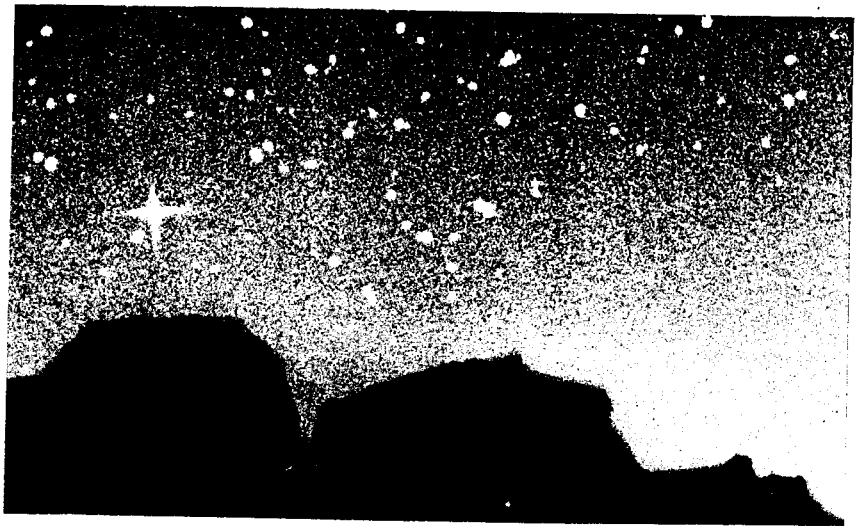
- روش محاسبهٔ طول مدّت شب و روز در مواقع مختلف سال، *دانشمند*، سال ۲۵، شمارهٔ ۷، مهر ۱۳۶۶، ص ۴۷-۴۹.



نجوم

روش محاسبهٔ طول مدت شب و روز در مواقع مختلف سال

نوشتهٔ محمدباقری

با دانستن عرض جغرافیایی شهری که در آن زندگی می‌کنید، در هرموقع از سال می‌توانید طول شب و روز را تعیین کنید.

گردش وضعی زمین سبب پیدایش شب و روز می‌شود. میان پدیده‌های آسمانی، هیچ‌چیز برای انسان آشناتر و مهمتر از طلوع صبحگاهی خورشید و غروب آن در شامگاه نیست. ضربان تناوب کار و استراحت‌بشر با این طلوع و غروب پیاپی خورشید تنظیم می‌شود و صحنهٔ طلوع یا غروب، همیشه بدیعترین پرده‌ها را پیش چشم انسان به جلوه درآورده است.

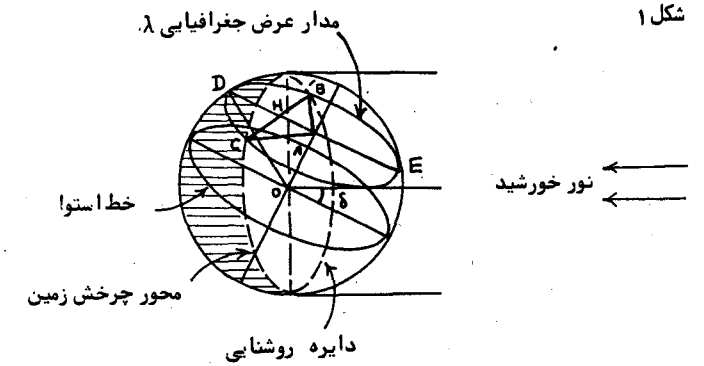
بلندتر شدن روز در تابستان و کوتاهتر بودن آن در زمستان برای همه پدیدهٔ آشنایی است. در آغاز بهار و آغاز پاییز طول روز و شب باهم مساوی می‌شود. به‌علاوه، در نزدیکی قطبهای زمین مناطقی وجود دارد که در آنها شش‌ماه از سال روز و شش‌ماه دیگر شب است.

این پدیده‌ها ناشی از آن است که محور چرخش زمین بر صفحهٔ گردش آن به دور خورشید (صفحهٔ دایرةالبروج) عمود نیست، بلکه با امتداد عمود بر آن، زاویهٔ ۲۶ و ۲۳° می‌سازد. این انحراف سبب تفاوت میل خورشید در روزهای مختلف سال می‌شود. (رجوع کنید به میل خورشید... ویژه‌نامهٔ ۲۶ *دانشمند*، سال ۱۳۶۵، ص ۶۵)

ازطرف دیگر، چون فاصلهٔ خورشید تا زمین بسیار زیاد است، پرتوهایی که از آن به زمین می‌رسند باهم موازی دیده می‌شوند. پرتوهایی که با سطح کرهٔ زمین مماس می‌شوند یک سطح استوانه‌ای می‌سازند. محل تماس این سطح استوانه‌ای با کرهٔ زمین "دایرهٔ روشنایی" نام دارد که

مرز میان نواحی روشن و تاریک زمین است . ازروی شکل ۱ می‌توان دید که زاویهٔ میان محور چرخش زمین و دایرهٔ روشنایی ، با میل خورشید در روز موردنظر برابر است .

شکل ۱



حال نقطه‌ای را روی عرض جغرافیایی λ درنظر می‌گیریم . وقتی در اثر حرکت وضعی زمین این نقطه پس‌از طی کمان BDC از نقطهٔ C بگذرد و وارد کمان CEB شود ، از دید کسی‌که در این نقطه ایستاده‌است ، شب به پایان می‌رسد و روز آغاز می‌شود . وقتی این نقطه به E برسد ،خورشید به حداکثر ارتفاع می‌رسد و هنگام ظهر است و پس‌از آن ، هنگام عبور از نقطهٔ B ناظر غروب آفتاب را می‌بیند .

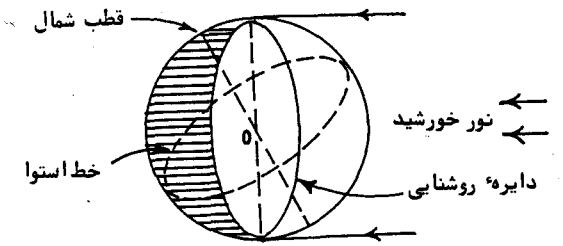
باتوجه به ثابت‌بودن سرعت زاویه‌ای حرکت وضعی زمین ، مدت روز و شب در این عرض جغرافیایی به‌ترتیب با طول کمانهای CEB و BDC متناسب است .

در شکل ۱ دیده می‌شود که روی خط استوا طول کمانهای مربوط به روز و شب همواره مساوی است ، زیرا دایرهٔ روشنایی و دایرهٔ استوا که دو دایرهٔ عظیمه‌اند همیشه یکدیگر را نصف‌می‌کنند . هرچه از استوا بالاتر برویم و به قطب نزدیکتر شویم ، طول کمان مربوط به روز نسبت به طول کمان مربوط به شب بیشتر می‌شود ، تا جایی که در عرض جغرافیایی $\frac{\pi}{2}-\delta$ طول کمان مربوط به شب به صفر می‌رسد . خورشید ، بالاتر از این عرض جغرافیایی غروب نمی‌کند .

توجه داشته باشید که این شکل مربوط به روزی در نیمهٔ اول سال است که خورشید در بالای دایرهٔ استواست و δ (میل خورشید) مثبت است . در نیمهٔ دوم سال (پاییز و زمستان) عکس این حالت صادق است و بالاتر از عرض جغرافیایی خاصی تا محل قطب ، شب پیوسته وجود دارد و خوشید طلوع نمی‌کند (شکل ۳ را ببینید) .

البته گذار بین روز و شب به‌طور تدریجی صورت می‌گیرد و به‌علت وجود پدیده‌ای به‌نام

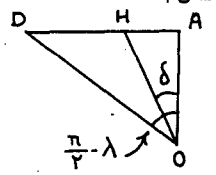
شکل (۲)



"انکسار جوی" خورشید هنگام طلوع چند دقیقه زودتر دیده می‌شود و هنگام غروب تا چند دقیقه دیرتر قابل دیدن است .

در اینجا برای سادگی مسئله از پدیدهٔ فوق چشم‌پوشی می‌کنیم و مدت شبانه‌روز را بیست‌وچهار ساعت تمام فرض می‌کنیم . ضمنا" مقدار δ از رابطهٔ $\sin\delta=\sin\delta_0\cos\theta$ به‌دست می‌آید که در آن δ_0 میل کلی است ($\delta_0=23^\circ 26'$) و θ برحسب‌درجه ، تعداد روزهایی است که روز مورد نظر با شروع تابستان یا زمستان فاصله دارد . باتوجه به شکل ۲ می‌توان نوشت :

شکل ۳



$OD=R\ ,\ AD=R\cos\lambda\ ,\ OA=R\sin\lambda$ (R شعاع کرهٔ زمین است)

$AH=OA\,tg\delta=R\sin\lambda\,tg\delta$

$$\cos\hat{HAC}=\frac{AH}{AC}=\frac{AH}{AD}=\frac{R\sin\lambda\,tg\delta}{R\cos\lambda}=tg\lambda\,tg\delta$$

اگر مدت شب را برحسب ساعت N بگیریم ، ازروی شکل ۱ :

$$\frac{N}{24}=\frac{(\text{کمان BDC})}{360^\circ}=\frac{\hat{BAC}}{360^\circ}=\frac{2\hat{HAC}}{360^\circ}\Longrightarrow\frac{180N}{24}=\hat{HAC}\Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow\cos\frac{15N}{2}=tg\lambda\,tg\delta$$

با استفاده از رابطهٔ اخیر و فرمول $\sin\delta$ که در بالا ذکر شد ، محاسبهٔ مدت روز و شب در هرموقع از سال به‌کمک جدولهای مثلثاتی امکانپذیر است . برای بررسی میزان دقت نتیجهٔ حاصل‌می‌توانید عدد به‌دست‌آمده را با اعدادی که هرروز در روزنامه‌ها برای لحظهٔ طلوع و غروب خورشید اعلام می‌شود ، امتحان کنید .

مثلا" می‌خواهیم طول شب شانزدهم آذر را تعیین کنیم . این شب با شروع زمستان ۱۴ روز فاصله دارد ، پس

$\theta=14^\circ\ \sin\delta=\sin\delta_0\cos\theta=\sin(23^\circ 26')\cos14^\circ=0/397680\times0/970300=0/385870$

$\delta=22^\circ 42'\ tg\delta=0/418310$

عرض جغرافیایی تهران ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه است . پس با استفاده از فرمول یافته‌شده :

$\cos\frac{15N}{2}=tg\lambda\,tg\delta=tg(35^\circ 41')\,tg(22^\circ 42')=0/718130\times0/418310=0/300400$

$\cos\frac{15N}{2}=|\cos106/5^\circ|\ \ \frac{15N}{2}\cong106/5\ \ N=\frac{2\times106/5}{15}=14\frac{1}{5}$ ساعت $=12$ ساعت و 14 دقیقه

طبق نوشتهٔ روزنامهٔ اطلاعات در روز شانزدهم آذر ، لحظهٔ غروب آفتاب ساعت۵ و ۵دقیقه و ۱۲ ثانیه و لحظهٔ طلوع آفتاب در صبح روز بعد ، ساعت ۷ و ۱۴ دقیقه و ۵۰ ثانیه بوده است.* پس طول شب چنین است :

ساعت دقیقه ثانیه — ساعت دقیقه ثانیه — ساعت دقیقه ثانیه

۳۸ و ۹ و ۱۴ = (۵۰ و ۱۴ و ۷) + (۱۲ و ۵ و ۵) − ۱۲

مقدار به‌دست‌آمده از فرمول ، تقریبا" ۲/۵ دقیقه با مقدار دقیق آن تفاوت دارد که برای‌کاربردهای معمولی درحد قابل قبولی است . شما هم با دانستن عرض جغرافیایی شهری که در آن زندگی می‌کنید در هرموقع از سال می‌توانید به کمک جدولهای مثلثاتی طول شب و روز را تعیین کنید .

دانشمند

* این اعداد برای تهران است و توسط موسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه تهران استخراج شده است .