فهرست

فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین ۷

فصل دوم: منابع معدنی، زیربنای تمدن و توسعهٔ صنعتی ۴۳

فصل سوم: منابع آب و خاک ۶۶

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی ۹۶

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت ۱۱۱

فصل ششم: پویایی زمین ۱۳۱

فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران ۱۶۸

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۱۸۱

تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

همان‌طور که می‌دانید، زمین سومین سیاره از نظر نزدیکی به خورشید است و تنها سیاره‌ای است که با توجه به ویژگی‌های خاصش (وجود آب، اکسیژن و ...) **دارای حیات** است.

★ انفجار عظیم یک ستاره در کیهان سبب تشکیل منظومهٔ شمسی و سپس تولد زمین شد.

در مورد تشکیل زمین به طور خلاصه می‌توان گفت:

- حدود ۶ میلیارد سال قبل، از تجمع ذرات کیهانی، **منظومهٔ شمسی** تشکیل شد.
- در حدود ۶ / ۴ میلیارد سال قبل، **زمین** به صورت **کره‌ای مذاب** به وجود آمد و در مدار خودش قرار گرفت.
- در حدود ۴ میلیارد سال قبل با سردشدن کرهٔ مذاب **اولین سنگ‌ها**، (سنگ‌های آذرین) تشکیل شدند. **(ایجاد سنگ‌کره)**
- در اثر **فوران آتشفشان‌ها**، گازهایی مانند اکسیژن، کربن، هیدروژن و ... از درون زمین خارج شد و کم‌کم هواکره به وجود آمد. **(ایجاد هواکره)**
- با سردشدن زمین، آب به صورت مایع در آمد و کم‌کم اقیانوس‌ها تشکیل شدند. **(ایجاد آب‌کره)**
- با تشکیل اقیانوس‌ها و وجود انرژی خورشید، اولین **تک‌سلولی‌ها** در **دریاهای کم‌عمق** ایجاد شدند. **(ایجاد زیست‌کره)**
- سرانجام با پدیده‌هایی چون چرخهٔ آب + فرسایش سنگ‌ها و ...، سنگ‌های **رسوبی** و **دگرگونی** نیز به وجود آمدند.

نکته پس یادتون بمونه، اولین موجودات زنده **در آب‌ها** به وجود آمدند.

★ در زندگی برای این که بتوانیم جزئیات وقایع و رویدادها را نشان دهیم، باید مقیاس‌های زمانی **کوچک‌تری** داشته باشیم.

اگر طول عمر کرهٔ زمین را به یک سال شمسی تبدیل کنیم، هر ماه در حدود یک میلیارد سال است و هر روز حدود ۴۰ میلیون سال است.

پس اگر عمر جهان را معادل یک سال زمینی در نظر بگیریم، زمین در یک هفتهٔ آخر آن و انسان در ثانیه‌های آخر سال به وجود آمده است.

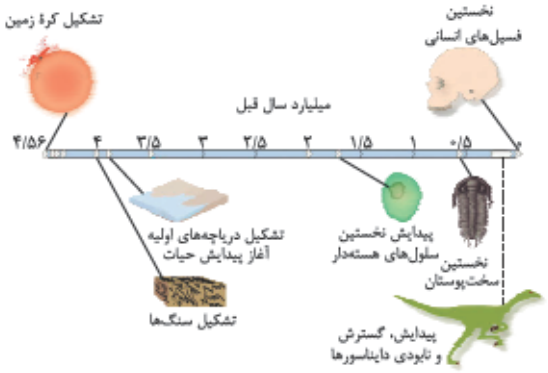
به نکات زیر توجه کنید:

★ جانداران از **ساده** به **پیچیده** خلق شده‌اند.

★ شرایط **آب‌وهوایی** در دوران‌های گوناگون تغییرات زیادی داشته است.

★ در طی دوران‌های مختلف (براساس تغییرات محیطی) جانداران گوناگون به وجود آمده و یا منقرض شده‌اند، مثلاً در اوایل دورهٔ کربونیفر خزندگان به وجود آمدند و ۸۰ – ۷۰ میلیون سال بر روی زمین زندگی کردند.

دایناسورها (از بزرگ‌ترین خزندگان) در اثر **نامساعدشدن شرایط محیطی**، حدود ۶۵ میلیون سال قبل منقرض شده‌اند.



به نمودار روبه‌رو و ترتیب پیدایش هر یک توجه کنید:

(این نمودار ممکنه مورد علاقهٔ بسیاری از طراحان محترم کنکور باشه!)

توجه ترتیب پیدایش (از قدیم به جدید):

سنگ‌کره ← هواکره ← آب‌کره ← زیست‌کره

سن زمین

★ برخی از دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف زمین‌شناسی:

- بررسی تاریخچهٔ زمین
- کشف ذخایر و منابع موجود در زمین
- پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده

روش‌های تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های زمین

۱ تعیین سن نسبی (تقدم و تأخر و هم‌زمانی لایه‌ها)

۲ تعیین سن مطلق (با استفاده از عناصر رادیواکتیو)

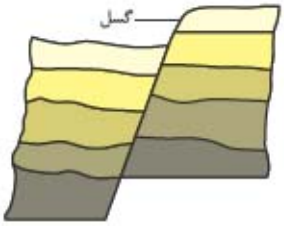
سن نسبی

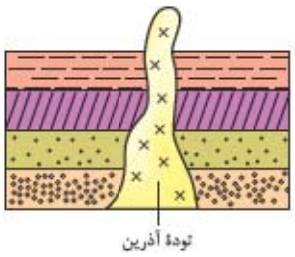
لایه‌های رسوبی معمولاً به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند. در صورتی که لایه‌های رسوبی بدون چین‌خوردگی و شکستگی باشند و توالی خود را حفظ کرده باشند، لایه‌ای که بالاتر است **جوان‌تر** خواهد بود. *(اینو از قبل می‌دونستین)*

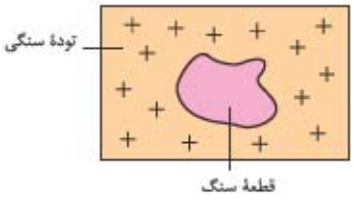
نکته سن نسبی، سن دقیق پدیده‌ها را مشخص **نمی‌کند**.

برای تعیین سن نسبی لایه‌ها به موارد زیر توجه کنید:

- وقتی قطعه سنگی، در یک تودهٔ سنگی وجود داشته باشد، در این صورت قطعهٔ سنگی، قدیمی‌تر و تودهٔ سنگی، جوان‌تر است.
- وقتی یک تودهٔ آذرین لایه‌های سنگی را قطع می‌کند، تودهٔ آذرین جوان‌تر و لایه‌های رسوبی قدیمی‌ترند.
- وقتی بین لایه‌های رسوبی گسل باشد، گسل جوان‌تر است.



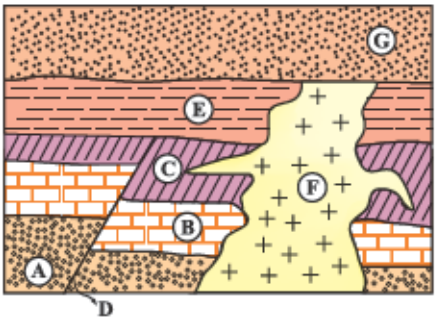




مثال ترتیب بروز پدیده‌های زمین‌شناسی از قدیم به جدید در شکل زیر به این صورت است:

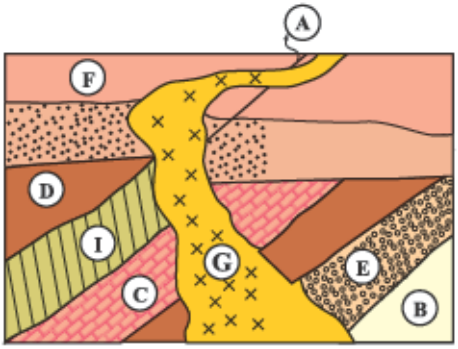
رسوب لایهٔ A، رسوب لایهٔ B، رسوب لایهٔ C، شکستگی D، رسوب لایهٔ E، نفوذ تودهٔ F، رسوب لایهٔ G

قدیمی‌ترین پدیده: رسوب لایهٔ A و جدیدترین پدیده: رسوب لایهٔ G



مثال در شکل زیر ترتیب سن لایه‌ها و پدیده‌ها از قدیم به جدید به این صورت است:

B، E، J، C، I، D، H، F، A و G



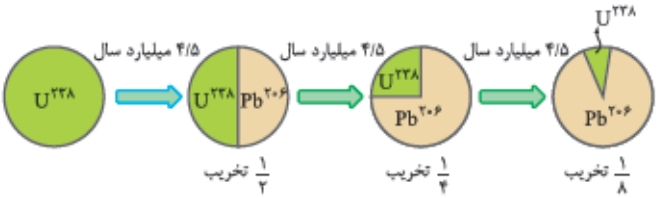
سن مطلق (رادیومتری)

با تعیین سن مطلق یک پدیده، **سن دقیق** تشکیل یا ایجاد آن مشخص می‌شود.

- استفاده از **عناصر رادیواکتیو**، یکی از روش‌های تعیین سن مطلق پدیده‌ها است.

توجه عناصر رادیواکتیو با سرعت ثابتی تخریب می‌شوند و به عنصری **غیررادیواکتیو (پایدار)** تبدیل می‌شوند.

مانند: اورانیم ۲۳۸ $\xleftarrow[\text{۴/۵ میلیارد سال}]{\text{تجزیه}}$ سرب ۲۰۶



★ مدت زمان لازم برای تخریب نیمی از مادهٔ رادیواکتیو **نیمه‌عمر** آن عنصر نام دارد.

برای محاسبهٔ سن مطلق نمونه‌ها از فرمول زیر استفاده کنید:

$$\text{سن نمونه} = \text{نیمه‌عمر مادهٔ رادیواکتیو} \times \text{تعداد نیمه‌عمر گذشته}$$

برای حل مسائل نیمه‌عمر می‌توانید از فرمول زیر هم استفاده کنید *(به‌به ریاضی)*:

$$\text{عدد نیمه‌عمر} \leftarrow n = \frac{t}{T} \begin{matrix} \rightarrow \text{زمان سپری‌شده} \\ \rightarrow \text{نیمه‌عمر} \end{matrix}$$

◄ جدول نیمه‌عمر برخی از مواد رادیواکتیو

★ توجه کنید؛ برای تعیین سن نمونه‌هایی که قدیمی‌ترند (مانند سنگ‌های اولیهٔ کرهٔ زمین) از مواد رادیواکتیو با نیمه‌عمر بیشتر (مانند اورانیم ۲۳۸) استفاده می‌شود، زیرا سرعت تخریب آن‌ها بسیار آرام‌تر است.

★ عناصری که نیمه‌عمرهای کم‌تری دارند (مانند کربن ۱۴) برای تعیین سن نمونه‌های قدیمی مناسب **نیستند**، زیرا در این نمونه‌ها تمامی کربن ۱۴ به نیتروژن ۱۴ تبدیل شده است.

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

★ نیمه‌عمر کربن ۱۴ $(C-14)$ ۵۷۳۰ سال است. از این مادهٔ رادیواکتیو بیشتر برای تعیین عمر نمونه‌های کربن‌دار (مانند فسیل ماموت، جمجمهٔ انسان‌های اولیه و ...) استفاده می‌شود.

مثال **نیمه‌عمر یک شیء عتیقه ۵۷۳۰ سال است، $\frac{1}{4}$ آن باقی مانده است. چه‌قدر از عمر این نمونه گذشته است؟**

پاسخ $5730 \times 2 = 11460$ سال

مثال **اگر در نمونهٔ سنگی، مقدار اورانیم ۲۳۸، $\frac{1}{16}$ مقدار اولیهٔ آن باشد، چه مدت از عمر آن سنگ گذشته است؟**
(نیمه‌عمر اورانیم ۲۳۸ = ۴/۵ میلیارد سال)

پاسخ راه‌حل اول: $4/5 \times 4 = 18$ میلیارد سال — سن سنگ = نیمه‌عمر × تعداد نیمه‌عمر گذرانده شده — $0 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{16}$

راه‌حل دوم: $\frac{1}{16} = \frac{1}{2^4} \rightarrow n \rightarrow$ تعیین نیمه‌عمر $\Rightarrow n = \frac{t \rightarrow \text{(عمر) زمان سپری شده}}{T \rightarrow \text{نیمه عمر}} \Rightarrow 4 = \frac{t}{4/5} \Rightarrow t = 18$ میلیارد سال

(عدد نیمه عمر ↑)

مثال **از مادهٔ رادیواکتیو موجود در نمونه‌ای سنگ، $\frac{7}{8}$ آن فروپاشی شده است. اگر نیمه‌عمر این ماده ۱۰۰۰ سال باشد، سن سنگ چه‌قدر است؟**

پاسخ $0 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \Rightarrow$ ۳ نیمه‌عمر گذشته — $3 \times 1000 = 3000$ سال

مادهٔ رادیواکتیو باقی‌مانده $\frac{8}{8} - \frac{7}{8} = \frac{1}{8}$

زمان در زمین‌شناسی

واحد اساسی زمان، **ثانیه** است. ما در زندگی روزمره از واحدهای زمانی مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه‌روز و ... استفاده می‌کنیم، ولی در زمین‌شناسی از واحدهایی مانند **عصر (دور)**، **دوره**، **دوران** و **ائون** استفاده می‌شود.

برخی از عوامل مؤثر بر تقسیم‌بندی عمر زمین به واحدهای زمانی مختلف، عبارت‌اند از:

- پیدایش و انقراض گروه‌های خاص جانداران
- حوادث کوهزایی و ناپیوستگی
- پیش‌روی و پس‌روی دریاها

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم زیستی

جدول روبه‌رو زیر ذره‌بین 🔍:

◂ پیدایش اولین‌ها

- اولین موجود زنده (آغاز حیات) ⟵ دوران پرکامبرین[1]
- اولین تریلوبیت ⟵ دورهٔ کامبرین

★ تریلوبیت‌ها، جانوران ساده‌ای، شبیه به بندپایان بودند (دارای پوشش سخت خارجی بندبند) که در دریا زندگی می‌کردند و توانایی حرکت داشتند. *(بیچاره‌ها منقرض شدن!)*

تریلوبیت

- اولین ماهی زره‌دار ⟵ دورهٔ اُردویسین
- اولین گیاه آونددار ⟵ دورهٔ سیلوریَن
- اولین دوزیست ⟵ دورهٔ دونین
- اولین خزنده ⟵ دورهٔ کربونیفر
- اولین دایناسور ⟵ دورهٔ تریاس
- اولین پرنده و پستاندار ⟵ دورهٔ ژوراسیک
- اولین گیاه گلدار ⟵ دورهٔ کِرتاسه
- اولین انسان ⟵ دورهٔ کواترنری

رویدادهای زیستی	دوره	دوران	ائون
انسان	کواترنری	سنوزوئیک	فانروزوئیک
تنوع پستانداران	ترشیاری		
انقراض دایناسورها پیدایش اولین گیاه گلدار	کرتاسه	مزوزوئیک	
تنوع دایناسورها پیدایش پرندگان پیدایش اولین پستاندار	ژوراسیک		
پیدایش اولین دایناسور	تریاس		
عصر یخبندان	پرمین	پالئوزوئیک	
پیدایش اولین خزنده	کربونیفر		
پیدایش اولین دوزیست	دونین		
پیدایش اولین گیاه آونددار	سیلورین		
پیدایش نخستین ماهی زره‌دار	اردویسین		
پیدایش نخستین تریلوبیت	کامبرین		
آغاز حیات	پرکامبرین		

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم زیستی

پیدایش اقیانوس‌ها

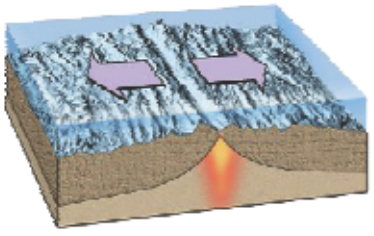
قبلش یادآوری زیر رو بخونین.

یادآوری حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش در سطح کرهٔ زمین خشکی بزرگی به نام **پانگه‌آ** وجود داشت که اطراف آن را اقیانوس **پانتالاسا** فرا گرفته بود. با گذشت زمان پانگه‌آ به خشکی‌های کوچک‌تری تقسیم شد.

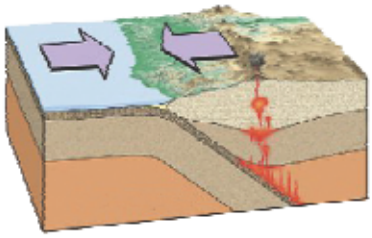
★ علت حرکت ورقه‌های سنگ‌کره جریان‌های **همرفتی گوشته** است. به علت اختلاف دما و چگالی بین قسمت‌های بالا و پایین سُست‌کره پدیدهٔ همرفتی رخ می‌دهد و مواد خمیری به سمت بالا حرکت می‌کنند و از شکاف بین ورقه‌ها به سطح زمین می‌آیند و باعث جابه‌جایی ورقه‌ها می‌شوند.

◂ انواع حرکت ورقه‌ها

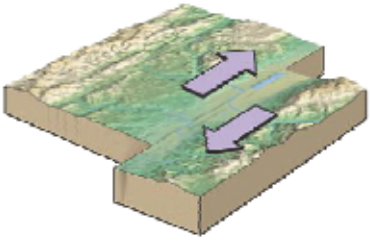
۱ حرکت دورشونده (واگرا)



۲ حرکت نزدیک‌شونده (همگرا)



۳ حرکت امتدادلغز



۱- پرکامبرین یک اَبَر دوران (ائون) است. ابتدای آن مصادف است با پیدایش زمین

★ اگر ورقهٔ سنگ‌کره در زیر اقیانوس‌ها باشد، به آن **ورقهٔ اقیانوسی** می‌گویند و اگر در محل قاره‌ها باشد، **ورقهٔ قاره‌ای** نامیده می‌شود.

نکته در اثر نزدیک‌شدن ورقهٔ قاره‌ای به ورقهٔ اقیانوسی و برخورد این ورقه‌ها، ورقهٔ اقیانوسی (چگالی بیشتر) به زیر ورقهٔ قاره‌ای (چگالی کم‌تر) فرو می‌رود. به این پدیده **فرورانش** می‌گویند. در اثر فرورانش، ورقه‌ها می‌شکنند و سبب بروز **زمین‌لرزه** می‌شود، ورقهٔ فرورفته باعث بروز **آتشفشان** نیز خواهد شد.

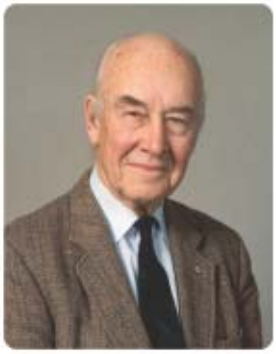
◂ پیامدهای ناشی از حرکت ورقه‌ها

- **حرکت ورقه‌های دورشونده**: بروز زمین‌لرزه و آتشفشان و تشکیل پوستهٔ جدید
- **حرکت ورقه‌های نزدیک‌شونده**: ایجاد کوه‌های آتشفشانی، زلزله‌های شدید، تشکیل کوه و چین‌خوردگی، گودال‌های عمیق
- **حرکت ورقه‌های امتدادلغز**: ایجاد گسل و زمین‌لرزه‌های متعدد

توجه با وجود پدیدهٔ دورشدن ورقه‌های سنگ‌کره و افزایش سطح پوستهٔ زمین، ولی سطح زمین همواره مقدار **ثابتی** دارد و آن به دلیل نزدیک‌شدن ورقه‌ها و پدیدهٔ **فرورانش** آن‌ها است.

★ *آلفرد وگنر و هری هس رو که می‌شناسین* 😊؛ وگنر دانشمند و زمین‌شناس آلمانی نظریهٔ **اشتقاق (جابه‌جایی) قاره‌ها** را ارائه داد و هس، زمین‌شناس آمریکایی بود که **فرضیهٔ گسترش بستر اقیانوس‌ها** را مطرح کرد در ادامه با **توزو ویلسون** آشنا می‌شوید...

★ ویلسون زمین‌شناس کانادایی بود که با استفاده از نتایج تحقیقات وگنر و هس، نظریه‌ای در مورد مراحل تشکیل اقیانوس‌ها بیان کرد.



توزو ویلسون

نکته چرخهٔ ویلسون، **بازشدن** یک حوضهٔ اقیانوسی و **بسته‌شدن** آن در حاشیهٔ قاره‌های مجاور است.

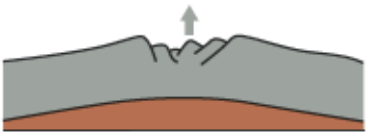
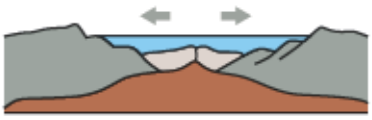
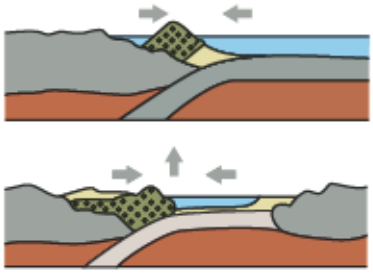
چرخهٔ ویلسون و مراحل آن

◂ ۱- بازشدگی: جریان همرفتی خمیرکره ← شکافتن بخشی از قاره ← بیرون‌آمدن مواد مذاب خمیرکره

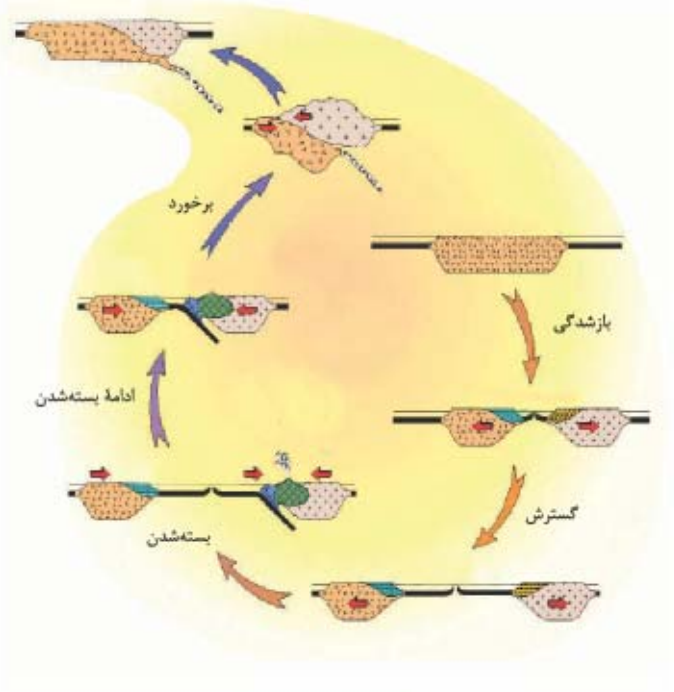
◂ ۲- گسترش: گسترش شکاف ایجادشده ← تشکیل دریا ← (با دورشدن قاره‌ها، پس از میلیون‌ها سال) تشکیل اقیانوس

◂ ۳- بسته‌شدن: فرورانش سنگ‌کرهٔ اقیانوسی ← کوچک‌شدن و بسته‌شدن اقیانوس

◂ ۴- برخورد: برخورد ورقه‌ها ← تشکیل رسوبات اقیانوسی ← تشکیل رشته‌کوه

مثال	پدیدهٔ طبیعی	مرحله	شکل
شرق آفریقا	ایجاد گودال‌هایی روی قاره‌ها	بازشدگی	
دریای سرخ و اقیانوس اطلس	تشکیل دریاهایی در محل گودال‌های ایجادشده	گسترش	
اقیانوس آرام	ایجاد قوس جزایر و گودال‌هایی اطراف حوضه و ایجاد کوه‌های جوان	بسته‌شدن	
رشته‌کوه‌های هیمالیا، البرز و زاگرس	کمربندهای کوهستانی جوان	برخورد	

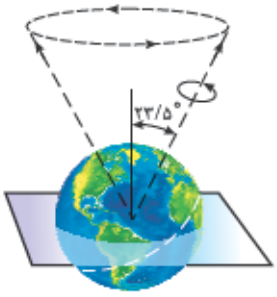
نکته عامل باز و بسته‌شدن اقیانوس‌ها، **جریان‌های کنوکسیونی گوشته** است که سبب واگرایی ورقه‌های اقیانوسی از هم و تشکیل پوستهٔ جدید شده و در ادامه در اثر همگرایی ورقهٔ اقیانوسی و قاره‌ای، ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ قاره‌ای فرورانش می‌کند.



پیدایش فصل‌ها

قبلاً خواندید که به وجود آمدن شب و روز نتیجهٔ **حرکت وضعی** زمین (حرکت زمین به دور خودش) و به وجود آمدن فصل‌ها نتیجهٔ **حرکت انتقالی** زمین (حرکت زمین به دور خورشید) است.

موقعیت محور زمین



موقعیت محور زمین

محور زمین با خط عمود بر صفحهٔ مدار گردش خود به دور خورشید، زاویه‌ای حدود **۲۳/۵ درجه** می‌سازد.

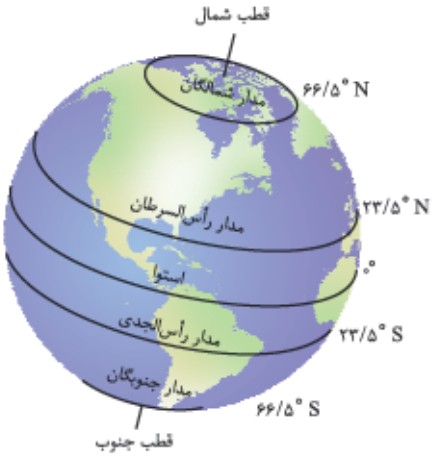
نکته در حین گردش زمین به دور خورشید، جهت محور آن تقریباً ثابت است و تغییری نمی‌کند.

★ انحراف محور زمین سبب **پیدایش فصل‌ها** و **اختلاف زمان شب و روز** می‌شود.

توجه مدار حرکت زمین به دور خورشید **بیضی‌شکل** است پس فاصلهٔ زمین تا خورشید در طول سال **تغییر** می‌کند.

توجه وقتی در نیمکرهٔ شمالی زمین، تابستان باشد، در نیمکرهٔ جنوبی زمستان است و این به دلیل **زاویهٔ تابش خورشید** و **انحراف محور زمین** است. پس شش ماه از سال، نیمکرهٔ شمالی و شش ماه دیگر، نیمکرهٔ جنوبی بیشتر در مقابل آفتاب قرار می‌گیرد.

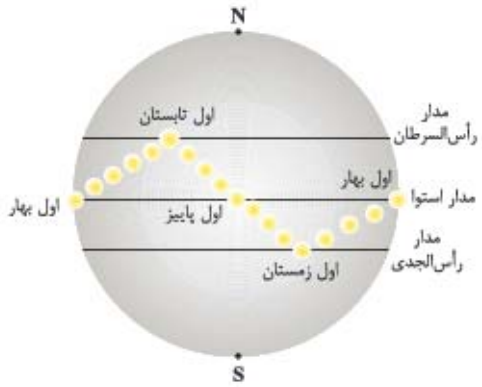
به شکل روبه‌رو توجه کنید:



یادآوری دایره‌های عرضی که به موازات استوا بر روی کرهٔ زمین رسم شده‌اند **مدار** نام دارند؛ هر چه به سمت قطب‌ها پیش می‌رویم، مدارها **کوچک‌تر** می‌شوند. این مدارها نشان‌دهندهٔ عرض‌های جغرافیایی‌اند.

از خط استوا تا قطب شمال **نیمکرهٔ شمالی** و از خط استوا تا قطب جنوب **نیمکرهٔ جنوبی** است.

مدارهای زمین



موقعیت تابش خورشید به زمین در فصل‌های مختلف

- ۱- مدار قطبی شمال (مدار شمالگان): مدار ۵ / ۶۶ درجهٔ شمالی است.
- ۲- مدار رأس‌السرطان[1]: مدار ۵ / ۲۳ درجهٔ شمالی است.

نکته در روز **اول تابستان** (آخر بهار) خورشید به مناطق واقع بر روی این مدار، **عمود** می‌تابد.

- ۳- مدار استوا: خطی فرضی است که زمین را به دو نیمکرهٔ شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند.

استوا **بزرگ‌ترین** مدار زمین است و مبدأ عرض جغرافیایی است و درجهٔ آن **صفر** است.

- ۴- مدار رأس‌الجدی[2]: مدار ۵ / ۲۳ درجهٔ جنوبی است.

نکته در روز اول **زمستان**، خورشید به مناطق واقع بر روی این مدار، **عمود** می‌تابد.

- ۵- مدار قطبی جنوب (مدار جنوبگان): مدار ۵ / ۶۶ درجهٔ جنوبی است.

مناطق اقلیمی زمین

با توجه به **زاویهٔ تابش خورشید به زمین** سه منطقهٔ اقلیمی متفاوت ایجاد می‌شود:

- ۱- منطقهٔ گرمسیر (حاره)
  - منطقهٔ بین مدار **رأس‌السرطان** و **رأس‌الجدی** است.
  - این منطقه فقط فصل **تابستان** دارد.
  - اکثر مناطق آن آب‌وهوای **گرم و خشک** دارد.
  - میانگین دمای هوا بیشتر از **۲۰ °C** است.
  - این منطقه از سمت شمال و جنوب، **۲۳ / ۵°** با خط استوا فاصله دارد.
- ۲- منطقهٔ معتدله
  - بین مدارهای **۲۳ / ۵°** و **۶۶ / ۵°** شمالی و جنوبی کرهٔ زمین است.
  - این مناطق چهار فصل دارند.
  - میانگین دمای هوا **بین ۸°C** تا **۲۰°C** است.
- ۳- منطقهٔ شمالگان و منطقهٔ جنوبگان
  - بین مدار **۶۶ / ۵°** و **۹۰°** شمالی و جنوبی کرهٔ زمین است.
  - این مناطق فقط فصل **زمستان** دارند.
  - میانگین دمای هوا کم‌تر از **۸°C** است.

سه منطقهٔ اقلیمی زمین

نکات زیر را خوب به خاطر بسپارید (*بعداً گلی به کارتون میدا!*):

- در روز اول بهار، خورشید بر مدار استوا **عمود** می‌تابد (در تمام نقاط زمین؛ طول شب = طول روز = ۱۲ ساعت) و در روزهای بعد بر مدارهای بالاتر آن در نیمکرهٔ شمالی عمود می‌تابد.

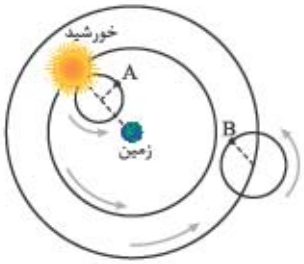
توجه در روز آخر بهار حداکثر بر مدار رأس‌السرطان (۲۳ / ۵° شمالی) عمود می‌تابد.

- در طول تابستان، خورشید بر مدارهای رأس‌السرطان (۲۳ / ۵°) تا استوا (۰°) **عمود** می‌تابد.
- در اول فروردین و اول مهر، خورشید بر استوا عمود (۹۰°) می‌تابد، پس طول سایهٔ اجسام در این مدار یا بسیار کوتاه است و یا دیده نمی‌شود و در اول تیر و اول دی، به ترتیب خورشید بر مدارهای رأس‌السرطان و رأس‌الجدی عمود می‌تابد.
- پدیدهٔ خورشید نیمه‌شب: در آخر بهار (اول تابستان) در نیمکرهٔ شمالی، و در آخر پاییز (اول زمستان) در نیمکرهٔ جنوبی خورشید در طول روز و شب (۲۴ ساعته) در آسمان مشاهده می‌شود و به آن **خورشید نیمه‌شب** می‌گویند.

۱- به معنی سر خرچنگ

۲- به معنی سر بزغاله

۱۰- شکل مقابل مدل زمین‌مرکزی بطلمیوس را نشان می‌دهد. براساس این نظریه، سیارهٔ B ..... و سیارهٔ A ..... می‌باشد.



۱) زحل ـ زهره
۲) عطارد ـ مشتری
۳) مریخ ـ زهره
۴) زهره ـ مشتری

۱۱- چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در مدل زمین‌مرکزی بطلمیوس، مدار گردش ..... به دور زمین بین مدار گردش ..... قرار دارد.»

الف) ماه ـ زهره و خورشید
ب) مریخ ـ مشتری و عطارد
پ) زهره ـ ماه و خورشید
ت) خورشید ـ مریخ و زهره

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۲- کدام گزینه نادرست است؟

۱) بطلمیوس مدل زمین‌مرکزی و کوپرنیک مدل خورشیدمرکزی را ارائه داد.
۲) کوپرنیک همانند بطلمیوس مسیر حرکت سیارات را مدارهای دایره‌مانند در نظر گرفت.
۳) براساس نظریهٔ بطلمیوس، ۷ جرم آسمانی به دور زمین در حال چرخش هستند.
۴) طبق مدل بطلمیوس، مریخ در فاصلهٔ نزدیک‌تری نسبت به خورشید، دور زمین می‌گردد.

۱۳- براساس قوانین یوهانس کپلر می‌توان گفت .....

۱) مدار حرکت همهٔ سیارات به دور خورشید دایره است و خورشید در مرکز دایره قرار گرفته است.
۲) زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.
۳) زمین، شکلی کروی دارد و در یک مدار بیضی‌شکل به دور خورشید که در مرکز بیضی قرار دارد، می‌چرخد.
۴) هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد که در زمستان‌ها از خورشید دور و در تابستان‌ها به آن نزدیک می‌شود.

۱۴- تفاوت اساسی نظریهٔ یوهان کپلر و نیکلاس کوپرنیک در کدام مورد است؟

۱) جهت حرکت وضعی سیارات
۲) شکل هندسی مدار سیارات
۳) جهت حرکت انتقالی سیارات
۴) مدت زمان گردش انتقالی سیارات

۱۵- در ارتباط با گردش سیارات، کدام گزینه با قوانین کپلر مغایرت دارد؟

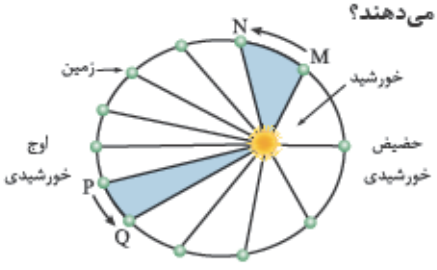
۱) جهت گردش سیارات به دور خورشید، پادساعت‌گرد می‌باشد.
۲) زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید، با افزایش فاصله از خورشید افزایش می‌یابد.
۳) خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.
۴) محل قرارگیری خورشید، در مرکز مدار بیضوی شکل سیارات می‌باشد.

۱۶- کدام نتیجه را می‌توان از این گفتهٔ کپلر گرفت؟

«هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد، که خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند، در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی را ایجاد می‌کند.»

۱) مدار سیاره‌ها به دور خورشید، بیضی نزدیک به دایره است.
۲) سرعت سیاره‌ها در طی یک گردش کامل به دور خورشید، همیشه ثابت نیست.
۳) زمانی‌که نور خورشید به نیمکرهٔ شمالی عمود می‌تابد، در نیمکرهٔ جنوبی مایل می‌تابد.
۴) با افزایش فاصلهٔ هر سیاره تا خورشید، زمان یک دور گردشش هم افزایش پیدا می‌کند.

۱۷- با توجه به قانون دوم کپلر، محدوده‌های MN و PQ، به ترتیب کدام ماه‌های شمسی را نشان می‌دهند؟

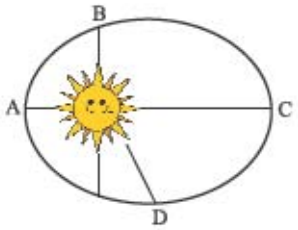


۱) شهریور ـ اسفند
۲) بهمن ـ مرداد
۳) دی ـ خرداد
۴) خرداد ـ دی

۱۸- یک واحد نجومی، در چه هنگامی برای کشور ما، کم‌ترین مقدار را دارد؟ (سراسری تجربی ۹۶)

۱) اول تابستان ۲) اول زمستان ۳) اول بهار و پاییز ۴) تقریباً همهٔ روزهای مرداد

۱۹- در کدام نقطه، سرعت گردش زمین به دور خورشید از بقیهٔ نقطه‌ها بیشتر است؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) B و D

۲۰- اگر زمان چرخش سیاره‌ای به دور خورشید حدود ۸ سال به طور انجامد، فاصلهٔ آن سیاره تا خورشید حدود چند میلیون کیلومتر است؟

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۴ ۴) ۶۴

۲۱- زمان یک دور گردش سیاره‌ای به دور خورشید، ۴۱۱۶ ماه است. فاصلهٔ این سیاره از زمین برابر چند واحد ستاره‌شناسی است؟

۱) ۴۸ ۲) ۴۹ ۳) ۵۰ ۴) ۵۱

۲۲- اگر فاصلهٔ سیاره‌ای تا خورشید ۴ برابر فاصلهٔ کرهٔ زمین تا خورشید باشد، یک سال در این سیاره چند روز زمینی است؟

۱) ۲۹۲۰ ۲) ۱۴۶۰ ۳) ۷۳۰ ۴) ۱۱۶۸۰

۲۳- در جدول زیر فاصلهٔ چهار سیاره تا خورشید برحسب دقیقهٔ نوری آورده شده است. کدام سیاره از نظر زمانی سریع‌تر از بقیه به دور خورشید گردش می‌کند؟

سیاره	D	B	C	A
فاصله تا خورشید	۶۶/۴	۴۱/۵	۵۸/۱	۴۹/۸

۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۲۴- فاصلهٔ ستاره‌ای فرضی از زمین برابر ۱۲۴/۴۴ واحد نجومی است. زمان یک دور گردش این ستاره به دور خورشید تقریباً برابر چند سال زمینی است؟

۱) ۱۲۵۷ ۲) ۱۵۰۸ ۳) ۱۳۸۲ ۴) ۱۴۰۵

۲۵- اگر فاصلهٔ ستاره‌ای تا زمین $\frac{۱}{۴}$ برابر فاصلهٔ زمین تا خورشید باشد، آن‌گاه زمان یک دور گردش این ستاره به دور خورشید، برابر چند ماه زمینی است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۲۶- زمان یک دور گردش ستاره‌ای به دور خورشید برابر $۵\sqrt{۵}$ سال زمینی است. فاصلهٔ این ستاره از خورشید برابر چند دقیقهٔ نوری است؟

۱) ۲۴/۹ ۲) ۳۳/۲ ۳) ۴۱/۵ ۴) ۵۸/۱

۲۷- در شکل زیر سیارهٔ خیلی‌سبزا را می‌بینید. حساب کنید زمان یک دور گردش این سیاره (قصد داریم بریم اون‌جا زندگی کنیم) به دور خورشید برابر چند سال زمینی است؟

۱) ۶۴
۲) ۲۰۰
۳) ۱۲۵
۴) ۱۴۴

تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

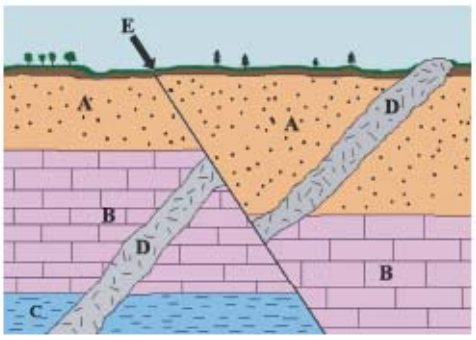
۲۸- تشکیل کدام‌یک از موارد زیر به زمان حال نزدیک‌تر است؟

۱) پیدایش نخستین سلول هسته‌دار ۲) پیدایش نخستین تریلوبیت
۳) انقراض گستردهٔ دایناسورها ۴) تشکیل دریاهای اولیه

۲۹- حدود ..... سال پیش، ..... سبب انقراض نسل دایناسورها شد.

۱) ۲۵۰ میلیون ـ نامساعدشدن زیست‌کره و عدم سازگاری ۲) ۲۵۰ میلیون ـ جثهٔ بزرگ و بالاآمدن سطح آب‌کره
۳) ۶۵ میلیون ـ نامساعدشدن زیست‌کره و عدم سازگاری ۴) ۶۵ میلیون ـ جثهٔ بزرگ و بالاآمدن سطح آب‌کره

۳۰- در شکل مقابل، ترتیب سن از قدیم به جدید، کدام است؟



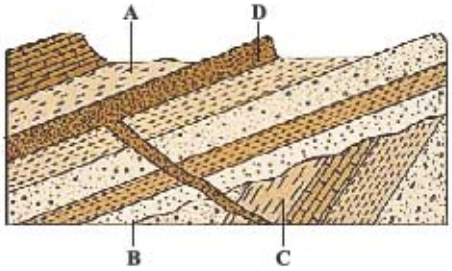
۱) D - E - A - C - B

۲) D - E - A - B - C

۳) A - B - E - D - C

۴) E - D - A - B - C

۳۱- با توجه به شکل مقابل، کدام گزینه درست است؟



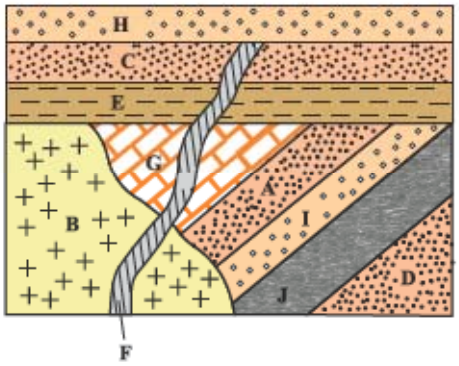
۱) D جدیدتر از A و قدیمی‌تر از C است.

۲) C قدیمی‌تر از D و جدیدتر از B است.

۳) B قدیمی‌تر از D و جدیدتر از C است.

۴) D جدیدتر از C و قدیمی‌تر از B است.

۳۲- کدام توالی سن نسبی برای شکل مقابل از جدید به قدیم به درستی رعایت شده است؟



۱) G - E - C - F

۲) A - G - F - B

۳) A - G - B - E

۴) D - J - I - B

۳۳- کدام گزینه، سه پدیدهٔ زمین‌شناسی متوالی را در شکل مقابل معرفی می‌کند؟

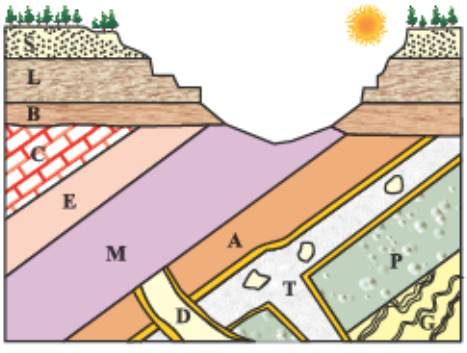
۱) رسوب‌گذاری، فرسایش، چین‌خوردگی

۲) نفوذ تودهٔ A، نفوذ تودهٔ B، فرسایش

۳) رسوب‌گذاری، چین‌خوردگی، نفوذ تودهٔ A

۴) شکستگی، رسوب‌گذاری مجدد، نفوذ تودهٔ B

۳۴- ترتیب سن نسبی از قدیم به جدید در شکل مقابل چگونه است؟



۱) S - L - B - C - E - M - D - T - A - P - G

۲) S - L - B - C - E - M - A - D - T - P - G

۳) S - L - B - C - E - M - D - A - T - P - G

۴) S - L - B - C - E - M - D - A - P - T - G

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ ۴ کهکشان راه شیری، یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته‌شده، یک کهکشان مارپیچی‌شکل است که منظومهٔ شمسی در لبهٔ یکی از بازوهای آن تشکیل شده است. با توجه به شکل صفحهٔ ۱۲ کتاب درسی این کهکشان از بالا شبیه بازوهای مارپیچ و از پهلو شبیه عدسی محدب است. قطر آن در حدود ۱۲۰ هزار سال نوری (۱۴۴۰ هزار ماه نوری) و ضخامت آن در حدود ۱۰ هزار سال نوری می‌باشد.

۲- گزینهٔ ۴ همهٔ موارد نادرست است. بررسی موارد:

الف) کهکشان راه شیری دارای بازوهای مارپیچی (بیش از ۲ عدد) است.

ب) قطر کهکشان راه شیری برابر $۱/۲ \times ۱۰^{۵}$ سال نوری است.

پ) خورشید از سیاه‌چالهٔ مرکزی فاصله داشته (حدود ۳۰۰۰۰ سال نوری!) و در یکی از بازوهای کهکشان قرار دارد.

ت) بطلمیوس با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید به این نتیجه رسید که زمین در مرکز عالم قرار دارد.

۳- گزینهٔ ۳ کهکشان راه شیری از پهلو شبیه به عدسی محدب است و از بالا شبیه چرخ بزرگی است که دارای بازوهایی است که با جهت چرخش هماهنگ هستند. منظومهٔ شمسی بر روی یکی از بازوها قرار دارد که وقتی کهکشان را از پهلو مانند شکل در نظر بگیریم، در حدود نقطهٔ C قرار می‌گیرد.

۴- گزینهٔ ۲ موارد (الف) و (ب) نادرست‌اند.

برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مه‌بانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدیدآمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

۵- گزینهٔ ۳ در هر کهکشان، گروه‌های مختلفی از اجرام، تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل، کنار هم جمع شده‌اند و منظومه‌ها را می‌سازند، مثلاً منظومهٔ شمسی ما در لبهٔ یکی از بازوان پرتوان! کهکشان راه شیری قرار دارد.

۶- گزینهٔ ۴ کوپرنیک نظریهٔ خورشیدمرکزی را به این صورت بیان کرد: ۱- زمین همراه با ماه و سایر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد. ۲- حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محور شمال ـ جنوب خود است. بیضی‌بودن مدار گردش سیارات برای اولین بار توسط یوهانس کپلر معرفی شد.

۷- گزینهٔ ۲ براساس نظریهٔ زمین‌مرکزی، زمین ثابت است و ماه، خورشید و پنج سیارهٔ شناخته‌شدهٔ آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور آن می‌گردند.

۸- گزینهٔ ۳ طبق نظریهٔ بطلمیوس، مدار حرکت سیارات به دور زمین، دایره‌ای‌شکل است.

۹- گزینهٔ ۱ با توجه به شکل و طرح نظریهٔ زمین‌مرکزی، مدار گردش خورشید بین سیاره‌های زهره و مریخ قرار گرفته است.

۱۰- گزینهٔ ۳ براساس نظریهٔ زمین‌مرکزی، سیارهٔ A همان زهره می‌باشد که مدار گردش آن بین مدار زمین و خورشید واقع شده است و سیارهٔ B همان مریخ می‌باشد که مدار گردش آن بیرون از مدار گردش خورشید واقع شده است.

۱۱- گزینهٔ ۲ موارد (پ) و (ت) به درستی تکمیل می‌کنند. بررسی همهٔ موارد:

الف) مدار گردش ماه به دور زمین می‌باشد.

ب) مدار گردش مریخ، بین مشتری و خورشید قرار دارد.

پ) مدار گردش زهره، بین ماه (یا زمین) و خورشید قرار دارد.

ت) مدار گردش خورشید بین زهره و مریخ قرار دارد.

۱۲- گزینهٔ ۴ همان‌طور که در شکل صفحهٔ ۱۲ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، مریخ در فاصلهٔ دورتری نسبت به خورشید دور زمین می‌گردد.

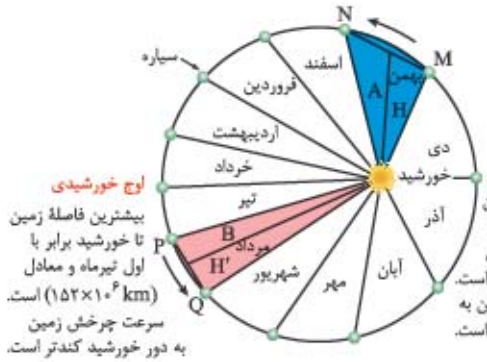
۱۳- گزینهٔ ۲ یوهانس کپلر موفق شد، سه قانون برای حرکت سیارات منظومهٔ شمسی کشف کند، که در قانون سوم آن آمده است: زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصلهٔ آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.

۱۴- گزینهٔ ۲ نیکلاس کوپرنیک مدار حرکت سیارات به دور خورشید را دایره‌ای در نظر گرفت، اما یوهان کپلر مدار حرکت سیارات به دور خورشید را بیضی‌شکل مطرح کرد، بنابراین اختلاف نظر آن‌ها مربوط به شکل هندسی مدار گردش سیارات به دور خورشید است.

۱۵- گزینهٔ ۴ با توجه به نظریهٔ کپلر، هر سیاره در مداری بیضوی، چنان به دور خورشید حرکت می‌کند، که خورشید همواره در یکی از دو کانون (نه مرکز) آن قرار گرفته است.

۱۶- گزینهٔ ۲ مساحت‌های مساوی همیشه نشان‌دهندهٔ اضلاع مساوی دو شکل نیست، بنابراین اگر در زمان مساوی، مسافت‌هایی که یک سیاره در روی مدار خود طی می‌کند تغییر کند به معنای این است که سیاره، سرعتش ثابت نیست و تغییر می‌کند.

۱۷- گزینهٔ ۲ *قشنگ zoom کنین روی شکل زیر، کلی چیز دستگیرتون می‌شه*



طبق قانون دوم کپلر، مساحت این ۱۲ قسمت(۱۲ ماه سال)، مساوی است.

کم‌ترین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر **اول دی ماه** و معادل $(۱۴۷\times۱۰^{۶}\ km)$ است. سرعت چرخش زمین به دور خورشید، **تندتر** است.

بیشترین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر با **اول تیرماه** معادل $(۱۵۲\times۱۰^{۶}\ km)$ است. سرعت چرخش نیز به دور خورشید، **کندتر** است.

۱۸- گزینهٔ ۲ به فاصلهٔ زمین تا خورشید یک واحد نجومی گفته می‌شود. این فاصله در اول زمستان به حداقل مقدار خود (۱۴۷,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر) و در اول تابستان به حداکثر مقدار خود (۱۵۲,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر) می‌رسد.

۱۹- گزینهٔ ۱ طبق قانون دوم کپلر، هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد که خطی که سیاره و خورشید را به هم وصل می‌کند در زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند. از این قانون نتیجه‌گیری می‌شود که سیاره هنگامی که به خورشید نزدیک‌تر است تندتر و زمانی که از خورشید دورتر است کندتر حرکت می‌کند و هیچ‌گاه سرعت سیاره ثابت نمی‌ماند. بنابراین هر چه سیاره به خورشید نزدیک‌تر باشد سرعتش به دور خورشید بیشتر می‌شود.

۲۰- گزینهٔ ۲ با توجه به این‌که فاصلهٔ متوسط زمین از خورشید برابر ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که برابر با یک واحد ستاره‌شناسی (واحد نجومی) است، داریم:

$$p^۲=d^۳ \Rightarrow ۸^۲=d^۳ \Rightarrow d=۴ \text{ واحد نجومی}$$
$$۴\times۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰=۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰\ km$$

۲۱- گزینهٔ ۱ با توجه به قانون سوم کپلر داریم:

$$p=۴۱۱۶ \text{ ماه} \xrightarrow{\text{تبدیل به سال}} p=\frac{۴۱۱۶}{۱۲}=۳۴۳ \text{ سال}$$
$$p^۲=d^۳ \Rightarrow (۳۴۳)^۲=d^۳ \Rightarrow (۷^۳)^۲=d^۳ \Rightarrow d=۴۹$$

واحد نجومی

دقت کنید ۴۹، فاصلهٔ سیاره از خورشید است، برای به دست آوردن فاصلهٔ سیاره تا زمین:

فاصلهٔ زمین تا خورشید − فاصلهٔ سیاره تا خورشید = فاصلهٔ سیاره تا زمین

واحد نجومی ۴۸ = ۱ − ۴۹ =

۲۲- گزینهٔ ۱ اگر زمان گردش سیاره را با p و فاصلهٔ آن تا خورشید را با d نشان دهیم، رابطهٔ $p^۲=d^۳$ برقرار است:

$$p^۲=d^۳ \Rightarrow p^۲=۴^۳ \Rightarrow p=۸$$

p برحسب سال زمینی است و اگر یک سال زمینی را معادل ۳۶۵ روز بگیریم، در نتیجه:

$$\frac{۱}{۳۶۵}=\frac{۸}{x} \Rightarrow x=۲۹۲۰ \text{ روز}$$

۲۳- گزینهٔ ۲ ابتدا فاصله را به واحد نجومی تبدیل می‌کنیم:

$$\begin{cases} d_A=\frac{۴۹/۸}{۸/۳}=۶ \text{ واحد نجومی} \\ d_B=\frac{۴۱/۵}{۸/۳}=۵ \text{ واحد نجومی} \\ d_C=\frac{۵۸/۱}{۸/۳}=۷ \text{ واحد نجومی} \\ d_D=\frac{۶۶/۴}{۸/۳}=۸ \text{ واحد نجومی} \end{cases}$$

سپس با استفاده از قانون دوم کپلر، زمان یک دور گردش سیارات را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} p_A^۲=d_A^۳ \Rightarrow p_A^۲=(۶)^۳ \Rightarrow p_A=۶\sqrt{۶} \\ p_B^۲=d_B^۳ \Rightarrow p_B^۲=(۵)^۳ \Rightarrow p_B=۵\sqrt{۵} \\ p_C^۲=d_C^۳ \Rightarrow p_C^۲=(۷)^۳ \Rightarrow p_C=۷\sqrt{۷} \\ p_D^۲=d_D^۳ \Rightarrow p_D^۲=(۸)^۳ \Rightarrow p_D=۸\sqrt{۸} \end{cases}$$

مقایسهٔ زمان یک دور گردش: $\underset{\text{دیرتر}}{p_D} > p_C > p_A > \underset{\text{سریع‌تر}}{p_B}$

۲۴- گزینهٔ ۴ برای استفاده از رابطهٔ کپلر بایستی فاصلهٔ ستاره را از خورشید به دست آوریم:

$$\begin{cases} ۱ \text{ واحد نجومی} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{واحد نجومی } ۴۴ / ۱۲۵ + ۱ = ۱۲۴ / ۴۴ = \text{فاصلهٔ ستاره تا خورشید} \end{cases}$$

$$p^۲=d^۳ \Rightarrow p^۲=(۱۲۵/۴۴)^۳ \Rightarrow p \simeq ۱۴۰۵ \text{ سال زمینی}$$

۲۵- گزینهٔ ۱

$$\begin{cases} \text{واحد نجومی } ۱ = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \\ \text{فاصلهٔ ستاره تا خورشید}: d=\frac{۱}{۴}\times۱=\frac{۱}{۴} \end{cases} \Rightarrow p^۲=d^۳$$

$$\Rightarrow p^۲=(\frac{۱}{۴})^۳ \Rightarrow p=\frac{۱}{۸} \text{ سال}=\frac{۱}{۸}\times۱۲ \text{ ماه}=۱/۵ \text{ ماه}$$

۲۶- گزینهٔ ۳ با توجه به رابطهٔ قانون سوم کپلر، فاصله را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} p^۲=d^۳ \\ p=۵\sqrt{۵} \text{ سال} \\ \text{دقیقهٔ نوری } ۸/۳ = ۱ \text{ واحد نجومی} = \text{فاصلهٔ زمین تا خورشید} \end{cases}$$

$$\Rightarrow (۵\sqrt{۵})^۲=d^۳ \Rightarrow d=۵ \text{ واحد نجومی}$$

تبدیل واحد نجومی به دقیقهٔ نوری

$$\Rightarrow d=۵\times۸/۳=۴۱/۵ \text{ دقیقهٔ نوری}$$

۲۷- گزینهٔ ۳ فاصلهٔ زمین تا خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتر یا یک واحد نجومی است. در نتیجه با یک تناسب ساده می‌توان محاسبه کرد که ۳۶۰۰ میلیون کیلومتر برابر ۲۴ واحد نجومی است.

فاصلهٔ سیارهٔ خیلی‌سبز تا خورشید

= فاصلهٔ زمین تا خورشید + فاصلهٔ سیاره تا زمین = ۱ + ۲۴ = ۲۵

سپس با داشتن فاصله، زمان یک دور گردش را حساب می‌کنیم:

$p^2 = d^3 \Rightarrow p^2 = (۲۵)^3 \Rightarrow p = ۱۲۵$ سال زمینی

۲۸- گزینهٔ ۳ انقراض دایناسورها در اواخر دوران مزوزوئیک اتفاق افتاد که نسبت به بقیهٔ موارد به زمان حال نزدیک‌تر است.

۲۹- گزینهٔ ۳ در حدود ۶۵ میلیون سال پیش، نامساعدشدن شرایط محیط زیست و عدم سازگاری دایناسورها با محیط، سبب انقراض نسل آن‌ها شد.

۳۰- گزینهٔ ۴ رویدادها از قدیم به جدید به صورت زیر می‌باشد:

رسوب‌گذاری C ـ رسوب‌گذاری B ـ رسوب‌گذاری A ـ نفوذ تودهٔ D ـ شکستگی E

۳۱- گزینهٔ ۳ لایهٔ C قدیمی‌تر از فرسایش B و سپس نفوذ تودهٔ D و سپس رسوب لایهٔ A در شکل مشهود است. به طور کلی تاریخچهٔ شکل به این صورت است که ابتدا لایه‌ها به صورت افقی رسوب کرده‌اند، سپس در اثر چین‌خوردگی از حالت افقی خارج شده‌اند و فرسایش B رخ داده و سپس مجدداً رسوب‌گذاری صورت گرفته است.

۳۲- گزینهٔ ۳ ترتیب سن نسبی به صورت زیر می‌باشد:

(جدیدترین) H - F - C - E - B - G - A - I - J - D (قدیمی‌ترین)

۳۳- گزینهٔ ۲ ابتدا لایه‌های رسوبی رسوب‌گذاری کرده‌اند، سپس چین‌خوردگی این لایه‌ها و رسوب‌گذاری مجدد را شاهد بوده‌ایم. پس از آن نفوذ تودهٔ A، نفوذ تودهٔ B و سرانجام نیز فرسایش رخ داده است. بنابراین با توجه به صورت سؤال که پدیده‌های زمین‌شناسی «متوالی» را خواسته است، گزینهٔ (۲) پاسخ صحیح می‌باشد.

۳۴- گزینهٔ ۳ توالی سنی به صورت زیر می‌باشد:

S - L - B - C - E - M - D - A - T - P - G

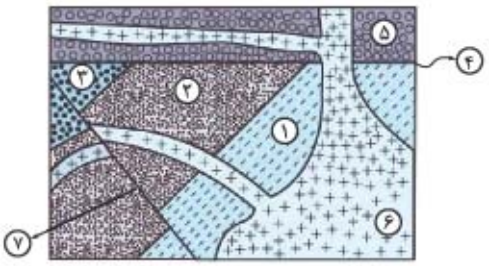
دقت کنید که قطعه‌هایی از لایهٔ P درون تودهٔ T مشاهده می‌شود و بعد از سردشدن تودهٔ T لایهٔ A رسوب کرده و سپس تودهٔ D نفوذ کرده است.

۳۵- گزینهٔ ۲ موارد (ب)، (پ)، (ت) و (ج) دارای توالی سنی درست می‌باشند.

ترتیب سن از قدیم به جدید:

A - C - I - D - E - G - B - H - F - K - J

۳۶- گزینهٔ ۴ با توجه به شکل مطرح‌شده در سؤال، سن نسبی پدیده‌ها و لایه‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارت‌اند از: ۱- لایهٔ رسوبی بی‌نام، ۲- لایهٔ B، ۳- لایهٔ E، ۴- رسوب‌گذاری افقی لایهٔ C، ۵- لایهٔ D، ۶- نفوذ تودهٔ A، ۷- گسل F بنابراین F جدیدتر از C و D قدیمی‌تر از A است. سایر گزینه‌ها نادرست می‌باشند.



۳۷- گزینهٔ ۳ ترتیب و توالی سنی در گزینهٔ (۳) رعایت نشده است.

ترتیب وقایع: I-B-F- گسل -M-R-H

دقت شود که به دلیل مشاهدهٔ خطوط دگرگون‌شدگی در اطراف تودهٔ H می‌توان دریافت که تودهٔ H جوان‌تر از لایهٔ R می‌باشد، یعنی تودهٔ نفوذی H بعد از رسوب لایهٔ R، نفوذ کرده و باعث دگرگون‌شدگی قسمت‌هایی از I، F، M، B و R شده است.

۳۸- گزینهٔ ۴ ابتدا لایهٔ b تشکیل شده و سپس لایه‌های دیگر به ترتیب روی آن قرار گرفته‌اند و بعد با چین‌خوردگی از حالت موازی خارج شده‌اند. بنابراین لایه‌های a و b بیشترین اختلاف سن را با هم دارند.

۳۹- گزینهٔ ۱ ابتدا سری رسوبات افقی بر اثر چین‌خوردگی از حالت افقی خارج شده‌اند و سپس فرسایش اتفاق افتاده و در نهایت سری رسوبات جدید و جوان‌تر روی آن‌ها قرار گرفته است.

۴۰- گزینهٔ ۴ ترتیب سنی به صورت زیر می‌باشد:

رسوب H ـ رسوب G ـ رسوب F ـ رسوب E ـ رسوب D ـ گسل XY ـ نفوذ تودهٔ A ـ رسوب C و B

۴۱- گزینهٔ ۲ رویدادها از قدیم به جدید به صورت زیر می‌باشد:

رسوب‌گذاری ـ چین‌خوردگی ـ نفوذ تودهٔ B ـ شکستگی A ـ فرسایش C ـ رسوب‌گذاری مجدد ـ نفوذ دایک D ـ رسوب‌گذاری ـ شکستگی F

۴۲- گزینهٔ ۴ ابتدا لایهٔ L رسوب کرده و سپس تودهٔ I نفوذ کرده است. در نهایت جدیدترین پدیده، گسل F_2 می‌باشد که بعد از رسوب‌گذاری لایهٔ D ایجاد شده است.

۴۳- گزینهٔ ۱ فقط مورد دوم نادرست است.

ترتیب سن نسبی به صورت زیر می‌باشد: (از جدید به قدیم)

(جدیدترین) A - B - D - E - F - G - X - H - I - J - K - L - Y

۴۴- گزینهٔ ۲ در شکل موجود در صورت سؤال ابتدا رسوب‌گذاری اولیه صورت می‌گیرد. به طوری که ابتدا ذرات درشت ته‌نشین شده و سپس روی آن‌ها ذرات دانه‌ریزتر رسوب می‌کنند. سپس با عقب‌نشینی دریا، پدیدهٔ خشکی‌زایی رخ می‌دهد و عوامل موجود در زیر سطح آب، در معرض عوامل فرسایش قرار می‌گیرند به طوری که تأثیر این فرسایش به صورت لایه‌ای با علائمی از فرسایش (دندانه‌دار بودن سطح بالایی لایه) مشخص است و سپس رسوب‌گذاری مجدد صورت می‌گیرد.