آب و هواشناسی

تابش

تابش

فرایند های انتقال انرژی گرمایی

- **تابش**

در این فرایند گرما به شکل موج و بدون واسطه منتشر می شود. مانند انرژی دریافتی رسیده به زمین از طریق تابش خورشید

- **هدایت یا رسانش**

انتقال گرما به وسیله ذرات تشکیل دهنده خود جسم صورت می گیرد. مثل گرم کردن یک میله آهنی

- **همرفت یا کانوکشن**

انتقال گرما توسط حرکت واقعی خود ماده گرم شونده صورت می گیرد. مثال، گرم کردن بطری آب روی شعله آتش که ابتدا آب تحتانی گرم شده و سپس بالا رفته و جای آنرا آب سرد می گیرد تا گرم شود. این فرآیند تا گرم شدن کل آب ادامه دارد.

تابش

طرق گرم شدن اتمسفر

- تابش خورشیدی
- تابش زمینی
- انتقال آشفته
- گرمای نهان
- پدیده گلخانه

تابش

تابش خورشیدی

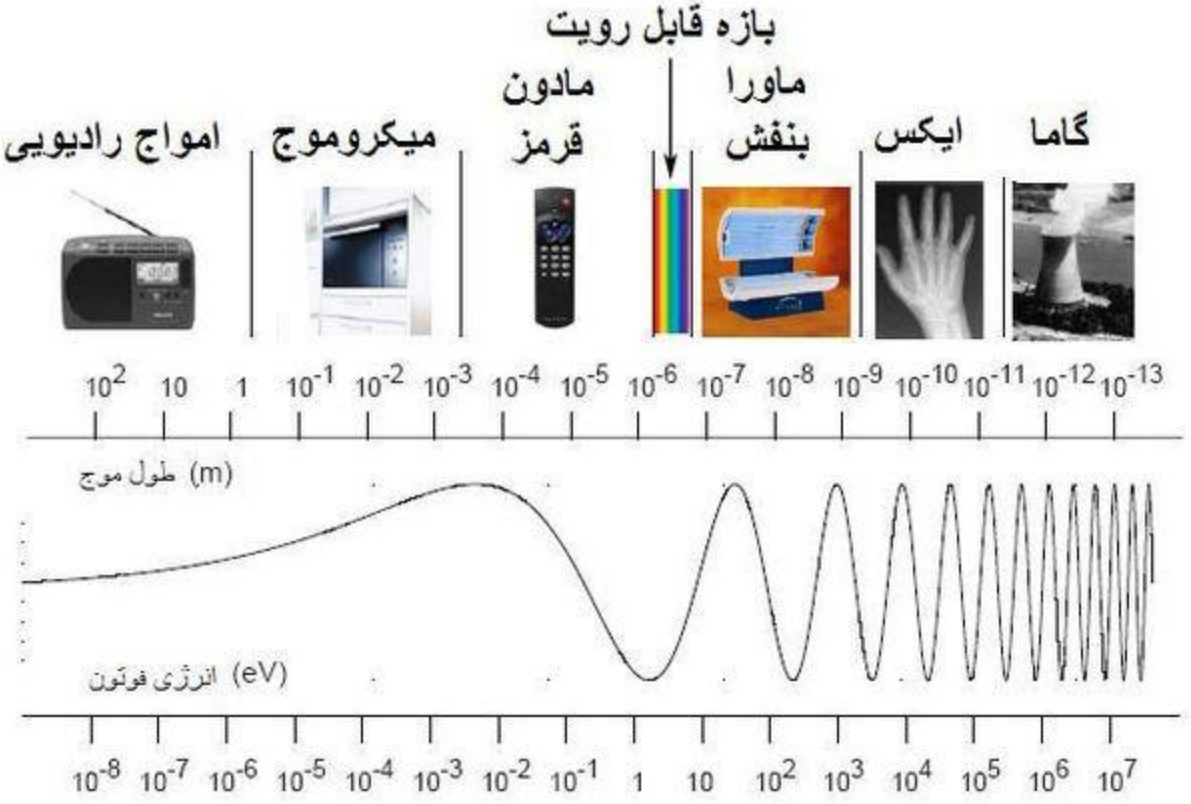
- **تابش خورشید منبع اصلی انرژی سیاره زمین و عامل اصلی کنترل حیات و آب و هوا در سطح زمین به شمار می‌آید**
- **خورشید یک جسم سیاه است که بطور دائم پرتو افشانی می کند**
- **جسم سیاه چیست؟**
- جسم سیاه جسم ایده آلی است که همهٔ نوری را که در همه بسامد ها و زوایا به آن می‌تابد جذب می‌کند. هیچ تابش الکترومغناطیسی از جسم سیاه بازنمی‌تابد یا نمی‌گذرد. به همین دلیل این جسم وقتی که سرد است سیاه دیده می‌شود.

- اگر جسم سیاه داغ شود، از خود موج الکترومغناطیسی می‌تاباند. طیف این تابش (یعنی شدت نسبی طول موجهای گوناگون در این تابش) مستقل از جسم سیاه است و فقط به دمای آن بستگی دارد.

تابش

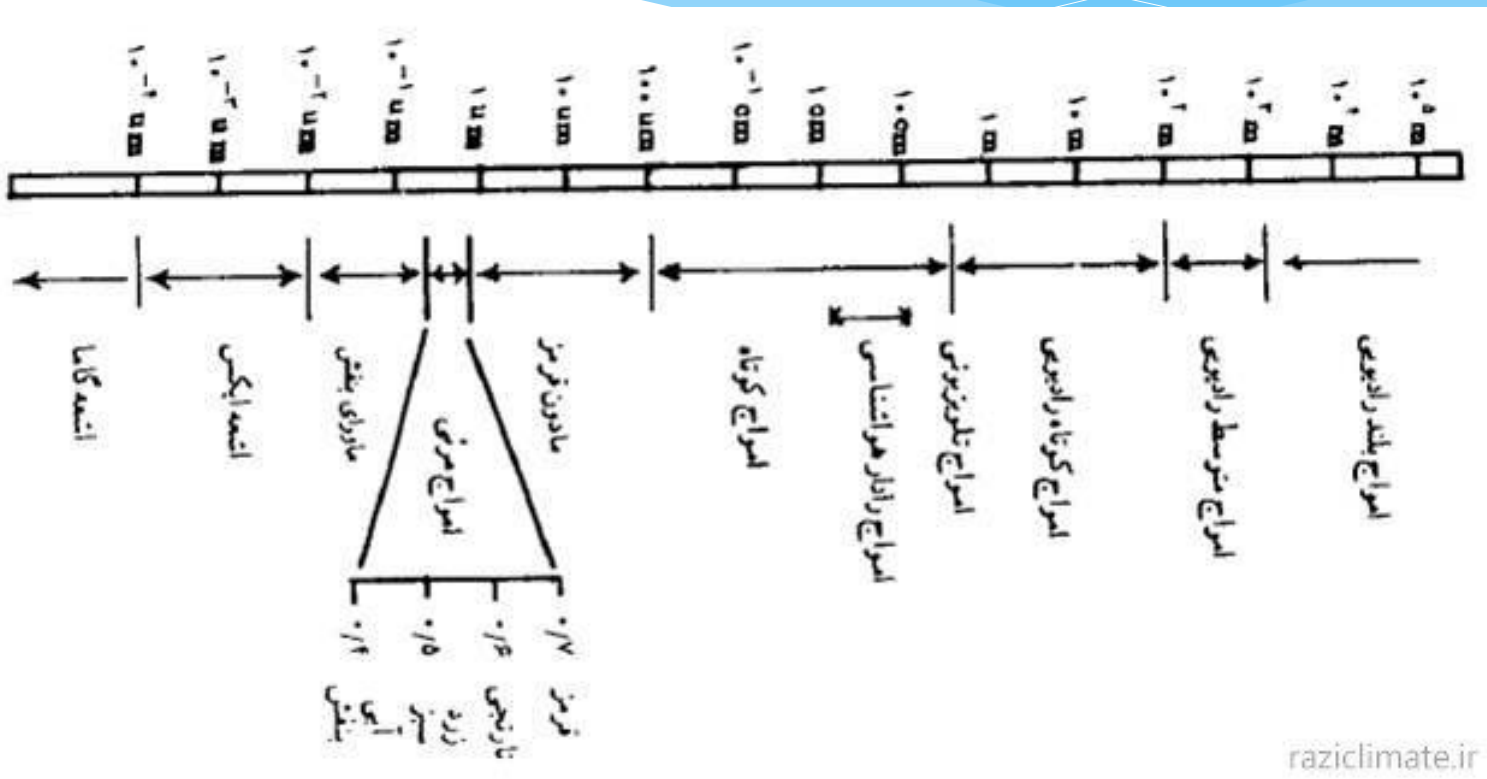
طیف الکترومغناطیسی خورشید

* امواج الکترومغناطیسی بر حسب بسامدشان به نام‌های گوناگونی خوانده می‌شوند: **امواج رادیویی، .....**
* این نام‌ها به ترتیب افزایش فرکانس مرتب شده‌اند.



تابش

طیف الکترومغناطیسی خورشید



شکل ۲.۱ محدوده‌های طیف الکترومغناطیسی

raziclimate.ir

تابش

میزان انرژی تابشی خورشید چقدر است؟

- بر اساس قانون استفان- بولتزمن می توان مقدار کل انرژی تابشی خورشید را محاسبه نمود:

$$E = \sigma T^4$$

E : مقدار کل انرژی برحسب وات بر سانتی متر مربع

σ: ضریب ثابت بولتزمن برابر با $6/5*10^{-17}$ وات بر سانتی متر مربع در درجهٔ کلوین

T: دمای جسم سیاه بر حسب درجه کلوین که 6000 درجه کلوین محاسبه شده است

$E=5.6 * 10^{-12} *(6000)2=73.5 * 102$ w/cm2=73.5 * 106 w/m2

تابش

تابش خورشیدی

- **نشر و انتقال این انرژی به دو حالت موجی و ذره‌ای انجام می‌شود.**
- **نظریه موجی تابش الکترومغناطیسی را ماکسول در اوایل قرن نووزدهم عرضه کرد**
- انرژی خورشیدی بصورت امواج پیوسته منتشر می شود

در ارتباط با نظریه موجی، رابطهٔ زیر را می توان نوشت:

$$\lambda=c/f$$

- λ: طول موج بر حسب متر

C: سرعت نور بر حسب متر در ثانیه که برای خورشید 300 هزار کیلومتر در ساعت است

F: فرکانس موج بر حسب هرتز

- **در اوایل قرن بیستم، ماکس پلانك ، نظریه ذره‌ای تابش خورشیدی را ارائه کرد.**
- انرژی خورشیدی در قالب ذرات ریز به نام کوانتا منتشر می شود.
- کوانتاها یا ذرات ریز دارای انرژی هستند و مقدار انرژی هر ذره یا کوانتا از طریق معادلهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$E=hf$$

E: مقدار انرژی هر کوانتا یا ذره

h: ضریب پلانک برابر با $6.625 * 10^{-34}$ ژول بر ثانیه

تابش

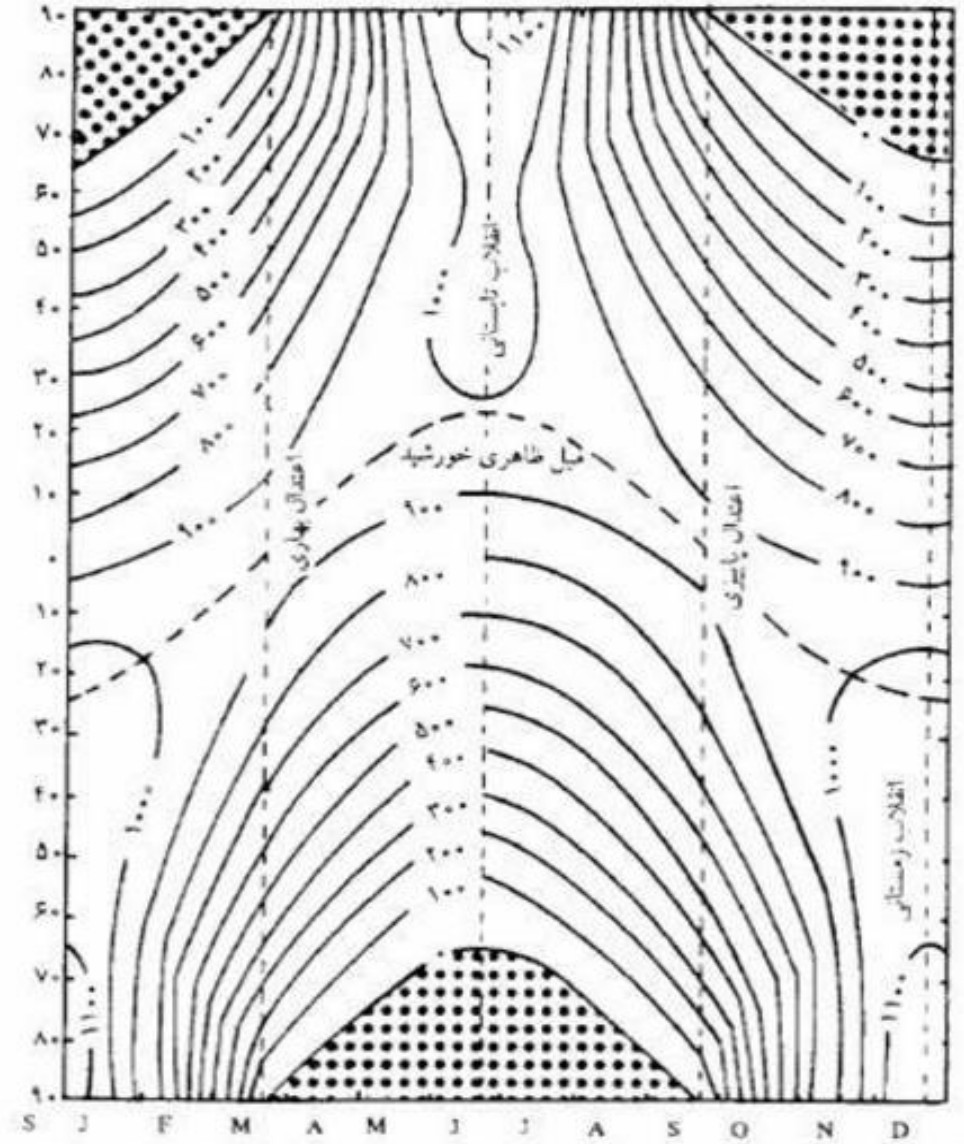
ثابت خورشیدی

* ثابت خورشیدی مقدار انرژی تابشی‌ای است که در هر دقیقه، به مرز بیرونی اتمسفر زمین، بطور عمود بر سطحی به مساحت 1 سانتی‌متر مربع می‌تابد که مقدار آن 1/98 کالری در دقیقه بر سانتی‌متر مربع است و به علت بیضی بودن مدار زمین ثابت خورشیدی در طول سال تغییر می‌کند

- مقدار انرژی خورشیدی وارد شده بر بالای جو زمین را حدود 1370 وات بر متر مربع یا 1/98لانگلی (کالری بر سانتی مترمربع در دقیقه) یا 2 لانگلی در نظر می گیرند.
- ثابت خورشیدی فقط بر بالای جو زمین اعتبار دارد و سطح زمین این مقدار تابش را از خورشید دریافت نمی کند.

تابش

ثابت خورشیدی



شکل ۳.۹ میانگین تابش خورشیدی در مرز بیرونی اتمسفر برای کلیهٔ روزهای سال و عرضهای مختلف جغرافیایی، برحسب لانگلی (سلز، ۱۹۶۵)

razclimate.ir

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- مقدار کل انرژی خورشیدی که در مدت معینی، به یك سطح مشخص می‌رسد تحت تأثیر عوامل زیر تغییر می‌کند:

- مقدار انرژی تابشی گسیل‌شده از خورشید،
- فاصله خورشید تا زمین،
- ارتفاع خورشید (زاویه تابش خورشید)
- مدت تابش

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- مقدار انرژی تابشی گسیل‌شده از خورشید،

- در نتیجه فعالیت های دوره ای معین، لکه های تیره رنگی بر سطح خورشید ظاهر می شود و پرتوافکنی آن را هر چند ناچیز، تغییر می دهد.
- لکه‌های خورشیدی اصولاً هر 11 سال یکبار ظاهر می‌شوند. و مقدار انرژی تابشی گسیل‌شده را دستخوش تغییر قرار می‌دهند.
- طوفانها باعث افزایش میزان تابش خورشیدی می شوند .
- طوفانهای خورشیدی(مثل طوفان خورشیدی بسیار قوی روز سه شنبه 16/12/1390) که طی 6 سال اخیر بزرگترین طوفان خورشیدی گفته شده است.

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

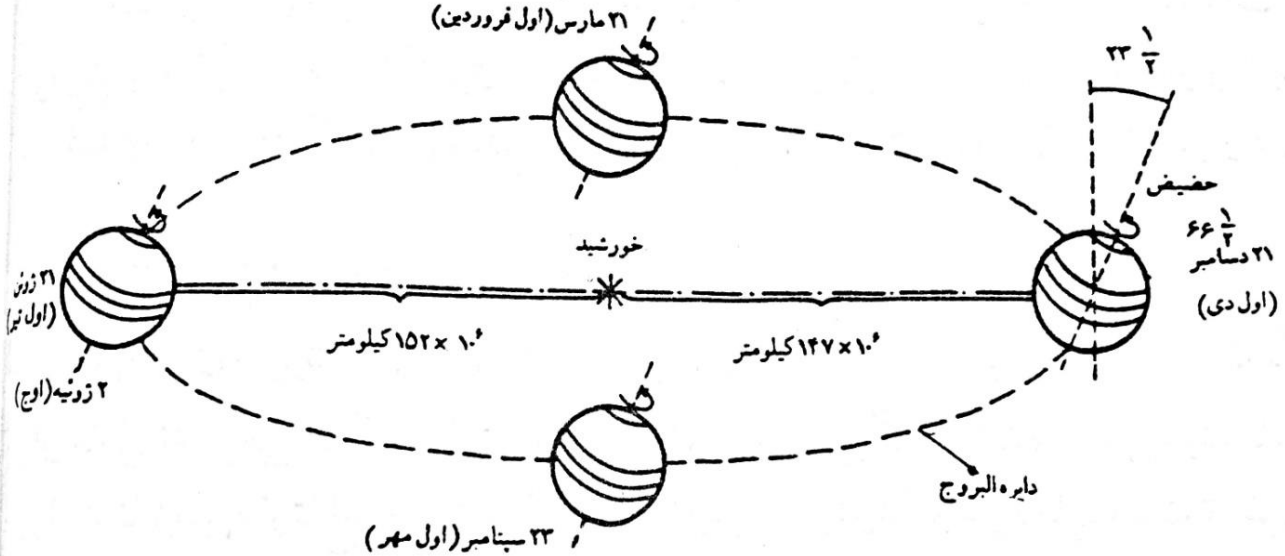
- فاصله خورشید تا زمین

- زمین در حرکت انتقالی خود به دور خورشید، مدار بیضوی شکل را می پیماید که خورشید در یکی از کانون هایش قرار دارد.
- فاصله زمین تا خورشید در انقلاب زمستانی به حداقل 147 میلیون کیلومتر می رسد (در حضیض) و در انقلاب تابستانی به حداکثر 152 میلیون کیلومتر میرسد(در اوج).
- تابش درحضیض 7 درصد بیشتر است .حضیض در زمستان نیمکره شمالی است باید 4 درجه گرمتر باشد ولی وجود دریاها و خشکیهای ناهماهنگ در دو نیمکره،اثر این افزایش را از بین برده است
- فصل ها به خاطر تفاوت فاصله زمین از خورشید در طول سال به وجود نمي آيند (این تفاوت ها به شدت کم است).
- فصل ها نتیجه کج بودن محور زمین هستند

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- فاصله خورشید تا زمین



شکل ۳.۳ مسیر سالانه زمین به دور خورشید (دایرةالبروج)

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- **ارتفاع خورشید**
- **ارتفاع خورشید عبارت است از راویه بین اشعه های خورشید و خط مماس بر سطح زمین در نقطه مورد نظر که اغلب مقدار تابشهای خورشیدی دریافتی توسط سطح زمین را تحت تاثیر قرار می دهد.**
- **ارتفاع خورشید شدت تابشی رسیده به واحد سطح را مشخص می‌کند**
- **هرقدر ارتفاع خورشید بیشتر باشد، امواج تابشی عمودی‌تر می‌تابند و دمای بیشتری تولید می‌کنند.**
- **عوامل مهم در تعیین ارتفاع خورشید در يك محل عبارتند از:**
- عرض جغرافیایی محل
- فصل سال
- ساعت روز.

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- ارتفاع خورشید
- دایرۀ البروج و مدار میل خورشید

- زمین در حرکت انتقالی خود به دور خورشید، سطحی را بوجود می‌آورد که سطح مدار زمین (دایرۀ البروج) نامیده می‌شود.
- محور زمین نسبت به سطح (دایرۀ البروج) حدود 23/27 درجه انحراف دارد که آن را انحراف‌البروج می‌نامند.
- بر اثر این انحراف خورشید همیشه بر روی مدار استوا عمود نمی تابد.
- براساس این انحراف مدار تابش عمودی خورشید در طول سال بین 23/27 درجه جنوبی و شمالی (بین‌المدارین) تغییر می‌کند.
- مداری که خورشید به هنگام ظهر عمود بر آن می‌تابد، مدار میل خورشید نام دارد که در نمودار آنالما این مدار رسم شده است.

تابش

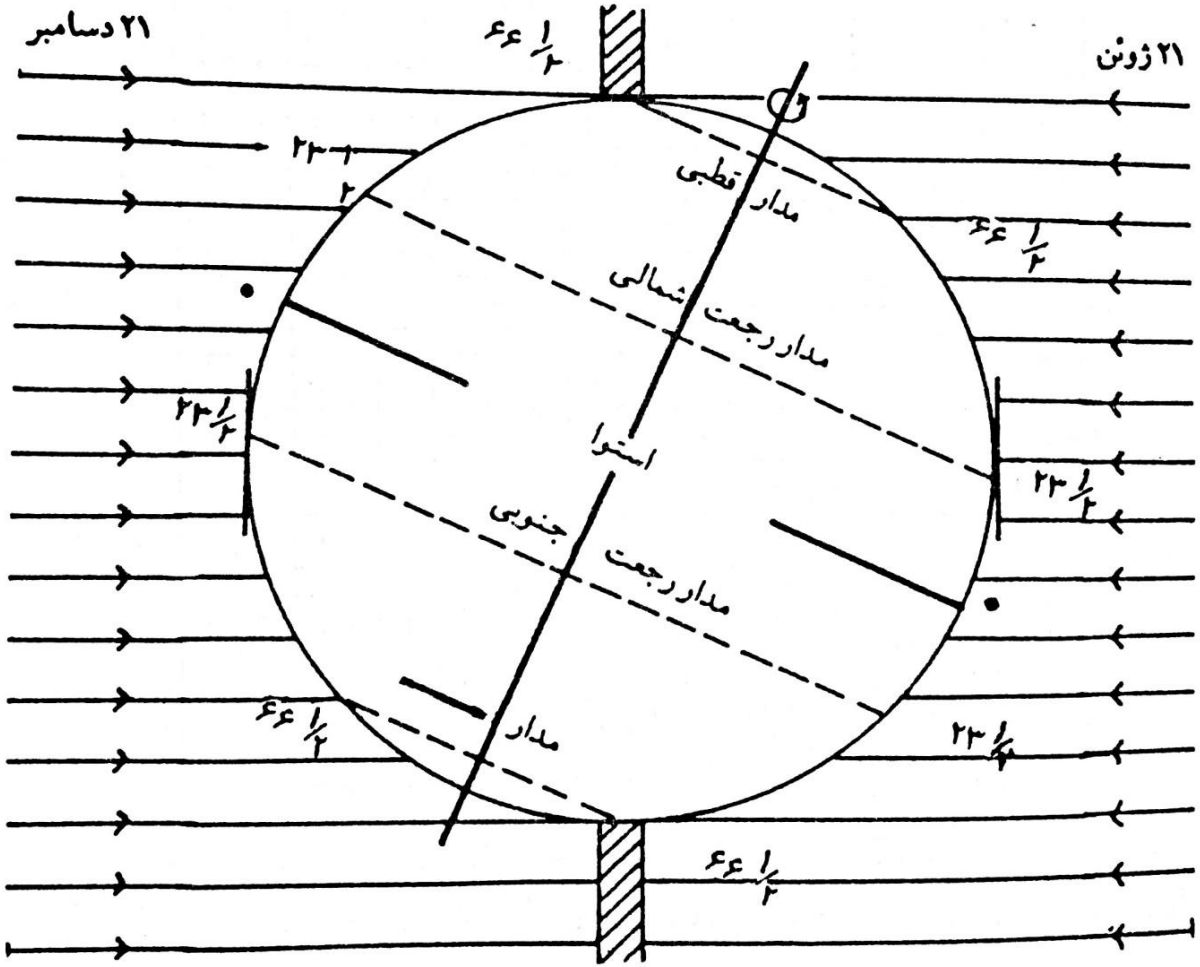
عوامل موثر در تابش خورشیدی

- ارتفاع خورشید
- دایرهٔ البروج و مدار میل خورشید
- خورشید در طول سال 2 بار بر استوا عمود می‌تابد که این دو زمان مصادف با اول بهار و اول پاییز است که آن را اعتدالین می‌نامند.
- فقط در اعتدالین دایره روشنایی از قطبین می‌گذرد و همه جای سطح زمین 12 ساعت روز و 12 ساعت شب است
- در اول تیرماه، بر مدار رأس‌السرطان و در اول دیماه، بر مدار رأس‌الجدی عمود می‌تابد که به ترتیب به انقلاب تابستانی و انقلاب زمستانی مرسومند
- در انقلاب تابستانی (اول تیر) خورشید بر مدار رأس‌السرطان عمود می‌تابد و دایره روشنایی از مدار قطبی جنوب می‌گذرد، از این‌رو تمام قطب شمال در تمام 24 ساعت در مسیر روشنایی قرار می‌گیرد. (خورشید غروب نمی‌کند.)
- برعکس در انقلاب زمستانی (اول دی) تمام 24 ساعت خورشید طلوع نمی‌کند.

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- ارتفاع خورشید
- دایرهٔ البروج و مدار میل خورشید

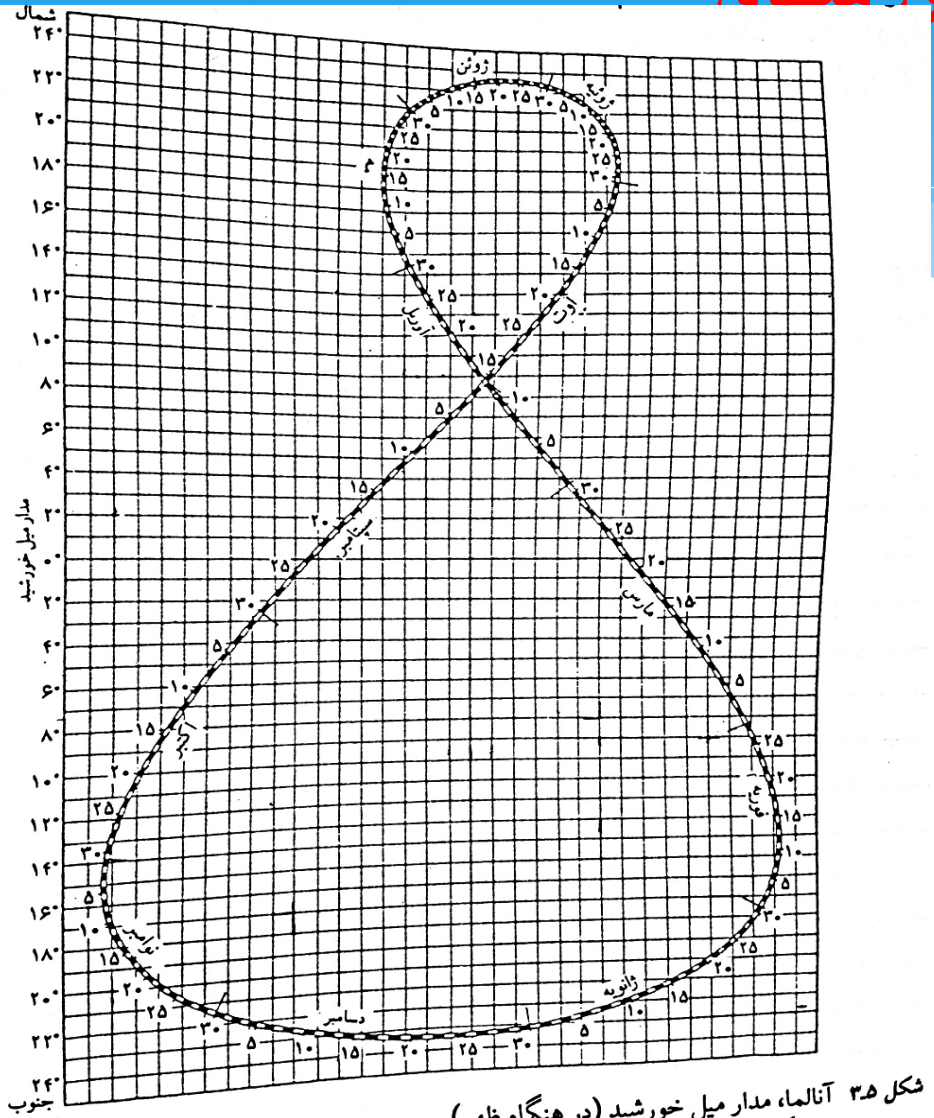


شکل ۳.۴ موقعیت زمین نسبت به تابش خورشید در انقلابین

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- ارتفاع خورشید
- دایرهٔ البروج و مدار میل خورشید



شکل ۳.۵ آنالما، مدار میل خورشید (در هنگام ظهر) برحسب عرض جغرافیایی. در روزهای مختلف سال، همانگونه که ملاحظه می‌شود، خورشید در ۲۱ مارس و ۲۳ سپتامبر در استوا عمود می‌تابد.

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- مسیر حرکت خورشید
- موقعیت خورشید در هر نقطه از سطح کره زمین در هر روز و ساعت از سال متفاوت است

در نیمکره شمالی

- در تابستان از شمال شرق طلوع و در شمال غرب غروب
- در زمستان از جنوب شرق طلوع و در جنوب غرب غروب
- اول فروردین و اول پاییز از شرق طلوع و در غرب غروب

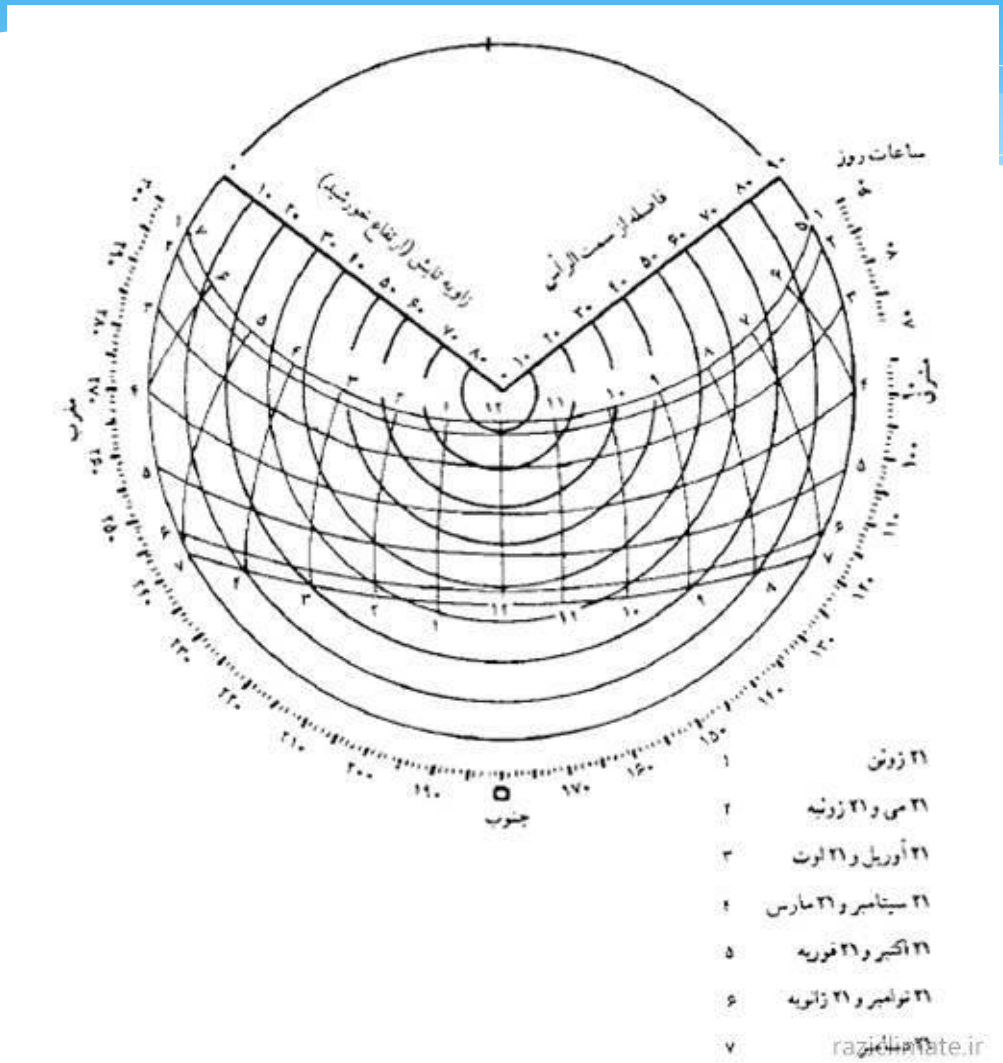
موقعیت خورشید در در هر زمان و مکان با دو زاویه تعیین می کنند

- زاویه تابش : زاویه ای است بین امتداد تابش خورشید و سطح افق
- زاویه جهت تابش: زاویه ای است بین تصویر امتداد تابش بر صفحه افق و شمال واقعی

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- نمودار مسیر حرکت ظاهری خورشید



تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- **مدت تابش**
- **هر قدر مدت تابش خورشید بیشتر باشد مقدار کل انرژی رسیده به زمین بیشتر است. طول مدت تابش اشاره به طول روز دارد.**
- با توجه به عرض جغرافیایی محل و زاویه تابش، هر نقطه ای طی سال بطور متفاوتی در آفتاب یا در تاریکی قرار می گیرد و وضعیت بطور متناوب در هر نیمکره تغییر می کند.
- در اعتدالین به خاطر عبور دایره روشنایی از قطبین زمین، همه جای کره زمین 12 ساعت روز و 12 ساعت شب را تجربه می کند.در غیر این ایام بین ساعات شب و روز تفاوت خواهد بود

تابش

عوامل موثر در تابش خورشیدی

- **بین‌الطلوعین**
- هر منطقه در روی زمین، در مدت زمانی پیش یا پس از مدت تابش آفتاب، تا حدودی روشن است علت این روشنایی انعکاس و پخش امواج خورشید بواسطه ذرات تشکیل دهنده اتمسفر در پیش از طلوع و پس از غروب آفتاب است. این پدیده را بین‌الطلوعین می‌نامند.
- پدیده یادشده، بسته به عرض جغرافیایی، باعث افزایش مدت روشنایی در قبل و بعد از طلوع می‌شود.
- این پدیده در مناطق قطبی اهمیت ویژه‌ای دارد. (با افزایش عرض جغرافیایی مدت زمان بین‌الطلوعین افزایش می‌یابد) .
- در مواقعی که خورشید هنوز حدود 6/5 درجه زیر افق قرار دارد، روشنایی در سطح زمین امکان مطالعه در فضای باز را می‌دهد این را بین‌الطلوعین عرفی می‌نامند
- درصورتی که خورشید 17 درجه (و به نظر برخی 18 درجه) زیر افق قرار داشته باشد، بین‌الطلوعین را نجومی می‌گویند.

تابش

تأثیر اتمسفر زمین در تابش خورشیدی

- تابش خورشیدی بایستی از جو زمین بگذرد تا به زمین برسد. چون جو زمین از ترکیبات متعدد گازی و غیر گازی تشکیل شده است در مقابل تابش خورشیدی واکنش نشان میدهد.
- بخشی از تابشها حذف و بخشی دیگر عبور می کند.

تابش

تأثیر اتمسفر زمین در تابش خورشیدی

- **پخش تابش**
- پرتوهای خورشیدی در برخورد به ترکیبات جوی(ابر،هواویزها و بلورهای یخ) به هر سو پراکنده می شوند(در 360 درجه پخش می شوند) به این پدیده اصطلاحاً پخش میگویند که در هر حال بخشی از انرژی تابشی خورشید را قبل از رسیدن به زمین، حذف می کند.
- **پخش رالی**
- اندازه ذرات خیلی کوچکتر از طول موج تابش خورشید است. در این پخش، امواج کوتاه‌تر بسیار بیشتر از امواج بلندتر منعکس می‌شوند. (قانون رالی) . به همین جهت، آسمان با پخش بیشتر نور آبی، به رنگ آبی دیده می‌شود.
- **پخش مای:**

هنگامی که قطر ذرات مساوی طول موج تابش خورشید است، پخش نور قرمز بیشتر صورت می‌گیرد که به پخش مای مرسوم است. علت قرمزی آسمان به هنگام شفق و فجر، پخش بیشتر امواج در باند نور قرمز است.

- **پخش غیر انتخابی:**
- ذرات درشت‌تر جو، مانند قطرات آب، تمام امواج را بطور یکسان بازمی‌تابانند که به پخش غیر انتخابی موسوم است و زمانی صورت می‌گیرد که قطر ذره، بیشتر از طول موج تابش خورشید باشد. علت سفید دیده شدن ابرها از بالا یا رنگ شیری آسمان گردآلود، پخش غیر انتخابی تابش در باند مرئی است.

تابش

تأثیر اتمسفر زمین در تابش خورشیدی

* **جذب تابش :**

- انرژی تابشی در پی جذب، به انرژی گرمایی تبدیل شده، از این طریق موقتاً ذخیره می‌گردد. هر جسم معمولاً محدوده معینی از طول موج يك باند تابشی را جذب و موجهای دیگر را منعکس یا از خود عبور می‌دهد. بنابراین جذب تابشی فرایندی انتخابی است.

ضریب جذب چیست؟

- نسبت تابش جذب شده در یک طول موج معین به کل انرژی تابشی آن طول موج را ضریب جذب می گویند.
- مثال: در طول موج مثلاً 1 میکرون،40 درصد انرژی تابشی جذب شده است پس ضریب جذب در این طول موج 40 درصد است.طبیعی است که 60 درصد باقیمانده قبل از جذب، حذف شده است.
- ازن محدودهٔ طول موجهای 0/22 تا 0/29 میکرون را جذب می کند.
- گازکربنیک بین 2/3 تا 3 و بین 4/2 تا 4/4 میکرون را کامل جذب می کند.
- بخار آب 1تا 2 و 2/5 تا 3 و همچنین 5 تا 8 میکرون را کامل جذب می کند.

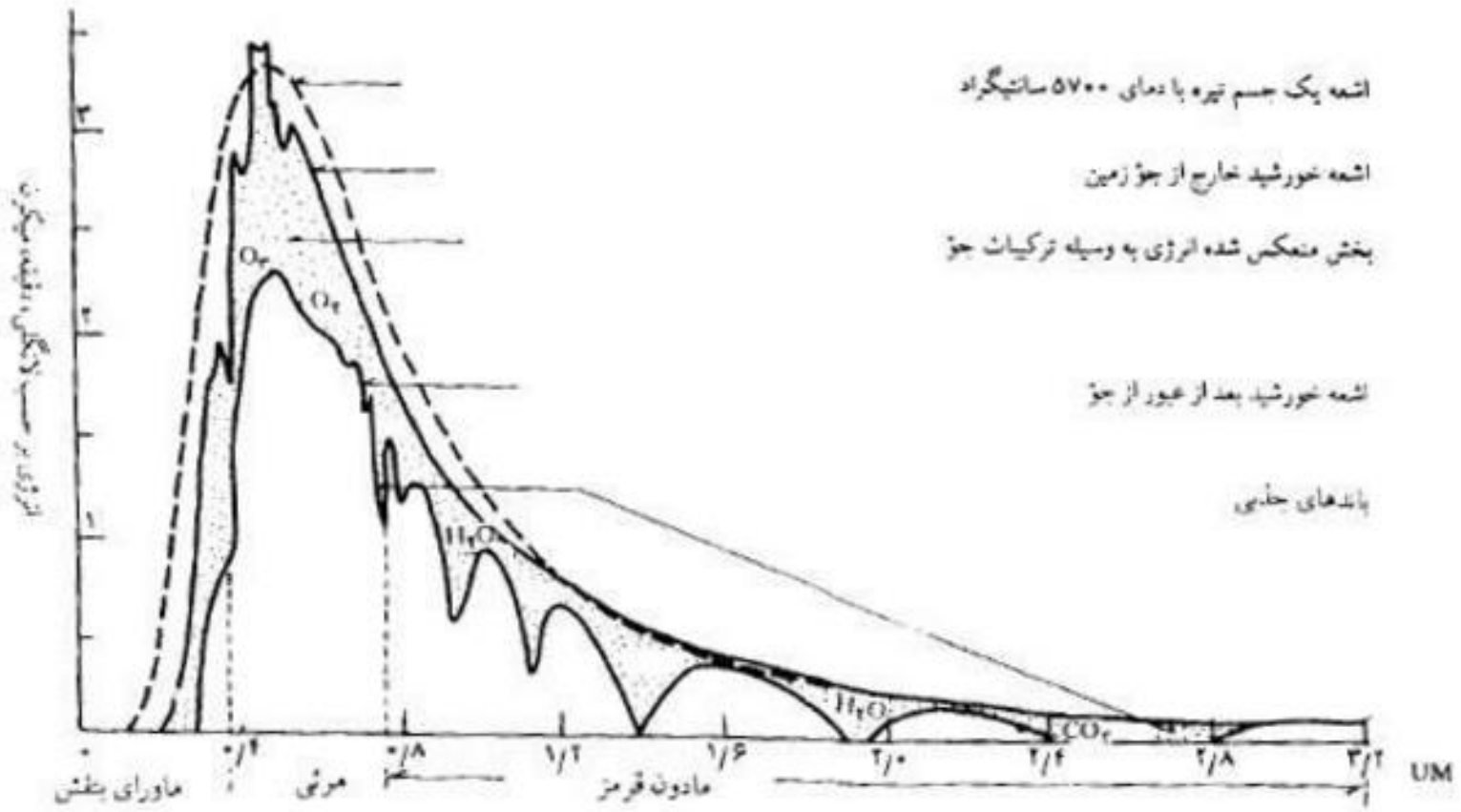
تابش

تغییرات کمی و کیفی تابش خورشیدی ضمن عبور از اتمسفر زمین

- حداکثر تراکم انرژی در حوالی محدوده مرئی با طول موج تقریبی 0/5 میکرون (نور سبز) واقع است.
- انرژی تابش خطرناك ماورای بنفش، به سرعت و ناگهانی و انرژی تابش خطرناك مادون قرمز، به آرامی و به تدریج رو به کاهش می‌گذارد.
- در بخشی از محدوده طیف، گسست‌هایی مشاهده می‌شود که آنها را باند تاریك طیف می‌نامند که این باندها در قسمت باند مادون قرمز فراوان است.
- با افزایش ارتفاع زمین، مقدار انرژی در تمام باندهای طیف بیشتر و گسست در آنها کمتر است.
- مقایسه انرژی طیف در محدوده خارج از اتمسفر با سطح زمین نشان می‌دهد که تابش خورشیدی ضمن عبور از اتمسفر، مقدار چشمگیری از انرژی خود را در هر دو طیف از دست می‌دهد (پدیده حذف) که در قلمرو قرمز و مادون قرمز شدیدتر از دیگر قلمروهای طیف است که علت این حذف، پخش و جذب انتخابی است.

تابش

تغییرات کمی و کیفی تابش خورشیدی ضمن عبور از اتمسفر زمین



شکل ۳.۱۰ توزیع طیف انرژی اشعهٔ خورشید قبل و بعد از نفوذ در اتمسفر و توزیع انرژی جسمی با دمای سطح

تابش

تغییرات کمی و کیفی تابش خورشیدی ضمن عبور از اتمسفر زمین

- رنگ اجسام، از نسبت جذب به انعکاس یا عبور امواج تابشی در محدوده مرئی حاصل می‌شود بطوری که اگر جسم امواج تابشی را که بر آن می‌تابد بیشتر جذب کند رنگ آن تیره و در صورت عکس، رنگ آن روشن به نظر می‌رسد.
- ازن، تابش خورشید را در محدوده طول موج کوتاه به ویژه در محدوده بین 0/22 تا 0/29میکرون، بطور کامل جذب می‌کند
- گازکربنیك و بخار آب بیشتر امواج مادون قرمز را جذب می‌کند.
- مقدار بخار آب موجود در اتمسفر در تابستان به دلیل دمای بیشتر، بیش از زمستان است (رطوبت مطلق) و بنابراین میزان حذف در تابش خورشید توسط بخار آب (در شرایط یکسان) در تابستان بیش از زمستان است و همچنین در هوای مرطوب بیش از هوای خشك است

تابش

تغییرات محلی جذب و پخش تابش

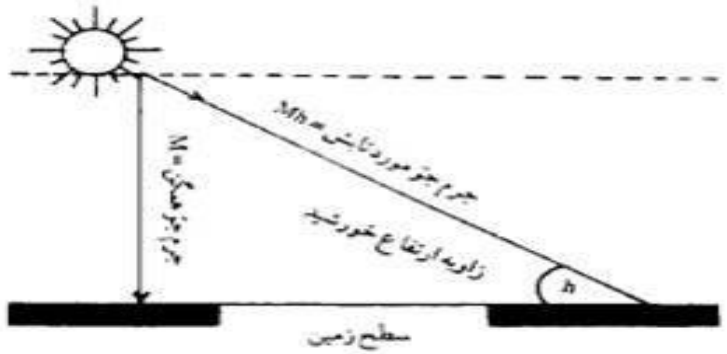
- اتمسفر زمین مقداری از انرژی تابشی خورشید را از طریق جذب وپخش، حذف می‌کند که میزان این حذف به دو عامل بستگی دارد:
- الف) جرم کلی اتمسفر که تابش از آن عبور می‌کند.

- ب) مقدار بخار آب، گازکربنیك، ازن، ذرات تشکیل‌دهنده ابر، آئروسلهای موجود در اتمسفر

تابش

تغییرات محلی جذب و پخش تابش

- هر چه مسیری که پرتو خورشید تا به سطح زمین برسد بیشتر باشد، به همان نسبت ، امواج کوتاه بیشتر بازتابیده و جذب می‌شوند و در مقابل، امواج بلند آن راحت‌تر به ما می‌رسد.



شکل ۳-۱۱ رابطهٔ مسافتی که تابش خورشید با زاویهٔ تابش در اتمسفر می‌پیماید

به شکل ۳-۱۱ می‌توان دریافت که:

$$\frac{M}{M_h} = \text{Sin } h,$$

جدول ۳-۴ نسبت افزایش مسافت برحسب زاویهٔ تابش پرتوهای خورشیدی

زاویهٔ تابش	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۶۰	۶۵
افزایش طول راه (Mh)	۱۰/۴۰	۵/۶۰	۳/۸۲	۲/۹۰	۲/۳۶	۲/۰۰	۱/۷۴	۱/۵۵	۱/۴۱	۱/۳۰	۱/۲۱	۱/۱۵

تابش

تابش کل

- مجموع مقدار انرژی تابش مستقیم ($I=Io* \sin h$)و تابش پراکنده (D) را که در واحد زمان بر سطح زمین می‌تابد، تابش کل می‌نامیم و آنرا با حرف Gنمایش می دهند.بنابراین معادلهٔ انرا بصورت زیر می توان نوشت:

$$G=I_o * \sin h + D$$

- که در این میان تابش پراکنده از تباین شدید بین سایه و نور می‌کاهد.

- I_o= ثابت خورشیدی

تابش

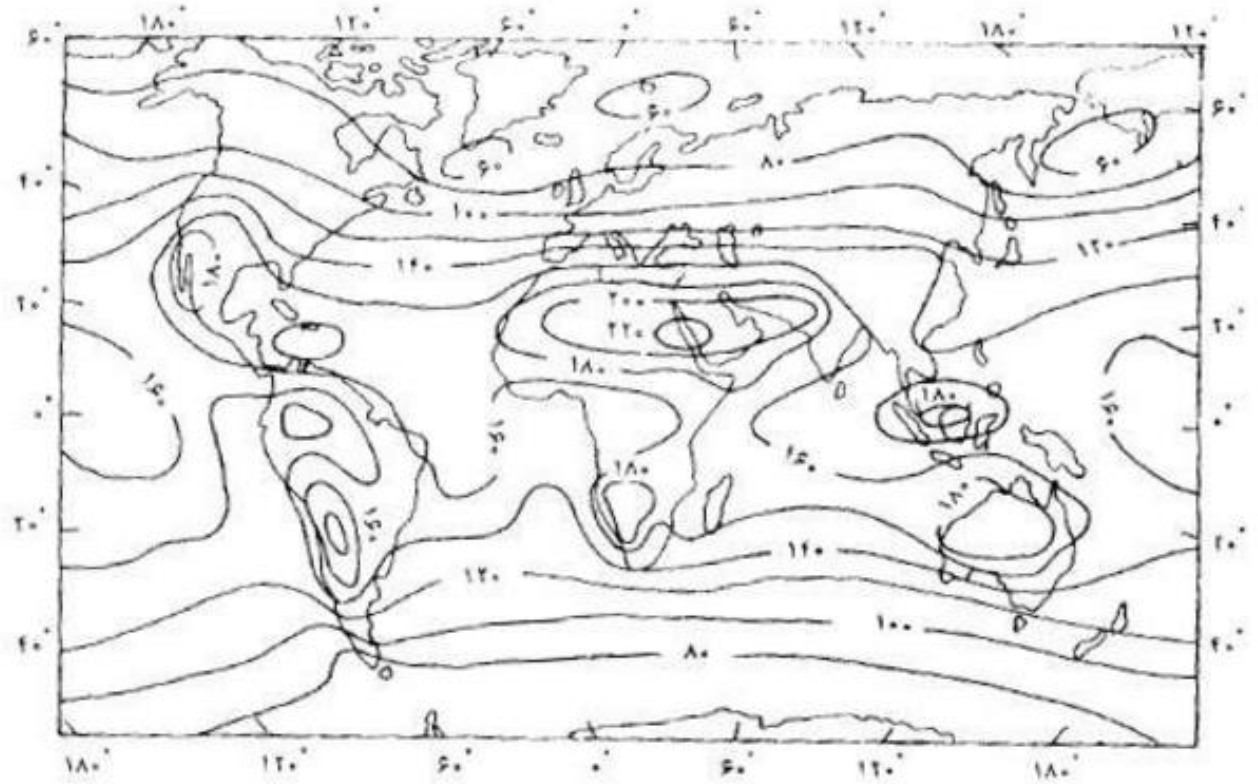
تابش کل

جدول ۳.۵ توزیع جغرافیایی تابش مستقیم و پراکنده

عرض جغرافیایی	اول فروردین		اول تیر		اول مهر		اول دی	
	مستقیم	پراکنده	مستقیم	پراکنده	مستقیم	پراکنده	مستقیم	پراکنده
۹۰	۰	۱۰	۶۰۹	۱۲۸	۴	۱۰	۰	۰
۸۰	۸۱	۲۹	۶۰۹	۱۲۴	۶۰	۳۰	۰	۰
۷۰	۱۵۹	۴۳	۵۹۳	۱۱۰	۱۳۷	۴۴	۴۴	۰
۶۰	۲۵۹	۵۳	۶۰۰	۹۸	۲۳۲	۵۵	۱۲	۹
۵۰	۳۵۴	۶۱	۶۰۹	۹۷	۳۱۸	۶۵	۷۸	۲۷
۴۰	۴۲۵	۶۶	۶۰۸	۹۸	۳۸۷	۷۲	۱۶۴	۴۲
۳۰	۴۸۵	۷۲	۵۸۸	۹۵	۴۴۵	۷۸	۲۵۶	۵۲
۲۰	۵۰۵	۸۳	۵۴۵	۹۵	۴۷۷	۸۷	۳۳۱	۶۹
۱۰	۵۰۸	۹۰	۴۹۵	۹۳	۴۹۷	۹۲	۳۹۸	۸۳
۰	۵۰۹	۹۳	۴۳۴	۸۹	۵۰۴	۹۲	۴۶۲	۹۵

تابش

تابش کل



شکل ۳.۱۳ پراکندگی جغرافیایی تابش کلی سالانه به کیلوکالری در سانتیمتر مربع (بودیکو، ۱۹۵۸، سلرز، ۱۹۶۵)

تابش

- **عوامل موثربر تابش کل**
- عرضهای جغرافیایی
- شرایط ابرناکی
- چگونگی پوشش سطح زمین
- وجود بخار آب

تابش

- **عوامل موثربر تابش کل**
- نسبت تابش مستقیم به تابش پراکنده، در عرضهای جغرافیایی پایین به علت زاویه تابش زیاد و در مناطق ابری نسبت تابش پراکنده به تابش مستقیم بیشتر است. بنابراین در نواحی قطبی بیشترین سهم نسبی را تابش پراکنده دارد.
- همواره میزان تابش خورشید کمتر از ثابت خورشیدی است، زیرا مقادیری از انرژی خورشید جذب و بخشی از آن به سمت فضای خارج از اتمسفر منعکس می‌شود.
- ابرناکی آسمان باعث می‌شود 75 درصد از تابش مستقیم در برخورد با سطح ابر منعکس شود
- در شرایط خاص، چگونگی پوشش سطح زمین نیز در میزان تابش کل اهمیت ویژه دارد. به عنوان مثال اگر سطح زمین از برف پوشیده شده باشد، با توجه به توان انعکاس (آلبدو) شدیدی که برف دارد، ایجاد انعکاس مکرر بین سطح زمین و سطح زیرین برف باعث افزایش میزان تابش کلی می‌شود.

تابش

- **توزیع جغرافیایی تابش کل**
- حداکثر میزان تابش کلی در حوالی مدار رأس‌السرطان و بر روی خشکیها متمرکز است و قرینه آن در نیمکره جنوبی به دلیل حذف، به سبب وجود بخار آب، تقریباً به اندازه 10 درصد کمتر انرژی دریافت می‌کند.
- همچنین به دلیل ابر و بخار آب بیشتر این مقدار در نواحی استوایی قدری کمتر است.
- در عرضهای جغرافیایی بالاتر از 50 درجه و نواحی جنب قطبی به دلیل زاویه تابش کمتر، ابرآلودگی نسبتاً زیاد و مسیرهای طولانی اتمسفر برای عبور تابش خورشیدی، مقدار تابش کلی کمتر است.
- بزرگترین حذف در تابش در هر دو نیمکره، در حوالی مدار 60 درجه مشاهده می‌شود که در آن مقدار تابش کل به کمتر از 43 درصد از کل تابش ممکن بالغ می‌شود.

تابش

- **آلبدو**
- نسبت انرژی بازتابیده به کل انرژی تابیده شده در سطح یك جسم را آلبدوی آن جسم می‌نامند که سطوحی مانند آب، برف و شن انعکاس زاویه‌ای شدیدی دارند که هرچه زاویه تابش کمتر باشد، میزان آلبدو بیشتر است.
- آلبدو می تواند بسته با ماهیت جسم از صفر تا 1 تغییر نماید(صفر درصد تا 100 درصد انعکاس).

جدول ۳.۶ آلبدوی بعضی سطوح نمونه برحسب درصد

سطح	درصد انعکاس
آب (زاویهٔ تابشی ۴۰ تا ۵۰ درجه)	۱۰_۷
آب (زاویهٔ تابشی تقریباً ۲۰ درجه)	۲۵_۲۰
برف نو	۹۵_۷۵
یخبرف	۷۰_۴۰
دریای یخزده	۴۰_۳۰
شنزار	۴۵_۳۵
خاک سیاه	۱۵_۵
چمن	۲۰_۱۰
مزارع غلات	۲۵_۱۵
جنگلهای کاج	۱۵_۵
کویر	۳۰_۲۵
اسفالت	۱۰_۵
ابرهای انباشته	۹۰_۷۰
ابرهای سطحی	۶۰_۴۰

تابش

- **تغییرات تابش ورودی در سطح زمین**
- **تفاوت انعکاس با پخش چیست؟** پخش در 360 درجه صورت می گیرد ولی انعکاس فقط در جهت تابش و بصورت آینه عمل می کند.
- قدرت جذب تابش زمینی توسط گازکربنیك، بخار آب و ازن چشمگیرتر است زیرا تابش زمینی در محدوده مادون قرمز (بین 4 تا 100 میکرن) انجام می‌گیرد. این در حالی است که سازندهای اصلی ترکیب اتمسفر یعنی نیتروژن و اکسیژن، در این مورد تقریباً نقشی ندارند.
- در مورد تغییرات اشعه زمین در حین عبور از لایه اتمسفر، این نکته مهم است که در محدوده‌های معینی (مانند باند 4/5 تا 5/5 و 8 - 13 میکرن) 100درصد انرژی ساطع شده از زمین بدون کوچکترین تغییر یا حذفی عبور می‌کند و فقط قسمت باریکی از آن توسط ازن جذب می‌شود که به این قسمتهای از طیف تابشی که بدون مانع از جو زمین عبور می‌کند، پنجره اتمسفری می‌گویند.
- آن قسمتهایی از جو زمین که تابش خورشیدی بدون هیچ مانعی عبور کرده و خود را به زمین می رسانند و یا اینکه از جو زمین می گذرند و به فضای کیهانی وارد می شوند پنجرهٔ اتمسفری نامیده می شوند.
- انرژی گسیل شده از زمین در باندهای 5/5 تا 8 میکرن و بین 13 تا 16 میکرن، بوسیله بخار آب جذب می‌شود. از این‌رو زمینتاب طول موج بلند، مهمترین کانون تأمین انرژی اتمسفر به حساب می‌آید.

تابش

- **تغییرات تابش ورودی در سطح زمین**
- قسمتی از انرژی ساطع شده از سطح زمین دوباره به سطح زمین برمی‌گردد که به آن تابش برگشتی می‌گویند
- از اختلاف بین زمینتاب و تابش برگشتی میزان تابش مؤثر را می‌توان محاسبه نمود.
-

اگر در جایی میزان تابش برگشتی از سوی جو کم باشد میزان تابش موثر بالا خواهد بود یعنی کاهش انرژی سطح زمین زیاد خواهد بود و برعکس در جایی که میزان انرژی برگشتی زیاد باشد تابش موثر کم بوده و یا میزان کاهش انرژی در واحد سطح کم خواهد بود.

تابش موثر بالا= کاهش انرژی سطح زمین بالا است

تابش موثر پایین= کاهش انرژی سطح زمین پایین است

بطور مثال فرض نمایید تابش زمینی 100 وات در متر مربع دردقیقه باشد حالا اگر تابش برگشتی از جو نیز 10 وات بر متر مربع در دقیقه در نظر گرفته شود میزان تابش موثر برابر با 90 وات بر متر مربع در دقیقه خواهد بود. زمین به سرعت در حال سرد شدن است.

مثال دیگر: تابش برگشتی 50 وات بر متر مربع در دقیقه است در این صورت تابش موثر برابر با 50 وات بر متر مربع در دقیقه خواهد بود یعنی زمین به کندی در حال سرد شدن است.

تابش

عوامل موثربر تابش کل

- **تاثیر گلخانه ای اتمسفر**
- سرد و گرم شدن سریع یا با تاخیر زمین بستگی زیادی به گازهای موجود در آن دارد.این گازها بویژه گاز دی اکسید کربن و بخار آب با جذب تابش موج بلند بازتابی زمین، ذخیره و برگشت مجدد آن به زمین نقش اساسی در تابش موثر و به تبع آن سرمایش و گرمایش جوی دارند.
- به جذب و نگهداری تابش های موج بلند توسط گازهای جوی بویژه گازهای مذکور همراه با برخی دیگر از گازها مثل ازن ، متان و نگهداری تابش در جو و ممانعت از انتقال سریع آن به بالاتر از جو را اثر گلخانه ای جو می گویند که نقش بسیار مهمی در حفظ حیات کرۀ زمین بازی می کند.
بنابراین گازهای گلخانه ای همراه با بخار آب و ابرهای ضخیم باعث کاهش تابش موثر شده و بدین ترتیب مانع سرمایش سریع زمین می شوند و بر عکس آسمانهای صاف همراه با ذرات جامد (هواویزها) باعث کاهش اثر گلخانه ای یا افزایش تابش موثر و سرمایش سریع جوی می شوند.
- **تاثیر ابر و آئروسلها**
- آئروسلها نیز در مقایسه با ابر، در مقیاسی ضعیف‌تر، باعث جذب تابش مؤثر و تابش برگشتی می‌شوند. گرچه این مواد به مقدار زیاد تابش مؤثر را کاهش می‌دهند، نمی‌توانند مانند بخار آب و گازکربنیك عامل تأثیر گلخانه‌ای باشند زیرا افزایش آنها باعث کاهش مقدار تابش کوتاه خورشید می‌شود.

تابش

- **بیلان تابش**
- بیلان تابش (تابش خالص) از اختلاف حاصل از تابش خورشیدی و تابش زمینی بدست می‌آید
- مقدار آن در اقیانوسها به مراتب بیشتر از خشکیها است و حواشی خشکیهای مناطق گرمسیری، سطح زمین در مواقع تابش خورشید بخشي از تابش دريافتي را بازمي تاباند و بخش ديگري از آن را درقشرهاي فوقاني خود جذب مي‌كند.
درهمين روند، سطح زمين متناسب با دماي خود به شكل تابش زميني، انرژي از دست مي‌دهد.
- اختلاف بين اين دو جريان را بيلان تابش يا تابش خالص مي‌نامند كه عوامل مؤثر در معادله آن عبارتند از :

تابش

- **بیلان تابش**
- عوامل مؤثر در معادله بیلان تابش عبارتند از :

$Q = Io \sin h + D - R_K - A + G - RL$

$Io \sin h$ = تابش مستقیم خورشید

D= تابش پراکنده

R_K = انعکاس تابش کوتاه

A = گسیل تابش بلند

RL = انعکاس تابش بلند

E_a= تابش برگشتي

Io = ثابت خورشیدی

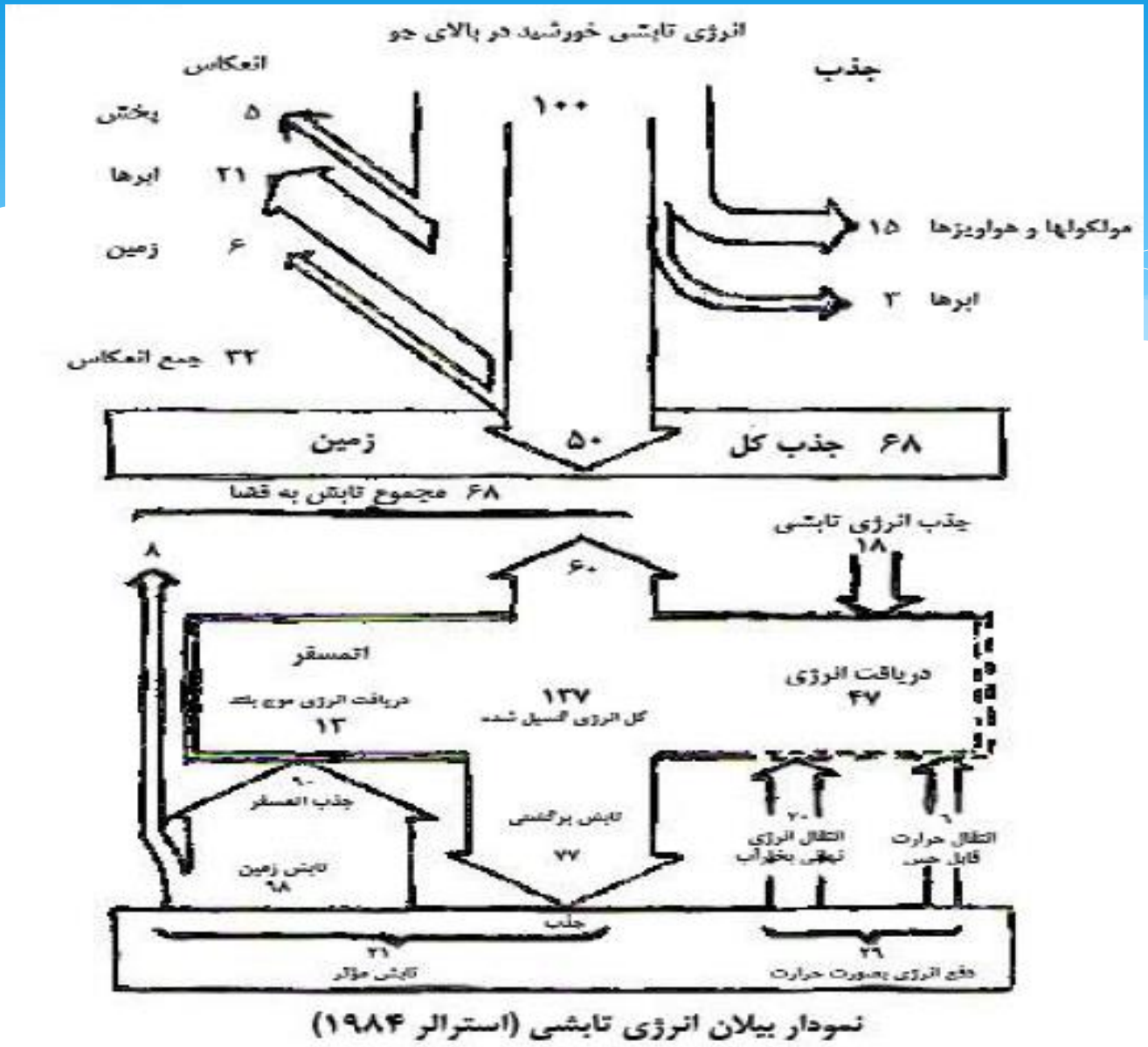
$A - E_a = E_e$ بازتابش موثر

تابش

- **بیلان تابش**
- با توجه به فرمول، هرگاه بیلان تابش مثبت باشد، سطح زمین گرم و هرگاه منفي باش سرد است.
- بنابراين بيلان انرژي (و نه تابش گسيل شده از خورشيد) در گرم كردن سطح زمين و هواي مجاور تعيين كننده است.
- بيلان انرژي سياره زمين، از 100 درصد انرژي ورودي به اتمسفر زمين 44% آن به خارج از اتمسفر بازگشت و يا جذب اتمسفر مي‌شود. (26% آن در فضای کیهانی بازتاب داده شده ، 15 واحد توسط هواويزهاي اتمسفر و 3 درصد توسط ابرها جذب مي‌شود)
- 56 واحد به صورت انرژي مستقيم و غيرمستقيم (تابش كلي يا G) به سطح زمين مي‌رسد كه به آن انرژي ورودي خورشيدي مي‌گوئيم.

تابش

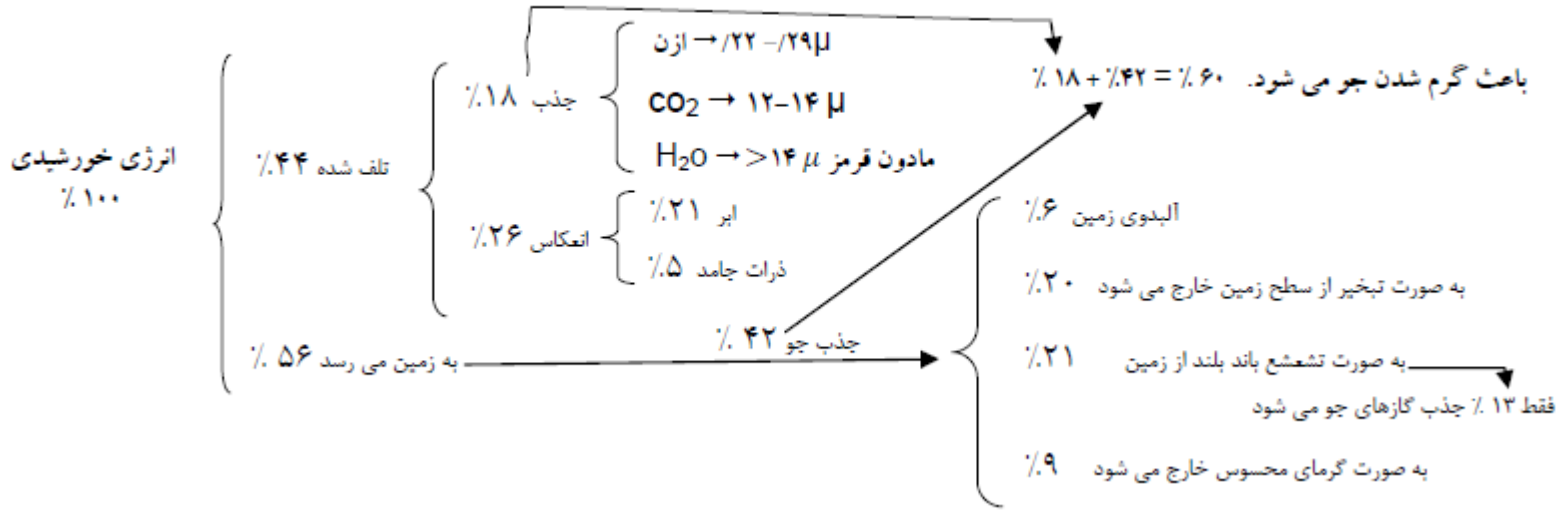
- بیلان تابش



نمودار بیلان انرژی تابشی (استرالر ۱۹۸۴)

تابش

- بیلان تابش



تابش

- **بیلان تابش**
- 6 واحد از انرژی تابش ورودی مجدداً به فضای کیهانی منعکس می شود که با 26 واحد فضای کیهانی ، 32 واحد آلبدوي سياره زمين را تشكيل مي‌دهد و 50 واحد بقيه را زمين جذب مي‌كند.
- از 50 واحد انرژي جذب شده ،21 واحد به صورت تابش در محدوده مادون قرمز(تابش زميني) دفع مي‌شود.
- از اين 21 واحد، 8 واحد مستقيماً و بدون هيچ مانعي از طريق پنجره‌هاي اتمسفر به فضاي كيهاني گسيل و از سيستم خارج مي‌شود.
- 13 واحد باقيمانده را عناصر اتمسفر، مانند گازكربنيك، بخار آب و ازن، در نوارهاي جذبي طيف الكترومغناطيسي اتمسفر جذب مي‌كنند و دماي اتمسفر را بالامي برند
- از باقيمانده 50 واحد انرژي جذب شده 29 واحدد به ميزان 9 واحد از طريق رسانايي مولكولي به هواي بالاي سطح زمين منتقل مي‌شود.
- باقميانده 50 واحد انرژي دريافتي زمين، يعني 20 واحد صرف تبخير آبها مي‌شود. و به صورت انرژي نهايي بخار آب از زمين خارج و به سيستم اتمسفر وارد مي‌شود.

تابش

- **بيلان تابش**

* انرژي دريافتي اتمسفر 42 واحد (13+9+20=42) انرژي موج بلند زميني و 18 واحد انرژي موج كوتاه خورشيدي است

بطوركلي

- زمين 50 واحدي انرژي جذب مي‌كند و آن را به صورت انرژي تابشي بلند (21 واحد) انرژي حرارتي محسوس (9 واحد) و انرژي نهاني تبخير آب (20 واحد) پس مي‌دهد. بنابراين هميشه درحالت موازنه انرژي قرار دارد
- اتمسفر زمين از تابش موج كوتاه خورشيدي و تابش موج بلند زميني در مجموع 60 واحد در مواد جذبي خالص دارد و همه آن را هم بصورت تابش موج بلند به فضاي كيهاني گسيل مي‌كند
- 3- سياره زمين، سيستمي بزرگ است كه در بيرون از اتمسفر، 100 واحد انرژي از خورشيد دريافت مي‌كند و تمام اين انرژي به طرق زير به فضاي كيهاني پس مي‌دهد. تابش موج بلند اتمسفري تا 60 واحد، تابش موج بلند زميني 8 واحد، انعكاس از طريق ابرها 21 واحد، انعكاس از طريق هواويزهاي اتمسفر 5 واحد و از طريق آلبدوی سطح زمين 6 واحد می باشد.

تابش

- **بیلان تابش**
- حواشی خشکیهای مناطق حاره،با وجود بیلان تابش ضعیف نسبت به آبهای مجاور خود، سطح گرم زمین محسوب می‌شوند زیرا در این مناطق، به دلیل عدم تبخیر، انرژی بطور کامل به گرمای محسوس تبدیل و صرف گرم کردن هوا می شود.
- در کل می‌توان گفت بیلان تابش تقریباً در فاصله استوا و 35 درجه، مثبت و در عرضهای بالاتر آن منفی است.

تابش

تاثیرات اتمسفر بر تابش دریافتی

- تابشهای خورشیدی عموما دارای طول موجهای کوتاه هستند. حدود 18% ازانرژی خورشیدی ورودی به اتمسفر توسط ازن و بخار آب جذب می شود.
- از باقیمانده انرژی ، بخشی از آن به صورت انعکاس بیواسطه به فضا منعکس می شود. ابرها و سطح زمین هم قسمتی از این تابشها و انرژی را دریافت و صرف گرم کردن زمین و اتمسفر آن می نمایند.

تابش

تاثیرات پوشش ابر بر تابش دریافتی

- پوشش ابری بطور آشکاری مقدار تابش دریافتی از خورشید را در یك محل كاهش میدهد .
- اثرتضعیفی ابرها برحسب نوع ابرناکی فرق می کند، اگر ضخامت پوشش ابر به اندازه کافی باشد می تواند به عنوان یکی از مهمترین عواملی باشد که مانع نفوذ و خروج انرژی میشود.
- اینکه چه مقدار تابشهایی واقعاً منعکس و یا جذب می شوند بستگی به مقدار پوشش ابر و ضخامت آن دارد.

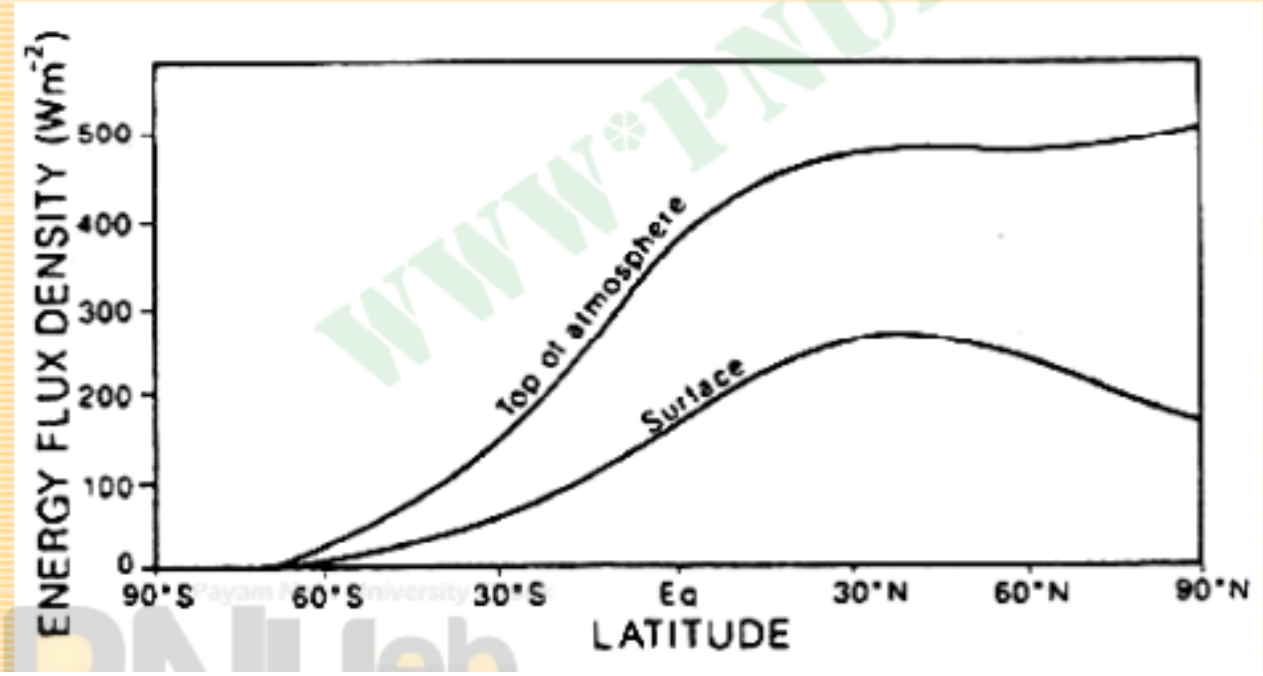
تابش

تاثیرات عرض جغرافیایی

- بخشهای مختلف کره زمین به میزان متفاوت تابشهای خورشیدی دریافت می کنند دراین زمینه یکی از فاکتورهای اساسی زمان سال می باشد. مثلاً در تابستان میزان انرژی دریافتی بیشتراست ، این امر به دلیل ارتفاع خورشیدی بالاتر وطول روز بلندتر می باشد و هر دو این فاکتورها می توانند به عرض جغرافیایی هم وابسته باشند زیرا که موقعیت جغرافیایی یك منطقه و نقطه است که تعیین کننده طول دوره روشنایی روز و نیز فاصله‌ای که اشعه های خورشیدی بایستی طی نمایند تابه سطح برسند.

تابش

- شکل زیر نشان می‌دهد که در اتمسفر فوقانی برروی قطب شمال یك ماکزیمم محسوس و قابل توجهی در میزان تابشهای خورشیدی در انقلاب ژوئن دارید ولی فقط 30% آن توسط سطح جذب می شود . این مسئله به خاطر متوسط بالای ابر ناکی در طول تابستان در منطقه آرکتیك و نیز میزان انعکاس بالای برف و یخ در سطح می‌باشد.



تابش

تاثیرات خشکی ها و دریاها

- آب تمایل دارد تا گرمایی که به آن می رسد را ذخیره کند واز این لحاظ تفاوت آشکاری با خشکیها که به آسانی و سریعا گرما را به اتمسفر می دهند ، دارد. دلایل این امر این است که نسبت بزرگی از تابشهای خورشیدی ورودی به زمین بدون آنکه جذب شوند وسطح آنرا گرم نمایند به اتمسفر بر گشت داده می شوند که این نسبت ، به نوع سطح بستگی دارد. اما سطح دریایی مقدار کمی از اشعه را منعکس می کند.تنها در حالتی که زاویه برخورد تابشها با سطح آب زیاد باشد امکان انعکاس امواج از سطح آب بالا می رود .

تابش

کاربردهای تابش خورشیدی در صنعت و کشاورزی

- تابش خورشیدی یکی از فاکتورهایی است که در بخشهای کشاورزی ، صنعت ، شهر سازی و... اهمیت خاصی دارد.
- در مورد کشاورزی به عنوان مثال ، روزنه ها در حضور نور باز می شوند و فعالیتهای حیاتی خود را ادامه می دهند همچنین برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاهان یکی از فاکتورهای مورد نیاز در اکثر روابط ، تابش خورشیدی است.

تابش

اندازه گیری تابشهای خورشیدی

- درمورد تابشهای خورشیدی دو فاکتور اندازه گیری می شود:

1ـ طول مدت تابش

2ـ شدت تابش

تابش

اندازه گیری طول مدت تابش

- برای این منظور از وسیله ای به نام آفتاب نگار استفاده میشود که شکل آن به صورت زیر است:

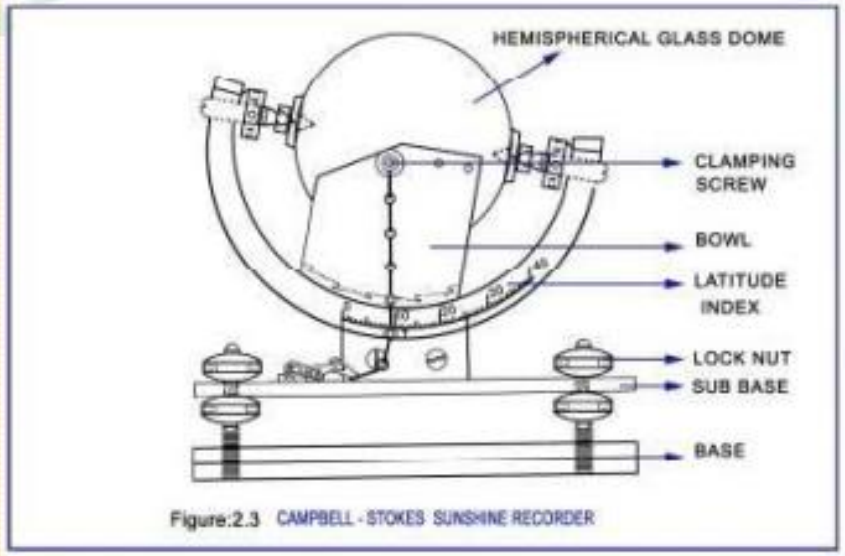


Figure:2.3 CAMPBELL - STOKES SUNSHINE RECORDER

تابش

به طور کلی آفتاب نگار از قسمتهای زیر ساخته شده است :

- عدسی کروی به قطر تقریبی 9 cm
- نیمکره فلزی ناقص به قطر حدود 14 سانتی متر که در داخل آن شیارهایی وجود دارد که کارتهای آفتاب نگار در آن قرار می گیرند.
- پایه ای به طول تقریبی 5/1- 2/1 متر که مجموعه عدسی کروی ونیمکره فلزی روی آن سوارمی شوند.
- یك تراز کروی روی دستگاه بمنظور اینکه کل مجموعه بصورت مناسب استقرار یابد.

تابش

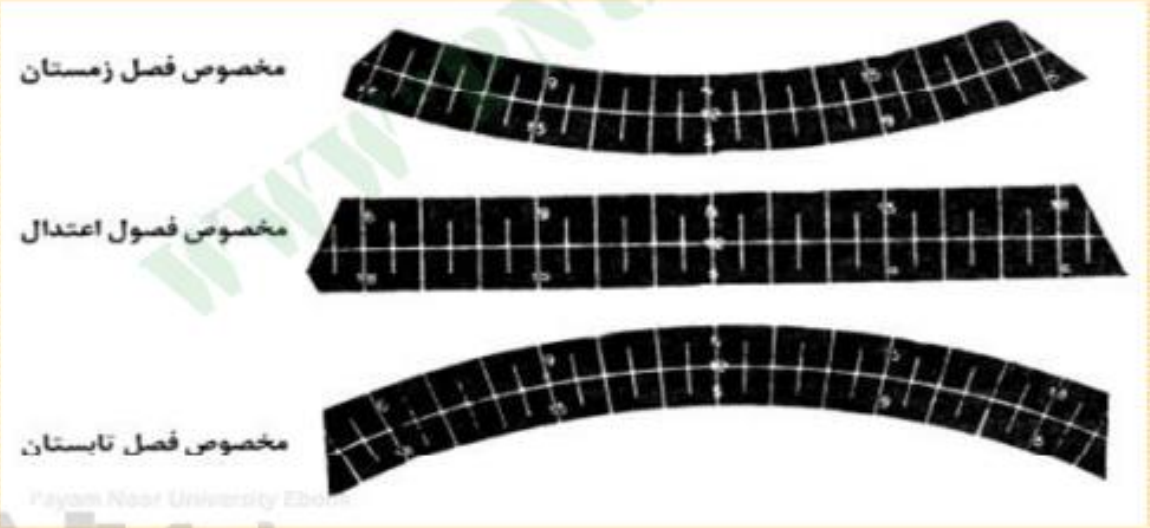
- در روی نیمکره فلزی یکسری شیارهایی وجود دارد که کارتهای آفتاب نگار در داخل این شیارها قرار می گیرند. کارتهای آفتاب نگار از جنس بخصوصی ساخته می شوند که اولا رطوبت را جذب نمی کنند در نتیجه خیس نمی شوند ، ثانیا چون رنگ آنها تیره (آبی تیره) است،اشعه خورشید را به راحتی جذب و در اثر آن یك رد سوختگی باقی می ماند. اثر سوختگی معمولا به صورت خطی به پهنای حدود 1mm بر روی کارت ظاهر می شود. خود کارت بر حسب ساعت مدرج شده و کوچکترین تقسیم بندی روی آن 5/0 ساعت می باشد. باشمارش تعداد ساعتهایی که گراف سوخته است ، می توان تعداد ساعتهای آفتابی را در شبانه روز، به دست آورد.

تابش

- گفتیم که سه سری شیار روی نیم کره فلزی آفتاب نگار وجود دارد، لذا سه سری کارت آفتاب نگار وجود دارد که دراین شیارها قرار می گیرند. علت اینکه از سه سری شیار استفاده می شود این است که زاویه تابش خورشید در فصول مختلف متفاوت است.

تابش

معمولا کارت خمیده بلند برای فصول تابستان ، کارت مستقیم برای فصول اعتدالین و کارت خمیده کوتاه برای فصول زمستان مورد استفاده قرار می گیرند



تابش

- طول مدت آفتابی بدست آمده (برحسب ساعت) از کارت ، به دقت آن و شفاف بودن کره شیشه ای بستگی دارد. معمولا مقدار تابشی به میزان 2/0 تا 4/0 کالری برسانتی متر مربع در درقیقه ، کاغذ را می سوزاند و با تابش کمتر از این مقدار، هیچگونه ای اثری از سوختگی بر روی کاغذ برجای نمی ماند .

تابش

شرایط محل نصب آفتاب نگار

- محل نصب آفتاب نگار نباید در اثر وجود موانعی نظیر ساختمانها و درختان در هیچ زمانی از طول روز در سایه قرار گیرد. معمولا دستگاه در ارتفاع 2/1 متری روی یك پایه نصب می شود. به هنگام نصب دستگاه دقت زیادی باید به عمل آید تا موانعی مثل تپه ها و کوه درافق شرق و غرب موجود نباشد، گر چه گاهی این امر اجتناب ناپذیر است .

تابش

در نصب آفتاب نگار پیروی از مراحل زیر ضروری است:

- صفحه اصلی باید به پایه بتونی به قطر تقریبا 30 cm متصل گردد. محور اصلی دستگاه در جهت شمال و جنوب و پایه اصلی تا حد امکان افقی باشد.
- صفحه بین صفحه اصلی و کاسه دستگاه (نیمکره فلزی) ، باید بوسیله پیچ های تنظیم تراز گردد. برای این منظور از یك ترازو کروی شیشه ای که روی این صفحه موجود است استفاده میشود.

تابش

اندازه گیری شدت تابش

- یکی از وسایلی که برای اندازه گیری شدت تابش استفاده میشود شدت سنج یا اکتینوگراف می باشد. این دستگاه تشکیل شده است از تیغه های فلزی که پشت یك نیمکره شیشه ای نصب شده اند. هریك از تیغه ها از پرس نمودن دو فلز غیر همجنس تشکیل شده است که یکی از آنها آلیاژی از مس و روی و دیگری آلیاژی از آهن و نیکل است. معمولا دوتای این تیغه ها سفید و یکی هم سیاه رنگ میباشد.

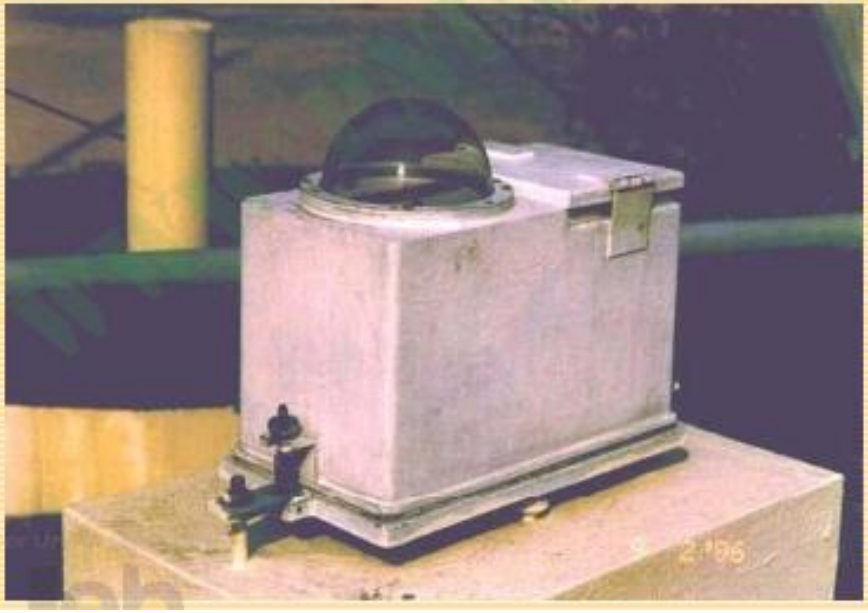
تابش

- شکل زیر نمای کلی این تیغه ها را نشان می دهد .

- تغییر تابش باعث تغییر دمای محیط شده و درنتیجه تغییراتی در شکل و اندازه تیغه ها پدیده می آید که این تغییرات توسط یکسری اهرمهایی بزرگ شده و به قلم ثبات منتقل می شود . قلم ثبات هم این تغییرات را برروی گراف اکتینوگراف ثبت می کند.
- به گراف اکتینوگراف ، اکتینو گرام می گویند.

تابش

- يك نمونه اكتينوگراف كه در ايستگاهها مورد استفاده قرار مـی گيـرد. را نشـان ميدهد. گـراف ايـن وسيله بـه صـورت هفتگی تعويض می شود.



تابش

- در ایستگاهها (ایستگاههای سینوتپیك) معمولا از سه نوع اکتینوگراف استفاده می‌شود:
- تابش مستقیم توسط اکتینوگراف معمولی اندازه گیری می شود.
- تابش پراکنده توسط وسیله ای به نام نوار سایه افکن (shading ring) اندازه‌گیری می شود که ساختمان آن مشابه اکتینو گراف است اما اطراف آن یك حلقه طوری قرار گرفته است که مانع از تابش مستقیم خورشید به بخش حساس دستگاه می‌شود.
- زمینتاب که برای اندازه گیری آن عنصر حساس دستگاه طوری نصب می شود که رو به زمین باشد تا سطح بازتاب کننده ، توسط آن دیده شود.

تابش

شدت سنج آراگو (Arago)

- تشکیل شده است از دو دماسنج که مخزن یکی از آنها دوده اندود بوده و مخزن دیگری سفید است . در اثر تغییرات شدت تابش ، چون این دودماسنج ، دماهای مختلفی را نشان می دهند ، با داشتن دمای دو دماسنج و استفاده از جداول تشعشع سنجی ، می‌توان شدت تابش را در لحظه مورد نظر محاسبه کرد. معمولا این جداول را از روی فرمول استفان بولتزمن تهیه می نمایند.

تابش

برخی از اصطلاحات :

Twillight	شفق	Drought	خشکسالی
Aeorology	جوشناسی-هواشناسی	Aridity	خشکی
Aerosol	هواویز	Solar Energy	انرژی خورشیدی
Aphelion	اوج	Sunshine	تابش آفتاب
Apogee	حضیض	Sunrise	طلوع آفتاب

تابش

یادآوری :

درجه کلوین : مقدار گرمایی است که دمای یک گرم آب را یک درجه بالا می‌برد.

کیلوکالری : مقدار گرمایی است که دمای یک کیلو گرم آب را یک درجه بالا ببرد.

نکته : چگالی جیوه بیش از ۱۳ برابر آب است.

Absolute Zero (temperature) صفر مطلق = $-۲۷۳/۱۵^{\circ}C$

اگر به عدد $۲۷۳^{\circ}C$ اضافه شود، کلوین بدست می‌آید. $۲۶۳\ ^{\circ}K = ۲۷۳ + ۱۰-$

فارنهایت در آمریکا جوش($۲۱۲\ ^{\circ}F$) نقطه انجماد آب ($۳۲\ ^{\circ}F$)

$$^{\circ}C = \frac{(F-32)}{1/8}$$