

# پودمان ۴

## ناوبری نجومی



## واحد یادگیری ۴

### ناوبری نجومی

#### آیا تا کنون پی برده‌اید

- کاربرد اجرام آسمانی و صور فلکی در دریانوردی چیست؟
- کاربرد مؤلفه‌های نجومی چیست؟
- تفاوت اجرام آسمانی با یکدیگر در چیست؟
- جهت‌یابی به کمک اجرام آسمانی به چه صورتی انجام می‌گیرد؟
- کره ماه دارای چه ویژگی‌هایی است و چه نقشی در پدیده‌های کره زمین دارد؟
- کاربرد زمان در دریانوردی چیست؟

#### استاندارد عملکرد

ناوبری نجومی علمی است که دو رشته علم دریانوردی و نجوم را به هم پیوند می‌زند. ناوبری نجومی در دریا به‌طور گسترده در کشتی‌رانی در دریا‌های آزاد و به خصوص، در زمانی که امکان استفاده از سامانه‌های پیشرفته امروزی برای هدایت شناور وجود ندارد، استفاده می‌شود. انتظار می‌رود در پایان این فصل، هنرجویان بتوانند درک، شناخت و قدرت تشخیص برخی از اجرام آسمانی را داشته باشند و با استفاده از مؤلفه‌های نجومی برخی از آنها در شرایطی همچون اختلال در سامانه‌ها که نمی‌توان از سایر تجهیزات ناوبری استفاده نمود، به‌کارگیری اصولی و علمی ناوبری نجومی، با اعتماد به نفس و آرامش خاطر بیشتر به دریانوردی خود ادامه دهند.

تعیین موقعیت و هدایت شناور با مشاهده (رصد) اجسام سماوی مانند خورشید (Sun)، ماه (Moon)، سیارات (Planets) و ستارگان (Stars) را ناوبری نجومی گویند. در صورتی که امکان استفاده از تجهیزات پیشرفته یا روش‌های دیگری برای تعیین موقعیت وجود نداشته باشد، می‌توان با استفاده از روش سنتی ناوبری نجومی، موقعیت شناور را به‌دست آورد.

از آنجایی که ایرانیان از پیشگامان عزیمت به اقیانوس‌ها و دریاهای دوردست بودند، در علم ناوبری نجومی نیز از پیش‌قراولان عرصه شناخت آسمان گیتی و استفاده از اجرام آسمانی برای هدایت شناور خود به سوی مقصد در شبانه‌روز بودند. گواه ریشه‌دار بودن علم ناوبری نجومی در تاریخ کهن ایران زمین، وجود اسطرلاب به عنوان ابزاری جهت رصد اجرام آسمانی برای دریانوردان کهن ایرانی است.

## بررسی اجرام سماوی و مؤلفه‌های نجومی آنها

### بررسی اجرام سماوی

فضا از کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستارگان، سیارات و بسیاری اجرام آسمانی دیگر انباشته شده است. پاره‌ای از آنها همچون دنباله‌دارها ستارگان نوترونی، سیارک‌ها، قمرها، سیاه‌چاله‌ها، کوتوله‌های سفید، و غیره به‌وسیله دانشمندان شناسایی شده‌اند، ولی ما تنها از برخی سیاره‌ها و ستارگان درخشان و قابل رصد در ناوبری نجومی بهره می‌گیریم.

جدول ۱

تصویر	اجرام آسمانی و خصوصیات آنها
	<b>ستارگان (Stars):</b> اجرامی بسیار بزرگ، متشکل از گازهای بسیار گرم هستند که به‌همین دلیل آنها را در آسمان نورانی و درخشنده می‌بینیم. نوع رنگ ستاره، معرف دما و درخشندگی آن است. ستارگان برحسب دمای کاهشی خود از رنگ آبی به‌عنوان داغ‌ترین ستارگان به آبی مایل به سفید، سفید مایل به زرد، نارنجی مایل به قرمز و در نهایت قرمز ختم می‌شوند.
	<b>سیارات (Planets):</b> اجرام جامد و بزرگی هستند که به دور یک ستاره همچون خورشید در یک منظومه چون منظومه شمسی می‌گردند. بزرگ‌ترین سیاره منظومه شمسی، مشتری، دارای جرمی معادل یک هزارم جرم خورشید است.

تصویر	اجرام آسمانی و خصوصیات آنها
	<p><b>اقمار:</b> قمرها اغلب از اجتماع و تمرکز دیسک‌های غبار و گاز در پیرامون سیاره‌ها درست می‌شوند. شش سیاره از نه سیاره بزرگ هر کدام یک یا چند قمر دارند که به دور آنها می‌چرخند. ماه در واقع قمر سیاره زمین است.</p>
	<p><b>ستارگان دنباله‌دار:</b> اجرام سماوی که گه‌گاه ظاهر می‌شوند. هر ستاره دنباله‌دار از یک مسیر نورانی و دنباله طولیلی تشکیل شده است. سر آن ممکن است به بزرگی خود خورشید و دم آن نیز در حدود چندین صد میلیون کیلومتر باشد. مشهورترین آنها ستاره دنباله‌دار هالی است.</p>
	<p><b>شهاب‌وارها:</b> اکثراً گروهی از این شهاب‌ها به طرف زمین حرکت می‌کنند و در جو آن به دام میدان مغناطیسی حاکم بر کره زمین می‌افتند. ستاره‌ها و سیاره‌های بزرگ از تراکم گازها و غبارهای میان ستاره‌ای ایجاد می‌گردند و دلیل آن همان نیروی جاذبه موجود بین ذرات منفرد است و چون نیروی جاذبه متوجه به مرکز جسم جذاب است، لذا پدیده‌های تراکمی الزاماً کروی هستند.</p>

## تشخیص سیاره از ستاره

شناخت سیارات از ستاره‌ها بدون داشتن علم لازم برای عموم مردم کاری سخت و دشوار است. در ادامه تعداد محدودی از روش‌های ساده تشخیص ستاره از سیاره را می‌آوریم.

سیارات با نور پایدار می‌درخشند، ولی نور ستارگان هم از لحاظ رنگ و هم از لحاظ روشنایی به سرعت تغییر می‌کند.

سیارات در آسمان حرکت می‌کنند و محل آنها تغییر می‌کند، ولی ستارگان نسبت به هم دارای مکان‌های تقریباً ثابتی هستند.

سیارات هنگام رصد با تلسکوپ‌ها به صورت قرص نورانی بزرگ دیده می‌شوند؛ در صورتی که ستارگان به صورت نقاط روشن به نظر می‌رسند.

سیارات را می‌توان در نواحی باریکی از آسمان مشاهده کرد، ولی ستارگان را می‌توان در هر قسمتی از آسمان یافت.

مشخصات و ویژگی‌های (نام یا نام‌ها، فاصله از خورشید، طول روز، تعداد قمر، طول سال و ...) هر یک از سیاره‌های منظومه شمسی (Solar System) را بررسی کنید و آن را به صورت پرده‌نگار در کلاس ارائه نمایید.

کار در منزل





ضمن مطالعه تاریخی ابزار نجوم کهن ایران زمین، مطالب خود در مورد اسطراب را با استفاده از پرده‌نگار با هم کلاسی‌های خود در کلاس به اشتراک گذارید.

### سیاره‌های قابل استفاده در ناوبری نجومی:

جدول ۲

شرح	تصویر	نام فارسی	نام انگلیسی
گوی غول‌پیکری آمیخته از گاز و مایع که از ۹۰ درصد گاز هیدروژن و ۱۰ درصد گاز هلیوم تشکیل شده است. بارزترین نمود سطح مشتری، لکه سرخ‌رنگ بزرگ آن است که یک توده گاز چرخان متشکل از کریستال‌های آمونیاک است.		مشتری (برجیس)	Jupiter
این همسایه زمین پس از کره ماه، درخشان‌ترین جرم طبیعی آسمان شب است. به دلیل چرخش بسیار آهسته این سیاره، پدیده فرورفتگی در قطبین و برآمدگی در استوا، موجب گردیده، شکلی بسیار کروی‌تر از زمین داشته باشد.		زهره (ناهید)	Venus
دومین سیاره بزرگ منظومه شمسی جرم بسیار کمی دارد. در آسمان شب، به دلیل اندازه بزرگ، دارای جوی درخشان است. زیبایی آسمان زحل به خاطر نوارهای روشن حلقه‌های اطراف آن و نیز به خاطر قمرهای بی‌شمارش است.		زحل (کیوان)	Saturn
نوری که از خورشید به مریخ می‌رسد، نصف نوری است که زمین دریافت می‌کند؛ بنابراین شرایط از لحاظ نور در مریخ تقریباً مشابه زمستان زمین است. جو مریخ سرخ‌فام است و به همین دلیل در آسمان شب نیز به رنگ سرخ مشاهده می‌شود.		مریخ (بهرام)	Mars

ضمن مطالعه جدول فوق در خصوص مشخصات سیارات منظومه شمسی و تفاوت‌های میان آنها در کلاس با یکدیگر بحث و تبادل نظر کنید.



## بررسی مؤلفه‌های نجومی اجرام سماوی

جهت بر روی کره سماوی، از محل تقاطع راستای بین ناظر و جرم آسمانی بر سطح درونی این کره به دست می‌آید. این تعریف، تعریفی از مکان یک جرم آسمانی روی کره سماوی است درحالی که شعاع این کره کاملاً اختیاری است و اساس نجوم و ناوبری نجومی به کروی بودن این کره و انجام محاسبات هندسی بر روی کره سماوی بستگی دارد.

سه مؤلفه اصلی نجوم برای ثبت موقعیت جرم آسمانی بر روی کره سماوی Dec، G.H.A و Alt است که توضیحات آن در اشکال و جدول زیر آورده شده است.

کار در کلاس



جدول زیر را با توجه به مشخصات مؤلفه‌های نجومی اجرام سماوی در کره سماوی تکمیل کنید:

جدول ۳

ردیف	مؤلفه نجومی	معادل فارسی	شرح
۱	Declination (Dec)	زاویه میل	تعریف زاویه میل، مشابه تعریف عرض جغرافیایی است. عرض جغرافیایی نسبت دوری و نزدیکی هر محل را نسبت به خط استوای زمین نشان می‌دهد و میل هم به همین ترتیب، مکان یک جرم سماوی را نسبت به استوای سماوی نشان می‌دهد. میل از صفر تا ۹۰ درجه - ---- در نیم کره شمالی آسمان و از صفر تا ۹۰ درجه ----- در نیم کره جنوبی آسمان متغیر است.
۲	Greenwich Hour Angle (GHA)	زاویه ساعتی گرینویچ	زاویه بین نصف‌النهار گرینویچ و نصف‌النهار جرم سماوی که از نصف‌النهار گرینویچ در جهت عقربه‌های ساعت (به سمت غرب از صفر تا ۳۶۰ درجه) اندازه‌گیری می‌شود.
۳	Altitude (Alt)	ارتفاع	ارتفاع جرم سماوی از سطح ----- که از صفر تا ۹۰ درجه اندازه‌گیری می‌شود.

North Celestial Pole  
Celestial Sphere  
Star  
North Pole  
North Latitude  
Equator  
East longitude  
South Celestial Pole

North Celestial Pole  
North  
East  
West  
South  
South Celestial Pole

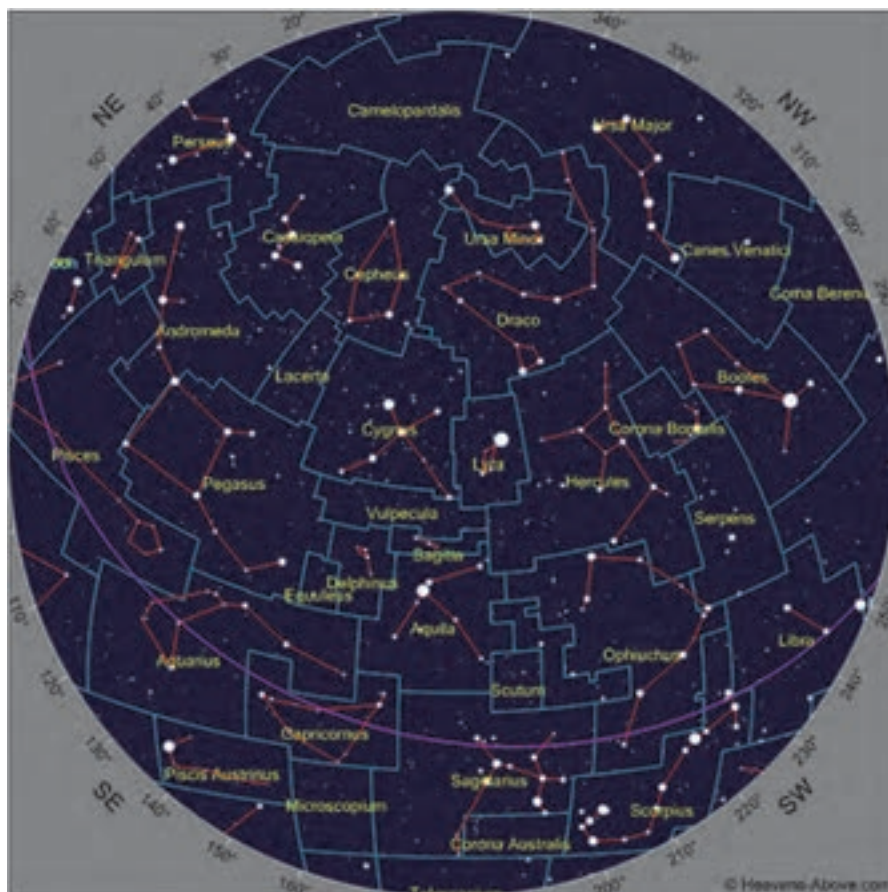


با توجه به تصاویر کره سماوی در جدول فوق، مؤلفه‌های نجومی را مشاهده نمایید و در خصوص سؤالات زیر با همکلاسی‌های خود بحث کنید:  
 استوای سماوی، افق نجومی و زاویه میل ستاره را در تصویر نشان دهید.  
 مقدار تقریبی میل جرم سماوی در تصویر چقدر است؟ علامت آن را مشخص کنید.

### ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد(شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	بررسی اجرام سماوی و مؤلفه‌های نجومی	تجهیزات: ماکت کره زمین و کره سماوی، زاویه‌یاب (سکستانت) مکان: کلاس و کارگاه	در سطح انتظار	۱- بیشتر خصوصیات و ویژگی‌های اجرام سماوی را شرح دهد.	۳
				۲- بیشتر مؤلفه‌های نجومی اجرام سماوی را به طور کامل شرح دهد.	
				۱- برخی از خصوصیات و ویژگی‌های اجرام سماوی را شرح دهد.	
			پایین‌تر از سطح انتظار	۲- برخی از مؤلفه‌های نجومی اجرام سماوی را شرح دهد.	۱





شکل ۱

مردمان باستان تصور می‌کردند که می‌توانند خطوط اصلی چهره‌ها را در ستارگان آسمان شب پیدا کنند. این چهره‌ها معمولاً شکل‌هایی از قهرمانان، اساطیر و خدایان افسانه‌ای، مخلوقات گوناگون و اجرامی بودند که به نظر آنها بر روی زمین اثرگذار هستند. این مفهوم عامیانه، صورت فلکی است. اما در ستاره‌شناسی نوین، لغت صورت فلکی به بخشی از آسمان اطلاق می‌شود که در مرحله اول اشکالی را تداعی می‌کند که هزارها سال پیش برای اولین بار مورد توجه انسان‌های باستان قرار گرفته است.

این مناطق بر روی کره سماوی مانند استان‌ها یا کشورهای مختلف بر روی نقشه‌های زمینی است. در حال حاضر هر نقطه‌ای از آسمان بالای سر ما، حتماً متعلق به یک صورت فلکی است. حد فاصل بین صورت‌های فلکی در قالب خط مستقیم است، ولی شکل‌ها می‌توانند کاملاً غیرمستقارن و غیرهندسی باشند. به هر تقدیر هر صورت فلکی تعدادی از ستارگان آسمان را درون محدوده خود جای می‌دهد.

درک مفهوم صورت فلکی برای ایجاد راحتی در شناخت اجرام و پیدا کردن بخش خاصی از آسمان است. از دید ما، می‌توان تصور کرد که تمام ستارگان درون محدوده یک صورت فلکی از نظر فیزیکی با هم در ارتباطند. از



آنجا که با چشم غیرمسلح نمی‌توان عمق فضا را تشخیص داد، لذا انسان همه ستارگان را در یک صفحه و ظاهراً در یک فاصله و بسیار نزدیک به هم می‌بیند. در حقیقت هر ستاره‌ای می‌تواند در فاصله زیادی نسبت به دیگری قرار گیرد که این جدایی تا صدها و هزاران سال نوری هم می‌رسد.

ضمن تکمیل جدول زیر، مربوط به دوازده برج فلکی، هر هنرجو تصویر صورت فلکی ماه تولد خود، جایگاه هر سیاره در منظومه شمسی نسبت به خورشید و تصویر منظومه شمسی با نحوه قرار گرفتن سیاره‌ها روی مدارهای خود به دور خورشید را ترسیم کند و در قالب پرده‌نگار در کلاس ارائه دهد.

کار کلاسی



نام انگلیسی	نام عربی	نام فارسی	نام انگلیسی	نام عربی	نام فارسی
Aries		قوچ - بره	Libra		ترازو
Capricornus	جدی		Gemini	جوزا	
Tarus	ثور		Leo	اسد	
Cancer	سرطان		Pisces	حوت	
Saqqitarius		کمان	Virgo		دوشیزه
Scorpius		کژدم	Aquarius	دلو	

Ecliptic Plane (دایره البروج): مسیر ظاهری را که خورشید در گردش به دور زمین در مدت یک سال از بین ستارگان طی می‌کند گویند. در واقع این مسیر گردش انتقالی زمین به دور خورشید است. تصویر این مسیر بر کره سماوی از میان دوازده صورت فلکی (Constellation) عبور می‌کند که آنها را برج می‌نامیم. در خصوص مطالب فوق تصاویر مناسبی را تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

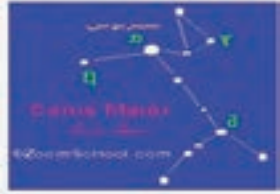
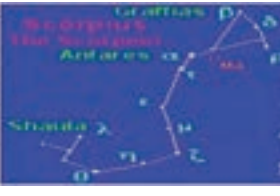



تحقیق کنید



ستاره‌های کاربردی در ناوبری نجومی و صورت فلکی هر ستاره:

جدول ۴

نام ستاره	صورت فلکی	تصویر	شرح
Polaris ستاره قطبی	Ursa Minor دب اصغر (خرس کوچک)		ستاره قطبی شمالی که به وسیله ستاره‌های ملاغهای شکل (دب اکبر) و ستاره‌های W شکل (ذات الکرسی) قابل شناسایی است.

شرح	تصویر	صورت فلکی	نام ستاره
پنجمین ستاره نزدیک به منظومه شمسی است که با توجه به میزان انرژی خروجی اش که ۲۵ برابر خورشید است، درخشانترین ستاره آسمان شب است.		<b>Canis major</b> سگ بزرگ (کلب اکبر)	<b>Sirius</b> (سیریوس) ستاره شباهنگ شعراى یمانی
روشنترین ستاره در صورت فلکی عقرب است و به دلیل سرخ رنگی این ستاره در قیاس با سرخی سیاره مریخ، آن را رقیب مریخ می خوانند.		<b>Scorpius</b> عقرب (کژدم)	<b>Antares</b> آنتارس
دومین ستاره روشن آسمان که در صورت فلکی (اوریون) قرار دارد، یک ستاره بسیار غول آسا با رنگ مایل به قرمز است.		<b>Orion</b> شکارچی	<b>Betelgeuse</b> بتلجیوس
روشنترین ستاره در صورت فلکی اوریون و یکی از درخشانترین ستاره های آسمان شب است.		<b>Orion</b>	<b>Rigel</b> ریگل
چهارمین ستاره پرنور آسمان شب است. در افسانه های ایران باستان ستاره وگا، نگهبان گذرگاه های رشته کوه البرز است.		<b>چنگ رومی</b>	<b>Vega</b> وگا

تصاویر شماتیک صور فلکی معروف که ستارگان قابل استفاده در ناوبری نجومی را در خود دارند، بکشید و به صورت کاغذ دیواری ارائه دهید.

کار در منزل





دلیل علمی اصطلاح معروف «قمر در عقرب» چیست؟

### جهت یابی

یکی از پرکاربردترین و مفیدترین کاربردهای نجوم، در جهت یابی و پیدا کردن جهات اصلی است. اینکه به وسیله ستارگان و صور فلکی بتوان ستاره قطبی را در آسمان یافت و از این طریق درحقیقت شمال و دیگر جهات را پیدا کرد و پس از آن موقعیت کنونی و مسیر آینده خود را تثبیت کرد، هر فردی را به سر شوق خواهد آورد.



جهت یابی به وسیله ستاره قطبی (Polaris):

هرگاه دو ستاره پایانی صورت فلکی دب اکبر (ملاقه) را به هم وصل و پنج برابر فاصله میان دو ستاره را در همان راستا ادامه دهیم، به ستاره قطبی شمالی می‌رسیم.

هرگاه ستاره میانی ذات الکرسی را حدود پنج برابر فاصله دو ستاره یکی از اضلاع W ادامه دهیم، به ستاره قطبی شمالی می‌رسیم

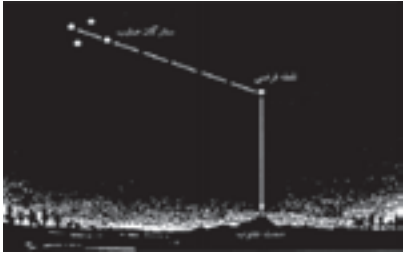
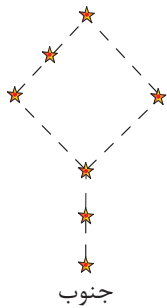
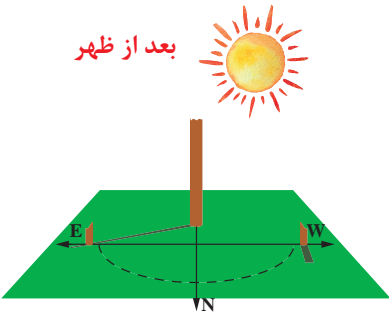

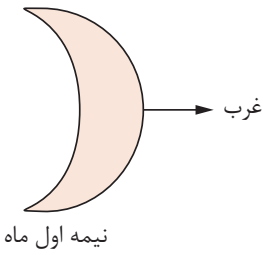
هنرجویان عزیز، برابر توضیحات بالا، تصویر شماتیک دو روش را بر روی کاغذ ترسیم کنید و ضمن احتمال رؤیت در آسمان شب، در جلسه بعد درخصوص تجربه عملی خود در کلاس بحث و تبادل نظر کنید.



با توجه به تصاویر جدول زیر و با مشاوره هم کلاسی‌های خود و هنرآموز، شرح یافتن جهت شمال مربوط به هر تصویر را بنویسید.

جدول ۵

تصویر	شرح

تصویر	شرح
	
	
	
	
	

ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	بررسی صورت‌های فلکی	تجهیزات: نقشه مربوط به صورت‌های فلکی، ماکت کره زمین و کره سماوی مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از سطح انتظار	۱- صورت‌های فلکی قابل استفاده در ناوبری را به طور کامل شرح دهد. ۲- جهت‌یابی به کمک اجرام سماوی را به طور کامل شرح دهد.	۳
			در سطح انتظار	۱- بیشتر صورت‌های فلکی قابل استفاده در ناوبری را شرح دهد. ۲- جهت‌یابی به کمک بیشتر اجرام سماوی (ذکر شده در این بخش) را شرح دهد.	۲
			پایین‌تر از سطح انتظار	۱- برخی از صورت‌های فلکی قابل استفاده در ناوبری را شرح دهد. ۲- جهت‌یابی به کمک برخی از اجرام سماوی (ذکر شده در این بخش) را شرح دهد.	۱



شکل ۲- کره ماه تنها قمر طبیعی زمین

همه سیارات به جز عطارد و زهره دارای قمر هستند. زمین یک قمر دارد که به نام ماه شناخته می‌شود و مریخ دارای دو قمر است. دیگر سیارات منظومه شمسی که از نظر ابعاد خیلی بزرگتر هستند، اقمار بیشتری دارند. مشتری و زحل هر یک به نسبت برابر دارای ۲۵ قمر، اورانوس ۲۱ قمر و نپتون نیز دارای ۱۱ قمر است. برخلاف زمین، در ماه اثری از آب، هوا، میدان مغناطیسی و در یک کلام اثری از زندگی یافت نمی‌شود. جو کره ماه نسبت به جو زمین بسیار رقیق و ناچیز است. به همین دلیل صوت در جو ماه منتقل نمی‌شود و سطح ماه، مکانی خاموش و بی‌صدا است. نبود جو باعث می‌شود که برخلاف زمین که شهاب‌سنگ‌های کوچک و بزرگ از رسیدن به آن در هوا می‌سوزند، در آسمان ماه خبری از سوختن شهاب‌سنگ‌ها نباشد و به آسانی سطح ماه را بمباران شهاب‌سنگی کنند.

ماه برخلاف خورشید از توده گازهای گرم و فروزان ساخته نشده است، بلکه کره جامد و سردی است که از خود نور و روشنایی ندارد. ماه نیز (مانند سیارات) نور خورشید را منعکس می‌کند. با اینکه در شب نور ماه درخشان به نظر می‌رسد، ولی نور و درخشندگی خورشید پانصد هزار بار بیشتر است. ماه تقریباً در هر ۲۷ روز و هفت ساعت یک بار به دور زمین می‌گردد، و در هر گردش فقط یک‌بار به دور خودش می‌چرخد. بنابراین فقط یک طرف ماه رو به زمین است. هنگامی که تمام قرص ماه روشن است، بر روی آن لکه‌های تاریک و نامنظم دیده می‌شود.

### بررسی برخی از خصوصیات کره ماه

- ۱- نزدیک‌ترین جرم سماوی به زمین
- ۲- عملکرد آن به عنوان سپری محافظ برای زمین
- ۳- تأثیرات ماه بر روی زمین (جزر و مد، ماه‌گرفتگی و خورشید گرفتگی)
- ۴- استفاده از ماه به عنوان مبدأ تاریخ (هجری قمری)



شکل ۳

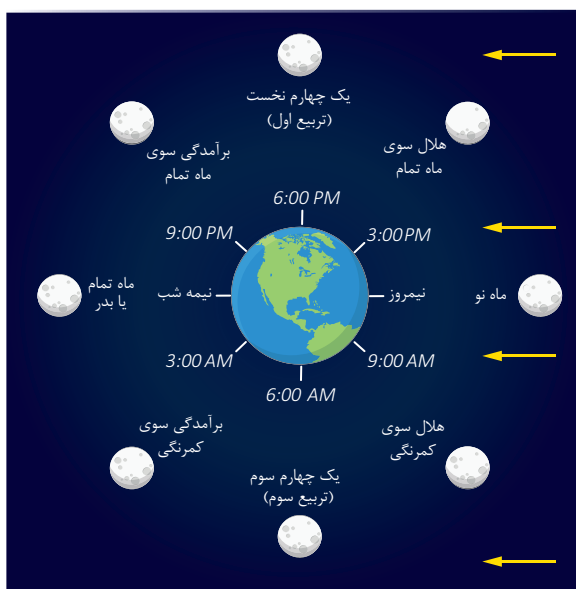
### بررسی تشکیل هلال ماه:

اگر خورشید بر آن روی ماه که به سوی زمین است، به طور کامل بتابد، ماه به صورت قرص کامل و به عبارت دیگر، در حالت بدر مشاهده می‌شود.

اگر نور خورشید فقط قسمتی از آن روی ماه را که به سوی زمین است، در برگیرد، ماه بر حسب میزان تابش نور به صورت هلال باریک نوری، نیم قرص و یا به صورت یک گلوله تقریباً گرد نورانی دیده می‌شود. این پدیده‌های نوری را فازها یا صورت‌های مختلف ماه می‌نامند.

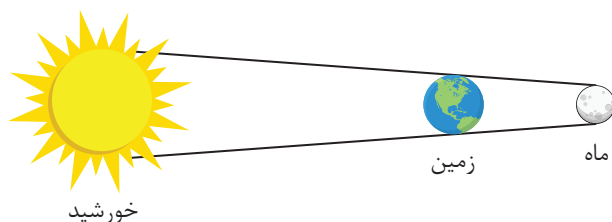
هنگامی که ماه در جهت تابش خورشید قرار گیرد، دیده نمی‌شود و علاوه بر این، خورشید بر آن روی ماه که به سوی زمین است، نمی‌تابد. این وضعیت را ماه نو می‌نامند.

دوره قمری به جایگاه ماه در مدارش به دور زمین و جایگاه زمین در مدارش به دور خورشید وابسته است. در این تصویر، ماه از سوی شمال به زمین می‌نگرد. گردش زمین و مدار ماه هر دو به طور هم‌زمان در اینجا نشان داده شده‌اند. نور خورشید از راست می‌آید آن‌چنان‌که با پیکان‌های زرد رنگ نشان داده شده است.



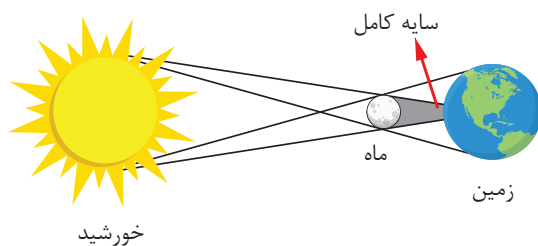
شکل ۴

### بررسی ماه‌گرفتگی (خسوف) و خورشیدگرفتگی (کسوف):





به‌طور کلی گرفتگی زمانی رخ می‌دهد که یک جرم آسمانی به‌طور موقت در مسیر نور یک جرم آسمانی دیگر قرار گیرد. به‌طور میانگین در طول سال ۲ یا ۳ خسوف و کسوف رخ می‌دهد. در واقع خسوف زمانی رخ می‌دهد که زمین بین ماه کامل و خورشید قرار می‌گیرد. در این حالت سایه زمین بر روی ماه می‌افتد. کسوف نیز زمانی رخ می‌دهد که ماه بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد و این‌بار سایه ماه بر روی زمین می‌افتد.



<p>نماز آیات دو رکعت است که هر رکعت آن پنج رکوع و دو سجده دارد. پدیده خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی از نشانه‌های عظمت خداوند است؛ لذا جهت شکرگزاری از نعمت‌های بی‌شمار خداوند مهربان در زمان وقوع پدیده خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی، خواندن نماز آیات واجب است.</p>	<p>نماز آیات</p>
	<p>خورشید گرفتگی</p>
<p>وضعیت ماه گرفتگی (خسوف)</p>	<p>ماه گرفتگی</p>

با جست جو در منابع (مکتوب و اینترنتی) در خصوص خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی اطلاعات بیشتری را تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید

کار در منزل



بیشتر بدانیم



بررسی ماه و پدیده جزر و مد (فروکشند و کشند) بر روی زمین؛ بالا آمدن آب نسبت به بستر را مد و پایین آمدن آب نسبت به بستر واقعی را جزر می‌گویند. جزر و مد یکی از حرکات دوره‌ای آب اقیانوس‌هاست که عامل این بالا و پایین رفتن آب، کشش جاذبه‌ای کره ماه بر سطح زمین است و از قوانین نیوتن پیروی می‌نماید. مقدار تأثیر نیروی جاذبه به میزان فاصله بین کره ماه و زمین بستگی دارد.



جنگل‌های حرا در هنگام فروکشند. جزیره قشم، ایران

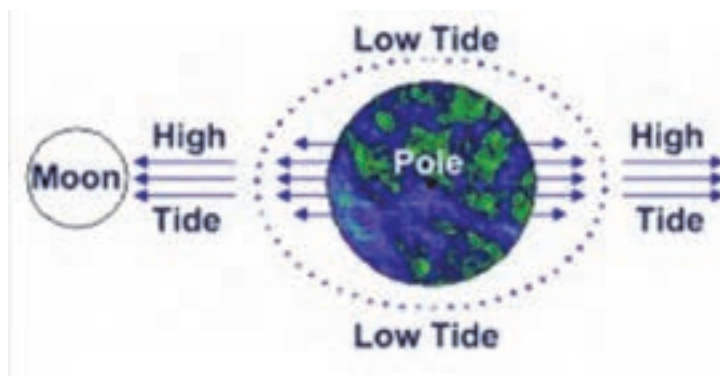
در واقع جاذبه کره ماه بر زمین اثر می‌گذارد، ولی چون مایعات نسبت به جامدات در برابر نیروی جاذبه انعطاف‌پذیری بیشتری نشان می‌دهند؛ اثر نیروی جاذبه ماه بر آب‌های سطح زمین کاملاً محسوس است، اما این نیرو بر روی قسمت سخت زمین که از سنگ‌ها تشکیل شده است، هیچ اثری ندارد. بر پایه قوانین نیوتن، شدت نیروی جاذبه بین دو جسم همچون کره ماه و زمین با جرم اجسام رابطه مستقیم و با مجذور فاصله آنها رابطه معکوس دارد.

شدت جزر و مد و محسوس بودن آن به وضع سواحل نیز بستگی دارد؛ زیرا در سواحل سنگی با شیب‌های زیاد، شدت جزر و مد بسیار بیشتر و محسوس‌تر است. در مقابل آن در سواحل با شیب کم و ملایم، جزر و مد شدید وجود ندارد.

در شکل بالا که تصویری از درختان جنگل‌های حرا در منطقه شمالی جزیره قشم، بین جزیره و ساحل بندرعباس، است پدیده جزر اتفاق افتاده تا حدی که ریشه درختان کاملاً از آب بیرون است. در مقابل در هنگام مد آب، این ریشه‌ها کاملاً در آب فرو می‌روند.

ضمن پیدا کردن معادل فارسی واژگان انگلیسی در تصویر زیر، مفهوم فیزیکی را در کلاس تشریح کنید.

کار کلاسی



## ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۳	بررسی کره ماه	تجهیزات: ماکت کره زمین، کره سماوی و منظومه شمسی مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از سطح انتظار	ویژگی‌های ماه و پدیده‌های ناشی از آن را به طور کامل شرح دهد.	۳
			در سطح انتظار	بیشتر ویژگی‌های ماه و پدیده‌های ناشی از آن را شرح دهد.	۲
			پایین‌تر از سطح انتظار	تعدادی از ویژگی‌های ماه و پدیده‌های ناشی از آن را شرح دهد.	۱

## کاربرد زمان در ناوبری و انجام محاسبات

### زمان (TIME)

حرکت ظاهری خورشید به دور دایره البروج را می‌توان به عنوان یک نوع زمان در نظر گرفت. به این ترتیب، مدت زمانی که طول می‌کشد تا خورشید یک دور بر روی دایره البروج به دور زمین بزند، سال نامیده می‌شود. چرخش یکنواخت کره زمین به دور محور چرخش خودش در طول ۲۴ ساعت را نیز می‌توان نوع دیگری از زمان فرض کرد که یک دور کامل آن را روز می‌نامند. در واقع مدت زمان بین دو عبور متوالی یک جرم سماوی از یک نصف‌النهار را، یک روز گویند. هر بار که زمین حول محور خودش می‌چرخد، واحدی از زمان را به وجود می‌آورد که شبانه روز نامیده می‌شود.

### زمان متوسط گرینویچ (G.M.T: Greenwich Mean Time)

زمان متوسط مبدأ (گرینویچ) در حقیقت همان زمان قراردادی جهانی است که برای اموری همچون پرواز هواپیماها، حرکت قطارها و کشتی‌ها در سفرهای طولانی و نیز هماهنگی و هم‌زمانی در گزارش‌های هواشناسی و... که نمی‌توان از زمان محلی استفاده کرد، کاربرد دارد. G.M.T عبارت است از زاویه محلی ساعتی خورشید متوسط، برای ناظری که در گرینویچ قرار گرفته است.

در کشتی‌های تجاری و شناورهای نظامی، ساعت متوسط گرینویچ (GMT) با استفاده از کروномتر که یک دستگاه بسیار دقیق و حساس است، اندازه‌گیری می‌شود و از آن جا که دستگاه کروномتر دارای دقت بسیار است، همیشه برای نمایش ساعت ثابت جهانی (GMT) استفاده قرار می‌شود. معمولاً در اندازه‌گیری زمان در ناوبری نجومی که نیاز به زمان جهانی (GMT) است، از کروномتر کشتی استفاده می‌شود. ولی برای کاربردهای دیگر در ناوبری ساحلی و تخمینی و یا کار روی نقشه که نیاز به زمان منطقه است در کلیه کشتی‌ها از ساعت‌های دقیق دیواری و... که بر حسب زمان منطقه‌ای تنظیم شده‌اند استفاده می‌شود.

### زمان متوسط محلی (L.M.T: Local Mean Time)

L.M.T عبارت است از زاویه ساعتی محلی خورشید متوسط. به عبارت دیگر هر وقت خورشید روی نصف‌النهار ناظر قرار می‌گیرد مقدار LMT برابر ساعت ۱۲ می‌باشد. برای تبدیل LMT به GMT با در دست داشتن طول جغرافیایی محل و تبدیل آن به زمان، کافی است که از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$GMT = LMT \pm \frac{W}{E} \text{ Long in Time (LIT)}, \quad LIT = \frac{\text{Long}}{15^\circ}$$

### زمان منطقه‌ای (Z.T: Zone Time)

در سال ۱۹۱۱ میلادی موافقت شد که کره زمین به ۲۴ منطقه زمانی موسوم به قاچ‌های ساعتی (هر ۱۵ درجه معادل یک ساعت است) تقسیم شود و زمان نصف‌النهار مرکزی هر قاچ به‌عنوان زمان رسمی منطقه زمانی انتخاب شد. مبنای این قرارداد، زمان متوسط گرینویچ (G.M.T) است و هر یک از مناطق زمانی در شرق یا غرب گرینویچ قرار می‌گیرند.

بر مبنای همان یک ساعت‌های ۱۵ درجه، زمان منطقه‌ای (ZT) هر منطقه زمانی، زمان متوسط محلی نصف‌النهار مرکزی آن منطقه است و زمان مرکزی این نصف‌النهارها، همه مضربی از  $15^\circ$  و  $30^\circ$  و  $45^\circ$  و ... هستند.



شکل ۵



## اختلاف ساعت در دو بندر سیدنی در استرالیا و بندر ریودوژانیرو در برزیل چقدر است؟

نصف‌النهار استاندارد ایران در  $52^{\circ} 30' E$  شرقی است؛ یعنی در همه شهرهای ایران، زمان متوسط مربوط به این نصف‌النهار به کار برده می‌شود.

$$Z.T = GMT \pm \frac{E}{w} 30^h 30^m$$

ساعت منطقه‌ای ایران در نیمه اول سال  $4/5$  ساعت از ساعت متوسط گرینویچ (GMT) و در نیمه دوم سال خورشیدی  $3/5$  ساعت از ساعت متوسط گرینویچ جلوتر (بیش‌تر) است. کشورهای شرقی گرینویچ هستند، ساعت آنها جلوتر از GMT است و ساعت کشورهایی که در غرب گرینویچ واقع هستند، از ساعت GMT عقب‌تر است.



با انجام تحقیق دلیل اختلاف زمانی اذان ظهر میان مشهد و تهران را بررسی کنید و نتیجه آن را در کلاس ارائه دهید.

### اذان صبح:

Astronomal Twilight (فلک نجومی) در نوبری کاربردی ندارد، ولی از نظر شرعی، هنگام اذان صبح است. در این نوع فلک، پیش از طلوع آفتاب، مرکز خورشید  $18$  درجه زیر افق دید ناظر است.

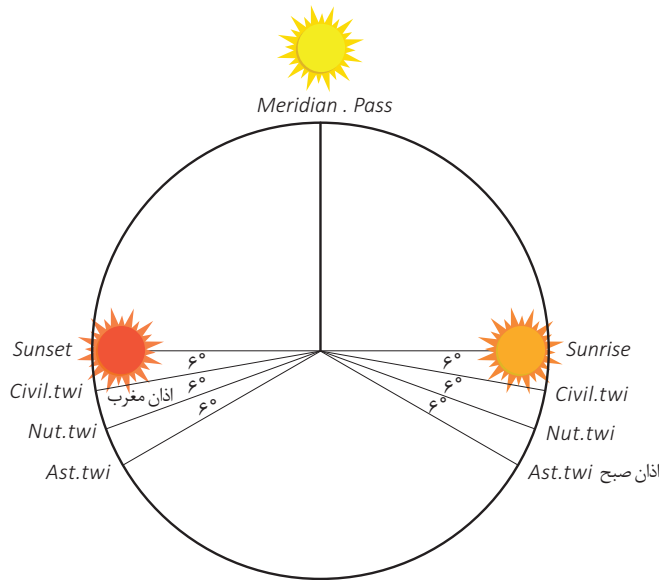
### اذان ظهر:

هنگامی که خورشید از نصف‌النهار ناظر عبور می‌کند، زمان ظهر شرعی یا اذان ظهر به افق محل ناظر است. در اصطلاح دریانوردی، این زمان عبور یا گذر از نصف‌النهار (MP: Meridian Passage) نامیده می‌شود که در رصد نجومی کاربرد دارد.

### اذان مغرب - وقت افطار:

هنگامی است که مرکز خورشید،  $6$  درجه زیر افق دید ناظر (Visibel Horizon) که افق دریایی است، قرار گیرد. منجمان اسلامی و اساتید فن، این موقع را پس از غروب خورشید، وقت اذان مغرب یا افطار می‌نامند. وقت اذان مغرب با استفاده از کتاب تقویم نجوم دریایی با محاسبه Civil Twilight (شفق شخصی) به دست می‌آید. باید توجه داشت که زمان استخراج شده از کتاب تقویم نجومی برحسب LMT است.

**توضیح:** دو نوع شفق و فلک شخصی و دریایی (Civil and Nautical Twilight) در صفحه‌ی مربوط به طلوع و غروب خورشید، در هر روز سال، دیده شده است که می‌توان آن را استخراج کرد و پس از آن، زمان LMT را برای استفاده، برابر روش به GMT یا Zt تبدیل کرد.



شکل ۶

## تبدیل زمان متوسط محلی به زمان منطقه‌ای

ابتدا با استفاده از رابطه زیر زمان متوسط محلی را به زمان متوسط گرینویچ تبدیل می‌کنیم.

$$GMT = LMT \pm_E^W LIT$$

سپس با استفاده از رابطه زیر زمان منطقه‌ای را محاسبه می‌کنیم:

$$ZT = GMT \pm_w^E Zn$$

در صورتی که زمان متوسط محلی =  $LMT = 13^h 22^m 40^s$  و طول جغرافیایی ناظر  $23^\circ$  درجه و  $55$  دقیقه شرقی باشد، مطلوب است: محاسبه زمان منطقه‌ای.

کار کلاسی



### تمرین محاسبه اذان ظهر:

زمان اذان ظهر ( ظهر شرعی ) در روز ۲۲ بهمن ماه ۱۳۹۶ ( 11 Feb. 2018 ) برای مکانی در کشور ایران به موقعیت  $E 25^{\circ} 30' N, 57^{\circ} 30'$  را بر حسب GMT و زمان منطقه‌ای (ZT) محاسبه کنید.

Mer. Pass of the Sun LMT = 12 14 LIT = 03 50 ( E ) – ----- GMT = 08 24 / 11th Feb. ZONE = 03 30 + ----- Z.T. = 11 54 (اذان ظهر)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Day</th> <th colspan="2">Sun</th> <th rowspan="2">Mer. Pass</th> </tr> <tr> <th>Eqn.of Time 00<sup>h</sup></th> <th>12<sup>h</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>14:10</td> <td>14:11</td> <td>12:14</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>14:11</td> <td>14:12</td> <td>12:14</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>14:12</td> <td>14:12</td> <td>12:14</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Sun		Mer. Pass	Eqn.of Time 00 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	9	14:10	14:11	12:14	10	14:11	14:12	12:14	11	14:12	14:12	12:14
	Day		Sun			Mer. Pass													
Eqn.of Time 00 <sup>h</sup>		12 <sup>h</sup>																	
9	14:10	14:11	12:14																
10	14:11	14:12	12:14																
11	14:12	14:12	12:14																
	برای محاسبه زمان اذان ظهر ابتدا با مراجعه به کتاب تقویم نجومی (Nautical Almanac) ۲۰۱۸ به صفحه مربوط به تاریخ ۱۱ فوریه مراجعه می‌کنیم و مقدار LMT مربوط به ظهر شرعی (Mer. Pass.) را که مطابق جدول فوق برابر ۱۴ ۱۲ است یادداشت می‌کنیم و سپس طول جغرافیایی را با تقسیم کردن بر عدد ۱۵ بر حسب زمان (03 50) به دست می‌آوریم و با توجه به این که شرقی است، از LMT کم کرده تا GMT به دست آید. از آن جاکه ساعت منطقه‌ای کشور ایران در نیمه دوم سال شمسی ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه جلوتر از ساعت گرینویچ است به آن اضافه می‌کنیم تا در نهایت ساعت منطقه‌ای اذان ظهر به افق مکانی در کشور ایران در روز ۲۲ بهمن ۱۳۹۶ به دست آید.																		

با توجه به تمرین فوق، جاهای خالی در تمرین زیر پر کنید.

کار کلاسی



زمان اذان ظهر ( ظهر شرعی ) در روز ۲۹ اسفندماه ۱۳۹۶ ( 20 March 2018 ) برای مکانی در کشور ایران به موقعیت  $E 25^{\circ} 30' N, 56^{\circ} 15'$  را بر حسب GMT و زمان منطقه‌ای (ZT) محاسبه کنید.

Mer. Pass of the Sun LMT = LIT = ( E ) – ----- GMT = / 20th March ZONE = + Z.T.= (اذان ظهر)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Day</th> <th colspan="2">Sun</th> <th rowspan="2">Mer. Pass</th> </tr> <tr> <th>Eqn.of Time 00<sup>h</sup></th> <th>12<sup>h</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>07:37</td> <td>07:28</td> <td>12:07</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>07:20</td> <td>07:11</td> <td>12:07</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>07:02</td> <td>06:53</td> <td>12:06</td> </tr> </tbody> </table>	Day	Sun		Mer. Pass	Eqn.of Time 00 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	20	07:37	07:28	12:07	21	07:20	07:11	12:07	22	07:02	06:53	12:06
	Day		Sun			Mer. Pass													
Eqn.of Time 00 <sup>h</sup>		12 <sup>h</sup>																	
20	07:37	07:28	12:07																
21	07:20	07:11	12:07																
22	07:02	06:53	12:06																



با توجه به تمرین فوق، جاهای خالی در تمرین زیر پر کنید.

کار کلاسی



زمان طلوع خورشید (Sunrise) در روز ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۷ (10 May 2018) برای مکانی در کشور ایران به موقعیت  $E 25^{\circ} 00' N, 54^{\circ} 15'$  را بر حسب GMT و زمان منطقه‌ای (ZT) محاسبه کنید.

Lat	Twilight		Sunrise	Moonrise		
	Nautical	Civil		10	11	12
N 72°	-	-	-	01:42	01:15	00:35
N 70°	-	-	01:24	01:49	01:31	01:06
68°	-	-	02:09	01:55	01:43	01:29
66°	-	00:27	02:39	02:00	01:54	01:47
64°	-	01:35	03:00	02:05	02:03	02:02
62°	-	02:08	03:18	02:08	02:11	02:14
60°	00:24	02:33	03:32	02:12	02:17	02:25
N 58°	01:25	02:52	03:45	02:15	02:23	02:34
56°	01:56	03:07	03:55	02:17	02:28	02:42
54°	02:18	03:20	04:04	02:20	02:33	02:49
52°	02:36	03:32	04:13	02:22	02:37	02:56
50°	02:51	03:42	04:20	02:24	02:41	03:02
45°	03:20	04:02	04:36	02:28	02:50	03:15
N 40°	03:41	04:19	04:49	02:32	02:57	03:25
35°	03:58	04:32	05:00	02:35	03:03	03:34
30°	04:12	04:43	05:09	02:38	03:09	03:43
20°	04:35	05:02	05:26	02:43	03:18	03:57
N 10°	04:52	05:18	05:40	02:47	03:27	04:09

Mer. Pass of the Sun	lat	Sunrise
LMT = -----	۳۰	05 09
LIT = ----- ( E ) -	۲۵	-----
-----	۲۰	05 26
GMT = ----- / 10th	برای محاسبه زمان طلوع خورشید ابتدا با مراجعه به کتاب تقویم نجومی (Nautical Almanac) ۲۰۱۸ به صفحه مربوط به تاریخ ۱۰ می مراجعه کنید و با توجه به مقدار عرض جغرافیایی (۲۵ درجه شمالی) مقدار LMT مربوط به طلوع خورشید (Sunrise) را بعد از محاسبه میان‌بایی مطابق جدول فوق که برابر ----- است را یادداشت کنید سپس طول جغرافیایی را با تقسیم کردن بر عدد ۱۵ بر حسب زمان (-----) به دست آورید و با توجه به این که شرقی است، از LMT کم کنید تا GMT به دست آید. از آن‌جا که ساعت منطقه‌ای کشور ایران در نیمه دوم سال شمسی --- ساعت و ---- دقیقه جلوتر از ساعت گرینویچ است، به آن اضافه کنید تا در نهایت ساعت منطقه‌ای طلوع خورشید به افق مکان مورد نظر در کشور ایران در روز ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۷ به دست آید.	
May		
ZONE = ----- +		
-----		
Z.T=		
(طلوع خورشید)		

بیشتر بدانید



زمان نجومی و روز خورشیدی چیست؟  
زمین هر ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۳ ثانیه و ۱ صدم ثانیه چرخشی کامل به دور محور خود می‌کند. اگر ستاره خاصی را در یک شب در نظر بگیرید، دقیقاً همین مدت لازم است تا ستاره در شب بعد در همان موقعیت قرار گیرد. این مدت زمان را «زمان نجومی» می‌نامند.  
اما اگر همین عمل را برای خورشید در نظر بگیرید، این زمان ۲۴ ساعت طول خواهد کشید.  
دلیل آن نیز حرکت زمین به دور خورشید است که در این صورت، زمین اندکی بیشتر به زمان نیاز دارد تا منطقه‌ای از زمین که در مقابل خورشید است، طی یک گردش کامل دوباره رو در روی خورشید قرار گیرد. منجمان این زمان ۲۴ ساعته را یک شبانه روز یا به طور دقیقتر «روز خورشیدی» می‌نامند. لازم به ذکر است که اگر به کره زمین از بالا بنگریم، جهت گردش آن به دور محور خود خلاف عقربه‌های ساعت است همچنین زمین دارای تمایل محوری ۲۳/۵ درجه‌ای است

در خصوص تقویم جلالی تحقیق کنید و گزارشی در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



دانشمندان مشهور ایرانی در حوزه علم نجوم چه دستاوردهای ویژه‌ای داشته‌اند؟

تحقیق کنید



## ارزشیابی مرحله‌ای

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۴	کاربرد زمان در ناوبری و انجام محاسبات	تجهیزات: ماکت کره زمین و کره سماوی مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از سطح انتظار	۱- انواع زمان‌ها را به طور کامل شرح دهد. ۲- زمان اوقات شرعی (اذان صبح، طلوع آفتاب، اذان ظهر، غروب آفتاب و اذان مغرب) را به طور کامل شرح دهد. ۳- محاسبات مربوط به زمان را به طور کامل انجام دهد.	۳
			در سطح انتظار	۱- بیشتر زمان‌ها را شرح دهد. ۲- بیشتر زمان‌های اوقات شرعی را شرح دهد. ۳- بیشتر محاسبات مربوط به زمان را انجام دهد.	۲
			پایین‌تر از سطح انتظار	۱- تعدادی از انواع زمان‌ها را شرح دهد. ۲- تعدادی از زمان‌های اوقات شرعی را شرح دهد. ۳- تعدادی از محاسبات مربوط به زمان را انجام دهد.	۱

## ارزشیابی شایستگی ناوبری نجومی

شرح کار:

اجرام سماوی و کاربرد آنها در ناوبری



استاندارد عملکرد:

پس از اتمام این واحد یادگیری انتظار می‌رود هنرجویان بتوانند درک، شناخت و قدرت تشخیص برخی از اجرام آسمانی را داشته باشند و با استفاده از مؤلفه‌های نجومی و محاسبات برخی از آنها با به‌کارگیری اصولی و علمی ناوبری نجومی، با اعتماد به نفس و آرامش خاطر بیشتر به دریانوردی خود ادامه دهند.

شاخص‌ها:

- تشخیص برخی از اجرام سماوی مورد استفاده در ناوبری، جهت‌یابی به کمک شناخت صور فلکی، انجام محاسبات مربوط به زمان

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز ناوبری، به همراه بازدید نوبه‌ای و مشخص از بنادر و شبیه‌ساز پل فرماندهی شناور و آسمان‌نما

ابزار و تجهیزات: ماکت کره زمین، ماکت کره سماوی، ماکت منظومه شمسی، آسمان‌نما، نرم‌افزارهای نجومی و تقویم نجومی (Nautical Almanac)

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی اجرام سماوی و مؤلفه‌های نجومی آنها	۱	
۲	بررسی صورت‌های فلکی	۱	
۳	بررسی کره ماه	۱	
۴	کاربرد زمان در ناوبری و انجام محاسبات	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: استفاده از عینک مناسب و ایمن برای نگاه کردن به خورشید، مراقبت برای جلوگیری از پرت شدن در هنگام رصد اجرام سماوی، استفاده از لباس کار و کفش ایمنی برای بازدید از شناور، استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات نجومی، دقت و سرعت عمل در رصد اجرام سماوی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.