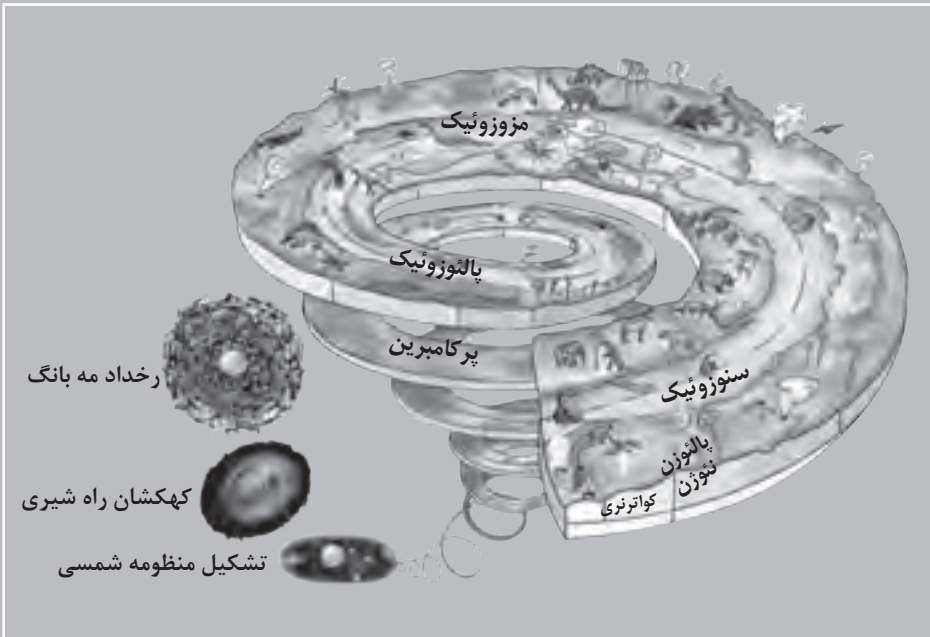
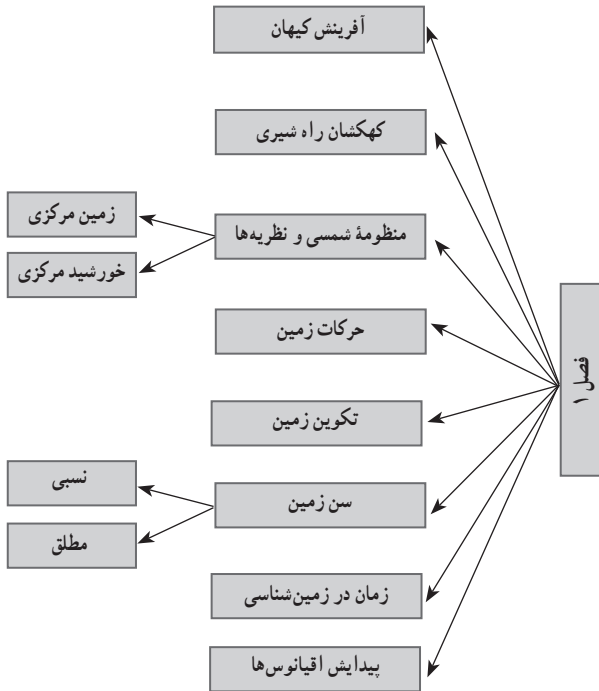


۱

فصل

آفرینش کیهان و تکوین زمین





پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

کنجکاری و آشنایی با بخش‌هایی از آفرینش کیهان و فرایند تکوین زمین، به‌عنوان ابزاری برای تعالی انسان و ترویج تفکر توحیدی

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:

■ با فرایند تکوین کهکشان‌ها (به‌عنوان نمونه: کهکشان راه شیری) و شکل‌گیری منظومه شمسی در آن آشنا شوند.

■ تاریخچه توسعه دانش مشاهده آسمان (به‌عنوان نمونه: نظریه خورشید مرکزی و برخی از نتایج و دلایل مخالفت با آن) را بدانند.

- با فرایند پیدایش فصل‌ها و نقش انحراف محور زمین در این پدیده، آشنا شوند.
- با فرایند تکوین کره زمین، به‌عنوان یکی از سیارات منظومه شمسی آشنا شده و ترتیب ایجاد آنها را بدانند.
- کاربرد انواع تعیین سن (نسبی و مطلق) را در مطالعات زمین‌شناسی بدانند.
- با مفهوم زمان در زمین‌شناسی و مهم‌ترین حوادث زمین‌شناسی در هر زمان آشنا شده و ارتباط آنها را بدانند.
- فرایند تشکیل اقیانوس‌ها و تکوین و اهمیت آنها در شکل‌گیری و جابه‌جایی قاره‌ها را بیان کنند.
- درهم‌تنیدگی مطالعات زمین‌شناسی و سایر علوم با یکدیگر را تشخیص دهند.



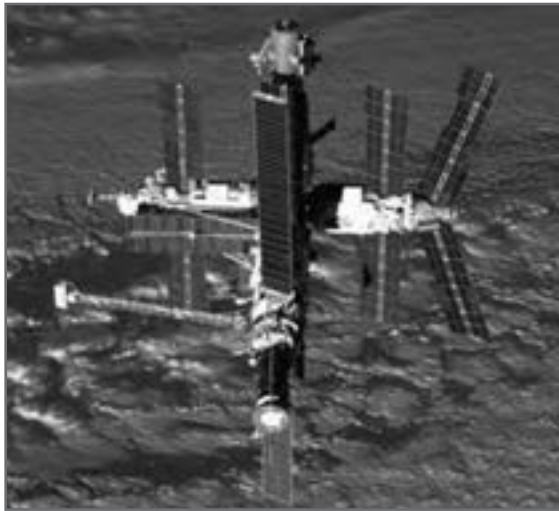
نمایی از کهکشان راه شیری در آسمانی صاف و بدون آلودگی‌های نوری

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش‌آموزان مهارت‌های ذیل را کسب کنند:

- مهارت مشاهده (نمونه: کهکشان راه شیری را در شبی صاف و بدون ابر می‌تواند در آسمان پیدا کند).
- نظریه پردازي (نمونه: با مشاهده حرکات زمین و ماه و خورشید، می‌تواند نظریه‌پردازی کند).
- تفسیر کردن (نمونه: به تفسیر نتایج حاصل از نظریه زمین مرکزی و خورشید مرکزی می‌پردازد).
- جمع‌آوری اطلاعات (نمونه: درباره نظریه مه‌بانگ و... اطلاعات جمع‌آوری می‌کند).
- برقراری ارتباط (نمونه: یافته‌های مطالعاتی خود را درباره دلایل مخالفت اندیشمندان همچون سجزی و خواجه نصیر با نظریه زمین مرکزی بیان می‌کند).
- پیش‌بینی کردن (نمونه: وضعیت آب و هوایی کره زمین را برای هنگامی که انحراف محوری نسبت به وضعیت موجود تغییر کند، پیش‌بینی می‌کند).
- کنجکاوی در آفرینش کائنات و علاقه‌مندی به شناخت کیهان به‌عنوان آیتی از آیات خداوندی؛

- تقویت اعتقاد به اینکه دانایی، توانایی است؛
- اعتقاد به در هم تنیدگی حوزه‌های متفاوت مطالعاتی با یکدیگر، به‌ویژه در علوم تجربی و علوم پایه؛
- علاقه‌مندی به تاریخ بسط دانش (به‌عنوان نمونه: از طریق بسط دانش نجومی بشر در حیطه علوم زمین)؛
- کنجکاوی در فرایند تکوین آفرینش و علاقه‌مندی به سرنوشت انسان در این مسیر؛
- توجه به شرایط اقلیمی در مناطق گوناگون ایران؛
- علاقه‌مندی به توانایی‌های بومی.



ایستگاه بین‌المللی مطالعاتی برفراز کره زمین، ابزاری برای مطالعه کیهان

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

- توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:
- **تصویرها:** از نظریه مه‌بانگ، کهکشان راه شیری و موقعیت منظومه شمسی در آن، نظریه خورشید مرکزی کوپرنیک، نمونه‌های فسیل گیاهی و جانوری و ...
- **تألیفات:** ابوسعید سجزی و خواجه نصیرطوسی و برخی از تألیفات و نوشته‌های آنها
- **پوستر:** تقسیمات دوران‌ها و حوادث زمین‌شناسی، فرایند گسترش بستر اقیانوس، حرکت انتقالی زمین به دور خورشید

- فیلم‌های کوتاه چند دقیقه‌ای برای نمایش در جلسه / کلاس درس و فیلم‌های طولانی‌تر برای تماشا در خارج از جلسه / کلاس درس از نظریه مه‌بانگ، انواع حرکت‌های زمین، فرایند پیدایش فصل و تغییرات آب و هوایی و ...
- نمونه انواع فسیل‌ها، به ویژه فسیل‌های محلی و ...
- مدل کره زمین و مدل منظومه شمسی (افلاک‌نما/ Planetarium)
- طراحی و اجرای بازدید علمی از یک محوطه فسیلی، اسکان شبانه در مناطق دور از آلودگی‌های نوری و ... برای مشاهده کهکشان راه شیری، ارتباط متقابل علوم تجربی با یکدیگر، تاریخ زمین‌شناسی و ...
- معرفی سایت‌های اینترنتی مناسب برای اطلاعات تخصصی بیشتر درباره کهکشان راه شیری، حرکات زمین و مقالات جدید علمی نجوم.
- تهیه ماکت سه‌بعدی از فرایند گسترش بستر اقیانوس‌ها.
- منابع نوشتاری سنتی (کتاب، تشریح و ...) متعدد درباره منظومه شمسی، کهکشان راه شیری، تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی و ...
- منابع نمایشی (فیلم، انیمیشن و تصویر) متعدد درباره منظومه شمسی، کهکشان راه شیری، حرکت ورقه‌های سنگ کره، تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی و ...

بودجه‌بندی: چهار جلسه

- پیش‌دانسته‌ها: فصل‌های زمین‌شناسی کتاب علوم پایه نهم

دانستنی‌های معلم

با مطالعه عمیق، گسترده و دقیق خصوصیات دنیای پیرامون و کشف اجرام آسمانی و جهان‌های دیگر، شاخه‌های جدید علمی، مطالعات میان‌رشته‌ای جدید و کاربردها و چشم‌اندازهای جدید علمی برای علم ستاره‌شناسی ایجاد شده است.

یکی از شاخه‌های زیبای ستاره‌شناسی، «ستاره‌شناسی آماتوری و عکس‌برداری کیهانی» توسط این دسته از اخترشناسان است که طی آن، فرد آماتور، از آسمان شب و اجرام آسمانی ویژه مورد علاقه خود



عکاسی خسوف توسط منجمان آماتور

در آسمان، با استفاده از دوربین‌های عکاسی نه‌چندان حرفه‌ای و تخصصی عکس‌برداری می‌کند. بسیاری از افراد آماتور، می‌کوشند در مشاهده اجرام خاص، تبحر لازم را کسب کنند و با توجه به علاقه فردی خود، کار مشاهده را تخصصی کنند. امروزه، پیشرفت‌های حاصل از فناوری دیجیتال و ساخت دوربین‌های عکاسی کوچک و در دسترس در گوشی‌های تلفن همراه با عدسی‌های حساس‌تر، به افراد آماتور اجازه می‌دهد تا با عکس‌برداری کیهانی، در این رشته علمی - هنری به موفقیت‌های چشمگیری دست پیدا کنند.

دانستنی‌های بیشتر درباره مطالعه حرکات سیارات

— در ادامه مطالعات دانشمندان در ارتباط با حرکات سیارات، نیوتن موفق به کشف قوانین جاذبه گرديد و دلایل فیزیکی حرکات سیارات را توضیح داد و در پی آن، سال‌ها بعد با کشف قوانین نسبت خاص توسط انیشتین، دلایل وجود جاذبه براساس انحنایی که اجرام آسمانی در فضا - زمان ایجاد می‌کنند، تشریح شد. — حین حرکت انتقالی، سمت شمالی محور زمین همواره در امتداد ستاره قطبی قرار دارد به همین جهت می‌توان به کمک ستاره قطبی، جهت شمال را پیدا کرد.

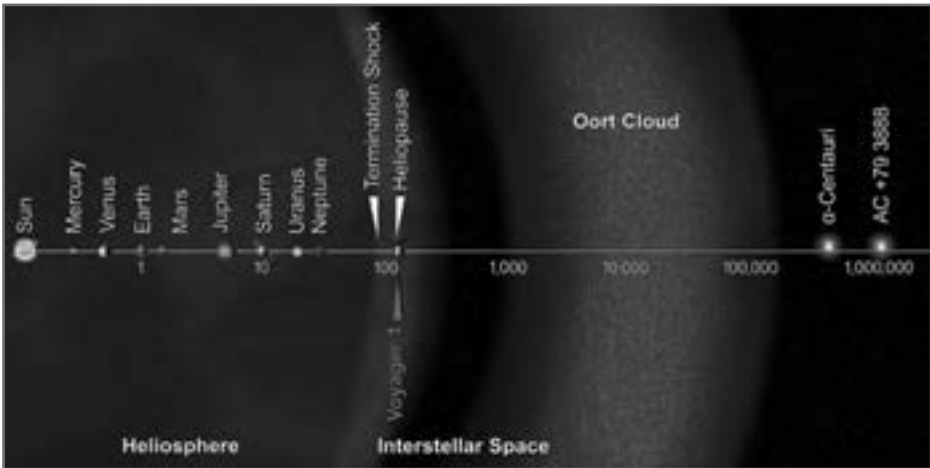


محل استقرار ستاره قطبی

دانستنی‌های بیشتر درباره‌ی واحدهای نجومی

برای محاسبه‌ی فاصله‌های بین ستارگان و کهکشان‌ها از سال نوری و پارسیک استفاده می‌شود:

- واحد نجومی (Astromonical system of Units): از واحد نجومی معمولاً در مقیاس‌های منظومه‌ی شمسی استفاده می‌شود. فاصله‌ی زمین تا خورشید یک واحد نجومی است که کوچک‌ترین واحد فاصله‌های نجومی است. فاصله‌ی پلوتو تا زمین 40° واحد نجومی است.
- تصویر زیر فاصله‌ی خورشید تا سایر سیارات منظومه‌ی شمسی و منظومه‌ی «آلفا قنطورس» را برحسب واحد نجومی نشان می‌دهد.



فاصله خورشید تا سایر اجرام آسمانی

- سال نوری (LY): سال نوری (Light Year) یکی از یکاهای پرکاربرد در سنجش فاصله‌ی اجرام فضایی و کیهانی است. سال نوری، طبق تعریف برابر است با مسافتی که نور در خلأ در مدت یک سال طی می‌کند؛ برای مثال، نزدیک‌ترین ستاره به ما، پس از خورشید، یعنی آلفا قنطورس، حدود $4/3$ سال نوری با ما فاصله دارد؛ یعنی اگر با سرعت نور به سمت این ستاره حرکت کنیم، از دید ناظر زمینی، $4/3$ سال طول می‌کشد تا به مقصد برسیم.

- پارسیک (PC): پارسیک (Parsec) واحد طول/مسافت نجومی که از سال نوری بزرگ‌تر است. هر پارسیک برابر $3/26$ سال نوری یا 31 تریلیون کیلومتر است. برحسب پارسیک، فاصله‌ی ستاره‌ی آلفا قنطورس با زمین $1/3$ پارسیک است. برای فاصله‌های دورتر از «کیلوپارسیک» (1000 پارسیک) و «مگاپارسیک» استفاده می‌شود.

پاسخ فعالیت‌ها

همان‌طور که در شیمی سال گذشته خواندید، دانشمندان پیدایش جهان را با انفجاری عظیم به نام مه بانگ تعریف می‌کنند. در اثر کاهش دما و با گذشت زمان، مجموعه‌گازهایی به نام سحابی تشکیل شدند. ادویل هابل ثابت کرد که بعضی از سحابی‌ها، کهکشانی هستند که در فاصله بسیار دور از کهکشان ما قرار دارند و کهکشان‌های دورتر با سرعت بیشتری در حال دور شدن هستند.

جمع‌آوری
اطلاعات
ص ۱۰

با توجه به اینکه حدود $۸/۳$ دقیقه (بر اساس سرعت نور) طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد، فاصله متوسط زمین تا خورشید چند کیلومتر است؟

پاسخ: می‌دانیم نور در هر ثانیه حدود $۳۰۰,۰۰۰$ کیلومتر ($۲۹۹/۷۹۲/۴۵۸$ متر بر ثانیه) را در خلأ طی می‌کند (که فاصله خورشید تا زمین را با آن توصیف می‌کنند و بر این اساس در نظر می‌گیرند). بنابراین فاصله متوسط زمین تا خورشید چنین تعیین می‌شود:

$$۵۰۰ \text{ ثانیه} \approx ۴۹۸ \text{ ثانیه} = ۶۰ \text{ ثانیه} \times ۸/۳ \text{ دقیقه}$$

$$۴۹۸ \times ۳۰۰۰۰۰ \approx ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ \text{ Km}$$

■ به این فاصله در اصطلاح ستاره‌شناسی چه گفته می‌شود؟

پاسخ: یک واحد نجومی / Astronomical Unit (یک واحد ستاره‌شناسی).

■ اگر مدار سیاره‌ای در فاصله ۶۰۰ میلیون کیلومتری خورشید قرار داشته باشد، زمان گردش آن به دور خورشید چند سال است؟

پاسخ: واحد نجومی $d = ۶۰۰ \div ۱۵۰ = ۴$

$$p^2 \propto d^3$$

$$p^2 \propto ۴^3 = ۶۴ \Rightarrow p = ۸ \text{ سال}$$

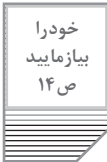
پیوند با
ریاضی
ص ۱۲



با توجه به فاصله حداکثری زمین تا خورشید در اول تیر و فاصله حداقلی در اول دی ماه، (در نیمکره شمالی) علت گرمای تیرماه و سرمای دی ماه چیست؟

پاسخ: زاویه تابش آفتاب در طول سال تغییر می‌کند. پس تغییرات زاویه تابش آفتاب در طول سال، سبب کم و زیاد شدن انرژی تابشی به زمین می‌شود و تغییرات دمایی فصول را به وجود می‌آورد. علت اینکه در طول سال زاویه تابش آفتاب تغییر می‌کند، دوری و نزدیکی به خورشید نیست، بلکه انحراف محور زمین به همراه گردش انتقالی زمین به دور خورشید است. انحراف محور زمین سبب نامساوی بودن روز و شب در اوقات مختلف سال در یک نقطه و یا در یک زمان در مدارهای مختلف می‌شود، یعنی با گردش زمین به دور خورشید، مقدار تمایل محور آن به سوی خورشید، در طول سال در تغییر است.

توجه کنید که اگر محور زمین نسبت به خط عمود بر صفحه مداری آن انحرافی نداشت، زاویه تابش خورشید به دو نیمکره در طول سال یکسان بود و تمایز فصل‌ها از یکدیگر وجود نداشت.



■ وضعیت فصل‌ها در نیمکره شمالی و جنوبی را مقایسه کنید.

فصل‌ها در نیمکره‌های شمالی و جنوبی، وضعی عکس همدیگر دارند یعنی هم‌زمان با فصل بهار نیمکره جنوبی، در نیمکره شمالی، فصل پاییز است و هم‌زمان با تابستان نیمکره شمالی، در نیمکره جنوبی، فصل زمستان است.

■ جهت تشکیل سایه، در نیمکره شمالی و جنوبی چه تفاوتی دارد؟

ابتدا به این نکته توجه می‌کنیم که خورشید در زمان مطرح شده در سؤال، به کدام مدار زمین عمود می‌تابد، به این ترتیب در آن مدار به هنگام ظهر شرعی، سایه تشکیل نمی‌شود و در مدارهای بالاتر از آن، سایه‌ها رو به شمال و در مدارهای پایین‌تر سایه‌ها رو به جنوب تشکیل خواهد شد.

مثلاً در اول بهار و پاییز، هنگام ظهر شرعی اجسام در مدار صفر درجه بدون سایه‌اند و در کلیه مدارهای نیمکره شمالی، سایه‌ها رو به شمال و در همه مدارهای نیمکره جنوبی سایه‌ها رو به جنوب است.

– قابل توجه اینکه سایه‌ها در نیمکره شمالی از طلوع آفتاب تا ظهر شرعی، از سمت غرب به شمال و از ظهر شرعی تا غروب آفتاب از شمال به سمت شرق تغییر جهت می‌دهند و این امر برای اجسام در نیمکره جنوبی برعکس نیمکره شمالی می‌باشد.

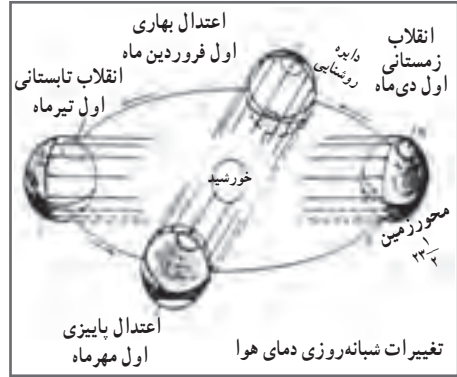
– این شکل‌ها نمایش دایره عظیمه روشنایی، در موقعیت‌های مختلف سال است.

■ در طول یک سال، خورشید در چه روزهایی بر استوا عمود می‌تابد؟
 در اول بهار و اول پاییز خورشید به مدار استوا عمود می‌تابد و اجسام قائم در عرض
 جغرافیایی صفر درجه، سایه ندارند.



موقعیت زمین در شروع هر فصل
 نیمکره شمالی و نیمکره جنوبی

(ب) موقعیت زمین در شروع فصل‌ها

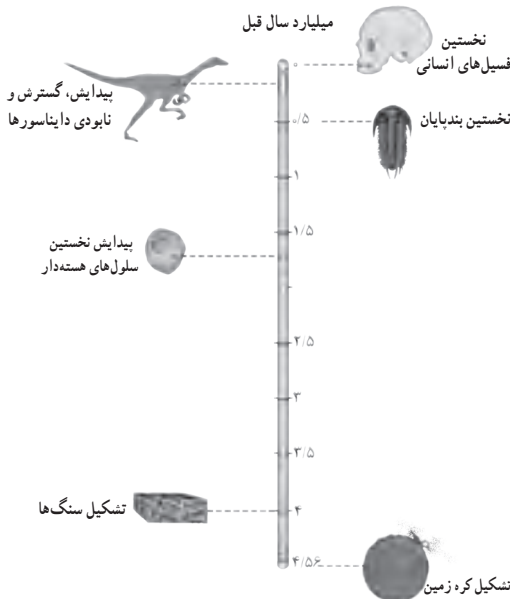


تغییرات شبانه‌روزی دمای هوا
 اول مهرماه

(الف) اعتدالین

■ با توجه به شکل زیر، ترتیب تشکیل هواکره، سنگ‌کره، زیست‌کره و آب‌کره را از قدیم
 به جدید ذکر کنید.

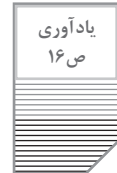
تفسیر کنید
 ص ۱۵



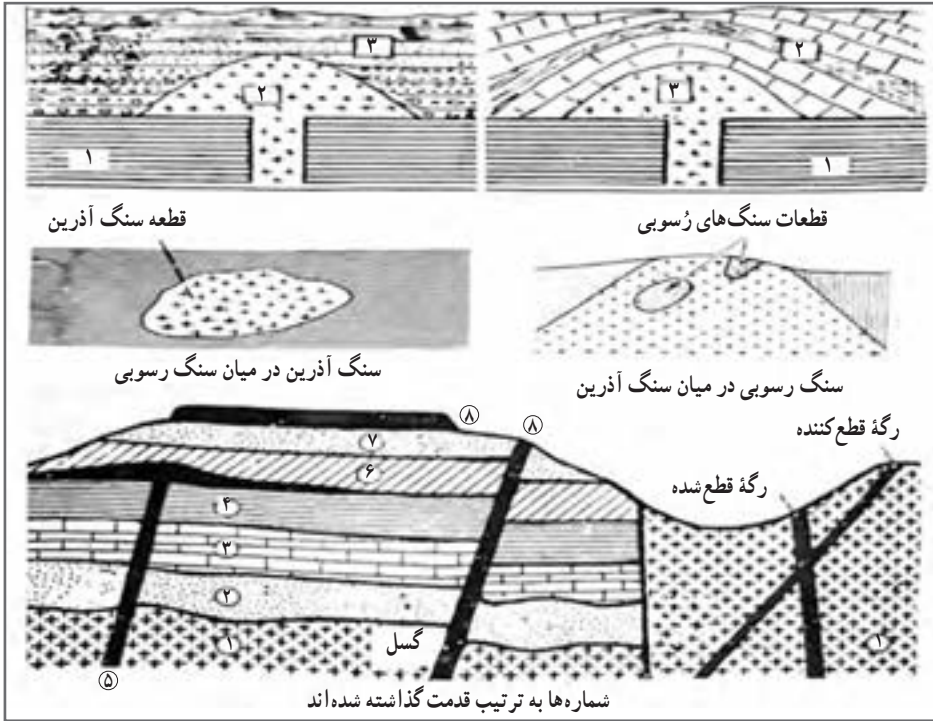
پاسخ: طبق شکل کتاب درسی می‌توان مشاهده کرد که، با سرد شدن گوی مذاب سیاره زمین، ابتدا سنگ‌کره تشکیل شده است. سن قدیمی‌ترین سنگ‌ها در کره زمین حدود ۴ میلیارد سال تعیین شده است. آنگاه هواکره اولیه و ساده‌ای در اطراف این سنگ‌کره تشکیل می‌شود. سپس آب‌کره شکل می‌گیرد و رفته‌رفته حیات اولیه و ساده در دریاها پدید می‌آید. با گسترش فعالیت‌های حیاتی در زیست‌کره، اتمسفر غنی شده و حیات در سطح زمین گسترش می‌یابد.

نخستین تریلوبیت‌ها در بستر دریاها کم‌عمق ظاهر شده و با تنوع و پیچیدگی جانداران، ظهور دایناسورها و سپس آثار انسان نخستین در سنگ‌های رسوبی به‌جا مانده است.

■ در کتاب علوم نهم با روش تعیین سن نسبی و اصول آن آشنا شدید. با توجه به آن، در شکل زیر، ترتیب وقایع را از قدیم به جدید شماره‌گذاری کنید.



پاسخ: هدف مهارتی از طرح این سؤال، توصیه به استفاده از تصویرسازی برای نمایش اطلاعات و کسب مهارت بیشتر در تفسیر یافته‌ها است. ترتیب وقایع از قدیم به جدید عبارت‌اند از: رسوب‌گذاری و تشکیل لایه‌های A، B، C، D، E، F و G، سپس چین‌خوردگی و بعد از تشکیل چین، شکستگی و تشکیل گسل معکوس، تزریق توده آذرین نفوذی X و در آخر پسروی دریا، هوازدگی و سطح فرسایشی.



این تصاویر برای تمرین سن نسبی پیشنهاد داده می‌شود در ضمن پاسخ در شکل موجود است.

در جدول زیر، نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا و عنصر پایدار حاصل از آنها نشان داده شده است. با استفاده از اطلاعات موجود در آن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

پیوند با
ریاضی
ص ۱۶

نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا

عنصر پرتوزا	نیم عمر (تقریبی)	عنصر پایدار
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶ ←
اورانیم ۲۳۵	۷۱۳ میلیون سال	سرب ۲۰۷ ←
توریم ۲۳۲	۱۴/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸ ←
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیتروژن ۱۴ ←
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	آرگون ۴۰ ←

■ برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین تشکیل شده‌اند، استفاده از کدام ماده پرتوزا مناسب‌تر است؟ چرا؟

پاسخ: اورانیم ۲۳۸، زیرا دارای نیم‌عمر طولانی است و با سن سنگ‌های آذرین اولیه (سنگ کره) زمین مطابقت دارد.

■ برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از کربن پرتوزا استفاده می‌شود. دلیل آن را توضیح دهید.

پاسخ:

عنصر فراوان و مهم در بدن موجودات زنده «کربن» است. کربن پرتوزا در نتیجه فرایندهای اتمسفری ساخته می‌شود و همراه با فرایند فتوسنتز به چرخه حیات راه می‌یابد. بنابراین تنها در حوادث زیستی، همچون اسکلت‌های کاملاً جان‌نشین نشده ماموت‌ها و چوب‌ها، نفت و زغال سنگ‌های تشکیل شده در دوران اخیر زمین‌شناسی یافت می‌شوند. از طرفی نیم‌عمر کربن ۱۴ کوتاه و حدود ۵۷۳۰ سال است که برای تعیین سن حوادث و پدیده‌های زیستی زمین‌شناسی، دقت کافی را دارد.

■ با استفاده از کربن پرتوزا، سن فسیل ماموتی که تنها $\frac{1}{8}$ ماده پرتوزا دارد را محاسبه کنید.

پاسخ: در تعیین سن با استفاده از کربن ناپایدار ۱۴ دقت ویژه به این نکته مهم است که بدن موجودات زنده این خصوصیت را دارد که نسبت کربن ناپایدار ۱۴ به کربن پایدار ۱۲ را در طول حیات جاندار، به نسبت ۵۰-۵۰ نگه می‌دارد. با مرگ جاندار و توقف فعالیت‌های حیاتی دیگر، کربن ۱۴ ساخته و یا وارد بدن اجساد نمی‌شود، بلکه تخریب می‌شود. بنابراین اگر در جسد، نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲، ۵۰-۵۰ باشد، نشان‌دهنده مرگ جاندار در زمان اخیر است. به همین ترتیب وجود یک قسمت کربن پرتوزا ۱۴ و هشت قسمت کربن پایدار ۱۲ نشان‌دهنده گذشت سه نیمه، از زمان مرگ جاندار است، یعنی ۱۱۴۶۰ سال از لحظه مرگ جاندار گذشته است.

در واقع، حدود نسبت هفت به هشت در استخوان فسیل، نیتروژن ۱۴، عنصر پایدار و نوزاد ایجاد شده است. $(\frac{7}{8})$ عنصر نوزاد - $(\frac{1}{8})$ عنصر مادر ناپایدار

(راه حل آموزشی مناسب دیگر هم می تواند استفاده از فرمول کتاب درسی باشد؛ یعنی ضرب سه نیم عمر در 573° سال، مدت نیم عمر کربن ۱۴).

$$\left(1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8}\right)$$

$$1719^\circ = 573^\circ \times 3 = \text{سن نمونه}$$

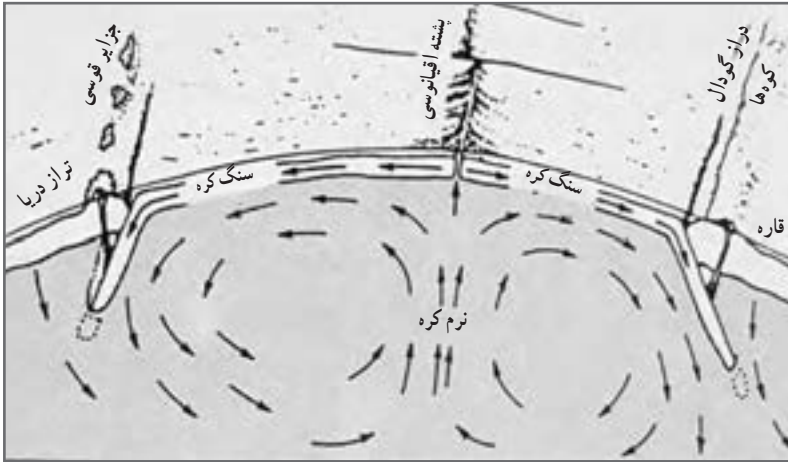
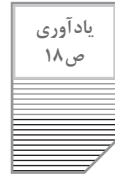
سال نیم عمر = تعداد نیم عمر = سن نمونه

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	اکنون		
۶۶	انسان	کواترنری	پالئوژنیک	فانروزوئیک		
	تنوع پستانداران	نئوژن				
	انقراض دایناسورها	پالئوژن				
	۲۵۱	نخستین گیاهان گل دار	کرتاسه		مزوزوئیک	
		نخستین پرنده	ژوراسیک			
		نخستین پستاندار	تریاس			
		نخستین دایناسور	تریاس			
		۵۴۱	انقراض گروهی		پرمن	پالئوژنیک
			نخستین خزنده		کربنیفر	
			نخستین دوزیست		دونین	
نخستین گیاهان آونددار	سیلورین					
نخستین ماهی ها	اردووسین					
۵۷۰	نخستین تریلوبیت	کامبرین				
۲۵۰۰				پد کمبرین		
۴۰۰۰	هادتن					
۳۶۰۰						

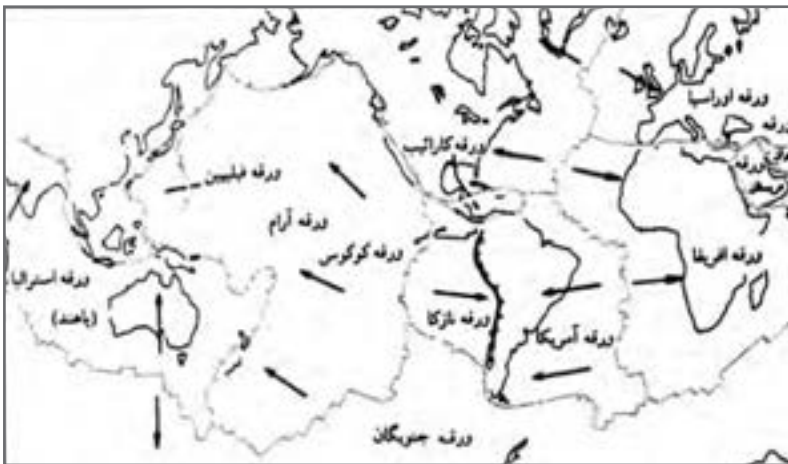
مقیاس زمان زمین شناسی و رویدادهای مهم آن

در فصل «زمین ساخت ورقه‌ای» کتاب علوم نهم، در مورد حرکت ورقه‌های سنگ کره و پیامدهای آن مطالبی آموختید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

■ علت حرکت ورقه‌های سنگ کره چیست؟



جریان جابه‌جایی در نرم کره موجب دور شدن قطعات سنگ کره در امتداد پشته‌های آقیانوسی می‌شود و در محل گودال‌ها دوباره به پایین کشیده می‌شود.



----- حاشیه نامشخص ورقه‌ها
 ————— حاشیه همگرا
 ————— پشته‌های آقیانوسی
 ————— جهت حرکت ورقه‌ها

ورقه‌های سازنده سطح زمین، جهت حرکت آنها با فلش نشان داده شده است.

پاسخ: سنگ کره جامد (لیتوسفر) یک قطعه پیوسته، گرداگرد گوشته کره زمین نیست. از طرفی سنگ کره بر روی خمیر کره گوشته (نیمه جامد) قرار دارد که جریان های همرفتی آن، حرکت ورقه های سنگ کره را امکان پذیر می سازد. سنگ کره تکه تکه و قطعه قطعه و شامل قطعاتی است که اگر روی آن اقیانوس تشکیل شده باشد به آن «قطعه اقیانوسی» می گوئیم؛ مانند قطعه اقیانوس اطلس و به قطعاتی که روی آنها قاره تشکیل شده است، «قطعات قاره ای» می گوئیم، مانند قطعه آفریقا و قطعه های مشترک اقیانوسی و قاره ای مانند «قطعه دریای سرخ» که از هم جدا هستند و روی مواد خمیری نرم کره قرار دارند. به دلیل تفاوت جنس که سنگ کره قاره ای (غنی از سیلیسیم، آلومینیم و عناصر سبک همچون سدیم و پتاسیم) و قطعات اقیانوسی (غنی از عناصر آهن، منیزیم و عناصر سنگینی همچون کلسیم)، در نتیجه تفاوت چگالی و گرایش زمین بر قطعه سنگین تر و تأثیر حرکت های همرفتی مواد خمیری نرم کره (گوشته داغ فوقانی)، سبب حرکت و جابه جایی ورقه های سنگ کره می شوند.

■ انواع حرکت ورقه ها را بیان کنید.

پاسخ: ورقه ها به سه شکل حرکت می کنند:

الف) حرکت واگرا یا دورشونده، جایی که دو ورقه از یکدیگر دور می شوند؛ مانند رشته کوه میان اقیانوسی. ب) حرکت همگرا یا نزدیک شونده، جایی که دو ورقه به هم نزدیک می شوند، به هم برخورد می کنند و ورقه سنگین تر به زیر ورقه سبک تر فرو می رود؛ مانند فرورائش صفحه اقیانوسی عربی به زیر صفحه قاره ای ایران (از محل خلیج فارس و دریای عمان) و ایجاد رشته کوه زاگرس.

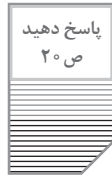
ب) حرکت امتداد لغز، جایی که دو صفحه قاره ای یا اقیانوسی کنار یکدیگر می لغزند؛ همچون گسل سن آندریاس.

■ پیامدهای حاصل از حرکت ورقه ها را ذکر کنید.

پاسخ: فرایند واگرایی ورقه ها سبب ایجاد شکاف های عمیق و جمع شدن آب های سطحی شده و به مرور زمان تشکیل دریای جدید، بالا آمدن ماده مذاب از آستنسفر (نرم کره) و تشکیل پوسته جدید اقیانوسی و تشکیل اقیانوس جدید، شکستگی پوسته ها و تشکیل زمین لرزه، تشکیل آتشفشان های خطی آرام با آتشفشانی از جنس بازالت می شود.

همگرایی ورقه های سنگ کره سبب به هم نزدیک شدن و برخورد ورقه ها، فرورائش ورقه ای، ایجاد دراز گودال اقیانوسی، بالاراندگی، تشکیل آتشفشان انفجاری، تشکیل جزایر قوسی، تشکیل زمین لرزه های عمیق، ماگماتیسم پوسته فرورانده و فلز زایی، ایجاد رشته کوه های چین خورده و ... می شود.

حرکت ورقه های امتداد لغز نیز، سبب وقوع حوادثی همچون زمین لرزه و ایجاد گسل های متعدد می شود. به طور کلی، زمین لرزه ها و گسل های فراوان در سه نوع حرکت ورقه ای (مرز ورقه ها) ایجاد می شود.



■ عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها چیست؟

پاسخ: در مطالعه حرکات ورقه‌های سنگ کره، جایی که دو ورقه هم‌چگال اقیانوسی- اقیانوسی یا قاره‌ای - قاره‌ای از یکدیگر دور می‌شوند، بستر اقیانوس تشکیل می‌شود و گسترش می‌یابد (زایش پوسته). اما در مناطقی که دو ورقه اقیانوسی - اقیانوسی و یا اقیانوسی - قاره‌ای به یکدیگر نزدیک می‌شوند، همگرایی و فرورانش ورقه سنگین‌تر به زیر ورقه سبک‌تر، موجب کوچک‌تر شدن اقیانوس و اتصال سواحل اقیانوسی و در نهایت حذف اقیانوس می‌شود (جبران زایش ورقه‌ای).

■ چرا با وجود گسترش بستر اقیانوس‌ها، وسعت سطح زمین افزایش نمی‌یابد؟

پاسخ: مطالعه سنگ کره زمین نشان می‌دهد، عامل حرکات ورقه‌های سنگ کره، یعنی جریان‌های همرفت موجود در نرم کره گوشته می‌باشد (چگونگی، علت تشکیل و... آنها، در کلاس درس توسط دبیران محترم مطرح، واکاوی و روشنگری شود) در قسمتی از محل قرارگیری ورقه‌ها در کنار یکدیگر که دارای حاشیه و اگر هستند، مواد مذاب بالا می‌آیند و موجب ایجاد و گسترش پوسته جدید و در نتیجه افزایش حجم بخش بالایی می‌شوند، اما از طرف دیگر، همین حرکات کنوکسیونی (همرفتی) نرم کره، پوسته تشکیل شده قدیمی را با فرورانش به داخل گوشته می‌کشاند و آن را ذوب می‌کند و اصطلاحاً بخشی از پوسته از بین می‌رود. به این دلیل وسعت سطح ورقه‌های زمین افزایش نمی‌یابد و ثابت است.

در مجموع دینامیک فعال همرفت نرم کره، سبب جبران وسعت سطح زمین می‌گردد یعنی با از بین رفتن پوسته‌های سنگ کره در مناطق فرورانش و کاهش حجم کره زمین در این مناطق، جبران گسترش تولید صفحه‌های جدید و افزایش حجم کره زمین در مناطق واگرا می‌شود. بنابراین بر اثر حرکات ورقه‌ای، در مجموع، وسعت / بزرگی کره زمین تغییر نمی‌کند.

■ نتیجه فرورانش ورقه اقیانوسی - قاره‌ای و اقیانوسی - اقیانوسی چیست؟

پاسخ: اگر فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی انجام شود که لازمه آن سن بیشتر ورقه اقیانوسی و چگالی بیشتر آن است می‌توان انتظار ایجاد دراز گودال‌های عمیق اقیانوسی و زلزله‌های عمیق و ایجاد جزایر قوسی هم‌سن آتشفشانی را به جای خشکی‌ها در کف اقیانوس‌ها داشت. مانند، جزایر آلوشین، دراز گودال ماریانا (در غرب اقیانوس آرام) و تونگا. سونامی، محصول دیگر فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر است.

همگرایی ورقه‌های قاره‌ای - قاره‌ای باعث تصادم دو ورقه قاره‌ای کم چگال شده و فرورانشی ایجاد نمی‌شود. اما همگرایی ورقه‌های اقیانوسی - قاره‌ای به علت تفاوت چگالی ورقه‌ها، ورقه اقیانوسی بازالتی و چگال به پایین خم شده و به زیر ورقه قاره‌ای فرو می‌رود. عموماً صفحه زیررونده، نسبتاً سرد است و با قرار گرفتن در خمیره کره داغ ذوب شده و در نتیجه مقداری ماده مذاب به آرامی به بالا صعود می‌کند و با سرد شدن در پوسته ایجاد سنگ‌های آذرین درونی را خواهد داشت. ماگمای باقیمانده، در نهایت به سطح زمین می‌رسد و فوران‌های آتشفشانی انفجاری آندزیتی قاره‌ای را ایجاد می‌کند. لازم به ذکر است که ایجاد دراز گودال اقیانوسی و زلزله عمیق هم از پیامدهای آن است.