

طرح وسیله‌ی کمک آموزشی

نتایج حرکت انتقالی زمین

مقدمه

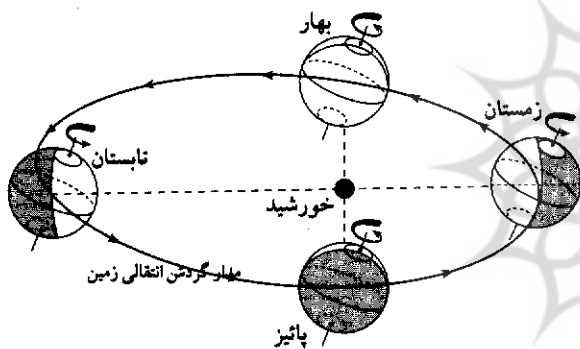
موضوع بحث ما نتایج حرکت انتقالی زمین و نحوه‌ی ساخت وسیله‌ی کمک آموزشی در این رابطه است که به یکی از مباحث جغرافیای ریاضی ارتباط

می‌یابد. این موضوع بسیار جالب و دانستن آن برای فرد مشتاق به مطالعه در این زمینه ضروری است. مباحث جغرافیای ریاضی بسیار گسترده است. در این بحث، علاوه بر کره‌ی زمین، مشخصات سایر سیارات منظومه‌ی شمسی و ستارگان و کرات آسمانی دیگر کهکشان‌ها نیز مطرح می‌شود.

قبل از این که درباره‌ی نحوه‌ی ساخت این وسیله‌ی کمک آموزشی مطالبی را ذکر کنیم، ابتدا باید درباره‌ی نتایج حرکت انتقالی زمین، انقلابین، اعتدالین، اختلاف فصلی، مناطق آب و هوایی زمین، تغییر زاویه‌ی تابش خورشید، اختلاف طول شب و روز که در زندگی انسان و فعالیت‌های زیستی او و سایر جانوران و گیاهان مؤثر است، مطالبی را به اختصار بیان کنیم. امید است که این وسیله‌ی کمک آموزشی بتواند، مفاهیم مذکور را به بهترین نحو به دانش پژوهان بیاموزد.

ساعت، روز است.

قطب شمال و قطب جنوب بیشترین زمان را در نیم کره‌ی روشن و نیم کره‌ی تاریک قرار دارند: در این دو قطب، حدود شش ماه روز و شش ماه شب است و به تدریج که به مدارهای پائین تر از ۷۰° - ۸۰° درجه می‌رویم، طول شب‌ها و روزها از شش ماه به دو تا سه ماه تقلیل می‌یابد؛ به طوری که در مدار ۶۶° / ۳۳° تنها یک روز تمام در سال، روز (۲۴ ساعت روز) و



شکل ۱. حرکت انتقالی زمین به دور خورشید و انحراف محور زمین

یک شب تمام در طول سال، شب است (۲۴ ساعت شب).

در نیم کره‌ی جنوبی، خورشید بر مدار رأس جدی بسیار مایل می‌تابد و در این نیم کره، شب‌ها طولانی تر از روزهاست و مدار قطبی جنوبی (۶۶° / ۳۳°) کاملاً در نیم کره‌ی تاریکی قرار دارد و در طول مدت ۲۴ ساعت، شب است.

● **اعتدال پاییز:** در نیم کره‌ی شمالی، اول مهرماه هر سال، هنگامی که خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد، دایره‌ی روشنایی از دو قطب زمین می‌گذرد و در امتداد محور زمین می‌چرخد. در این زمان، طول شب و روز در هر دو نیم کره با هم برابر می‌شود؛ با این تفاوت که درجه‌ی حرارت در نیم کره‌ی شمالی رو به کاهش است و هر روز که می‌گذرد، به تدریج روزهای زمستان فرا خواهند رسید. در صورتی که



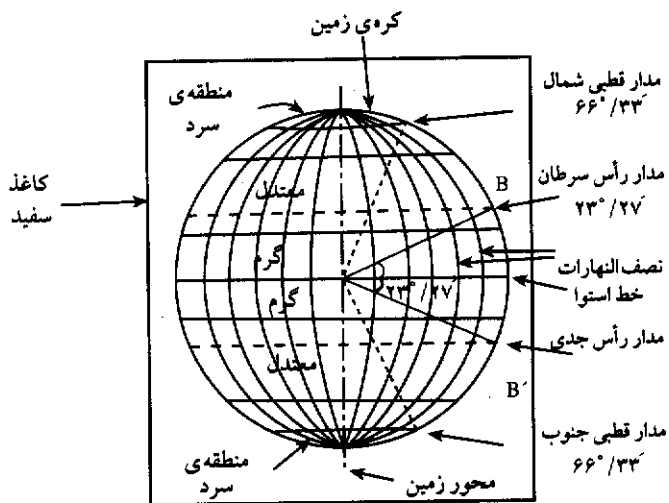
الف) نتایج حرکت انتقالی زمین

۱. دایره‌ی روشنایی

زمانی که خورشید بر کره‌ی زمین می‌تابد، نیمی از آن در تاریکی و نیمی دیگر در روشنایی قرار می‌گیرد. به دایره‌ای که این دو نیم کره را از یکدیگر جدا می‌سازد، «دایره‌ی روشنایی» گویند.

۲. انقلابین و اعتدالین

● **انقلاب تابستانه:** در اول تیرماه که خورشید هنگام ظهر بر مدار رأس سرطان (۲۷° / ۲۳°) عمود می‌تابد، در نیم کره‌ی شمالی طول روز بیش تر از شب است و مدار قطبی شمال (۳۳° / ۶۶°) کاملاً در نیم کره‌ی روشنایی قرار می‌گیرد. در نتیجه، در طول مدت ۲۴

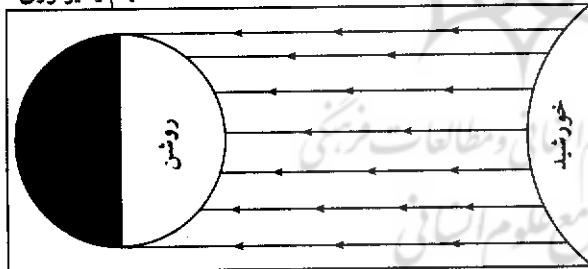


شکل ۲. مناطق آب و هوایی کره‌ی زمین

سرطان با زاویه‌ی $۲۳^\circ/۲۷'$ و بر مدار استوایی با زاویه‌ی $۶۶^\circ/۳۳'$ می‌تابد. در نیم کره‌ی جنوبی نیز، بر مدار رأس جدی با زاویه‌ی ۹۰° ، بر مدار قطبی جنوبی با زاویه‌ی ۴۷° و بر نقطه‌ی قطب جنوب با زاویه‌ی $۲۳^\circ/۲۷'$ می‌تابد (روز قطبی) (شکل ۶).

● **اعتدالین (بهاره و پائیزه):** خورشید بر مدار استوا با زاویه‌ی ۹۰° ، بر مدار رأس سرطان و رأس جدی با زاویه‌ی $۶۶^\circ/۳۳'$ و بر دو قطب با زاویه‌ی صفر درجه می‌تابد (شکل ۴).

فیلم رادیولوژی



شکل ۳. تابش خورشید به کره‌ی زمین

۴. اختلاف فصلی

فصل‌ها در نیم کره‌ی شمالی و جنوبی کره‌ی زمین، کاملاً عکس یکدیگر هستند. در انقلاب تابستانه، شروع فصل تابستان نیم کره‌ی شمالی با تابش زاویه‌های نسبتاً عمودی تر آغاز می‌شود و شروع فصل زمستان نیم کره‌ی جنوبی، با مایل تر شدن تابش‌های خورشید شروع خواهد شد.

در اعتدال پائیزی، فصل پائیز در نیم کره‌ی شمالی و فصل بهار در نیم کره‌ی جنوبی، با تابش‌های یکسان به هر دو نیم کره شروع می‌شوند. در انقلاب زمستانه، شروع فصل زمستان در نیم کره‌ی شمالی،

درجه‌ی حرارت در نیم کره‌ی جنوبی رو به افزایش می‌رود و هر روز که می‌گذرد، به تدریج روزهای تابستان فرا می‌رسند (اعتدالین).

● **انقلاب زمستانه:** در نیم کره‌ی شمالی، اول دی ماه هر سال که خورشید هنگام ظهر بر مدار رأس جدی ($۲۳^\circ/۲۷'$ نیم کره‌ی جنوبی) عمود می‌تابد، خورشید در نیم کره‌ی شمالی بر مدار رأس سرطان بسیار مایل می‌تابد. در نتیجه، طول شب طولانی‌تر از روز است و مدار قطبی شمالی کاملاً در نیم کره‌ی تاریکی قرار می‌گیرد که شب‌های قطبی را در منطقه‌ی شمالگان به وجود می‌آورد و قطب شمال در طول چند ماه شب است.

در صورتی که در نیم کره‌ی جنوبی طول روز بیش‌تر از شب، و مدار قطبی جنوبی در نیم کره‌ی روشنایی قرار گرفته است و منطقه‌ی جنوبگان روزهای بلند چندین ماهه را طی می‌کند. مدار $۶۶^\circ/۳۳'$ تا قطب را در هر دو نیم کره، منطقه‌ی شمالگان و منطقه‌ی جنوبگان گویند.

● **اعتدال بهاره:** مجدداً در نیم کره‌ی شمالی، و اول فروردین هر سال، زمانی که خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد، دایره‌ی روشنایی از دو قطب شمال و جنوب می‌گذرد و در این حالت، دایره‌ی روشنایی در امتداد محور زمین می‌چرخد. در نیم کره‌ی شمالی درجه‌ی حرارت افزایش می‌یابد و هر روز که می‌گذرد، به تدریج روزهای تابستان فرا می‌رسند. ولی از درجه‌ی حرارت نیم کره‌ی جنوبی کاسته می‌شود و با گذشت هر روز، به تدریج روزهای زمستان فرا می‌رسند. در این هنگام، طول شب و روز نیز در هر دو نیم کره با هم برابر است.

۳. تغییر زاویه‌ی تابش خورشید

در طول یک سال گردش زمین به دور خورشید، با توجه به انحراف $۲۳^\circ/۲۷'$ محور زمین، زاویه‌ی تابش خورشید بر مدارات زمین تغییر می‌کند. همان‌گونه که بیان شد، از اول تیر ماه که خورشید بر مدار رأس سرطان هنگام ظهر عمود می‌تابد، تا اول مهر ماه، که هنگام ظهر بر مدار استوا تابش عمودی دارد، به تدریج هر روز به مدارات پائین‌تر عمود تابیده می‌شود. بالاخره تا اول دی ماه، خورشید تابش‌های عمودی خود را بر مدار رأس جدی ادامه می‌دهد و مجدداً از اول دی ماه تا اول فروردین ماه مدار ۲۳° درجه‌ی جنوبی تا مدار استوا، تابش‌های عمودی خورشید را دریافت می‌کنند.

● **انقلاب تابستانه:** خورشید در قطب شمال با زاویه‌ی $۲۳^\circ/۲۷'$ ، بر مدار قطبی شمال با زاویه‌ی ۴۷° ، بر مدار رأس سرطان با زاویه‌ی ۹۰° ، و بر مدار استوا با زاویه‌ی $۶۶^\circ/۳۳'$ می‌تابد و در نیم کره‌ی جنوبی، بر مدار رأس جدی با زاویه‌ی ۴۳° و بر مدار قطبی جنوب با زاویه‌ی صفر درجه می‌تابد. در این زمان، در قطب جنوب، خورشید قابل رؤیت نیست (شب قطبی) (شکل ۵).

● **انقلاب زمستانه:** خورشید در قطب شمال قابل رؤیت نیست (شب قطبی) و بر مدار قطبی شمال با زاویه‌ی صفر درجه، بر مدار رأس



۵. به کمک این وسیله، دانش آموزان و دانش پژوهان با پدیده‌ی دایره‌ی روشنایی، انقلابین، اعتدالین، توزیع نامساوی گرمای خورشید در سطح کره‌ی زمین، آنگ فصلی، مناطق آب و هوایی، و اختلاف طول مدت شب و روز بهتر آشنا می‌شوند.

هم‌زمان با شروع فصل تابستان در نیم کره‌ی جنوبی است. مجدداً با دریافت تابش‌های یکسان به هر دو نیم کره در اعتدال بهار، شروع فصل بهار در نیم کره‌ی شمالی مقارن با شروع فصل پاییز در نیم کره‌ی جنوبی است.

۵. مناطق آب و هوایی

مناطق بین مدار قطبی شمال و قطب شمال و نیز مناطق بین مدار قطبی جنوب و قطب جنوب، به دلیل زاویه‌ی تابش کم خورشید در طول سال، از مناطق سرد کره‌ی زمین محسوب می‌شوند. منطقه‌ی بین مدار رأس سرطان و رأس جدی، به دلیل تابش‌های مستقیم خورشید جزو مناطق گرم است. مناطق بین مدار رأس سرطان و مدار قطبی شمال و همچنین مناطق بین مدار رأس جدی و مدار قطبی جنوب، به دلیل متغیر بودن تابش خورشید در طول سال، جزو مناطق معتدل کره‌ی زمین به حساب می‌آیند.

۶. مواد و وسایل مورد نیاز:

۱. کاغذ سفید با ابعاد 150×15 سانتی متر.
۲. فیلم رادیولوزی با ابعاد 30×20 سانتی متر.
۳. تلق شفاف به ابعاد کاغذ.
۴. نقاله، پرگار و خط کش.
۵. ماژیک مشکی و زرد.
۶. پونز (۲ عدد).
۷. قیچی و تیغ.

۷. روش ساخت:

مرحله‌ی اول: به وسیله‌ی پرگار، روی کاغذ دایره‌ای به قطر ۱۳ سانتی متر به عنوان کره‌ی زمین رسم می‌کنیم. مرحله‌ی دوم: در جهت افقی، دایره را از وسط نصف و به دو نیم کره‌ی شمالی و جنوبی تقسیم می‌کنیم. این خط نماد (مدار) استوا خواهد بود. مرحله‌ی سوم: به وسیله‌ی نقاله، دو زاویه‌ی $23/27^\circ$ درجه در دو طرف خط استوا جدا می‌کنیم تا محیط دایره را در نقاط B و B' قطع کنند. خطی که از B و B' به موازات استوا رسم می‌شود، در نیم کره‌ی شمالی مدار رأس سرطان و در نیم کره‌ی جنوبی مدار رأس جدی خواهد بود.

مرحله‌ی چهارم: به وسیله‌ی نقاله، زاویه‌ی $66/33^\circ$ درجه را در نیم کره‌ی شمالی و جنوبی پیدا می‌کنیم تا مدارهای قطبی به دست آیند. مرحله‌ی پنجم: محور زمین را به وسیله‌ی نقاله طوری رسم می‌کنیم که با مدار استوا زاویه‌ی قائمه بسازد.

مرحله‌ی ششم: منطقه‌های آب و هوایی کره‌ی زمین (منطقه‌ی سرد، معتدله و گرم) را در جای خود می‌نویسیم یا با علامتی مشخص و یا رنگ آمیزی می‌کنیم.

مرحله‌ی هفتم: ابتدا به وسیله‌ی نقاله، مانند ترسیم مدار رأس سرطان و جدی، مدارات دیگر را به فاصله‌ی ۱۵ درجه از یکدیگر و به موازات خط استوا در دو نیم کره‌ی شمالی و جنوبی رسم می‌کنیم (می‌توان مدارات را با فاصله‌ی کم تر هم ترسیم کرد) سپس خط استوا و مدارات را در هر نیم کره‌ی غربی و شرقی، به ۶ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و بعد از آن، به ترتیب از قطب شمال تا جنوب، این نقاط را به وسیله‌ی خط قوسی به یکدیگر متصل می‌سازیم. در این صورت، نصف‌النهارات به دست می‌آیند که فاصله‌ی هر کدام ۱۵ درجه و اختلاف زمانی آن‌ها نسبت به یکدیگر، یک ساعت است.

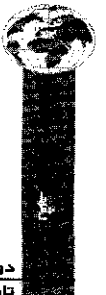
۶. اختلاف طول مدت شب و روز

- روی خط استوا در طول سال، مدت زمان روز و شب یکسان و هر کدام ۱۲ ساعت است.
- در انقلاب تابستانه اگر از استوا به طرف قطب شمال پیش روییم، طول روز از ۱۲ ساعت به ۲۴ ساعت افزایش خواهد یافت و طول شب از ۱۲ ساعت به صفر کاهش می‌یابد. در صورتی که در نیم کره‌ی جنوبی عکس آن است.
- در انقلاب زمستانه از استوا به طرف قطب شمال، طول روز از ۱۲ ساعت به ۲۴ ساعت افزایش می‌یابد، در حالی که در نیم کره‌ی جنوبی، عکس آن صادق است.
- در اعتدالین، طول روز و شب در هر دو نیم کره، از استوا به طرف قطبین یا هم برابر است: ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب.

ب) ساخت وسیله‌ی نمایش: نتایج حرکت سالانه‌ی زمین

۱. مخاطبان: دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی و دبیرستان، دانشجو معلمان دوره‌ی تربیت معلم و دانش پژوهان.
۲. موضوع: جغرافیا، «نتایج حرکت انتقالی زمین».
۳. مشخصات: در این وسیله می‌توان، وضعیت و حالات دایره‌ی روشنایی و نحوه‌ی تغییر زاویه‌ی تابش خورشید را در ایام سال و در مناطق متفاوت کره‌ی زمین مشاهده کرد. توجه: این وسیله را می‌توان به صورتی ساخت که کره‌ی زمین متحرک و خورشید ثابت باشد.

۴. هدف: حرکت انتقالی زمین به دور خورشید و انحراف محور زمین سبب می‌شوند، خورشید در طول سال و به هنگام ظهر بر مدارهای گوناگون عمود بتابد. بر این اساس، دایره‌ی روشنایی طول روز و شب در هر نیم کره تغییر می‌یابد و گرمابخشی خورشید نیز در هر نیم کره از فصلی به فصل دیگر متغیر است (شکل ۱).



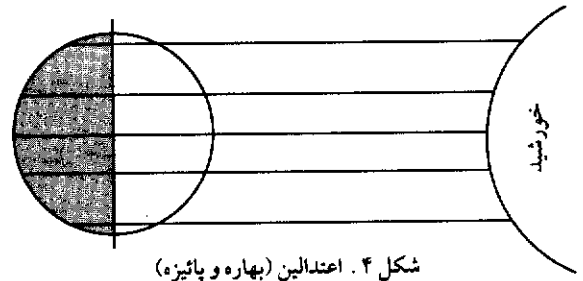
شعاع‌های خورشید بر مدار رأس سرطان عمود قرار گیرند. در این زمان، مدار قطبی شمالی، در نیم کره‌ی روشنائی و طول روز از شب، در آن نیم کره بیش تر است که تابستان (تیر ماه) آن نیم کره خواهد بود و انقلاب تابستانه نامیده می‌شود (در نیم کره‌ی جنوبی عکس آن صادق است) (شکل ۵). سپس صفحه‌ی زمین را به آرامی می‌چرخانیم. در این صورت می‌توان، تغییرات دایره‌ی روشنائی و تابش اشعه‌ی خورشید را در مناطق کره‌ی زمین مشاهده کرد. وقتی خورشید بر خط استوا عمود شود، دایره‌ی روشنائی از قطب‌های زمین می‌گذرد. در این هنگام، طول روز و شب در هر دو نیم کره با هم برابر است و دایره‌ی روشنائی منطبق بر محور زمین و پائیز (مهر) نیم کره‌ی شمالی است که اعتدال پائیز نامیده می‌شود (شکل ۴).

بعد از آن، صفحه‌ی زمین را به آرامی به سمت چپ حرکت می‌دهیم. در این صورت، از طول روز نیم کره‌ی شمالی کاسته و بر طول شب آن افزوده می‌شود. زمانی که خورشید عمود بر مدار رأس جدی قرار می‌گیرد، طول روز نیم کره‌ی شمالی کم تر از شب آن خواهد شد و دایره‌ی قطبی شمالی، در نیم کره‌ی تاریکی قرار می‌گیرد و زمستان (دی ماه) نیم کره‌ی شمالی را به وجود می‌آورد که انقلاب زمستانه نامیده می‌شود (در نیم کره‌ی جنوبی عکس آن صادق است) (شکل ۶).

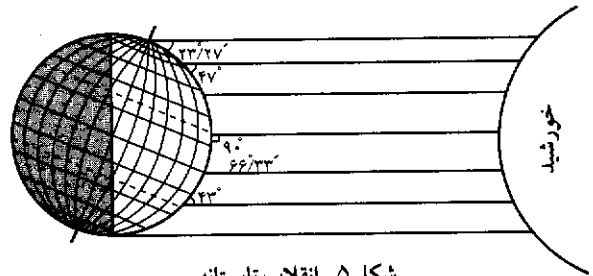
حالا بار دیگر صفحه‌ی زمین را به سمت راست حرکت می‌دهیم تا تابش‌های خورشید مجدداً بر استوا عمود بتابد. دوباره طول روز و شب هر دو نیم کره با هم برابر و بر دمای نیم کره‌ی شمالی افزوده می‌شود. در این هنگام بهار (فروردین) نیم کره‌ی شمال را داریم که اعتدال بهاره نامیده می‌شود (شکل ۴).

با حرکت دادن صفحه‌ی زمین، شعاع‌های خورشید از مدار رأس سرطان به جدی و برعکس، تغییر زاویه می‌دهند و می‌توان تغییرات تابش اشعه، فصل‌های متفاوت مناطق کره‌ی زمین، و شب و روز قطبی را مشاهده کرد.

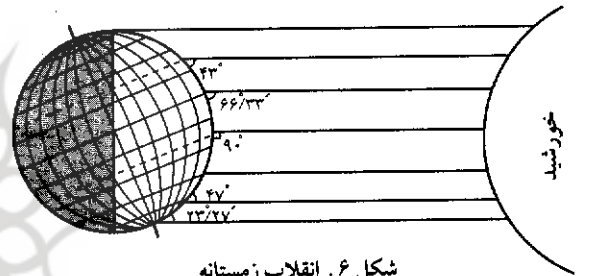
زمانی که خورشید بر مدار رأس سرطان عمود می‌تابد، بر اساس وضعیت دایره‌ی روشنائی، می‌توان طول مدت روز و شب را در مدارات هر دو نیم کره بدین طریق محاسبه کرد: تعداد قاج‌هایی از آن مدار را که در نیم کره‌ی روشنائی و تاریکی قرار می‌گیرند، می‌شماریم و هر کدام را در عدد دو ضرب می‌کنیم. برای مثال، در مدار قطبی شمال، قاج‌هایی که در نیمه‌ی روشنائی قرار دارند، ۱۲ قاج هستند. وقتی عدد ۱۲ را در دو ضرب کنیم، درمی‌یابیم که طول روز در این مدار ۲۴ ساعت است. در همان حالت، اگر مدار ۴۵ درجه‌ی نیم کره‌ی شمالی را بنگریم، مشاهده می‌کنیم که ۹ قاج در نیمه‌ی روشنائی قرار گرفته‌اند. وقتی آن را در دو ضرب کنیم، طول روز این مدار ۱۸ ساعت می‌شود و اگر ۱۸ را از ۲۴ ساعت کم کنیم، طول مدت شب آن به دست می‌آید که ۶ ساعت است. همچنین زمانی که خورشید از مدار رأس سرطان به سمت خط استوا و مدار رأس جدی و برعکس حرکت کند، نیز مدت روز و شب هر منطقه در هر نیم کره قابل محاسبه است (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۴. اعتدالین (بهاره و پاییزه)



شکل ۵. انقلاب تابستانه



شکل ۶. انقلاب زمستانه

مرحله‌ی هشتم: تلق شفاف را روی شکل کره‌ی زمین قرار می‌دهیم و تمام موارد را با ماژیک مشکی روی آن ترسیم می‌کنیم.

مرحله‌ی نهم: فیلم رادیولوژی را روی تصویر تلق شفاف قرار می‌دهیم، دایره‌ای به همان شعاع روی آن رسم می‌کنیم و با پونز، مرکز آن‌ها را بر یکدیگر منطبق می‌سازیم (شکل ۳).

مرحله‌ی دهم: دایره را بر خلاف استوا (یا منطبق بر محور زمین) به دو نیمه تقسیم می‌کنیم. در این حالت، نیم کره‌های شرقی و غربی به دست می‌آیند (شکل ۳).

مرحله‌ی یازدهم: نیمه‌ی غربی را به عنوان نیم کره‌ی تاریکی با ماژیک مشکی تیره می‌کنیم. نیم کره‌ی مقابل آن نیم کره‌ی روشنائی خواهد بود (شکل ۳).

مرحله‌ی دوازدهم: روی شیشه‌ی رادیولوژی و در امتداد خط استوا، به فاصله‌ی ۱۵ سانتی متر، نمایی به عنوان خورشید ترسیم می‌کنیم (شکل ۳)، سپس از خورشید، با ماژیک زرد خطی عمود بر مدار استوا می‌کشیم و از همان محل، خطوطی نیز به مدار رأس سرطان و جدی و مدار قطبی شمال و جنوب می‌کشیم.

۱. روش استفاده

صفحه‌ی زمین را طوری روی فیلم رادیولوژی قرار می‌دهیم که

