

خرید کتاب های کنکور

با تخفیف ویژه

و  
ارال رایگان

Medabook.com



مدابوک



پک جامه ناس تلفنی، رایگان

با مشاوران رتبه برتر

برای انتخاب بهترین منابع

دبیرستان و کنکور

۰۲۱ ۳۸۴۳۵۲۱۰



# فهرست



۷

۲۲

فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین

پاسخ نامه فصل اول



۲۳

۴۰

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

پاسخ نامه فصل دوم



۴۲

۶۰

فصل سوم: منابع آب و خاک

پاسخ نامه فصل سوم



۶۲

۷۴

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

پاسخ نامه فصل چهارم



۷۵

۸۶

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت

پاسخ نامه فصل پنجم



۸۷

۱۰۲

فصل ششم: پویایی زمین

پاسخ نامه فصل ششم



۱۰۳

۱۱۱

فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران

پاسخ نامه فصل هفتم



۱۱۲

۱۱۵

۱۲۱

۱۲۵

۱۳۷

واژه‌نامه

نمونه امتحان‌های نیمسال اول

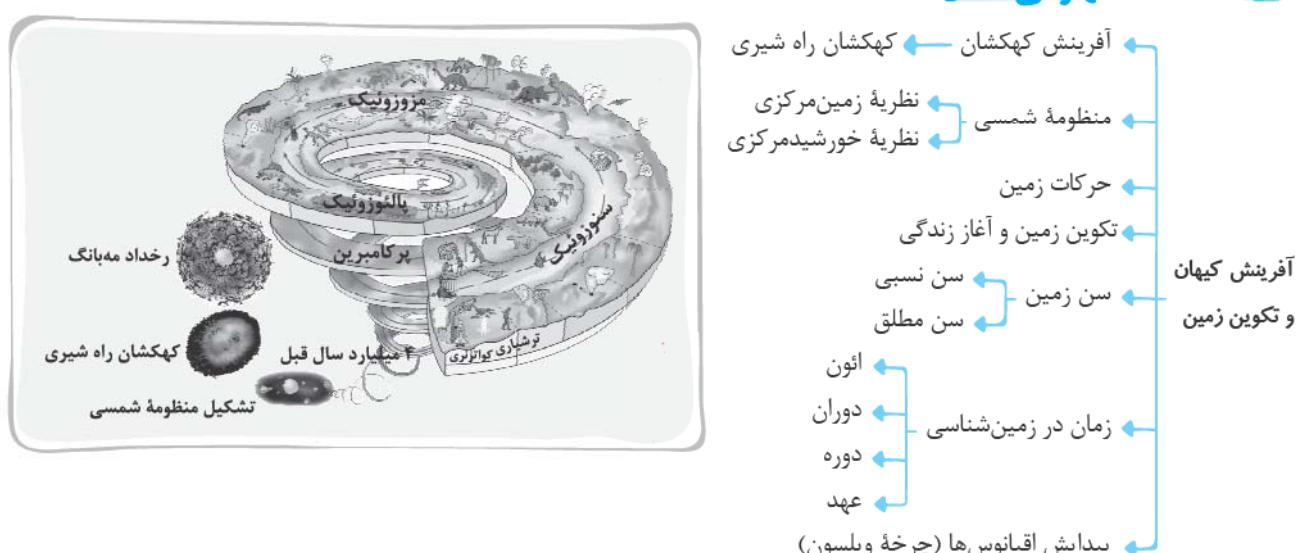
پاسخ نامه نمونه امتحان‌های نیمسال اول

نمونه امتحان‌های نیمسال دوم

پاسخ نامه نمونه امتحان‌های نیمسال دوم



## نقشه مفهومی 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 آفرینش کیهان و پیدایش زمین اختصاص دارد و با مطالب علمی و جذاب مطرح شده در این زمینه، به بسیاری از پرسش‌های شما پاسخ داده خواهد شد.



## فصل اول: آفريش كيهان و تکون زمين

ستاره ها و سياره هاي که در آسمان شب می توان دید (همون ستاره هاي در خشان!) تنها تعداد کمی از ميلياردها جرم آسماني در كهکشان راه شيري<sup>۱</sup> هستند.

## جابه بدوني

سياره زمين در منظومة شمسی که خود جزوی از كهکشان راه شيري به شمار می رود، قرار دارد.

پژوهش ها و اندازه گيری های نجومی نشان می دهند که كهکشان ها در حال دور شدن از يكديگر (انبساط) هستند و اين امر باعث می شود که كيهان در حال گسترش باشد.

**نکته** سرعت گسترش و انبساط جهان را می توان با مقدار جابه جايی خطوط طيف در دستگاه طيفنگار به دست آورد. اين سرعت معادل ۵ کيلومتر بر ثانие برای جهان تخمين زده است.

آفريش كيهان: دانشمندان بر اين باورند که خداوند، جهان هستي را براساس اصول و قوانين آفريده است. آنها با مطالعه و شناخت نظام حاكم بر آفريش كيهان، به دنبال کشف رازهای خلقت هستند.

## كهکشان راه شيري

قبل از بررسی كهکشان راه شيري به موارد زير توجه کنيد:

## كهکشان

توده ای از گاز، غبار و ميلياردها جرم آسماني مانند منظومه ها، ستاره ها، سياره ها و فضای بين ستاره ها (اغلب گاز و گرد و غبار) هستند.

• زمان تشکيل كهکشان ها: با انفجار بزرگ مهانگ<sup>۲</sup> آغاز شده است.

## منظمه

در هر كهکشان، گروه هاي مختلفي از اجرام آسماني، تحت تأثير نيروهای گرانشي متقابل در کنار هم جمع شده اند و منظومه ها را می سازند.

## جابه بدوني

در كيهان، صدها ميليارد كهکشان وجود دارد.

## بررسی كهکشان راه شيري

يکي از بزرگ ترين كهکشان هاي شناخته شده، كهکشان راه شيري است که در شب هاي صاف و بدون ابر در مكانی که آلودگي نوري وجود ندارد، به صورت نواری مه مانند و کم نور شامل انبوهی از اجرام آسماني دیده می شود.



كهکشان راه شيري در آسمان شب  
رصدگاه کوير خارا - اصفهان

عکس مقابل، كهکشان راه شيري در آسمان شب، از رصدگاه کوير خارا در اصفهان تهیه شده است.

برای تهیه تصاویر از كهکشان راه شيري:

در شب هاي صاف و بدون ابر با استفاده از دوربین عکاسي که ديافراگم آن باز می باشد و به دور از آلودگي نوري (نور ماه و نور شهرها) می توان تصاویری از كهکشان راه شيري تهیه کرد.

Milky Way Galaxy -۱  
Big Bang -۲

## ماجراهای من و درسام - زمین شناسی



یک کهکشان مارپیچ، مانند کهکشان راه شیری

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

همه ستاره‌هایی که شب در آسمان مشاهده می‌کنیم، 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 می‌چرخد. خورشید و ستارگان، حول مرکز کهکشان در حرکت هستند (به شکل مقابل دقت کنید).

به فاصله‌ای که نور در طول یک سال در خلاء‌طی می‌کند، یک سال نوری می‌گویند.

(تقریباً معادل  $10^{12} \times 5$  km است.)

**علت نام‌گذاری کهکشان راه شیری**

وجود نواری مدهمانند و کم‌نور شامل انبوی از ستارگان و اجرام آسمانی در شب‌های تاریک و به دور از هرگونه آلودگی نوری است.

**منظومه شمسی**

منظومه شمسی: شامل خورشید، هشت سیاره، سیارک‌ها، قمرها، دنباله‌دارها 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 ظاهری خورشید از سمت شرق به غرب است، پرسشی مهم مطرح می‌شود!

**پرسش:** آیا زمین، مرکز جهان است و سایر اجرام به دور آن می‌گردند؟

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

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

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

**نظریه اول (نظریه زمین‌مرکزی)**

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 دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.

**ایرادهای وارد شده بر نظریه زمین‌مرکزی**

با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر درست یافته‌های علمی توسط برخی از دانشمندان ایرانی از جمله: ابوسعید سجزی خواجه نصیرالدین طوسی ایرادهایی بر نظریه زمین‌مرکزی وارد کردند.

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

**نظریه دوم (نظریه خورشید مرکزی)**

نیکلاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی در سال ۱۵۴۳ که ریاضیات را به خوبی می‌دانست، با مطالعه دقیق حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشید مرکزی را بیان کرد. نظریه خورشید مرکزی به شرح زیر است:

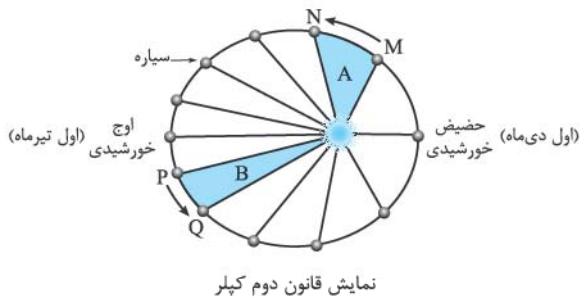
زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.

حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است.

پس از کوپرنیک، یوهانس کپلر، ریاضی‌دان آلمانی در سال ۱۶۰۵، با بررسی‌های دقیق‌تر، قوانین خود را مطرح کرد. وی با مطالعات بیشتر دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی، به دور خورشید در حرکت می‌باشند. کپلر موفق شد سه قانون را برای حرکت سیارات کشف کند.

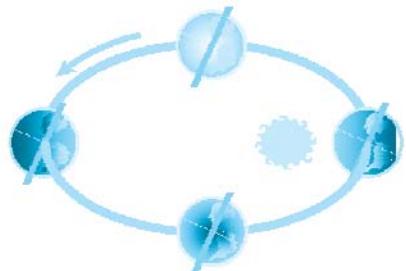
**قانون اول**

هر سياره، چنان به دور خورشيد می‌گردد که خط فرضی اتصال دهندهٔ سياره به خورشيد، در مدت زمان های مساوی، مساحت های مساوی ايجاد می‌کند.



نمایش قانون دوم کپلر

هر سياره در مداری بيضوي، چنان به دور خورشيد می‌گردد که خورشيد همواره در يكى از دو کاتون مدار بيضوي قرار دارد.



نمایش قانون اول کپلر

**قانون سوم**

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

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

**نکته** هر چه فاصلهٔ سياره از خورشيد بيشتر باشد، مدت زمان گرداش كامل آن به دور خورشيد، طولانی تر می‌شود.

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

**نکته** فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشيد معادل  $150 \times 10^9$  کيلومتر است که در اصطلاح ستاره‌شناسي به آن «واحد نجومي» گفته می‌شود.

فاصله‌اي که نور در طول يك سال طی می‌کند را سال نوري می‌گويند. با اين واحد، فاصلهٔ خورشيد تا زمین  $\frac{1}{3}$  دقيقه نوري است. (با مدت زمانی که نور خورشيد به زمین می‌رسد حدود  $\frac{1}{3}$  دقيقه نوري است).

**سوال** اگر مدار سياره‌اي در فاصلهٔ  $600$  ميليون کيلومتر خورشيد قرار داشته باشد، زمان گرداش آن به دور خورشيد چند سال است؟

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

$$p^3 \propto 4 \times 150 \times 10^9$$

$$d \propto 4$$

$$p^3 \propto 4^3$$

$$p \propto 8$$

$$d = 600 \text{ ميليون سال} = 4 \times 150 \times 10^9$$

**حرکات زمین**

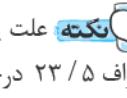
حرکت وضعی: چرخش زمین به دور محورش است که اين چرخش در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت و در مدت زمان ۲۴ ساعت انجام می‌شود.



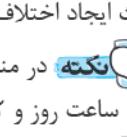
حرکت انتقالی: گرداش زمین بر روی مدار بيضوي به دور خورشيد است که در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود.



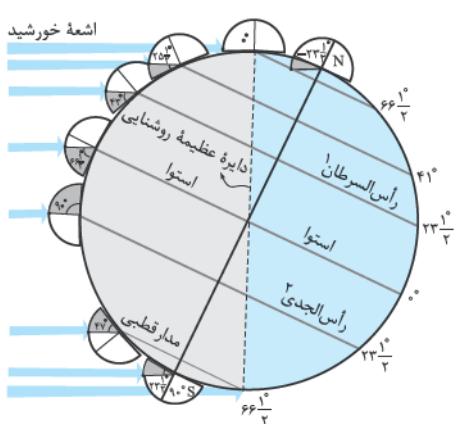
**نکته** علت پیدايش شب و روز: حرکت وضعی زمین است. انحراف  $23\frac{1}{2}$  درجه‌اي محور زمین، نسبت به سطح مدار گرداش زمین به دور خورشيد، باعث ايجاد اختلاف مدت زمان روز و شب در عرض‌های جغرافيايي مختلف می‌شود.



**نکته** در مناطق استوائي طول مدت روز و شب در تمام مدت سال با هم برابر است. ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب



**نکته** با افزایش عرض جغرافيايي، اختلاف طول مدت روز و شب بيشتر می‌شود.



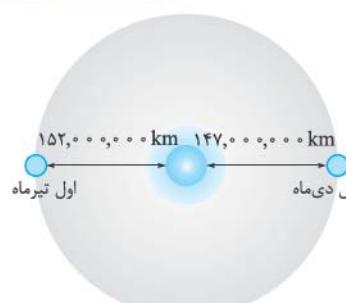
مقدار انحراف محور زمین و تأثير آن

در مقدار زاوية تابش خورشيد در عرض‌های جغرافيايي مختلف

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

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

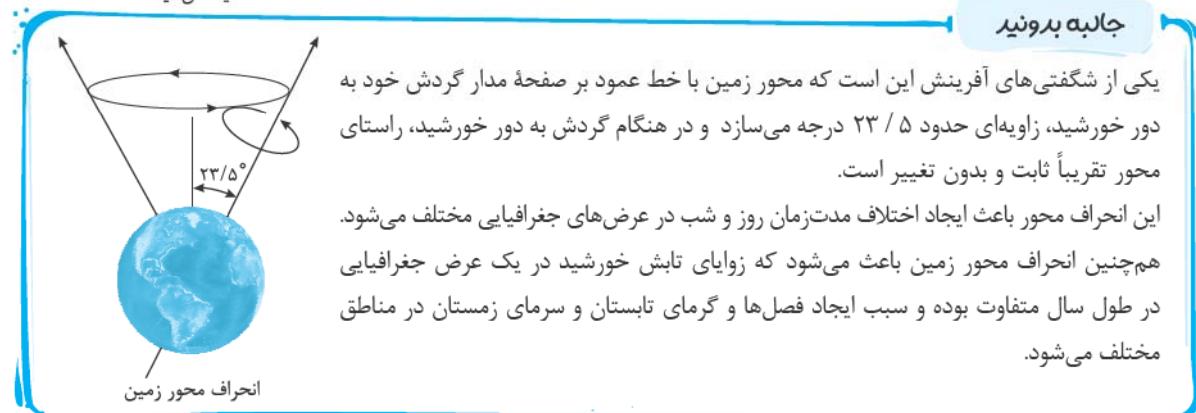
## ماجراهای من و درسام - زمین شناسی



**نکته** به میانگین فاصله خورشید از زمین که حدود  $1\times 150$  کیلومتر است، یک واحد نجومی گفته می‌شود.

**نکره** البته این مقدار در اول تیرماه (اج خورشیدی) به حداقل مقدار خود ( $1\times 152$  کیلومتر) و در اول دیماه (حضیض خورشیدی) به حداقل خود ( $1\times 147$  کیلومتر) می‌رسد.

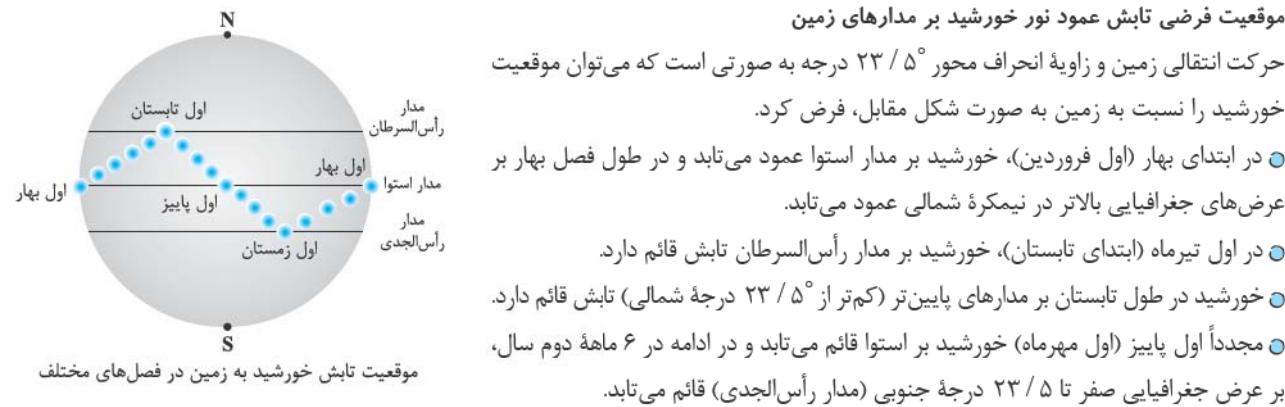
فاصله زمین نسبت به خورشید در طول سال یکسان نیست.



- پیدایش فصل‌ها: ناشی از حرکت انتقالی زمین + انحراف  $23.5^\circ$  درجه‌ای محور زمین است. به علت انحراف محور زمین، زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی نیز در طول سال تفاوت دارد که این تفاوت زاویه، باعث ایجاد فصل‌ها در مناطق مختلف زمین می‌شود.

موقعیت فرضی تابش عمود نور خورشید بر مدارهای زمین حرکت انتقالی زمین و زاویه انحراف محور  $23.5^\circ$  درجه به صورت شکل مقابل، فرض کرد.

- در ابتدای بهار (اول فروردین)، خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد و در طول فصل بهار بر عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکره شمالی عمود می‌تابد.
- در اول تیرماه (ابتدای تابستان)، خورشید بر مدار رأس‌السرطان تابش قائم دارد.
- خورشید در طول تابستان بر مدارهای پایین‌تر (کمتر از  $23.5^\circ$  درجه شمالی) تابش قائم دارد.
- مجدداً اول پاییز (اول مهرماه) خورشید بر استوا قائم می‌تابد و در ادامه در ۶ ماهه دوم سال، بر عرض جغرافیایی صفر تا  $23.5^\circ$  درجه جنوبی (مدار رأس‌الجدى) قائم می‌تابد.



## خود را بیار ماییز

وضعیت فصل‌ها با در نظر گرفتن انحراف محور چرخش زمین، زمانی که زمین به دور خورشید می‌گردد، نیمی از آن مثلاً نیمکره شمالی به سمت خورشید متمایل شده است و نیمکره جنوبی برعکس آن است. در این حالت نور خورشید به نیمکره شمالی تقریباً عمود می‌تابد و انرژی بیشتری به این قسمت می‌رسد و در این حالت در نیمکره شمالی تابستان است. در همین حال، نور خورشید با زاویه تابش بیشتری به نیمکره جنوبی می‌تابد و انرژی کمتری به نیمکره جنوبی می‌رسد و بنابراین در آن جا زمستان است.

جهت تشکیل سایه اجسام در نیمکره شمالی در هنگام ظهر نجومی که خورشید دقیقاً در جهت جنوب است، رو به شمال تشکیل می‌شود و در نیمکره جنوبی در این زمان، رو به جنوب ایجاد می‌شود.

در طول یک سال در ابتدای بهار (اول فروردین) و اول پاییز (اول مهر)، خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد.

## سؤالهای امتحانی

درست نادرست

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

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

۱- دانشمندان پیدایش جهان را با نظریه خورشیدمرکزی توضیح می‌دهند.

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

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

۴- اولین بار کوپرنیک، برای گردش سیاره‌ها به دور خورشید مدارهای بیضی‌شکل پیشنهاد داد.

۵- فاصله خورشید تا زمین، معادل ۸ دقیقه نوری است.

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

رجاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.

۷- یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته شده، کهکشان ..... است.

۸- شکل کهکشان راه شیری ..... است.

۹- منظومه شمسی در کهکشان راه شیری در لبه یکی از ..... آن قرار دارد.

۱۰- در قانون سوم کپلر، زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید، با افزایش فاصله از خورشید ..... می‌شود.

۱۱- حرکت ظاهری خورشید از سمت ..... به ..... است.

۱۲- در نظریه زمین مرکزی، ماه، خورشید و ۵ سیاره شناخته شده در مدارهایی ..... به دور زمین می‌گردند.

۱۳- در نظریه خورشیدمرکزی، 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، بین مدار گردش زمین و ..... است.

به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

۱۵- اجزای تشکیل‌دهنده کیهان را نام ببرید.

۱۶- عامل گسترش کیهان چیست؟

۱۷- کهکشان‌ها در چه زمانی تشکیل شده‌اند؟

۱۸- کهکشان را تعریف کنید.

۱۹- منظومه چگونه تشکیل می‌شود؟

۲۰- جهت حرکت ظاهری خورشید را بنویسید.

۲۱- چه زمانی برای عکاسی‌های نجومی مناسب‌تر است؟

۲۲- منظومه شمسی شامل چه اجزاء‌ی است؟

۲۳- نظریه زمین مرکزی را تعریف کنید.

۲۴- قانون دوم کپلر را بنویسید.

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

۲۶- اگر فاصله سیاره‌ای فرضی تا خورشید ۹ برابر فاصله زمین تا خورشید باشد. محاسبه کنید زمان گردش این سیاره به دور خورشید، چند برابر سال زمینی است؟

۲۷- یک قطعه سنگ سرگردان، هر ۲۷ سال یک بار به دور خورشید می‌چرخد. فاصله این قطعه سنگ تا خورشید چند واحد نجومی است؟

۲۸- منظور از انحراف محور زمین چیست؟

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

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

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

به پرسش‌های چهارگزینه‌ای زیر پاسخ دهید.

۳۲- در نظریه زمین مرکزی بعلمیوس، کدام جرم آسمانی از زمین دورتر است؟

(۱) ماه (۲) زهره (۳) مریخ (۴) خورشید

۳۳- 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

۳۴- رابطه بین زمان گردش سیاره‌ها به دور خورشید، نسبت به فاصله آن‌ها از خورشید از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟

$$p \propto d^3 \quad (۱) \quad p^3 \propto d^2 \quad (۲) \quad p^2 \propto d^3 \quad (۳) \quad p \propto d^2 \quad (۴)$$

۳۵- فاصله یک سیارک تا خورشید واحد نجومی است. دورهٔ تناوب آن چقدر است؟

$$25\sqrt{5} \quad (۱) \quad 5\sqrt{5} \quad (۲) \quad 2\sqrt{5} \quad (۳) \quad 5\sqrt{2} \quad (۴)$$

۳۶- کدام یک دربارهٔ فاصلهٔ زمین از خورشید نادرست است؟

- (۱) یک واحد ستاره‌شناسی (۲) ۱۵۰ میلیون کیلومتر (۳) ۸ دقیقهٔ نوری (۴) یکهزارم سال نوری

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

$$365 \quad (۱) \quad 12 \quad (۲) \quad 2 \quad (۳) \quad 2 \quad (۴)$$

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

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

## تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

در حدود ۶ میلیارد سال پیش، با نخستین تجمعات ذرات کیهانی، شکل‌گیری منظومهٔ شمسی آغاز شد.

حدود ۴/۶ میلیارد سال قبل، سیارهٔ زمین به صورت کره‌ای مذاب تشکیل و در مدار خود قرار گرفت.

چگونگی تشکیل نخستین اجزای سنگ (سنگ‌های آذرین): حدود ۴ میلیارد سال پیش با گذشت زمان و سردشدن (انجماد) گوی مذاب اولین سنگ‌های آذرین تشکیل شدند.

تشکیل اتمسفر (هواکره): با فوران آتشفشن‌های متعدد، به تدریج گازهای مختلف O, H, N و گازهایی که از داخل زمین خارج شدند و هواکره در اطراف زمین شکل گرفت. پس از آن، آب تشکیل شد.

تشکیل آب کره: در ادامه، با سردشدن کرهٔ زمین، بخار آب به صورت مایع درآمد و آب کره تشکیل شد.

تشکیل زیست‌کره: با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت تأثیر انرژی خورشید، شرایط برای تشکیل زیست‌کره فراهم شد و زندگی انواع تکسلولی‌ها در دریاهای کم‌عمق آغاز شد.

چگونگی تشکیل نخستین سنگ‌های رسوبی: با وجود آمدن چرخهٔ آب، سنگ‌ها فرسایش یافته، رسوبات و سنگ‌های رسوبی تشکیل شدند.

چگونگی تشکیل نخستین سنگ‌های دگرگونی: با حرکات ورقه‌های سنگ کره و فشار و گرمای زیاد ایجاد شده در مناطق مختلف، اولین سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند.

دانشمندان معتقدند شرایط محیط زیست فعلی به تدریج و در طی صدها میلیون سال مهیا شده است.

### جالبه بروندید

از سوی (NASA) زمان Big Bang، حدود ۸/۱۳ میلیارد سال پیش تعیین شده و کهکشان راه شیری، ۲۰۰ میلیون سال بعد از آن شکل می‌گیرد (یعنی حدود ۶/۱۳ میلیارد سال پیش) و پیدایش منظومهٔ شمسی حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش و اولین آثار حیات حدود ۸/۳ میلیارد سال یافت شده است.

## فصل اول: آفريش كيهان و تکوين زمين

با توجه به شواهد مختلف زمين شناسی، دانشمندان در يافتند 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 پیدایش اولین خزندگان: در حدود ۳۱۲ میلیون سال پیش (اوایل دوره کربونیفر) در زمین ظاهر شده اند. زمان گسترش و فراوانی خزندگان: در طی ۷۰ تا ۸۰ میلیون سال، جثه خزندگان بزرگ تر شد و در تمام سطح کره زمین گسترش یافتند.

## جالبه بدويدي

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

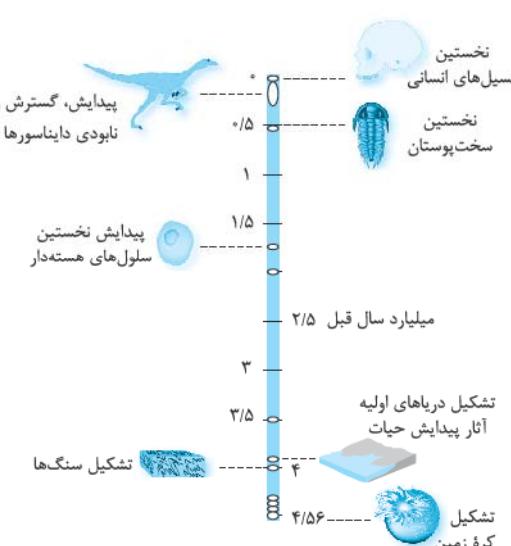
علت گسترش و فراوانی خزندگان: مساعدشدن شرایط آب و هوایی در کره زمین بوده است.  
زمان و علت انقراض دایناسورها: حدود ۶۵ میلیون سال پیش، پس از حکمرانی ۱۸۰ میلیون ساله دایناسورها به علت نامساعدشدن شرایط محیط زیست و عدم سازش و سازگاری دایناسورها با محیط، منقرض شده اند.

## تفسیر کنید:

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

## سن زمین

سن کره زمین، یعنی مدت زمانی که از تشکیل و پیدایش آن می گذرد. 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 زمین شناسی

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

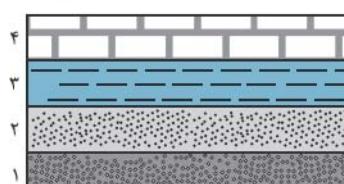
در تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف زمین شناسی، می‌توان از دو روش استفاده کرد.

روش‌های تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌ها در زمین شناسی مقایسه پدیده‌ها نسبت به یکدیگر (سن نسبی) و عناصر پرتوza (عمر سنجی) (سن مطلق).

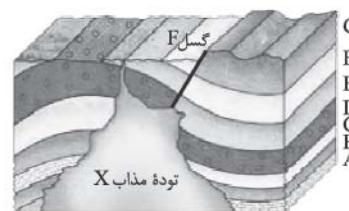
سن نسبی: در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم و تأخیر وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود. در این روش سن سنگ‌ها و پدیده‌ها دقیق مشخص نشده و به صورت «مقایسه‌ای» آورده می‌شود. به عنوان مثال، پیدایش پرندگان بعد از خزندگان بوده است.

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

## ماجراهای من و درسام - زمین شناسی



لایه‌های رسوی افقی



(G) رسوب‌گذاری لایه‌ها (به ترتیب لایه‌های A-G)  
(F) چین خوردگی (گسل)  
(E) شکستگی (گسل F)  
(D) نفوذ توده مذاب X  
(C) فرسایش

**دقیقتگنید:** 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.  
۲ سن مطلق: در تعیین سن مطلق (رادیومتری)، سن واقعی پدیده‌ها با استفاده از عناصر پرتوza اندازه‌گیری می‌شود.

## عناصر پرتوza

هسته بعضی از عناصر، ذرات و انرژی را با نسبتی ثابت از خود آزاد می‌کنند که به این عناصر، پرتوza گفته می‌شود. وقتی یک عنصر پرتوza ماده و انرژی از خود خارج می‌کنند، سرانجام مبدل به عنصری دیگر می‌شود که پرتوza نیست.  
سرعت تخریب مواد پرتوza قابل محاسبه است و هیچ نوع عامل خارجی (گرمای، فشار و ...) بر روی آن‌ها تأثیر ندارد. مواد پرتوza را به عنوان ساعت‌های طبیعی در نظر می‌گیرند.

**نکته:** با تعیین مقدار عناصر پرتوza و غیر پرتوza می‌توان مدت‌زمانی را که از عمر سنگ حاوی آن عناصر گذشته، محاسبه کرد.

## جانبه بروزی

### طرح فروپاشی عناصر پرتوza

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

اورانیم ۲۳۸، عنصری پرتوza 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 پرتوza 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

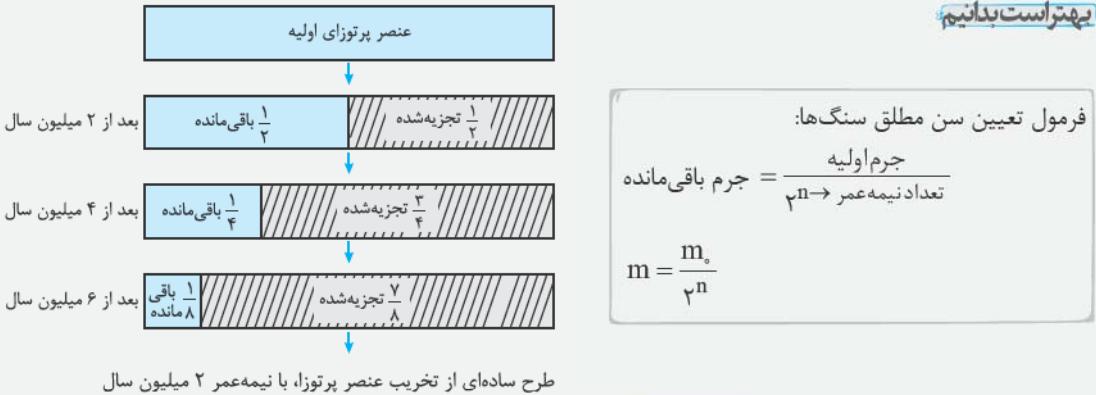
به مدت‌زمانی که نیمی از یک عنصر پرتوza به عنصر پایدار تبدیل می‌شود، نیمه عمر آن عنصر می‌گویند. در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطه زیر می‌توان سن مطلق نمونه‌هایی مانند (سنگ، چوب، استخوان و ...) را تعیین کرد.

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

مدت‌زمان 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 پرتوza، بسیار کند است.

## فصل اول: آفريش كيهان و تکون زمين

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



در جدول زیر، ایزوتوپ‌هایی که در عمرسنگی به روش رادیومتری (عناصر پرتوزا) کاربرد دارند، آورده شده است.

عنصر پایدار	نیمه‌عمر (تقریبی)	عنصر پرتوزا
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	۵۷۳۰ 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 ۲۳۸، به دلیل نیمه‌عمر تقریبی طولانی، مناسب‌تر است.

**نکته** برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان‌های اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود، زیرا نیمه‌عمر تقریبی کوتاه‌تری دارد.

**نکته** اگر مقدار کربن ۱۴ باقی‌مانده در یک نمونه استخوان قدیمی حدود  $\frac{1}{8}$  مقدار اولیه آن باشد، سن استخوان را محاسبه کنید.

$$\text{سال} = \frac{1}{n} \times 5730 = 17190$$

**سؤال**: اگر در نمونه سنگی، مقدار اورانیم ۲۳۸،  $\frac{1}{8}$  مقدار اولیه باشد، چه مدت از عمر آن سنگ گذشته است؟ (نیمه‌عمر اورانیم ۴/۵ میلیارد سال)

$$\text{سال} = \frac{1}{n} \times 5730 = 13500$$

**سؤال**: با استفاده از کربن ۱۴، سن فسیل ماموتی که تنها  $\frac{1}{16}$  ماده پرتوزا را دارد محاسبه کنید.

$$\text{سال} = \frac{1}{n} \times 5730 = 1890$$

**سؤال**: از ایزوتوپ پرتوزا موجود در سنگی، در حال حاضر  $\frac{7}{8}$  آن متلاشی شده است. اگر نیمه‌عمر ایزوتوپ ۵۰۰ سال باشد، از عمر سنگ چند سال می‌گذرد؟

$$\text{سال} = \frac{1}{n} \times 500 = 1500$$

**پاسخ**: براساس فرمول  $m = \frac{m_0}{2^n}$

$$\frac{7}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

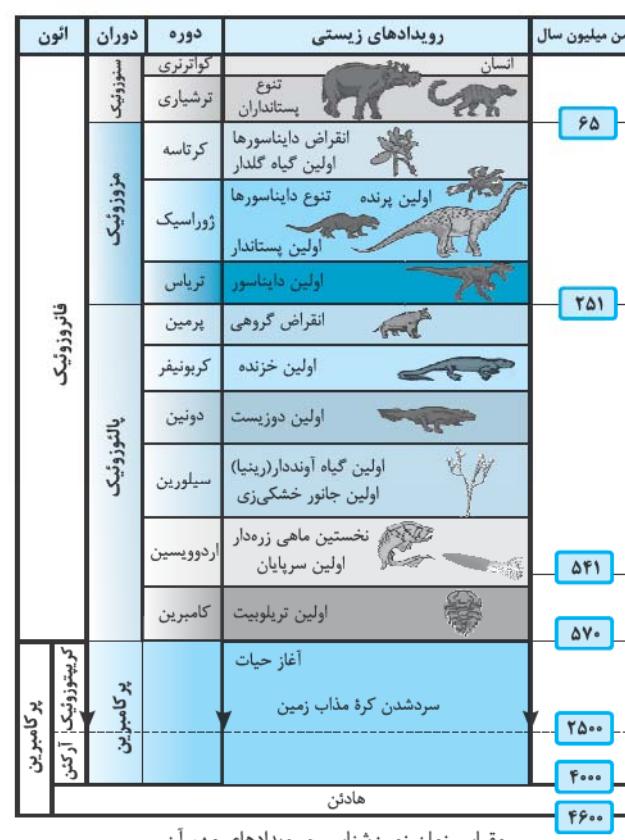
$$\frac{7}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

$$\frac{7}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

$$\frac{7}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

$$\frac{7}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 500 \times 3 = 1500$$

ماجراهای من و درسام - زمین شناسی



## زمان در زمین شناسی

مفهوم زمان در مقیاس‌های مختلفی به کار می‌رود.

raigچ ترین واحد زمان در زندگی روزمره ثانیه است. واحدهای بزرگ‌تر آن عبارت‌اند از: ثانیه → دقیقه → ساعت → هفتاه

ماه → سال → دهه → سده (قرن) → هزاره

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

از جمله: عهد → دوره → اون که واحدهای زمانی

زمین شناسی هستند (جدول زمانی).

● معیارهای تقسیم‌بندی عمر زمین به واحدهای زمانی مختلف:

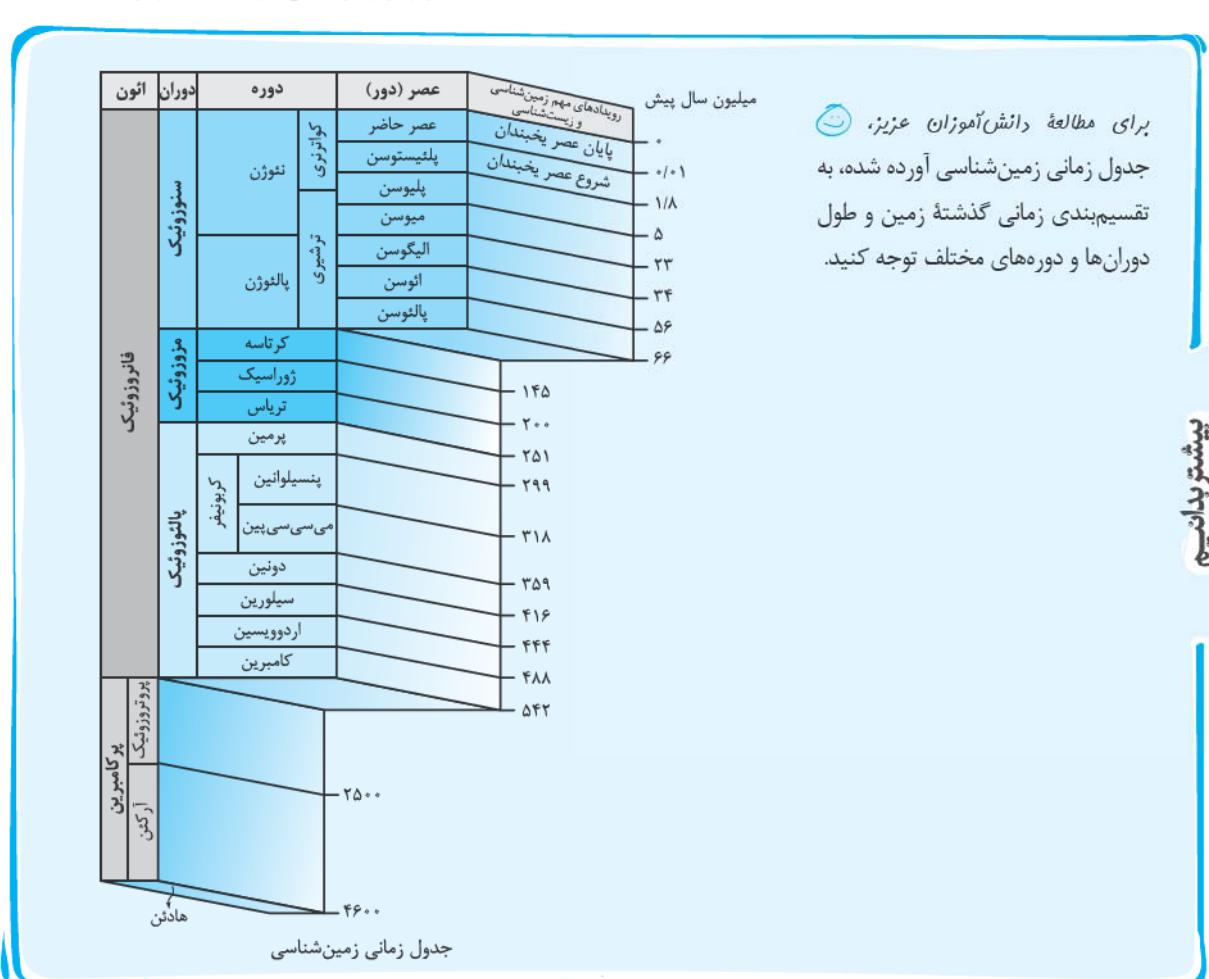
● ظهور یا انقراض گونه خاصی از جانداران

● حوادث کوهزایی

● پیشروی و پسروی جهانی دریاها

● عصرهای یخبندان و ...

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



## زنگ تقریح

جانداران حد واسط



فossil آركوپتريكس

مطالعه آثار و بقایای موجودات زنده زمان‌های گذشته نشان می‌دهد که در مسیر تغییر در گونه‌های جانداران، برخی جانداران حد واسط به وجود آمده‌اند. مثال فسیل خزندۀ پرنده آرکوپتريكس 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.

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

**باذوقی** براساس نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای که در سال‌های گذشته خواندید، سنگ‌کره شامل ۷ ورقه بزرگ و تعدادی ورقه کوچک‌تر است. ورقه‌های سنگ‌کره به دو نوع قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم می‌شوند. البته گاهی ممکن است بخشی از یک ورقه، جنس قاره‌ای و در بخش دیگر از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه هند) و یا در همه‌جا از آب پوشیده شده و از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه اقیانوس آرام) این ورقه‌ها نسبت به هم حرکت می‌کنند.

**نکته** سنگ‌کره قاره‌ای نسبت به سنگ‌کره اقیانوسی ضخامت بیشتر و چگالی کمتری دارد.

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

حرکت ورقه‌های سنگ‌کره به سه شکل مختلف می‌تواند صورت بگیرد:

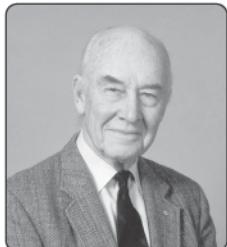
۱ حرکت دورشونده (واگرا) ۲ حرکت نزدیک‌شونده (همگرا)

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

هنگامی که دو ورقه اقیانوسی به هم برخورد می‌کنند، ورقه ضخیم‌تر به زیر ورقه نازک‌تر می‌رود و فرورانش 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 آتش‌شانی، پیدایش جزایر آتش‌شانی، رشته‌کوه‌ها و ... دانست.

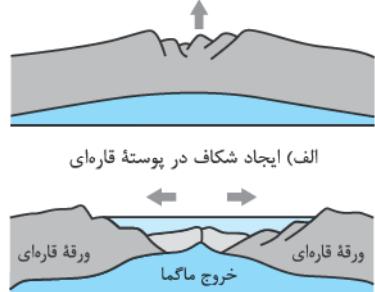


تزو ويلسون

۱۵ آوریل ۱۹۹۳ - ۲۴ اکتبر ۱۹۰۸

تزو ويلسون، زمین‌شناس کانادایی در سال ۱۹۶۵ به دنبال پژوهشی که آلفرد وگنر در جایه‌جایی قاره‌ها و هری هس در مورد گسترش بستر اقیانوس‌ها انجام داده بودند، به کشف مهمی دست یافت. ويلسون، نخستین بار، سازوکار حرکت ورقه‌های تشکیل‌دهنده سنگ‌کره زمین، ورز آن‌ها را عنوان کرد که منجر به ارائه نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای شد. مراحل تشکیل اقیانوس‌ها نیز، توسط وی ارائه شد و بعدها به چرخه ويلسون معروف شد.

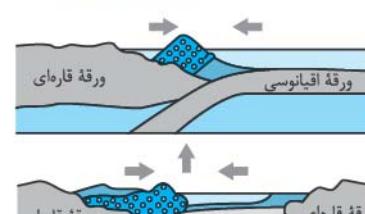
مراحل چرخه ويلسون به شرح زیر می‌باشد:



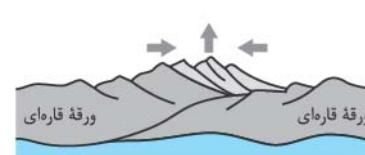
۱ مرحله بازشدگی؛ تحت تأثیر جریان‌های همرفتی خمیرکرده بخشی از پوسته قاره‌ای شکافته می‌شود و مواد مذاب خمیرکرده صعود نموده و به سطح زمین می‌رسند (نمونه‌ای از آن در شرق آفریقا ایجاد شده است).

۲ مرحله گسترش؛ در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب خمیرکرده به بستر اقیانوس رسیده و پشت‌های اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید ایجاد شده و به طرفین حرکت کرده و باعث گسترش بستر اقیانوس می‌شود مانند بستر اقیانوس اطلس، دورشدن آمریکای جنوبی از آفریقا و دریای سرخ (دورشدن عربستان از آفریقا)

## ماجراهای من و درسام - زمین‌شناسی



پ) بسته شدن حوضه اقیانوسی ایجاد شده



ت) برخورد ورقه ها و ایجاد رشته کوه

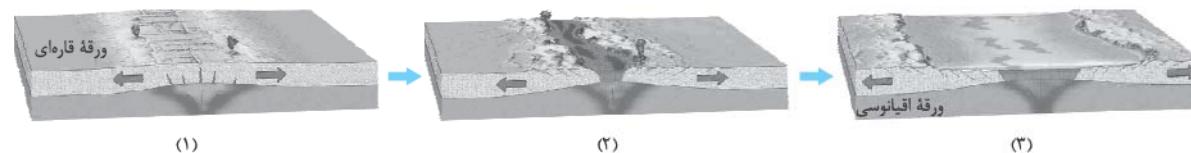
۲ مرحله بسته شدن: در این مرحله، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره ای مجاور خود فرو رانده می شود (درازگودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش در نهایت اقیانوس بسته می شود (مانند بسته شدن اقیانوس تیتیس)

در برخی از اقیانوس ها مانند اقیانوس آرام در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو رانده شده و منجر به درازگودال اقیانوسی و تشکیل جزایر قوسی می شود.

۳ مرحله برخورد: با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه ها، رسوبات فشرده شده و رشته کوه های مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا)، زاگرس (برخورد عربستان به آسیا) و ... را به وجود می آورند.

### عامل بازو بسته شدن اقیانوس ها

عامل بازشدن اقیانوس ها، حرکت واگرایی ورقه ها و عامل بسته شدن، حرکت همگرایی ورقه ها است.



تشکیل اقیانوس جدید

### علت عدم افزایش وسعت سطح زمین

برخورد ورقه های سنگ کره و فرورانش ورقه های سنگ کره

## علم، زندگی، کارآفرینی



دیرینه شناسی: شاخه ای از علم زمین شناسی که به بررسی آثار و بقایای موجودات گذشته زمین می پردازد و بر پایه مطالعه فسیل ها، پیدایش و نابودی آن ها می توان به سن نسبی لایه های زمین و محیط زندگی موجودات در گذشته پی برد.



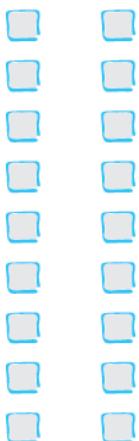
سنجه از دور: علم و فن جمع آوری اطلاعات از عوارض سطح زمین، بدون تماس فیزیکی با آن ها است. سنجش از دور، شامل اندازه گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن از یک نقطه مناسب بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع

امواج الکترومغناطیس هستند، می توانند دارای منابع گوناگونی مانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند. به دست آوردن اطلاعات از سطح زمین و سطح دریاها با استفاده از تصاویر اخذ شده از فراز آن ها، از بخش هایی از طیف الکترومغناطیس که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده اند، انجام می شود. سنجش از دور، از انرژی الکترومغناطیسی بهره می گیرد. قوی ترین منبع تولید کننده این انرژی، خورشید است که انرژی الکترومغناطیس را در تمام طول موج ها، تابش می کند.

متخصصان این رشته ها، در مراکز مانند سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت ملی نفت ایران و ... می توانند در کیفیت بخشی و بهبود اجرای پروژه های اکتشافی و آموزشی، کمک شایانی داشته باشند.

## سوالات امتحانی

درست نادرست



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

-۳۹- اولین سنگ‌های جامد زمین حاصل فرسایش و چرخه آب بوده‌اند.

-۴۰- با خروج گاز‌های مختلف از داخل زمین به صورت تدریجی، هواکره در اطراف زمین تشکیل شد.

-۴۱- با حرکات ورقه‌های لیتوسفری (سنگ‌کرده) اولین سنگ‌های آذربین به وجود آمده‌اند.

-۴۲- در توکوین سیاره زمین، هواکره پس از آب کره شکل گرفت.

-۴۳- با برخورد ورقه‌های سنگ‌کرۂ قاره‌ای، فرورانش صورت می‌گیرد.

-۴۴- در مرحله گسترش چرخه ویلسون، رشته‌کوه هیمالیا به وجود آمد.

-۴۵- در مرحله بسته‌شدن چرخه ویلسون، سنگ‌کرۂ اقیانوسی دچار فرورانش می‌شود.

-۴۶- دریای سرخ حاصل شکاف و گسترش در شرق آفریقا است.

-۴۷- به مدت زمانی که طول می‌کشد نیمی از عنصر پرتوزا به عنصر ناپایدار تبدیل شود، نیمه عمر آن عنصر گفته می‌شود.  
جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید.

-۴۸- در واحدهای زمانی زمین‌شناسی، واحد بزرگ تر ..... نام دارد.

-۴۹- واحد کوچک‌تر دوره در واحدهای زمانی زمین ..... نام دارد.

-۵۰- بعد از دوران مژوزوئیک، دوران ..... قرار دارد.

-۵۱- اولین خزندگان در اوایل دوره ..... در زمین ظاهر شده‌اند.

-۵۲- مقایسه سن پدیده‌های زمین‌شناسی با تعیین سن ..... مشخص می‌شوند.

به سوالات زیر پاسخ دهید.

-۵۳- منظور از روش سن نسبی چیست؟

-۵۴- منظور از روش سن مطلق چیست؟

-۵۵- دلایل اهمیت تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های زمین‌شناسی را بنویسید. (۲ مورد)

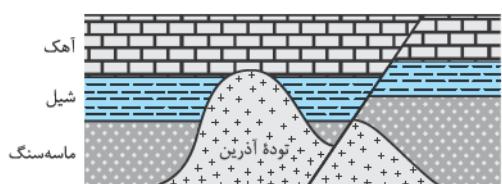
-۵۶- در مرحله نخستین توکوین سیاره زمین به ترتیب چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟

-۵۷- با توجه به شکل مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.

(الف) جوان ترین پدیده زمین‌شناسی را مشخص کنید.

(ب) قدیمی‌ترین لایه رسوی 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»

- ۵۸- به وجود آمدن رشته‌کوه زاگرس
- ۵۹- تشکیل اقیانوس‌های پهناور مانند اقیانوس اطلس
- ۶۰- شکافته‌شدن بخشی از قاره (شرق آفریقا)
- ۶۱- فرورانش سنگ‌کرۂ اقیانوسی



۶۲- جدول زیر را کامل کنید.

رویداد زیستی	زمان (دوره)
تنوع پستانداران	D
C	تریاس
پیدایش اولین دوزیست	B
A	کامبرین

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

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

۶۵- اگر در سنگی مقدار اورانیم  $\frac{1}{8}$  مقدار اولیه آن باشد، مقدار سرب  $20\%$  حاصل از واپاشی چهقدر است؟

۶۶- کدام شاخه از علم زمین شناسی به بررسی تحولات زمین و بقایای موجودات گذشته زمین می پردازد؟

به پرسش های چهار گزینه ای زیر پاسخ دهید.

۶۷- کدام دو دوره متعلق به یک دوران می باشند؟

(۱) کواترنر و کرتاسه

(۳) دونین و اردوبیسین

۶۸- کدام دوره متعلق به دوران پالئوزوئیک نیست؟

(۱) کامبرین

(۲) دونین

(۳) سیلورین

(۴) تریاس

۶۹- نخستین سرپایان، در چه زمانی بر روی زمین ظاهر شده است؟

(۱) اردوبیسین

(۲) پر کامبرین

۷۰- علت تشکیل رشته کوه هیمالیا کدام است؟

(۱) دورشدن ورقه عربستان از آسیا

(۳) برخورد هندوستان به آسیا

(۲) دورشدن ورقه آسیا به هندوستان

(۴) برخورد ورقه عربستان به آسیا

## پاسخ سؤال‌های امتحانی

- |     |  |        |   |        |   |   |
|-----|--|--------|---|--------|---|---|
| -۱۳ | ظاهری  | خورشید | -۱۴   | نادرست | -۱۵   | شامل اجرام آسمانی و پدیده‌های متنوع (کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها و سیاره‌ها و ... ) است. |
| -۱۲ | دایره‌ای   | -۱۱    | شرق - غرب   | -۱۰    | راه شیری  | -۱۰   |
| -۹  | بازوها   | -۸     | مارپیچی   | -۷     | درست  | -۴  |
| -۶  | نادرست   | -۵     | نادرست  | -۳     | نادرست  | -۱  |
| -۳  | درست   | -۲     | گزینه «۲»   | -۴     | گزینه «۴»   | -۱  |
| -۲  | گزینه «۲»  | -۳     | گزینه «۴»   | -۴     | گزینه «۴»   | -۱  |
| -۱  | می‌تابد.   | -۰     | در اول بهار و اول پاییز، خورشید به صورت قائم کشور ایران در نیمکره شمالی واقع است و سایه‌ها در این مناطق رو به شمال هستند.         | -۱     | در اول بهار و اول پاییز، خورشید به صورت قائم              | -۱  |
| -۴۱ | نادرست   | -۴۰    | درست  | -۳۹    | نادرست  | -۴۱   |
| -۴۴ | نادرست   | -۴۳    | نادرست  | -۴۲    | درست  | -۴۴   |
| -۴۷ | نادرست   | -۴۶    | درست  | -۴۵    | درست  | -۴۷   |
| -۵۰ | سنوزئیک  | -۴۹    | عصر   | -۴۸    | اثون  | -۵۰   |
| -۵۲ | نسبی   | -۵۱    | کربونیفر  | -۵۰    | کربونیفر  | -۵۲   |
| -۵۳ | در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم و تأخیر وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.             | -۵۴    | در تعیین سن مطلق در رادیومتری‌ها، سن واقعی پدیده‌ها با استفاده از عناصر رادیواکتیو اندازه‌گیری می‌شود.                            | -۵۵    | بررسی تاریخچه زمین (۱) اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین | -۵۵   |
| -۵۶ | سنگ‌کره ← هواکره ← آب‌کره ← زیست‌کره   | -۵۷    | (الف) گسل خوردگی (ب) لایه رسوبی ماسه‌سنگ  | -۵۸    | مرحله بسته‌شدن مرحله گسترش                                | -۵۹   |
| -۵۸ | مرحله گسترش  | -۵۹    | مرحله بازشدگی   | -۶۰    | مرحله بازشدگی   | -۶۰   |
| -۶۱ | (A) پیدایش نخستین تریلوبیت (B) دونین (C) پیدایش اولین دایناسور (D) ترشیاری                 | -۶۲    | از ۸ گرم کربن ۱۴ ۷ گرم نیتروژن حاصل شده است؛ پس ۱ گرم باقی مانده، یعنی $\frac{1}{8}$ باقی مانده و یا $\frac{7}{8}$ تجزیه شده است. | -۶۳    | نیمه‌عمر $\frac{1}{5}$ سال $1600 \times 3 = 4800$         | -۶۳   |
| -۶۴ | محور زمین با خط عمود بر صفحه مدار گردش خود به دور خورشید زاویه‌ای حدود $5/5$ درجه می‌سازد. | -۶۵    | نیمه‌عمر $\frac{1}{5}$ سال $1600 \times 3 = 4800$   | -۶۶    | دیرینه‌شناسی  | -۶۶   |
| -۶۷ | گزینه «۴»  | -۶۸    | گزینه «۴»   | -۶۹    | گزینه «۴»   | -۶۹   |
| -۷۰ | گزینه «۳»  | -۷۱    | گزینه «۳»   | -۷۲    | گزینه «۳»   | -۷۲   |
| -۷۳ | ۱۷۱۹۰  | -۷۴    | ۱۷۱۹۰   | -۷۵    | $\frac{1}{8} - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$                 | -۷۵   |
| -۷۶ | ۱۷۱۹۰  | -۷۷    | ۱۷۱۹۰   | -۷۸    | ۱۷۱۹۰   | -۷۸   |
| -۷۹ | ۱۷۱۹۰  | -۸۰    | ۱۷۱۹۰   | -۸۱    | ۱۷۱۹۰   | -۸۱   |
| -۸۲ | ۱۷۱۹۰  | -۸۳    | ۱۷۱۹۰   | -۸۴    | ۱۷۱۹۰   | -۸۴   |
| -۸۵ | ۱۷۱۹۰  | -۸۶    | ۱۷۱۹۰   | -۸۷    | ۱۷۱۹۰   | -۸۷   |
| -۸۸ | ۱۷۱۹۰  | -۸۹    | ۱۷۱۹۰   | -۹۰    | ۱۷۱۹۰   | -۹۰   |
| -۹۱ | ۱۷۱۹۰  | -۹۲    | ۱۷۱۹۰   | -۹۳    | ۱۷۱۹۰   | -۹۳   |
| -۹۴ | ۱۷۱۹۰  | -۹۵    | ۱۷۱۹۰   | -۹۶    | ۱۷۱۹۰   | -۹۶   |
| -۹۷ | ۱۷۱۹۰  | -۹۸    | ۱۷۱۹۰   | -۹۹    | ۱۷۱۹۰   | -۹۹   |
| -۹۹ | ۱۷۱۹۰  | -۱۰۰   | ۱۷۱۹۰   | -۱۰۱   | ۱۷۱۹۰   | -۱۰۱  |