بخش ۴

جایگاه زمین

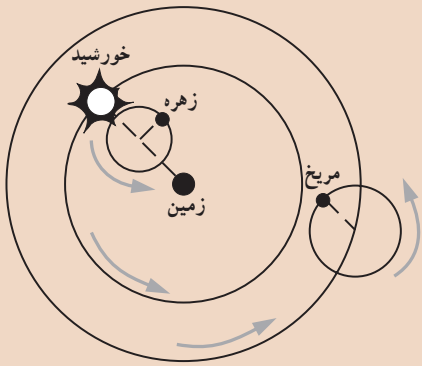
دانش اخترشناسی، سابقه‌ای چندهزارساله دارد. درگذشته انسان‌های کنجکاوی در سرزمین‌های آسیا، افریقا، اروپا و امریکای‌مرکزی، درباره‌ی جهان اطراف خود به تفکر پرداخته و متناسب با نیازهایی که در تشخیص جهت، تغییرفصل و تعیین زمان مناسب برای کشاورزی و غیره داشتند، اطلاعات پرارزش را حاصل آوردند. درواقع، آن مردمان، پیشتازان علم اخترشناسی به‌شمار می‌آیند و برخی از یافته‌هایشان هنوزهم از اعتبار علمی کافی برخوردار است.

۹ منظومه‌ی شمسی

در قرن‌های ۱۶ و ۱۷، علاقه به کسب دانش، تغییرات زیادی را در دانش اخترشناسی پدید آورد. چنان‌که می‌دانید قبل از این‌زمان، طبق نظریه‌ی بطلمیوس زمین در مرکز عالم قرارداشت. درسال ۱۵۴۳، یک اخترشناس لهستانی به‌نام **نیکلاس کوپرنیک** نظریه جدیدی را پیشنهاد کرد که براساس آن، خورشید در مرکز منظومه‌ی شمسی قرار داشت و زمین هم مانند سیّارات دیگر در اطراف خورشید می‌چرخید.

تفسیر کنید

بطلمیوس (دانشمند قدیم، اهل اسکندریه) درسال ۱۵۰ میلادی، پس از مطالعه‌ی عقاید گذشتگان و تلفیق آن‌ها، مدل زمین مرکزی (شکل زیر) را ارائه داد این نظریه حدود ۱۵ قرن موردقبول دانشمندان بود. همچنین مدلی که او از اعضای **منظومه‌ی شمسی** ترسیم کرد، اولین طرح در نوع خود است.



۱ــ این مدل را تفسیر کنید.

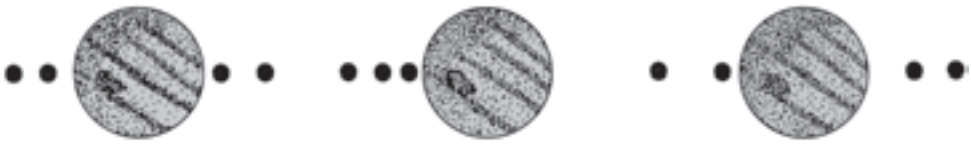
۲ــ با مشاهده‌ی کره‌ی زهره (ستاره‌ی صبح) و مریخ (سیّاره‌ی سرخ) در آسمان شب، علت این‌نوع نتیجه‌گیری را بیان کنید.

کوپرنیک، درمورد علت چرخشی که در ستاره‌ها مشاهده می‌شد، گفت که زمین در حول محور شمالی‌جنوبی به دور خود می‌چرخد.

در حدود سال ۱۶۰۰، گالیله تلسکوپ را اختراع کرد و موفق شد به ماه و بعضی سیّارات نگاه کند. در ۱۶۱۰، کره‌ی ماه که نور خورشید را منعکس می‌کرد، دارای سطح سنگی و ناهموار نشان داده شد، نه صاف و درخشان. اما جالب‌تر از همه، کشف چهار «ستاره‌ی» جدید دراطراف کره‌ی مشتری بود. آنچه گالیله در دفعات متوالی مشاهده کرد، الگویی مانند شکل ۲ ــ ۹ بود.

گالیله　　کوپرنیک

شکل ۱ــ۹



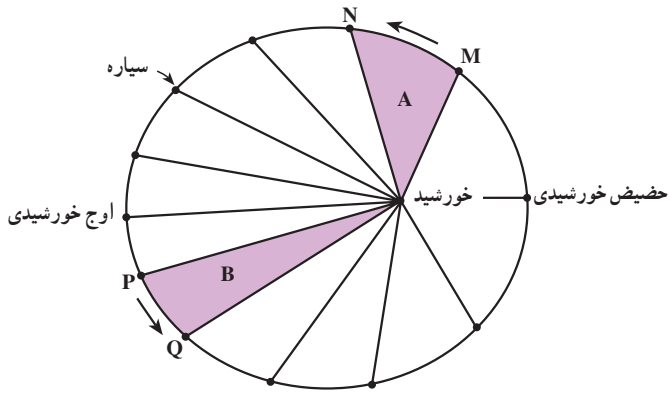
شکل ۲ــ۹ ــ گالیله، قمرهای مشتری را به این صورت‌ها مشاهده کرد. آیا از مقایسه‌ی این حالت‌ها می‌توان به چرخش اقمار در اطراف مشتری پی‌برد؟

شناسایی منظومه‌ی شمسی، رابطه‌ای نزدیک با تکمیل شدن ساختمان تلسکوپ دارد. قبل از قرن هفدهم، تصور می‌شد که در منظومه‌ی شمسی، علاوه بر زمین و ماه، ۵ سیاره‌ی دیگر عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل وجود دارد. شاید توجه زیاد به عدد هفت، مانند ۷ روز هفته، از همین‌جا ناشی شده باشد. اما امروزه می‌دانیم که تعداد سیارات این منظومه ۹ عدد است و علاوه‌برآن، اشیاء و اجرام مختلف دیگری هم در منظومه‌ی شمسی وجود دارند. این مجموعه، تحت‌تأثیر نیروی جاذبه‌ی خورشید، مکانی از فضا را به‌خود اختصاص داده است.

حرکات سیارات

وقتی که **کوپرنیک** فرضیه‌ی خورشیدمرکزی را ارائه داد، تصور می‌کرد که سیارات در مدارهای **دایره**مانند به‌دور خورشید می‌گردند. اما دراوایل قرن هفدهم، یک ریاضیدان آلمانی به‌نام **یوهان‌کپلر**، با مطالعات دقیق خود ابراز داشت که مدار سیارات بیضی‌شکل است نه دایره‌مانند. وی، موفق شد سه قانون زیر را برای حرکت سیارات کشف کند که تأکیدی بر نظریه کوپرنیک بودند :

۱ ــ مدار حرکت همه سیارات به دور خورشید، بیضی است و خورشید در یکی از دو کانون بیضی قرار دارد.



شکل ۳ــ۹ ــ طبق قانون دوم کپلر، مساحت این ۱۲ قسمت، مساوی است.

۲ــ 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 (شکل ۳ــ۹).

۳ــ زمان یک دور گردش سیارات به دور خورشید، با افزایش فاصله‌ی آن‌ها از خورشید زیاد می‌شود و میان این‌دو، رابطه‌ی p^2 معادل با d^3 برقرار است، که در این رابطه p زمان یک دور گردش سیاره بر حسب سال زمینی و d فاصله‌ی این سیاره از خورشید به واحد نجومی (فاصله‌ی متوسط زمین تا خورشید) است.

دلیل فیزیکی این نوع حرکات تا زمان **نیوتن** (۱۷۲۷ ــ ۱۶۴۲) معلوم نشد. نیوتن، قوانین حرکت و جاذبه را کشف کرد و روابط مربوط را در کتاب معروف خود (اصول ریاضیات) در سال ۱۶۸۷ توضیح داد.

ترکیب

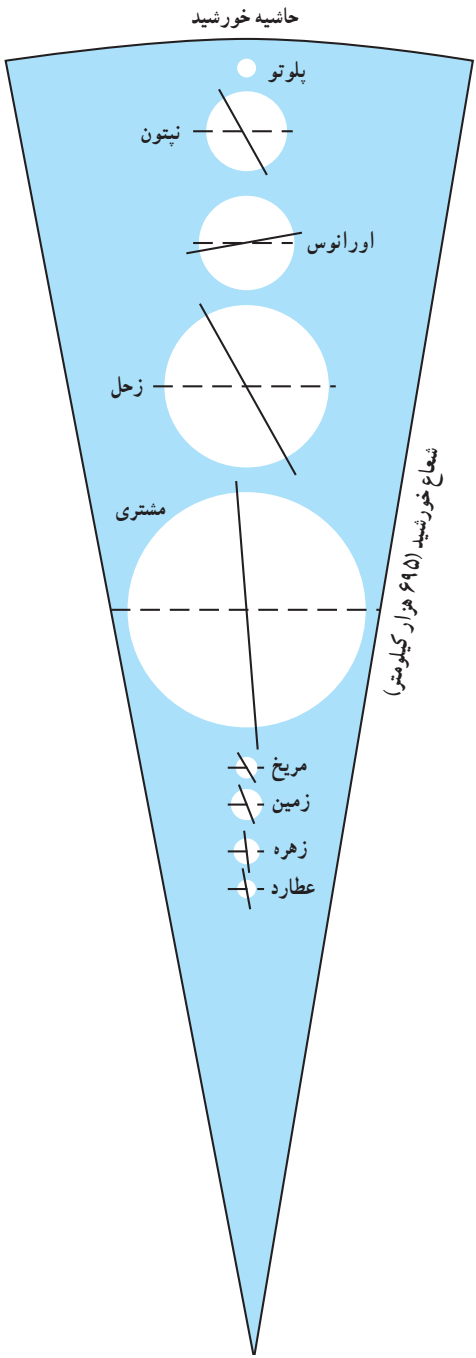
مـوادی که هردوگـروه **سیارات** را تشکیل می‌دهند، براساس نقطه‌ی ذوب، به سه‌گروه **گازها**، **سنگ‌ها** و **یخ** قابل‌تقسیم‌انـد. مواد گازی، آن‌هایی هستنـد که نقطه‌ی ذوبشان به صفر مطلق (۲۷۳- درجه‌ی سانتی‌گراد) نـزدیک است و شامل هیدروژن و هلیم‌انـد. مواد سنگی را بیش‌تر، کانی‌های سیلیکاتی و آهـن تشکیل می‌دهند. نقطه‌ی ذوب ایـن مـواد، از ۷۰۰درجه سانتی‌گراد بـالاتر است. یخ‌هـا، دربیـن ایـن‌دو قـرار دارنـد و شامل آمونیـاک، متـان، دی‌اکسیدکربن و آب‌اند.

سیـارات زمین‌مانند (عطارد، زهره، زمین و مریخ)، از مواد سنگی و فلزی و اندکی گاز تشکیل شده‌اند. سیارات مشتری‌ماننـد، از هیـدروژن و هلیم ساخته شده‌اند و مقـادیر متفاوتی از گروه یخ‌ها (آب، آمونیاک و متان) دارند. البته، تصور می‌رود که در سیارات مشتری مانند، نیز مواد

سنگی و فلزی موجود باشد و این مواد، در هسته‌ی مرکزی و بسیار متراکم آن‌ها قرار گرفته‌اند.

سیارات مشتری‌مانند (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون)، اتمسفرهای بسیارغلیظی دارند که شامل هیدروژن، هلیم، متان و آمونیاک است. درمقابل، اتمسفر سیارات زمین‌مانند، رقیق است. سیارات، طی فرآیند **تبخیر**، مقداری از گازهای خود را ازدست می‌دهند. هرچه دمای اتمسفر سیاره‌ای بیش‌تر و نیروی جاذبه‌ی آن کم‌تر باشد، این فرآیند شدیدتر خواهد بود. گفته می‌شود که هرگاه **سرعت مولکولی‌گاز** به‌حدی که به نام **سرعت‌گریز** موسوم است برسد، تبخیر خواهد شد. درمورد زمین، این سرعت معادل ۱۱کیلومتر برثانیه است. هرجسمی، ازجمله موشک نیز برای آن‌که بتواند از منطقه‌ی جاذبه‌ی زمین دور شود، باید سرعتش از این‌مقدار، فراتر برود (با این‌ترتیب، آیا سرعت‌گریز گازها در سیارات زمین‌مانند زیادتر است یا سیارات مشتری‌مانند؟).

تصور می‌رود ابر متشکل از گاز و غباری که همه‌ی سیارات منظومه‌ی شمسی ازآن منشأ گرفته‌اند، ترکیبی شبیه‌به ترکیب مشتری داشته است. اما البته، سیارات زمین‌مانند تقریباً عاری از گازهای سبک و گروه یخ‌ها هستند. دراین‌صورت، آیا سیارات داخلی، روزگاری از آن‌چه هستند بزرگ‌تر بوده‌اند؟ آیا در گذشته این مواد را دارا بوده و به‌سبب نزدیک‌بودن به خورشید، آن‌ها را ازدست داده‌اند؟



شکل ۴ــ۹ــ سیارات مشتری مانند و زمین مانند. اختلاف اساسی بین آن‌ها چیست؟

شکل ۵ــ۹ــ مشتری و چهار قمر بزرگ آن (مقیاس‌ها رعایت نشده‌اند).

شکل ۶ــ۹ــ زحل و چهار عدد از اقمار آن (مقیاس‌ها رعایت نشده‌اند).

مشخصات سیارات منظومه‌ی شمسی

خصوصیات	عطارد	زهره	زمین	ماه	مریخ	مشتری	زحل	اورانوس	نپتون	پلوتو
قطر	۰/۳۸	۰/۹۶	۱/۰	۰/۲۷	۰/۵۳	۱۱/۲	۹/۵	۳/۷	۳/۵	۱/۰
حجم	۰/۰۶	۰/۸۸	۱/۰	۰/۰۲	۰/۱۵	۱۳۱۸	۷۶۹	۵۰	۴۲	۱/۰
جرم	۰/۰۵	۰/۸۱	۱/۰	۰/۰۱	۰/۱	۳۱۸	۹۵	۱/۵	۱۷	؟
جاذبه	۰/۴	۰/۹	۱/۰	۰/۱۶	۰/۴	۲/۶	۱/۱	۱/۰	۱/۵	؟
گردش انتقالی	۰/۲۴	۰/۶۲	۱/۰	ــ	۱/۹	۱۱/۹	۲۹/۵	۹۴	۱۶۴/۸	۲۴۸
گردش وضعی	۵۸	۲۴۳*	۱/۰	۲۷/۳	۱/۰	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۵*	۰/۶۵	؟
فاصله از خورشید	۰/۳۹	۰/۷۲	۱/۰	۱/۰	۱/۵۲	۵/۲	۹/۵۴	۱۹/۱۸	۳۰/۰۷	۳۹/۴۴
وزن حجمی	۵/۴	۵/۱	۵/۵	۳/۳	۴/۰	۱/۳	۰/۷	۱/۶	۲/۲۵	؟
تعداد اقمار	۰	۰	۱	۰	۲	حلقه ۱۵+	۱۷+	۵	۲	۱
میانگین دما(کلوین)	۹۶۰	۶۰۰	۲۸۷	۳۰۰	۲۸۵	۱۳۵	۱۲۰	۹۰	؟	؟
ترکیب احتمالی		CO_2	N_2، O_2		N_2، H_2O	، H_2، NH_3	NH_3، H_2	CH_4	CH_4	؟
اتمسفر		H_2OCO_2			CO_2	CH_4	CH_4	H_2	H_2	

* حرکت به عقب

ماه، نزدیک‌ترین همسایه ما

کره‌ی ماه، ظاهری متفاوت با زمین دارد. سطح ماه از دره‌های عمیق و کوه‌های بلند پوشیده از سنگ و خاک و تعدادی فرورفتگی تشکیل شده است. این فرورفتگی‌ها حاصل برخورد شهاب‌سنگ‌ها با سطح این کره‌اند. قطر دهانه‌ی این فرورفتگی‌ها از چندصد کیلومتر تا چند سانتی‌متر متغیر است. در روی ماه، نه دریایی وجود دارد، نه رودخانه، نه آب و هوا و ابر. پس صدایی هم به‌گوش نمی‌رسد و اثری از حیات در آن دیده نمی‌شود. سرعت تغییر در سطح ماه، بسیار کم است. در روی زمین، ممکن است در فاصله‌ی چند ساعت بارندگی صورت بگیرد و سیل جاری شود. در بهار و پاییز درختان چهره‌ی سرزمین‌ها را دگرگون می‌کنند. رودها، دریاچه‌ها و کوه‌ها هم درطول قرن‌ها، تغییر کرده‌اند. اما در روی ماه چنین نیست. چهره‌ای که، شب‌ها از ماه می‌بینید، همانی است که هخامنشیان یا شاعرانی چون فردوسی و حافظ دیده‌اند. ماه، الهام‌بخش هنرمندان و شاعران بسیار بوده است. انسان امروزی بر روی آن پا نهاده و سطح آنرا از نزدیک دیده است.

شکل ۷ــ۹ــ تصویری که در سال ۱۹۶۹ از سطح ماه گرفته شده است.

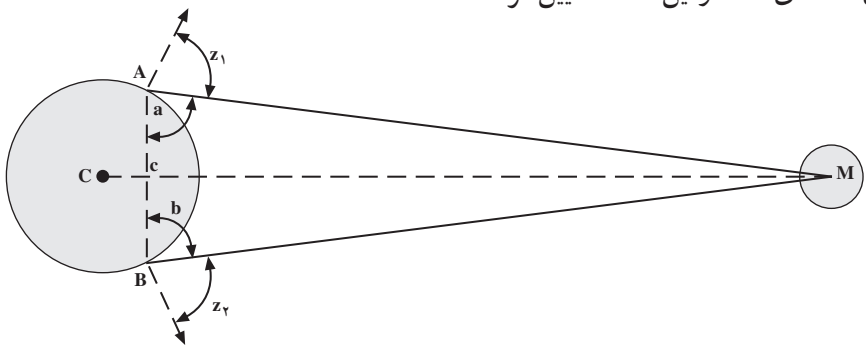
شکل ۸ــ۹ــ منظره‌ی پشت ماه (این منظره از سطح زمین دیده نمی‌شود).

فاصله‌ی ماه تا زمین

به‌علت بیضی بودن مدار گردش ماه به دور زمین، فاصله‌ی آن تا زمین هرلحظه در تغییر است (کمترین فاصله ۳۶۰۰۰۰ کیلومتر و بیش‌ترین فاصله ۴۰۴۸۰۰ کیلومتر است).

تعیین دقیق فاصله‌ی ماه تا زمین، به سال ۱۵۹۰ برمی‌گردد که توسط **تیکوبراهه** اخترشناس دانمارکی صورت گرفت. او دونفر را در دونقطه‌ی مختلف قرارداد تا به‌طور همزمان زاویه‌ی ماه را با

سطح افق اندازه بگیرند (شکل ۹ــ۹). براهه، فاصله‌ی مکانی آن دونفر را تعیین کرده بود (قاعده‌ی مثلث). در این‌صورت، با استفاده از روابط مثلثاتی می‌توان مقدار زاویه‌ی سوم، و طول وتر آن را که همان فاصله‌ی ماه تا زمین است، تعیین کرد.



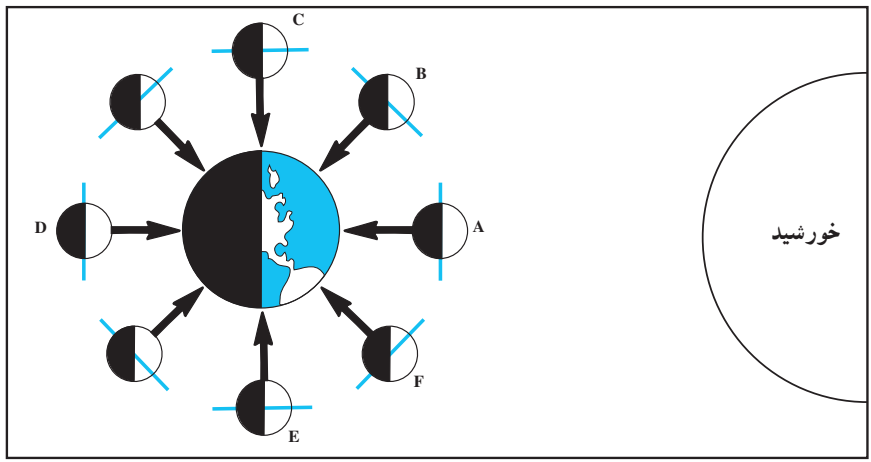
شکل ۹ــ۹ ــ طرز تعیین فاصله‌ی ماه تا زمین به روش تیکوبراهه

● امروزه با استفاده از اشعه‌ی لیزر و رادار، که به سطح ماه رفت و برگشت داده می‌شود، می‌توانند به‌طور دقیق فاصله‌ی ماه تا زمین را تعیین کنند. زمان رفت و برگشت امواج تا ماه (با سرعت نور) به‌طور متوسط ۲/۵ ثانیه است. دراین‌صورت، فاصله‌ی ماه تا زمین چه‌مقدار خواهد بود؟

اَهلّه‌ی قمر

آن مقدار از سطح ماه که توسط آفتاب روشن می‌شود و ما از سطح زمین آن‌را مشاهده می‌کنیم همواره در تغییر است. ماه ازخود نوری ندارد و همیشه نیمی از آن توسط خورشید روشن است، پس ماه از این جهت به‌زمین می‌ماند. درهنگامی که ماه در موقعیت A (شکل ۱۰ــ۹) است، طرف روشن آن روبه زمین نیست و در آسمان مشاهده نخواهد شد. به این حالت، **محاق** گویند. در روزهای بعد (موقعیت B) هنوز بیش‌تر قسمت روشن ماه روبه زمین نیست، اما **هلال** باریکی از آن‌را می‌توان دید که شب به‌شب، به‌علت جابه‌جایی ماه، پهن‌تر می‌شود و سرانجام ۷روز بعد به نیمی از سطح روشن می‌رسد که آن‌را در اصطلاح **تربیع اول** گویند. وقتی که ماه در موقعیت D است، تمام سطح روبه‌زمین آن روشن است. اکنون، چهاردهم ماه یا حالت **بدر** است. البته برای مشاهده‌ی حالت بدر، ما باید در فاصله‌ی خورشید و ماه قرار داشته باشیم. به‌همین‌سبب، طلوع ماه در این‌هنگام با غروب خورشید کمابیش هم‌زمان است.

هفت‌روز بعد، ماه به موقعیت E می‌رسد که بازهم نیمی از سطح آن را می‌بینیم. به این حالت **تربیع‌دوم** می‌گویند. ماه در تربیع دوم، در نیمه‌ی شب طلوع می‌کند و از آن‌پس هرشب به خورشید نزدیک‌تر می‌شود تا آن‌که سرانجام، اندکی قبل از طلوع خورشید، طلوع می‌کند. دراین‌حال نیز هلال



شکل ۱۰ ــ ۹ ــ اهلهٔ قمر. عکس‌ها را با طرح بالا تطبیق بدهید.

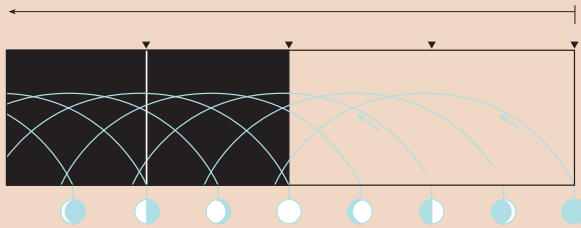
باریکی از ماه مشاهده می‌شود (F) زیرا بیش‌تر قسمت روشنش به سوی خورشید است نه زمین. به مجموعه‌ی این وضعیت‌های ماه **اهلّه‌ی قمر** می‌گویند.

وقتی که ماه درحالت محاق یا بدر است، یعنی با زمین و خورشید در یک راستا قرار می‌گیرد، آب دریاها را بیش‌تر از مواقع دیگر به‌سوی خود می‌کشاند و پدیده‌ی **جزر و مد** شدیدتر می‌شود.

مشاهده کنید

با مشاهده‌ی طلوع و غروب ماه درچند شب متوالی، جدول زیر را کامل کنید.

حالات ماه	طلوع	غروب
هلال		
شب چهارم		
تربیع اول		
شب دهم		
بدر	۶ عصر	۶ صبح
شب هجدهم		
تربیع دوم		
شب بیست‌و پنجم		



فکر کنید

۱ــ اتفاق‌افتادن حالت خورشیدگرفتگی و ماه‌گرفتگی، در کدام حالت از اهله‌ی قمر ممکن است؟

۲ــ آیا فضانوردان هم اهلّه‌ی قمر را مانند ساکنان روی زمین می‌بینند؟

۳ــ چرا همیشه فقط یک‌طرف معین ماه را مشاهده می‌کنیم؟

جمع‌آوری اطلاعات

با مشاهداتی مختصر، نشان داده می‌شود که علت بروز پدیده‌ی جزرومد دریاهای آزاد، دراصل به نیروی جاذبه‌ای بستگی دارد که ماه (و تا حدودی هم خورشید) برزمین وارد می‌کنند. در این‌صورت :

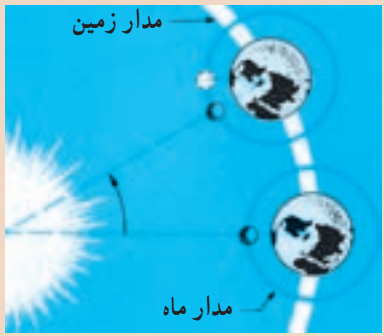
۱ــ در هر نقطه از روی زمین که حالت مد وجود داشته باشد، در نقطه‌ی مقابل آن (با فاصله‌ی ۱۸۰درجه) نیز مد دیگری رخ می‌دهد. علت چیست؟

راهنمایی: از تفاوت در مقدار تأثیر نیروی جاذبه‌ی ماه در نقاط مختلف در روی زمین و فرمول نیوتن استفاده کنید.

۲ــ چرا در بعضی از روزهای ماه، مد شدیدتر و در روزهای دیگر، خفیف‌تر است؟

اگر ماه به‌دور زمین نمی چرخید، بایستی آن را هر روز در یک ساعت معین و در نقطه‌ی معینی از آسمان می‌دیدیم. اما در مدتی که زمین یک‌بار به‌دور خود می‌چرخد، ماه $\frac{۱}{۲۷}$ مسیر خود را به‌دور زمین طی می‌کند (در حدود ۱۲/۵ درجه)، بنابراین، در جایی که روز قبل دیده می‌شد، مشاهده نمی‌شود و باید یک قوس ۱۲/۵ درجه‌ای اضافی را درمدت ۵۰ دقیقه طی کند.

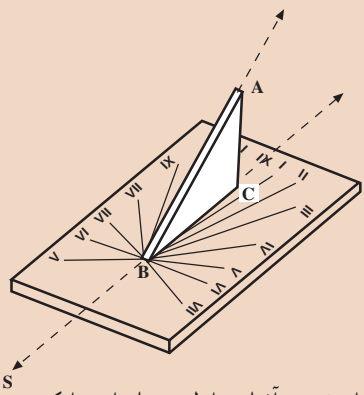
تفسیر کنید



زمان یک‌بار گردش ماه به‌دور زمین ۲۷/۵ روز طول می‌کشد، اما از حالت ماه نو تا ماه نو دیگر، ۲۹/۵ روز طول می‌کشد. علت را با کمک شکل بیابید.

بسازید

هزارها سال مردم از ماه و خورشید به‌عنوان ساعت استفاده کرده‌اند. اگر در وضع حرکات این دوکره در آسمان دقت کنید، خواهید دید که این‌کار چه‌قدر ساده است.



در مورد خورشید، ارتفاع آن در آسمان درنظر گرفته می‌شد، یعنی طول سایه‌ی اجسام قائم در دو ساعت مختلف روز، ملاک تعیین زمان بود.

یک قطعه تخته‌ی مستطیل شکل را به‌عنوان پایه انتخاب کنید و یک قطعه مثلثی شکل را به‌طور قائم روی آن نصب کنید. مثلث باید قائم‌الزاویه باشد. اندازه‌ی زاویه‌ی دوم پایینی را باید طوری انتخاب کنید که وتر مثلث درمحل زندگی شما، رو به **ستاره‌ی قطبی** قرار گیرد (برای یافتن محل این ستاره، رو به شمال بایستید و بعد از غروب آفتاب، اولین ستاره‌ای را که در ارتفاع حدود ۳۰ تا ۴۰درجه پیدا می‌شود، بیابید. برای کسب اطلاع دقیق، به صفحه‌ی ۱۲۶ رجوع کنید. درضمن، روی همه نقشه‌های جغرافیایی، عرض نقاط مختلف مشخص شده است). بهترین زمان برای ساختن و مدرج کردن این ساعت، ماه‌های اردیبهشت و خرداد، یا آبان و آذر است.

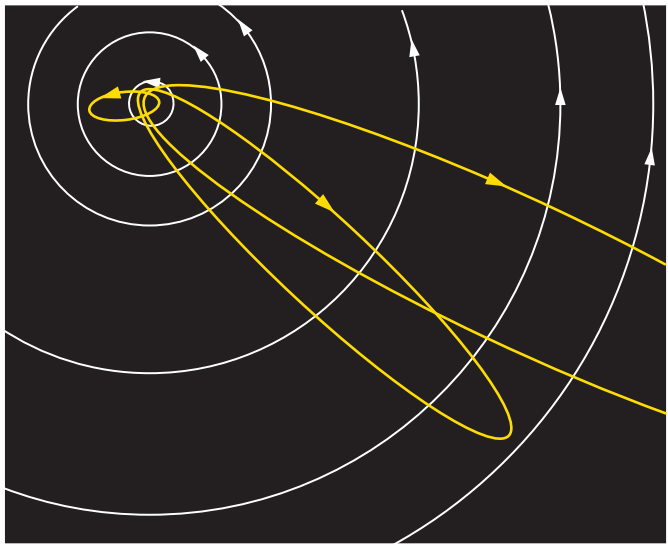
اجزای کوچک‌تر منظومه‌ی شمسی

در شب‌های صاف، حتماً متوجه خطوط درخشان و گذرایی شده‌اید که در زمینه‌ی آسمان پرستاره ظاهر می‌شوند و ازمیان می‌روند. این شهاب‌ها قطعات سنگ‌هایی هستند که در فضا سرگردانند و ضمن حرکت، با جوّ فوقانی زمین برخورد می‌کنند و حاصل اصطکاک آن‌ها، تولید حرارت زیاد، سوختن و نورانی شدن است. اگر شهابی چنان بزرگ باشد که بتواند با سطح زمین برخورد کند، در

این‌صورت **شهاب‌سنگ** نامیده می‌شود. همه‌ساله، مقداری شهاب‌سنگ در نقاط مختلف زمین (و اغلب در دریا) فرود می‌آید.

دنباله‌دارها : به مجموعه‌ای از سنگ‌ریزه، غبار و گازهای منجمد معلق‌درفضا دنباله‌دار می‌گویند. مدار حرکت دنباله‌دارها بیضی بسیار کشیده است که گاهی از حاشیه‌ی منظومه‌ی شمسی نیز خارج می‌شود. معروف‌ترین دنباله‌دار که به‌اسم کاشف آن **هالی** نامیده شده است، هر ۷۵سال یک‌بار ظاهر می‌شود. آخرین باری که این دنباله‌دار به زمین نزدیک شد سال ۱۹۸۵ بود.

تصور می‌رود که در سال ۱۹۰۸، یکی از دنباله‌دارها در سرزمین سیبری فرود آمده و به یک منطقه‌ی جنگلی برخورد کرده و درختان را تا شعاع ۳۰کیلومتری سوزانده است.



شکل ۱۱ــ۹ــ موقعیت دنباله‌دار، در حین گردش به دور خورشید