفتی) بسیار کند می‌شود (حدود چند سانتی‌متر در سال)؛ یعنی مواد سازنده‌ی نرم کره به آرامی بالا می‌آیند، سپس به طرفین و سرانجام به سمت پایین کشیده می‌شوند. وقتی در نرم کره چنین جریانی به وجود آید، ورقه‌های سنگ کره روی آن می‌خزند و همراه آن جابه‌جا می‌شوند. در این حالت، ورقه‌های سنگ کره در محلی که جریان روبه بالا باشد از هم دور می‌شوند و سپس به زیر ورقه‌ی مقابل فرو می‌روند.

محل دور شدن



جریان‌های همرفتی سبب حرکت ورقه‌ها می‌شود.

آزمایش کنید



ظرف بزرگی را پر از آب کنید و از قسمت میانی روی شعله نگه دارید. روی سطح آب، دو تکه مقوا قرار دهید. پس از مدتی، شعله را خاموش کنید و در دو طرف ظرف یک قطره جوهر بچکانید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را بازگو کنید.

پدیده‌های حاصل از حرکت ورقه‌ها

ورقه‌ها، به سه شکل مختلف می‌توانند نسبت به هم جابه‌جا شوند:

۱- ورقه‌های دورشونده: بیش‌تر محل‌هایی که ورقه‌ها از هم دور می‌شوند، در اقیانوس‌ها قرار دارند. در این مناطق، مواد مذاب از شکاف موجود در بین دو ورقه خارج شده و در همان‌جا سخت می‌شوند و پوسته‌ی جدیدی را به‌وجود می‌آورند. از این رو، هر ساله چند سانتی‌متر بر وسعت اقیانوس‌ها افزوده می‌شود.



چگونگی دور شدن تدریجی دو ورقه از یک‌دیگر و به‌وجود آمدن رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی

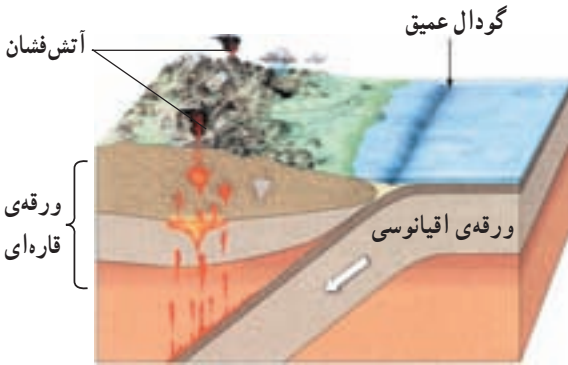
خروج مواد مذاب در این مناطق سبب به‌وجود آمدن رشته‌کوه‌هایی در میان اقیانوس‌ها می‌شود. این رشته‌کوه‌ها زنجیره‌ی پیوسته‌ای را می‌سازند که طول آن در مجموع بیش از ۶۰/۰۰۰ کیلومتر است. رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی، محل وقوع تعدادی از زمین‌لرزه‌ها و آتش‌فشان‌هاست.

فکر کنید

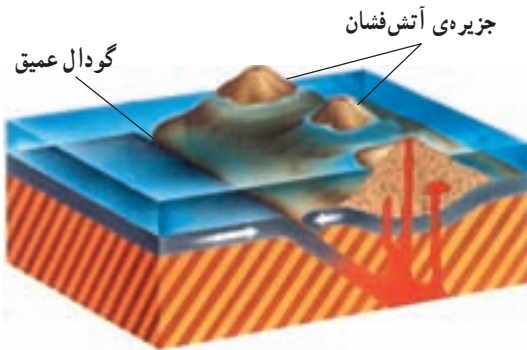
در محل ورقه‌های دورشونده، مرتباً سنگ‌کره‌ی جدید تشکیل می‌شود. در این صورت، آیا وسعت زمین هم‌اکنون در حال افزایش است؟

۲- ورقه‌های نزدیک‌شونده: چون ورقه‌های نزدیک‌شونده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مختلفی دارند، پدیده‌های حاصل به یکی از صورت‌های زیر خواهد بود.

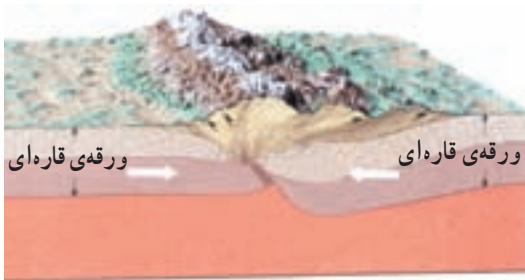
الف - برخورد ورقه‌ی اقیانوسی با ورقه‌ی قاره‌ای: در این محل‌ها ورقه‌ی اقیانوسی، به زیر



محل برخورد ورقه‌ای اقیانوسی با ورقه‌ای قاره‌ای



محل برخورد دو ورقه‌ای اقیانوسی



محل برخورد دو ورقه‌ای قاره‌ای

ورقه‌ای قاره‌ای کشیده می‌شود و با خم شدن لبه‌ی ورقه‌ها، گودال عمیق اقیانوسی به موازات قاره در داخل اقیانوس به وجود می‌آید. ورقه‌ی اقیانوسی به همراه خود مقداری از رسوبات دریایی را به پایین می‌کشانند. وقتی این مواد به عمق حدود ۱۰۰ کیلومتری می‌رسند، ذوب می‌شوند و از شکاف‌های ورقه‌ی قاره‌ای، خود را به بالا می‌کشند و سبب به وجود آمدن کوه‌های آتشفشانی بر روی قاره‌ها می‌شوند. گودال‌های عمیق و اطراف آن، محل وقوع زلزله‌های شدید است.

ب- برخورد دو ورقه‌ی اقیانوسی:
در این محل‌ها، یکی از ورقه‌ها به زیر دیگری فرو می‌رود و با خم شدن لبه‌ی ورقه‌ها، گودال عمیق اقیانوسی به وجود می‌آید. ورقه‌ی فرورانده شده - مانند حالت قبل - ذوب می‌شود و مواد مذاب حاصل از آن، این بار از بستر دریا خارج می‌گردد. با ادامه‌ی فعالیت این آتشفشان‌ها، جزایری سر از آب بیرون می‌آورند که به مجموعه‌ی آن‌ها جزایر قوسی گفته می‌شود. اطراف این گودال‌ها، محل وقوع تعداد دیگری از زلزله‌های شدید است.

پ- برخورد دو ورقه‌ی قاره‌ای: در این محل‌ها، ورقه‌ای به زیر ورقه‌ی دیگر فرو نمی‌رود؛ زیرا جرم هر دو، کم و مساوی است. نتیجه‌ی چنین برخوردی، ایجاد کوه و زلزله‌های شدید است.

۳- ورقه‌هایی که در کنار هم می‌لغزند: در این محل‌ها نه پوسته‌ی جدیدی به وجود می‌آید و نه ورقه‌ای تخریب می‌شود، بلکه فقط ورقه‌ها از کنار هم عبور می‌کنند. در بیش‌تر مواقع ممکن است این جابه‌جایی برای مدتی صورت نگیرد و انرژی ذخیره گردد و به‌هنگام آزاد شدن انرژی، حرکت ناگهانی ورقه‌ها سبب زلزله‌های شدیدی شود.

فکر کنید

- ۱- گفته می‌شود که هر چه تعداد زلزله‌های کوچک در یک منطقه بیش‌تر باشد، بهتر است. به نظر شما دلیل چیست؟
- ۲- کدام پدیده‌ی زمین‌شناسی در تمام حاشیه‌های ورقه‌های سازنده‌ی سنگ‌کره‌ی زمین به وجود می‌آید؟

تفسیر کنید

نقشه‌ی زیر، محل زلزله‌های ۵۰ سال اخیر را نشان می‌دهد. با استفاده از این نقشه، محل حاشیه‌ی ورقه‌های سازنده‌ی سنگ‌کره‌ی زمین را مشخص کنید.



تفسیر کنید

تصویرهای الف، ب، پ و تصویر صفحه‌ی ۴۳ را با دقت مشاهده کنید.
چه رابطه‌ای بین این تصویرها با تصویر (ت) می‌یابید؟



الف — محلّ آتش‌فشان‌های فعال کره‌ی زمین



ب — رشته‌کوه‌های جوان کره‌ی زمین



پ — محلّ رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی



ت — ورقه‌های سازنده‌ی سنگ کره