

تنظیم شرایط محیطی ۲

جلسه ۱-۴

تهیه کننده: الهه مرئی



اقلیم

تاثیر متقابل عناصر محیطی

- تابش
- دمای هوا
- رطوبت هوا
- بارندگی
- باد

اقلیم یا آب‌وهوا در اصل تابعی از نور خورشید است. کلمه climate از واژه یونانی klima به معنای زاویه زمین نسبت به خورشید گرفته شده است. یونانیان تشخیص داده بودند که اقلیم به مقدار زیادی تابع زوایای خورشید (عرض جغرافیایی) می‌باشد و بنابراین آنها دنیا را به مناطق استوایی، معتدل و قطبی تقسیم می‌کردند.



طبقه‌بندی اقلیمی جهان از دیدگاه کوپن

اقلیم حاره ای مرطوب

- اقلیم گرم و خشک

- اقلیم معتدل

- اقلیم سرد

- اقلیم قطبی

- اقلیم ارتفاعات

اساس این طبقه‌بندی بر میانگین ماهانه و سالانه دما و بارندگی و رژیم بارندگی و ارتباط بین رویش‌های طبیعی و شرایط دما و بارندگی است.



عوامل بوجود آورنده اقلیم محلی-Microclimate

به دلایلی چند ممکن است اقلیم یک محل کاملاً متفاوت با منطقه اقلیمی که در آن وجود دارد. اگر قرار باشد ساختمانها به گونه‌ای مناسب با محیط‌زیست خود ارتباط داشته باشند می‌بایست برای خرداقلیمی طراحی شوند که در آن قرار گرفته‌اند. علل اصلی تفاوت خرداقلیم یا اقلیم محلی با اقلیم کلان عبارتند از:

- عرض جغرافیایی
- ارتفاع از سطح دریا
- جهت شیب زمین
- وجود آبهای محلی
- نوع خاک
- پوشش گیاهی
- محیط مصنوع



تابش آفتاب



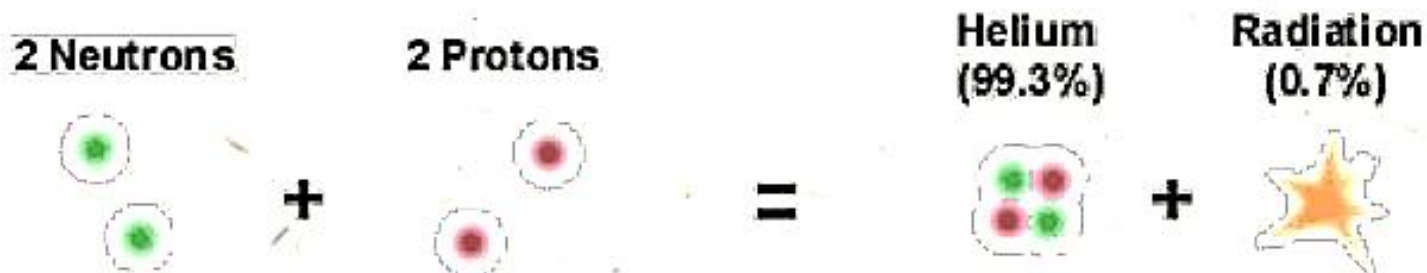
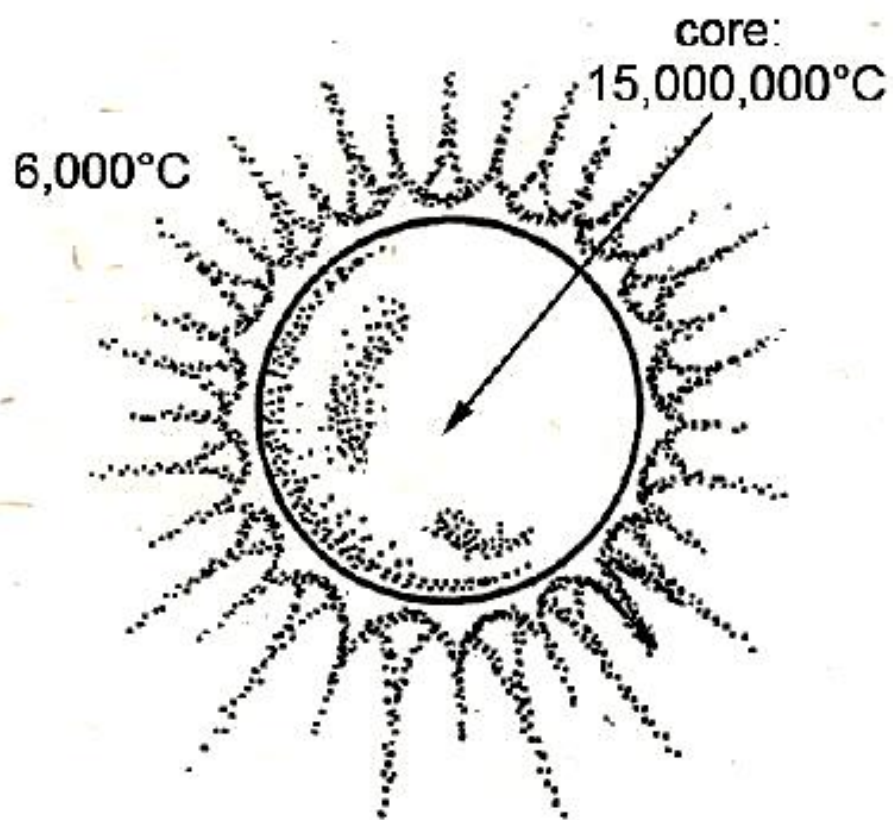
تاریخچه پیدایش خورشید

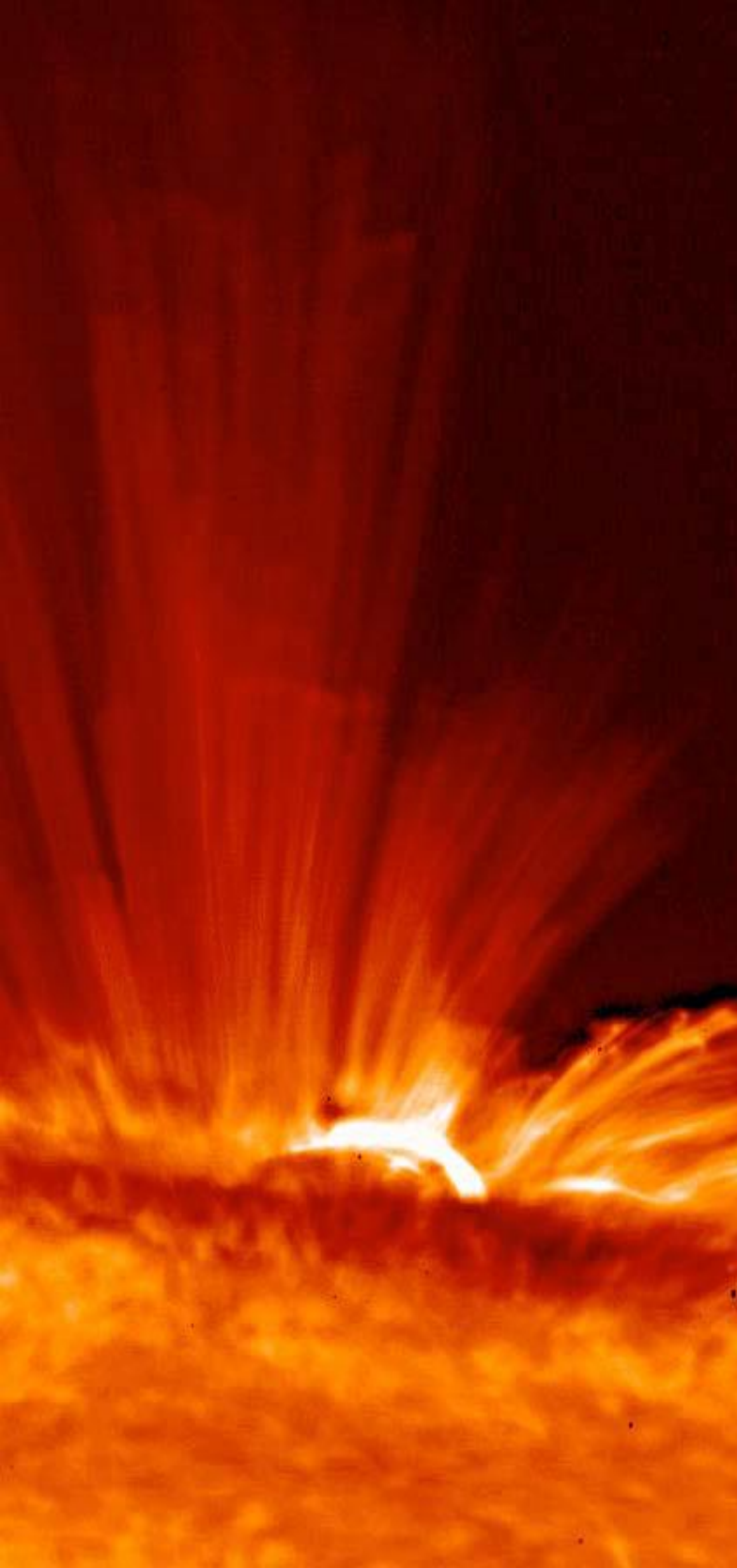
درمورد پیدایش خورشید فرضیه های زیادی وجود دارد. میلیونها سال قبل در اثر یک جاذبه قوی در یک توده عظیم هیدروژن، مولکولهای هیدروژن به هسته مرکزی که جاذبه بسیار زیادی دارد جذب می شوند و حرارت زیادی در حدود ۱۰-۱۴ میلیون درجه سانتیگراد ایجاد می کنند که به آن کوره اتمی خورشید گفته می شود.

در اثر حرارت و تراکم مولکولهای هیدروژن، مولکول هلیوم شکل می گیرد. اما جرم مولکول هلیوم از مولکولهای هیدروژن ترکیب شده کمتر است بنابراین مقداری از این جرم به شکل انرژی آزاد می شود که انرژی بسیار زیادی با فرکانس بالا و طول موج کوتاه- اشعه گاما- دارد و به مرور با برخورد و جذب به دیگر هیدروژن ها از میزان انرژی آن کاسته می شود و طول موجش بیشتر می شود تا به سطح خورشید برسد. درنهایت تمام انرژی هایی که به سطح خورشید می رسند طول موج یکسانی ندارند.

به همین دلیل است که وقتی با چشم مسلح به خورشید نگاه کنیم درست مانند شعله ای که بالا و پایین می رود بنظر می رسد.

آفتاب پرتویی الکترومغناطیسی است که از خورشید ساطع میشود.





Mean distance from Earth 1.496×10^{11} m
8.31 min at light speed

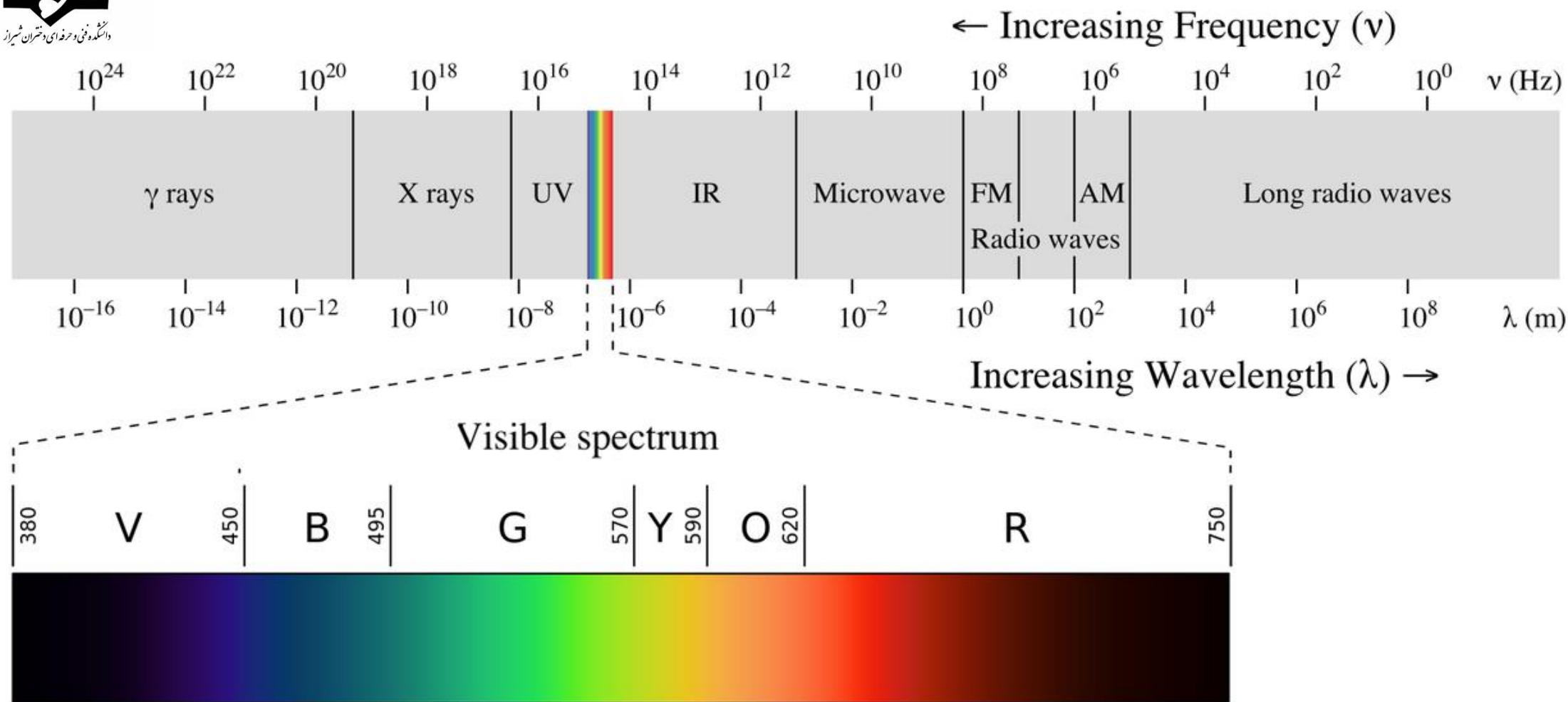
Weight 22×10^{25} ton
Mean diameter 1.392×10^9 m

Photospheric composition (by mass)

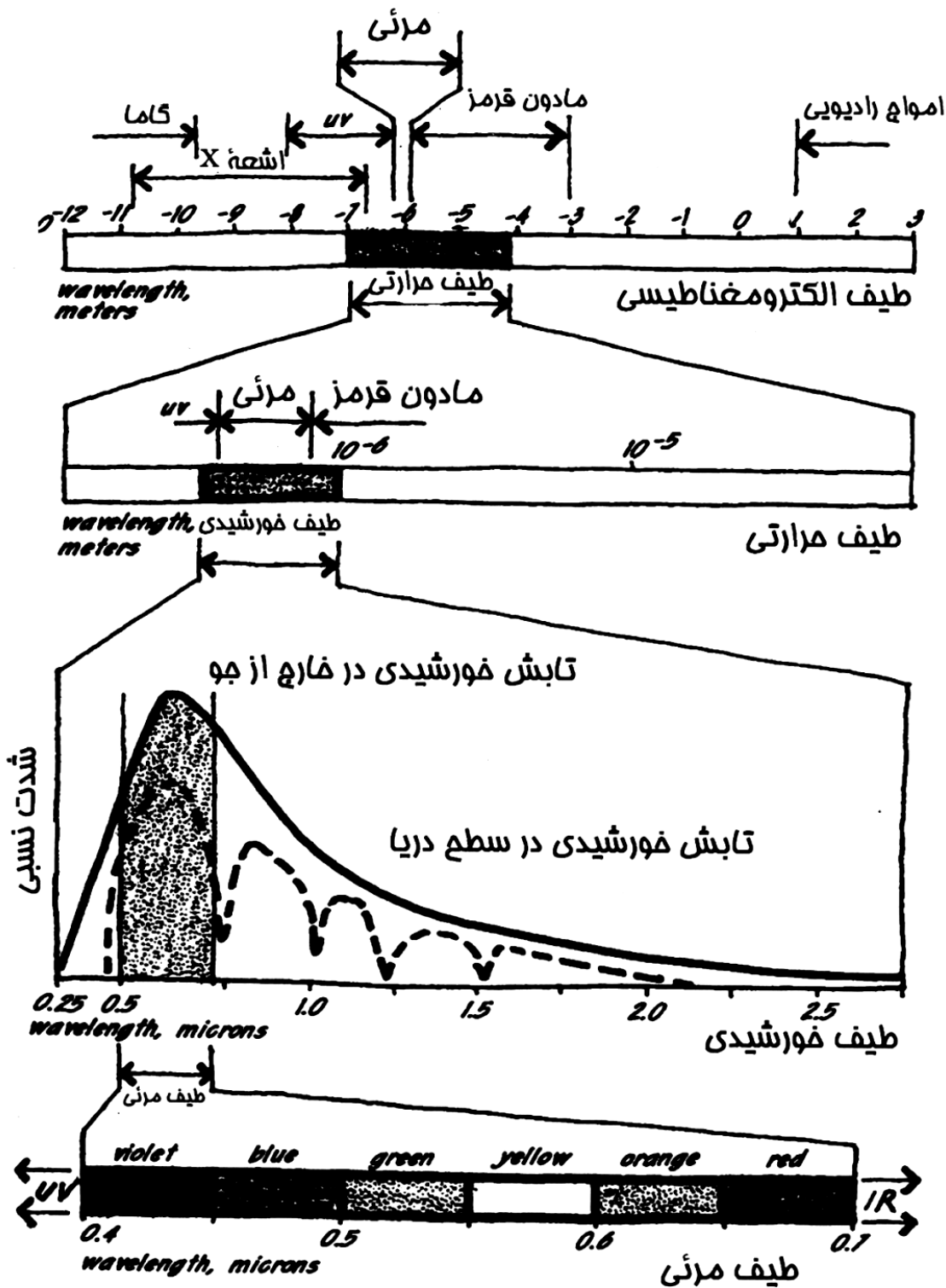
Hydrogen 73.46 %
Helium 24.85 %
Oxygen 0.77 %
Carbon 0.29 %
Iron 0.16 %
Sulfur 0.12 %
Neon 0.12 %
Nitrogen 0.09 %
Silicon 0.07 %
Magnesium 0.05 %



دانشگاه ملی و فناوری و تهران شیراز



از میان طیف گسترده از تشعشعات خورشید، چشم انسان تنها قادر به دیدن بخش محدودی از طیف (۳۸۰-۷۵۰ نانومتر) می‌باشد.



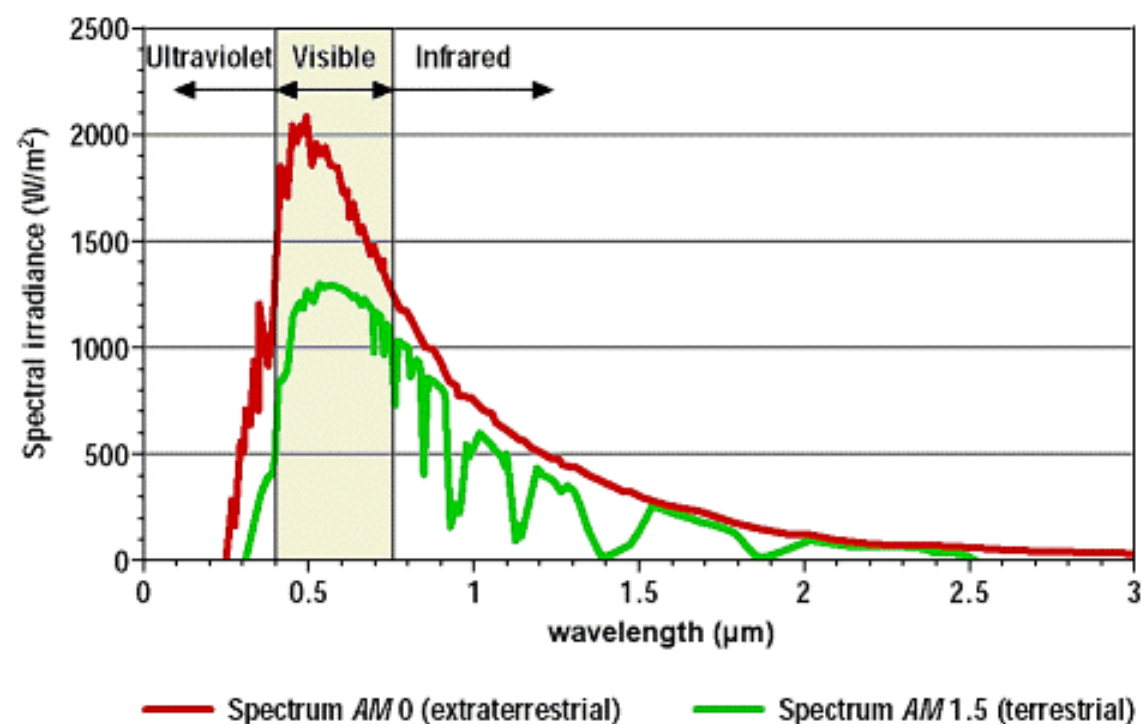
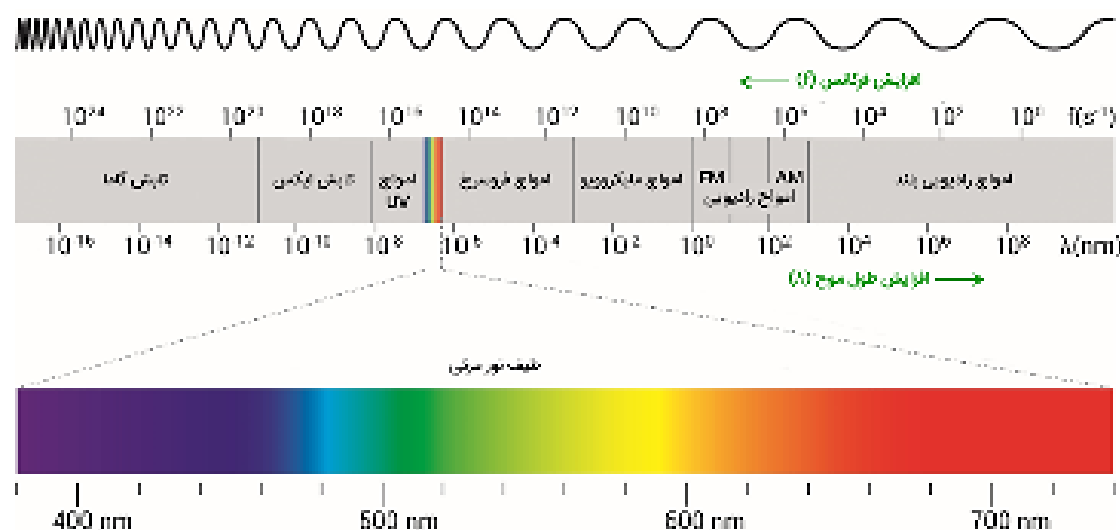
مقدار و ترکیب امواج خورشید که به محدوده خارج جو زمین می‌رسد نسبتاً غیرمتغیر و ثابت خورشیدی نامیده می‌شود. با اینحال مقدار و ترکیب امواج تابشی که به سطح زمین می‌رسد با توجه به زوایای خورشیدی و ترکیب جو به مقدار گسترده‌ای تغییر می‌کند.

مقدار تابش خورشید در خارج از اتمسفر زمین بر روی یک صفحه عمود بر تابش خورشید، وقتی زمین در فاصله متوسط از خورشید قرار گرفته باشد ثابت خورشیدی یا کمیت خورشیدی نامیده می‌شود و مقدار آن برابر است با 1350 وات بر مترمربع.

علیرغم اینکه اشمش ثابت خورشیدی است اما نوسان حدود ۲ درصد دارد بنابراین در منابع مختلف ممکن است این مقدار تا حدودی متفاوت باشد.

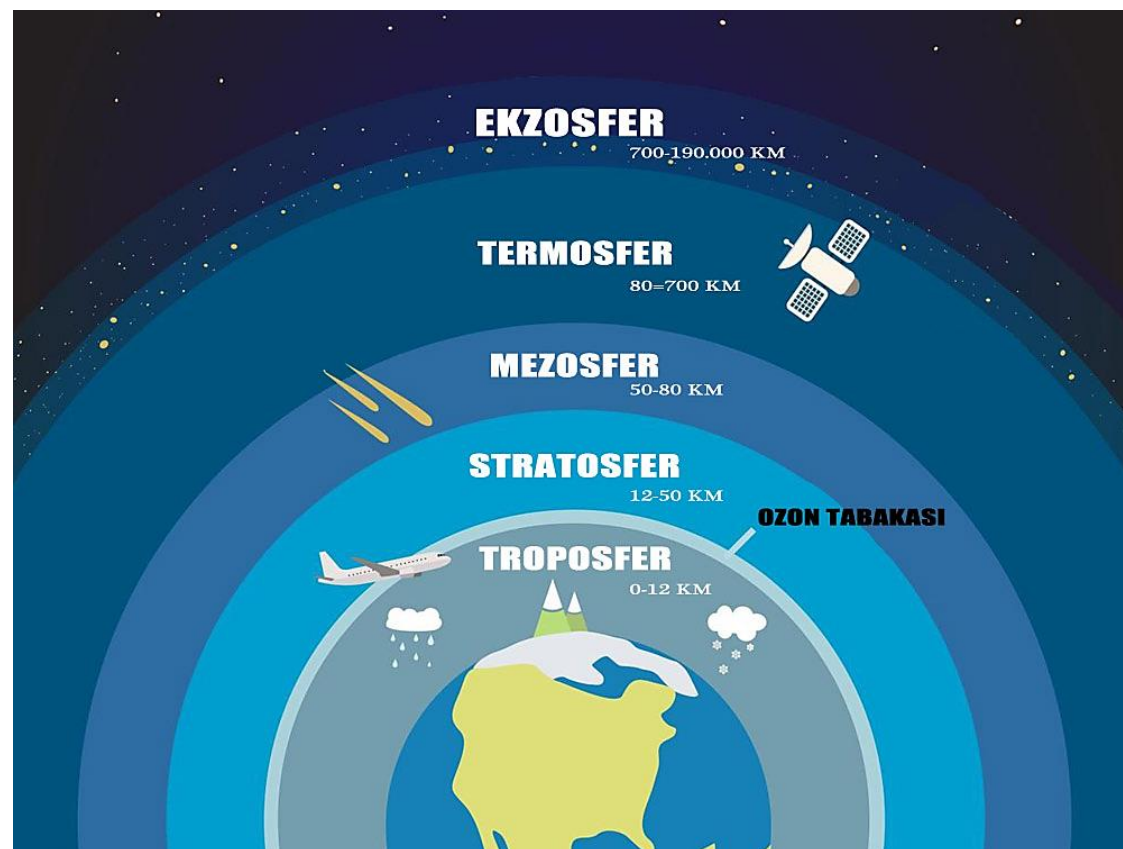
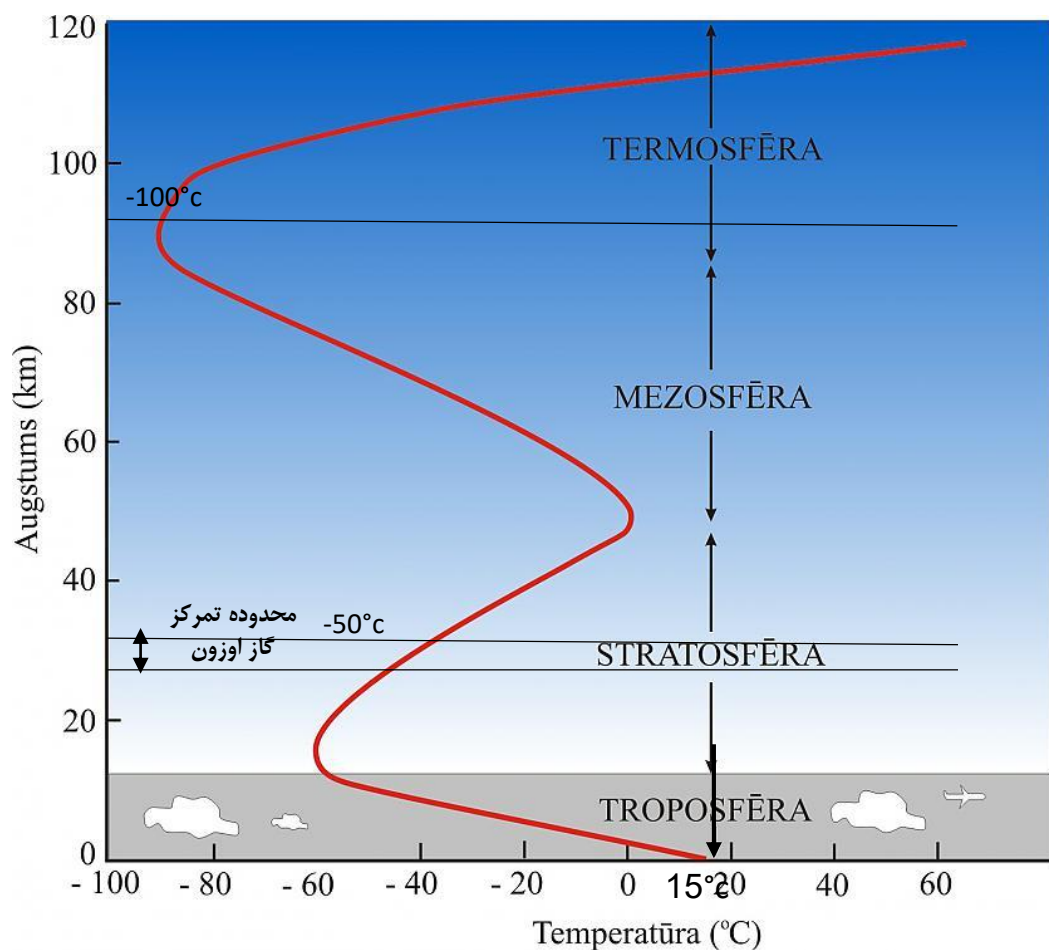
حداکثر شدت تابش در پرتو قابل رویت است

بیش از نیمی از انرژی خورشید مربوط به پرتو فروسرخ می شود



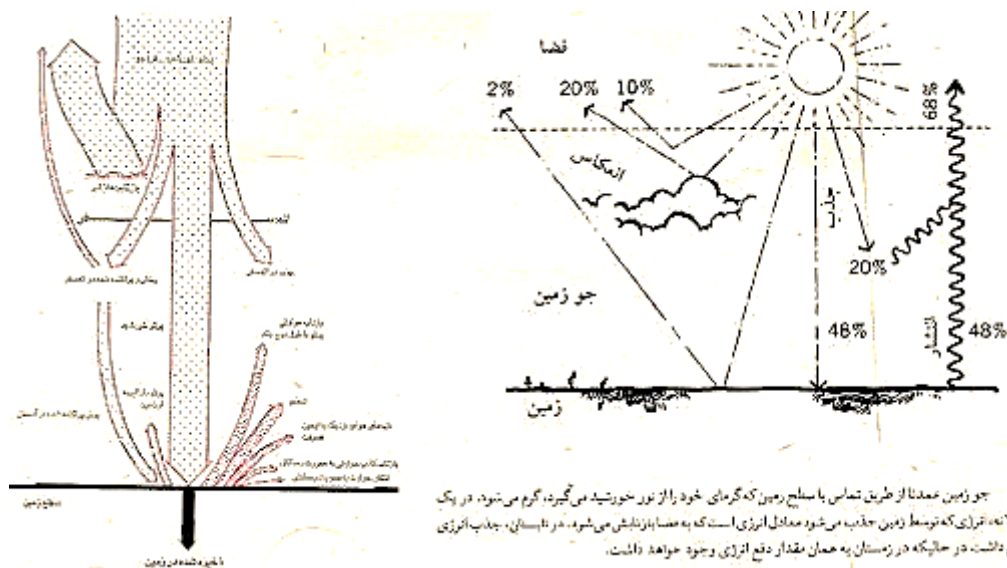
لایه‌بندی جو زمین براساس تغییرات دمایی در ارتفاعات مختلف

- تروپوسفر ← به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دما ۶.۵ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد
- استراتوسفر ← لایه ازون در ارتفاع ۳۰ کیلومتری از سطح زمین در این محدوده قرار دارد و با افزایش ارتفاع دما نیز افزایش می‌یابد
- مزوسفر ← در این لایه دما به حداقل خود می‌رسد
- ترموسفر ← در این لایه دما به حداکثر مقدار خود می‌رسد



قسمت عمده ای از پرتو فرو قرمز به وسیله بخار آب و اکسید کربن جذب می شود.

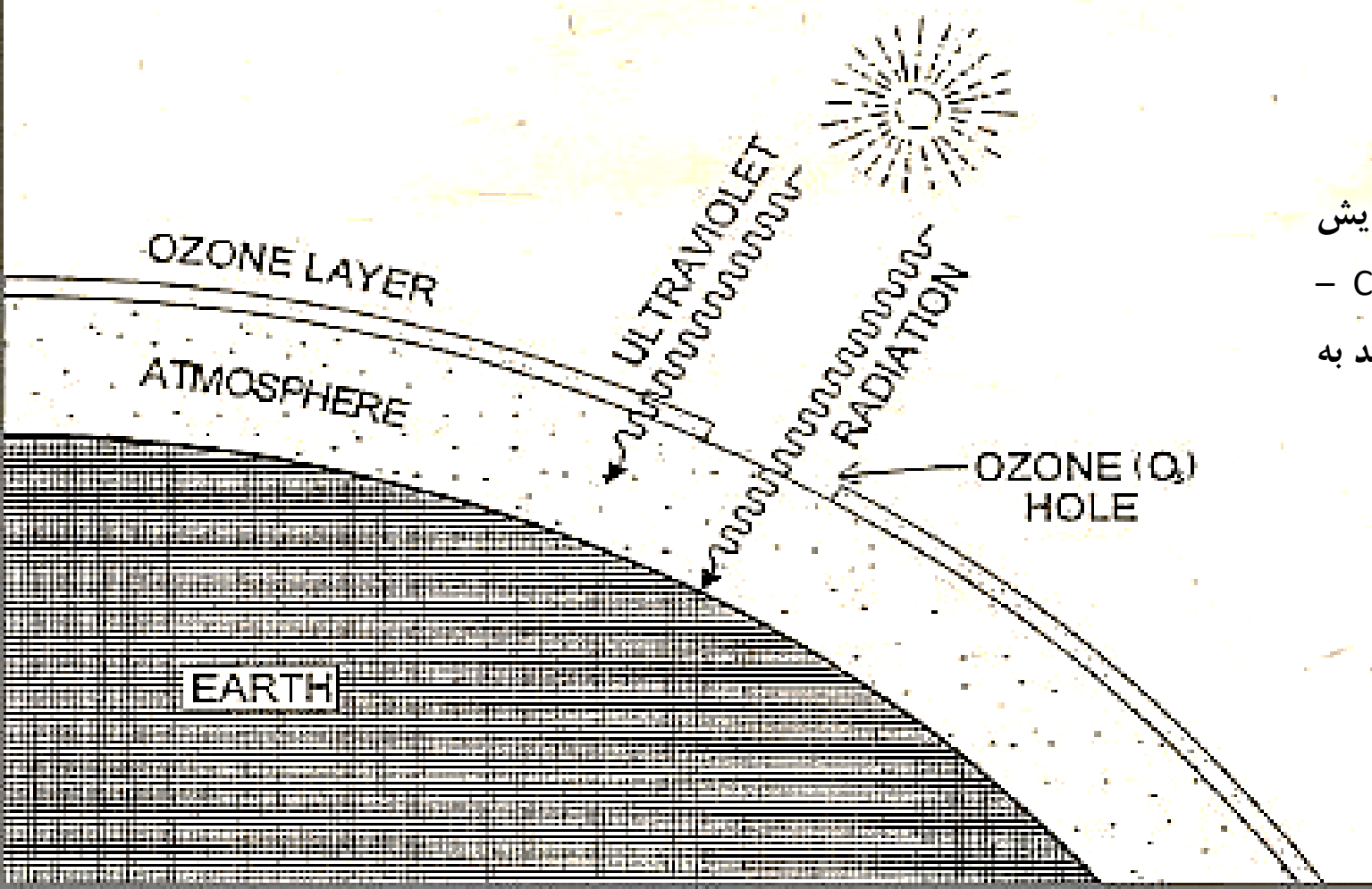
ثابت خورشیدی بعد عبور از جو، کاهش می‌یابد. بخشی از فوتون‌ها در اثر عبور از جو، برخورد با ابرها، ذرات هوا و غبار و بخار آب، جذب و یا منعکس می‌شوند. تنها ۴۸ درصد از کل تشعشعات خورشیدی به کره زمین رسیده و جذب می‌گردد که حدود ۸۹ درصد این پرتوهای جذب شده دوباره مجدداً با طول موج بلند به خارج از جو بازتابیده می‌شود.





معمولا پرتوهای فرابنفش و تمام پرتوهایی که طول موجی کمتر از $280/0$ میکرون دارند بوسیله اوزون جذب می شوند.

در طول مسیر پرتوهای خورشید در جو در ارتفاع حدود 50 کیلومتری از سطح جو، لایه‌ای متراکم از اکسیژن وجود دارد. پرتوهای با انرژی زیاد به اکسیژن برخورد می کنند و باعث شکسته شدن O_2 و تبدیل آن به مولکول O می شود. مولکول شکسته شده با O_2 موجود در جو ترکیب شده و تشکیل O_3 می دهند. این روند مدام رخ می دهد و همیشه در جو این سه عنصر یافت می شوند. حسن این ماجرا این است که مقداری از پرتو ماورابنفش که انرژی بسیار زیادی دارد و بسیار برای موجودات زنده روی سطح زمین مضر هستند صرف شکستن مولکول ها می شود.



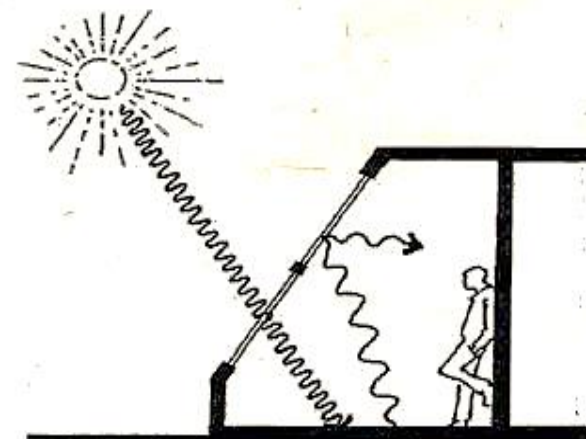
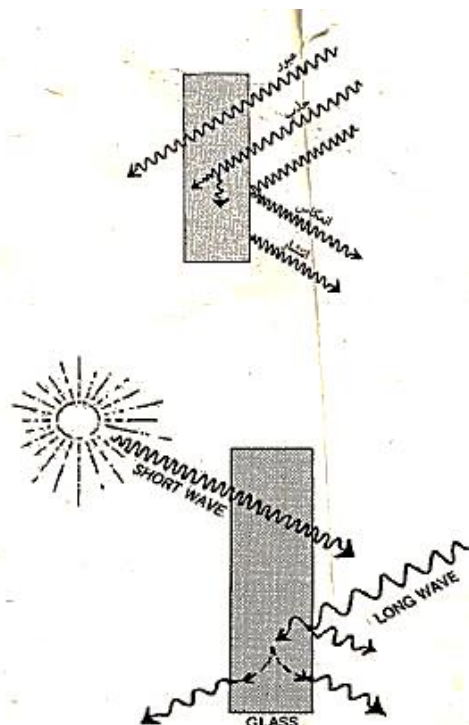
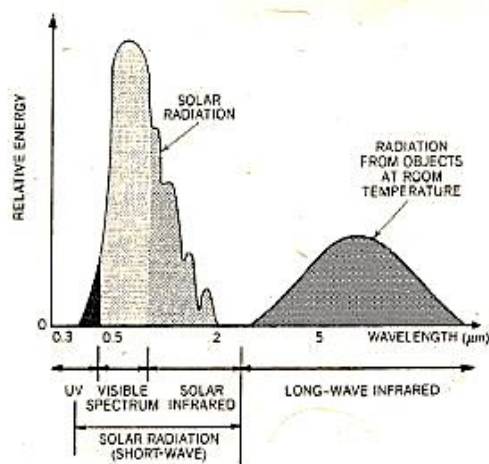
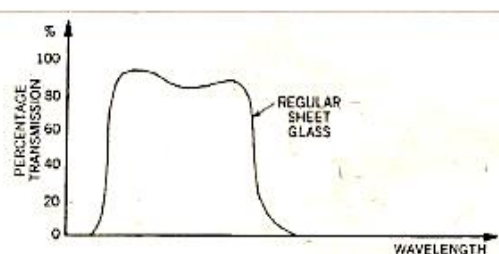
حفره لایه اوزون که ناشی از سرمایش ساختمانها - مولکولهای کلروفلوروکربن CFC - می باشد، باعث ورود پرتوهای مضر خورشید به سطح زمین می شود.

پدیده گلخانه ای

مفهوم اثر گلخانه‌ای برای درک هر دو عنصر آب و هوا و انرژی خورشیدی ضروری می‌باشد. نوع کنش و واکنشی که بین یک ماده و انرژی تابشی اتفاق می‌افتد بستگی به طول موج امواج تابشی دارد.

امواج تابشی خورشید با طول موج کوتاه قادر می‌باشد که به آسانی، درست از داخل شیشه گذشته و پس از آن توسط اجسام داخلی جذب گردند. هنگامی که این اجسام گرم می‌شوند میزان انتشار امواج را در بخش طول موج بلند از طیف الکترومغناطیسی افزایش می‌دهند. از آنجاییکه شیشه در مقابل این امواج تابشی، کدر می‌باشد مقداری از این انرژی محبوس می‌شود. بدین ترتیب شیشه نوعی قفس گرمایی ایجاد کرده و دمای داخل شروع به بالا رفتن می‌کند.

این اتفاق در مقیاس بزرگتر در جو زمین نیز رخ می‌دهد و پرتوهای یا طول موج کوتاه بعد از عبور از جو بوسیله اجسام و سطح زمین جذب می‌شوند و گرم شدن آنها باعث بازتابش پرتوها با طول موج بلند گردیده که امکان خروج را ندارند و باعث گرم شدن دمای هوا می‌شوند.





عوامل موثر بر مقدار انرژی تابیده شده به هر نقطه از سطح زمین

■ دوام :

تعداد ساعات آفتابی در روز (متوسط هر ماه)

■ شدت :

انرژی وارد شده بر سطح بر حسب ژول بر مترمربع بر ثانیه (وات بر مترمربع)

ثابت خورشیدی: حرارت تولید شده توسط خورشید در فاصله ۱۴۸ میلیون کیلومتری بر سطح عمود بر پرتوهای خورشید

پرتوهای موثر بر ساختمان

- پرتوهای مستقیم خورشید با طول موج کوتاه
- پرتوهای پراکنده خورشید با طول موج کوتاه
- پرتوهای بازتابیده از سطوح با طول موج کوتاه
- پرتوهای ساطع شده از اجسام با طول موج بلند
- پرتوهای ساطع شده به آسمان با طول موج بلند

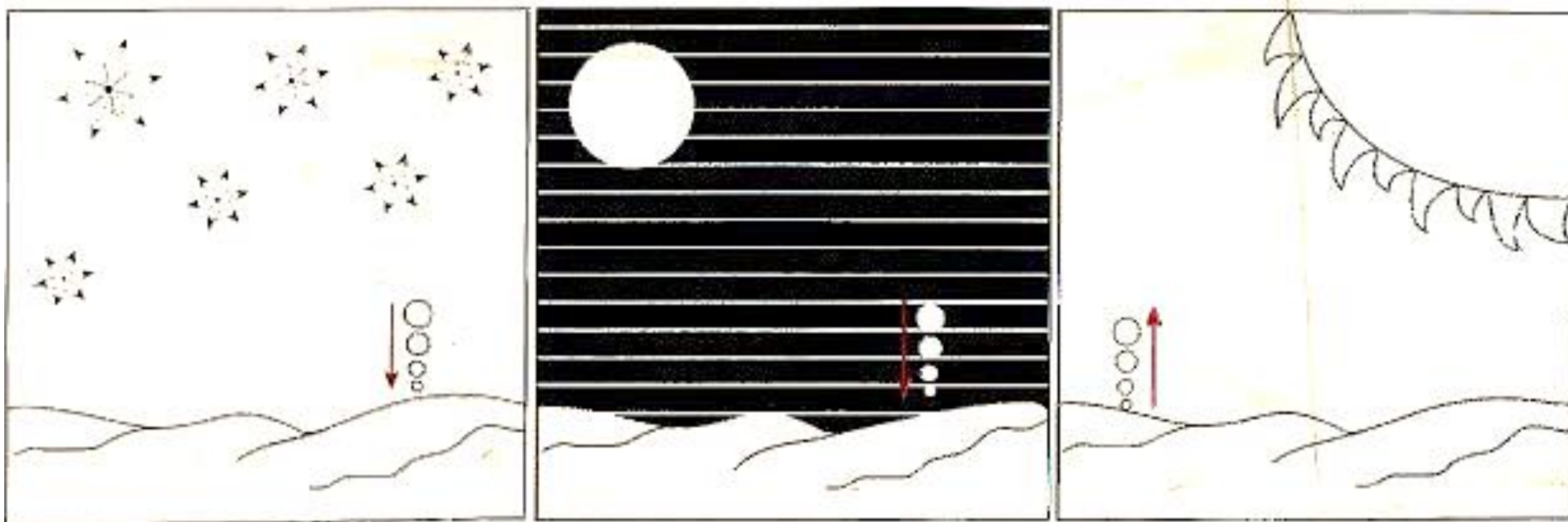


تابش و انسان

- تاثیر بیولوژیک: فرابنفش
- تاثیر حرارتی: فروسرخ و مرئی

• دمای هوا در اثر تماس با سطح زمین گرم می شود، نه به طور مستقیم

• هنگامی که هوا بالا می رود دمای آن با سرعت تقریبی $6/5$ درجه فارنهایت در هر 300 متر کاهش می یابد.



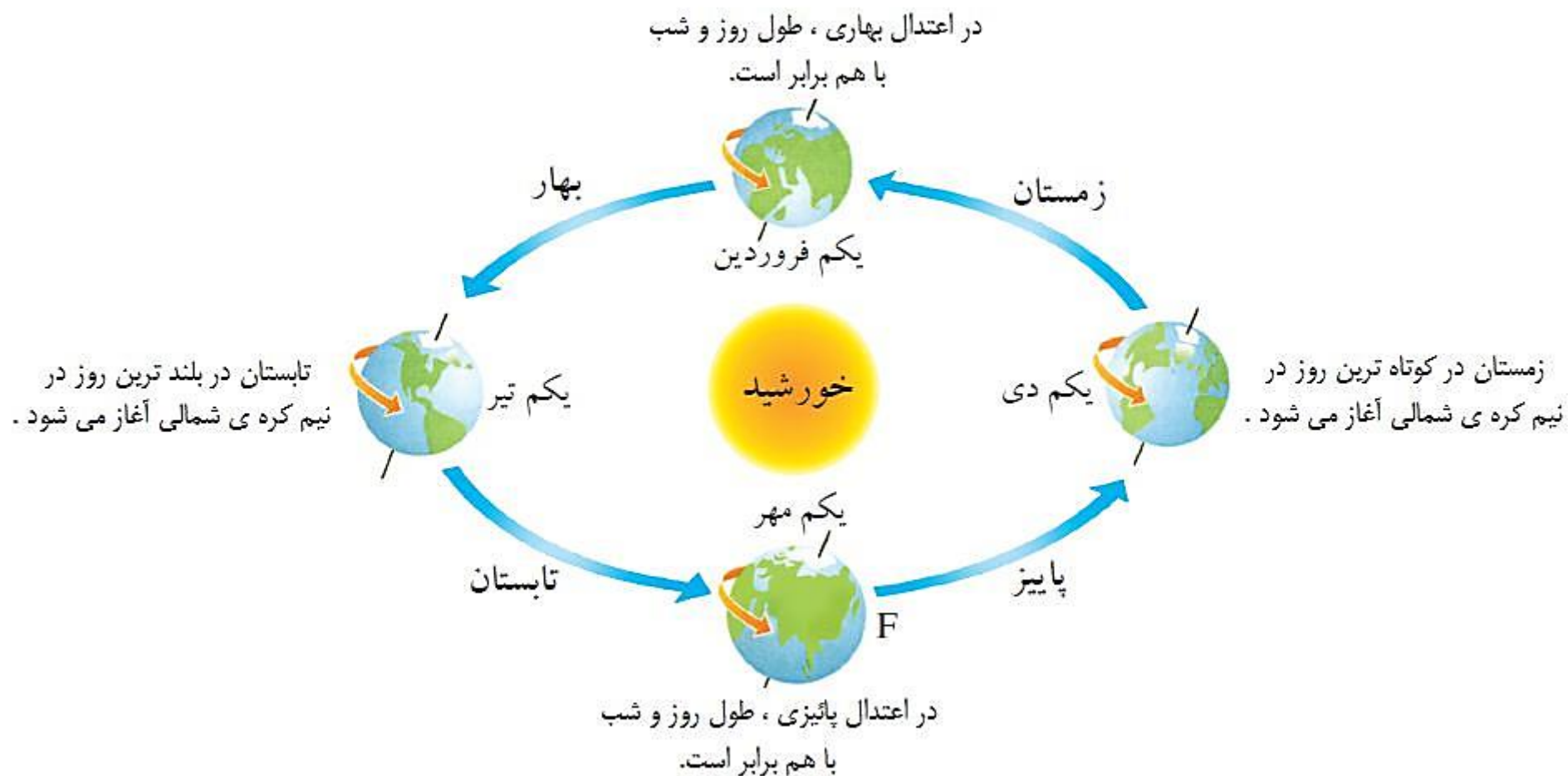
پیدایش فصول

زمین در یک مدار بیضی شکل به دور خورشید می‌چرخد و خورشید در یکی از کانونهای آن قرار دارد.

زمین دو حرکت دارد:

۱- حرکتی حول محور خود (پادساعتگرد)، حول محوری فرضی که قطب شمال را به قطب جنوب متصل می‌نماید که شب و روز را بوجود می‌آورد

۲- حرکتی انتقالی به دور خورشید (پادساعتگرد)، در مدار بیضی شکل حرکت میکند که ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال را پدید می‌آورد.



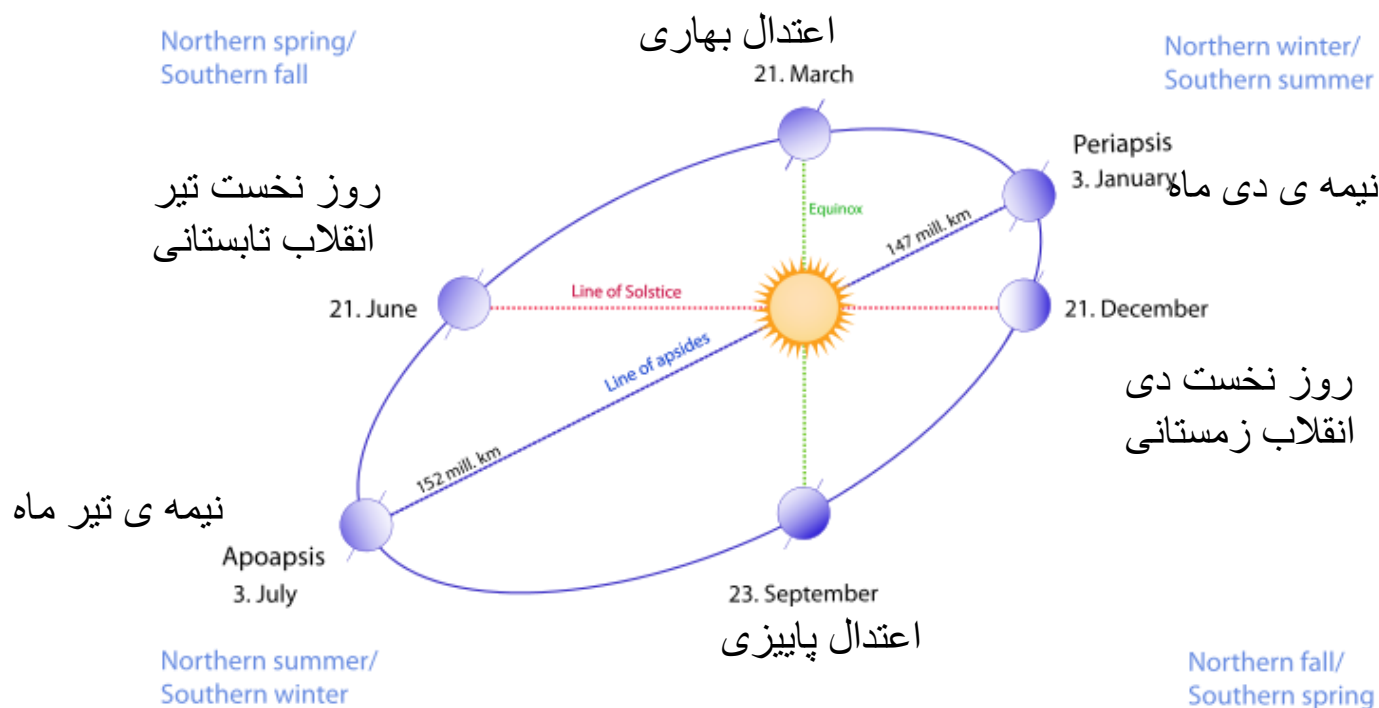


پیدایش فصول

از آنجاییکه زمین در یک مدار بیضی شکل به دور خورشید میچرخد لذا فاصله زمین تا خورشید ثابت نیست. بیشترین فاصله زمین تا خورشید در تیرماه اتفاق می افتد که معادل ۱۵۲ میلیون کیلومتر است و به فاصله اوج خورشیدی معروف است و کمترین فاصله در دی ماه با ۱۴۷ میلیون کیلومتر، فاصله حضیض خورشیدی نامیده می شود.

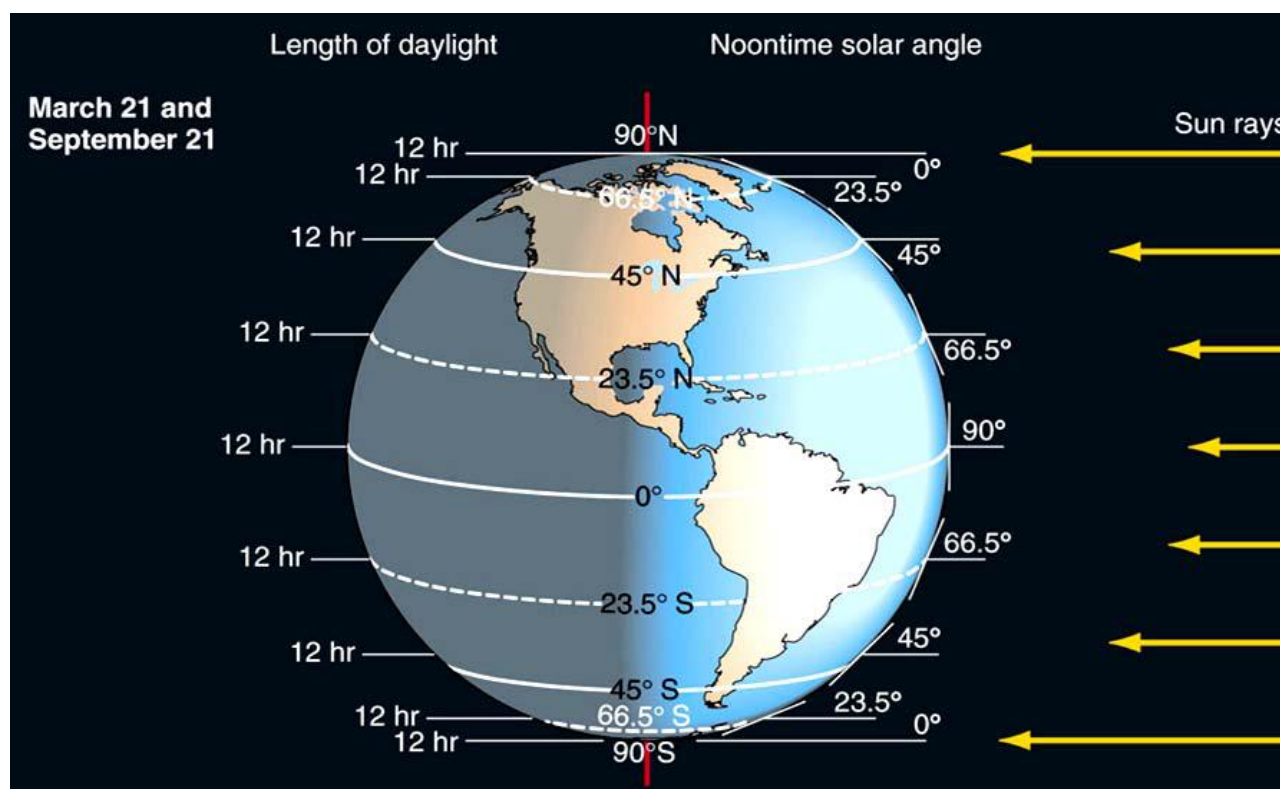
نکته:

اگرچه فاصله زمین تا خورشید در موقعیت انقلاب تابستانی بیشتر از انقلاب زمستانی است، ولی چون میزان پرتوهای خورشیدی خارج از جو ثابت است فاصله تاثیری ندارد. آنچه در کسب گرمای زمین موثر است، زاویه تابش خورشید به سطح زمین است نه دوری و نزدیکی از خورشید

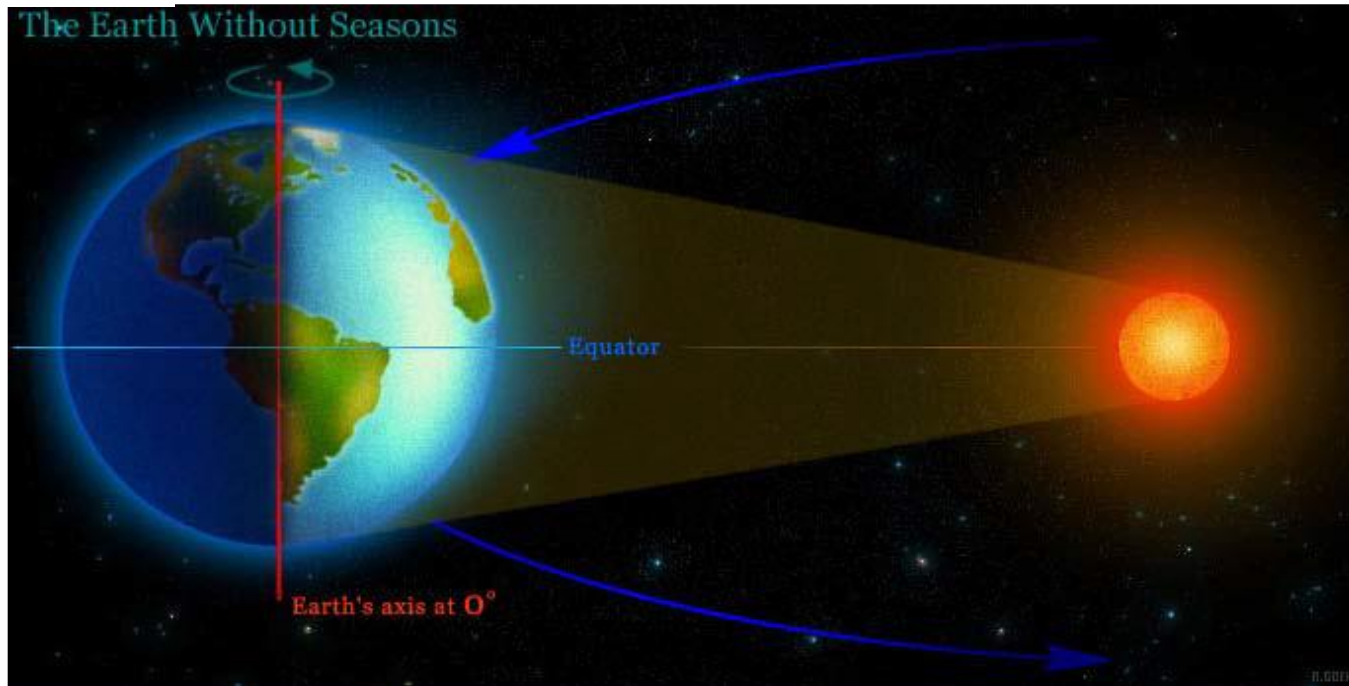


پیدایش فصول

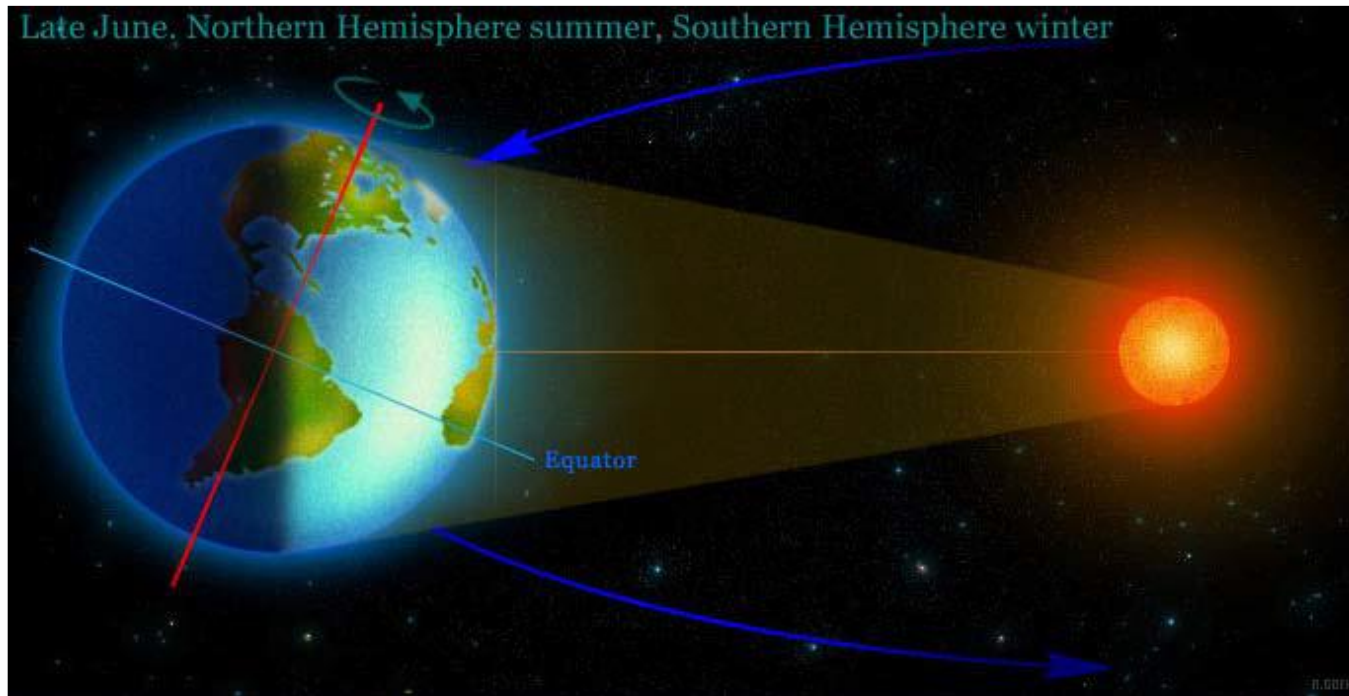
محور زمین $23\frac{3}{4}^\circ$ درجه نسبت به خط استوا، انحراف دارد که به آن زاویه انحراف نیز می‌گویند. این زاویه موجب پدید آمدن تغییرات جوی در فصول مختلف شده و زمانی که در نیمکره شمالی فصل تابستان است در نیمکره جنوبی فصل زمستان است. زیرا موقعیت این محور چرخش در فضا به هنگام گردش زمین به دور خورشید ثابت می‌ماند ولی زاویه برخورد پرتوهای خورشید به زمین همواره در طول سال تغییر می‌کند.



پیدایش فصول



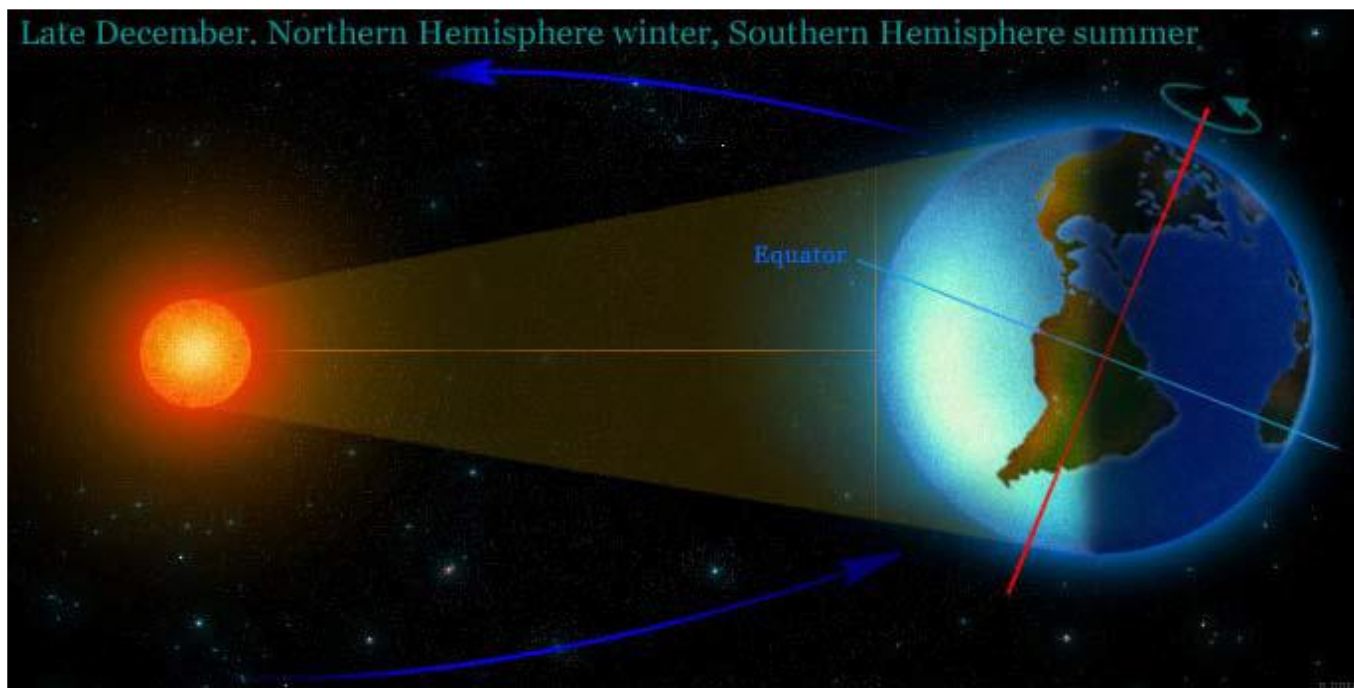
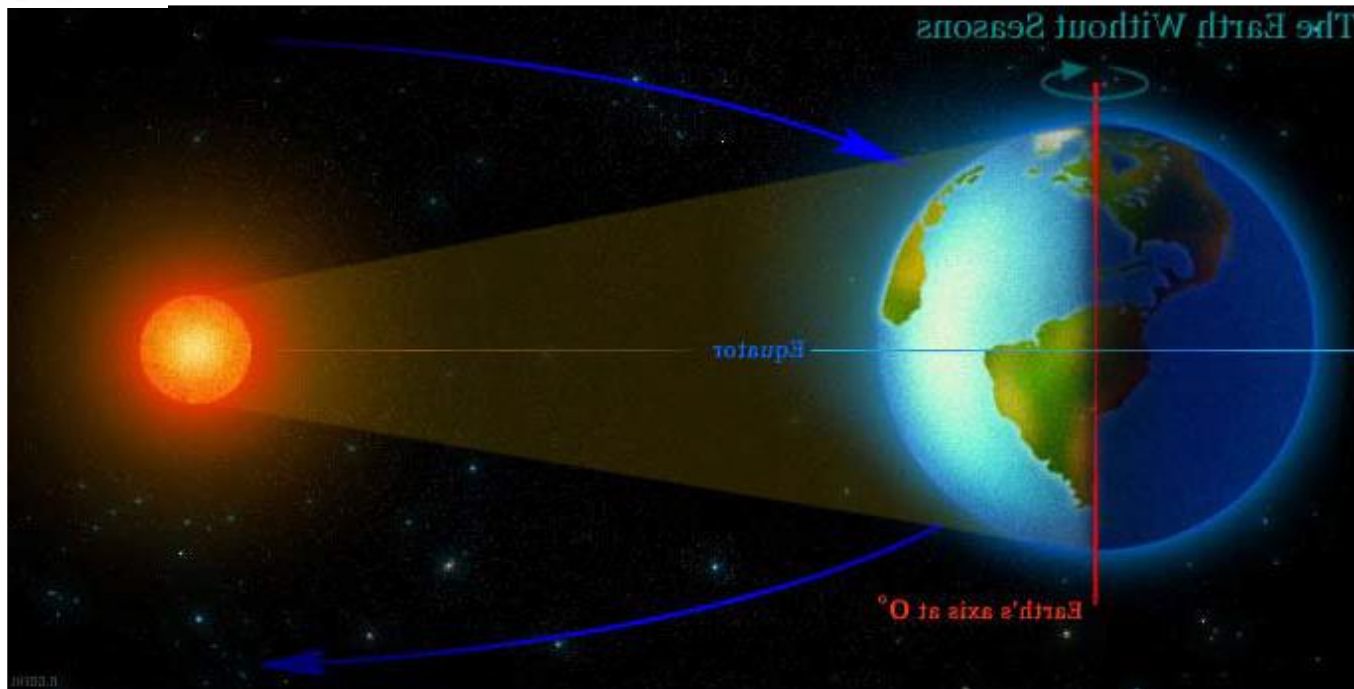
بهار
 اول فروردین زاویه انحراف صفر



تابستان

پیدایش فصول

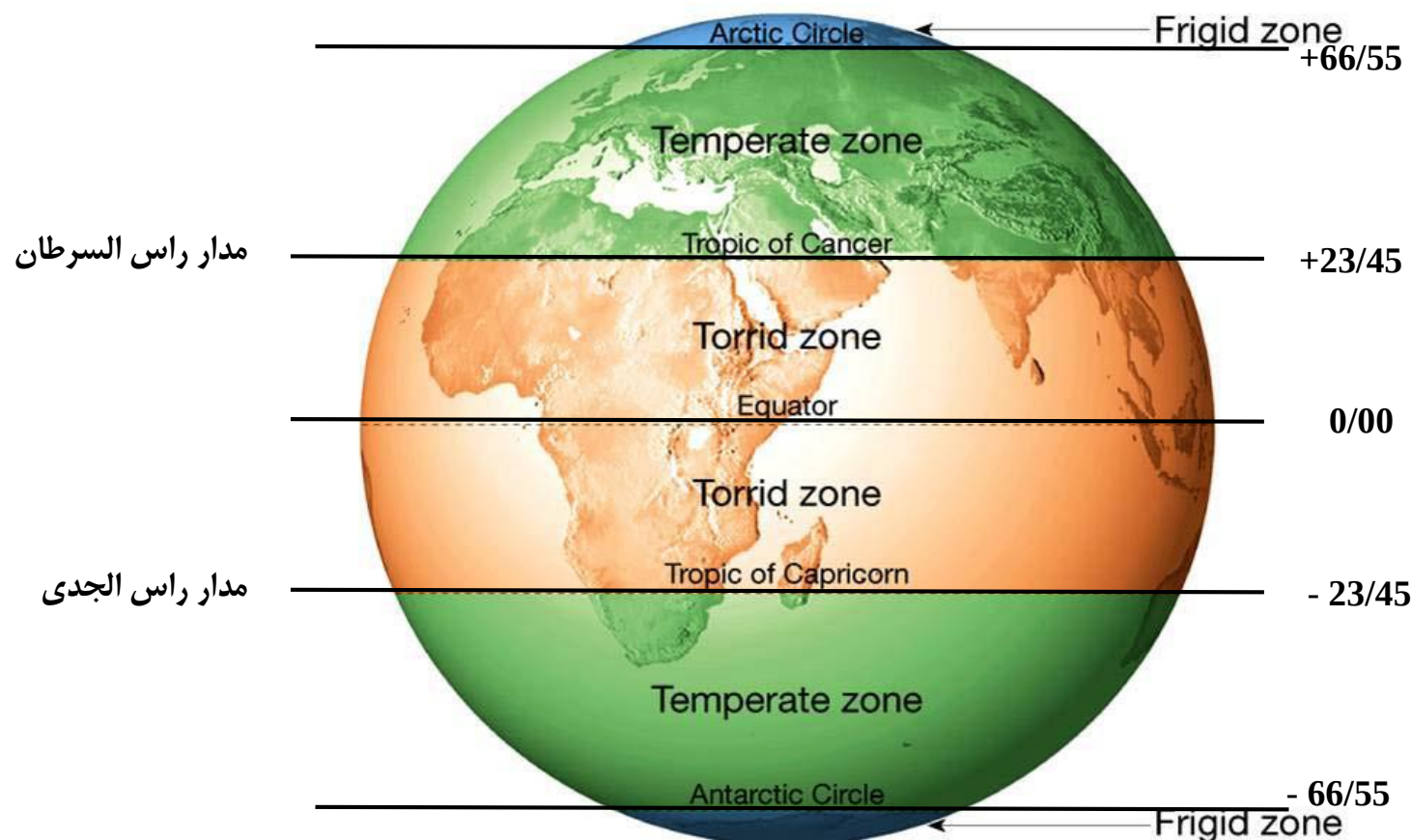
پاییز
اول مهر زاویه انحراف صفر



زمستان

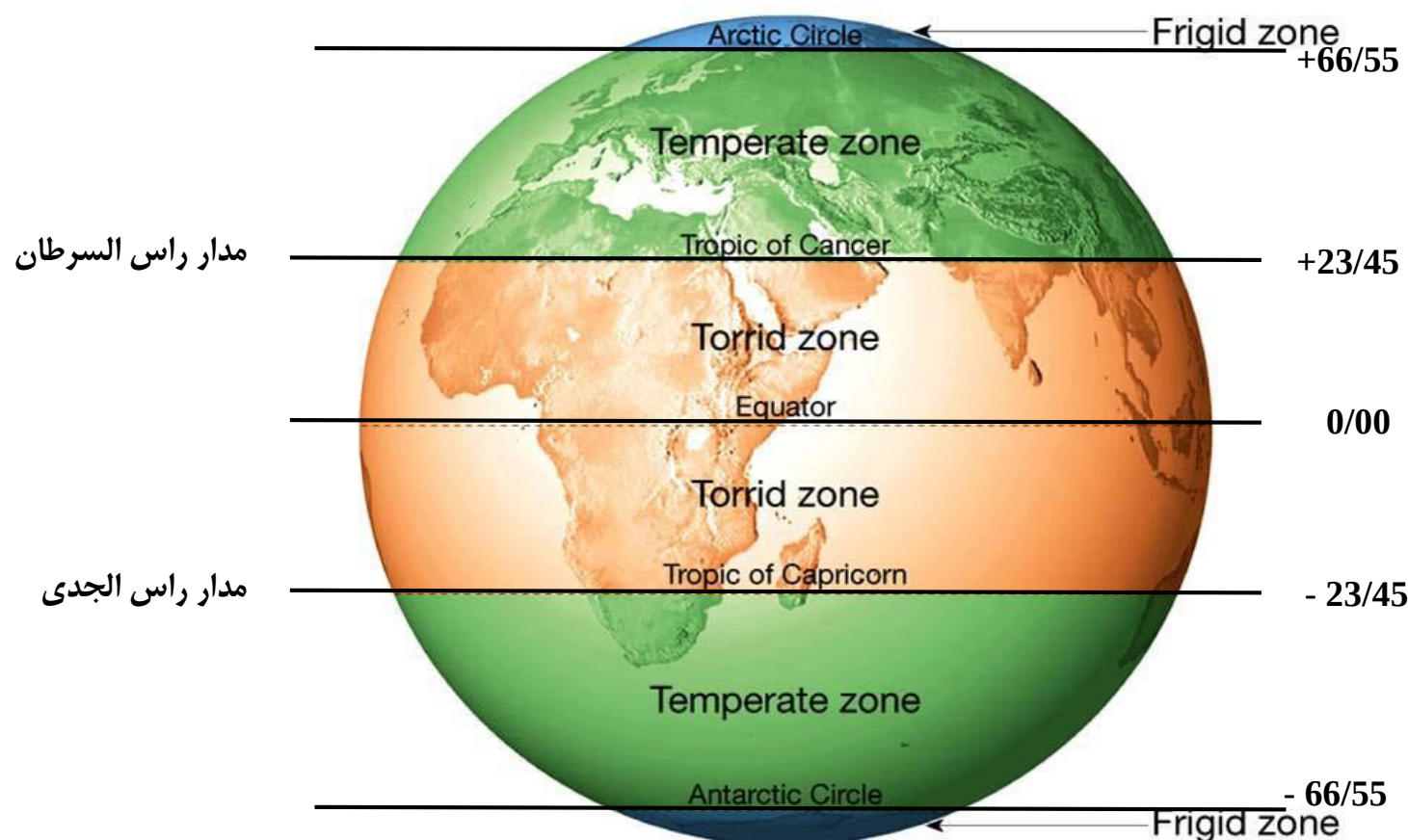
جغرافیدانان زمین را به سه منطقه استوایی، معتدله و قطبی تقسیم بندی می کنند.

- منطقه استوایی بین مدار راس السرطان و راس الجدی در عرض جغرافیایی $+23/45$ تا $-23/45$ قرار دارد. در این محدوده پرتوهای خورشیدی به عمود نزدیکتراند و لذا میزان دریافت انرژی خورشیدی بیشتر از سایر مناطق است. اختلاف طول شب و روز در این منطقه در تمام طول سال برابر است.



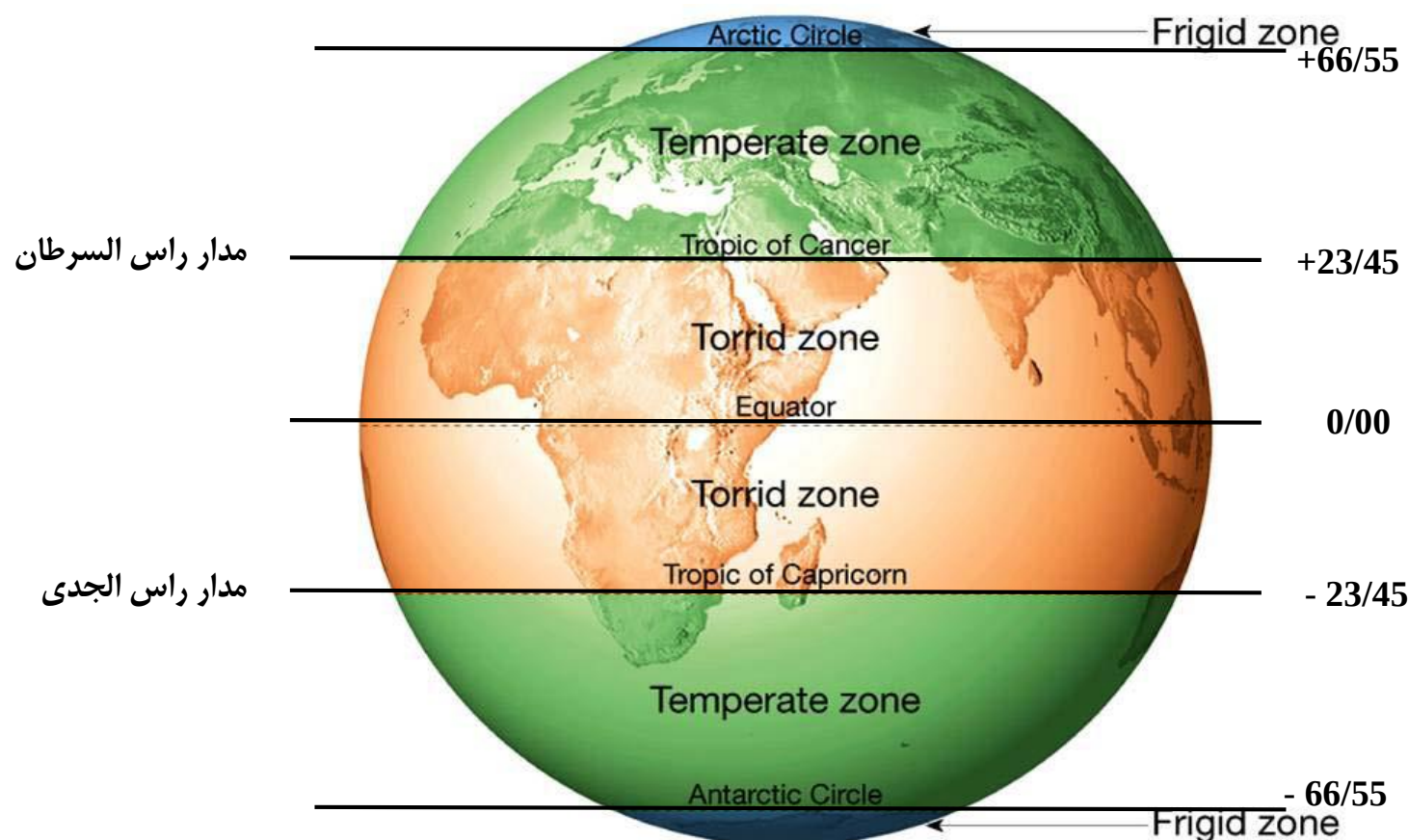
طول روز

- منطقه معتدله بین مدار راس السرطان، راس الجدی و مدار قطبی در عرض جغرافیایی $23/45^{\circ}$ تا $66/55^{\circ}$ (معتدل شمالی) و $23/45^{\circ}$ تا $66/55^{\circ}$ (معتدل جنوبی) قرار دارد. در این محدوده پرتوهای خورشیدی به مایل هستند و هیچگاه پرتو عمود رخ نمیدهد و اختلاف طول شب و روز در این منطقه تا ۹۰ دقیقه متغیر است.



طول روز

- منطقه قطبی بین مدار قطبی تا عرض جغرافیایی $\pm 90^\circ$ قرار دارد و به مناطق منجمد شمالی و جنوبی تقسیم می‌شوند. اختلاف شب و روز در این منطقه از ۲۴ ساعت تا ۶ ماه متغیر است. بدلی مایل بودن زیاد زاویه پرتوهای خورشید و ضخامت بیشتر جو، اثر پرتوهای خورشیدی بسیار اندک است و لذا شاهد تغییرات فصلی چندانی نیستیم.



پیدایش فصول

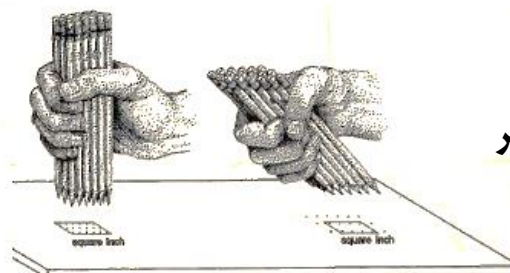
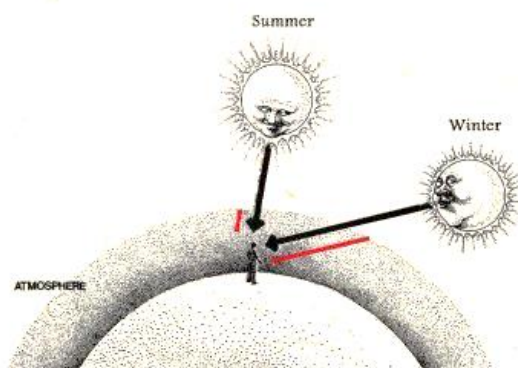
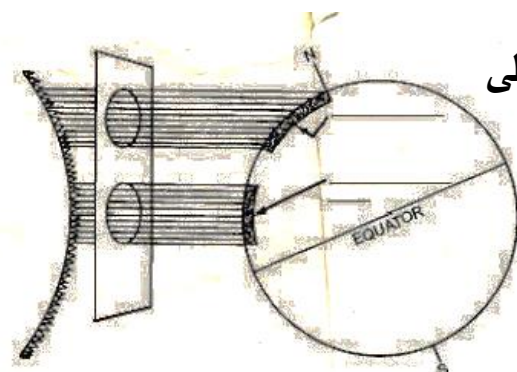
تأثیرات زاویه تابش:

زاویه عمودی که پرتوهای خورشید با آن زاویه به زمین برخورد می کنند، زاویه تابش نامیده می شود و تابعی از عرض جغرافیایی، موقعیت زمانی سال و موقعیت زمانی روز می باشد.

هرچه عرض جغرافیایی یک محل بیشتر باشد نمایانگر نزدیکی به قطبین است و در نتیجه زاویه تابش مایلتر می باشد. بطور کلی، زاویه تابش در فصل تابستان عمودی تر از زمستان است لذا میزان دریافت خورشیدی در فصل تابستان بیشتر است.

- در زوایای پایین (مایل) ، پرتوها طول بیشتری از جو را طی می کنند. در بدترین حالت، به هنگام غروب خورشید اتفاق می افتد که پرتوهای خورشید قرمز بوده و بقدر کافی ضعیف هستند که بتوان به آن نگاه کرد.

- هرچه خورشید در آسمان پایینتر بیاید، یک پرتوی معین از نور خورشید مساحت بیشتری را روشن خواهد نمود. حال آنکه پرتویی که بر مساحت بیشتری می تابد طبیعتاً ضیفتر خواهد بود.





اندازه‌گیری شدت تابش خورشید

چنانچه پیش تر ذکر شد شدت تابش پرتوهای خورشید در خارج از جو یک رقم ثابت است و برابر با $1350 \frac{W}{m^2}$ اما از این مقدار با عبور از جو به دلیل آلودگی جو و طول مسیری که طی می‌کند کاسته می‌شود. این مقدار در هنگام ظهر خیلی بیشتر از زمان طلوع و غروب است. فرض کنید پرتوهای خورشیدی بعد از عبور از جو بر روی صفحه‌ای عمود بر پرتو بتابد، در این صورت رقم ثابت خورشیدی با در نظر گرفتن ضریب کاهش، همان شدت تابش خورشید بر صفحه است.

$$I = 1350 \frac{W}{m^2} \times \text{ضریب کاهش}$$

I = شدت تابش خورشید

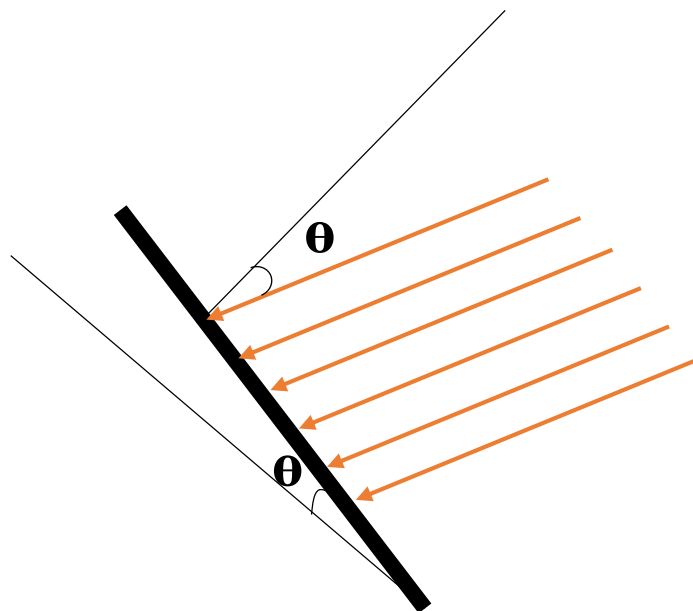
ضریب کاهش کمتر از ۱ هست و بستگی به موقعیت مکانی، شرایط جوی و زمان روز دارد. در ایران زمانی که هوا کاملاً صاف و بدون گرد و غبار باشد این مقدار معادل $0.7 \pm$ است.



اندازه‌گیری شدت تابش خورشید

چنانچه صفحه عمود بر پرتوهای تابش نباشد (افقی، مایل و یا قائم باشد)، از قانون کسینوس استفاده می‌شود و زاویه برخورد اهمیت می‌یابد.

$$I' = I \times \cos\theta$$

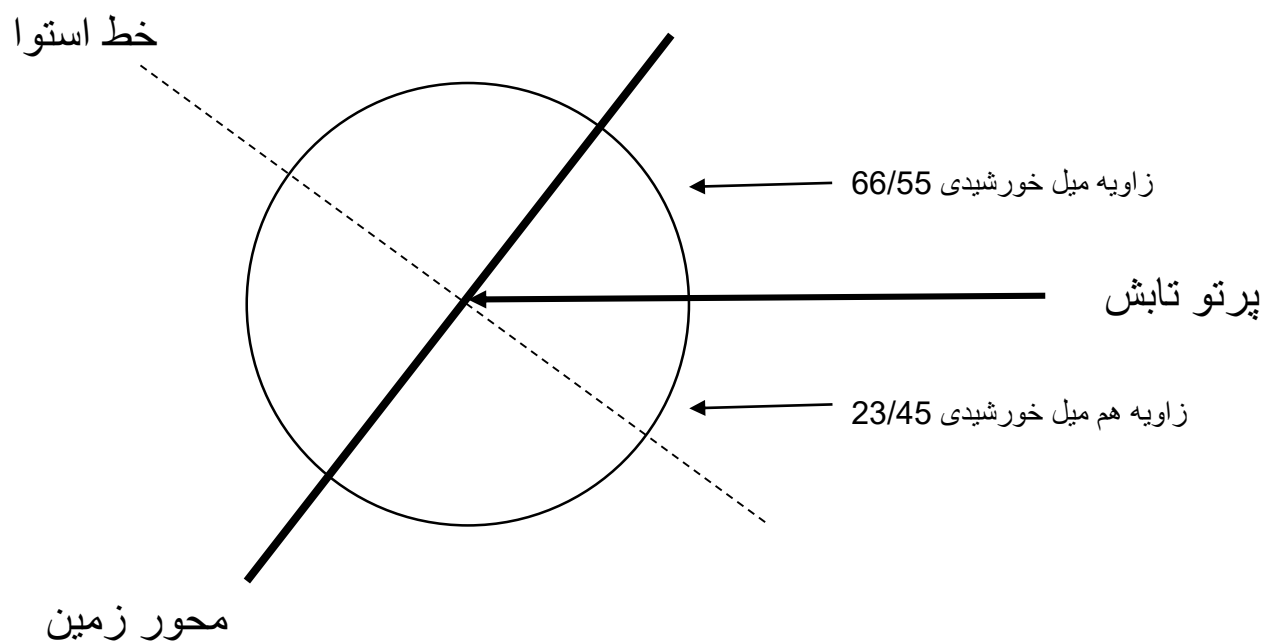


I = شدت تابش خورشید بر سطح عمود

θ = زاویه برخورد

محاسبه زاویه انحراف

زاویه انحراف یا هم میل خورشیدی، زاویه بین تابش و صفحه استوا است که با توجه به حرکت زمین متغیر است.



زاویه انحراف در ۴ روز سال مشخص است:

اول فرودین و اول مهر (اعتدالین) زاویه انحراف صفر است.

اول تیرماه (انقلاب تابستانی) زاویه انحراف $23/45^+$ است.

اول دی ماه (انقلاب زمستانی) زاویه انحراف $23/45^-$ است.



محاسبه زاویه انحراف

برای محاسبه زاویه انحراف در روزهای دیگر سال ، از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$\delta = 23/45 \sin \frac{(n-1)360}{365}$$

δ = زاویه انحراف

n = چندمین روز از اول سال

مثال:

فرض کنید امروز ۲۷ مهر است بنابراین از روز اول سال تا کنون 213 روز گذشته است به عبارتی $n=213$ ، حال میتوان زاویه انحراف را محاسبه نمود:

$$\delta = 23/45 \sin \frac{(213-1)360}{365} = -11/40$$

نکته : در نیمکره شمالی ، در نیمه دوم سال (پاییز و زمستان) زاویه انحراف منفی است.



زاویه انحراف

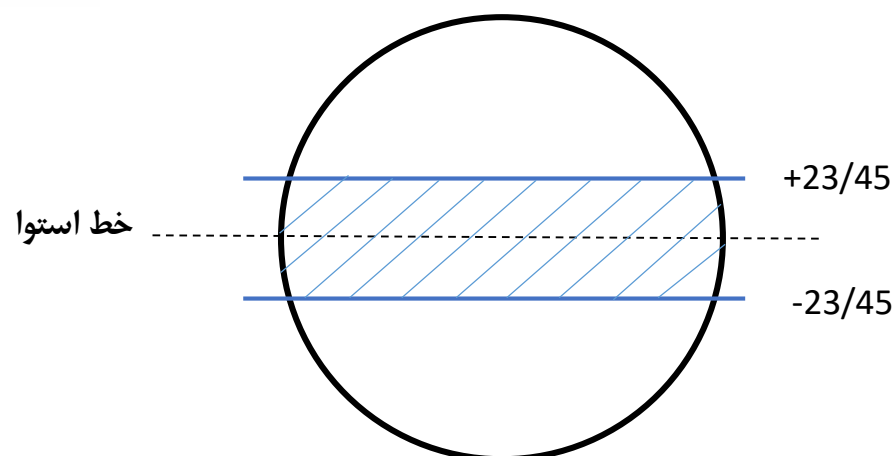
در دو روز اول فروردین و اول مهر ، زاویه انحراف صفر است. در این دو روز خاص:

1. هرجای زمین که باشیم طلوع آفتاب دقیقا از شرق و غروب دقیقا غرب اتفاق می افتد
2. طول شب و روز یکسان است یعنی ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب
3. طلوع آفتاب دقیقا ۶ صبح محلی و غروب دقیقا ۶ عصر محلی رخ می دهد

نکته:

در هر روز در کره زمین، اگر زاویه انحراف (δ) با عرض جغرافیایی محل برابر شود، تابش عمود است. به عنوان مثال اگر امروز زاویه انحراف ۸- هست، یعنی در عرض جغرافیایی ۸- امروز ظهر تابش عمود است.

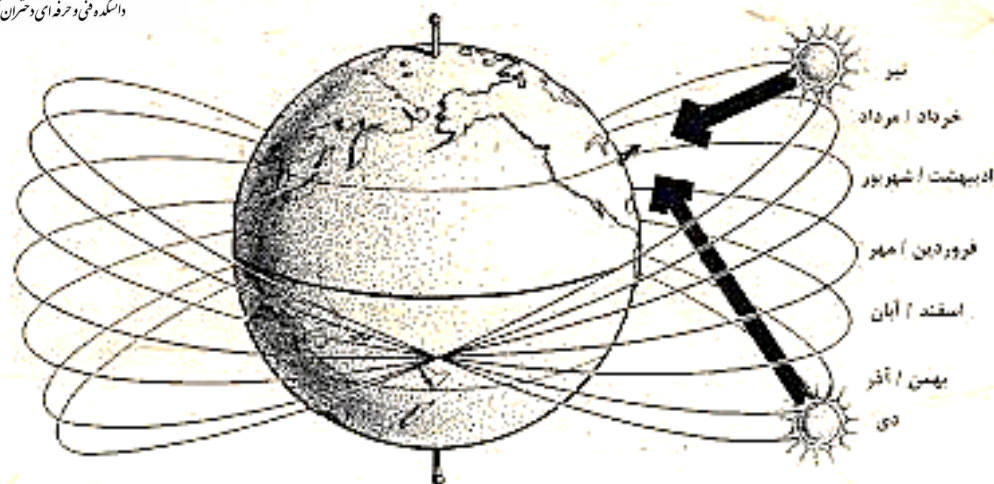
زاویه انحراف



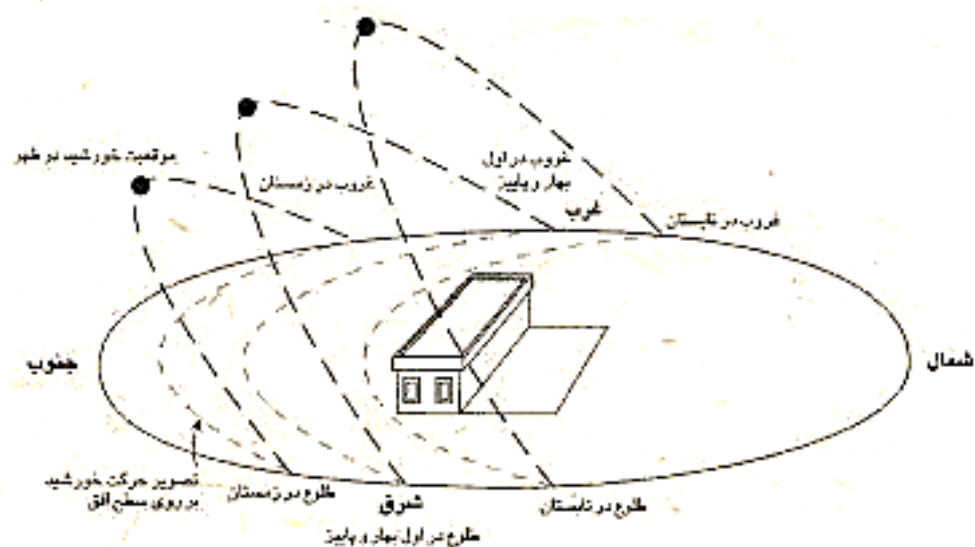
فقط در عرض جغرافیایی $+23/45$ تا $-23/45$ امکان تابش عمود وجود دارد و در عرض های بالاتر و پایینتر تابش عمود نداریم.

به همین دلیل در ایران هرگز تابش عمود اتفاق نمی افتد چون پایینترین شهر ایران که بندر گواتر است عرض جغرافیایی آنجا $+25$ است بنابراین چون همه شهرهای ایران بالاتر از $+23/45$ قرار دارد ، هیچگاه تابش عمودی اتفاق نمی افتد.

حرکت خورشید در آسمان



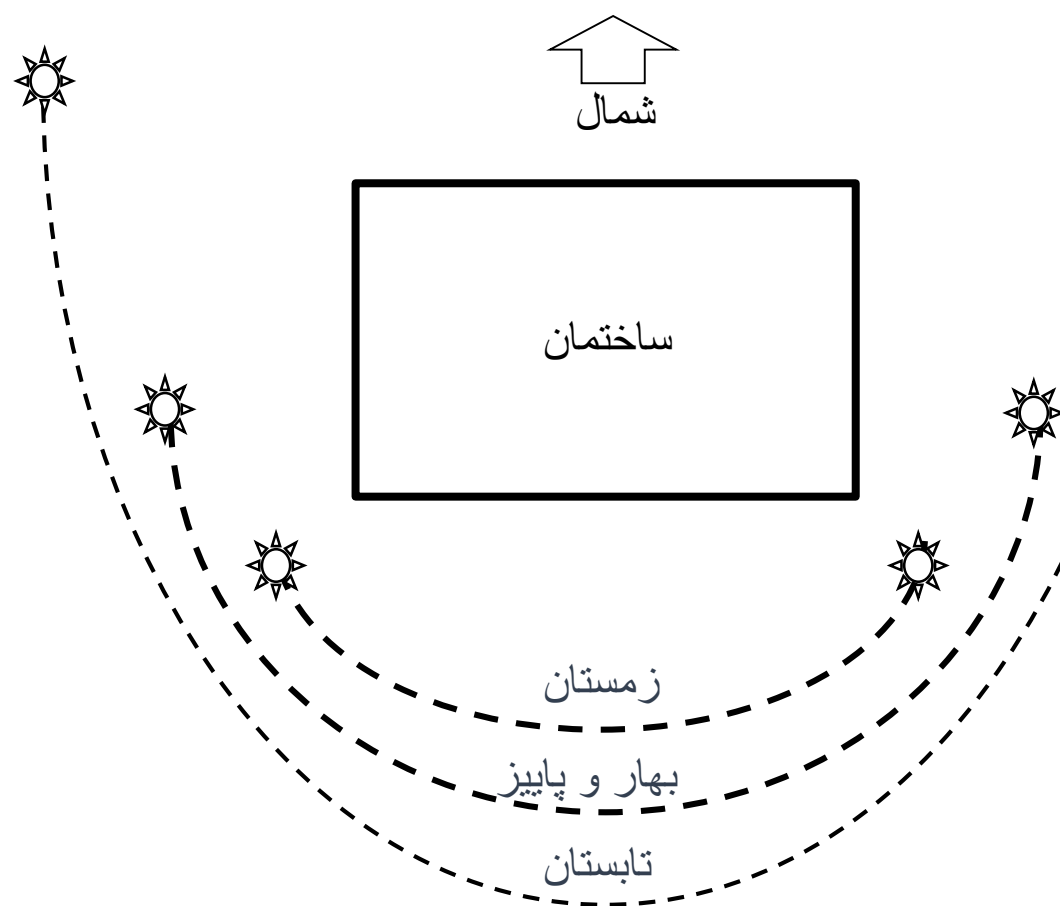
فرض کنید ساختمانی در نیمکره شمالی را مورد بررسی قرار داده‌ایم. در نیمکره شمالی مسیر حرکت خورشید بگونه‌ایست که همیشه نماهای جنوبی ساختمان‌ها تابش دریافت می‌کنند و دیگر نماها بسته به موقعیت زمانی و فصل، ممکن است تابش دریافت کنند.



در نیمکره جنوبی، کاملاً برعکس است و همیشه نماهای شمالی تابش دریافت می‌کنند.

حرکت خورشید در آسمان

در نیمکره شمالی حرکت خورشید در فصول مختلف به شکل زیر است:

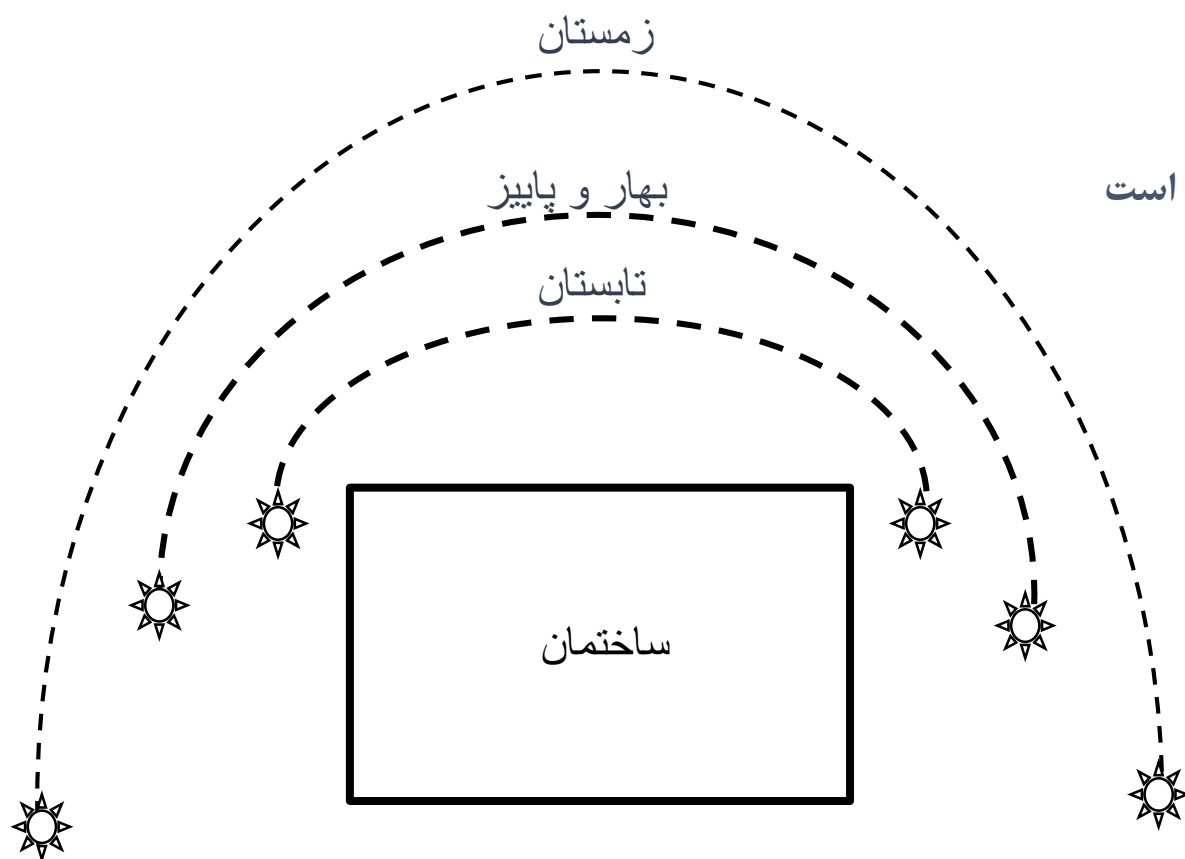


- در فصل بهار و پاییز خورشید از شرق طلوع می‌کند و از غرب غروب میکند بنابراین نماهای شرقی، غربی و جنوبی تابش دریافت می‌کنند.
- در فصل تابستان، از شمال شرق طلوع و شمال غرب غروب میکند لذا در ساعات ابتدایی صبح و ساعات پایانی روز -نزدیک غروب- علاوه بر نماهای شرقی، غربی و جنوبی، نمای شمالی هم تابش مستقیم دریافت می‌کند.
- در فصل زمستان، خورشید از جنوب شرق طلوع و در جنوب غرب غروب می‌کند بنابراین نماهای جنوبی و نمای شرقی و غربی در ساعات اولیه صبح و ساعات پایانی تا حدودی تابش دریافت می‌کنند.

حرکت خورشید در آسمان



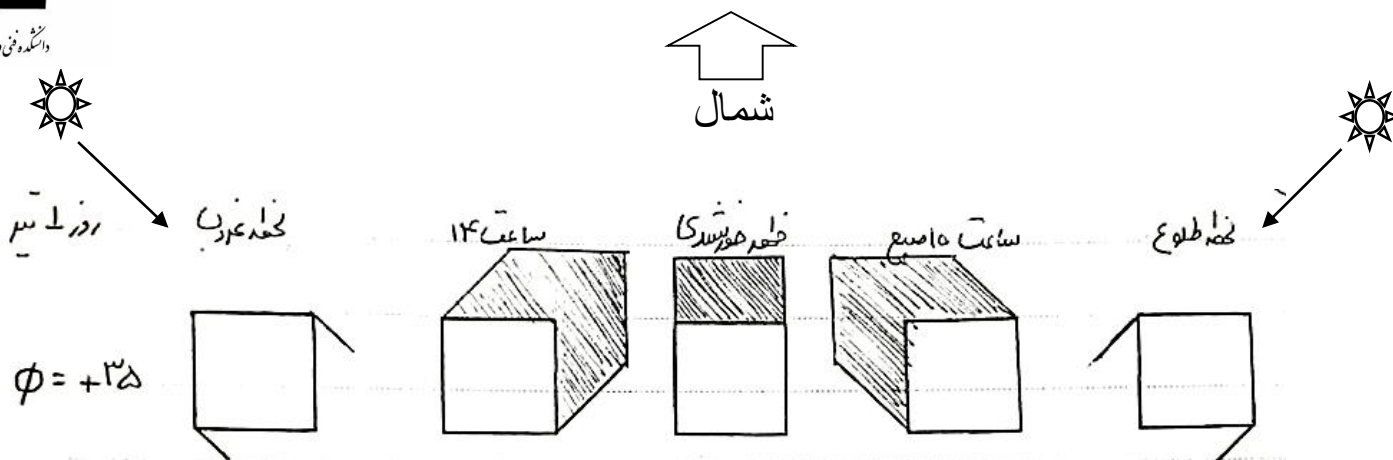
در نیمکره جنوبی حرکت خورشید در فصول مختلف، برعکس نیمکره شمالی بوده و به شکل زیر است:



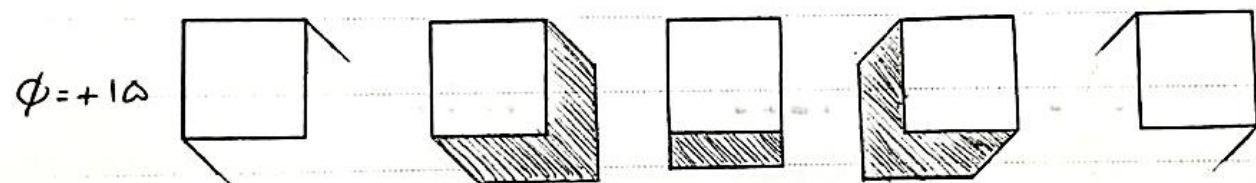
نکته:

در نیمکره جنوبی در فصل زمستان، طول روز بلندتر از تابستان است و نمای شمالی در تمام اوقات سال تابش دریافت می کند.

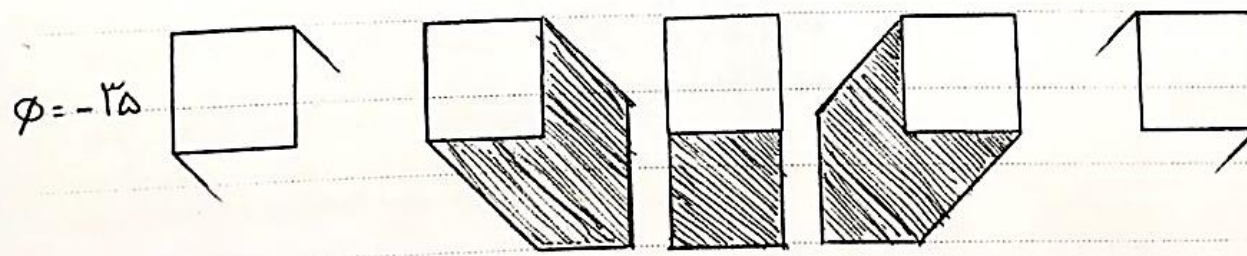
هندسه خورشید-ترسیم سایه



برای ترسیم سایه باید به عرض جغرافیایی،
موقعیت خورشید و زمان توجه نمود.



هرچه عرض جغرافیایی بیشتر می شود، طول
روز بیشتر و در نتیجه طول سایه بیشتر
می شود.



زاویه انحراف روز اول تیر $23/45 +$ است.



حرکت خورشید در آسمان - ترسیم سایه

نکته:

در هر کجای کره زمین که باشیم در تابستان خورشید از شمال شرق طلوع و از شمال غرب غروب میکند.

ترسیم طلوع و غروب:

در لحظه طلوع و غروب، محدوده سایه قابل ترسیم نیست.

ترسیم لحظه ظهر:

در عرض جغرافیایی $35^{\circ}+$ ، آفتاب از جنوب به ساختمان می‌تابد و سایه را می‌توان با حد و مرز و اندازه دقیق ترسیم کرد.

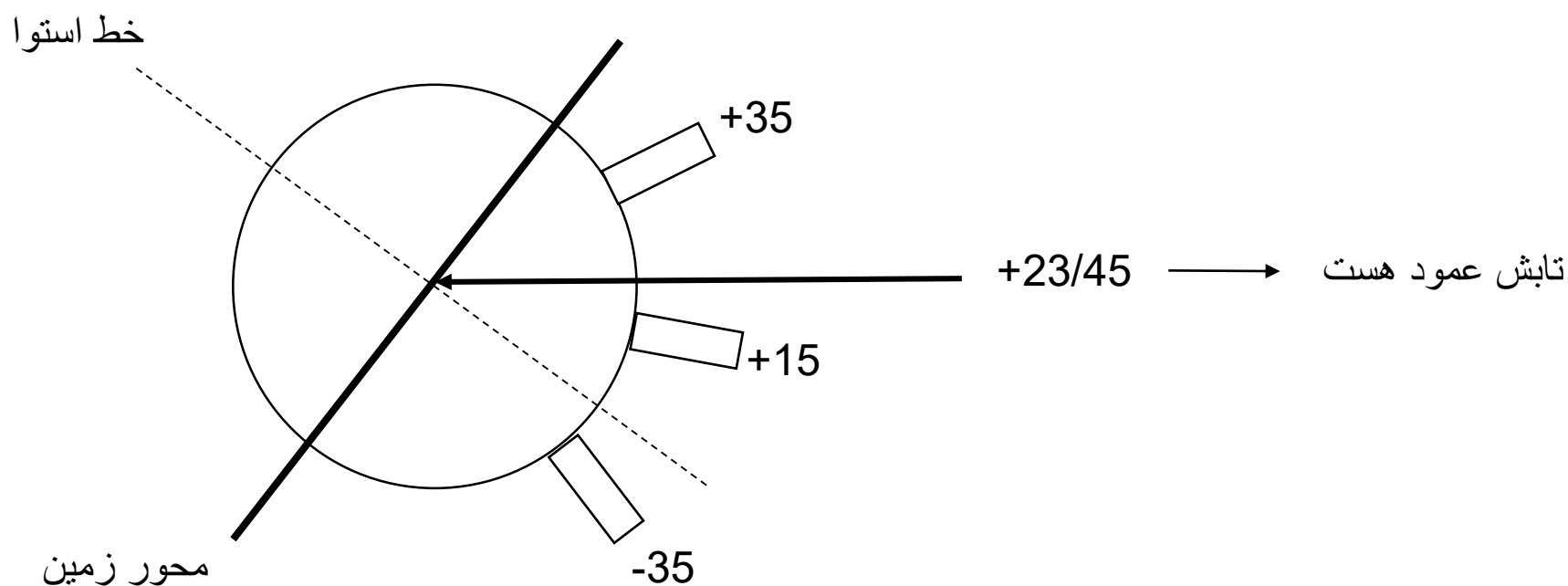
در عرض جغرافیایی $35^{\circ}-$ ، آفتاب از شمال به ساختمان می‌تابد پس سایه در جنوب ایجاد می‌شود.

در عرض جغرافیایی $15^{\circ}+$ ، چون در روز اول تیر هستیم و $\delta = +23/45$ است پس تابش عمود است ولی چون عرض جغرافیایی $15^{\circ}+$ پایینتر $23/45^{\circ}+$ قرار گرفته پس سایه در جنوب ساختمان می‌افتد.

هندسه خورشید-ترسیم سایه

اندازه سایه‌ها:

اگر فرض کنید در تصویر قبل اندازه تمام ساختمان‌ها یکسان باشد، در عرض جغرافیایی $23/45^+$ در اول تیر، تابش کاملاً عمود است . ولی عرض 35^- به خاطر فاصله با $23/45^+$ در مقایسه با 35^+ ، طول سایه بلندتر است.



طول سایه در عرض 35^+ بیشتر از 15^+ است زیرا فاصله از $23/45^+$ - اول تیر - حدود 12 درجه بیشتر است.



هندسه خورشید-ترسیم سایه

نکته:

برای شروع ترسیم سایه تقریبی بهترین کار این است که ابتدا مشخص کنید در آن روز مشخص کدام عرض جغرافیایی تابش عمود دارد و سپس موقعیت ساختمان را با آن مقایسه و طول سایه را مشخص کنید.

مانند مثال قبل که در روز اول تیر سه ساختمان یکسان را در سه عرض جغرافیایی مختلف مقایسه کرده است.



هندسه خورشید

عرض جغرافیایی:

زاویه عرض جغرافیایی محل با علامت ϕ نشان می‌دهند و از $90^\circ -$ تا $90^\circ +$ درجه متغیر است. عرض جغرافیایی از استوا به سمت شمال مثبت و به سمت جنوب منفی است.

طول جغرافیایی:

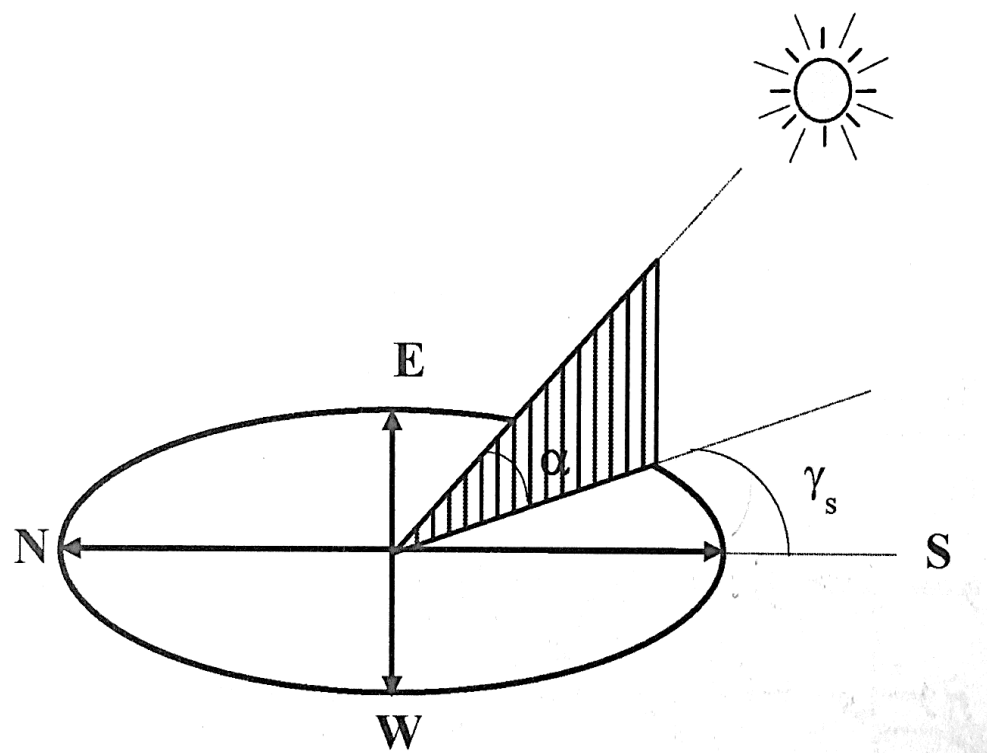
زاویه بین نصف النهار عبوری از یک نقطه و صفحه نصف النهار گرینویچ است و از $180^\circ -$ تا $180^\circ +$ متغیر است. به سمت شرق مثبت و به سمت غرب منفی است.

هندسه خورشید-موقعیت خورشید

موقعیت خورشید در طول روز مدام تغییر می کند. بنابراین موقعیت خورشید در آسمان را با دو زاویه نشان می دهیم:

۱- زاویه ارتفاع تابش (α)

زاویه اشعه خورشید و تصویر آن بر صفحه افق است و بین 0° تا 90° درجه متغیر است. در لحظه طلوع و غروب، زاویه ارتفاع صفر است و تا ظهر به 90° نزدیک و سپس دوباره زاویه کم می شود.



۲- زاویه جهت نمای تابش (γ)

زاویه بین تصویر تابش بر صفحه افقی با راستای شمال و جنوب، که با علامت γ نشان می دهند. معمولاً این زاویه در سمت شرق مثبت و در سمت غرب - نسبت به راستای شمال و جنوب - منفی است.

بنابراین اگر بخواهید موقعیت دقیق خورشید در هر منطقه محاسبه کنید به زوایای α و γ احتیاج دارید.

نکته:

در ایران هرگز زاویه ارتفاع به 90° درجه نمی رسد چون تابش عمود نداریم.



هندسه خورشید-موقعیت خورشید

زاویه ساعت (ω)

مبدأ اندازه‌گیری این زاویه ظهر خورشیدی است. از آنجاییکه زمین در ۲۴ ساعت شبانه‌روز ۳۶۰ درجه می‌چرخد بنابراین هر ساعت ۱۵ درجه است که قبل از ظهر این زاویه مثبت و بعد از ظهر منفی است.

$$\omega = (12 - \text{ساعت مورد نظر}) \times 15^\circ$$

مثال:

زاویه ساعت ۲ بعد از ظهر را حساب کنید.

$$\omega = (12 - 14) \times 15^\circ = -30^\circ$$

زاویه ساعت ۱۰:۲۰ را حساب کنید.

۲۰ دقیقه معادل یک سوم یا ۰.۳۳ است. $0.33 = \frac{20}{60}$

$$\omega = (12 - 10.33) \times 15^\circ = 25^\circ$$



هندسه خورشید-موقعیت خورشید

زاویه ورود تابش θ

زاویه بین تابش و خط عمود بر آن - صفحه مورد نظر - است . زاویه ورود تابش در لحظه طلوع 90° درجه و در لحظه ظهر صفر است. عواملی که این زاویه به آنها بستگی دارد:

۱- عرض جغرافیایی ϕ

۲- چندمین روز

۱- شیب صفحه S

۳- ساعت ω

۴- شیب صفحه

۲- زاویه جهت نمای صفحه γ'

هندسه خورشید-موقعیت خورشید

وضعیت صفحه:

زاویه شیب سطح S :

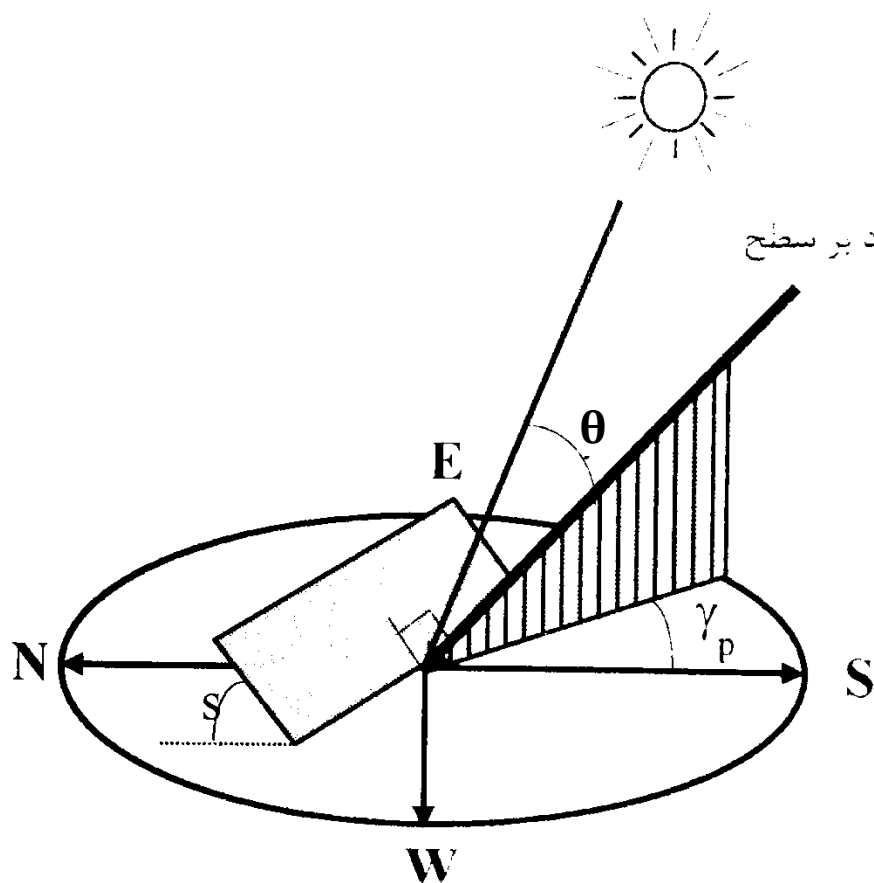
زاویه‌ای که صفحه با صفحه افق می‌سازد و بین 0° تا 90° درجه متغیر است.

زاویه جهت نمای صفحه γ' :

یک خط به صفحه عمود کنید و تصویر آن خط را روی سطح افق با راستای

شمال و جنوب زاویه‌ای می‌سازد که به آن زاویه جهت نمای صفحه می‌گویند. خط عمود بر سطح

در تصویر این زاویه با γ_p نشان داده شده است.





هندسه خورشید-موقعیت خورشید

روش محاسبه زاویه ارتفاع تابش: α

$$\sin \alpha = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \omega$$

مثال:

در عرض جغرافیایی ۳۵/۵ و در ساعت ۱۵:۳۰ روز ۲۷ آبان ماه، زاویه ارتفاع خورشید را محاسبه کنید.

$$\phi = 35/5$$

$$\omega = (12 - 15/5) \times 15^\circ = -52/5^\circ$$

$$\delta = 23/45 \sin \frac{(243-1)360}{365} = -20/24$$

$$\sin \alpha = \sin -20/24 \sin 35/5 + \cos -20/24 \cos 35/5 \cos -52/5$$

$$\alpha = 15/31^\circ$$



هندسه خورشید-موقعیت خورشید

روش محاسبه زاویه ورود تابش θ

$$\cos \theta = (\sin \delta \sin \phi \cos s) - (\sin \delta \cos \phi \sin s \cos \gamma') + (\cos \delta \cos \phi \cos s \cos \omega) + (\cos \delta \sin \phi \sin s \cos \gamma' \cos \omega) + (\cos \delta \sin s \sin \gamma' \sin \omega)$$

S زاویه شیب صفحه

ϕ عرض جغرافیایی

δ زاویه انحراف

γ' زاویه جهت نمای صفحه

ω زاویه ساعت

زاویه ورود تابش به صفحه افقی مثل بام تخت:

$$\cos \theta = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \omega$$



هندسه خورشید-موقعیت خورشید

مثال:

زاویه ورود تابش در روز اول تیر در شیراز در ساعت ۱۰ صبح برای جبهه جنوبی ساختمان محاسبه کنید. عرض جغرافیایی شیراز ۲۹/۵ است.

روز اول تیر زاویه انحراف ۲۳/۴۵ + است. زاویه جهت نمای صفحه نیز صفر است چون تصویر خط عمود آن دقیقاً روی راستای جنوب می افتد پس زاویه صفر است. شیب صفحه نیز ۹۰ درجه-صفحه عمود- است.

$$\omega = (12-10) \times 15 = 30$$

$$\phi = 29/5$$

$$\delta = 23/45$$

$$\gamma' = 0$$

$$S = 90$$

$$\begin{aligned} \cos \theta = & (\sin 23/45 \sin 29/5 \cos 90) - (\sin 23/45 \cos 29/5 \sin 90 \cos 0) + \\ & (\cos 23/45 \cos 29/5 \cos 90 \cos 30) + (\cos 23/45 \sin 29/5 \sin 90 \cos 0 \cos 30) + \\ & (\cos 23/45 \sin 90 \sin 0 \sin 30) \end{aligned}$$

$$\theta = 87/42$$



هندسه خورشید-موقعیت خورشید

محاسبه زاویه جهت نمای تابش γ

$$\sin \gamma = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\cos \alpha}$$

با محاسبه زاویه ورود تابش (α) می‌توان زاویه جهت نمای خورشید را محاسبه و موقعیت دقیق خورشید در آسمان را مشخص نمود. بنابراین وقتی در سوال زوایای تابش را بخواهند باید α و γ محاسبه کنید.

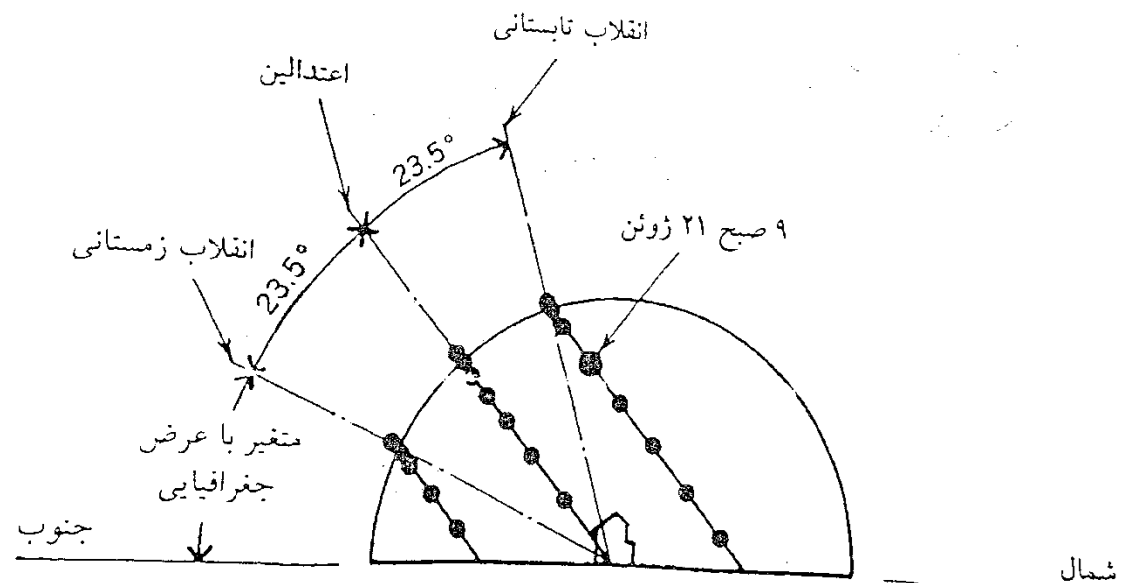
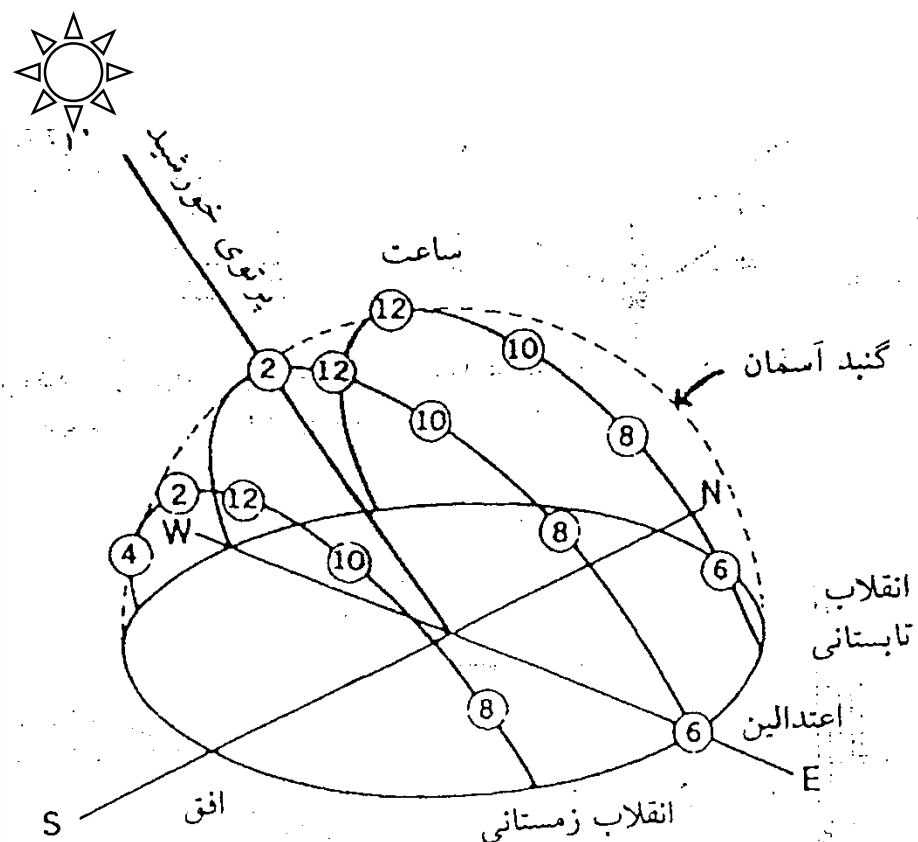
محاسبه لحظه طلوع و غروب:

$$\cos \omega = -\tan \delta \tan \phi$$

هندسه خورشید-نمودارهای خورشیدی

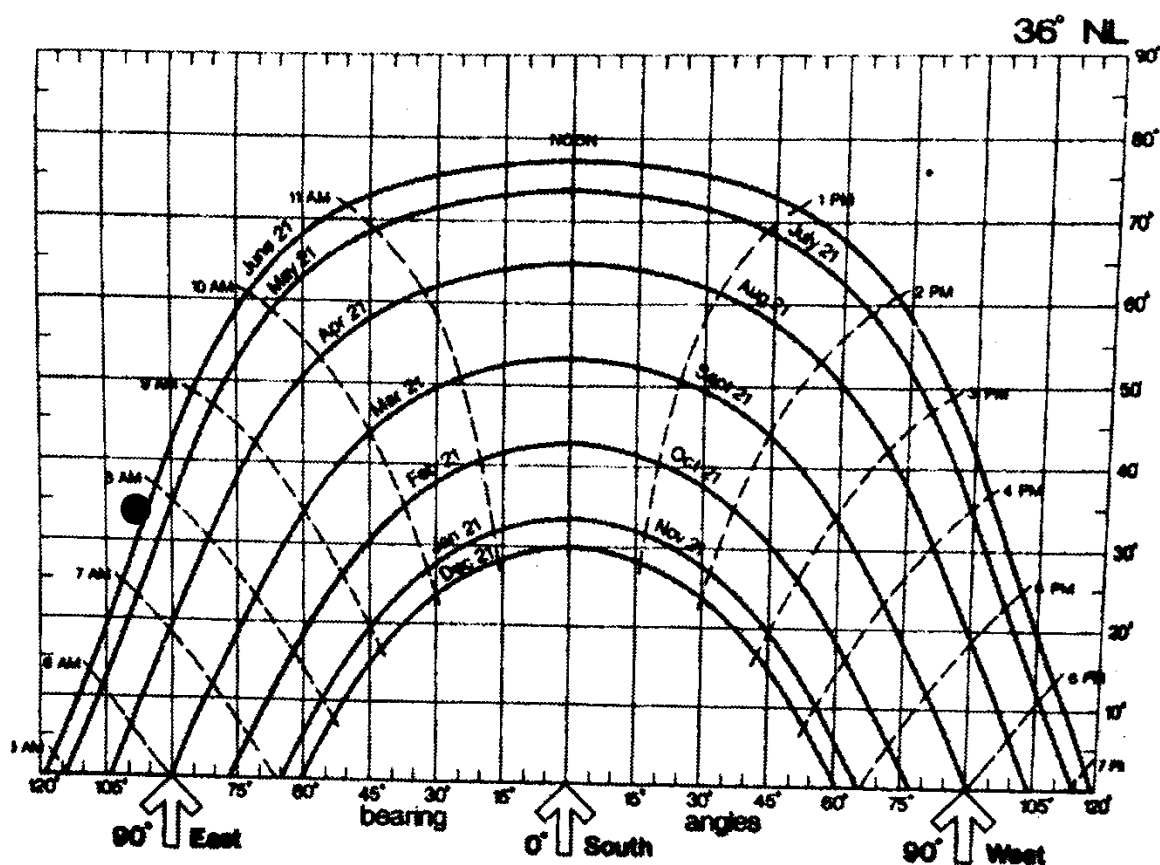
مسیر حرکت خورشید در آسمان طی فصول مختلف سال متغیر است. فرض کنید یک فرد مسیر حرکت خورشید را از لحظه طلوع تا غروب رصد نموده و موقعیت مکانی خورشید را در ساعات مختلف ثبت کرده است. تابش روی یک نیمکره فرضی بالای سر این فرد شکل می‌گیرد که به آن گنبد آسمان گفته می‌شود. اگر تمام نقاط مربوط به یک روز را به هم متصل شدند خطی بدست می‌آوریم که آن مسیر حرکت خورشید در آن روز نامیده می‌شود.

طول این مسیر با توجه فصول مختلف سال کوتاهتر یا بلندتر می‌شود.



هندسه خورشید-نمودارهای خورشیدی

حال اگر تصویر مسیر حرکت خورشید را در ماه‌های مختلف سال و در عرض‌های جغرافیایی مختلف روی صفحه عمودی ترسیم کنیم تصویر زیر پدیدار می‌شود که این نمودارها مسیر عمودی حرکت خورشید را نشان می‌دهند. این نمودار برای عرض‌های جغرافیایی مختلف، متفاوت است.



هندسه خورشید-نمودارهای خورشیدی

چنانچه تمام خطوط زوایای ارتفاع و جهت تابش را روی یک صفحه افقی تصویر کنیم، نمودار افقی مسیر حرکت خورشید بدست می‌آید که در عرض‌های جغرافیایی مختلف با هم تفاوت دارند.

دوایر متحدالمرکز نشان دهنده زوایای ارتفاع خورشید α -

خطوط شعاعی، زوایای جهت نمای خورشید γ -

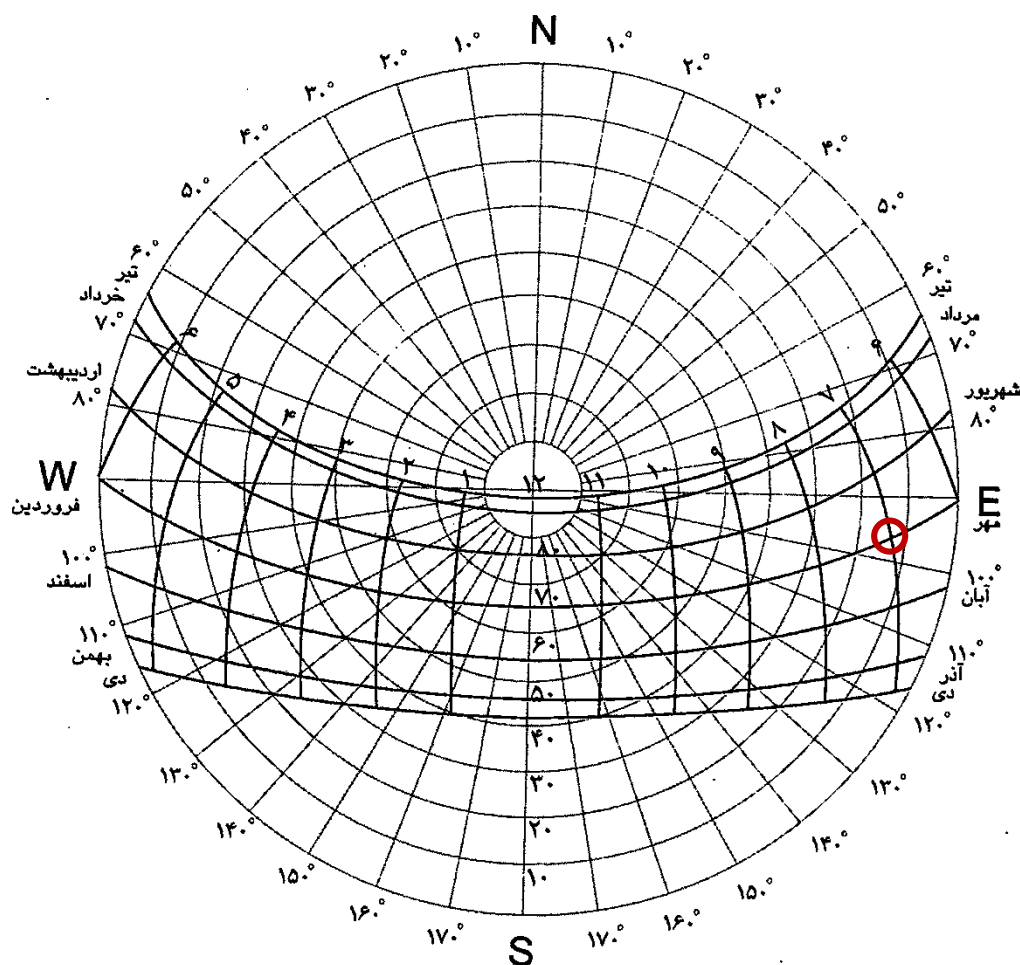
منحنی‌ها نشان دهنده ماه‌های سال و خطوط متصل کننده ماه‌ها، نمایانگر ساعت هستند.

مثال:

منحنی فروردین را پیدا کنید، سمت راست نمودار لحظه طلوع و سمت چپ لحظه غروب را نشان می‌دهد. طلوع و غروب دقیقاً از سمت شرق و غرب، همانطور که گفته شد، رخ داده است.

باتوجه به نمودار فروردین، به عنوان مثال می‌توان گفت که ساعت ۷ صبح، زاویه ارتفاع حدوداً ۱۴ درجه و زاویه جهت نما حدوداً ۹۶ درجه است (در تصویر با دایره قرمز نشان داده شده است).

نکته: این نمودار در نیمکره جنوبی کاملاً برعکس می‌شود.



هندسه خورشید-نمودارهای خورشیدی

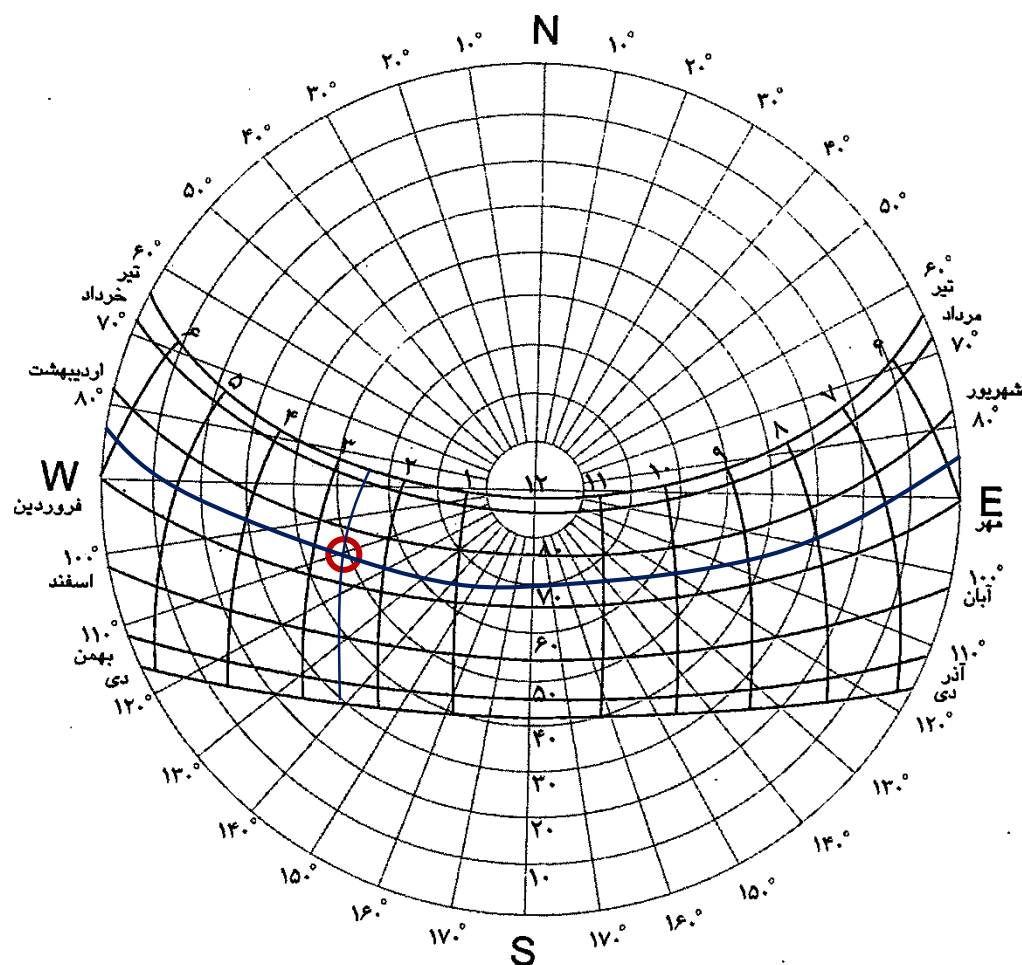
مثال:

زاویه ارتفاع خورشید در ۱۴ شهریور ساعت ۱۳:۳۰ را روی نمودار پیدا کنید.

چون در این نمودار اول هر ماه را نشان می‌دهد پس برای ۱۴ شهریور باید کمی بسمت اول مهر حرکت کنیم. زاویه ارتفاع حدوداً ۴۸ - منفی است.

نکته:

در راستای شمال جنوب، سمت راست نمودار مثبت و سمت چپ منفی است.

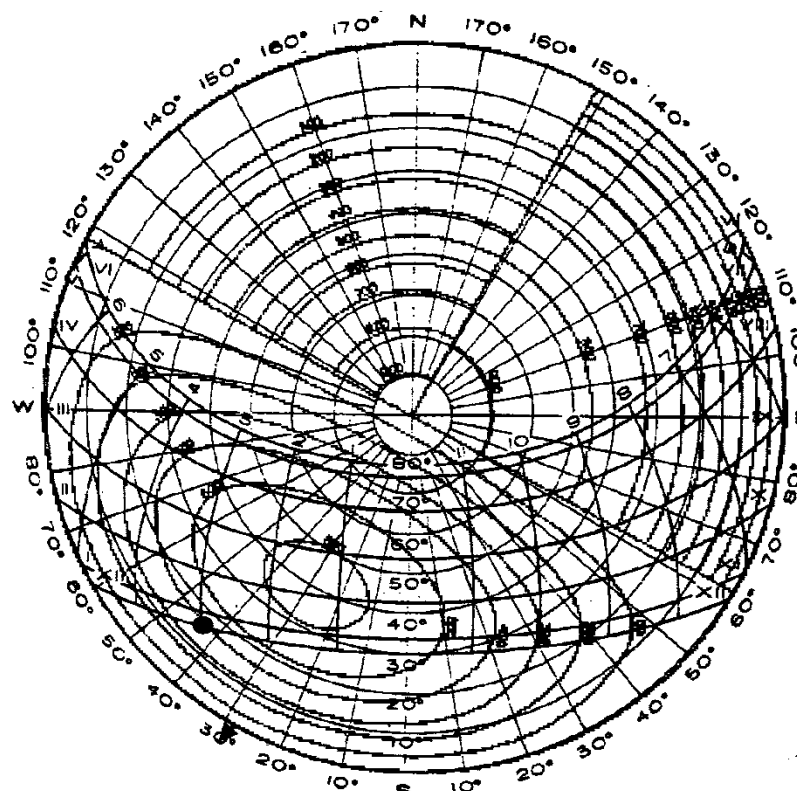
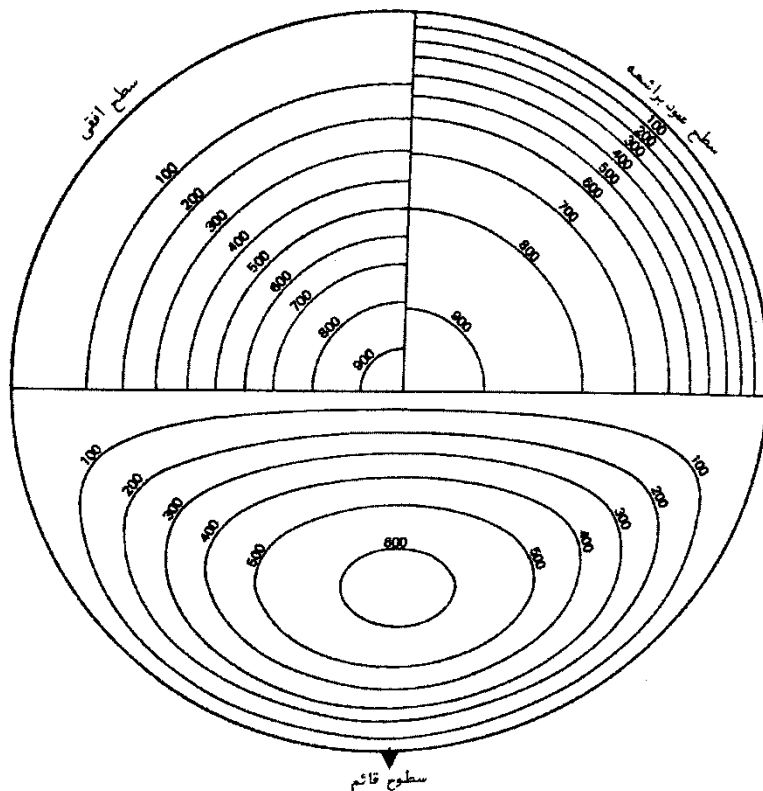


هندسه خورشید-نقاله خورشیدی

برای تعیین شدت تابش مستقیم آفتاب (W/m^2) بر روی سطوح افقی، قائم و عمود بر پرتو خورشید در ساعت مشخص، از نقاله خورشیدی استفاده می‌شود. در این روش نقاله خورشیدی روی نمودار افقی مسیر خورشید منطبق نموده و شدت تابش بصورت تقریبی نشان می‌دهد.

نکته:

این روش کاملاً تقریبی است و امروزه با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف این محاسبات انجام می‌پذیرد.





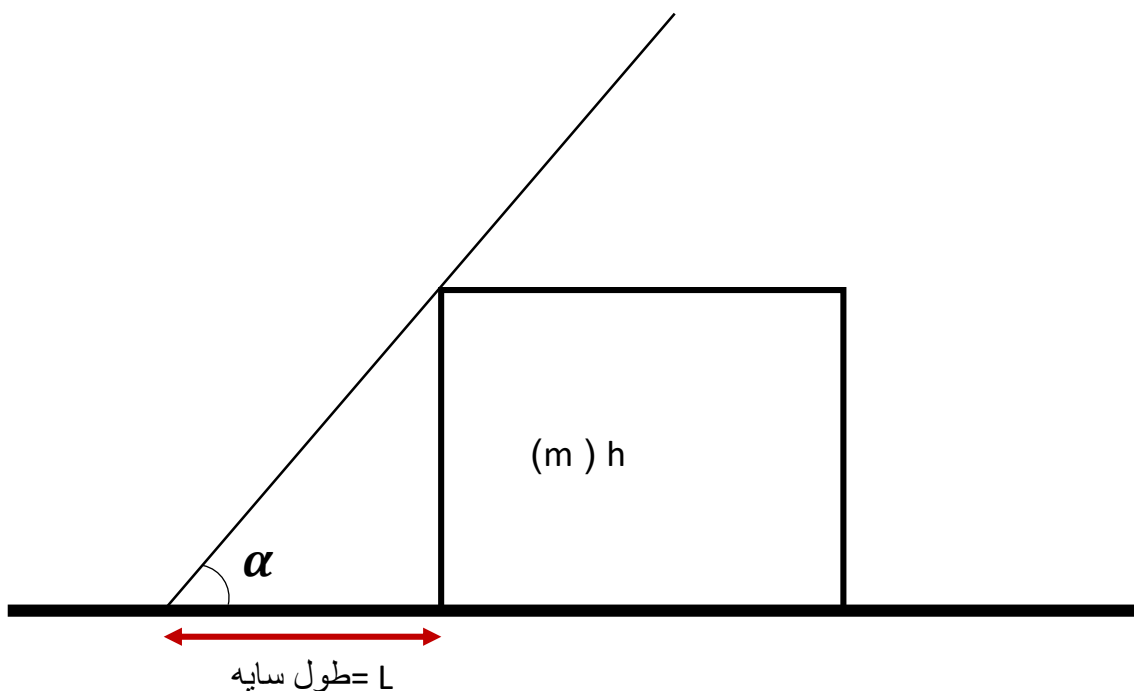
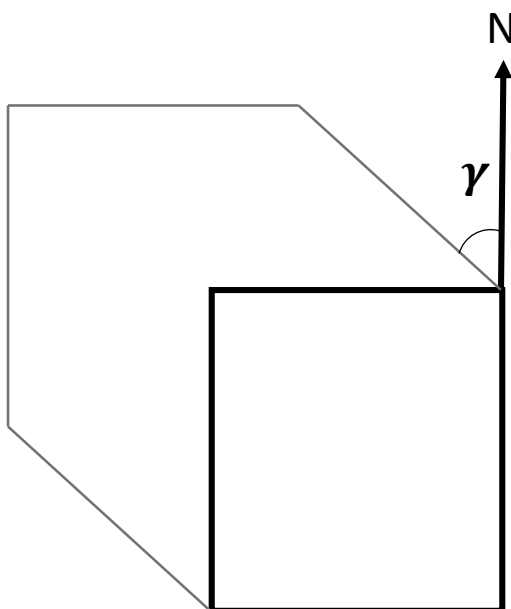
الگوی حرکت سایه

الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح افقی

شناخت الگوی حرکت سایه ساختمان، گیاهان و دیگر عوامل منوع و غیر مصنوع در محیط باز به خصوص در اقلیم گرم، از الزامات طراحی اقلیمی به حساب می‌آید.

روش محاسبه طول سایه:

برای ترسیم سایه روی سطوح افقی کافیست زاویه ارتفاع و جهت نمای تابش را محاسبه و سایه را ترسیم کنیم.





الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح افقی

با معلوم بودن ارتفاع و زاویه ارتفاع تابش، طول سایه بسادگی قابل محاسبه است:

$$L = \frac{h}{\tan \alpha} = h \cot \alpha$$

نکته:

الگوی سایه قبل و بعد ساعت ۱۲ بصورت قرینه هستند.

در جدول زیر زاویه ارتفاع خورشید برای بعضی از عرض‌های جغرافیایی محاسبه شده است. برای ساعت ۹ و ۱۵ بصورت تقریبی زاویه جهت نما تابش را ۴۵ درجه در نظر گرفته است.

عرض جغرافیایی	28°	32°	36°	40°	44°	48°
زاویه ارتفاع در ظهر خورشیدی	38	34	30	27	22	19
زاویه ارتفاع در آزمون 45	23	19	15	12	8	6

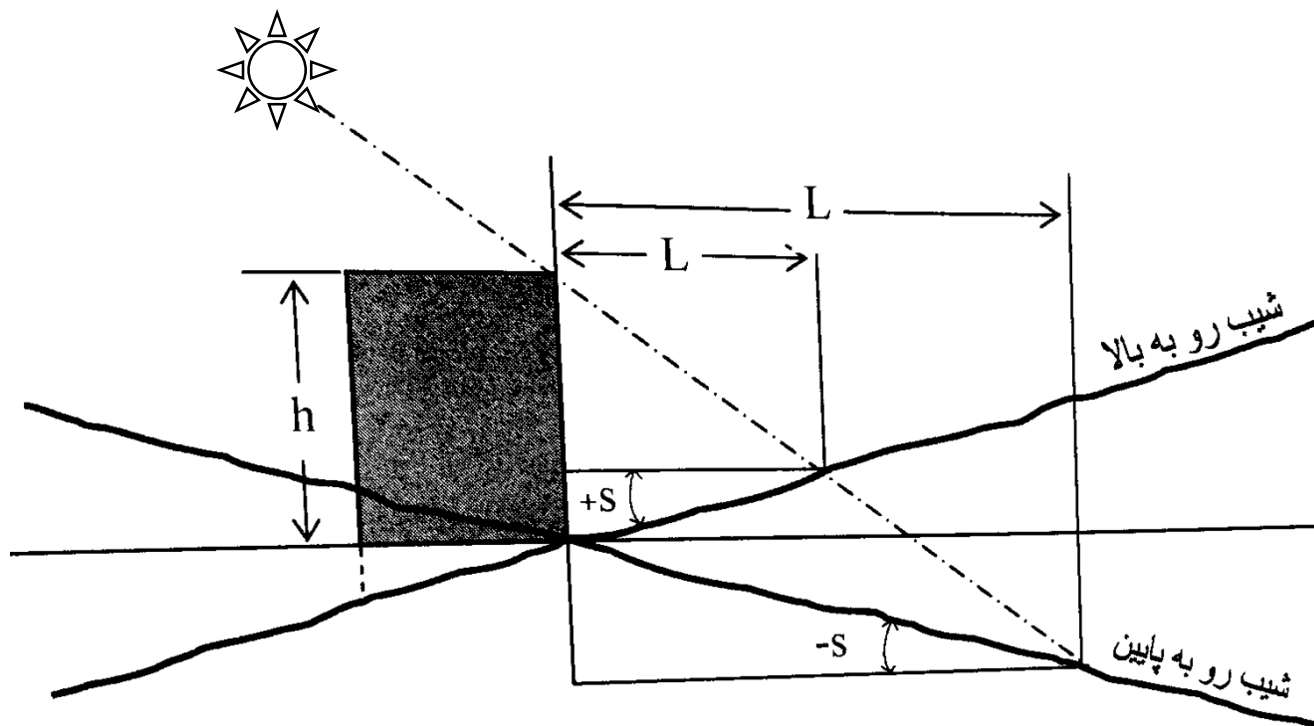
الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح افقی

محاسبه طول سایه در سطوح شیبدار:

طول سایه در سطح شیبدار بسته به توپوگرافی زمین میتواند بلندتر یا کوتاهتر شود. در شیبهای رو به بالا طول سایه کمتر و سرازیریها طول سایه بیشتر از معمول است. طول سایه در سطح شیبدار بصورت زیر است:

$$L = \frac{h}{\tan \alpha + \tan s}$$

S زاویه شیب زمین است. برای شیب سربالا +S و برای سرازیری -S استفاده می شود.





الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح افقی

محاسبه طول سایه در سطوح شیب‌دار:

اگر در صورت مسئله به جای زاویه شیب، درصد شیب مشخص باشد می‌توان s_a را جایگزین $\tan s$ نمود:

$$\tan s = s_a = \frac{\text{درصد شیب}}{100}$$



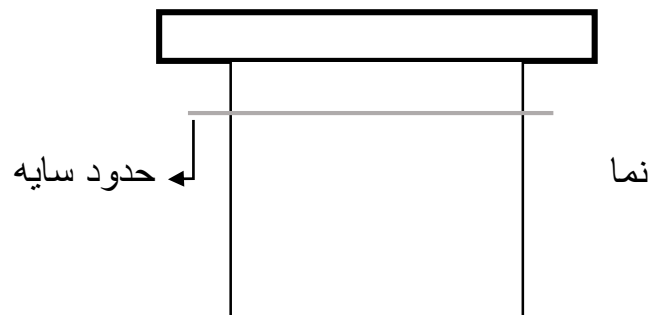
الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

در ترسیم سایه روی سطوح قائم مثل یک دیوار چند نکته حائز اهمیت است:

1. امکان ندارد سایه جسم بالاتر از خودش بیوفتد.
2. در لحظه طلوع و غروب (خورشید در سطح افق هست)، سایه هر جسم در امتداد خودش و دقیقا با ارتفاع خودش برابر است. مثلا اگر جسمی $1/80$ متر است سایه جسم $1/80$ متر ارتفاع دارد.
3. در لحظه غیر از طلوع و غروب، چون خورشید بالاتر از سطح افق قرار دارد، سایه جسم حتما پایینتر و کوتاهتر از خود جسم است.
4. جهت سایه (چپ یا راست) بستگی به جهت تابش دارد.

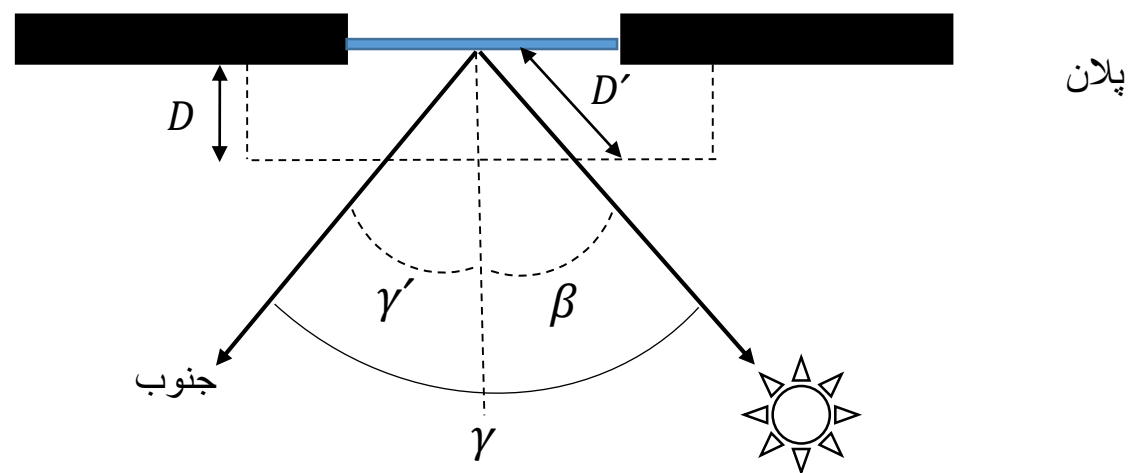
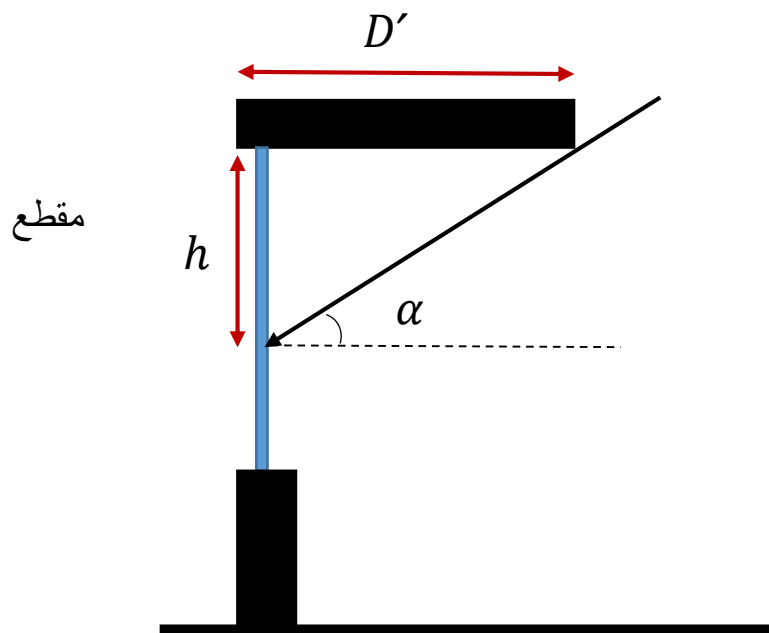
محاسبه سایه سایه بان افقی پنجره:

فرض کنید بالای پنجره‌ای در بدنه‌ی ساختمان، یک سایه بان افقی داریم، سایه آن بصورت افقی زیر سایه بان می افتد.



الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

حال اگر مقطعی از پنجره بکشیم می‌توانیم ارتفاع سایه را نشان دهیم. فرض کنید تصویر جهت تابش خورشید را روی صفحه افق (پلان) ترسیم کردیم و جهت جنوب را نیز در تصویر نشان داده و در راستای جهت تابش سایه‌بان را برش زدیم و D' نامیدیم (D' از D بزرگتر است چون کج برش خورده است). از آنجاییکه D' را نمی‌توان بسادگی محاسبه نمود به زاویه β نیاز داریم که در واقع زاویه بین D' و D است.





الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

با توجه به اسلاید قبل، ارتفاع سایه به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$h = \frac{D \tan \alpha}{\cos \beta}$$

D اندازه سایه بان (عرض سایه بان)

α زاویه ارتفاع خورشید

β زاویه بین D و D'

$$\beta = \gamma - \gamma'$$

γ زاویه بین تصویر تابش و جهت شمال یا جنوب

γ' زاویه بین صفحه و جهت شمال جنوب (زاویه جهت نمای صفحه)

$$h = \frac{D \tan \alpha}{\cos(\gamma - \gamma')}$$

نکته:

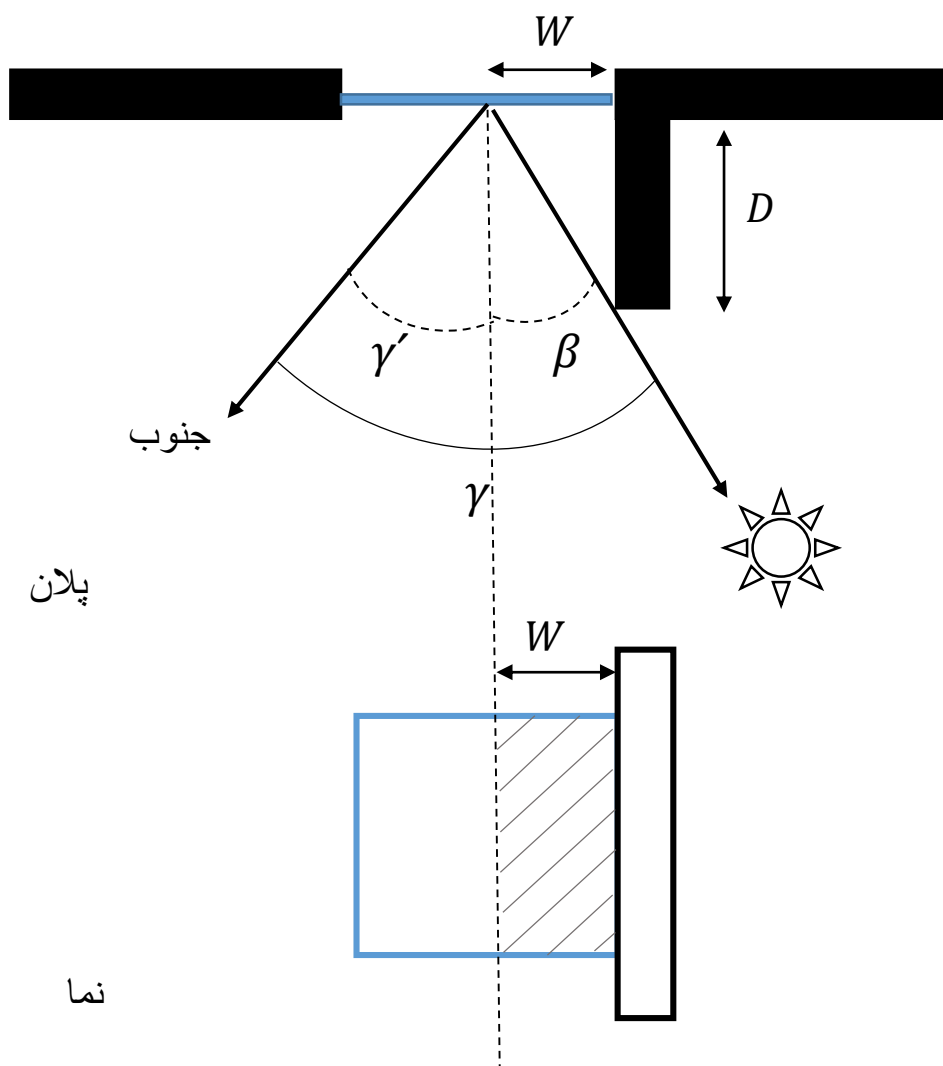
در زمان طلوع و غروب که $\alpha = 0$ است $h = 0$ است یعنی سایه پایین از جسم نیامد و فقط در امتداد جسم سایه داریم.

الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

اگر کنار پنجره سایه بان عمودی مطابق شکل داشته باشیم:

اگر w عرض سایه باشد بنابراین در سایه بان عمودی عرض سایه با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$w = D \tan(\gamma - \gamma')$$



الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

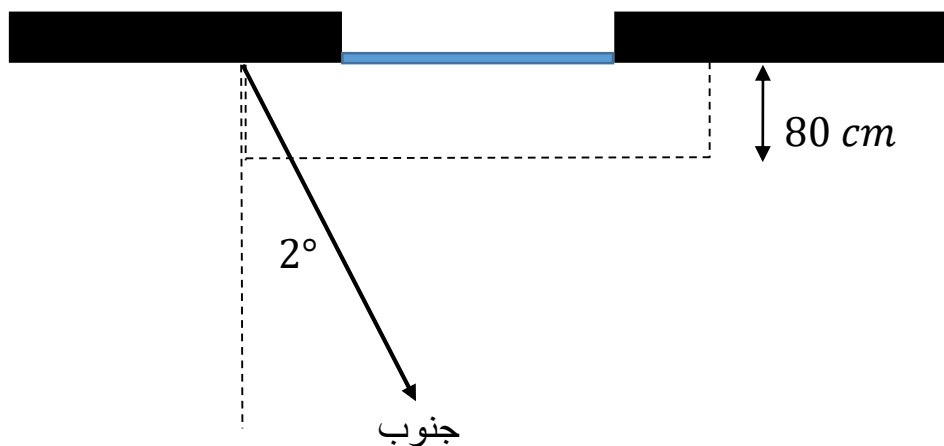
مثال:

ارتفاع سایه پنجره روبرو در روز اول تیر ساعت ۱۰:۲۰ در شیراز محاسبه کنید.

فرض میکنیم زوایای ارتفاع و جهت نمای خورشید را برای این روز و

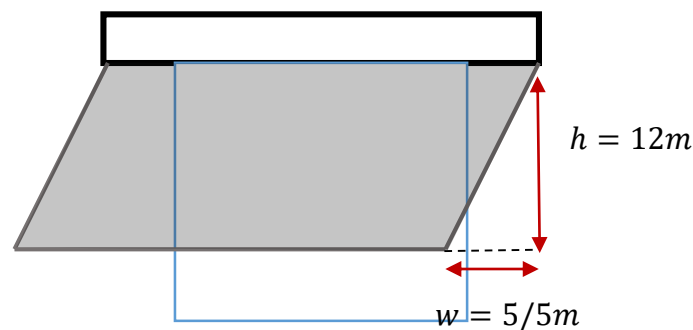
لحظه خاص محاسبه کردیم. $\alpha = 66/8$, $\gamma = 79/7$

به عبارتی سایه ۱۲ متر پایین و ۵/۵ متر به سمت چپ میرود.



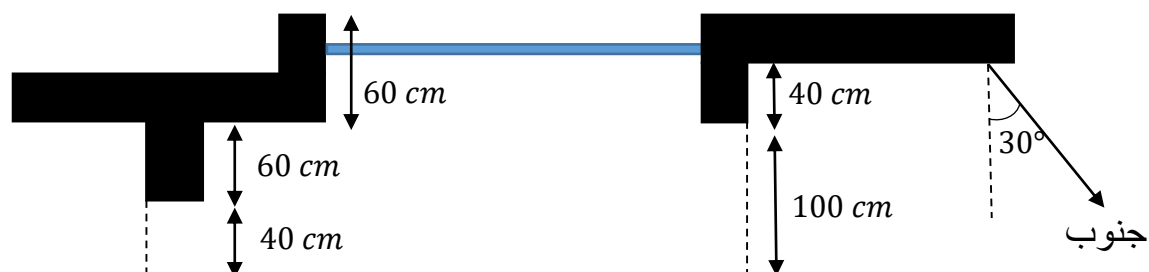
$$h = \frac{80 \tan 66/8}{\cos(79/7+2)} = 1293 \text{ cm} \cong 12 \text{ m}$$

$$W = 80 \tan 81/7 = 548/4 \text{ cm} \cong 5/5 \text{ m}$$



الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

مثال:



ارتفاع سایه پنجره روبرو در روز ۲۰ آذر ساعت ۱۴:۲۰ در شیراز محاسبه کنید.

نکته:

در سوال قبل پنجره دقیقاً لبه دیوار قرار داشت در نتیجه بین شیشه و دیوار فاصله نبود، پس سایه دقیقاً درست ترسیم شده بود. اما اینجا علاوه بر سایه‌بان‌های عمودی، شیشه پنجره هم داخلتر قرار گرفته است پس سایه روی شیشه و دیوار متفاوت است. ساعت ۱۴:۲۰ هست پس سایه سمت راست می‌افتد.

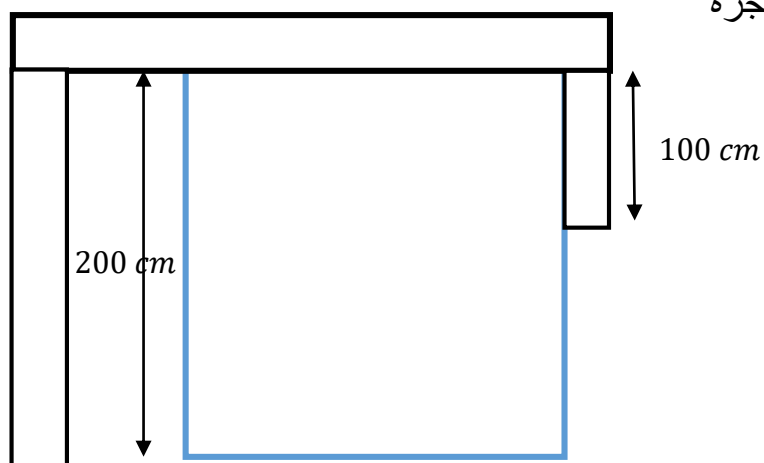
حال سایه را به ۴ بخش تقسیم میکنیم:

۱- سایه روی شیشه

۲- سایه سایه بان افقی از لبه خارجی دیوار

۳- سایه بان عمودی سمت راست

۴- سایه بان عمودی سمت چپ





الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

مثال:

$$\emptyset = 29/5$$

$$\gamma' = 30$$

$$\delta = 23/45 \sin \frac{265 \times 360}{365} = -23/18$$

$$\omega = (12-14/33) \times 15^\circ = -34/95 \cong -35$$

$$\sin \alpha = \sin -23/18 \sin 29/5 + \cos -23/18 \cos 29/5 \cos -35, \alpha = 58/12$$

$$\sin \gamma = \frac{\cos -23/18 \sin -35}{\cos 58/12}, \gamma = -86/7$$

$$h_1 = \frac{140 \tan 58/12}{\cos(-86/7+30)}, h_1 = 409 \text{ cm}, w_1 = 140 \tan -56/7 = -213 \text{ cm}$$

$$h_2 = \frac{100 \tan 58/12}{\cos(-86/7+30)}, h_2 = 292/8 \text{ cm}, w_2 = 100 \tan -56/7 = -152 \text{ cm}$$

$$h_3 = \frac{40 \tan 58/12}{\cos(-86/7+30)}, h_3 = 117 \text{ cm}, w_3 = 40 \tan -56/7 = -60 \text{ cm}$$

$$h_4 = \frac{60 \tan 58/12}{\cos(-86/7+30)}, h_4 = 175 \text{ cm}, w_4 = 60 \tan -56/7 = -91 \text{ cm}$$



الگوی حرکت سایه - ترسیم سایه سطوح قائم

مثال:

حال می‌توان سایه را ترسیم کرد.

در سوالات مشابه این سوال، مهم است که بتوانید سایه را هم بصورت

تقریبی و هم دقیق ترسیم کنید.

