سیاره زمین

فخری هاشمی تهرانی
دبیر دبیرستانهای تهران

زمین ، سومین سیاره از نه سیاره شناخته شده منظومه شمسی می‌باشد که می‌توان آن را به عنوان جرم سماوی در دسترس، مورد مطالعه قرار داد . هرچند در دهه‌های اخیر دور کاوشهایی در کرات ماه ، زهره ، مریخ و دیگر سیارات منظومه شمسی انجام گرفته و به‌کمک سفینه‌های سرنشین‌دار و بدون سرنشین حتی سنگ و خاک این اجرام نمونه‌برداری شده و مطالعه مستقیم آنها امکان‌پذیر گشته است ، اما از آنجا که پیگیری و بررسی خصوصیات زمین در دانش جغرافیا نیز اهمیت‌خاصی دارد ، لذا در این مقاله زمین به عنوان جرم سماوی ، مورد مطالعه قرار گرفته است .

شکل زمین

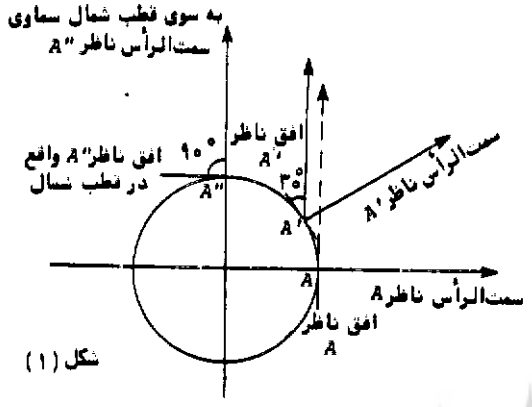
زمین کروی است و دلایل زیادی برای اثبات آن وجود دارد که ساده‌ترین آنها تهیه عکسهای فضائی توسط سفینه‌هاست . ارسطو نخستین کسی بود که کروی بودن زمین را از روی شکل سایه آن در هنگام خسوف نشان داد . به طور کلی برای اثبات کرویت زمین می‌توان از دلایل زیر استفاده کرد :

۱ــ افق در کنار دریا کاملاً منحنی است .

۲ــ هنگام نزدیک شدن کشتی به ساحل ، ابتدا دکل سپس بدنه کشتی ظاهر می‌شود ، یا هنگام دور شدن از ساحل برعکس ابتدا بدنه و سپس دکل ناپدید می‌گردد .

۳ــ ماه در هر خسوف از میان سایه زمین عبور می‌کند . سایه زمین به روی ماه همواره به صورت دایره می‌باشد . در میان اشکال هندسی ، تنها کره همیشه سایه دایره‌ای دارد .

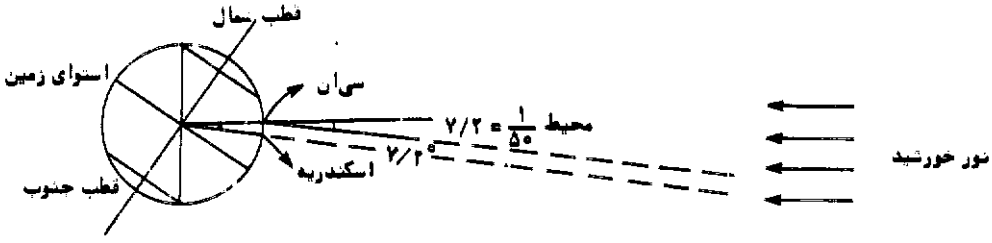
۴ــ به علت کروی بودن زمین موقعیت ستارگان به عرضهای جغرافیایی ناظر بستگی دارد . اگر زمین مسطح بود ، یک ستاره در همه قسمتهای آن یکسان دیده می‌شد . حال آنکه چنین نیست . برای نمونه بعضی از ستارگان در نقاطی از زمین دیده نمی‌شوند ، از سوی دیگر ارتفاع اجرام سماوی قابل رؤیت با حرکت ناظر به سوی قطب شمال یا جنوب تغییر می‌کند[۲] به عنوان مثال اگر ناظر A از استوا به A' (واقع در عرض ۳۰ درجه) منتقل شود ، ارتفاع جرم سماوی قطبی از صفر به 30° می‌رسد و اگر به قطب رسد ، ارتفاع جرم سماوی در قطب (نقطه "A") 90° می‌شود (شکل ۱) .



شکل (۱)

در این پیمایش به ازاء حدود هر ۱۱۱ کیلومتر یک درجه ارتفاع زیاد می‌شود . درواقع در هر محل ارتفاع ستاره قطبی برابر عرض جغرافیایی آن محل است ، یعنی ارتفاع ستاره قطبی برای ناظر واقع در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه ، برابر ۶۰ درجه است .

۵ــ اندازه شعاع زمین ــ با اندازه‌گیری شعاع زمین نیز می‌توان به کرویت آن پی برد . صحیح‌ترین اندازه‌گیری شعاع زمین به وسیله اراتوستنس حدود قرن سوم[۳] قبل از میلاد انجام شد . او با استفاده از زاویه تابش خورشید به ته چاهی در اسکندریه با راستای قائم و فاصله دو شهر سی‌ان و اسکندریه توانست محیط و از آنجا شعاع زمین را به دست آورد . او می‌دانست در لحظه ظهر روز اول تیرماه در شهر سی‌ان ، خورشید در سمت‌الرأس قرار دارد ، حال آنکه در همین لحظه در شهر اسکندریه (واقع در شمال سی‌ان) ، پرتوهای خورشیدی با سمت‌الرأس زاویه‌ای حدود ۷/۲ درجه ($\frac{1}{50}$ محیط دایره) می‌سازد (شکل ۲) . اراتوستنس از این مشاهده نتیجه گرفت که زمین کروی است . زیرا ، اگر مسطح بود خورشید در لحظه



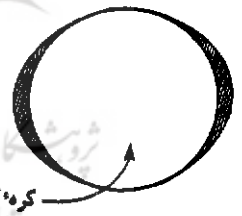
شکل (۲)

ظهر روز اول تیرماه در همهٔ نقاط زمین می‌باید در سمت‌الرأس قرار داشته باشد. فاصلهٔ بین سی‌ان و اسکندریه ۵۰۰۰ استادیوم (استادیوم واحد طول قدیمی یونان و حدود ۰/۱۶ کیلومتر بوده است)، برابر با $\frac{1}{50}$ محیط دایره می‌باشد. بنابراین محیط زمین ۲۵۰،۰۰۰ استادیوم و از آنجا شعاع آن حدود ۶،۳۶۹ کیلومتر به دست می‌آید که خیلی نزدیک به شعاع واقعی زمین است.

علت کرویت زمین

شاید بارها از خود پرسیده‌ایم چرا زمین کروی است؟ یا به‌طور کلی چرا اجرام سماوی کروی‌اند؟ نیروی گرانش اجرام سماوی آنها را به شکل کره درمی‌آورد. زیرا نیروی گرانش همه‌چیز را به سوی خود می‌کشد و بیشترین مقدار ماده را در کمترین حجم ممکن جمع می‌کند. در نتیجه باعث می‌شود که فاصلهٔ مواد روی آن تا مرکز تقریباً" به یک اندازه شود. بنابراین شکل حاصل، یک کره خواهد بود[۴]. گرچه برآمدگیها و فرورفتگی‌هایی در سطح زمین مشاهده می‌شود، اما ارتفاع یا گودی‌ها نسبت به شعاع زمین بسیار ناچیز است. برای نمونه فاصله بلندترین نقطهٔ زمین (قلهٔ اورست)، با گودترین نقطهٔ آن (واقع در اقیانوس آرام)، حدود ۲۰ کیلومتر است. بنابراین، زمین از خارج مشابه یک توپ بازی است.

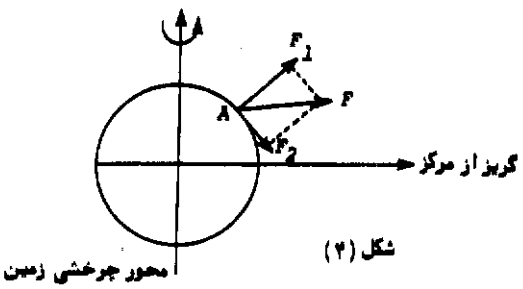
البته می‌دانیم که زمین به‌شکل کرهٔ کامل نیست، بلکه به صورت بیضوی دوار است[۵] شکل (۳)، این تغییر شکل را حرکت چرخشی زمین، حول محورش به وجود آورده است. شعاع استوائی و قطبی زمین به ترتیب برابر ۶،۳۷۸/۱۶ و ۶،۳۵۶/۷۸ کیلومتر است[۶].



شکل (۳)

نیوتن حدود سه قرن پیش، شکل بیضوی دوار را برای زمین در نظر گرفت. دلیل او این بود که اگر توپی را به نخی ببندیم و آن را بچرخانیم، نیروی گریز از مرکز باعث می‌شود که قسمت استوائی توپ به خارج کشیده شود (شکل ۴).

برای درک بهتر، اگر نیروی گریز از مرکز F، در نقطهٔ A را به دو مؤلفهٔ F_1 و F_2 در امتداد شعاع عمود بر آن تجزیه کنیم، ملاحظه می‌شود که مؤلفهٔ F_1 توسط نیروی گرانش خنثی می‌شود و مؤلفهٔ F_2، نقطهٔ A را به سوی استوا می‌کشد. در نتیجه، مواد در استوا بیشتر جمع می‌شود. اجرام سماوی دیگر، دارای برآمدگی استوائی متفاوتند، زیرا مقدار برآمدگی استوائی به سرعت چرخش، چگالی و توزیع مواد بستگی دارد. برای نمونه، زهره که آهسته‌تر می‌چرخد، برآمدگی استوائی کمتری دارد[۷].



شکل (۴)

جرم زمین

نیوتن نخستین کسی بود که روشی برای تعیین جرم زمین ارائه داد. او گلوله‌ای را به نخی بست و آن را آویزان کرد. گلوله در اثر نیروی گرانشی کوه، از حالت قائم به سوی آن منحرف شد[۸] (شکل ۵). مقدار انحراف به نسبت جرم کوه و بقیه جرم زمین بستگی دارد. وی با اندازه‌گیری مقدار انحراف و تخمین جرم کوه توانست، جرم زمین را محاسبه نماید.

امتداد شاغول با امتداد شعاع زمین

شکل (۵)

روش ساده‌تر برای جرم زمین استفاده از قانون گرانش نیوتن است. بنا بر این قانون داریم:

$$F = G\frac{Mm}{r^2} \quad (r = R + h)$$

h فاصلهٔ جسم تا سطح زمین و R شعاع زمین است.

حرکات زمین

زمین دارای حرکات مختلفی است که برای ما مشهود نیست زیرا حرکت پدیده‌ای نسبی است. برای مثال قطار در حال حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را در نظر می‌گیریم. این قطار نسبت به جاده در حال حرکت است اما نسبت به قطار دیگری که هم‌جهت و با همان سرعت حرکت می‌کند، ثابت به نظر می‌آید. حرکات مهم زمین عبارتند:

- حرکت چرخشی (وضعی).
- حرکت مداری (انتقالی).
- حرکت تبهقرائی (تقدیمی).
- رقص محوری.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ـ حرکت پیوسته قطبین زمین .
ـ حرکت تناوبی قطبین زمین .
ـ حرکت زمین همراه با منظومه شمسی حول مرکز کهکشان راه شیری .
ـ حرکت زمین همراه با حرکت کهکشان راه شیری در خوشه‌ٔ کهکشانی ما .
ـ حرکت زمین با حرکت خوشه‌ٔ کهکشانی ما حول مرکز ابرخوشه سنبله .

در اینجا به چند حرکت زمین اشاره می‌شود :

الف حرکت وضعی

حرکت وضعی زمین همان حرکت چرخشی حول محور خویش است . جهت این حرکت از غرب به شرق (در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت) می‌باشد . برای اثبات حرکت وضعی زمین می‌توان از دلایل زیر استفاده کرد :

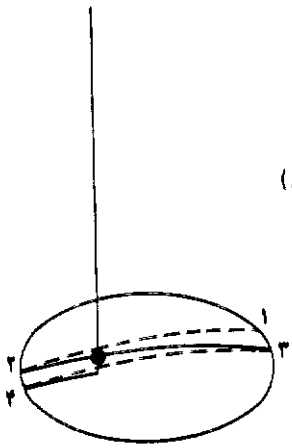
۱ـ آونگ فوکو : در سال ۱۸۵۱ ، فوکو برای اثبات حرکت چرخشی زمین ، گلوله‌ای آهنی به جرم ۲۸ کیلوگرم را به سیمی به طول ۶۷ متر بست آن را از سقف گنبد معبد پانتئون (Pantheon) پاریس آویزان کرد . در پایین گلوله‌ٔ آهنی سوزنی قرار داشت . در زیر حلقه‌ای به شعاع تقریبا" ۳ متر که از ماسه پر شده بود قرار داد . به طوری که نوک سوزن با صفحه‌ٔ ماسه تماس داشت تا حرکت نوسانی آونگ قابل مشاهده باشد . اتصال آونگ طوری بود که می‌توانست با آزادی یکسان در هرجهت حرکت کند . بنابراین پس از شروع نوسان آونگ ، روی صفحه‌ٔ ماسه خطوط متوالی متقاطع مشاهده شد که جهت ترسیم آنها در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بود . نظر به ثابت ماندن صفحه‌ٔ نوسان در صورت ساکن بودن زمین ، تنها یک خط می‌بایست روی ماسه مشاهده شود . بنابراین ، نتیجه می‌شود که زمین زیر آونگ دارای حرکتی در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت ، یعنی از غرب به شرق است (شکل ۶) . چنین مشاهده‌ای را می‌توان از بالای قطب شمال (امتداد ستاره‌ٔ قطبی) تجربه کرد . در این حالت دوران زمین در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت و دوران صفحه ماسه‌ای در جهت حرکت عقربه‌های ساعت است .

دوره‌ٔ چرخش کامل آونگ ، T از رابطه‌ٔ زیر به دست می‌آید :

$$T = \frac{h}{Sin\xi} = \frac{۲۳/۹۳۴۷۵}{Sin\xi}$$

که در آن ξ عرض جغرافیائی محل آزمایش است (عرض جغرافیائی یک نقطه برابر زاویه شعاع زمین آن نقطه با استوا می‌باشد) . آزمایش فوکو را در استوا نمی‌توان انجام داد زیرا ، هیچ تغییری از حرکت آونگ روی ماسه مشاهده نمی‌شود . هرچه به سوی قطبین رویم ، اثر چرخش آونگ روی ماسه بهتر دیده می‌شود . در استوا $\xi = ۰$ و زمان تناوب بی‌نهایت است . یعنی :

شکل (۶)



$$T = \frac{۲۳/۹۳۴۷۵}{Sin\xi} = \frac{۲۳/۹۳۴۷۵}{۰} = \infty$$

۲ـ تغییر شکل زمین ـ نیروی گرانش زمین ، همه‌چیز را به‌سوی خود می‌کشد . اگر چرخش زمین حول محورش وجود نمی‌داشت نیروی گرانش باعث می‌شد که شکل زمین به‌صورت کره‌ٔ کامل باشد . اما نیروی گریز از مرکز حاصل از این چرخش زمین را در قطبین فرو رفته و در استوا پهن نموده است .

۳ـ انحراف مسیر سقوط اجسام ـ اگر جسمی را از بالای آسمان ـ خراشی رها کنیم ، معمولا" انتظار داریم که جسم در زیر نقطه‌ٔ رها شده فرود آید (در صورت ساکن بودن هوا) . اما برخلاف انتظار ، به‌علت چرخش زمین ، جسم یاد شده در نیمکره‌ٔ شمالی در نقطه‌ای که کمی به سوی شرق متمایل است فرود می‌آید[۹] . اگر آزمایش فوق را در نیمکره‌ٔ جنوبی انجام دهیم ، نقطه فرود جسم مزبور به سوی غرب تمایل دارد .

طول مدت یک چرخش کامل زمین حول محورش "شبانروز" نامیده می‌شود . هر شبانروز را به ۲۴ قسمت تقسیم می‌کنند و هر قسمت یک ساعت نامیده می‌شود . هر ساعت به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ ثانیه تقسیم می‌شود . معمولا" زمین ساکن فرض می‌شود . در این صورت حرکت چرخشی زمین به صورت حرکت چرخشی ظاهری اجرام سماوی جلوه‌گر می‌شود که جهت آن از شرق به غرب می‌باشد . برحسب نوع نشانه ، شبانروزهای متفاوتی حاصل می‌شود . برای نمونه ، فاصله‌ٔ بین دو عبور متوالی یک نقطه اعتدال فروردین در نصف‌النهار یک محل را " شبانروز نجومی " می‌نامند . اما اگر خورشید به عنوان نقطه نشانه در نظر گرفته شود آن را " شبانروز خورشیدی ظاهری " می‌گویند . شبانروز خورشیدی ظاهری به‌طور متوسط ۳ دقیقه و ۵۶ ثانیه طولانی‌تر از شبانروز نجومی است[۱۰] . باید توجه داشت که این مدت متغیر است جدول (۱) .

نابرابری شبانروز نجومی و شبانروز خورشیدی ظاهری در اثر حرکت مداری زمین به وجود می‌آید . برای درک بهتر ، مطابق شکل

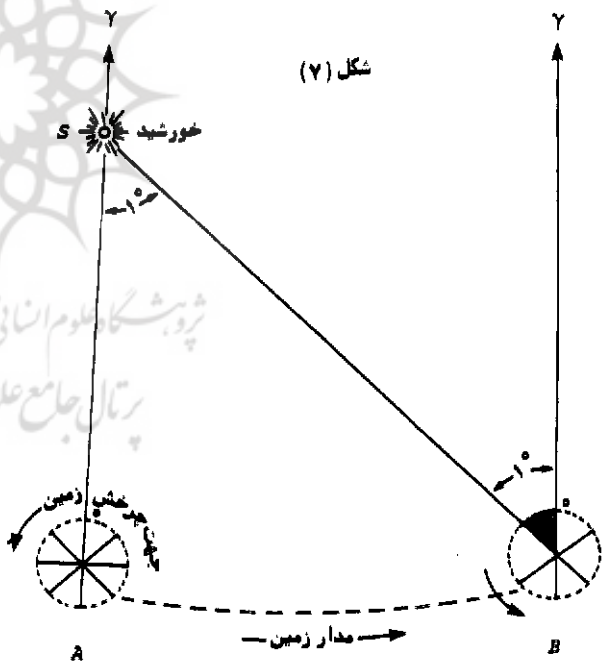
جدول (۱)

تاریخ	طول مدت شبانروز
اول ژانویه	۲۴ ساعت و ۲۹ ثانیه
اول آوریل	۲۳ ساعت و ۵۹ دقیقه و ۴۲ ثانیه
اول ژوئیه	۲۴ ساعت و ۱۲ ثانیه
اول اکتبر	۲۳ ساعت و ۵۹ دقیقه و ۴۱ ثانیه

(۷) نقطه ♈ نقطه اعتدال فروردین و خورشید S در یک امتداد که‌روی‌نصف‌النهارناظر O قراردارند ، در نظر می‌گیریم (وضعیت A)، زمین پس از یک چرخش کامل به نقطه B در مدارش می‌رسد (وضعیت B) ، در این لحظه نقطه ♈ مجددا" روی نصف‌النهار ناظر قرار می‌گیرد ولی برای اینکه خورشید دوباره روی نصف‌النهار قرار گیرد ، زمین باید حدود یک درجه دیگر بچرخد و این چرخش‌حدود ۴ دقیقه طول می‌کشد[11] .

چون حرکت ظاهری خورشید یکنواخت نیست ، لذا از "شبانروز خورشیدی متوسط" استفاده می‌شود . این زمان میانگین شبانروز خورشیدی ظاهری در یک سال است . در این حالت خورشید فرضی که با سرعت یکنواخت روی استوای سماوی حرکت می‌کند ، درنظر گرفته‌می‌شود ، به‌این‌خورشید‌فرضی "خورشید متوسط استوائی" گویند[12] .

شکل (۷)



ب ــ حرکت انتقالی زمین

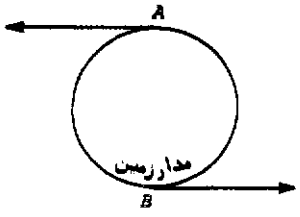
زمین علاوه‌برحرکت‌چرخشی دارای حرکت مداری‌حول‌خورشید ، یا حرکت انتقالی نیز می‌باشد . برای اثبات حرکت انتقالی از دلائل زیر می‌توان استفاده کرد :

۱ــ پدیده‌ٔ دوپلر ــ کلیه‌ٔ اطلاعات ما از اجرام سماوی مربوط به نور یا امواجی است‌که‌تشعشع می‌کنند . اگر منبع نور و ناظر نسبت به هم حرکت نداشته باشند ، طول موج دریافتی توسط ناظر همان طول موجی است که منبع تشعشع کرده است . اگر جرم سماوی به‌ناظر نزدیکتر شود ، طول موج دریافتی توسط ناظر کوچکتر (به سوی طیف آبی) و اگر جرم سماوی از ناظر دور شود ، طول موج دریافتی توسط ناظر بزرگتر (به سوی طیف قرمز) می‌گردد . دوپلر برای اولین‌بار رابطه‌ٔ بین این تغییرات را با فرمول زیر نشان داد .

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{V}{C}$$

که درآن $\Delta\lambda$ تغییرطول‌موج ، λ طول موج تابشی ، V سرعت‌ناظر و منبع نسبت به هم و C سرعت نور است . با مطالعه‌ٔ نوریک‌ستاره در مدت یک سال ، متوجه می‌شویم که‌جهت جابجائی دوپلری خطوط طیفی تغییر می‌کند . بدین ترتیب که در زمانی از سال (هنگامی که زمین در نقطه‌ٔ A قرار دارد ، زمین و ستاره از هم دور می‌شوند) ، خطوط طیفی به سوی ناحیه‌ٔ قرمز طیف و ۶ ماه بعد (زمانی که زمین در نقطه‌ٔ B قرار دارد ، زمین و ستاره به هم نزدیک می‌شوند) ، به سوی ناحیه‌ٔ آبی طیف تغییر مکان می‌دهد . این جابجائی خطوط طیفی از حرکت زمین حول خورشید حاصل می‌شود (شکل ۸) .

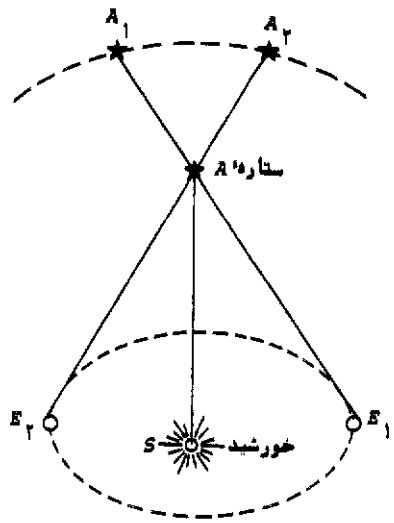
شکل (۸)



۲ــ تغییرمکان ظاهری اجرام سماوی (پیدایش اختلاف منظر) ــ یکی از دلائل اثبات حرکت انتقالی زمین ، پیدایش اختلاف منظر برای اجرام سماوی نزدیک است . اگر اجرام سماوی نزدیک را درطول مدت یک سال رصد کنیم ، متوجه می‌شویم که محل آنها نسبت به ستارگان بسیار دور تغییر می‌کند[13] (شکل ۹) . چنانکه در شکل مشاهده می‌شود ، اگرستاره A هنگامی‌که زمین در نقطه‌ٔ E_1 مدارش قرار دارد رصد شود ، در نقطه A_1 کره‌ٔ سماوی دیده می‌شود . شش ماه بعد که زمین نصف مدارش را پیموده و به نقطه E_2 رسیده‌است ، ستاره در نقطه A_2 کره‌ٔ فلکی مشاهده می‌شود . بنابراین حرکت انتقالی زمین حول خورشید باعث تغییر مکان ظاهری اجرام سماوی روی کره‌ٔ سماوی می‌شود[14] .

طول مدت یک گردش زمین حول خورشید " سال "

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۹)

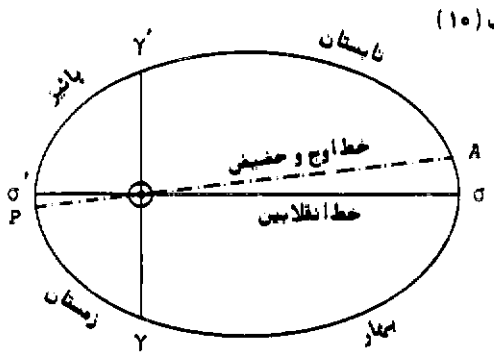
نامیده می‌شود. برحسب نقطهٔ نشانه سالهای متفاوت تعریف می‌شود: اگر نقطهٔ نشانه، نقطهٔ اعتدال فروردین انتخاب شود، سال را "سال اعتدالی" نامند که برابر ۳۶۵/۲۴۲۲ شبانروز خورشیدی متوسط است. اگر نقطهٔ نشانه یک ستاره باشد، سال را "سال‌ستاره‌ای" گویند و مدت آن برابر ۳۶۵/۲۵۶۴ شبانروز خورشیدی متوسط است. اگر محل تقاطع مدار ماه با زمین "گره" به عنوان نقطهٔ نشانه انتخاب شود، سال را "سال‌گرهنگی" یا "سال خسوف‌وکسوفی" گویند ومدت آن برابر ۳۴۶/۶۲ شبانروز خورشیدی متوسط است.

از نتایج حرکت انتقالی زمین پیدایش فصول است.

مدار حرکت انتقالی زمین بیضی است که خورشید در یکی از کانونهای آن قرار دارد. محل تقاطع این بیضی با استوای سماوی نقطه اعتدال فروردین و مهر نام دارد. اگر از این دو نقطه خطی رسم شده و از کانون بیضی خطی عمود بر این خط رسم شود، این عمود بیضی را در دو نقطهٔ σ و σ' قطع می‌کند که انقلاب تابستان (اول تیر) و انقلاب زمستان (اول دی) برای نیمکرهٔ شمالی نام دارد، در نتیجه دایرةالبروج به ۴ قسمت تقسیم می‌شود که هر قسمت یک فصل نام دارد، چون طول کمانها متفاوت است، طول فصول نیز متفاوت می‌باشد (شکل ۱۰).

در جدول (۲) طول فصول درسال ۱۹۷۰ داده شده است[15].

چون زاویه میل خورشید از ۲۳/۵- تا ۲۳/۵+ درجه تغییر می‌کند، مقدار انرژی نورانی و گرمای دریافتی و زمان تابش خورشید و شرایط جوی متفاوت، به وجود می‌آید. همیشه خورشید نیمی از زمین را روشن می‌کند، اول فروردین و مهر زمین نسبت به خورشید طوری قرار می‌گیرد که دایرهٔ عظیمه روشنائی (دایره‌ای که بخش



شکل (۱۰)

جدول (۲)

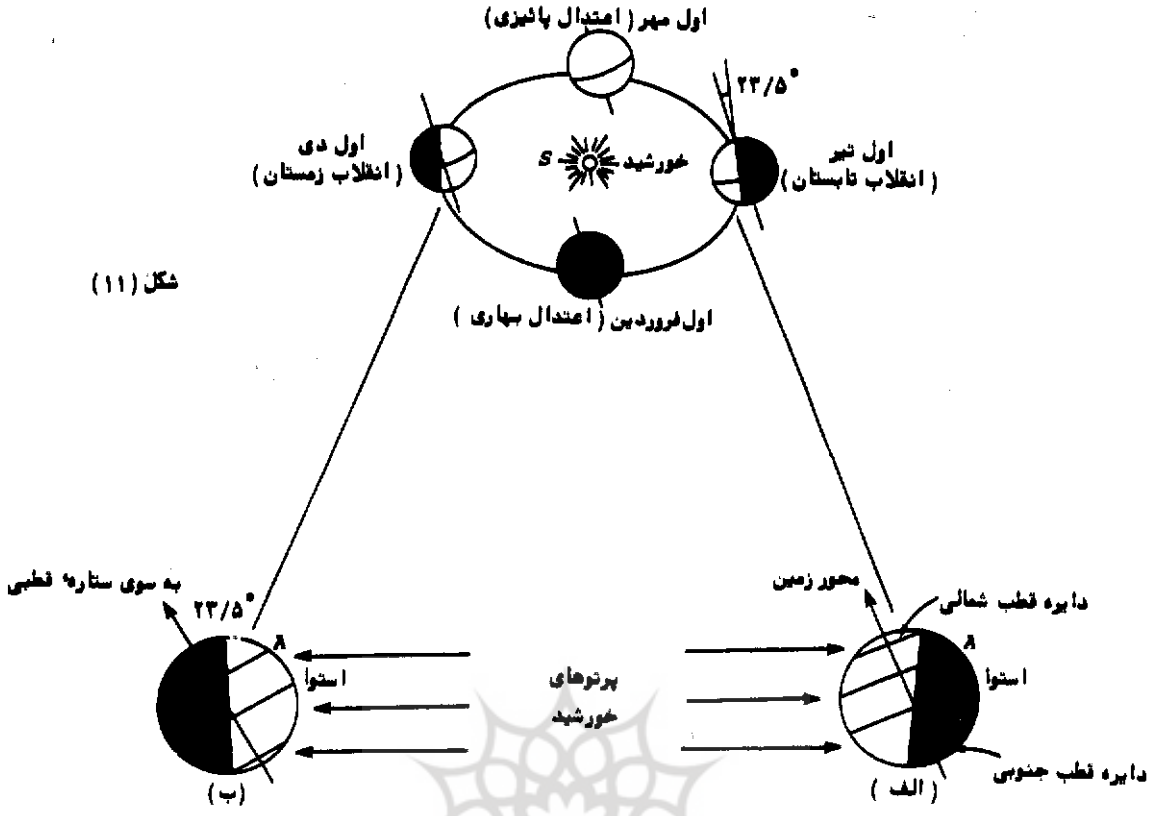
فصل	طول مدت	
بهار	۹۲/۷۸	شبانروز
تابستان	۹۳/۶۵	شبانروز
پائیز	۸۹/۸۳	شبانروز
زمستان	۸۸/۹۹	شبانروز

روشن و تاریک زمین را جدا می‌کند)، از قطبین می‌گذرد. بنابراین، تمام مدارات زمین به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شوند و طول مدت شب و روز در همه‌جا برابر است (شکل ۱۱).

در روزهای دیگرسال، طول روز و شب برابرنیست. درتابستان چون خورشید درآسمان بیشتر اوج می‌گیرد و نیمکرهٔ شمالی زمان بیشتری درمعرض تابش خورشید قرار دارد، پرتوهای خورشید نزدیک به عمود زمین می‌تابند، در نتیجه مقدار گرمای جذب شده در واحد سطح زمین بیشتر است. در شکل (۱۱) ناظری که در عرض جغرافیائی ۳۰ درجهٔ شمالی (نقطه A) قرار دارد، درفصل تابستان، روزهای بلند و شبهای کوتاه دارد (موقعیت الف). شش‌ماه بعد، همین ناظر زمستان را می‌گذراند که شبها بلند و روزهایش کوتاه است. در این مدت نیمکرهٔ شمالی مدت کمتری از نصف شبانروز در معرض تابش خورشید است. در این هنگام انرژی کمتری به واحد سطح می‌رسد، در نتیجه زمین سردتر می‌شود[16] (شکل ۱۲).

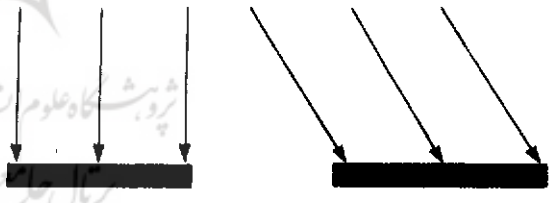
به‌طورکلی، از نظر مقدار گرمای دریافتی زمین به ۵ منطقه تقسیم می‌شود: دو منطقه قطبی واقع بین قطبین و مدار به عرض جغرافیائی ۶۶/۵± درجه، دو منطقهٔ معتدله واقع بین مدار به‌عرض جغرافیائی ۲۳/۵± و مدار ۶۶/۵± درجه، منطقه استوائی یا حاره واقع بین استوا و مدار ۲۳/۵± درجه[17].

در مناطق استوائی طول مدت روز و شب مساوی و میزان دما تقریباً ثابت است. درتابستان مناطق معتدل شمالی روز بلند و شب کوتاه دارند، در همان هنگام در مناطق معتدل جنوب برعکس طول شبها بلندتر از روزهاست. یعنی هنگامی که درنیمکرهٔ شمالی تابستان است، در نیمکرهٔ جنوبی زمستان می‌باشد. در این هنگام قطب



شکل (۱۱)

شکل (۱۲)



شمال تماماً" در روشنائی قرار می‌گیرد و این مدت ۶ ماه طول می‌کشد در زمستان نیمکرهٔ شمالی ، قطب جنوب روز است .

ج ـ حرکت قهقرائی (تقدیمی) Precession و رقص محوری Nutation.

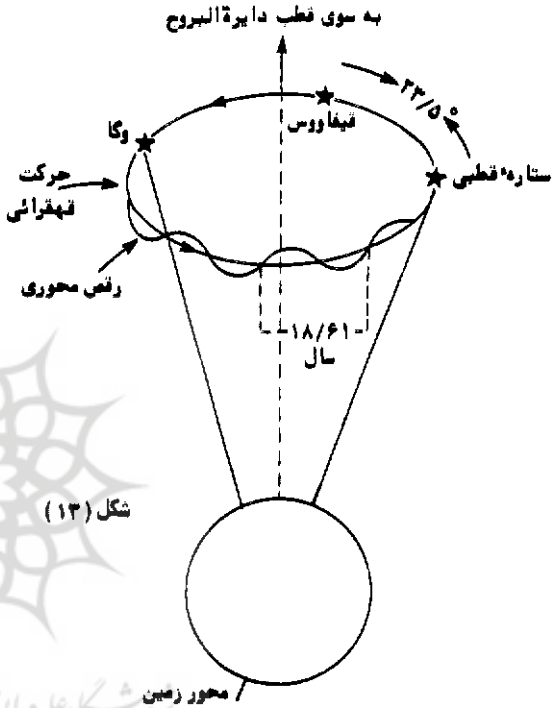
محور چرخشی زمین در فضا ثابت نیست و چرخش آن حول مخروطی است . بنابراین ، حرکت قهقرائی زمین مانند حرکت فرفرهٔ در حال چرخشی است که هنگام چرخش دو نیرو بر آن اثر دارند . نیروی گریز از مرکز که در اثر چرخش محوری به وجود می‌آید و نیروی گرانش که از پایین به طور قائم بر جسم تأثیر می‌کند . تا هنگامی که فرفره دارای چرخش سریع است نیروی گریز از مرکز بر نیروی گرانش غلبه کرده ، محور چرخشی حین حرکت به صورت قائم قرارمی‌گیرد ، اما وقتی از سرعت آن کاسته‌شد ، گرانش آن را به‌سوی پایین می‌کشد و محور از حالت عمود خارج شده ، انحراف پیدا می‌کند . سرانجام فرفره از حرکت بازمی‌ایستد .

تفاوت حرکت زمین با فرفره در این است که انحراف محور زمین حدود ۲۳/۵ درجه ثابت است ولی محور زمین حین حرکت در فضا تغییر مسیر می‌دهد ، یعنی هر ۲۵۰۸۰۰ سال یک بار مسیر دایره‌ای به شعاع ۲۳/۵ درجه را می‌پیماید . این حرکت ، حرکت قهقرائی (حرکت تقدیمی) نام دارد . اکنون امتداد محور زمین به روی کرهٔ سماوی تقریبا" به ستارهٔ قطبی می‌رسد . اختلاف ستارهٔ قطبی با محور زمین چنانکه ذکر شد ، حدود یک درجه‌است . در سال ۲۰۱۵ این اختلاف به کمترین مقدار خود یعنی ۰/۵ درجه خواهد رسید ولی ۵۵۰۰ سال بعد فیفاووس (Alpha Cephei)و ۱۲۰۰۰ سال بعد ستارهٔ وگا Vega ستارهٔ قطبی خواهند بود (شکل ۱۳) .

چنانکه در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود ، ۲ نقطهٔ اعتدال فروردین (لحظه تحویل سال) و ۲' نقطه اعتدال مهر است . به علت حرکت قهقرائی زمین ، محل این دو نقطه در فضا نیز تغییر

می‌کند و این تغییر " حرکت تقدیمی اعتدالین " را سبب می‌شود .

نیروی گرانش ماه و خورشید (به ویژه ماه که نزدیکتر به زمین است) ، بر برآمدگی استوائی زمین تأثیر کرده ، مسیر حرکت محور زمین را در فضا به جای دایره سینوسی می‌کند . این حرکت رقص محوری نام دارد . دورهٔ رقص محوری حدود ۱۸/۶۱ سال یک بار است . نتیجه آنکه حرکت واقعی محورزمین ترکیبی از دو حرکت فوق می‌باشد (شکل ۱۲) .



شکل (۱۳)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

یادداشتها

۱ــ به کتاب NEW HORIZONSIN ASTRONOMY مراجعه شود (صفحه ۵) .

۲ــ ارتفاع جرم سماوی زاویه‌ای است که خط دید جرم سماوی با ناظر می‌سازد .

۳ــ به کتاب INTRODUCTION TO EARTH SCIENCE مراجعه شود .

۴ــ به کتاب EARTH SCIENCE AND THE ENVIRO-NMENT مراجعه شود .

۵ــ به‌کتاب INTRODUCTION TO THE EARTH SCIENCE مراجعه شود .

۶ــ سخنرانی دکتر ملکپور در دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی وزارت آموزش و پرورش .

۸ــ همان منبع .

۹ــ به کتاب EARTH SCIENCE AND ENVIRONMENT مراجعه شود .

۱۰ــ به کتاب EXPLORATION OF THE UNIVERSE مراجعه شود .

۱۱ــ همان منبع .

۱۲ــ همان منبع .

۱۳ــ ملکپور ، ستاره‌شناسی مقدماتی .

۱۴ــ همان منبع .

۱۵ــ همان منبع .

۱۶ــ همان منبع .

۱۷ــ همان منبع .

منابع

1- Ordway. R.J Earth Science and Environment D.Van, Nostrand Company.

2- Beiser.A and Krauskgf. K.B Introduction to Earth Science Mc Craw.Hill Book Company New-York 1975.

3- Baker.R.H Astronomy 8th edition 1964.

4- Abell.G Exploration of the Universe Third edition Molt Rinehart Winston 1974.

5- Brandt.J.C New Horizon In Astronomy Stephen.P 1972.