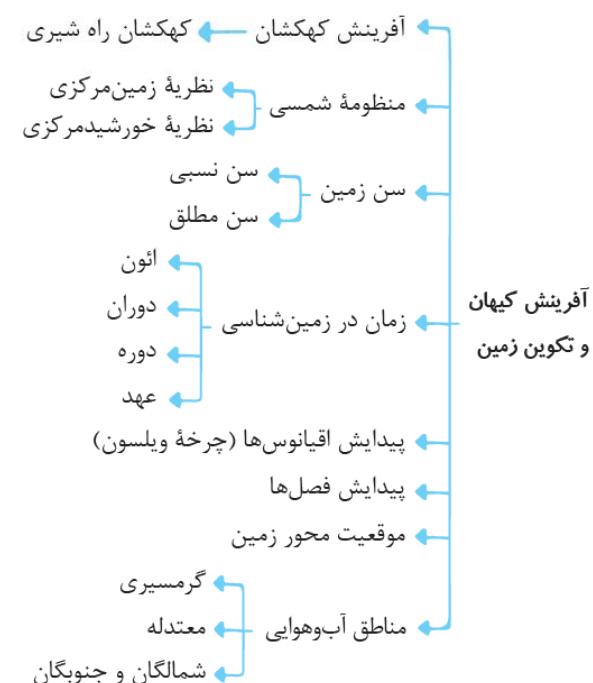
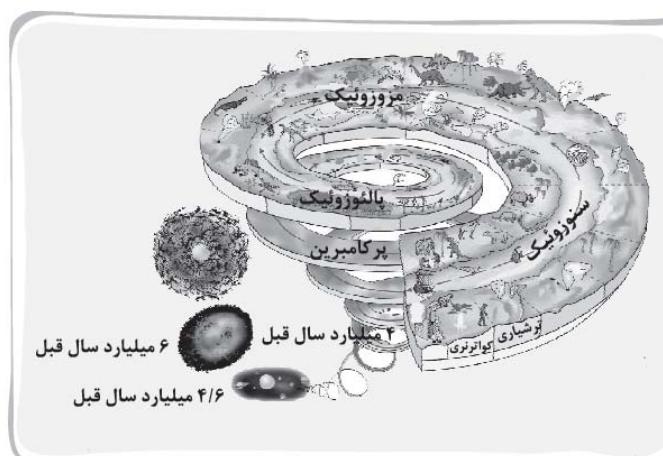


فرسايش پوست پيازی نيمخ خاک مورفو^ا
 بخوان اكتشاف رئوفيزيکي بيلان آب
 نفوذپذيری ريشتر آبد هي
 قصول آب زيرزميني رگه معدنی
 وازدگی پيريت منطقه
 سايش پوست پياز

پنهن زمين شناسی
 ده های رسوبی ريشتر زمين لرزه
 کاني فراودی زمين گرمابي گسل معک
 بول حفاظت خاک شکستگی پوا
 امواج سطحي آبد
 كلارک چين خوردگی آبد
 معدنی ايران دامنه پوشش
 کوین زمين هوازدگی
 زاد گدازه پنهن زمين شناسی



نقشه مفهومي فصل ۱



مقدمه

وقتی که در شب به آسمان صاف و درخشان نگاه می‌کنیم، ستاره‌های زیبا با درخشش خود نظر ما را جلب می‌کنند. آیا می‌دانستید که نور این ستاره‌ها مربوط به میلیون‌ها سال پیش بوده و اکنون به ما رسیده است و این ستاره‌ها احتمالاً اکنون وجود ندارند!! این فصل از کتاب به چگونگی آفرينش كيهان و پيدايش زمين اختصاص دارد و با مطالب علمي و جذاب مطرح شده در اين زمينه، به بسياری از پرسش‌های شما پاسخ داده خواهد شد.



ستاره ها و سیاره هایی که در آسمان شب می توان دید (همون ستاره های در خشان!) تنها تعداد کمی از میلیارد ها جرم آسمانی در کهکشان راه شیری^۱ هستند.

جالبه بدونید

سیاره زمین در منظومه شمسی که خود جزوی از کهکشان راه شیری به شمار می رود، قرار دارد. پژوهش ها و اندازه گیری های نجومی نشان می دهند که کهکشان ها در حال دور شدن از یکدیگر (انبساط) هستند و این امر باعث می شود که کیهان در حال گسترش باشد.

نکته سرعت گسترش و انبساط جهان را می توان با مقدار جایه جایی خطوط طیف در دستگاه طیف نگار به دست آورد. این سرعت معادل ۵۰ کیلومتر بر ثانیه برای جهان تخمین زده شده است.

آفرینش کیهان: دانشمندان بر این باورند که خداوند، جهان هستی را براساس اصول و قوانین آفریده است. آن ها با مطالعه و شناخت نظام حاکم بر آفرینش کیهان، به دنبال کشف رازهای خلقت هستند.

کهکشان راه شیری

قبل از بررسی کهکشان راه شیری به موارد زیر توجه کنید:

کهکشان

توده ای از گاز، غبار و میلیارد ها جرم آسمانی مانند منظومه ها، ستاره ها، سیاره ها و فضای بین ستاره ای و ... هستند.

• زمان تشکیل کهکشان ها: با انفجار بزرگ مهبانگ^۲ آغاز شده است.

منظمه

در هر کهکشان، گروه های مختلفی از اجرام آسمانی، تحت تأثیر نیروهای گرانشی متقابل در کنار هم جمع شده اند و منظومه ها را می سازند.

جالبه بدونید

در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد.

بررسی کهکشان راه شیری

یکی از بزرگ ترین کهکشان های شناخته شده، کهکشان راه شیری است که در شب های صاف و بدون ابر در مکانی که آلو دگی نوری وجود ندارد، به صورت نواری مه مانند و کم نور شامل انبوی از اجرام آسمانی دیده می شود.



کهکشان راه شیری در آسمان شب
رصدگاه کویر خارا - اصفهان

عکس مقابل، کهکشان راه شیری در آسمان شب، از رصدگاه کویر خارا در اصفهان تهیه شده است.

برای تهیه تصاویر از کهکشان راه شیری:

در شب های صاف و بدون ابر با استفاده از دوربین عکاسی که دیافراگم آن باز می باشد و به دور از آلو دگی نوری (نور ماه و نور شهرها) می توان تصاویری از کهکشان راه شیری تهیه کرد.



کهکشان راه شیری و موقعیت منظومه شمسی در آن

- **شکل کهکشان راه شیری**: مارپیچی شکل است که منظومه شمسی در لبه یکی از بازوهای آن تشکیل شده است.

همه ستاره هایی که شب در آسمان مشاهده می کنیم، در کهکشان راه شیری قرار دارند. کهکشان راه شیری دارای بازوهای مارپیچی است.

قطر آن حدود ۱۲۰/۰۰۰ سال نوری است که مانند چرخی بزرگ به دور خودش می چرخد. خورشید و ستارگان، حول مرکز کهکشان در حرکت هستند (به شکل مقابل دقت کنید). به فاصله ای که نور در طول یک سال خلاطی می کند، یک سال نوری می گویند. (تقرباً معادل $10^{12} \times 5$ km است).

علت نامگذاری کهکشان راه شیری

وجود نواری مهمند و کم نور شامل انبوی از ستارگان و اجرام آسمانی در شب های تاریک و به دور از هرگونه آلودگی نوری است.

منظومه شمسی

منظومه شمسی: شامل خورشید، هشت سیاره، سیارکها، قمرها، دنباله دارها و ... است که به دور مرکز کهکشان راه شیری در حرکت هستند. درباره منشأ و نحوه پیدایش آن نظرات متعددی مطرح شده است.

با توجه به این که حرکت ظاهري خورشید از سمت شرق به غرب است، پرسشی مهم مطرح می شود!

پرسش آیا زمین، مرکز جهان است و سایر اجرام به دور آن می گردند؟

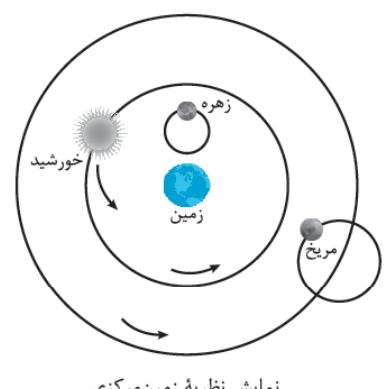
از هزاران سال پیش بشر برای پاسخ به این پرسش، در جستجو بوده است.

در این زمینه دو نظریه مطرح شده: نظریه زمین مرکزی نظریه خورشید مرکزی

اولین بار بطلمیوس دانشمند یونانی بیش از ۲۰۰۰ سال پیش، با مشاهده حرکت ظاهري ماه و خورشید در آسمان، به این نتیجه رسید که زمین در مرکز جهان قرار دارد و سایر اجرام آسمانی به دور آن می گردند.

نظریه اول (نظریه زمین مرکزی)

زمین ثابت است و ماه و خورشید و ۵ سیاره شناخته شده آن روزگار عطارد یعنی (تیر)، زهره (ناهید)، مریخ (بهرام)، مشتری (برجیس) و زحل (کیوان) در مدارهای دایره ای به دور زمین می گردند.



نمایش نظریه زمین مرکزی



بطلمیوس

ایرادهای وارد شده بر نظریه زمین مرکزی

با اندازه گیری های دقیق و تفسیر درست یافته های علمی توسط برخی از دانشمندان ایرانی از جمله: ابوسعید سجزی خواجه نصیر الدین طوسی ابوریحان بیرونی، ایرادهایی بر نظریه زمین مرکزی وارد کردند.

همچنان این نظریه در اروپا نیز مخالفانی داشت، ولی با این حال تا حدود قرن ۱۶ میلادی مطرح بود.

۴ نظرية دوم (نظرية خورشید مرکزی)



نمایش نظریه خورشید مرکزی کوپرینیک

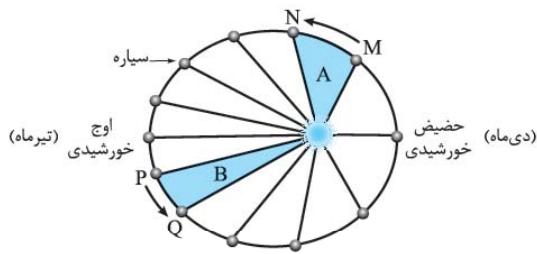
نيکولاوس کوپرنيك، ستاره‌شناس لهستانی در سال ۱۵۴۳ که رياضيات را به خوبی می‌دانست، با مطالعه دقیق حرکت سيارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشید مرکزی را بیان کرد.

نظریه خورشید مرکزی به شرح زیر است:

- ۱ زمین همراه با ماه، مانند ديگر سياره‌ها در مدار دايره‌اي به دور خورشید می‌گردد.
- ۲ حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتيجه چرخش زمین به دور محور خود است. پس از کوپرینیک، یوهانس کپلر، رياضی‌دان آلمانی در سال ۱۶۰۵، با بررسی‌های دقیق‌تر، قوانین خود را مطرح کرد. وی با مطالعات بیشتر بر روی مدار چرخش زمین پی‌برد که مدار چرخش، بيضی نزدیک به دایره است. کپلر موفق شد سه قانون را برای حرکت سيارات کشف کند.

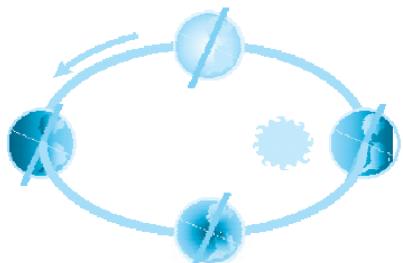
قانون دوم

هر سياره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی اتصال دهنده سياره به خورشید، در مدت زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ايجاد می‌کند.



نمایش قانون دوم کپلر

هر سياره در مدار بيضي‌شکل، چنان به دور خورشید حرکت می‌کند که خورشید همواره در يكی از دو کانون بيضی قرار دارد.



نمایش قانون اول کپلر

قانون سوم

$$p^3 = d^2$$

زمان گرددش يك دور سياره به دور خورشيد (p) با افزایش فاصله از خورشيد (d) زیاد می‌شود.

در اين رابطه، زمان بر حسب سال زمینی و فاصله بر حسب واحد نجومی (واحد ستاره‌شناسي) محاسبه می‌شود.

نکته هر چه فاصله سياره از خورشيد بيشتر باشد، مدت زمان گرددش كامل آن به دور خورشيد، طولانی‌تر می‌شود.

پادآوري فاصله متوسط زمین تا خورشید معادل 150×10^9 کيلومتر است که در اصطلاح ستاره‌شناسي به آن « واحد نجومی » گفته می‌شود. فاصله‌ای که نور در طول يك سال طی می‌کند را سال نوری می‌گويند. با اين واحد، فاصله خورشيد تا زمین $\frac{3}{8}$ دقيقه نوری است. (یا مدت زمانی که نور خورشيد به زمین می‌رسد حدود $\frac{3}{8}$ دقيقه نوری است).

سؤال‌های امتحانی

درست نادرست

-
-
-
-
-
-

درستی یا نادرستی جملات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

۱- دانشمندان پیدايش جهان را با نظرية خورشید مرکزی توضیح می‌دهند.

۲- منظومه شمسی در مرکز يكی از بازوهای کهکشان راه شیری تشکیل شده است.

۳- در نظریه زمین مرکزی، مدار گرددش خورشید در میان مدارهای زهره و مریخ قرار گرفته بود.

۴- اولین بار کوپرینیک، برای گرددش سیاره‌ها به دور خورشید مدارهای بيضی شکل پیشنهاد داد.

۵- فاصله خورشید تا زمین، معادل 8 دقیقه نوری است.

۶- با افزایش فاصله سیاره از خورشید، زمان گرددش آن به دور خورشید کاهش می‌یابد.



جاهاي خالي را با کلمات مناسب كامل کنيد.

۷- يكى از بزرگ ترین کهکشان هاي شناخته شده، کهکشان است.

۸- شكل کهکشان راه شيرى است.

۹- منظومه شمسی در کهکشان راه شيرى در لبه يكى از آن قرار دارد.

۱۰- در قانون سوم کپلر، زمان گردش يك دور سياره به دور خورشيد، با افزایش فاصله از خورشيد می شود.

۱۱- حرکت ظاهري خورشيد از سمت به است.

۱۲- در نظریه زمین مرکзи، ماه، خورشید و ۵ سیاره شناخته شده در مدارهایی به دور زمین می گردند.

۱۳- در نظریه خورشید مرکزی، حرکت روزانه خورشید در آسمان، و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است.

۱۴- در نظریه زمین مرکزی، مدار گردش زهره به دور زمین، بين مدار گردش زمین و است.

به سوالات زير پاسخ كوتاه دهيد.

۱۵- اجزاي تشکيل دهنده کيهان را نام بيريد.

۱۶- عامل گسترش کيهان چيست؟

۱۷- کهکشان ها در چه زمانی تشکيل شده اند؟

۱۸- کهکشان راتعريف کنيد.

۱۹- منظومه چگونه تشکيل می شود؟

۲۰- جهت حرکت ظاهري خورشيد را بنويسيد.

۲۱- چه زمانی برای عکاسی های نجومی مناسب تر است؟

۲۲- منظومه شمسی شامل چه اجزائی است؟

۲۳- نظریه زمین مرکزی راتعريف کنيد.

۲۴- قانون دوم کپلر را بنويسيد.

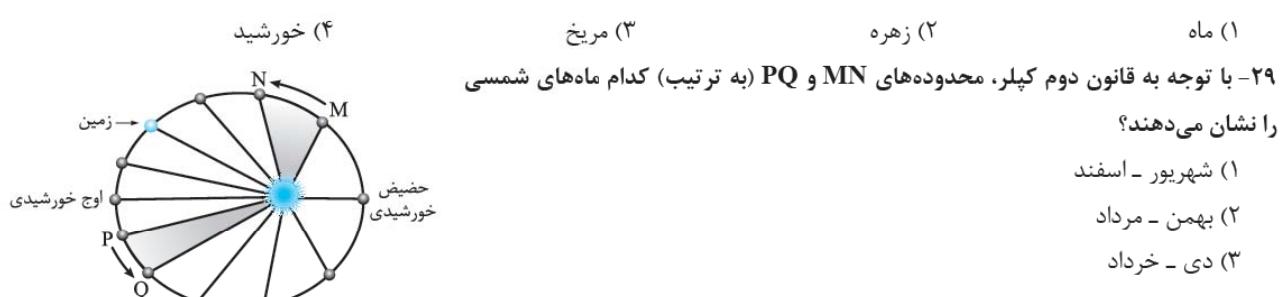
۲۵- اگر زمان چرخش سياره ای به دور خورشيد حدود ۸ سال به طول انجامد، فاصله آن سياره تا خورشيد حدود چند ميليون کيلومتر است؟

۲۶- اگر فاصله سياره ای فرضی تا خورشيد ۹ برابر فاصله زمین تا خورشيد باشد. محاسبه کنيد زمان گردش اين سياره به دور خورشيد، چند برابر سال زميني است؟

۲۷- يك قطعه سنگ سرگردان، هر ۲۷ سال يك بار به دور خورشيد می چرخد. فاصله اين قطعه سنگ تا خورشيد چند واحد نجومي است؟

به پرسش های چهار گزینه ای زير پاسخ دهيد.

۲۸- در نظریه زمین مرکزی بطلمیوس، کدام جرم آسمانی از زمین دور تر است؟



۳۰- رابطه بين زمان گردش سياره ها به دور خورشيد، نسبت به فاصله آن ها از خورشيد از کدام رابطه زير به دست می آيد؟

$$p = 3d \quad (4)$$

$$p = d^3 \quad (3)$$

$$p^3 = d^3 \quad (2)$$

$$p^3 = d \quad (1)$$

۳۱- فاصله يك سيارک تا خورشيد ۵ واحد نجومي است. دوره تناوب آن چهقدر است؟

$$25\sqrt{5} \quad (4)$$

$$5\sqrt{5} \quad (3)$$

$$27\sqrt{5} \quad (2)$$

$$5\sqrt{2} \quad (1)$$

۳۲- کدام يك درباره فاصله زمین از خورشيد نادرست است؟

$$15^\circ \text{ ميليون كيلومتر} \quad (2)$$

$$15^\circ \text{ يك واحد ستاره شناسی} \quad (1)$$

$$15^\circ \text{ يك هزارم سال نوری} \quad (4)$$

$$8 \text{ دقيقه نوري} \quad (3)$$

۱۰ تکون زمين و آغاز زندگي در آن

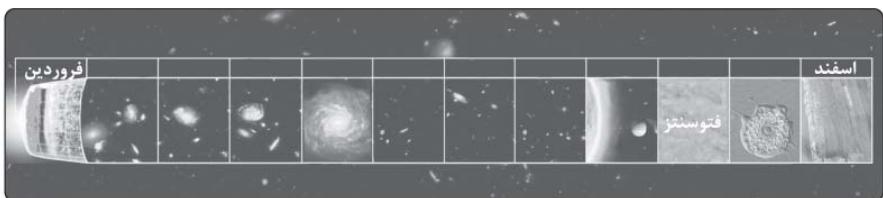
- در حدود ۶ ميليارد سال پيش، با اولين تجمعات ذرات كيهاني، شكل گيری منظومة شمسی آغاز شد.
- حدود ۴/۶ ميليارد سال قبل، سياره زمين به صورت كره اي مذاب تشکيل و در مدار خود قرار گرفت.
- چگونگي تشکيل نخستين اجزاي سنگ کره (سنگ های آذرین)، حدود ۴ ميليارد سال پيش با گذشت زمان و سرداشتن (انجماد) گوی مذاب اولين سنگ های آذرین تشکيل شدند.
- تشکيل اتمسفر (هاواکره): با فوران آتشفسان های متعدد، به تدریج گاز های مختلف O, H, N, کربن و ... از داخل زمين خارج شدند و هواکره در اطراف زمين شکل گرفت. پس از آن، آب تشکيل شد.
- تشکيل آب کره: در ادامه، با سرداشتن کرده زمين، بخار آب به صورت مایع درآمد و آب کره تشکيل شد.
- تشکيل زیست کره: با تشکيل اقیانوس ها و تحت تأثیر انرژي خورشید، شرایط برای تشکيل زیست کره فراهم شد و زندگی انواع تکسلولی ها در دریاهای کم عمق آغاز شد.

نکته: عوامل مؤثر برای شروع زندگی تکسلولی ها در دریاهای کم عمق ارزی خورشید

- فعال شدن گاز های نیتروژن، کربن و اکسیژن چگونگي تشکيل نخستين سنگ های رسوبی؛ با وجود آمدن چرخه آب، سنگ ها فرسایش یافته، رسوبات و سنگ های رسوبی تشکيل شدند.
- چگونگي تشکيل نخستين سنگ های دگرگونی؛ با حرکات ورقه های سنگ کره و فشار و گرمای زیاد ایجاد شده در مناطق مختلف، اولين سنگ های دگرگونی به وجود آمدند.

نکته: پیدايش کهکشان راه شیری اردیبهشت
فعالیت: اگر طول عمر کيهان را به یک سال شمسی تبدیل کنیم:
منظومه شمسی آذر
پیدايش حیات دی
فناوری انسانی اسفند

نکته: هدف از طرح اين سؤال، مقایسه زمانی موارد ياد شده است.



جالبه بدونيد

از سوی (NASA) زمان Big Bang، حدود ۸/۱۳ ميليارد سال پيش تعیین شده و کهکشان راه شیری، ۲۰۰ ميليون سال بعد از آن شکل می گيرد (يعني حدود ۱۳/۶ ميليارد سال پيش) و پیدايش منظومه شمسی حدود ۴/۶ ميليارد سال پيش و اولين آثار حیات حدود ۸/۳ ميليارد سال یافت شده است.

با توجه به شواهد مختلف مختص زمین شناسی، دانشمندان دریافتند که خداوند در آفريش جهان ابتدا شرایط محیط زیست را مهیا کرده و سپس جانداران را از ساده تا پیچیده آفریده است.

- عامل ظهور و انقراض جانداران: در دوران های مختلف، شرایط آب و هوایی و محیط زیست، تغییرات فراوانی داشته اند و بر این اساس گونه های مختلف جانداران در سطح زمین ظاهر و منقرض شده اند.

نکته: زمان پیدايش اولين خزندگان: در حدود ۳۱۲ ميليون سال پيش (اوایل دوره کربونیفر) در زمین ظاهر شده اند. زمان گسترش و فراوانی خزندگان: در طی ۷۰ تا ۸۰ ميليون سال، جثه خزندگان بزرگ تر شد و در تمام سطح کره زمین گسترش یافتند.

جالبه بدونيد

جثه خزندگان بین يك تا ۳۰ متر درازا داشته است و علاوه بر خزندگان ساكن خشکی، خزندگانی در اين هنگام وجود داشتند که می توانستند در هوا پرواز کنند و انواع دریازی آنها کمیاب نبوده است. خزندگان درشت جثه را دایناسور^۱ (خزندۀ مخفوف) می گویند. دیرینه شناسان در دهه ۱۹۳۰، قدیمی ترین دایناسور را در کشور تانزانیا کشف کردند. این دایناسور بین ۲۴۵ تا ۲۴۰ ميليون سال پيش در زمین زندگی می کرده است.

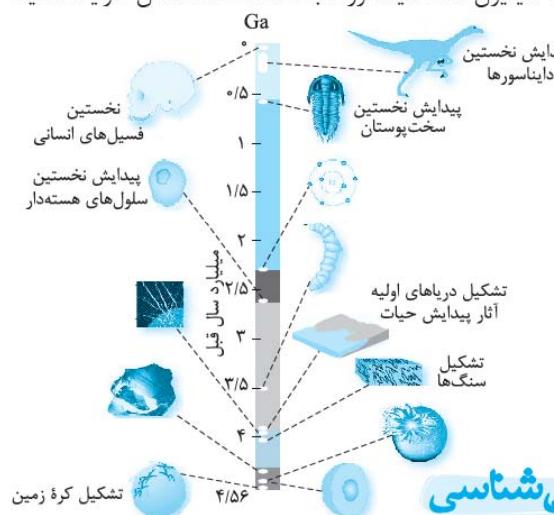
ماجراهای من و درسام - زمین‌شناسی

علت گسترش و فراوانی خزندگان: مساعدشدن شرایط آب و هوایی در کره زمین بوده است.

زمان و علت انقراض دایناسورها: حدود ۶۵ میلیون سال پیش، پس از حکمرانی ۱۸۰ میلیون ساله دایناسورها به علت نامساعدشدن شرایط محیط زیست و عدم سازش و سازگاری دایناسورها با محیط، منقرض شده‌اند.

تفصیرگردید:

با توجه به شکل مقابل، در مرحله نخستین تکوین سیاره زمین به ترتیب سنگ کرده → هواکرده → آب کرده → زیست کرده تشکیل شده است.



سن زمین

سن کره زمین، یعنی مدت زمانی که از تشکیل و پیدایش آن می‌گذرد. در این مدت زمان بسیار طولانی، حوادث و وقایع بسیار زیادی در زمین رخ داده است که هر یک از آن‌ها حائز اهمیت هستند.

دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های زمین‌شناسی

- ۱ بررسی تاریخچه و تحولات گذشته زمین
- ۲ اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین
- ۳ پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده و ...

در تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف زمین‌شناسی، می‌توان از دو روش استفاده کرد.

- مقایسه پدیده‌ها نسبت به یکدیگر (سن نسبی)
- عناصر رادیواکتیو (عمر منسجم) (سن مطلق)

سن نسبی: در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم و تأخیر وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.

در این روش سن سنگ‌ها و پدیده‌ها دقیق مشخص نشده و به صورت «مقایسه‌ای» آورده می‌شود. به عنوان مثال، پیدایش پرندگان بعد از خزندگان بوده است.

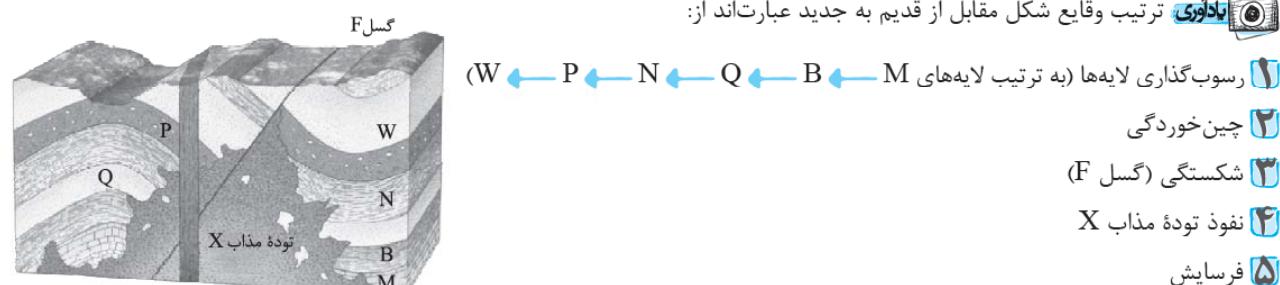
نکته: لایه‌های رسوبی به طور افقی تهنشین می‌شوند. در یک سری از لایه‌های رسوبی که بدون تغییر مانده باشند، لایه‌های زیرین قدیمی‌تر از لایه‌های بالایی هستند.

در شکل مقابل، لایه (۱) قدیمی‌ترین و لایه (۴) جوان‌ترین لایه رسوبی است.

نکته: اگر در لایه‌های رسوبی یک منطقه چین‌خوردگی و گسل (شکستگی) دیده شود، بدیهی است که چین‌خوردگی و گسل، بعد از زمان تشکیل لایه‌ها رخ داده است.

نکته: اگر درون لایه رسوبی، سنگ آذرین (توده نفوذی) دیده شود، سنگ آذرین جوان‌تر از لایه رسوبی است.

نکته: ترتیب وقایع شکل مقابل از قدیم به جدید عبارت‌اند از:



دقیقتگنده: تعیین سن مطلق، دقیق‌تر از تعیین سن نسبی است، اما مشکل‌تر هم هست. وقتی سن پدیده‌ها و وقایع را با زمان حال اندازه‌گیری می‌کنید، سن مطلق را تعیین می‌کنید.

سن مطلق: در تعیین سن مطلق (رادیومتری)، سن واقعی پدیده‌ها با استفاده از عناصر رادیواکتیو اندازه‌گیری می‌شود.

عناصر راديوакتيو

هسته بعضی از عناصر، ذرات و انرژی را با نسبتی ثابت از خود آزاد می‌کنند که به این عناصر، رادیواکتیو گفته می‌شود. وقتی یک عنصر رادیواکتیو ماده و انرژی از خود خارج می‌کنند، سرانجام مبدل به عنصری دیگر می‌شود که رادیواکتیو نیست.

سرعت تخریب مواد رادیواکتیو قابل محاسبه است و هیچ نوع عامل خارجی (گرمای، فشار و ...) بر روی آن‌ها تأثیر ندارد. مواد رادیواکتیو را به عنوان ساعت‌های طبیعی در نظر می‌گیرند.

نکته با تعیین مقدار عناصر رادیواکتیو و غیر رادیواکتیو می‌توان مدت زمانی را که از عمر سنگ حاوی آن عناصر گذشته، محاسبه کرد.

طرح فروپاشی عناصر رادیواکتیو

عناصر رادیواکتیو به طور مداوم و با سرعت ثابت در حال فروپاشی هستند که پس از فروپاشی این عناصر به عناصر پایدار تبدیل می‌شوند. (عنصر رادیواکتیو ناپایدار) ← (عنصر پایدار)

اورانیم ۲۳۸، عنصری رادیواکتیو است. در بعضی از سنگ‌ها اورانیم وجود دارد. به ویژه U_{238} که برای تعیین سن مطلق سنگ‌ها کاربرد زیادی دارد. اورانیم ۲۳۸، دارای عدد جرمی ۲۳۸ و عدد اتمی ۹۲ است. این عنصر رادیواکتیو پس از تخریب یعنی خارج شدن منظم دو پروتون و دو نوترون، جرمش کاهش می‌یابد و در طی واکنش‌ها و تولید مواد واسطه، نهایتاً به سرب ۲۰۶ تبدیل می‌شود.

نیمه عمر

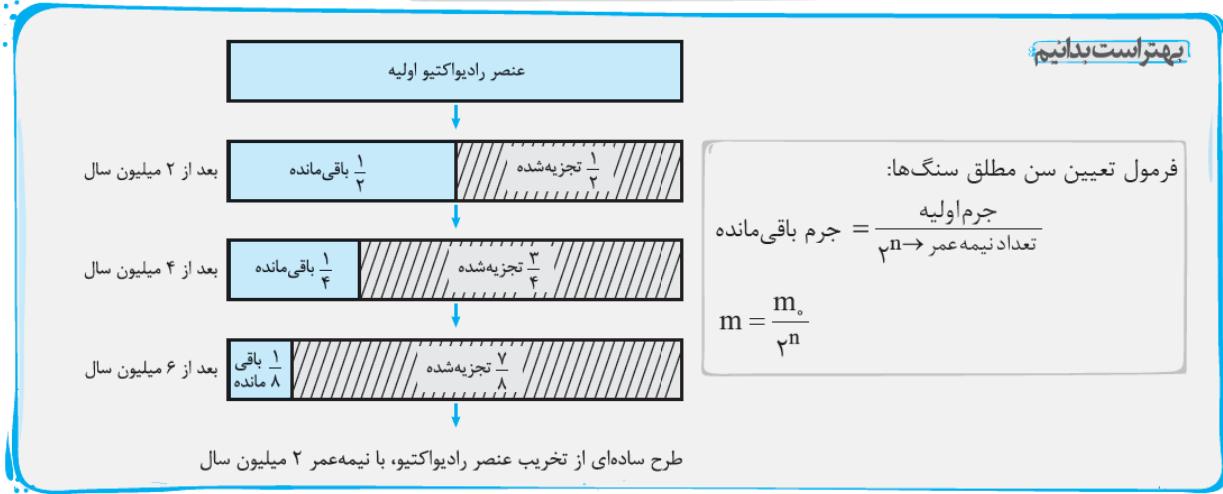
به مدت زمانی که نیمی از یک عنصر رادیواکتیو به عنصر پایدار تبدیل می‌شود، نیمه عمر آن عنصر می‌گویند. در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطه زیر، زمان دقیق وقوع پدیده تعیین می‌شود.

مدت زمان لازم برای تخریب نیمی از هر مقدار اورانیم ۲۳۸ و تبدیل آن به سرب ۲۰۶، معادل $\frac{4}{5}$ میلیارد سال است. سرعت تخریب بیشتر عناصر رادیواکتیو، بسیار کند است.

در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطه زیر (فرمول و طرحی که در ادامه آمده است)، می‌توان زمان دقیق وقوع پدیده‌ها را تعیین کرد.

$$\text{طول نیمه عمر} \times \text{تعداد نیمه عمر} = \text{سن پدیده}$$

بهتر است بدانیم



در جدول زیر، ايزوتوب‌هایی که در عمرستنجی به روش رادیومتری (عناصر رادیواکتیو) کاربرد دارند، آورده شده است.

عنصر پایدار	نیمه عمر (قریبی)	عنصر رادیواکتیو
سرب ۲۰۶	۴/۵ میلیارد سال	اورانیم ۲۳۸
سرب ۲۰۷	۲۱۳ میلیون سال	اورانیم ۲۳۵
سرب ۲۰۸	۱۴/۱ میلیارد سال	توریم ۲۳۲
نیتروژن ۱۴	۵۷۲۰ سال	کربن ۱۴
آرگون ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	پتانسیم ۴۰



نکته برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین وجود دارند، استفاده از اورانیم 238 ، به دلیل نیمه عمر تقریبی طولانی، مناسب‌تر است.

نکته برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان‌های اولیه، از کربن 14 استفاده می‌شود، زیرا نیمه عمر تقریبی کوتاه‌تری دارد.

مثال اگر در نمونه سنگی، مقدار اورانیم 238 ، $\frac{1}{8}$ مقدار اولیه باشد، چه مدت از عمر آن سنگ گذشته است؟ (نیمه عمر اورانیم $4 / 5 = 4 \text{ میلیارد سال}$)

$$1 \xrightarrow{n} \frac{1}{2} \xrightarrow{n} \frac{1}{4} \xrightarrow{n} \frac{1}{8}$$

$$3 \times \frac{4}{5} = 13 / 5 \text{ میلیارد سال}$$

مثال با استفاده از کربن 14 ، سن فسیل ماموتی که تنها $\frac{1}{8}$ ماده رادیواکتیو را دارد محاسبه کنید.

$$1 \xrightarrow{n} \frac{1}{2} \xrightarrow{n} \frac{1}{4} \xrightarrow{n} \frac{1}{8}$$

$$3 \times 5730 = 17 / 19 \text{ سال}$$

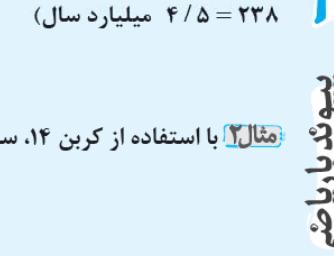
مثال از ایزوتوپ رادیواکتیو موجود در سنگی، در حال حاضر $\frac{7}{8}$ آن متلاشی شده است. اگر نیمه عمر ایزوتوپ 500 سال باشد، از عمر سنگ چند سال می‌گذرد؟

$$\text{براساس فرمول } m = \frac{m_0}{2^n}$$

$$\text{جرم اولیه} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

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

جرم اولیه جرم متلاشی شده جرم باقی‌مانده



زمان در زمین شناسی

مفهوم زمان در مقیاس‌های مختلفی به کار می‌رود.

raig ترین واحد زمان در زندگی روزمره ثانیه است. واحدهای بزرگ‌تر آن

عبارت‌اند از: دقیقه ← ساعت ← هفته ← ماه ←

سال ← دهه ← سده (قرن) ← هزاره ←

اما واحدهای بزرگ‌تر زمان نیز وجود دارند که در زندگی روزمره کاربرد زیادی ندارند.

از جمله عصر ← دوره ← دوران ← اون که واحدهای زمانی

زمین‌شناسی هستند (جدول زمانی).

● معیارهای تقسیم‌بندی عمر زمین به واحدهای زمانی مختلف:

1 ظهرور یا انقراض گونه خاصی از جانداران

2 کوه‌زایی

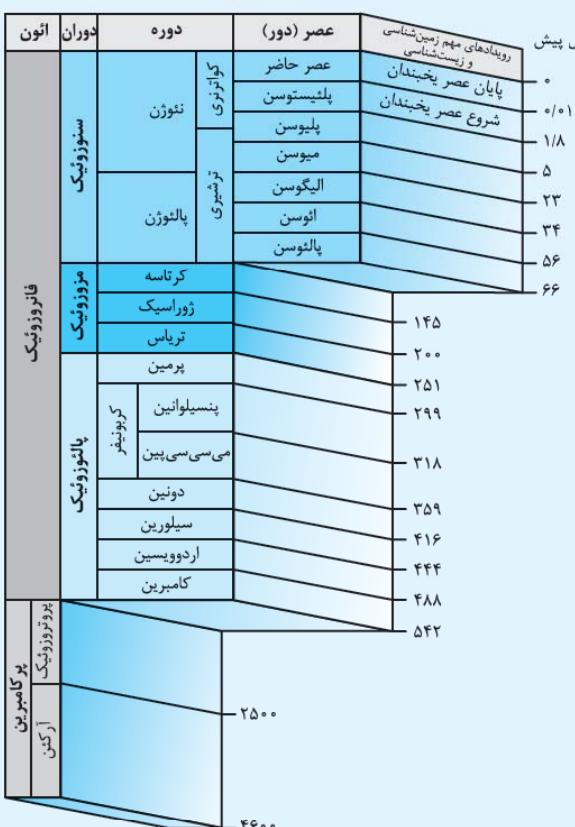
3 پیش‌روی و پس‌روی آب دریاها

4 تغییرات آب و هوا

5 تذکر در جدول رو به رو، فقط رویدادهای مهم زیستی آورده شده، به زمان‌ها و پیدایش جانداران توجه کنید.

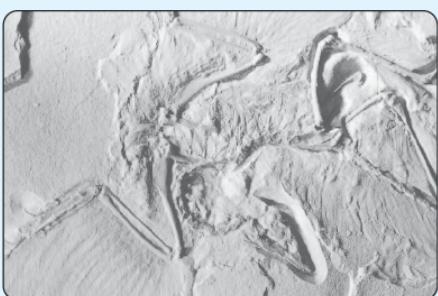
دوران	اون	دوره	رویدادهای زیستی	
زمین‌زد	کواترنری	کواترنری	انسان	
		ترشیاری	تنوع پستانداران	
	کرتاسه	انقراض دایناسورها		
		پیدایش اولین گیاه گلدار		
		نوع دایناسورها		
	ژوراسیک	پیدایش پرندگان		
		پیدایش اولین پستاندار		
	تریاس	پیدایش اولین دایناسور		
		عصر یخی‌دان		
	دویزد	انقراض گروهی		
		پیدایش اولین خزنه		
		دونین	پیدایش اولین دوزیست	
		سیلورین	پیدایش اولین گیاه آندار	
		اردوویسین	پیدایش نخستین ماهی زردبار	
		کامرین	پیدایش نخستین تریلوپیت	
آنغاز حیات				
پرکامبرین				

مقیاس زمان زمین‌شناسی و رویدادهای مهم زیستی



جدول زمانی زمین شناسی

برای مطالعه داش آموزان عزیز، جدول زمانی زمین شناسی آورده شده، به تقسیم‌بندی زمانی گذشته زمین و طول دوران‌ها و دوره‌های مختلف توجه کنید.



مطالعه آثار و بقایای موجودات زنده زمان‌های گذشته نشان می‌دهد که در مسیر تغییر در گونه‌های جانداران، برخی جانداران حدواسط به وجود آمدند. مثال فسیل خزندۀ پرنده آرکوپتربیکس که فسیل بسیار مهمی است؛ زیرا نه تنها اثری از قدیمی‌ترین پرنده را نشان می‌دهد، بلکه به علت داشتن آثاری از صفات خزندگان (مانند وجود دندان‌های کوچک و تیز در هر آرواره و وجود ۳ انگشت در هر بال و دم طویل استخوانی) وجود آثار پر در اطراف فسیل آن و هم‌چنین وجود منقار و استخوان جناغ سینه از صفات پرنده‌گان را می‌توان مشاهده کرد.

آرکوپتربیکس؛ فسیل اسکلت قدیمی‌ترین پرنده شناخته شده در میان سنگ‌های آهک‌های معدنی واقع در جنوب آلمان یافت شد. قدمت این فسیل که آن را آرکوپتربیکس (بال: pteran - قدیمی: Archaios) نامیده‌اند، حدود ۱۴۰ میلیون سال است.

پادآوری: براساس نظریه زمین ساخت ورقه‌ای، سنگ‌کرده شامل ۷ ورقه بزرگ و تعدادی ورقه کوچک‌تر است که این ورقه‌ها نسبت به هم حرکت می‌کنند. حرکت ورقه‌های سنگ کرده به سه شکل مختلف می‌تواند صورت بگیرد:

حرکت دورشونده (واگرا)

حرکت نزدیک‌شونده (همگرا)

حرکت امتدادگز

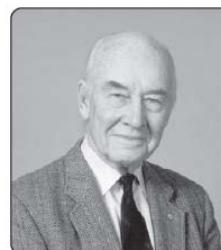
عامل حرکت ورقه‌ها را می‌توان به توزیع نامساوی گرما در درون زمین نسبت داد.

هنگامی که ورقه‌اقيانوسی به ورقه‌قاره‌ای برخورد می‌کند، ورقه‌اقيانوسی خم شده و به زیر ورقه‌قاره‌ای می‌رود و به تدریج در گوشته هضم می‌شود (فرورانش).

ماجراهای من و درسام - زمین‌شناسی

- هنگامی که دو ورقه اقیانوسی به هم برخورد می‌کنند، ورقه ضخیم‌تر به زیر ورقه نازک‌تر می‌رود و فروزانش صورت می‌گیرد.
- هنگامی که دو ورقه قاره‌ای به یکدیگر برخورد می‌کنند، هیچ‌یک به داخل گوشته فرو نمی‌رود؛ زیرا چگالی هر دو کم است.

پیامدهای حاصل از حرکات ورقه‌ها را می‌توان پیدایش اقیانوس‌ها، فعالیت‌های آتشفشاری، پیدایش جزایر آتشفشاری، رشته‌کوه‌ها و ... دانست.

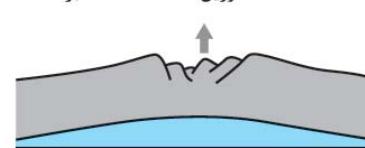


توزو ویلسون
۱۹۰۸ - ۲۴ اکتبر ۱۹۹۳

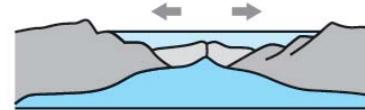
پیدایش اقیانوس‌ها

توزو ویلسون، زمین‌شناس کانادایی در سال ۱۹۶۵ به دنبال پژوهشی که آلفرد وگر در جا به جای قاره‌ها و هری هس در مورد گسترش بستر اقیانوس‌ها انجام داده بودند، به کشف مهمی دست یافت. ویلسون، نخستین بار، ایده وجود ورقه‌های تشکیل‌دهنده سنگ‌کره زمین و مرز آن‌ها را عنوان کرد که منجر به ارائه نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای شد. مراحل تشکیل اقیانوس‌ها نیز، توسط وی ارائه شد و بعدها به چرخه ویلسون معروف شد.

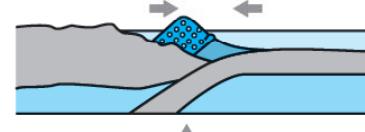
مراحل چرخه ویلسون به شرح زیر می‌باشد:



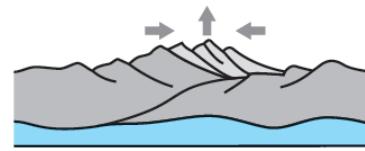
الف) ایجاد شکاف در پوسته قاره‌ای



ب) گسترش گودال ایجادشده در پوسته قاره‌ای



پ) بسته شدن حوضه اقیانوسی ایجادشده



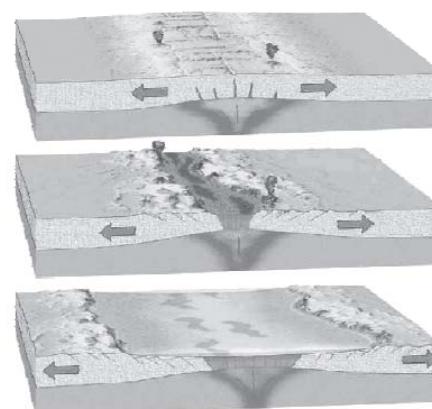
ت) برخورد ورقه‌ها و ایجاد رشته‌کوه

- مرحله بازشدگی: بخشی از قاره شکافته می‌شود و مواد مذاب خمیرکرده به سطح زمین می‌رسند (نمونه‌ای از آن در شرق آفریقا ایجاد شده است).

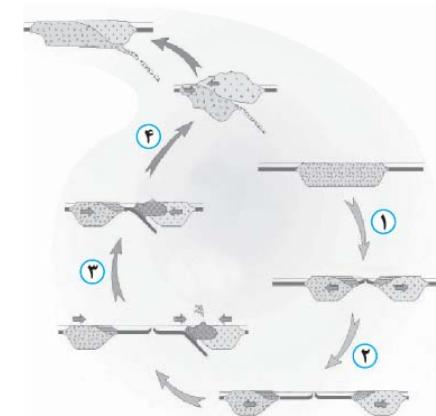
- مرحله گسترش: شکاف ایجادشده گسترش یافته و ابتدا دریاهایی مانند دریای سرخ و سپس بعد از گذشت میلیون‌ها سال و دورشدن قاره‌ها، اقیانوس‌هایی مانند اقیانوس پهن‌اور اطلس امروزه به وجود می‌آینند.

- مرحله بسته شدن: در اقیانوس ایجادشده، در یک یا چند منطقه، سنگ‌کره اقیانوسی دچار فروزانش می‌شود و اقیانوس کوچک‌تر و در نهایت بسته می‌شود.

- مرحله برخورد: با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات اقیانوس رشته‌کوه‌هایی را به وجود می‌آورند (مانند رشته‌کوه‌های هیمالیا، البرز، زاگرس و ...).



تشکیل اقیانوس جدید



چرخه ویلسون

عامل بازوبيته شدن اقیانوس‌ها

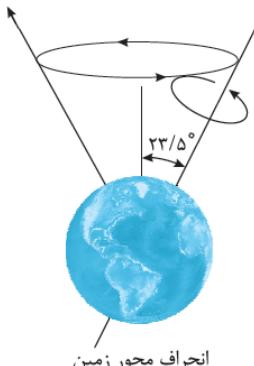
عامل بازشدن اقیانوس‌ها، حرکت واگرایی ورقه‌ها و عامل بسته شدن، حرکت همگرایی ورقه‌ها است.

علت عدم افزایش وسعت سطح زمین

برخورد ورقه‌های سنگ‌کره و فرورانش ورقه‌های سنگ‌کره

پيدايش فصلها

در سال‌های گذشته خواندید که پیدايش شب و روز ناشی از حرکت وضعی و پیدايش فصل‌ها ناشی از حرکت انتقالی زمین است.

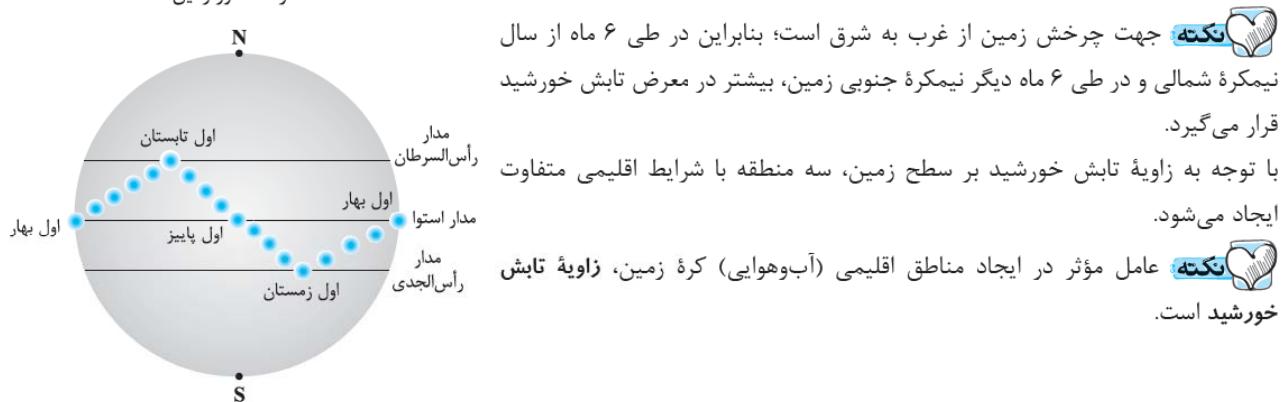


انحراف محور زمین

يکی از شگفتی‌های آفريش اين است که محور زمین با خط عمود بر صفحه مدار گرددش خود به دور خورشيد، زاويه حدود $23/5$ درجه‌اي می‌سازد و در هنگام گرددش به دور خورشيد، راستای محور تقريباً ثابت و بدون تغيير است.

● اين انحراف محور باعث ايجاد اختلاف مدت زمان روز و شب در عرض‌های جغرافيايي مختلف می‌شود.

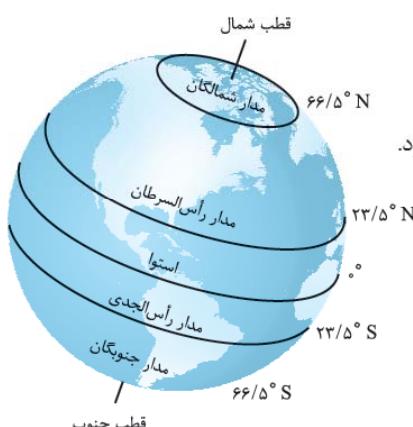
● مدار حرکت زمین به دور خورشيد، بيضي‌شكلي است و فاصله زمین تا خورشيد در يك سال تغيير می‌کند.



موقعیت تابش خورشید به زمین در فصل‌های مختلف

مناطق آب و هوایی (اقليمی)

۱- منطقه گرم‌سیر (حاره): اين منطقه از مدار رأس السرطان^۱ تا رأس الجدي^۲ را شامل می‌شود. امكان تابش عمودی (90° درجه) به سطح زمین در اين منطقه ممکن است.



موقعیت مناطق آب و هوایی در کره زمین

ویژگی‌های اين منطقه فقط فصل تابستان وجود دارد.

ميانگين دماي هوا بيش از 20 درجه سانتي‌گراد است.

۲- منطقه معتدله: اين منطقه از مدار $23/5$ درجه تا $66/5$ درجه در هر نيمکره را شامل می‌شود.

ویژگی‌های منطقه چهار فصل سال وجود دارد.

ميانگين دماي هوا بين 8 تا 20 درجه سانتي‌گراد است.

۳- منطقه سرد قطبی: اين منطقه از مدار $66/5$ تا 90 درجه در هر نيمکره را شامل می‌شود.

ویژگی‌های منطقه فقط فصل زمستان وجود دارد.

ميانگين دماي هوا در مناطق شمالگان و جنوبگان كمتر از 8 درجه سانتي‌گراد است.

۱- مدار رأس السرطان: از نام صورت فلكی سرطان (خرچنگ) گرفته شده است.

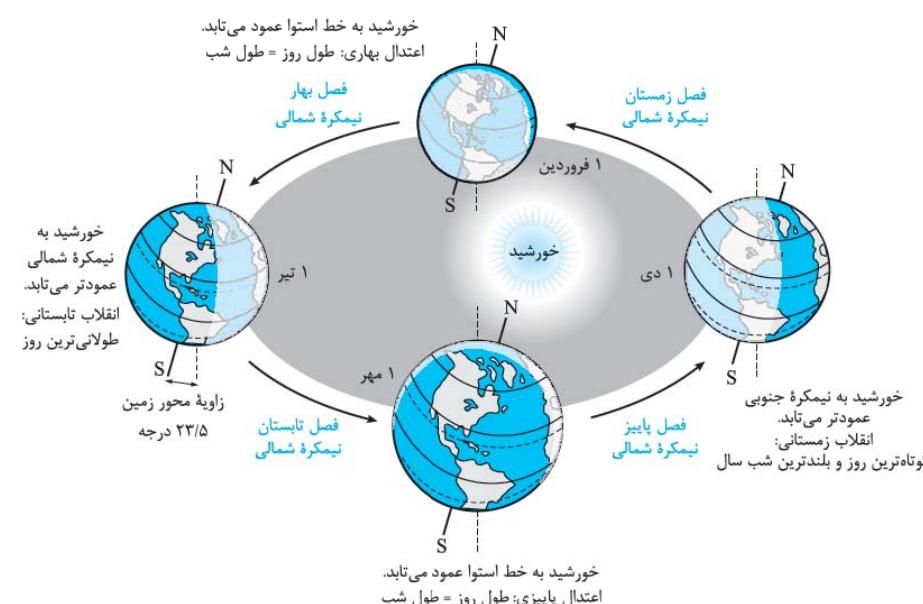
۲- مدار رأس الجدي: از نام صورت فلكی جدي (بزغاله) گرفته شده است.

ماجراهای من و درسام - زمین شناسی

گردش زمین به دور خورشید به گونه‌ای است که در روز اول بهار (اول فروردین) خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد.

در روزهای بعدی، خورشید بر مدارهای بالاتر در نیمکره شمالی عمود می‌تابد و در نهایت در روز آخر بهار (۳۱ خرداد)، حداقل بر مدار رأس السرطان (۲۳/۵ درجه شمالی) عمود می‌تابد.

بنابراین در اول بهار، طول روز و شب در تمام نقاط کره زمین برابر است (۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب) اما در روزهای بعد که خورشید بر نیمکره شمالی عمود می‌تابد، به مرور زمان سهم تاریکی جنوبگان بیشتر می‌شود و به همان نسبت سهم تاریکی شمالگان کمتر می‌شود.



موقعیت زمین و خورشید در فصول مختلف در نیمکره شمالی

خورشید نیمه شب قطب شمال

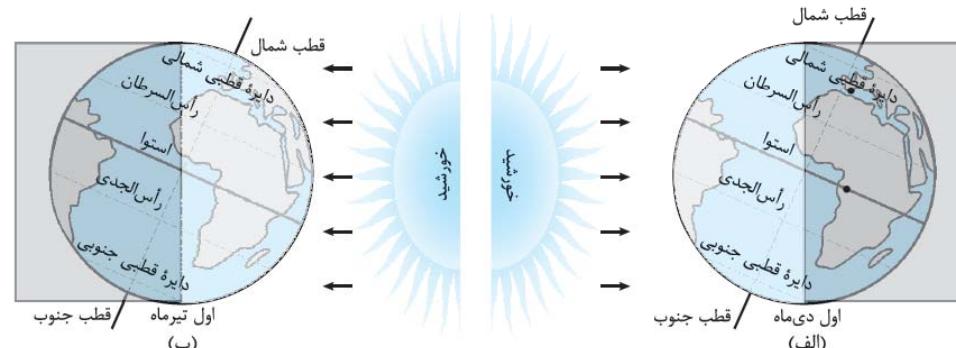
در روز ۳۱ خرداد (آخر بهار) و اول تابستان (اول تیرماه) تمام منطقه شمالگان رoshن می‌شود که به این روز ۲۴ ساعت، اصطلاحاً خورشید نیمه شب قطب شمال می‌گویند. در این زمان در قطب جنوب، شب ۲۴ ساعته وجود دارد.

نکته در روز ۳۰ آذر (آخر پاییز) و اول زمستان (اول دیماه) تمام منطقه جنوبگان رoshن می‌شود که به این روز ۲۴ ساعت، اصطلاحاً خورشید نیمه شب قطب جنوب می‌گویند.

موقعیت زمین در تابستان و زمستان

در طول تابستان، زمین در موقعیتی قرار می‌گیرد که خورشید بر مدارهای ۲۳/۵ درجه شمالی (مدار رأس السرطان) تا صفر درجه (استوا) عمود می‌تابد (شکل ب).

در طول زمستان، زمین در موقعیتی قرار می‌گیرد که خورشید بر مدارهای ۲۳/۵ درجه جنوبی (مدار رأس الجدی) تا صفر درجه (استوا) عمود می‌تابد (شکل الف).



زوایای تابش در تابستان نیمکره شمالی

زوایای تابش در زمستان نیمکره شمالی

خود را بيازماييد

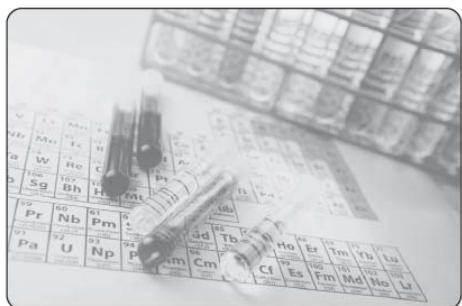
- با در نظر گرفتن انحراف محور چرخش زمين، زمانی که زمين به دور خورشید می گردد، نيمی از آن مثلاً نيمکره شمالی به سمت خورشید متمايل شده است و نيمکره جنوبی برعکس آن است. در اين حالت نور خورشید به نيمکره شمالی تقریباً عمود می تابد و انرژی بیشتری به این قسمت می رسد و در این حالت در نيمکره شمالی تابستان است. در همین حال، نور خورشید با زاویه تابش بیشتری به نيمکره جنوبی می تابد و انرژی کمتری به نيمکره جنوبی می رسد و بنابراین در آن جا زمستان است.
- پیدايش فصلها حاصل حرکت انتقالی زمين و انحراف محور زمين است. به علت کروی بودن زمين، زاویه تابش خورشید در عرض های جغرافیایی مختلف، در يك زمان، متفاوت است؛ همچنین به علت انحراف محور زمين، زوایای تابش خورشید در يك عرض جغرافیایی در طول سال تفاوت دارد.
- سایه اجسام در نيمکره شمالی در هنگام ظهر نجومی که خورشید دقیقاً در جهت جنوب است، رو به شمال تشکیل می شود و در نيمکره جنوبی در این زمان، رو به جنوب ایجاد می شود.
- در ابتدای بهار (اول فروردین) و اوی پاییز (اول مهر)، خورشید بر مدار استوا عمود می تابد.

علم، زندگی، کارآفرینی

ژئوشیمی: دانشمندان مطالعات زیادی درباره ترکیب سیاره‌ها به ویژه زمین انجام دادند و یافته‌های آن‌ها، پایه علم ژئوشیمی امروزه را تشکیل داده است. مطالعات روی ترکیب سیاره‌ها که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر به سزایی در شناخت عناصر و منابع روی زمین و چگونگی تشکیل آن‌ها دارد و باعث می‌شود منابع، ارزشمند شناخته شوند و بهره‌برداری بهتری از آن‌ها در زندگی امروزی خود داشته باشیم. شیمی سیاره‌ها، راهی برای شناخت ترکیب سیاره‌ها و زمین است و به کمک آن می‌توانیم به منابع مهم زمین دست یابیم. این علم در مورد زمین، ژئوشیمی نامیده می‌شود و راهی برای بهره‌برداری بهتر از منابع زمین است.

دیرینه‌شناسی: شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی که به بررسی آثار و بقایای موجودات گذشته زمین می‌پردازد و بر پایه مطالعه فسیل‌ها، پیدايش، نابودی آن‌ها می‌توان به سن نسبی لایه‌های زمین و محیط زندگی موجودات در گذشته پی برد.

متخصصان این رشته‌ها، در مراکزی مانند  سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معنی کشور،  شرکت ملی نفت ايران و ... می‌توانند در کیفیت بخشی و بهبود اجرای پروژه‌های اکتشافی و آموزشی، کمک شایانی داشته باشند.



سؤالهای امتحانی

درست نادرست

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

درستی یا نادرستی جملات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

۴۳- اولین سنگ‌های جامد زمین حاصل فرسایش و چرخه آب بوده‌اند.

۴۴- با خروج گازهای مختلف از داخل زمین به صورت تدریجی، هواکره در اطراف زمین تشکیل شد.

۴۵- با حرکات ورقه‌های لیتوسفری (سنگ‌کره) اولین سنگ‌های آذربین به وجود آمده‌اند.

۴۶- برای شروع زندگی تکسلولی‌ها در دریاهای عمیق به گاز اکسیژن نیاز بود.

۴۷- با برخورد ورقه‌های سنگ‌کره قاره‌ای، فروزانش صورت می‌گیرد.

۴۸- در مرحله گسترش چرخه ویلسون، رشتہ کوه هیمالیا به وجود آمد.

۴۹- در مرحله بسته‌شدن چرخه ویلسون، سنگ‌کره اقیانوسی دچار فروزانش می‌شود.

۵۰- دریای سرخ حاصل شکاف و گسترش در شرق آفریقا است.

۵۱- به مدت زمانی که طول می‌کشد نیمی از عنصر رادیواکتیو به عنصر ناپایدار تبدیل شود، نیمه عمر آن عنصر گفته می‌شود.

جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.

۴۲- در واحدهای زمانی زمین‌شناسی، واحد بزرگ تر نام دارد.

۴۳- واحد کوچک تر دوره در واحدهای زمانی زمین نام دارد.

۴۴- بعد از دوران مژوزوئیک، دوران قرار دارد.

۴۵- اولین خزندگان در اوایل دوره در زمین ظاهر شده‌اند.

۴۶- مقایسه سن پدیده‌های زمین‌شناسی با تعیین سن مشخص می‌شوند.

به سوالات زیر پاسخ دهید.

۴۷- منظور از روش سن نسبی چیست؟

۴۸- منظور از روش سن مطلق چیست؟

۴۹- دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های سیاره زمین به ترتیب چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟

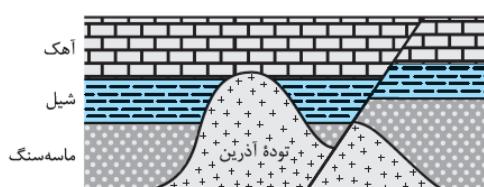
۵۰- در مرحله تخته‌تین تکوین سیاره زمین به ترتیب چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟

۵۱- با توجه به شکل مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) جوان‌ترین پدیده زمین‌شناسی را مشخص کنید.

ب) قدیمی‌ترین لایه رسوبی کدام است؟

پ) سن نسبی توده آذربین را با گسل مقایسه کنید.



هر یک از موارد ستون (الف) را به مراحل چرخه ویلسون در ستون (ب) ارتباط دهید.

ستون «ب»

- مرحله گسترش
- مرحله بازشدگی
- مرحله برخورد
- مرحله بسته‌شدن

ستون «الف»

- ۵۲- به وجود آمدن رشتہ کوه زاگرس
- ۵۳- تشکیل اقیانوس‌های پهناور مانند اقیانوس اطلس
- ۵۴- شکافت‌شدن بخشی از قاره (شرق آفریقا)
- ۵۵- فروزانش سنگ‌کره اقیانوسی

۵۶- جدول زير را كامل کنيد.

رويداد زيسبي	زمان (دوره)
تنوع پستانداران	D
C	تریاس
پیدایش اولین دوزیست	B
A	کامبرین

۵۷- چه مدت طول می کشد تا در يك سیستم بسته از تخریب ۴ گرم رادیوم فقط ۵٪ گرم باقی بماند؟ (نیمه عمر ۱۶۰۰ سال)

۵۸- از ۸ گرم کربن ۱۴ موجود در چوبی ۷ گرم نیتروژن حاصل شده است. سن چوب را پیدا کنيد.

۵۹- اگر در سنگی مقدار اورانیم $\frac{1}{8}$.۲۳۸ مقدار اولیه آن باشد، مقدار سرب ۲۰۶ حاصل از واپاشی چه قدر است؟

۶۰- کدام شاخه از علم زمین‌شناسی به بررسی تحولات زمین و بقایای موجودات گذشته زمین می‌پردازد؟

۶۱- منظور از انحراف محور زمین چیست؟

۶۲- با توجه به ویژگی‌های زیر، مناطق اقلیمی زمین را مشخص کنيد.

(الف) میانگین دمای هوا بیش از ۲۰ درجه سانتی گراد است.
ب) بین مدارهای ۵/۲۳ درجه تا ۵/۶۶ درجه قرار دارد.

ت) فصل زمستان ندارد.
پ) فقط فصل زمستان دارد.

۶۳- خورشید نیمه شب قطب شمال (شمالگان) در چه زمانی دیده می‌شود؟

۶۴- خورشید نیمه شب قطب جنوب در چه زمانی دیده می‌شود؟

۶۵- علت اختلاف طول روز و شب و اختلاف فصول در دو نیمکره چیست؟

۶۶- زمانی که در قطب جنوب (جنوبگان) مدت زمان شب ۱۲ ساعت است در همان موقع مدت شب در قطب شمال (شمالگان) چند ساعت است؟

۶۷- تغییرات زاویه تابش خورشید در طول تابستان نیمکره شمالی را بنویسید.

به پرسش‌های چهارگزینه‌ای زیر پاسخ دهید.

۶۸- کدام دو دوره متعلق به يك دوران می‌باشند؟

(۱) کواترنر و کرتاسه (۲) اردوویسین و کواترنر
(۳) دونین و اردوویسین (۴) کرتاسه و کامبرین

۶۹- کدام دوره متعلق به دوران پالئوزوئیک نیست؟

(۱) کامبرین (۲) دونین
(۳) سیلورین (۴) تریاس

۷۰- نخستین جانور مهره‌دار، در چه زمانی بر روی زمین ظاهر شده است؟

(۱) اردوویسین (۲) پر کامبرین
(۳) کامبرین (۴) کربونیفر

۷۱- در مدار صفر درجه، چاهی قائم حفر شده است. در طول سال چند بار نورخورشید به طور عمود به ته چاه می‌تابد؟

(۱) ۳۶۵ (۲) ۱۲ (۳) ۲ (۴) ۱

۷۲- در کشور ما، در ظهر شرعی روز اول تیرماه، سایه میله‌ای عمود بر زمین، به چه سمتی است؟

(۱) جنوب (۲) شمال (۳) غرب (۴) در آن زمان سایه ندارد

پاسخ سوال‌های امتحانی

- ۱- نادرست ۲- نادرست ۳- درست
 ۴- درست ۵- نادرست ۶- درست
 ۷- راه شیری ۸- مارپیچی ۹- بازوها
 ۱۰- زیاد ۱۱- شرق - غرب ۱۲- دایره‌ای
 ۱۳- ظاهری ۱۴- خورشید
 ۱۵- شامل اجرام آسمانی و پدیده‌های متنوع (کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها و سیاره‌ها و ...) است.
 ۱۶- انبساط و دورشدن کهکشان‌ها از یکدیگر
 ۱۷- با انفجار بزرگ (مهبانگ Big Bang)
 ۱۸- توده‌ای از گازها، غبار و میلیاردانه اجرام آسمانی (منظومه‌ها، ستاره‌ها، سیاره) و فضای بین ستاره‌ای هستند.
 ۱۹- در هر کهکشان، گروههای مختلفی از اجرام آسمانی تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل در کنار هم جمع شده‌اند.
 ۲۰- حرکت ظاهری خورشید از شرق به غرب است.
 ۲۱- شب‌های صاف و بدون ابر و همچنین آلوگی نوری وجود نداشته باشد.
 ۲۲- خورشید، هشت سیاره، سیارک‌ها، قمرها، دنباله‌دارها و خورشید
 ۲۳- نظریه‌ای که بطلمیوس با مشاهده حرکت ظاهری ماه و خورشید در آسمان به این نتیجه رسید که زمین (ثابت) در مرکز جهان قرار دارد و سایر اجرام آسمانی به دور آن می‌گردند.
 ۲۴- هر سیاره چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید متصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی مساحت‌های برابر ایجاد می‌کند.
 ۲۵- واحد نجومی $p^2 = d^3 \Rightarrow \lambda^2 = d^3 \Rightarrow d = 4$
 $4 \times 150 / 1000 / 1000 = 600 / 1000 / 1000$
 ۲۶- سال $p^2 = d^3 \Rightarrow p = \sqrt[3]{(9)^3} \Rightarrow p = 27$
 ۲۷- $p^3 = d^3 \Rightarrow (27)^3 = d^3 \Rightarrow 729 = d^3$
 $\Rightarrow 3^6 = d^3 \Rightarrow (3^2)^3 = d^3 \Rightarrow d = 9$
 ۲۸- گزینه «۳» ۲۹- گزینه «۲» ۳۰- گزینه «۲»
 ۳۱- گزینه «۳» ۳۲- گزینه «۴»
 ۳۳- نادرست ۳۴- درست ۳۵- نادرست
 ۳۶- نادرست ۳۷- نادرست ۳۸- نادرست
 ۳۹- درست ۴۰- درست ۴۱- نادرست
 ۴۲- ائون ۴۳- عصر ۴۴- سنوزوئیک
 ۴۵- کربونیفر ۴۶- نسی
 ۴۷- در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم و تأخیر وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.
 ۴۸- در تعیین سن مطلق در رادیومتری‌ها، سن واقعی پدیده‌ها با استفاده از عناصر رادیواکتیو اندازه‌گیری می‌شود.
- ۴۹- ۱) بررسی تاریخچه زمین (۲) اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین
 ۵۰- سنگ کره $\xleftarrow{\text{آب کرده}} \text{هواکره} \xleftarrow{\text{زیست کرده}} \text{گسل خودگی}$
 ۵۱- (الف) گسل خودگی (ب) لایه رسوبی ماسه‌سنگ
 ۵۲- مرحله بسته‌شدن ۵۳- مرحله گسترش
 ۵۴- مرحله بازشدن ۵۵- مرحله برخورد
 ۵۶- (A) پیدایش نخستین تریلوپیت (B) دونین
 (C) پیدایش اولین دایناسور (D) ترشیاری
 ۵۷- $\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{5} \rightarrow \frac{1}{1600} \times 3 = 4800$ سال
 ۵۸- از ۸ گرم کربن ۱۴، ۷ گرم نیتروژن حاصل شده است؛ پس ۱ گرم C_{۱۴} باقی مانده، یعنی $\frac{1}{8}$ باقی مانده و یا $\frac{7}{8}$ تجزیه شده است.
 ۵۹- $\frac{7}{8} = \frac{1}{8} - \frac{1}{8} = \frac{1}{8}$ $\Rightarrow \text{Pb}_{206} \xrightarrow{\text{U}_{238}}$
 ۶۰- دیرینه‌شناسی
 ۶۱- محور زمین با خط عمود بر صفحه مدار گردش خود به دور خورشید زاویه‌ای حدود ۲۳ / ۵ درجه می‌سازد.
 ۶۲- (الف) گرم‌سییر (حراره) (ب) معتدله
 (پ) سرد قطبی (ت) گرم‌سییری (حراره‌ای)
 ۶۳- ۳۱ خرداد (آخر بهار) و اول تابستان (اول تیرماه) تمام منطقه شمالگان روشن می‌شود که به این روز ۲۴ ساعته، خورشید نیمه‌شب می‌گویند.
 ۶۴- در روز ۳۰ آذر (آخر پاییز) و اول زمستان (اول دی‌ماه) تمام منطقه جنوبگان روشن می‌شود.
 ۶۵- انحراف محور زمین
 ۶۶- ۱۲ ساعت، در اول بهار، طول روز و شب در تمام نقاط کره زمین برابر است. (۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب)
 ۶۷- در طول تابستان، زمین در موقعیتی قرار می‌گیرد که خورشید بر مدارهای ۵ / ۲۳ درجه شمالی (مدار رأس السرطان) تا صفر درجه (استوا) عمود می‌تابد.
 ۶۸- گزینه «۴»
 ۶۹- گزینه «۴»
 ۷۰- گزینه «۱»
 ۷۱- گزینه «۲»
 ۷۲- گزینه «۲»
 ۷۳- کشور ایران در نیمکره شمالی واقع است و سایه‌ها در این مناطق رو به شمال هستند.