

فهرست

۷

فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین

۳۳

فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

۵۴

فصل سوم: منابع آب و خاک

۷۹

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

۹۵

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت

۱۰۹

فصل ششم: پویایی زمین

۱۳۰

فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران

۱۴۲

علم، زندگی، کارآفرینی

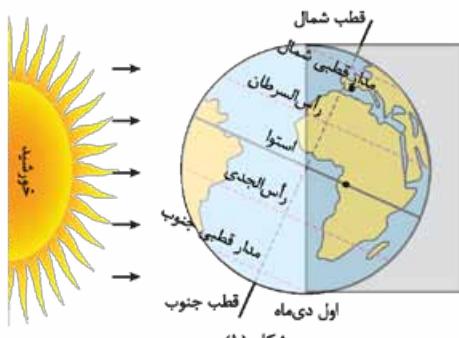
۱۴۹

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱۹۰

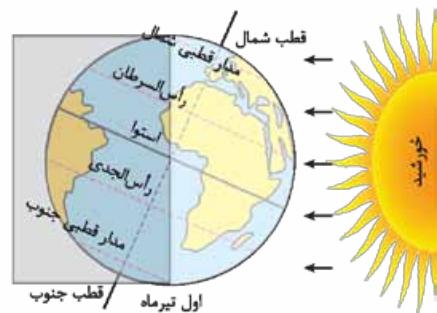
پاسخ‌نامهٔ کلیدی

فصل‌ها در نیمکره شمالي و جنوبي عکس يكديگرند، يعني وقتی در نیمکره شمالي اول تابستان است، در نیمکره جنوبي اول زمستان است و وقتی در نیمکره شمالي اول بهار باشد، در نیمکره جنوبي اول پايز است.



شکل (۱)

زاویه تابش خورشید در زمستان (نيمکره شمالي)



شکل (۲)

زاویه تابش خورشید در تابستان (نيمکره شمالي)

جهت تشکیل سایه در نیمکره شمالي و جنوبي: برای تعیین جهت سایه در نیمکره شمالي و جنوبي باید به این نکته توجه کنیم که خورشید در آن زمان به کدام مدار زمین عمود می‌تابد، در این صورت، در آن مدار به هنگام ظهر شرعی، سایه تشکیل نمی‌شود و در مدارهای بالاتر از آن، سایه رو به شمال و در مدارهای پایین‌تر، سایه رو به جنوب تشکیل می‌شود.

مثالاً در اول فروردین و اول مهر (نيمکره شمالي)، خورشید بر استوا عمود (90°) می‌تابد، پس هنگام ظهر شرعی اجسام در این مدار سایه ندارند و در این زمان در نیمکره شمالي (همه مدارها) سایه‌ها رو به شمال و در نیمکره جنوبي (همه مدارها) سایه‌ها رو به جنوب تشکیل می‌شود.

گفتیم در طول سال خورشید به مدارهای مختلف زمین با زاویه‌های مختلفی می‌تابد، بنابراین طول سایه اجسام در مدارهای مختلف یکسان نیست. به نکات زیر توجه کنید:

در اول تير ← خورشید به رأس السرطان عمود می‌تابد ← طول سایه اجسام قائم بر روی اين مدار (هنگام ظهر شرعی)
اگر جسم قائمی در مدار
بسیار کوتاه یا صفر است.

رأس السرطان باشد
در اول دی ← خورشید به رأس السرطان مایل می‌تابد ← طول سایه اجسام قائم بر روی اين مدار حداقل مقدار است.

اگر جسم قائمی در مدار
در اول تير ← خورشید به رأس الجدي مایل می‌تابد ← طول سایه اجسام قائم بر روی اين مدار حداقل مقدار است.

رأس الجدي باشد
در اول دی ← خورشید به رأس الجدي عمود می‌تابد ← طول سایه اجسام قائم بر روی اين مدار (هنگام ظهر شرعی)

بسیار کوتاه یا صفر است.

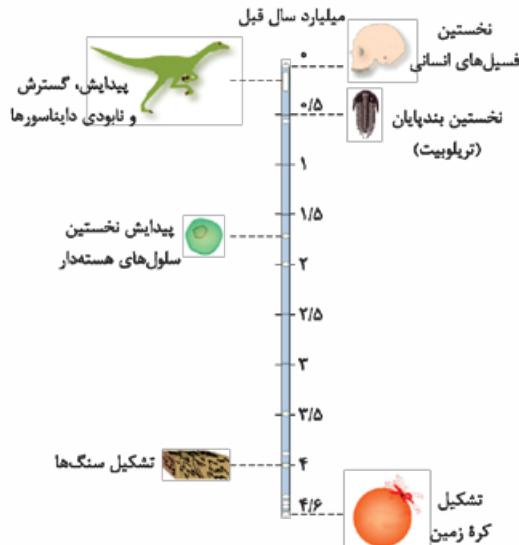
تکوين زمين و آغاز زندگی در آن

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

مراحل تکوين زمين (به طور خلاصه)

- 1 حدود ۶ ميليارد سال قبل، از تجمع نخستین ذرات کيهاني، شكل‌گيري منظومه شمسی آغاز شد.
- 2 در حدود $\frac{4}{6}$ ميليارد سال قبل، زمین به صورت کره‌اي مذاب به وجود آمد و در مدار خودش قرار گرفت.
- 3 در حدود ۴ ميليارد سال قبل با سردشدن کره مذاب اولين سنگ‌ها (سنگ‌های آذرین)، تشکيل شدند. (ایجاد سنگ‌کره)
- 4 در اثر فوران آتشفسان‌ها، گازهایي مانند اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و ... از درون زمین خارج شد و کم کم هواکره به وجود آمد. (ایجاد هواکره)
- 5 با سرددشدن زمین، آب به صورت مایع در آمد و کم کم اقيانوس‌ها تشکيل شدند. (ایجاد آب کره)
- 6 با تشکيل اقيانوس‌ها و تحت تأثير انرژي خورشید، انواع تک‌ياخته‌ای‌ها در دریاهای کم عمق ايجاد شدند. (ایجاد زیست کره)
- 7 پس يادتون بمونه، اولين موجودات زنده در آب‌ها به وجود آمدند.

- توجه**
- 8 چرخه آب سبب فرسایش سنگ‌ها، تشکيل رسوبات و سنگ‌های رسوبی شد.
 - 9 حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ايجاد فشار و گرمای زياد باعث تشکيل سنگ‌های دگرگونی شد.



سنگ کرده ← هواکرده ← آب کرده ← زیست کرده

به نکات زیر توجه کنید:

- ❶ ابتدا شرایط محیط زیست فراهم و سپس جانداران از ساده به پیچیده ایجاد شده‌اند.
- ❷ به علت تغییر شرایط آب‌وهوازی و محیط زیست در دوران‌های مختلف، جانداران گوناگون به وجود آمده و یا منقرض شده‌اند.
- ❸ مثلاً خزندگان در اوایل دوره کربنیفر، به وجود آمدند و طی ۷۰-۸۰ میلیون سال، جثه آن‌ها بزرگ‌تر و تعدادشان بیشتر شد.
- ❹ دایناسورها (از بزرگ‌ترین خزندگان) در اثر نامساعدشدن شرایط محیط زیست و ناتوانی در سازگاری با تغییرات محیطی، حدود ۶۵ میلیون سال قبل منقرض شده‌اند.
- ❺ به نمودار روبه‌رو و ترتیب پیدایش هر یک توجه کنید:

سن زمین

دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف:

❶ بررسی تاریخچه زمین

❷ کشف ذخایر و منابع موجود در زمین

❸ پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده و ...

❹ تعیین سن نسبی (تقدم و تأخر و همزمانی وقوع پدیده‌ها)

❺ روشهای تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های زمین

❻ تعیین سن مطلق (با استفاده از عناصر پرتوزا)

سن نسبی

❶ برای تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم، تأخر و همزمانی وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.

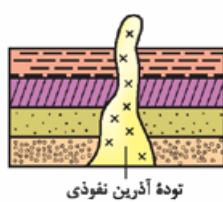
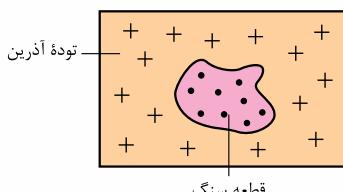
نکته سن نسبی، سن دقیق پدیده‌ها را مشخص نمی‌کند.

برای تعیین سن نسبی لایه‌ها به موارد زیر توجه کنید:

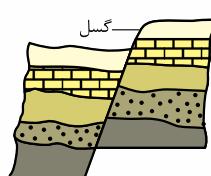
❷ لایه‌های رسوبی معمولاً به صورت افقی تهنشین می‌شوند. در صورتی که لایه‌های رسوبی بدون چین خوردگی و شکستگی باشند و توالی خود را حفظ کرده باشند، (وارونه نشده باشند)، لایه‌ای که بالاتر است، جوان‌تر (جدیدتر) خواهد بود. (این از قبل می‌دونستیں 😊)

❸ وقتی قطعه سنگی، در یک توده آذرین وجود داشته باشد، در این صورت

قطعه سنگی، قدیمی‌تر و توده آذرین، جوان‌تر است.



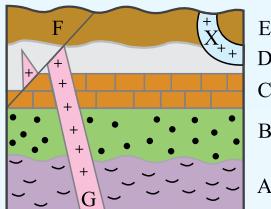
❹ وقتی یک توده آذرین لایه‌های سنگی را قطع می‌کند، توده آذرین جوان‌تر و لایه‌های رسوبی قدیمی‌ترند.



❺ وقتی بین لایه‌های رسوبی گسل باشد، گسل جوان‌تر از لایه رسوبی است.

تیست کدام عبارت، نشان‌دهنده سن نسبی است؟

- ۲) در کرتاسه، دمای هوا سردرتر از دوره‌های قبل بوده است.
 ۴) در کواترنری ضخامت آهک‌ها کمتر از دوره‌های قبل است.

پاسخ گزینه «۳» در این گزینه ترتیب تقدم و تأخیر ذکر شده که مفهوم سن نسبی است.

تیست کدام گزینه سه پدیده زمین‌شناسی متوالی را در شکل مقابل نشان می‌دهد؟

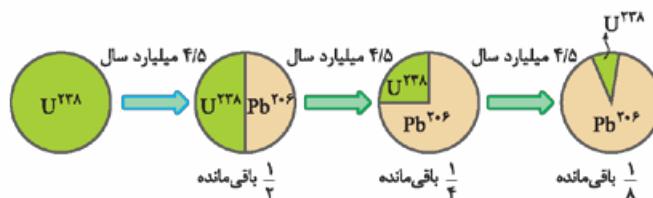
- ۱) رسوب‌گذاری - گسل - نفوذ توده آذرین
 ۲) رسوب‌گذاری - نفوذ توده آذرین - گسل
 ۳) گسل - رسوب‌گذاری - فرسایش
 ۴) نفوذ توده آذرین - رسوب‌گذاری - گسل

پاسخ گزینه «۲» ترتیب وقوع پدیده‌ها:

رسوب‌گذاری لایه A - فرسایش سطح A - رسوب‌گذاری لایه‌های B تا D - نفوذ توده آذرین (G) - گسل F - فرسایش - رسوب‌گذاری لایه E و نفوذ توده آذرین X

سن مطلق (پرتوسنجی)

برای تعیین سن مطلق یک پدیده، سن دقیق (واقعی) آن با استفاده از عنصر پرتوزا اندازه‌گیری می‌شود.


توجه

عنصر پرتوزا با سرعت ثابتی واپاشی می‌شوند و به عنصری پایدار تبدیل می‌شوند. مانند:

اورانیم ۲۳۸ سرب ۲۰۶ تجزیه
۴/۵ میلیارد سال

۱) مدت‌زمان لازم برای تبدیل نیمی از یک ماده پرتوزا به عنصر پایدار، نیم عمر آن عنصر نام دارد.

برای حل مسائل نیم عمر می‌توانید از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$\text{نیم عمر ماده پرتوزا} \times \text{تعداد نیم عمر طی شده} = \text{سن نمونه}$$

$$\text{مقدار واپاشی شده} - \text{مقدار اولیه} = \text{مقدار ماده پرتوزا باقی‌مانده}$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow \begin{array}{l} \text{زمان سپری شده} \\ \text{تعداد نیم عمر} \\ \text{مدت‌زمان نیم عمر} \end{array}$$

جدول نیم عمر برخی از مواد پرتوزا

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

توجه: تجزیه این دو عنصر پرتوزا بدون کاهش عدد جرمی است.

- توجه کنید؛ برای تعیین سن نمونه‌هایی که قدیمی‌ترند (مانند سنگ‌های اولیه زمین) از مواد پرتوزا با نیم‌عمر بیشتر (مانند اورانیم ۲۳۸) استفاده می‌شود، زیرا نیم‌عمر طولانی‌تری دارند و سرعت واپاشی آن‌ها بسیار آرام‌تر است.
- نیم‌عمر کربن ۱۴، ۵۷۲۰ سال است؛ از این ماده پرتوزا بیشتر برای تعیین عمر نمونه‌های کربن‌دار (مانند فسیل ماموت، جمجمه انسان‌های اولیه و ...) استفاده می‌شود.

مثال در یک نمونه نیم‌عمر یک عنصر پرتوزا، ۵۷۳۰ سال است و $\frac{1}{4}$ آن باقی مانده است. چه قدر از عمر این نمونه گذشته است؟

پاسخ

$$\text{تعداد نیم‌عمر} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{4} \Rightarrow 2$$

تعداد نیم‌عمر \times نیم‌عمر ماده پرتوزا = سن نمونه

$$5730 \times 2 = 11460$$

مثال اگر در نمونه سنگی، مقدار اورانیم ۲۳۵، $\frac{1}{16}$ مقدار اولیه آن باشد، چه مدت از عمر آن سنگ گذشته است؟ (نیم‌عمر اورانیم ۲۳۵ = ۷۱۳ = ۷۱۳ میلیون سال)

پاسخ راه حل اول:

$$\text{تعداد نیم‌عمر} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{16} \Rightarrow 4$$

نیم‌عمر \times تعداد نیم‌عمر گذشته = سن سنگ

$$4 \times 713 = 2852$$

راه حل دوم:

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{\frac{1}{4}} \Rightarrow n = \frac{t}{T} \Rightarrow t = 2852 \text{ میلیون سال}$$

↑
(عمر) زمان سپری شده \rightarrow $n = \frac{t}{T}$ \rightarrow تعداد نیم‌عمر \rightarrow مدت زمان نیم‌عمر

از ماده پرتوزای موجود در نمونه سنگی، $\frac{7}{8}$ آن واپاشی شده است. اگر نیم‌عمر این ماده ۱۰۰۰ سال باشد، سن سنگ چه قدر است؟

پاسخ

$$\frac{7}{8} - \frac{1}{8} = \frac{1}{8}$$

ماده پرتوزای باقی‌مانده

$$1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \Rightarrow 3$$

$$(سن سنگ) سال = 3000$$

زمان در زمین‌شناسی

واحد اصلی زمان، ثانیه است. ما در زندگی روزمره از واحدهای زمانی مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شباهنگ و ... استفاده می‌کنیم، ولی در زمین‌شناسی (به ترتیب از بزرگ به کوچک) از واحدهایی مانند: ائون (ابردوران) \leftarrow دوران \leftarrow دوره \leftarrow عهد استفاده می‌شود.

- ۱ پیدایش یا انراض گونه خاصی از جانداران
- ۲ عوامل مؤثر بر تقسیم‌بندی حوادث کوهزایی
- ۳ واحدهای زمانی در زمین‌شناسی پیشروی یا پسروی جهانی دریاها
- ۴ پیشروی یا پسروی جهانی دریاها
- ۵ عصرهای یخ‌بندان و ...

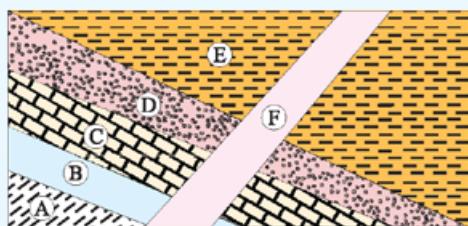
مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم زیستی آن‌ها

در یادگیری جدول زمان زمین‌شناسی که در صفحه بعد آمده به نکات زیر توجه کنید:

- ترتیب واحدهای زمانی زمین‌شناسی از بزرگ به کوچک شامل ائون‌ها، دوران‌ها و دوره‌ها است.
- دوره‌های هر دوران را به خاطر بسیارید، مثلاً دوران مژوزوئیک شامل دوره‌های تریاس، ژوراسیک و کرتاسه است.
- رویدادهای مهم زیستی هر دوره و دوران را یاد بگیرید، مثلاً نخستین ماهی‌ها در دوره اردوویسین و نخستین پرنده‌ها در دوره ژوراسیک ظاهر شدند.

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	اون
۶۶ تا عصر حاضر	انسان تنوع پستانداران	کواترنری نئون پالئوزن	سنوزوئیک	
۶۶ تا ۲۵۱	انقراض دایناسورها نخستین گیاهان گلدار نخستین پرنده نخستین پستاندار نخستین دایناسور	کرتاسه ژوراسیک تریاس	مزوزوئیک	
۲۵۱ تا ۵۴۱	انقراض گروهی نخستین خزنده نخستین دوزیست	پرمین کربنیفر دونین		فانروزوئیک
۵۴۱ تا ۴۰۰۰	نخستین گیاهان آوندار نخستین ماهی‌ها نخستین تریلوبیت ^۱	سیلورین اردوویسین کامبرین	پالئوزوئیک	
۴۰۰۰ تا ۴۶۰۰				پالئومیک آرکن
	هادئن			پالئومیک آرکن

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم آن



تسنیت با توجه به شکل مقابل، اگر به ترتیب در لایه‌های B و D فسیل مربوط به دوره دونین و پرمین یافت شود، انتظار می‌رود در لایه C کدام فسیل دیده شود؟

- ۱) تریلوبیت
- ۲) نخستین ماهی
- ۳) نخستین خزنده
- ۴) نخستین پرنده

با توجه به شکل مقابل، اگر به ترتیب در لایه C از لایه B جوان‌تر و از لایه D قدیمی‌تر است، با توجه به صورت سؤال در لایه‌های B و D فسیل مربوط به دوره‌های دونین و پرمین یافت شده است، پس انتظار می‌رود در لایه C فسیل دوره کربنیفر، یعنی نخستین خزنده دیده شود.

- ۱- تریلوبیت‌ها، جانوران ساده‌ای از شاخه بندپایان بودند (دارای پوشش سخت خارجی بندپایان) که در دریا زندگی می‌کردند و توانایی حرکت داشتند. (بیهوده‌ها منقرض شدن)
- ۲- پرکامبرین یک بزرگ ابردوران است که خودش شامل چند ابردوران می‌شود (البته در کتاب درسی توفیقی داده نشده و فقط در بهمول امسشوون اومند؛ پرکامبرین شامل ابردوران‌های هادئن، آرکن و پالئوزوئیک می‌باشد).

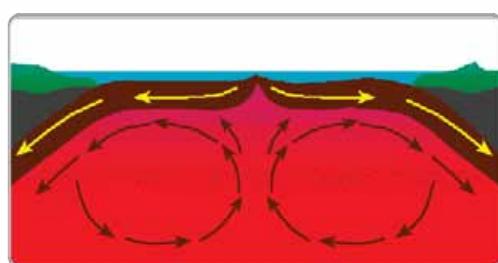
پیدایش اقیانوس‌ها

قبل هر توفیقی یادآوری زیر را بخوبی.

بادآوری

حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش در سطح کره زمین خشکی بزرگی به نام پانگه آ وجود داشت که اطراف آن را اقیانوس پاتالاسا فرا گرفته بود. با گذشت زمان پانگه آ خشکی‌های کوچک‌تری تقسیم شد.

عامل اصلی حرکت ورقه‌های سنگ کره، جریان‌های همرفتی سست‌کرده است. به علت اختلاف دما و چگالی بین قسمت‌های بالا و پایین سست‌کرده پدیده 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 ورقه‌های سنگ کرده: اگر سنگ کرده در زیر اقیانوس‌ها باشد، به آن ورقه اقیانوسی (مانند ورقه اقیانوس آرام) می‌گویند و اگر در محل قاره‌ها باشد، ورقه قاره‌ای نامیده می‌شود. بعضی از ورقه‌ها هم، دارای هر دو جنس قاره‌ای و اقیانوسی هستند (مانند ورقه هند).

تفاوت ورقه‌های قاره‌ای و اقیانوسی: سنگ کرده قاره‌ای نسبت به سنگ کرده اقیانوسی ضخامت بیشتر، چگالی کم‌تر و سن بیشتری دارد (سن ورقه‌های قاره‌ای حدود ۳/۸ میلیارد سال و سن ورقه‌های اقیانوسی حداقل ۲۰۰ میلیون سال است).

پیامد ناشی از حرکت	چگونگی حرکت	انواع حرکت ورقه‌ها
ایجاد زمین‌لرزه، تشکیل آتش‌فشان‌های متعدد، ایجاد رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی و تشکیل پوسته جدید اقیانوسی مانند: جداشدن ورقه‌های عربستان از آفریقا و ایجاد دریای سرخ	دو ورقه از هم دور می‌شوند. <ul style="list-style-type: none"> ▪ دورشدن دو ورقه قاره‌ای ▪ دورشدن دو ورقه اقیانوسی 	۱- حرکت واگرا (دورشونده)
ایجاد رشته‌کوه‌ها، کوه‌های آتش‌فشان، زلزله‌های شدید، ایجاد درازگوдалهای اقیانوسی و ایجاد جزایر قوسی. مانند: برخورد ورقه عربستان با آسیا و تشکیل رشته‌کوه زاگرس و برخورد ورقه هند با آسیا و تشکیل رشته‌کوه هیمالیا	دو ورقه به هم نزدیک می‌شوند و به هم برخورد می‌کنند. <ul style="list-style-type: none"> ▪ برخورد دو ورقه قاره‌ای ▪ برخورد دو ورقه اقیانوسی ▪ برخورد ورقه اقیانوسی و قاره‌ای 	۲- حرکت همگرا (نزدیک‌شونده)
ایجاد گسل و زمین‌لرزه	دو ورقه در کنار هم می‌لغزند.	۳- حرکت امتداد‌لغز

نوجوه با وجود پدیده دورشدن ورقه‌های سنگ کرده و گسترش بستر اقیانوس‌ها، ولی وسعت سطح زمین همواره مقدار ثابتی دارد و آن به دلیل نزدیک‌شدن و برخورد ورقه‌ها و انجام پدیده فروزانش در بخش‌های دیگر است.

آقایون آلفرد و لئو هری هس روکه می‌شناشینند؛ و گنر نظریه جابه‌جایی قاره‌ها را ارائه داد و هری هس، زمین‌شناس آمریکایی بود که فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها را مطرح کرد در ادامه با تزو ویلسون آشنا می‌شوید...

ویلسون با استفاده از نتایج تحقیقات گنر و هس، نظریه‌ای را در مورد مراحل تشکیل اقیانوس‌ها به صورت چرخه‌ای بیان کرد.

چرخه ویلسون، در مجموع شامل بازشدن و تشکیل یک حوضه اقیانوسی و بسته‌شدن آن در حاشیه قاره‌های مجاور است.

نوجوه



جريان همرفتی مواد مذاب سست کرده، باعث شکافتن بخشی از پوسته قاره‌ای می‌شود و مواد مذاب سست کرده به سطح زمین می‌رسند، مانند آتشفشن‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا.

۱ بازشدگی

مواد مذاب سست کرده از شکاف ایجاد شده به بستر اقیانوس می‌رسد و پشتله‌های (رشته‌کوه‌های) میان اقیانوسی ایجاد می‌شود، سپس پوسته جدید به طرفین حرکت می‌کند و سبب گسترش بستر اقیانوس می‌شود.

۲ گسترش

مانند: ۱) بستر اقیانوس اطلس ← بر اثر دورشدن آمریکای جنوبی از آفریقا

۲) تشکیل دریای سرخ ← بر اثر دورشدن عربستان از آفریقا

در این مرحله ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو می‌رود و درازگودال‌های اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ با ادامه فرورانش اقیانوس بسته می‌شود. مانند: بسته شدن اقیانوس تیس

۳ بسته شدن

توجه: در بعضی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام، بخشی از ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو می‌رود و در نتیجه درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی تشکیل می‌شود.

مراحل چرخه ویلسون

با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده می‌شوند و رشته‌کوه تشکیل می‌شود.

برخورد

مانند: ۱) رشته‌کوه هیمالیا ← بر اثر برخورد هندوستان به آسیا

۲) رشته‌کوه زاگرس ← بر اثر برخورد ورقه عربستان به ایران

نوجه عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها، جریان‌های همرفتی مواد مذاب موجود در گوشه‌های زمین است.

شكل	مثال	پدیده طبیعی	مرحله
	آتشفشن‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا	ایجاد شکاف‌هایی روی پوسته قاره‌ای	بازشدگی
	دریای سرخ و اقیانوس اطلس	تشکیل پشتله‌های میان اقیانوسی و گسترش بستر اقیانوس‌ها	گسترش
	بسته شدن اقیانوس تیس	ایجاد جزایر قوسی و درازگودال اقیانوسی	بسته شدن
	رشته‌کوه‌های هیمالیا و زاگرس	بسته شدن اقیانوس و برخورد قاره‌ها	برخورد

مراحل تشکیل اقیانوس جدید



جمع‌بندی عبارت‌های مهم فصل ۱

۱. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال **گسترش** است و کهکشان‌ها در حال دورشدن از **یکدیگر** هستند.
۲. هر کهکشان، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده است که تحت تأثیر **نیروی گرانش متقابل**، یکدیگر را نگه داشته‌اند.
۳. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظومه‌شمسی، در **لبه یکی از بازوی آن** قرار دارد.
۴. بطلمیوس، با مشاهده حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد.
۵. براساس نظریه زمین‌مرکزی سیارات در **مدارهای دایره‌ای** به دور زمین می‌گردند.
۶. نیکولاوس کوپرنیک با مطالعه حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشیدمرکزی را مطرح کرد.
۷. کوپرنیک بیان کرد: زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در **مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت** به دور خورشید می‌گردد.
۸. کوپرنیک بیان کرد: حرکت روزانه خورشید در آسمان، **ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود** است.
۹. قانون اول کپلر: هر سیاره در **مداری بیضوی**، چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همواره، در **یکی از دو کانون آن** قرار دارد.
۱۰. قانون دوم کپلر: هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی، **مساحت‌های مساوی** ایجاد می‌کند.
۱۱. قانون سوم کپلر: زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید، با **افزایش فاصله از خورشید افزایش** می‌یابد.
۱۲. شب و روز بر اثر **حرکت وضعی** (چرخش زمین به دور محورش) به وجود می‌آید.
۱۳. انحراف / ۵ درجه‌ای محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید، سبب ایجاد **اختلاف مدت زمان روز و شب** در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود.
۱۴. میانگین فاصله خورشید از زمین، حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که به آن، **یک واحد نجومی** می‌گویند.
۱۵. پیدایش فصل‌ها، حاصل **حرکت انتقالی زمین و انحراف / ۵ درجه‌ای محور زمین** است؛ به علت کروی بودن زمین، زاویه تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، در یک زمان، متفاوت است.
۱۶. با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت تأثیر انرژی خورشید، شرایط برای تشکیل زیست‌کره فراهم و زندگی انواع تک‌یاخته‌ها در دریاهای کم‌عمق آغاز شد.
۱۷. به وجود آمدن **چرخه آب**، باعث فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی گردید.
۱۸. با حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف، سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند.
۱۹. خزندگان در دوره **کربنیفر**، ظاهر و در طی ۸۰ - ۷۰ میلیون سال، در کره زمین گسترش یافتند. با نامساعدشدن شرایط محیط زیست و عدم توانایی دایناسورها برای سازگاری با **تغییرات محیطی**، این موجودات حدود ۶۵ میلیون سال پیش منقرض شدند.
۲۰. در تعیین سن نسبی، **ترتیب تقدم، تأخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها**، نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.
۲۱. برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از **کربن ۱۴** استفاده می‌شود.
۲۲. سنگ‌کره قاره‌ای، نسبت به سنگ‌کره اقیانوسی **ضخامت بیشتر و چگالی کمتری** دارد.
۲۳. سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و حدود **۳ / ۸ میلیارد سال** بوده، در حالی که سنگ‌های بستر اقیانوس‌ها حداقل **۲۰ میلیون سال** قدمت دارند.
۲۴. مرحله بازشدگی (مرحله اول چرخه ویلسون): تحت تأثیر **حریان‌های هم‌رفتی مواد مذاب سست‌کره**، بخشی از پوسته قاره‌ای شکافته می‌شود و مواد مذاب سست‌کره، صعود نموده و به سطح زمین می‌رسند. مثال: آتشفشن‌های کنیا و کلیمانجارو در شرق آفریقا
۲۵. مرحله گسترش (مرحله دوم چرخه ویلسون): در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب سست‌کره به بستر اقیانوس رسیده و پشت‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید به طرفین حرکت کرده و باعث **گسترش بستر اقیانوس** می‌شود. مثال: بستر اقیانوس اطلس و دریای سرخ

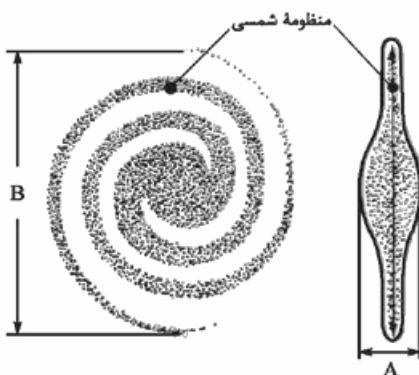
۲۶. مرحله بسته شدن (مرحله سوم چرخه ویلسون): **ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره‌ای** مجاور خود فرو رانده می‌شود (درازگودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش در نهایت اقیانوس بسته می‌شود. مثال: بسته شدن اقیانوس تیس تو же: در برخی از اقیانوس‌ها مانند **اقیانوس آرام** در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو رانده شده و منجر به تشکیل **درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی** می‌شود.

۲۷. مرحله برخورد (مرحله چهارم چرخه ویلسون): با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، **رسوبات فشرده شده** و رشته کوه‌ها به وجود می‌آیند. مثال: هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا) و زاگرس (برخورد عربستان به ایران)

پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل اول

آفرینش کیهان و کهکشان راه‌سیری

- ۱- با توجه به شناختی که از کهکشان راه شیری دارید، کدام عبارت صحیح می‌باشد؟
- از پهلو شبیه بازوهای ماربیج است.
 - خورشید در مرکز آن قرار داشته و توسط ابر مولکولی احاطه شده است.
 - منظومه شمسی در دو بازوی آن قرار گرفته است.
 - اجزای مختلف آن، تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل هستند.
- ۲- کدام دو حالت در یک منطقه، شرایط را برای تصویربرداری از کهکشان راه شیری تسهیل می‌کند؟
- ارتفاع زیاد محل - شب سرد و خشک
 - شب فاقد ابر - دمای هوا کم
 - عدم آبودگی نوری - شب بدون ابر
 - آلودگی هوا کم - رطوبت هوا زیاد
- ۳- اجرام مختلف تشکیل دهنده یک کهکشان تحت تأثیر کدام نیروها در کنار هم قرار می‌گیرند؟
- گرانش هسته
 - کتروستاتیک کولنی
 - حاصل از انفجار اولیه
 - همه گزینه‌ها، در رابطه با کیهان و کهکشان‌ها، به درستی بیان شده‌اند، به جز:
- کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگرند.
 - از اجتماع صدها میلیارد کهکشان با تعداد فراوانی ستاره، کیهان تشکیل شده است.
 - منظومه شمسی در لبه یکی از بازوهای ماربیجی شکل بزرگ‌ترین کهکشان شناخته شده، قرار دارد.
 - کهکشان راه شیری از تعداد زیادی جرم آسمانی و فضای بین ستاره‌ای با نیروهای گرانش متقابل، تشکیل شده است.
- ۴- همه گزینه‌ها مفهوم درستی را، از «ویژگی‌های کهکشان راه شیری» بیان می‌کنند، به جز:
- خورشید در یکی از بازوهای ماربیجی آن قرار گرفته است.
 - از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده است.
 - براساس اندازه‌گیری‌های نجومی، احتمال دورشدن آن، از سایر کهکشان‌ها وجود دارد.
 - گردوغبارهای بین ستاره‌ها و سیاره‌ها، تحت تأثیر نیروی گرانشی متقابل، استقرار یافته است.
- ۵- با توجه به طرح شماتیک کهکشان راه شیری، جایگاه سیاره مریخ در کدام بخش است؟
- (۱)
 - (۲)
 - (۳)
 - (۴)



۷- با توجه به شکل کهکشان راه شیری، نسبت $\frac{A}{B}$ برابر چند است؟

- (۱) ۰/۱
- (۲) ۰/۰۱
- (۳) ۰/۰۰۱
- (۴) ۰/۰۰۰۱

۸- کدام مورد ارتباطی با نظریه بطلمیوس ندارد؟

(۱) زهره و مریخ به دور زمین گردش می‌کنند.

(۳) مدار چرخشی زمین، بیضی نزدیک به دایره است.

- (۲) مدار حرکت خورشید، بین زهره و مریخ است.
 (۴) جهت حرکت مریخ، مخالف حرکت عقره‌های ساعت است.

(سراسری ۹۳)

۹- در نظریه زمین مرکزی، مدار گردش خورشید در میان کدام جرم‌های آسمانی قرار گرفته است؟

- (۴) ماه و زمین
 (۳) عطارد و ماه

- (۲) زهره و عطارد
 (۱) مریخ و زهره

۱۰- همه موارد زیر از نتایج مطالعات کوپرنیک می‌باشد، به جز:

(۱) گردش سیارات به دور خورشید

(۳) دایره‌ای بودن مدار گردش ماه

- (۲) چرخش زمین حول محور خود
 (۴) بیضی بودن مدار گردش زمین

۱۱- نظریه زمین مرکزی و خورشید مرکزی در کدام موارد با یکدیگر مشابه‌اند؟

(۱) شکل مدار و جهت حرکت سیارات

(۳) تعداد سیارات منظومه شمسی و فاصله آن‌ها از یکدیگر

- (۲) فاصله سیارات از خورشید و جهت حرکت سیارات
 (۴) قرارگیری اجرام آسمانی در منظومه شمسی و شکل مدار حرکت سیارات

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

«در مدل زمین مرکزی بطلمیوس با در نظر گرفتن ترتیب توالی مدارهای گردشی، مدار گردش به دور زمین بین مدار قرار دارد.»

(الف) ماه – زهره و خورشید

(ب) عطارد – مریخ و خورشید

(۱) (۱)
 (۲) (۲)
 (۳) (۳)
 (۴) (۴)

۱۳- نیکولاوس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی براساس کدام مورد، نظریه خورشید مرکزی خود را بیان کرد؟

(۱) با بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان

(۳) با مشاهده حرکت ظاهري ماه و خورشید

- (۲) با مشاهده حرکت روزانه خورشید در آسمان

۱۴- همه عبارت‌ها براساس نظریه بطلمیوس درست‌اند، به جز:

(۱) ماه، اولين و نزدیک‌ترین جرم آسمانی است که به دور زمین می‌چرخد.

(۲) مدار گردش زهره به دور زمین بین مدارهای عطارد و خورشید قرار دارد.

(۳) خورشید چهارمین جرم آسمانی است که به دور زمین در حال گردش است.

(۴) مشتری دورترین و آخرین سیاره‌ای است که به دور زمین در حال گردش است.

۱۵- یوهانس کپلر کدام مورد را در نظریه خورشید مرکزی نیکولاوس کوپرنیک اصلاح کرد؟

(۱) چگونگی فاصله سیاره‌ها با خورشید

(۳) ترتیب قرارگیری سیاره‌ها در مدار

- (۲) نتیجه چرخش زمین به دور خورشید

- (۴) چرخش سیاره‌هایی به جز زمین به دور خورشید

۱۶- کدام یک از موارد زیر، به طور مشترک در نظریه‌های نجومی بطلمیوس و کوپرنیک مطرح شده است؟

(۱) حرکت ظاهري و روزانه خورشید در آسمان

(۳) زمان گردش یک دور جرم آسمانی فرضی به دور سیاره مرکزی

۱۷- در کدام زمینه، به نظریه خورشید مرکزی کوپرنیک، ایراد وارد است؟

(۱) شکل مدار گردش سیارات

(۳) همراهی ماه و زمین در گردش انتقالی به دور خورشید

۱۸- کدام گزینه با نظریه «نیکولاوس کوپرنیک» مغایرت دارد؟

(۱) حرکت روزانه خورشید در آسمان ظاهري است.

(۳) سیارات در جهت عقره‌های ساعتمانی به دور خورشید می‌گردند.

۱۹- کدام عبارت را می‌توان در دو نظریه زمین مرکزی و خورشید مرکزی به کار برد؟

(۱) زهره همیشه بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد.

(۳) سیارات در مدارهایی بیضی شکل به دور مرکز منظومه می‌چرخد.

۲۰- براساس قوانین یوهانس کپلر می‌توان گفت:

(۱) مدار گردش اجرام آسمانی دایره‌ای شکل است.

(۲) زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصله آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود.

(۳) زمین، شکلی کروی دارد و در یک مدار بیضی شکل 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.

۲۱- کدام گزینه با عبارت زیر مطابقت دارد؟

«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.»

- (۱) سرعت گردش زمین به دور خورشید، ثابت نیست.
- (۲) سرعت چرخش زمین به دور خودش، ثابت است.
- (۳) سرعت چرخش زمین به دور خودش، ثابت نیست.
- (۴) زمین در یک مدار بیضی‌شکل به دور خورشید می‌چرخد.

۲۲- تفاوت اساسی نظریه یوهانس کپلر و نیکولاوس 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

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

- (۱) جهت گردش سیارات به دور خورشید، پادساعت‌گرد می‌باشد.
- (۲) زمان یک دور گردش سیاره، 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.

۲۴- کدام نتیجه را می‌توان از این گفته کپلر گرفت؟

«هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد، که خطی فرضی 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 حرکت سیاره‌ها در طی یک گردش کامل به دور خورشید، همیشه ثابت نیست.

- (۳) زمانی که نور خورشید به نیمکره شمالی عمود می‌تابد، در نیمکره جنوبی مایل می‌تابد.

- (۴) با افزایش فاصله هر سیاره تا خورشید، زمان یک دور گردشش هم افزایش پیدا می‌کند.

۲۵- کدام گزینه، در رابطه با مهمترین نظریه‌های مربوط به منظومه شمسی نادرست است؟

- (۱) کپلر، در قانون اول خود بیان کرد که خورشید همواره در یکی از دو کانون مدار بیضوی سیارات قرار دارد.

- (۲) کوپرنیک، بیان کرد که حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهروی و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است.

- (۳) اوسوید سجزی، با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر درست یافته‌های علمی ایرادهایی بر نظریه زمین‌مرکزی وارد کرد.

- (۴) بطلمیوس، با مشاهده حرکت ظاهری زمین و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد.

۲۶- کدام عبارت با توجه به «قانون دوم کپلر» درست است؟

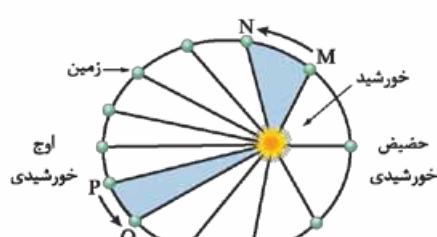
- (۱) در محدوده اسفند تا فروردین، زمین نسبت به محدوده مرداد تا شهریور، مسافت کمتری را طی می‌کند.

- (۲) در محدوده شهریور تا مهر، زمین نسبت به محدوده فروردین تا اردیبهشت، مسافت بیشتری را طی می‌کند.

- (۳) در محدوده اسفند تا فروردین، زمین نسبت به محدوده مرداد تا شهریور، مسافت بیشتری را طی می‌کند.

- (۴) در محدوده شهریور تا مهر، زمین نسبت به محدوده فروردین تا اردیبهشت، مسافت کمتری را طی می‌کند.

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

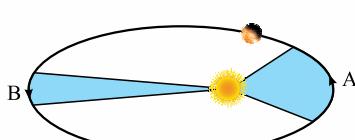


- (۱) شهریور - اسفند

- (۲) بهمن - مرداد

- (۳) دی - خرداد

- (۴) خرداد - دی



۲۸- کدام گزینه با توجه به شکل مقابل و براساس قوانین کپلر درست است؟

- (۱) هنگام گردش سیاره به دور خورشید، فاصله سیاره تا خورشید ثابت است.

- (۲) با توجه به قانون دوم، مساحت بخش A نمی‌تواند با بخش B برابر باشد.

- (۳) سیاره هنگام حرکت در بخش A سرعت بیشتری از بخش B خواهد داشت.

- (۴) زمان طی شده محدوده A با زمان طی شده محدوده B برابر است.

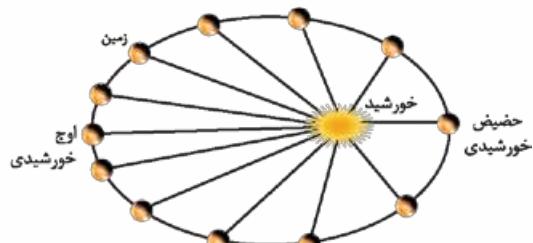
۲۹- با توجه به شکل قانون دوم کپلر، نسبت مساحت محدوده‌ای که زمین از اول اسفندماه تا آخر فروردین به دور خورشید طی می‌کند، چند برابر مساحت محدوده‌ای است که این سیاره از اول مرداد تا آخر آذرماه طی می‌کند؟

- (۱) ۰ / ۵

- (۲) ۰ / ۶

- (۳) ۰ / ۴

- (۴) ۰ / ۲۵



(سراسری ۹۶)

۴) تقریباً همه روزهای مرداد

۳) اول بهار و پاییز

۲) اول زمستان

۱) اول تابستان

(سراسری ۹۸)

۱) اگر یک واحد نجومی را برابر با 1×10^8 فرض کنیم، نور، فاصله متوسط زمین تا خورشید را در کدام زمان طی می‌کند؟

۵) $500''$

۳) $480''$

۲) $8'3''$

۱) $8'2''$

۳۲- ستاره‌شناسان به تازگی سیاره جدیدی یافته‌اند که حدود $2/93$ واحد ستاره‌شناسی با خورشید فاصله دارد. این سیاره حدود چند سال باید طی کند تا یک بار دور خورشید گردش کند؟

۷) ۴

۶) ۳

۵) ۲

۴) ۱

۳۳- اگر زمان چرخش سیاره‌ای به دور خورشید حدود ۸ سال به طول انجامد، فاصله آن سیاره تا خورشید حدود چند میلیون کیلومتر است؟

۶۴) ۴

۴) ۳

۲) ۶۰۰

۱) ۱۲۰۰

۳۴- فاصله سیاره‌ای تا زمین، دو برابر فاصله زمین تا خورشید است. مدت زمان گردش این سیاره به دور خورشید برابر چند سال زمینی است؟

۵) $\sqrt[3]{4}$

۳) $\sqrt[3]{2}$

۲) $\sqrt[3]{9}$

۱) $2\sqrt{2}$

۳۵- اگر فاصله سیاره‌ای تا خورشید 9 برابر فاصله زمین تا خورشید باشد، چند سال طول می‌کشد تا این سیاره، یک بار دور خورشید بچرخد؟

۸۱) ۴

۳) ۲۷

۲) ۳

۱) ۱

۳۶- شهابی تقریباً هر 8 سال، یک بار به دور خورشید می‌گردد. وقتی این شهاب، زمین و خورشید در یک راستا قرار می‌گیرند، شهاب و زمین، حدود چند واحد نجومی از یکدیگر فاصله دارند؟

۲۳) ۴

۳) ۵

۲) ۴

۱) ۳

۳۷- اگر مدار سیاره‌ای در فاصله 24×10^8 کیلومتری خورشید قرار داشته باشد. زمان گردش آن به دور خورشید، چند سال است؟

۱۲۵) ۴

۳) ۶۴

۲) ۳۲

۱) ۲۷

۳۸- فرض کنید با سفینه‌ای که با سرعت نور حرکت می‌کند از زمین به سمت سیاره‌ای می‌رویم. اگر پس از طی زمان $9/24$ دقیقه به این سیاره برسیم با فرض این که زمین و سیاره در یک سوی خورشید باشند، مدت زمان گردش این سیاره به دور خورشید تقریباً چند سال است؟

۱) $\sqrt{8}$

۳) $\sqrt{27}$

۲) $\sqrt{27}$

۱) 27

۳۹- سیاره‌ای در فاصله 718 میلیون کیلومتری زمین قرار دارد. نور خورشید حدود چند دقیقه نوری طول می‌کشد تا به این سیاره برسد؟

۳۶) ۴

۳) ۵۱

۲) ۴۸

۱) ۲۹

۴۰- با فرض این که 166 دقیقه طول بکشد تا نور ستاره‌ای به زمین برسد، فاصله این ستاره تا زمین برابر چند کیلومتر است؟

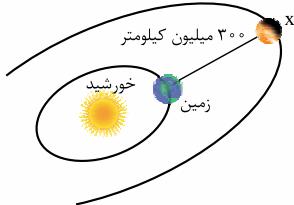
۸) 1×10^5

۳) 3×10^9

۲) 4×10^8

۱) $1/2 \times 10^6$

۴۱- با توجه به شکل و موقعیت سیارات، چند سال طول می‌کشد تا سیاره X یک چرخش انتقالی به دور خورشید داشته باشد؟



- $\sqrt{2}$ (۱)
 $3\sqrt{2}$ (۲)
 $5\sqrt{5}$ (۳)
 $2\sqrt{2}$ (۴)

۴۲- هرگاه یک ستاره، 900 میلیون کیلومتر از مشتری دورتر باشد، چه مدت زمانی طول می‌کشد تا نورش به مشتری برسد؟

۴۹) ۸

۳) $34/5$

۲) $25/7$

۱) ۵۲

۴۳- سیاره‌ای فرضی A و B به ترتیب هر 8 و 27 سال، یک بار به دور خورشید می‌گردند. وقتی این سیاره‌ها، زمین و خورشید در یک راستا قرار گیرند، آن گاه نسبت فاصله بین سیاره A و خورشید به فاصله سیاره B و زمین، برابر چند است؟

۰) ۲۵

۳) $0/5$

۲) ۴

۱) ۲

۴۴- فاصله سیاره‌ای فرضی از زمین برابر $144/44$ واحد نجومی است. زمان یک دور گردش این سیاره به دور خورشید تقریباً برابر چند سال زمینی است؟

۱) 1405

۳) 1382

۲) 1508

۱) 1257

۴۵- زمان یک دور گردش سیاره‌ای به دور خورشید برابر $5\sqrt{5}$ سال زمینی است. فاصله این سیاره از خورشید برابر چند دقیقه نوری است؟

۵) $58/1$

۳) $41/5$

۲) $33/2$

۱) $24/9$

۴۶- اگر فاصله مدار سیاره‌ای تا مدار گردش زمین $km 450 \times 10^6$ باشد، طول سال در این سیاره، چند ماه زمینی به طول می‌انجامد؟

۶) ۹۶

۳) 84

۲) 72

۱) ۵۸

۴۷- سیاره‌ای تقریباً هر 512 سال یک بار به دور خورشید می‌گردد. مدار این سیاره در چند کیلومتری خورشید قرار داشته و حدود چند واحد نجومی با زمین فاصله دارد؟

۱) $63 - 9/6 \times 10^9$

۳) $48 - 5/4 \times 10^9$

۲) $63 - 5/4 \times 10^9$

۱) $48 - 9/6 \times 10^9$



۴۸- ستاره Proxima Centauri بعد از خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما می‌باشد. فاصله این ستاره از خورشید برابر 270 هزار واحد نجومی است. حساب کنید فاصله این ستاره از زمین حدود چند سال نوری است؟ (فاصله زمین تا خورشید = 8 دقیقه نوری)

۸(۴)

۵(۳)

۱۰(۲)

۴(۱)

۴۹- دو سیاره X و Y به دور خورشید در حال گردش هستند. فاصله مدار گردش آن‌ها از یکدیگر یک واحد نجومی است. اگر مدار گردش سیاره X به خورشید نزدیک‌تر و زمان گردش سیاره Y برابر با $\sqrt{2}$ سال زمینی به طول انجامد، نام سیاره X چیست؟

۴(۴) مریخ

۳(۳) زمین

۲(۲) زهره

۱(۱) عطارد

۵۰- در جدول رویه‌رو فاصله چهار سیاره تا خورشید بر حسب دقیقه نوری آورده شده است. کدام سیاره از نظر زمانی سریع‌تر از بقیه به دور خورشید گردش می‌کند؟

B(۲)

A(۱)

D(۴)

C(۳)

حرکات زمین

۵۱- کدام مورد را می‌توان علت ایجاد فصل‌ها در نقاط مختلف کره زمین دانست؟

(۱) انحراف محور زمین به دور خورشید

(۲) حرکت وضعی زمین به دور خورشید

(۳) تفاوت عرض جغرافیایی با طول جغرافیایی

(۴) مساوی‌بودن مساحت طی شده در مدار انتقالی

۵۲- کدام گزینه، دلیلی برای عبارت زیر می‌باشد؟

«زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی در طول سال تفاوت دارد.»

(۱) گردش زمین بر روی مدار بیضوی به دور خورشید

(۲) یکسان‌بودن فاصله زمین نسبت به خورشید در طول سال

(۳) انحراف محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین

(سراسری فارج از کشور ۹۹)

(۴) کدام عبارت، با توجه به «حرکت ظاهري خورشید در آسمان» درست است؟

(۱) زمین به حول محور خود در قطبین، حرکت گردشی دارد.

(۲) همه اجرام منظمه شمسی، به دور سیاره زمین می‌چرخند.

(۳) محور زمین، نسبت به مدار بیضوی حرکت آن به دور خورشید، تمایل دارد.

(۴) خورشید، همواره در یکی از دو کانون مدار بیضوی حرکت انتقالی زمین، قرار دارد.

۵۳- چرا اختلاف طول مدت شبانه‌روز در مدار 60° در مقایسه با مدار 10° ، بیشتر است؟

(۱) چرخش زمین به دور محورش در جهت خلاف عقربه‌های ساعت

(۲) تمایل $23/5$ درجه‌ای محور زمین نسبت به سطح مدار گردش آن

(۳) برابر بودن طول مدت شبانه‌روز در تمام مدت سال در مدار صفر درجه

(۴) گردش زمین بر روی مدار بیضوی، به دور خورشید در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت

(سراسری فارج از کشور ۹۹)

۵۴- کدام گزینه، دلیل مناسبی برای عبارت زیر است؟

«خورشید در اول تیرماه بر مدار رأس السرطان، تابش قائم دارد.»

(۱) حرکت زمین و زاویه انحراف محور آن

(۳) یکسان‌بودن فاصله زمین نسبت به خورشید در طول سال

۵۵- بیشترین اختلاف مدت شبانه‌روز را در فاصله کدام‌یک از مدارها می‌توان مشاهده کرد؟

(۱) صفر درجه تا رأس‌الجدى

(۳) درجه جنوبی

(۲) $23/5$ تا $5/66$ درجه شمالی

(۴) صفر درجه تا رأس‌السرطان

۵۶- در عرض‌های جغرافیایی مدار صفر درجه تا رأس‌الجدى، اجسام قائم در چه زمانی از سال همیشه در ظهر محلی سایه خواهد داشت؟

(۱) اول فوردين

(۳) اول دي

(۲) اول مرداد

(۴) اول مهر

۵۷- جهت سایه یک تیر چراغ برق در صبح روز آخر خرداد در شهری واقع در عرض جغرافیایی 5 درجه شمالی در کدام جهت جغرافیایی خواهد بود؟

(المپياد علوم زمین ۹۹)

(۲) شمال شرق

(۱) شمال غرب

(۴) جنوب شرق

(۳) جنوب غرب

۵۸- روی مدار استوا میله‌ای را به صورت عمود بر زمین نصب کرده‌ایم. طول سایه این میله به هنگام ظهر شرعی چه روزهایی، تقریباً یکسان است؟

(۱) همه روزهای سال

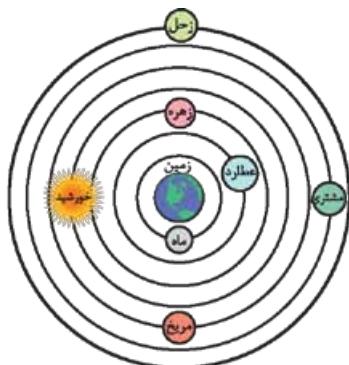
(۳) اول فوردين و اول تير

(۲) اول مهر و اول دى

(۴) اول تير و اول دى

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۹- **کوپنیک** با توجه به شکل و طرح نظریه زمین‌مرکزی، مدار گردش خورشید بین سیاره‌های زهره و مریخ قرار گرفته است.



۱۰- **کوپنیک** نظریه خورشیدمرکزی را به این صورت بیان کرد:
 ۱ زمین همراه با ماه و سایر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد.
 ۲ حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است. بیضی‌بودن مدار گردش سیارات برای اولین بار توسط یوهانس کپلر معروف شد.

۱۱- در هر دو نظریه **شکل مدار حرکت سیارات** دایره‌ای و **جهت حرکت سیارات** خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بیان شده است.

۱۲- موارد (ب) و (پ) به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی همه موارد:

- (الف) مدار گردش ماه بین زمین و عطارد قرار دارد.
- (ب) مدار گردش مریخ، بین مشتری و خورشید قرار دارد.
- (ج) مدار گردش زهره، بین عطارد و خورشید قرار دارد.
- (د) مدار گردش عطارد بین ماه و زهره قرار دارد.

۱۳- **نیکولاوس کوپنیک**، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعه حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشیدمرکزی را بیان کرد.

۱۴- با توجه به شکل نظریه زمین‌مرکزی، می‌توان گفت زحل آخرین و دورترین سیاره‌ای است که به دور زمین در گردش است.



۱۵- **یوهانس کپلر** برخلاف کوپنیک با بررسی یادداشت‌های ستاره‌شناسان دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی به دور خورشید حرکت می‌کنند و خورشید همواره در یکی از دو کانون آن قرار دارد. بنابراین فاصله سیارات با خورشید که در نظریه کوپنیک همواره ثابت بوده را نقض و اصلاح کرد.

۱- **کوپنیک** شناخته شده، یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های از بازوهای آن قرار دارد. این کهکشان از بالا شبیه بازوهای مارپیچ و از پهلو شبیه عدسی محدب است.

۲- **کوپنیک** اگر در شب‌های صاف و بدون ابر، در مکانی که آلدگی نوری ندارد، به آسمان نگاه کنیم، نواری مهمند و کم‌نور، شامل انبوهی از اجرام می‌بینیم. این نوار، کهکشان راه شیری نام دارد.

۳- **کوپنیک** در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. کهکشان‌ها، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌های (غلب گاز و گردوغبار) تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

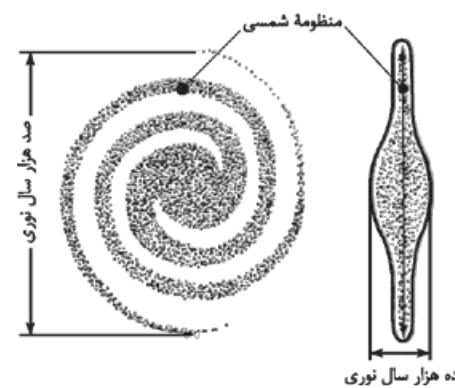
۴- **کوپنیک** کهکشان‌ها (مثل کهکشان راه شیری)، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

کهکشان راه شیری **یکی از بزرگ‌ترین** کهکشان‌های شناخته شده است. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد و منظمه شمسی ما، در لبه یکی از بازوهای آن قرار دارد.

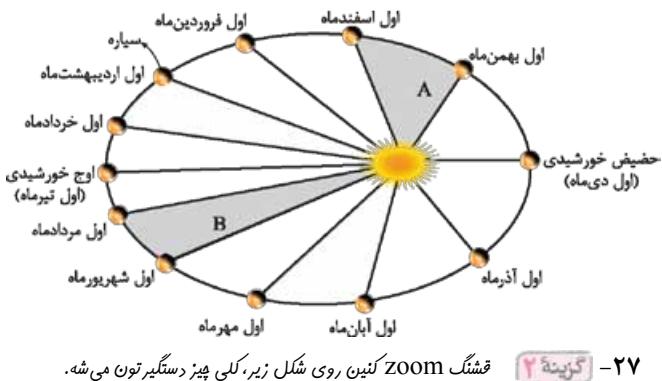
۵- **کوپنیک** در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. کهکشان‌ها، از تعداد زیادی ستاره، سیاره، فضای بین ستاره‌ای (غلب گاز و گردوغبار) تشکیل شده‌اند، که تحت تأثیر نیروهای گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگر هستند. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظمه شمسی ما، **در لبه یکی از بازوهای آن** قرار دارد.

۶- **کوپنیک** طبق شکل کتاب درسی، منظمه شمسی (خورشید و سیارات آن) در لبه یکی از بازوهای مارپیچی قرار دارد. مریخ هم در منظمه شمسی است، پس B جایگاه تمام سیارات منظمه شمسی و خورشید است.

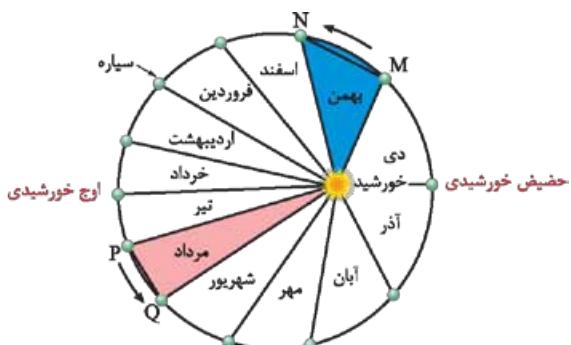
۷- **کوپنیک** با توجه به شکل کهکشان راه شیری نسبت ضخامت (A) ده هزار سال نوری به قطر (B) صد هزار سال نوری برابر $1/10$ است.



۸- **بلطمیوس**، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهده حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند. براساس این نظریه که نظریه «زمین‌مرکزی» نام‌گذاری شد، زمین، ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیاره شناخته شده آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.



-۲۷- **گزینه ۲** قشگ zoom کنید روی شکل زیر، کلی پیز دستگیرتون میشه.



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

کمترین فاصله زمین تا خورشید مربوط به **اول دی ماه** و معادل (147×10^6) km است. سرعت چرخش زمین به دور خورشید، **تندتر** است. بیشترین فاصله زمین تا خورشید مربوط به **اول تیر ماه** و معادل (152×10^6) km است. سرعت چرخش نیز به دور خورشید، **کندتر** است.

-۲۸- **گزینه ۳** طبق قانون دوم کپلر هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.

-۲۹- **گزینه ۴** براساس 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. اگر مساحت هر ماه ابرابر S فرض کنیم آن‌گاه از اول اسفندماه تا آخر فروردین مجموع مساحت‌ها برابر $2S$ و از اول مرداد تا آخر آذر مجموع مساحت‌ها برابر $5S$ است که نسبت اولی به دومی برابر $\frac{1}{4}$ می‌شود.

-۳۰- **گزینه ۵** به فاصله زمین تا خورشید یک واحد نجومی گفته می‌شود. این فاصله در اول زمستان به حدائق مقدار خود ($147,000,000$ کیلومتر) و در اول تابستان به حداکثر مقدار خود ($152,000,000$ کیلومتر) می‌رسد.

-۳۱- **گزینه ۶** فاصله زمین تا خورشید 150 میلیون کیلومتر و سرعت نور $300,000$ کیلومتر بر ثانیه می‌باشد، پس $\frac{1}{8}$ دقیقه طول می‌کشد تا نور به زمین برسد. این زمان معادل حدود 8 دقیقه و 20 ثانیه می‌باشد.

$$t = \frac{150 \times 10^6}{300,000} \Rightarrow t = 500 \text{ s} \quad t = 500 \div 60 = 8'20''$$

$$-32- \text{ سال } p^2 = d^3 \Rightarrow p = (2/93)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow p \approx 5$$

-۳۳- **گزینه ۷** با توجه به این که فاصله متوسط زمین از خورشید برابر 150 میلیون کیلومتر است که برابر با یک واحد ستاره‌شناسی (واحد نجومی) است، داریم:

$$p^2 = d^3 \Rightarrow d = p^{\frac{2}{3}} = 4 \Rightarrow \text{واحد نجومی} = 4$$

$$4 \times 150,000,000 = 600,000,000 \text{ km}$$

-۱۶- **گزینه ۸** براساس نظریه بطلمیوس، زمین ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیاره شناخته شده آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌گردند. براساس نظریه کپرنيک، زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد.

-۱۷- **گزینه ۹** نیکولاوس کپرنيک، ستاره‌شناس لهستانی بیان کرد: زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای به دور خورشید می‌گردد. پس از آن که کپرنيک، نظریه خورشیدمرکزی را مطرح کرد، یوهانس کپلر، به بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان پرداخت و دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی، به دور خورشید در حرکت می‌باشند.

-۱۸- **گزینه ۱۰** نیکولاوس کپرنيک، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعه حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشیدمرکزی را بیان کرد:

زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.

-۱۹- **گزینه ۱۱** حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است.

-۲۰- **گزینه ۱۲** مدار گردش سیارات در نظریه‌های زمین مرکزی و خورشید مرکزی دایره‌ای شکل است.

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

-۲۱- **گزینه ۱۳** چون در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی ایجاد می‌شود و مدار زمین به دور خورشید هم بیضی شکل است، بنابراین زمین برای ایجاد مساحت‌های مساوی، باید در زمان‌هایی که به خورشید نزدیک‌تر است، با سرعت بیشتری کمان مدار خود را طی کند و در زمان‌هایی که از خورشید دور است باید کمان مداری خود را آهسته‌تر طی کند، بنابراین سرعت گردش زمین به دور خورشید ثابت نیست.

-۲۲- **گزینه ۱۴** نیکولاوس کپرنيک مدار حرکت سیارات به دور خورشید را دایره‌ای در نظر گرفت، اما یوهانس کپلر مدار حرکت سیارات به دور خورشید را بیضی شکل مطرح کرد، بنابراین اختلاف نظر آن‌ها مربوط به شکل هندسی مدار گردش سیارات به دور خورشید است.

-۲۳- **گزینه ۱۵** با توجه به نظریه 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.

-۲۴- **گزینه ۱۶** مساحت‌های مساوی همیشه نشان‌دهنده اضلاع مساوی دو شکل نیست، بنابراین اگر در زمان مساوی، مسافت‌هایی که یک سیاره در روی مدار خود طی می‌کند تعییر کند به معنای این است که سیاره، سرعتش ثابت نیست و تعییر می‌کند.

-۲۵- **گزینه ۱۷** بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهده حرکت ظاهري ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند.

-۲۶- **گزینه ۱۸** با توجه به شکل صفحه ۱۲ کتاب درسی و همچنین قانون دوم کپلر، سیاره زمین در محدوده اسفند تا فروردین نسبت به مرداد تا شهریور، مسافت بیشتری طی می‌کند.

-۴۲ با توجه به این که:

واحد نجومی $1 \equiv$ دقیقه نوری $\frac{1}{3} \equiv$ متوسط فاصله زمین تا خورشید

(۱۵۰) میلیون کیلومتر

$$\frac{\text{دقیقه نوری}}{6} = \frac{150}{900} = \frac{1/3}{x} \Rightarrow x = \frac{49}{8}$$

براساس رابطه کپلر داریم:

-۴۳

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p = (d)^{\frac{1}{3}}$$

$$(A) p^3 = d^3 \Rightarrow ((2)^3)^{\frac{1}{3}} = d^{\frac{1}{3}} \Rightarrow d = 4$$

$$(B) p^3 = d^3 \Rightarrow ((3)^3)^{\frac{1}{3}} = d^{\frac{1}{3}} \Rightarrow d = 9$$

$$\frac{\text{فاصله سیاره A و خورشید}}{9-1} = \frac{4}{9} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\text{فاصله سیاره B و زمین}}{9-1} = \frac{5}{9} = \frac{1}{2}$$

برای استفاده از رابطه کپلر بایستی فاصله ستاره را از خورشید

-۴۴

به دست آوریم:

$$\text{واحد نجومی} = \text{فاصله زمین تا خورشید}$$

$$\text{واحد نجومی} = 125 / 44 + 1 = 124 / 44 + 1 = 125 / 44$$

سال زمینی $p^3 = d^3 \Rightarrow p = (125 / 44)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow p = 1405$

با توجه به رابطه قانون سوم کپلر، فاصله را به دست می آوریم:

$$\begin{cases} p^3 = d^3 \\ p = 5\sqrt[3]{5} \\ \text{دقیقه نوری} = 8 / 3 = 1 \text{ واحد نجومی} = \text{فاصله زمین تا خورشید} \end{cases}$$

$$\text{واحد نجومی} = (5\sqrt[3]{5})^{\frac{1}{3}} = d = 5$$

تبديل واحد نجومی به دقیقه نوری

$$\Rightarrow d = 5 \times 8 / 3 = 41 / 5$$

$$\begin{cases} \text{فاصله زمین تا خورشید} = 150 \times 10^6 \text{ km} \\ \text{فاصله سیاره خورشید} = (450 \times 10^6 \text{ km}) + (150 \times 10^6 \text{ km}) \\ = 6 \times 10^6 \text{ km} \end{cases}$$

$$\text{فاصله سیاره تا خورشید} = 6 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\text{واحد نجومی} = \frac{6 \times 10^6 \text{ km}}{150 \times 10^6 \text{ km}}$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p^3 = (4)^3 \Rightarrow p = 8 \text{ سال} = 8 \times 12 = 96 \text{ ماه}$$

با توجه به قانون سوم کپلر داریم:

$$p^3 = d^3 \Rightarrow d^3 = (8)^3$$

$$\Rightarrow d = 64 \times 10^6 \times 10^6 = 9 / 6 \times 10^9 \text{ km}$$

$$\text{واحد نجومی} = 64 - 1 = 63 = \text{فاصله سیاره از زمین}$$

$$\text{فاصله proxima تا خورشید} = 270,000 \times 8$$

$$= 2,160,000 \text{ دقیقه نوری}$$

$$\text{ساعت نوری} = \frac{216,000}{60 \text{ min}} = 3,600 \text{ ساعت}$$

$$\text{سال نوری} = \frac{3,600}{24 \text{ h}} = 150 \text{ روز}$$

$$\text{زمان چرخش سیاره Y} = \frac{3600}{24000} = \frac{1}{6} \text{ روز}$$

$$\text{فاصله مدار چرخش آن را از خورشید به دست می آوریم:}$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p^3 = (2\sqrt{2})^3 \Rightarrow d = 2$$

-۴۵

با توجه به این که فاصله سیاره تا زمین برابر ۲ واحد نجومی هست، پس فاصله سیاره مورد نظر تا خورشید برابر ۳ واحد نجومی خواهد بود.

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p^3 = 3^3 \Rightarrow p = 3\sqrt{3}$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p^3 = (9)^3 \Rightarrow p = 27 \text{ سال}$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p = 3\sqrt{3} \text{ سال زمینی}$$

$$p = \text{زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید (برحسب سال زمینی)}$$

$$= d \text{ فاصله از خورشید (واحد نجومی)}$$

$$\Rightarrow 8^3 = d^3 \Rightarrow ((2)^3)^3 = d^3$$

$$\Rightarrow d = 4 \text{ فاصله شهاب از خورشید (واحد نجومی)}$$

$$\text{شهاب ۴ واحد نجومی با خورشید فاصله دارد و وقتی خورشید و زمین و شهاب}$$

$$\text{با هم در یک راستا قرار می گیرند در واقع شهاب سه واحد نجومی از زمین}$$

$$\text{فاصله دارد.}$$

$$\text{فاصله شهاب از زمین:}$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p = 64 \text{ سال}$$

$$-۴۶$$

$$\begin{array}{c|c} 150,000,000 \text{ km} & \text{واحد نجومی} \\ \hline 24 \times 10^6 \text{ km} & x \end{array}$$

$$x = \frac{24 \times 10^6}{150,000,000} = \frac{2400}{150} = 16 \Rightarrow x = 16 \Rightarrow d = 16$$

$$p^3 = d^3 \Rightarrow p^3 = (16)^3 \Rightarrow p = 64$$

$$-۴۷$$

$$x = v \times t = 3 \times 10^8 \text{ (m/s)} \times 24 / 9 \times 6 \text{ (s)}$$

$$= 4482 \times 10^8 \text{ m} = 4482 \times 10^5 \text{ km}$$

$$d = (4482 \times 10^5) + (1500 \times 10^5)$$

$$= 5982 \times 10^5 \text{ km}$$

$$d = \frac{5982 \times 10^5}{1500 \times 10^5} \approx 4 \text{ واحد نجومی}$$

$$P^3 = d^3 \Rightarrow P^3 = (4)^3 \Rightarrow P = 8 \text{ سال}$$

$$-۴۸$$

$$150 \times 10^6 \text{ km} = \text{واحد نجومی} = 1 \text{ واحد نجومی}$$

$$= \text{فاصله سیاره تا خورشید}$$

$$+ (150 \times 10^6 \text{ km}) = 868 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\frac{150 \times 10^6 \text{ km}}{868 \times 10^6 \text{ km}} = \frac{1 / 3}{x} \Rightarrow x = 48$$

$$-۴۹$$

$$\text{با توجه به این که فاصله زمین تا خورشید (}$$

$$\text{میلیون کیلومتر) معادل } \frac{1}{3} \text{ دقیقه نوری است، داریم:}$$

$$\text{میلیون کیلومتر دقیقه}$$

$$\frac{8 / 3}{166} = \frac{150}{x} \Rightarrow x = 3000 \text{ میلیون کیلومتر} = 3 \times 10^9 \text{ کیلومتر}$$

$$-۵۰$$

$$\text{فاصله زمین تا خورشید + فاصله X تا خورشید}$$

$$= 300 + 150 = 450 \text{ km}$$

$$d = 450 \div 150 = 3 \text{ واحد نجومی}$$

$$p^3 = d^3 = (3)^3 = 27 \Rightarrow p = \sqrt[3]{27} = 3\sqrt{3} \text{ سال}$$