جزوه تنظیم شرایط محیطی

۱- انسان، انرژی و محیط زیست ۵
۱-۱- تاریخ استفاده انسان از انرژی ۵
۱-۲- اشاره‌ای به بحران‌های زیست‌محیطی ٦
۱-۲-۱- گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین ٦
۱-۲-۲- حفره لایه ازن ۸
۱-۳- طراحی پایدار و جنبش سبز ۹
۲- منابع انرژی ۱۰
۲-۱- منابع غیرتجدیدشونده ۱۰
۲-۱-۱- شکافت هسته‌ای ۱۰
۲-۱-۲- جوش هسته‌ای ۱۱
۲-۲- منابع تجدیدشونده ۱۱
۲-۲-۱- انرژی خورشیدی ۱۲
۲-۲-۲- باد ۱۲
-۳-۲-۲ بیوماس (زیست توده) ۱۳
۲-۲-٤- برق‌آبی ۱٤
۲-۲-٥- زمین گرمایی ۱٤
۲-۲-٦- انرژی امواج دریا ۱٦
۲-۲-۷- هیدروژن ۱٦
۳- اقلیم ۱۸
۳-۱- عوامل اقلیمی ۱۸
۳-۲- تابش آفتاب ۱۹
۳-۳- رطوبت ۲۰
۳-٤- دمای هوا ۲۰
۳-٤-۱- دمای خشک ۲۰
۳-٤-۲- دمای مرطوب ۲۱
۳-٤-۳- دمای متوسط تابشی ۲٥
۳-٤-٤- دمای کروی ۲٥

۳-٤-٥- دمای آفتاب و هوا ۲٦
۳-٥- جریان هوا ۲٦
۳-٥-۱- سیستم‌های جهانی باد ۲۷
۳-٥-۲- بادهای محلی ۲۸
۳-٦- بارندگی ۲۹

۴- آسایش حرارتی ۳۰
٤-۱- تبادل حرارت بدن انسان و مفهوم آسایش حرارتی ۳۰
٤-۲- تعریف آسایش حرارتی ۳۲
٤-۳- مطالعات ویکتور اولگی در مورد آسایش حرارتی ۳۲
٤-۳-۱- تأثیر تابش بر منطقه آسایش ۳۳
٤-۳-۲- تأثیر رطوبت بر منطقه آسایش ۳۳
٤-۳-۳- تأثیر باد بر منطقه آسایش ۳۳
٤-٤- مطالعات گیونی در مورد آسایش حرارتی ۳۳
٤-٥- مطالعات جدیدتر در مورد آسایش حرارتی ۳٤

۵- مبانی فیزیک حرارت و رفتار حرارتی ساختمان ۳۶
٥-۱- حرارت و دما ۳٦
٥-۲- قوانین ترمودینامیک ۳۷
٥-۳- ظرفیت حرارتی و گرمای ویژه ۳۷
٥-٤- سرمایش تبخیری ۳۸
٥-٥- راه‌های انتقال حرارت ۳۹
٥-٥-۱- هدایت ۳۹
٥-٥-۲- همرفت ٤۰
٥-٥-۳- تابش ٤۰

۶- رفتار حرارتی ساختمان ۴۲
٦-۱- تبادل حرارت در ساختمان ٤۲
٦-۲- تابش آفتاب و تأثیر آن بر ساختمان ٤۳
٦-۲-۱- هندسه خورشید ٤۳
٦-۲-۲- تابش بر وجوه ساختمان ٤۸

٦-٢-٣- سایه‌بان‌ها ٥١
٦-٣- پوسته حرارتی ساختمان ٥٣
٦-٤- جریان هوا در ساختمان و تهویه ٥٤
٦-٤-١- جریان هوا در اثر پدیده دودکشی ٥٤
٦-٤-٢- جریان هوا در اثر وزش باد ٥٥
٦-٤-٣- تهویه ٥٦
٦-٤-٤- کنترل باد ٥٦
٦-٤-٥- بادگیر ٥٧

٧- معماری اقلیمی ایران ٥٨

٧-١- پهنه‌بندی اقلیمی ایران ٥٨
٧-٢- اقلیم معتدل و مرطوب ٥٩
٧-٣- اقلیم گرم و خشک ٦١
٧-٤- اقلیم سرد و خشک ٦٣
٧-٥- اقلیم گرم و مرطوب ٦٤
٧-٦- نکات دیگر ٦٧

٨- سیستم‌های خورشیدی ٦٨

٨-١- تعاریف و طبقه‌بندی‌ها ٦٨
٨-٢- سیستم‌های غیرفعال ٦٩
٨-٢-١- پنجره آفتابی ٦٩
٨-٢-٢- پنجره سقفی ٧٠
٨-٢-٣- دیوار ترومب ٧٢
٨-٢-٤- گلخانه ٧٠
٨-٢-٥- بام حوضچه‌ای ٧٣
٨-٢-٦- ترمو سیفون ٧٣
٨-٣- سیستم‌های فعال ٧٥
٨-٣-١- گردآورنده مسطح با سیال آب ٧٥
٨-٣-٢- گردآورنده مسطح با سیال هوا ٧٦
٨-٣-٣- متمرکز کننده‌ها (گردآورنده‌های متمرکز و خطی) ٧٦
٨-٣-٤- سلول‌های خورشیدی ٧٧

۱– انسان، انرژی و محیط زیست

۱-۱- تاریخ استفاده انسان از انرژی

شامل ٤ دوره‌ی کاملاً متفاوت:

۱) دوران پیش از کشف و استخراج نفت، قبل از انقلاب صنعتی. بیشترین توجه انسان به طبیعت و نیروهای موجود در آن؛ آفتاب، باد، آتش، آب، و استفاده از آنها به بهترین نحو ممکن. انسان تابع انرژی‌های طبیعی: ساختمان سازگار با طبیعت

۲) سال‌های پس از کشف، استخراج و بهره‌برداری از نفت و استفاده از ماشین بخار و نیروی برق، به ویژه پس از انقلاب صنعتی. تکیه بر تکنولوژی و نادیده گرفتن طبیعت.

۳) دوره‌ی جدید در مصرف انرژی (به طور کلی و به ویژه در ساختمان)

آگاهی از تمام‌شدنی بودن ذخایر نفت

بحران‌های نفتی دهه ٦۰ میلادی و افزایش قیمت جهانی نفت (تحریم کوتاه ۱۹٦۷ و بحران نفتی ۱۹۷۳)

اثرات جانبی استفاده از نفت، مانند آلودگی هوا

اثرات روانی استفاده از سیستم‌های مکانیکی در ساختمان، مانند ضرورت بسته بودن پنجره‌ها و قطع ارتباط با محیط طبیعی

اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی

عایق‌کاری حرارتی، معماری اقلیمی

٤) بارز شدن خطرت زیست محیطی؛ افزایش دمای کره‌ی زمین، تخریب لایه ازن، آلودگی هوا، آب و ...

علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، توجه خاص به استقاده از انرژی‌های تجدیدپذیر پاک با هدف صدمه نرساندن به محیط زیست

مطرح شدن جنبش‌های معماری پایدار، معماری سبز، معماری اکولوژیک (بوم‌شناختی)

باران اسیدی ابتدا در ۱۸۵۲ در منچستر و در اواخر دهه ٦۰ در سوئد (که هنوز هم در آنجا می‌بارد).

Acid Rain, Acid Precipitation

پروتکل مونترال در سال ۱۹۸۷ برای کاهش سی اف سی ها

پروتکل کیوتو ۱۹۹۷ برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای (کاهش مصرف سوخت فسیلی)

۱-۲- اشاره‌ای به بحران‌های زیست‌محیطی

گرم شدن زمین

حفره لایه ازن

اسیدی شدن اقیانوس‌ها در اثر حل شدن دی اکسید کربن

۱-۲-۱- گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین

Global warming, Climate Change, Greenhouse Gasses

گازهای گلخانه‌ای اتمسفر مانند یک دام یک طرفه تابشی عمل می‌کنند. گذر پرتو موج کوتاه خورشید، عدم عبور پرتو فروسرخ گسیل شده از زمین. گرما در جو می‌ماند. در نتیجه‌ی مقدار فعلی گازهای گلخانه‌ای و بخار آب موجود در جو دمای زمین ۳۵ درجله سلسیوس بالاتر از زمان عدم وجود آنهاست که در آن صورت امکان حیات در زمین وجود نداشت. اما مشکل افزایش آنهاست که موجب می‌شود دمای زمین بالاتر رود.

گاز گلخانه‌ای شاخص: بخار آب، دی اکسید کربن (و به مقدار کم اهیمت تر متان، ازن، اکسید نیتروژن)

بخار آب (نه ابرها): ٣٦ تا ٧٠ درصد اثر گلخانه‌ای

دی اکسید کربن: ٩ تا ٢٦ درصد

متان: ٤ تا ٩ درصد

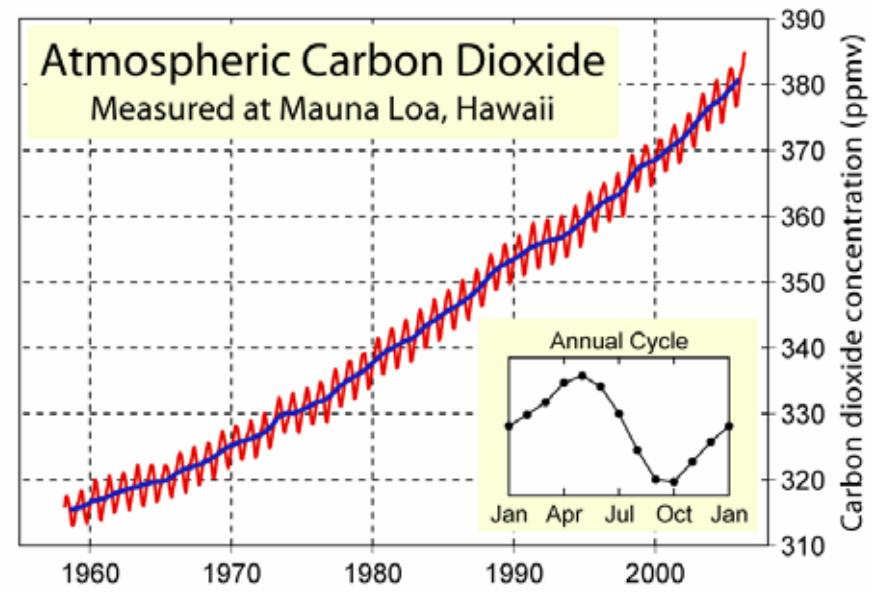
ازن: ٣ تا ٧ درصد

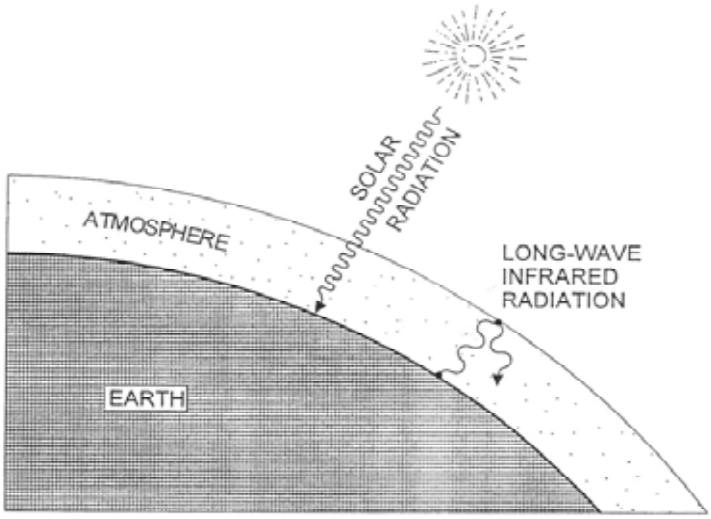
اکسید نیتروژن: اثر کم، اما رو به افزایش در اثر کشاورزی

از ۱۷۵۰ تا اکنون: دی اکسید کربن ۳۱ درصد افزایش یافته است.

در ۲۰۰ سال گذشته دمای زمین نزدیک ۲ درجه افزایش یافته است.

منبع اصلی دی اکسید کربن: مصرف سوخت های فسیلی





The atmosphere acts as a horticultural greenhouse by allowing most of the solar radiation to enter but blocks part of the long-wave infrared radiation from leaving the planet.

برخی نتایج:

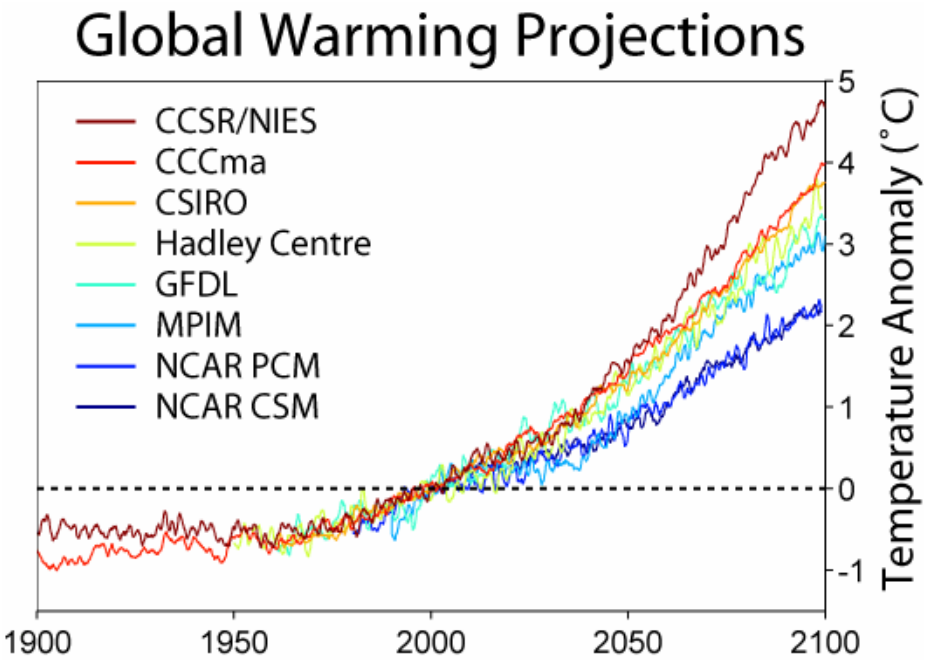
تابستان‌های گرم‌تر

آب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح آب‌ها

تغییر الگوی بارندگی – سیلاب و خشکسالی

انقراض گونه‌های حیاطی مفید و ظهور گونه‌های مهاجم

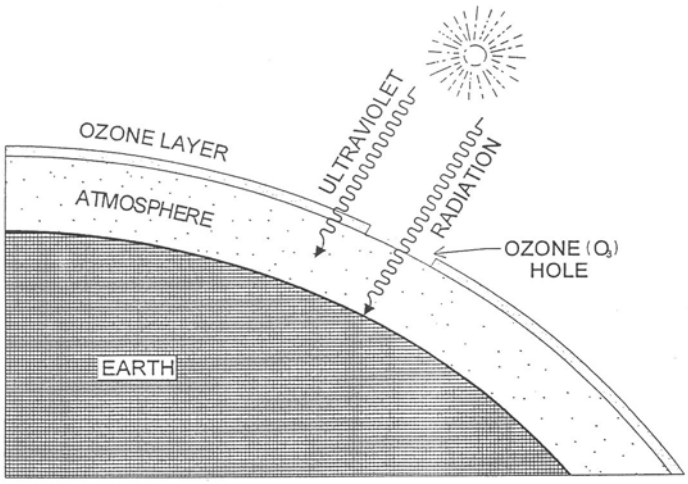
آتش‌سوزی‌های خود به خود



۱-۲-۲- حفره لایه ازن

The Ozone Hole

ارتباط کم با گرم شدن زمین



The depletion of the ozone layer allows greater amounts of the sun's harmful ultraviolet radiation to reach the Earth's surface.

ازن محافظت زمین در برابر بخش مضر فرابنفش طیف

مولکول‌های کلروفلوروکربن که در سیستم‌های سرمایش تهویه مطبوع یا اسپری‌ها استفاده می‌شود به جو می‌رود با ازن ترکیب شده و آن را از بین می‌برد.

آنها پنجاه سال در جو می‌مانند بنابراین اگر چه موفقیت‌هایی در زمینه کاهش این گازها حاصل شده اما آنها تا زمان بسیاری پس از قطع کامل تولید نیز باقی می‌مانند.

۱-۳- طراحی پایدار و جنبش سبز

Sustainable Design, Green Movement

- ضرورت نه انتخاب. زیرا جهان با جمعیت ٦ میلیاردی به سوی یک نقطه بحرانی می‌رود. از بین بردن منابع آب و خاک، تغییر آب و هوا، آلودگی آب و هوا و خاک و ...
- تعریف پایداری: پاسخ‌گویی به نیازهای نسل حاضر به نحوی که نسل‌های آینده نیز بتوانند نیازهای خود را برآورده سازند.

طراحی پایدار، یک تعریف بر مبنای چهار کلمه:

Reduce, Reuse, Recycle, Regenerate

- کاهش مصرف انرژی، کاهش تولید زباله
- احیا و استفاده مجدد به جای تخریب و نوسازی
- وارد کردن اجزای بنا در چرخه تولید مجدد (آهن و بتن و ...) یا استفاده مجدد (آجر و در و پنجره و ...)
- امکان دادن به زمین برای بازیابی خود و بازتولید منابع

- ساخت ساختمان نیز مستلزم مصرف انرژی بسیاری است. برای نمونه انرژی که اجزای یک ساختمان اداری مدرن امروزی در بر دارد به اندازه مصرف انرژی ۱۵ ساله آن است. پس استفاده مجدد از این طریق نیز در راستای طراحی پایدار است.

از سوی دیگر توجه به مواد مختلف. برای نمونه آلومینوم ٤ برابر آهن و ۱۲ برابر چوب انرژی در بر دارد. Embodied Energy

- جنبش سبز تقریبا هم‌معنی. اما انعطاف پذیرتر بوده و نمادی از طبیعت پایدار است.
- در طراحی یک ساختمان سبز تأثیرات منفی ساختمان بر محیط و سلامت انسان مورد نظر قرار می‌گیرد و تا جای ممکن کاهش می‌یابد. یک ساختمان سبز در مقایسه با یک ساختمان معمول انرژی و آب به مراتب کمتری مصرف می‌کند. این ساختمان کمتر بر زمین خود تأثیر منفی می‌گذارد و به طور معمول از شاخص کیفیت هوای داخلی بالاتری برخوردار است. هم‌چنین در طراحی ساختمان سبز تاثیرات منفی مصالح ساختمان و مبلمان آن در طول عمر آن‌ها تا حدی مورد نظر قرار می‌گیرد.

اصطلاحات دیگر:

Ecological Design, Environmental Responsible

۲– منابع انرژی

Energy Sources

انرژی ظرفیت یا قابلیت انجام کار – واحد ژول

یک ژول مقدار کاری که به وسیله نیرویی معادل یک نیوتن انجام می‌شود در صورتی که نقطه اثر نیرو در جهت نیروی وارده یک متر جابه جا شود. (1J=1N.m)

یک نیوتون مقدار نیرویی که جسمی یک کیلوگرمی را یک متر بر مجذور ثانیه شتاب دهد.

۲-۱- منابع غیرتجدیدشونده

Nonrenewable Energy Sources

الف) سوخت‌های فسیلی	Fossil Fuels
نفت	Oil
گاز طبیعی (از متان)	Natural Gas
ذغال سنگ	Coal
ب) انرژی هسته‌ای	Nuclear
شکافت هسته‌ای	Fission
جوش هسته‌ای	Fusion

طی میلیون‌ها سال گیاهان سبز انرژی خورشید را طی فرایند فتوسنتز در خود ذخیره کرده‌اند. انباشتن و تغییر حالت این گیاهان منجر به تولید سوخت‌های فسیلی شده است. هنگام سوزاندن این سوخت‌ها در واقع آن انرژی آزاد می‌شود.

اما به سبب زمان طولانی تولید این سوخت‌ها غیرتجدیدشونده به حساب می‌آیند.

عصر انرژی‌های فسیلی از حدود ۱۸۵۰ آغاز شده است و در نهایت چند قرن دیگر ادامه می‌یابد. اغلب آلودگی هوا ناشی از آنهاست. گرمایش زمین باران‌های اسیدی.

۲-۱-۱- شکافت هسته‌ای

اتم های سنگین مانند اورانیوم ۲۳٤ به دو اتم کوچکتر شکافته می‌شوند و طی این فرایند انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. / ریسک بالا / ضایعات

(در داخل زمین)

۲-۱-۲- جوش هسته‌ای

اتم‌های سبک هیدروژن به اتم سنگین‌تر هلیم تبدیل می‌شوند.

مزیت‌ها نسبت به شکافت

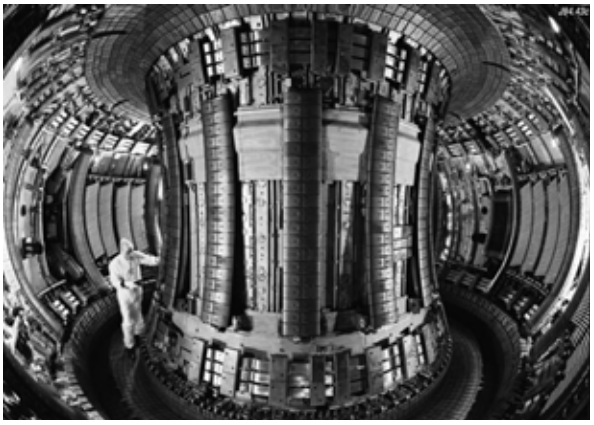
از هیدروژن استفاده می‌کند که فراوان‌ترین ماده در جهان است.

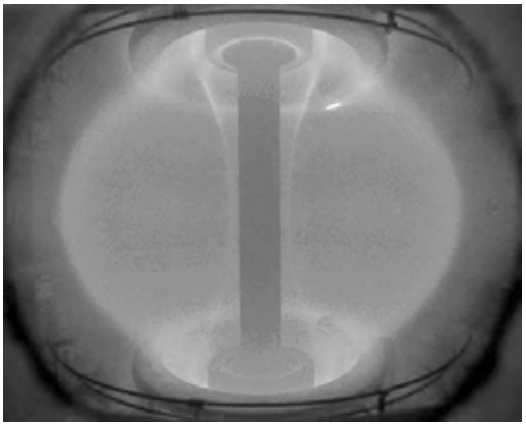
ضایعات بسیار کمتری تولید می‌کند

ایمن تر (فرایندی خود تمام‌شو است، آن یکی تمایل به تکرار دارد)

اما در دمای بسیار بالا اتفاق می‌افتد و هنوز تولید آن اقتصادی نشده است. یک پروژه مطرح چندملیتی قرار است در سال ۲۰۱۵ به نتیجه برسد.

در خورشید و ستارگان این فرایند اتفاق می‌افتد.





۲-۲- منابع تجدیدشونده

Renewable Energy Sources

انرژی خورشیدی	Solar
باد	Wind
بیوماس	Biomass
برق آبی	Hydroelectric
زمین گرمایی	Geothermal
انرژی امواج دریا	Tidal Energy
هیدروژن	Hydrogen

۲-۲-۱- انرژی خورشیدی

- در خورشید عمل جوش هسته‌ای صورت می‌گیرد. چهار اتم هیدروژن به دو اتم هلیم تبدیل می‌شود و در این فرایند مقدار بسیار زیادی انرژی تولید می‌شود.
- دمای سطح خورشید ۶۰۰۰ درجه سانتی‌گراد که تعیین کننده طیف تابشی آن است. دمای مرکز آن ۱۳ میلیون درجه سانتی‌گراد.
- مقدار انرژی خورشیدی که در طول یک سال به سطح زمین می‌رسد ۱۰۰۰ بار بیشتر از تمامی انواع انرژی است که انسان‌ها در این زمان استفاده می‌کنند.
- چرا استفاده نمی‌شود؟ مشکلات تکنیکی: پراکندگی، دسترسی متناوب، توزیع نابرابر
- پاسخهایی برای این مشکلات وجود دارد اما همه آنها هزینه بهره‌برداری از این انرژی رایگان را افزایش می‌دهند. اما بر پایه تکنیک‌های هوش‌مندانه برخی اشکال انرژی خورشیدی در اغلب موارد اقتصادی هستند.
- استفاده برای تأمین روشنایی، حرارت و تولید الکتریسیته
- انرژی خورشیدی علاوه بر تجدیدپذیر بودن، پاک بوده و هیچ آلودگی در آب و خاک و هوا ایجاد نمی‌کند. استفاده از آن ایمن است.
- منبع انرژی غیرمتمرکزی است که در همه جا قابل دسترسی است.

۲-۲-۲- باد

تولید الکتریسیته با توربین‌های بادی.

مانند منجیل و شکافی که در البرز ایجاد شده است که موجب شده باد از منطقه پرفشار شمالی به منطقه کم فشار جنوبی بتابد.

سرعت و تداوم باد در یک منطقه اهمیت دارد. تولید آن ثابت نیست. اما در شبکه‌های تولید و توزیع برق مشکلی ایجاد نمی کند. در سیستم‌های مستقل باتری بزرگی لازم است. هم چنین ترکیب

آن با فتو ولتاییک ها بسیار مناسب است. در زمستان آفتاب کمتر و باد بیشتر است و در تابستان به عکس.

انرژی برق تولیدی در توربین با توان سوم سرعت باد و توان دوم قطر پروانه متناسب است. به همین دلیل انتخاب محلی که سرعت باد زیاد باشد مهم بوده و تا جای ممکن پروانه توربین را بالا می‌برند.

۲-۲-۳- بیوماس (زیست توده)

- اصطلاح بیوماس به مواد آلی زنده یا به تازگی مرده‌ای اطلاق می‌شود که می‌توانند به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرند.

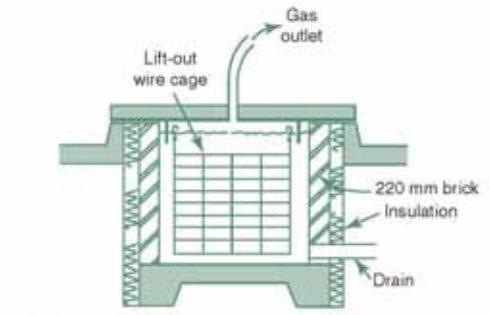
- منابع رایج زیست توده: گیاهان سریع‌رشد که برای این منظور کاشته شده‌اند (انتخاب دشوار بین غذا و انرژی با توجه به جمعیت فزاینده) ، بقایایی کشاورزی یا دامی (منبعی محدود).

- گیاهان برای غلبه بر مشکل پراکندگی و تناوب انرژی خورشید آن را طی فرایند فتوسنتز در خود ذخیره کرده‌اند. پس سرچشمه این انرژی هم خورشید است.

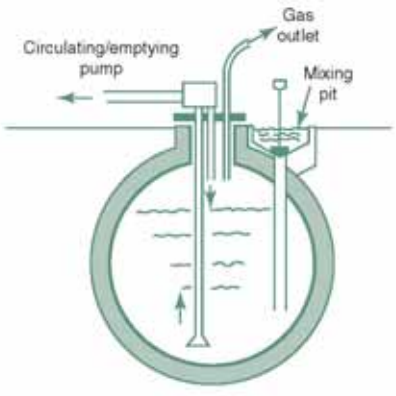
- ساده‌ترین شکل استفاده از بیوماس سوزاندن مواد آلی و تولید گرما است. در کوره های مدرن می‌تواند تقریبا بدون آلودگی بسوزد و پاک است.

- برایند سوزاندن بیوماس بدون تولید کربن است. چون در زمان رشد همان میزان کربن را از طبیعت گرفته و هنگام سوختن آن را پس می‌دهد.

- اما با استفاده از تکونولوژی‌های نو می‌توان از این مواد سوخت‌هایی مانند گاز متان، اتان، الکل اتانول، و هیدروژن تهیه نمود. به این گازها گازهای زیستی می‌گویند. گازهایی که حاصل تجزیه زیست توده‌ها در غیاب اکسیژن هستند.



4.33.
A methane generator for solid input.



4.34.
A methane generator for liquid input.

۲-۲-۴- برق‌آبی

استفاده از جریان آب برای تولید برق.

هزینه مربوط به ساخت سد جهت تولید جریان عمودی آب روی توربین و ذخیره آب برای تولید برق دائم. (برای تولید برق Head و Flow لازم است که ترکیبات متفاوتی از آنها را محاسبه کرده و به کار می برند)

Head فشار فرود آمدن عمودی آب پاوند بر اینچ مربع

Flow مقدار آب فوت مربع بر دقیقه

نقص: سطح زیادی زمین زیر آب می‌رود. اختلال در اکولوژی محلی. (عدم دسترسی ماهی‌ها به محل‌های تخم‌ریزی و ...)

در مقیاس کوچک هم ساخته می‌شوند. که باز باید سد داشته باشد. یا در مقیاس‌های بسیار کوچک استفاده از تغییر ارتفاع زمین.

۲-۲-۵- زمین گرمایی

این اصطلاح برای توصیف دو نوع سیستم دریافت انرژی به کار می‌رود:

۱- دریافت گرمایی که از اعماق زمین سرچشمه می‌گیرد

۲- استفاده از زمین زیر سطح زیست به عنوان منبع گرما در زمستان و منبع خنکی در تابستان

اولی موقعی در درسترس است گرمای کافی توسط هدایت یا مواد مذاب یا چرخش‌های آب‌های زیر زمینی به نزدیکی سطح زمین برسد.

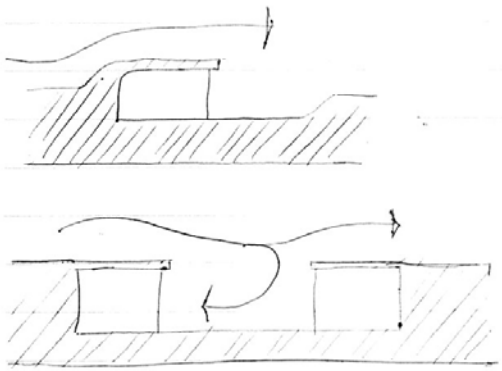
از این گرما برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند و حتی برای گرم کردن ساختمان‌ها.

این گونه سایت‌هایی محدودند اما در عمق ۵ تا ۱۰ مایلی (حدود ۱,۵ تا ۳ کیلومتری زمین) منابع عظیمی از صخره‌های داغ وجود دارد که با تکنولوژی و اقتصاد فعلی قابل استفاده نیست.

دومی Geo Exchange

زمین به عنوان خازن و عایق حرارت. تعدیل‌کننده دما و کاهش دهنده انتقال حرارت.

Earth Sheltered Buildings



از آنجا که زمین در زمستان گرم‌تر از هوا و در تابستان سردتر از هواست هدایت هوا از زیر ساختمان به درون بنا می‌تواند به تعدیل دمای ساختمان بیانجامد: سیستم کانال زمینی (Earth tube).

Earth tubes for air pretreatment

Outdoor air intake for main building

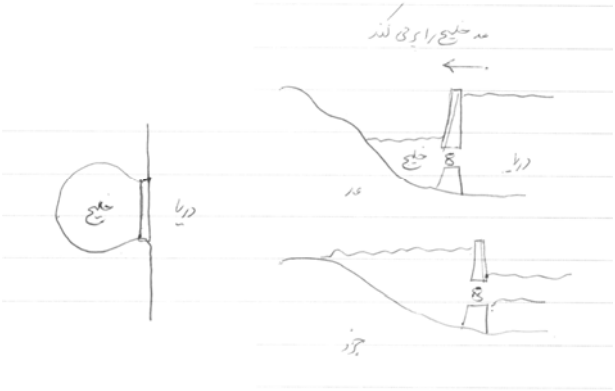
استفاده از Ground Source Heat Pump به جای Air Source Heat Pump.

در این سیستم از آنجا که برق به منظور پمپ کردن گرما به کار می‌رود نه تولید گرما، راندمان ۳ تا ٤ برابر از بخاری‌های برقی مقاومتی بیشتر است.

انرژی مصرفی Ground Source ٤٠ درصد نسبت به Air Source ها و ۷۰ درصد نسبت به مقاومتی‌ها کمتر است.

۲-۲-۶- انرژی امواج دریا

استفاده از جزر و مد دریا برای تولید الکتریسیته.



۲-۲-۷- هیدروژن

در سلول‌های سوختی با اکسیژن ترکیب شده حرارت و الکتریسیته و آب تولید می‌کند.

هیدروژن بسیار پاک است زیرا هنگام سوختن فقط آب تولید می‌کند.

هیدروژن فراوان است اما در مواد دیگر مانند آب ترکیب شده است.

برای تولید هیدروژن آزاد باید انرژی مصرف کرد تا پیوندهای شیمیایی بشکند. پس اگر از منابع تجدید شونده استفاده شود انرژی حاصل پایدار و پاک به حساب نمی‌آید (البته راندامان پیل‌های سوختی بسیار بالاتر از سوختن مستقل گاز است). پس بیوماس، خورشید و باد باید مورد استفاده قرار گیرد.

اما دخیره آن مشکلاتی دارد (مخزن پرفشار که تا ۲۵۳- سانتی‌گراد سرد باشد). پس به صورت ترکیبات شیمیایی Hydride ذخیره می‌شود.

سیستم‌های برق و حرارت یکپارچه مستقل (Combined Heat and Power = CHP) اتلاف انرژی را بسیار کم می‌کنند.

تولید الکتریسیته در هر ساختمان هم اتلاف انتقال را می‌کاهد هم گرمای تولیدی فرایندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ساختمان‌های سبز از CHP ها با پیل‌های سوختی هیدروژنی استفاده می‌شود.

۳– اقلیم

Climate

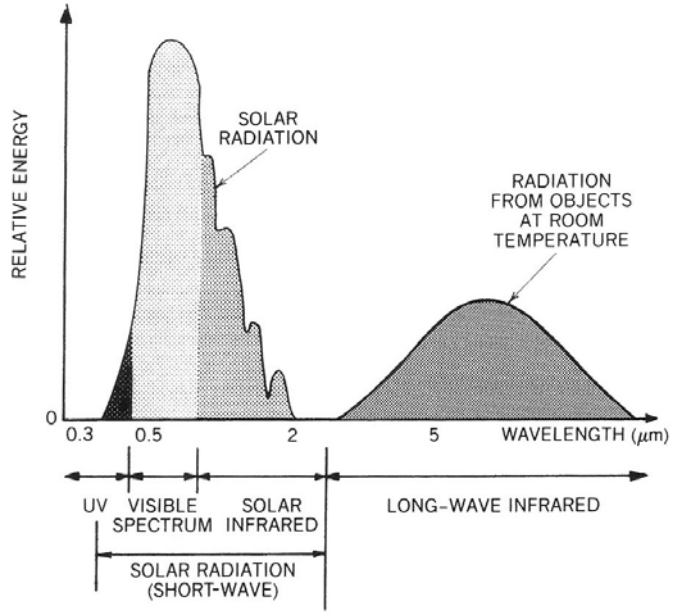
- متوسط وضعیت آب و هوای یک منطقه در یک دوره زمانی طولانی.
- (ترکیب زمانی وضعیت فیزیکی محیط جوی، که ویژگی یک محل جغرافیایی مشخص است یا ترکیب زمانی اوضاع هوا).
- Climate is what you expect, weather is what you get.
- اقلیم حاصل تأثیر هم‌زمان عناصر اقلیمی است.
- عناصر اقلیمی: دمای هوا، رطوبت هوا، تابش آفتاب، جریان هوا، بارندگی
- عوامل اقلیمی: عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریاهای آزاد، دوری و نزدیکی به دریاها

۳-۱- عوامل اقلیمی

- **عرض جغرافیایی**: خط استوا زمین را به دو نیم‌کره تقسیم کرده و عرض جغرافیایی آن صفر تعریف شده است. خطوط عرض جغرافیایی دوایر موازی استوا هستند که تا ۹۰ درجه در دو قطب شمالی و جنوبی گسترده می‌شوند.
- هر چه عرض جغرافیایی یک منطقه بیشتر باشد تابش خورشید بر آن منطقه مایل‌تر است و دریافت تابش خورشید کمتر. ایران بین ۲۵ تا ٤۰ درجه شمالی.
- **ارتفاع از سطح دریاهای آزاد**: هر چه بیشتر غلظت هوا کمتر و در نتیجه دمای محیط کمتر است. زیرا برای کسب حرارت از تابش خورشید نیاز به ماده است. از سوی دیگر هوای غلیظ که دارای جرم بیشتری است، شب هنگام مانند یک عایق باعث کاهش تابش حرارت از زمین گرم به آسمان سرد می‌شود. به این دو علت دمای هوا در کوهستان‌ها نسبت به دشت‌های مجاور همیشه کمتر است.
- **دوری و نزدیکی به دریاها**: ظرفیت حرارتی آب نسبت به سایر اجسام در روی کره زمین بیشتر است. یعنی آب دیرتر و کم تر از خاک گرم و سرد می‌شود. در نتیجه وجود منابع آب در یک منطقه موجب تعدیل دمای هوای آنجا و کاهش نوسان شبانه‌روزی دما می‌شود.
- این موضوع در مقایسه هوای مرطوب و هوای خشک مناطق کویری نیز صادق است. در کویر اختلاف تا ۲۰ درجه هم می‌رسد. استفاده از گیاهان (که آب را تبخیر می‌کنند و باعث برودت می‌شوند) و حوض برای افزایش رطوبت و اعتدال هوا.

۳-۲- تابش آفتاب

- خورشید پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج ۰,۲۸ تا ۳ میکرون به زمین می‌تابد.



These two graphs are aligned vertically by wavelength. Notice that glass has about 85 percent transmission for short-wave (solar) radiation and about 0 percent transmission for long-wave radiation.

۰,۲۸–۰,۳۶	۰,۳۶–۰,۷۶							۰,۷۶–۳
فرابنفش	مریی							فروقرمز
	بنفش	آبی	سبزآبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز	

- حداکثر شدت تابش در بخش مریی اما بیش از نیمی از انرژی حرارتی خورشید مربوط به فروقرمز است.
- رقم ثابت خورشید: مقدار حرارتی که خورشید در خارج جو کره زمین در سطحی عمود بر پرتو خود تولید می‌کند. فاصله خورشید تا این نقطه ۱٤۸ میلیون کیلومتر و مقدار حرارت تولیدی ۱,۹٤ کالری در سانتی‌متر مربع در دقیقه است.
- شدت پرتو خورشید در اتمسفر کاسته می‌شود. فرابنفش و طول موج‌های کمتر از ۰,۲۸ توسط ازن و بخشی از فروسرخ توسط بخار آب و دی‌اکسید کربن جذب می‌شود.
- ذرات و مولکول‌های هوا پرتوهای طول موج کوتاه آبی و بنفش را پراکنده می‌کنند و آسمان آبی به نظر می‌رسد.

- ذرات بزرگتر گرد و غبار طول موج‌های بلندتر مانند زرد و قرمز را پراکنده می‌کنند و آسمان سفیدتر می‌شود.

۳-۳- رطوبت

- رطوبت: مقدار آبی که به صورت بخار در هوا وجود دارد. Humidity
- هر چه هوا گرم‌تر باشد رطوبت بیشتری می‌تواند در خود نگه دارد.
- رطوبت مطلق: وزن بخار آب موجود در هر متر مکعب از هوا. Absolote H. (g/m^3)
- رطوبت مخصوص: وزن بخار آب موجود در هر کیلوگرم هوا Specific H. (g/kg)
- فشار بخار: فشاری که در اثر بخار آب در هوا به وجود می‌آید. (میلی‌متر جیوه) Vapor Pressure
- فشار بخار در مناطق گرم و تابستان بیشتر است.
- فشار بخار در ارتفاع کمتر است. هر نوع اختلاط عمودی هوا باعث کاهش فشار بخار لایه‌های نزدیک به زمین می‌گردد.
- رطوبت نسبی: نسبت بخار آب موجود در حجم مشخصی از هوا در یک دما به حداکثر مقدار بخار آبی که همان حجم از هوا در همان دما می‌تواند در خود نگه دارد. Relative H
- زمانی که هوا حداکثر رطوبتی را که می‌تواند در خود نگه دارد جذب کند آن را هوای اشباع‌شده می‌نامند. رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد. Saturated Air
- دمای نقطه شبنم: اگر مقدار مشخصی از هوا با درصد مشخصی از رطوبت به تدریج سرد شود رطوبت نسبی آن افزایش می‌یابد و در درجه حرارتی که به آن نقطه شبنم می‌گویند رطوبت نسبی آن به ۱۰۰ درصد می‌رسد. Dew point Temperature
- علت میعان سطحی رو شیشه.
- هر چه مقاومت حرارتی جداری بیشتر باشد اختلاف دمای سطح داخلی جدار با هوای داخلی و اختلاف دمای سطح خارجی جدار با هوای خارجی کمتر می‌باشد.
- Delta Ti/Delta T = Ri/R

۳-۴- دمای هوا

۳-۴-۱- دمای خشک

DBT = Dry Bulb Temperature

دمای هوا که به وسیله یک دماسنج در معرض هوا، اما محافظت‌شده در برابر تابش و رطوبت، اندازه‌گیری می‌شود.

۳-۴-۲- دمای مرطوب

WBT = Wet Bulb Temperature

این دما توسط دماسنجی تعیین می‌شود که حباب آن با پارچه خیس پوشانده شده است.

در رطوبت نسبی زیر ۱۰۰ درصد، آب پارچه تبخیر شده و حباب را خنک می‌کند. پس در این حالت دمایی مرطوب پایین‌تر از دمای خشک هوا می‌گردد.

- هر چه رطوبت نسبی کمتر باشد، اختلاف دمای خشک و مرطوب بیشتر می‌گردد.
- یک راه تعیین درصد رطوبت نسبی: اندازه‌گیری دمای خشک و دمای مرطوب و استفاده از نمودار سایکرومتریک یا روابط پیچیده.

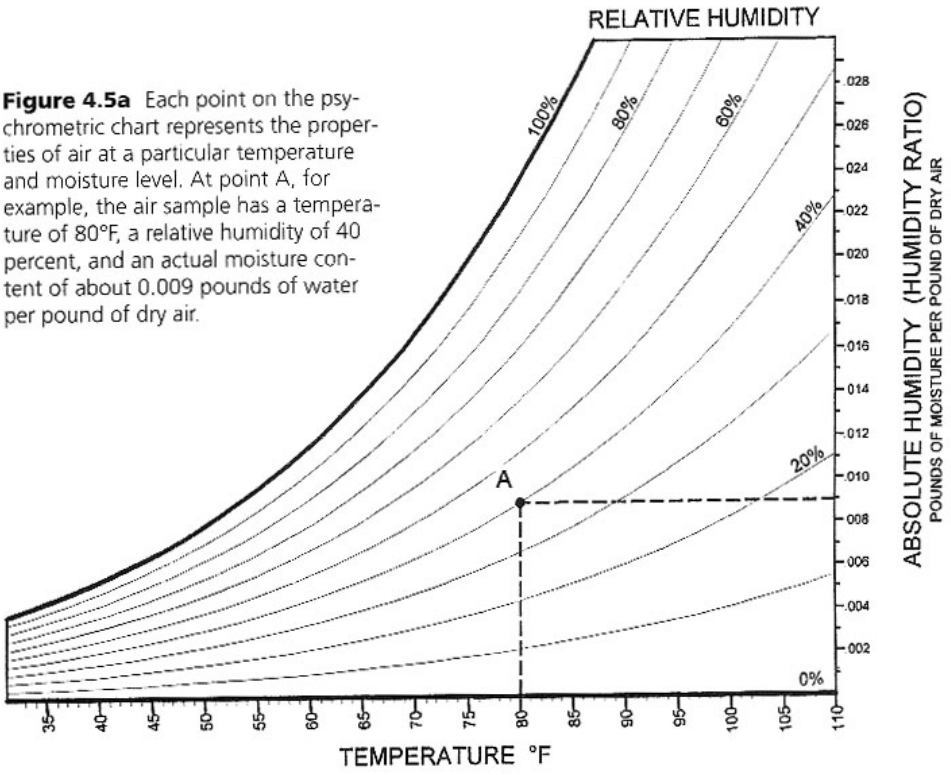


Figure 4.5a Each point on the psychrometric chart represents the properties of air at a particular temperature and moisture level. At point A, for example, the air sample has a temperature of 80°F, a relative humidity of 40 percent, and an actual moisture content of about 0.009 pounds of water per pound of dry air.

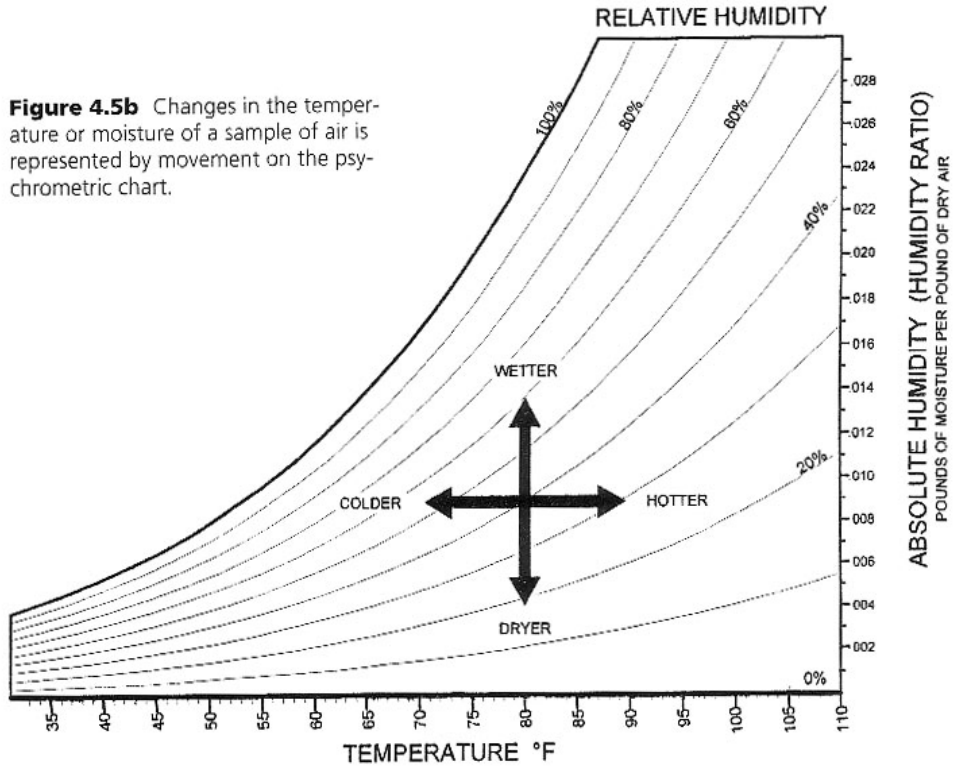


Figure 4.5b Changes in the temperature or moisture of a sample of air is represented by movement on the psychrometric chart.

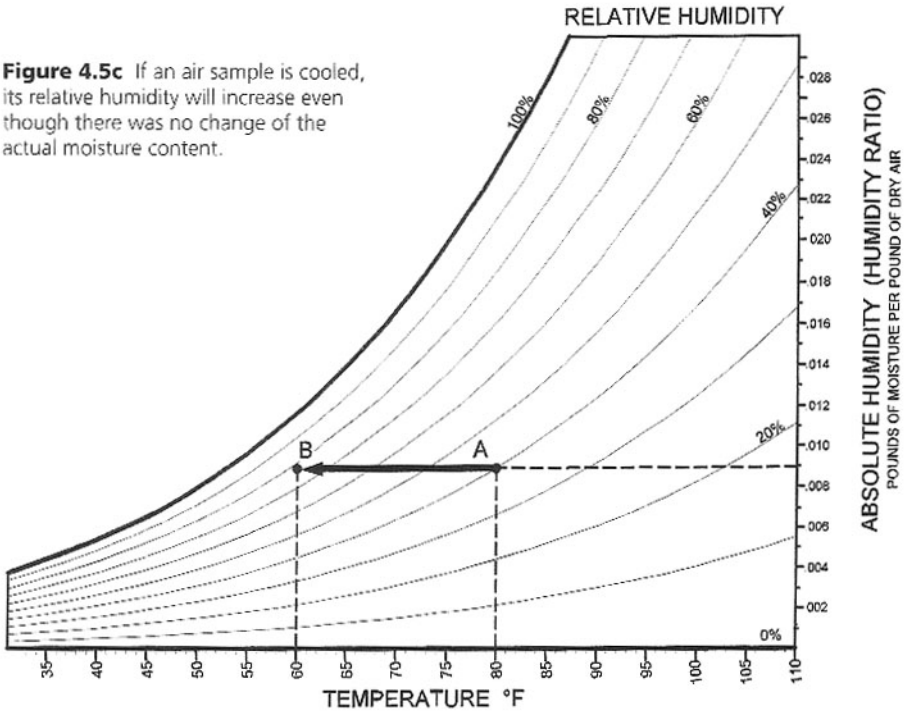


Figure 4.5c If an air sample is cooled, its relative humidity will increase even though there was no change of the actual moisture content.

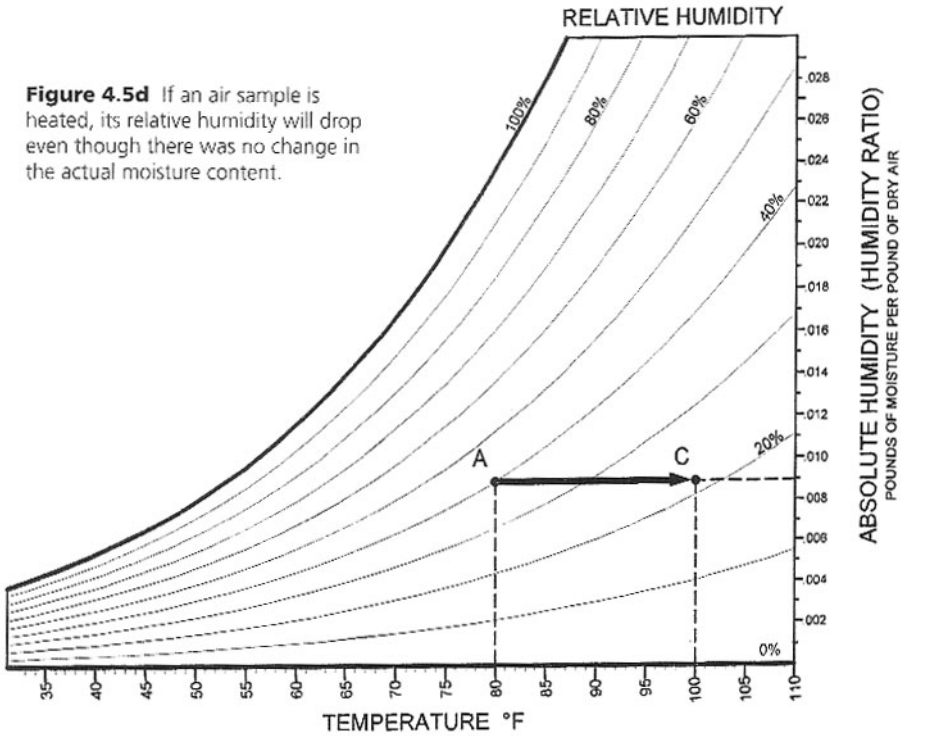


Figure 4.5d If an air sample is heated, its relative humidity will drop even though there was no change in the actual moisture content.

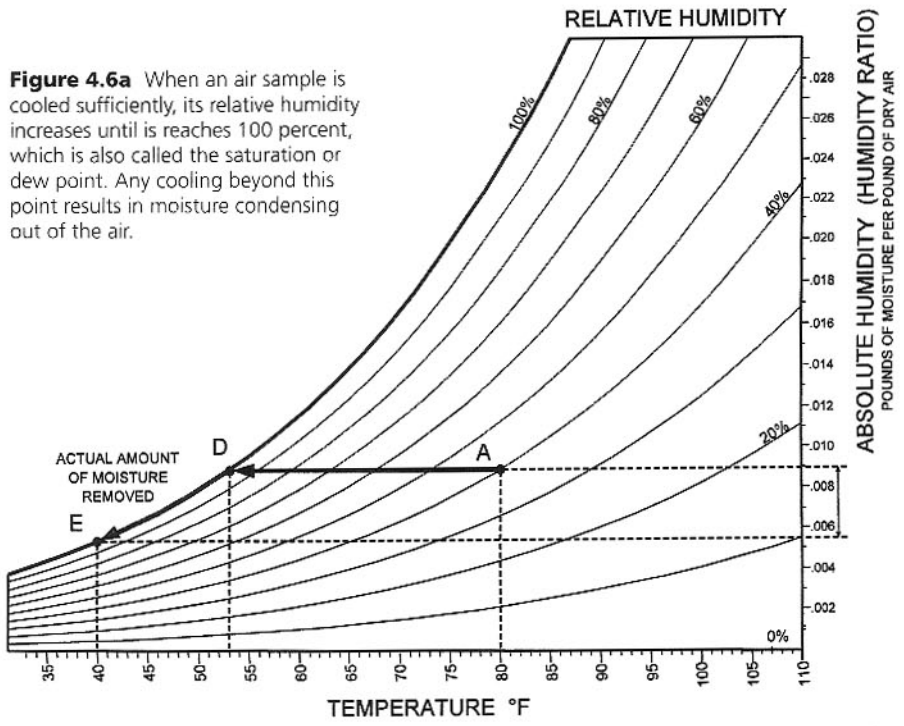


Figure 4.6a When an air sample is cooled sufficiently, its relative humidity increases until is reaches 100 percent, which is also called the saturation or dew point. Any cooling beyond this point results in moisture condensing out of the air.

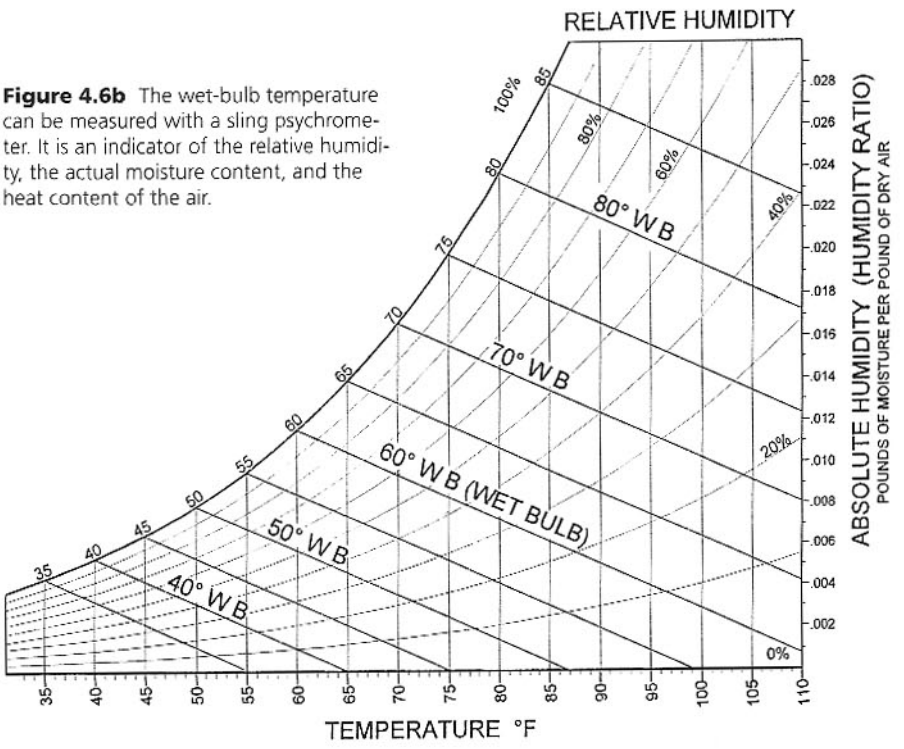


Figure 4.6b The wet-bulb temperature can be measured with a sling psychrometer. It is an indicator of the relative humidity, the actual moisture content, and the heat content of the air.

۳-۴-۳- دمای متوسط تابشی

MRT= Mean Radiant Temperature

بیان‌گر میزان تبادل تابشی نقطه‌ای در فضا با هر چه آن را در بر گرفته است.

میزان تبادل حرارت تشعشی نقطه‌ای در فضا، به صورت دمای سطوح سیاهی بیان می‌شود که آن نقطه را در بر گرفته باشد و به همان میزان تبادل تشعشعی با آن‌ها صورت گیرد. دمای یکسان این سطوح سیاه دمای متوسط تابشی نامیده می‌شود.

میزان تبادل تابشی (دریافت یا دفع حرارت به صورت تابش) توسط یک فرد به دما و زاویه رؤیت تمامی اجسامی بستگی دارد که شخص را احاطه کرده‌اند.

تبادل تابشی صورت یک فرد در برابر شومینه، با وجود زاویه رؤیت کم، به علت دمای بالای شعله بسیار است.

ممکن است همین میزان تبادل تابشی با سقفی که گرمای بسیار کمتری دارد صورت گیرد، زیرا سطح سقف زیاد بوده و زاویه رؤیت بزرگی شکل می‌دهد.

مسلما تبادل تابشی می‌تواند برای یک فرد منفی نیز باشد. در برابر یک پنجره سرد.

هر چه فرد به شومینه نزدیک تر شود MRT افزایش می‌یابد.

هر چه فرد به پنجره سرد نزدیک شود MRT کاهش می‌یابد. زیرا زاویه رؤیت افزایش می‌یابد.

۳-۴-۴- دمای کروی

GT=Globe Temperature

ترکیب دمای هوا و دمای تابشی (تشعشع دریافت یا دفع‌شده در یک نقطه).

اندازه گیری با دماسنج کروی. دماسنج معمولی جیوه‌ای در داخل یک کره مسی سیاه‌رنگ به قطر ۱۵۰ میلی‌متر. پس از مکث ۱۵ دقیقه ترکیبی از تأثیر دمای هوا و تشعشع دریافت یا دفع شده را نشان می‌دهد.

اگر هوا گرم و سطوح مقابل سرد باشند، مقداری اشعه از کره دفع می‌شود و دماسنج دمایی پایین‌تر از دمای هوا را نشان می‌دهد. اگر کره اشعه دریافت نماید دمایی بیش از دمای هوا را نشان خواهد داد. چنانچه دمای تابشی متوسط برابر دمای خشک باشد، دمای خشک با دمای کروی برابر می‌شود.

۳-۴-۵- دمای آفتاب و هوا

Sol-Air Temperature

دمای آفتاب و هوا در مورد سطوح کدر مطرح می‌شود که هنگام تابش آفتاب، پرتو خورشید را جذب کرده و دمای آنها بیش از دمای هوا می‌گردد.

دمای آفتاب و هوا ترکیب اثر دمای هوا و تابش آفتاب را بر سطوح کدر نشان می‌دهد.

این کمیت به طور معمول در محاسبه بار سرمایی ساختمان به کار می‌رود. چون در اوقات سرد به کمک تأمین شرایط آسایش می‌آید.

$Ts = To + [(I * a) / fo]$

Ts	دمای آفتاب و هوا
To	دمای هوای خارج
I	شدت تابش بر حسب وات بر مترمربع
a	ضریب جذب سطح مورد نظر
Fo	قابلیت هدایت سطح خارجی بر حسب وات بر مترمربع درجه سلسیوس

۳-۵- جریان هوا

- اختلاف درجه حرارت، فشار هوا، به علاوه دوران زمین باعث جابه‌جایی هوا و در نتیجه باد می‌شود.

- به علت تقسیم نامتعادل پرتوهای خورشید بر روی زمین، که باعث ایجاد اختلاف دما در نقاط مختلف سطح زمین می‌شود، نقاط و کمربندهای کم فشار و پر فشار هوا تشکیل می‌شود. برخی دائمی بوده و برخی در مدتی از سال ایجاد می‌شوند. توده‌های عظیم هوا از مناطق پرفشار به کم‌فشار می‌روند و نیز تحت اثر نیروی کوریولیس در اثر حرکت دورانی زمین که موجب می‌شود حرکت مستقیم نداشته باشند.

- پرفشار: در مناطق نیمه‌استوایی هر نیم‌کره (عرض‌های بین ۲۰ تا ٤٠ درجه). در زمستان پیوسته، در تابستان به علت ایجاد مراکز کم‌فشار در قاره‌ها تداوم آنها به هم می‌خورد.

- پر فشار: مناطق قطبی. دائمی. اما فشار از مناطق نیمه استوایی کمتر.

- کم فشار: کمربند خط استوا. دائم.

۳-۵-۱- سیستم‌های جهانی باد

- در هر نیم‌کره ۳ باد: تجاری، غربی و قطبی

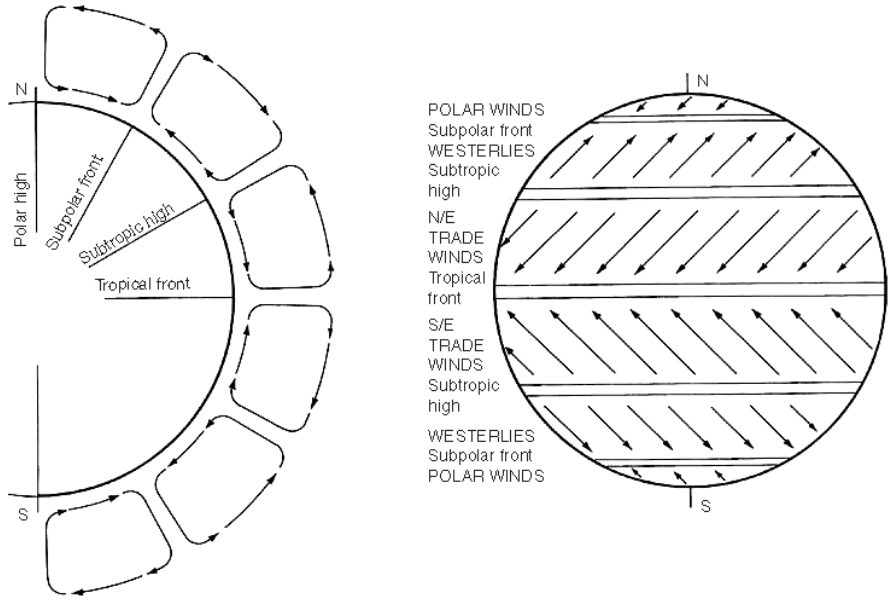


Fig. 1.31
The global wind pattern.

- تجاری: مرکز مناطق نیم‌استوایی دو نیم‌کره. در نیم‌کره شمالی به سمت جنوب غربی در نیم‌کره جنوبی به سمت شمال غربی

- بادهای غربی: مرکز نیمه‌استوایی حرکت به سمت مناطق کم‌فشار اقیانوس منجمد شمالی. جبهه‌های جلوی سیستم همیشه طوفانی به علت اختلاف زیاد درجه حرارت

- قطبی: پراکنده‌شدن توده‌های هوای سرد قطبی. در نیم‌کره شمالی به سمت جنوب غربی در نیم‌کره جنوبی به سمت شمال غربی.

موسمی: به سبب اختلاف میانگین درجه حرارت سالانه زمین و دریا باد زمستانی بر روی خشکی، باد تابستانی بر روی دریا.

در ایران: تابستان: از اقیانوس اطلس (شمال غربی) از اقیانوس هند (جنوب شرقی)

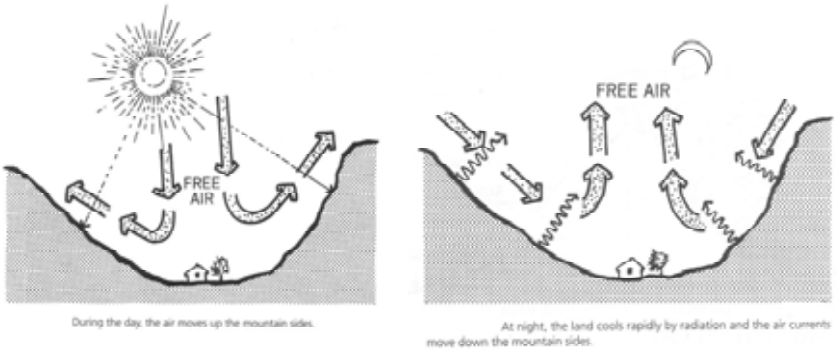
زمستان: بادهای سرد سیبری و بادهای مرطوب اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه

در جنوب ایران نیز بادهای صحرایی عربستان می‌وزد که مانع تجمع ابرهای باران‌خیز در این منطقه می‌شود.

۳-۵-۲- بادهای محلی

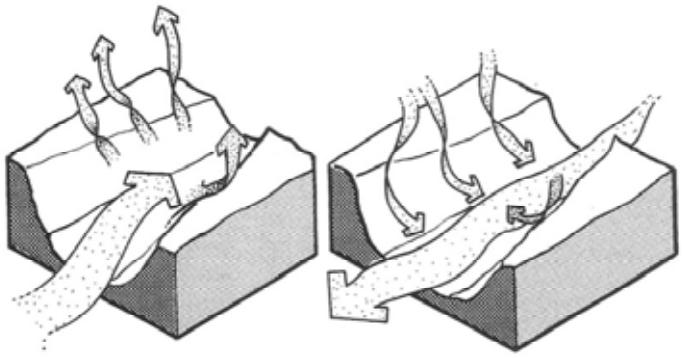
- مناطق کوهستانی: روز از پایین به بالا چون هوای مجاور کوه گرم‌تر از هوای آزاد جو می‌شود و بالا می‌رود. / شب از بالا به پایین چون کوه به آسمان تابش کرده و سرد می‌شود هوای مجاور آن نیز سرد شده و به پایین می‌آید.

- نسیم دریا و خشکی: روز دریا به خشکی / شب خشکی به دریا

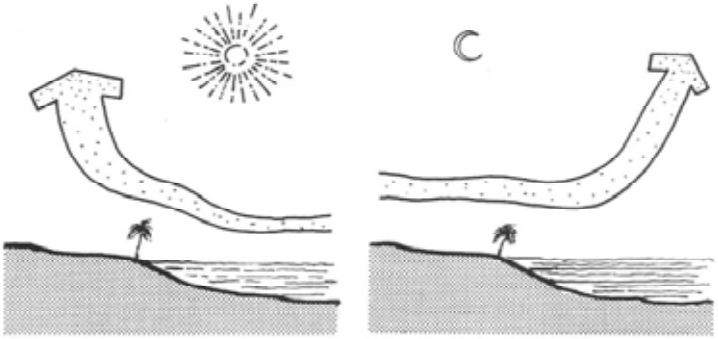


During the day, the air moves up the mountain sides.

At night, the land cools rapidly by radiation and the air currents move down the mountain sides.



The effects described in Fig. 5.2e and 5.2f are greatly magnified in narrow sloping valleys. During the day, strong winds blow up the valley; at night, the winds reverse.



The temperature differences between land and water create sea breezes during the day and land breezes at night.

۳-۶- بارندگی

- بالا رفتن توده‌های هوای گرم اطراف زمین، از دست دادن حرارت در اثر صعود و کاهش فشار هوا، رسیدن به نقطه شبنم و آزاد شدن رطوبت اضافی پس از آن، بزرگ و سنگین شدن قطرات و بارش
- تفاوت بسیار در میزان بارندگی در کشور. انزلی سالانه ۱۹۰۰ میلی‌متر. زابل ۵۷ میلی‌متر

۴– آسایش حرارتی

آسایش در ساختمان مستلزم **آسایش حرارتی**، روانی، بهداشتی، روشنایی

۴-۱- تبادل حرارت بدن انسان و مفهوم آسایش حرارتی

- انسان ماشینی زیست‌شناختی (biological) است که، برای ساخت بافت‌ها و کارهای عضلانی، غذا را به عنوان سوخت می‌سوزاند. این فرایند فرایندی حرارت‌زا است.
- میزان سوخت و ساز (Metabolism) و تولید حرارت حرارت در بدن به میزان فعالیت بستگی دارد.

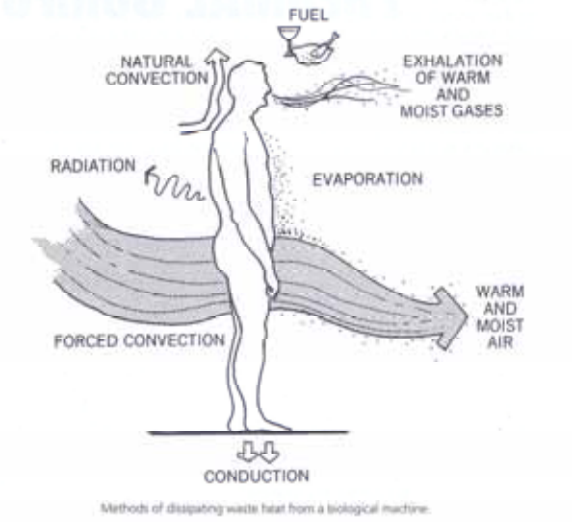
	Activity	Heat Produced (btu/hour)	Watts
	Sleeping	300	100
	Light work	600	200
	Walking	900	300
	Jogging	2400	800

- از کل انرژی تولیدشده در بدن تنها ۲۰ درصد مورد استفاده قرار گرفته و ۸۰ درصد باقی‌مانده باید به محیط اطراف بدن دفع شود، تا دمای درونی بدن متعادل و در حدود ۳۷ درجه سلسیوس باشد. دمای پوست نیز به طور معمول ۳۲ درجه است.

- جذب حرارت: سوخت و ساز، هدایت، همرفت، تابش
- دفع حرارت: هدایت، همرفت، تابش، تبخیر

$$Met - Evp \pm Cnd \pm Cnv \pm Rad = 0$$

- سهم در تبادل حرارت: همرفت ٤٠ درصد، تابش ٤٠، تبخیر ۲۰ درصد، هدایت ناچیز
- با افزایش دما سهم دفع حرارت همرفتی و تابشی کم شده و سهم تبخیری زیاد می‌شود.



Methods of dissipating waste heat from a biological machine.

- بدن مکانیسم‌های متفاوتی برای تنظیم جریان حرارت به کار می‌برد تا حرارت کسب‌شده با حرارت دفع‌شده برابر گردد و تعادل حرارتی بدن حفظ شود.
-

در شرایط گرم

افزایش قطر رگ‌ها و انتقال حرارت بیشتر به سطح پوست، عرق کردن

در شرایط سرد

کاهش قطر رگ‌ها، لرزیدن (افزایش حرارت سوخت و ساز تا ۱۰ برابر، کوتاه مدت)

و

مکانیسم‌های ارادی مانند باز کردن دست‌ها در برابر باد، جم کردن بدن در سرما و ...

و

ترشح غدد درون‌ریز در درازمدت باعث خو گرفتن بدن به شرایط اقلیمی می‌شود.

اما با وجود این مکانیزم‌ها

- پوست بدن به عنوان یک حایل حرارتی مشکل بسیاری به منظور حفظ دمای ثابت بدن در یک محیط بسیار متغیر دارد. به همین سبب حایل‌های اضافی برای دست‌یابی به آسایش حرارتی مورد نیاز است.
- لباس به عنوان حایلی اضافی مفید است اما کافی نمی‌باشد. ساختمان‌ها محیطی معتدل‌تر برای انسان ملبس فراهم می‌آورند.

۴-۲- تعریف آسایش حرارتی

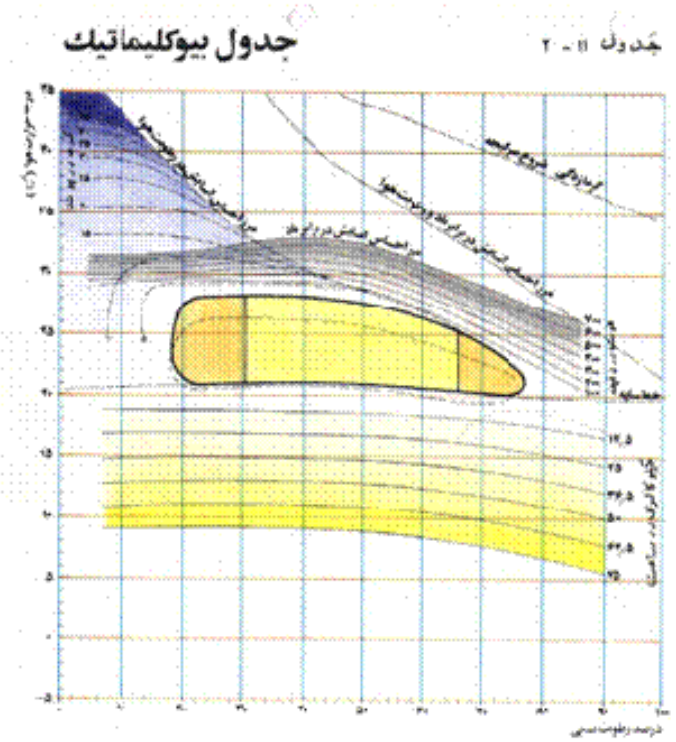
- آسایش حرارتی زمانی حاصل می‌شود که دمای بدن در محدوده‌ی خاصی قرار گیرد، رطوبت پوست کم باشد و تلاش بدن برای تنظیم دمای درونی به حداقل برسد.
- ترکیب‌های مشخصی از دمای هوا، رطوبت نسبی، جریان هوا، و دمای تابشی متوسط منجر به احساس آسایش حرارتی در انسان خواهد شد. (همان عوامل اقلیمی)
- متغیرهای دیگر: نوع لباس، نوع فعالیت، سن و جنس، سازگاری با شرایط اقلیمی، چربی زیر پوست، وضعیت سلامتی بدن، غذا و نوشیدنی، رنگ پوست
- محدوده متعارف آسایش حرارتی: به طور کلی بیشتر افراد در صورتی که در سایه قرار گرفته باشند، در دمای ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۶۰ درصد احساس آسایش دارند.

۴-۳- مطالعات ویکتور اولگی در مورد آسایش حرارتی

نمودار زیست اقلیمی

دمای تابستان: ۲۱,۵ تا ۲۹ دمای زمستان: ۲۰ تا ۲۵,۷

رطوبت: ۳۰ تا ۶۵ درصد



۴-۳-۱- تأثیر تابش بر منطقه آسایش

دو اثر: بیولوژیکی. ناشی از فرابنفش. سوختگی پوست. حرارتی: مریی و قرمز.
اثر حرارتی موجب گسترش محدوده آسایش به سمت دماهای پایین‌تر می‌شود.

۴-۳-۲- تأثیر رطوبت بر منطقه آسایش

موجب کاهش دمای هوای خشک می‌شود. این کاهش دما که در اثر تبخیر رطوبت اضافه شده به آن صورت می‌گیرد محدود آسایش در رطوبت‌های نسبی پایین از بالا گسترش می‌دهد.

۴-۳-۳- تأثیر باد بر منطقه آسایش

دمای هوا زیر ۳۳ درجه:
افزایش سرعت هوا موجب افزایش دفع حرارت از طریق همرفت و تبخیر – کاهش احساس گرما

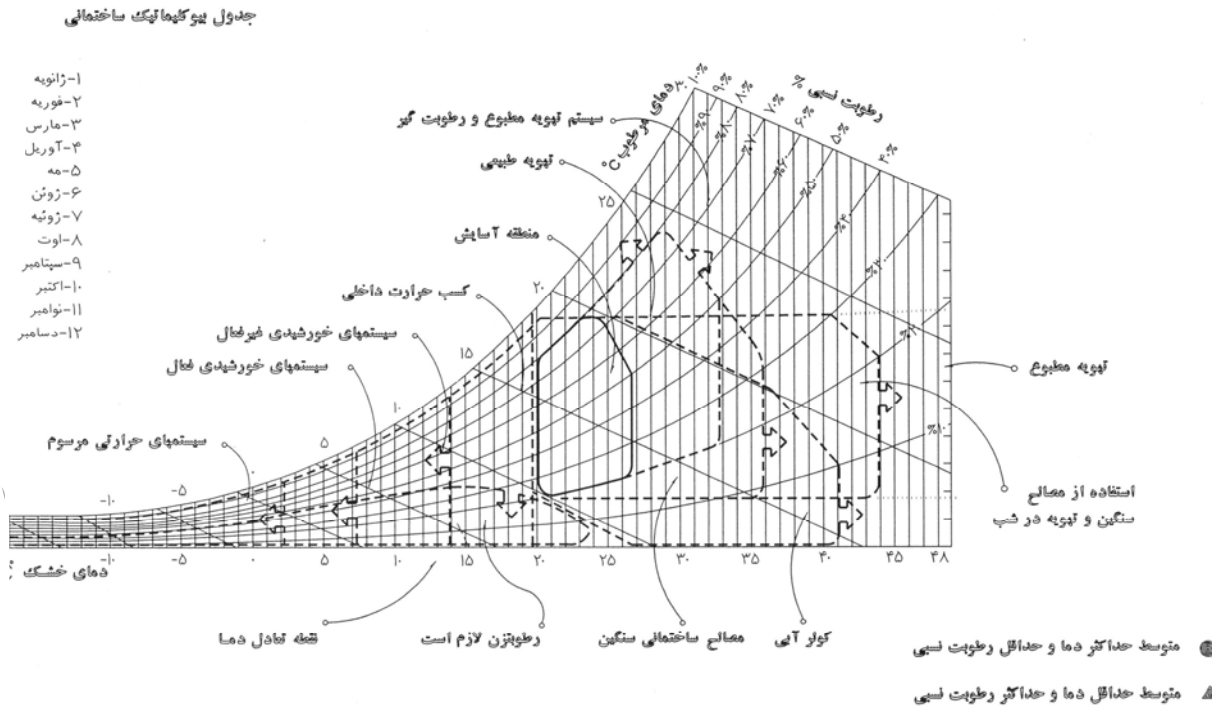
دمای هوا بین ۳۳ و ۳۷ درجه:
اثر کم بر تبادل همرفتی، افزایش تبخیر

دمای هوا بالاتر از ۳۷ درجه:
افزایش سرعت هوا موجب افزایش کسب حرارت از طریق همرفت و افزایش تبخیر پوستی در صورت بالا بودن ظرفیت تبخیری هوا

- تبادل همرفت بسته به سرعت هوا و اختلاف دمای سطح پوست و هوا
- پس وزش باد باعث گسترش محدوده آسایش از بالا می‌شود. تا حداکثر دمای ۳۳ درجه و اثر آن در رطوبت‌های بالا کمتر می‌شود.

۴-۴- مطالعات گیونی در مورد آسایش حرارتی

نمودار سایکرومتریک و نمودار زیست اقلیمی ساختمانی



۴-۵- مطالعات جدیدتر در مورد آسایش حرارتی

فانگر، اشری

مورد استفاده از سوی اشری (ASHRAE)

American Society of heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers

تعریف اشری از آسایش حرارتی: شرایطی که شخص از نظر ذهنی از حرارت محیط راضی باشد.

تعریف دیگر بنزیگر: حالتی فرد برای تغییر شرایط حرارتی محیط هیچ اقدامی انجام ندهد.

ملاحظه می‌شود که در تعاریف جدیدتر شرایط روحی و رفتاری با موضوع آسایش حرارتی آمیخته شده است.

- در مباحث جدیدتر بیشتر بر احساس حرارتی تأکید می‌شود.

فرض کنید شرایط حرارتی مطلوب است اما خبر بدی به فرد می‌رسد. او داغ می‌شود و عرق می‌کند.

- احساس یک مرتبه بالاتر از درک است.

دریافت اطلاعات – درک – ایجاد حس‌های متفاوت نسبت به آن

آسایش حرارتی در مرحله درک، و احساس حرارتی در مرحله بالاتر

- مقیاس آسایش حرارتی فانگر و اشری: PMV
Predicted Mean Vote (میانگین آراء افراد)
هفت‌تایی

داغ	گرم	کمی گرم	خنثی	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
Hot	Warm	Slightly Warm	Neutral	Slightly Cool	Cool	Cold
۳	۲	۱	۰	-۱	-۲	-۳

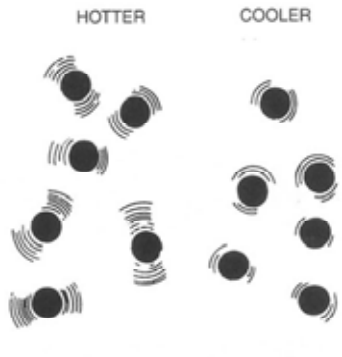
- دمای ترجیحی: شخص مایل است دما کمی تغییر کند، اما اگر هم دما تغییر نکند مشکلی برای او ایجاد نمی‌شود. با این سؤال مورد نظر قرار می‌گیرد: آیا مایل به تغییر درجه حرارت محیط هستید؟

۵– مبانی فیزیک حرارت و رفتار حرارتی ساختمان

۵-۱– حرارت و دما

- حرارت (گرما، heat) یکی از اشکال انرژی است که به سه شکل وجود دارد: محسوس (sensible)، نهان (latent) ، تابشی(radiant).
- گرمای محسوس: حرکت تصادفی مولکول‌های یک ماده که با دماسنج اندازه‌گیری می‌شود.
- گرمای نهان: انرژی مورد نیاز برای تغییر حالت ماده. (برای نمونه برای بخار کردن آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد باید حرارت زیادی به آن بدهیم. دمای بخار حاصل نیز ۱۰۰ درجه سانتیگراد است، اما حرارت زیادی به صورت نهان در آن ذخیره شده است.)
- گرمای تابشی: بخشی از طیف الکترومغناطیس با عنوان فروسرخ. تمام اجسامی که دمایی بالاتر از صفر مطلق داشته باشند، حرارت را به صورت تابشی گسیل می‌کنند.

- دما (Temperature): مقیاسی برای سنجش گرمای محسوس یک ماده.
[Fahrenheit, Celsius, K]
- ماده‌ای که حرکت مولکولی شدیدتری داشته باشد دمای بیشتری دارد.
- دما به صورت نظری برابر است با انرژی متوسط حرکت‌های میکروسکوپی یک ذره‌ی ماده، تقسیم بر درجه آزادی.



Sensible heat is the random motion of molecules and temperature is a measure of the intensity of that motion.

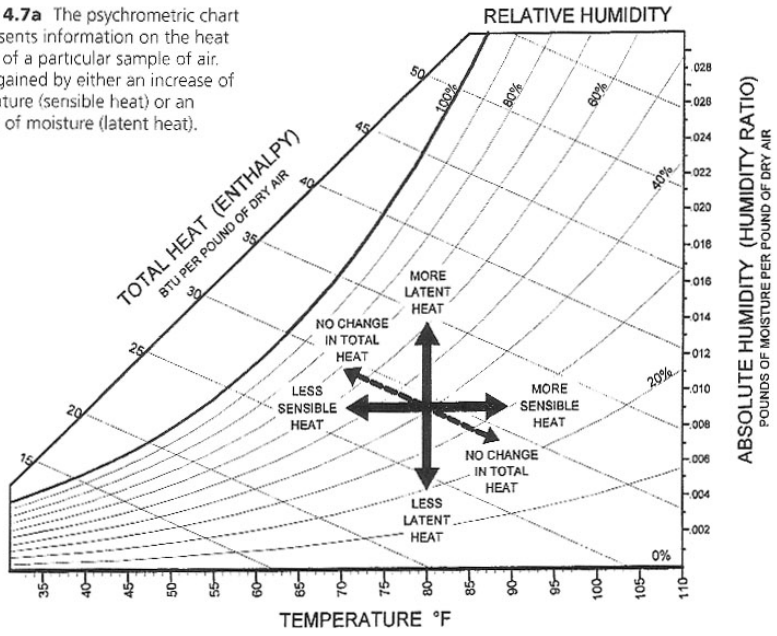


Figure 4.7a The psychrometric chart also presents information on the heat content of a particular sample of air. Heat is gained by either an increase of temperature (sensible heat) or an increase of moisture (latent heat).

۵-۲- قوانین ترمودینامیک

- ترمودینامیک علم شناخت جریان حرارت و ارتباط آن با کار مکانیکی است.
- قانون اول ترمودینامیک: انرژی خلق یا نابود نمی‌شود. تنها از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود.
- قانون دوم ترمودینامیک: حرارت از جسم گرم به جسم سرد جریان می‌یابد.

۵-۳- ظرفیت حرارتی و گرمای ویژه

- کمیت‌های گرمای ویژه و ظرفیت حرارتی بیان‌گر ارتباط بین حرارت محسوس و دما هستند.
- گرمای ویژه: مقدار حرارتی که باید به واحد جرم جسم داده شود تا دمای آن یک درجه افزایش یابد. [J/kg.K]
- ظرفیت حرارتی: مقدار حرارتی که باید به واحد حجم جسم داده شود تا دمای آن یک درجه افزایش یابد.
- بنابراین مقدار گرمای محسوس تابع دما و جرم (یا حجم) مواد است.

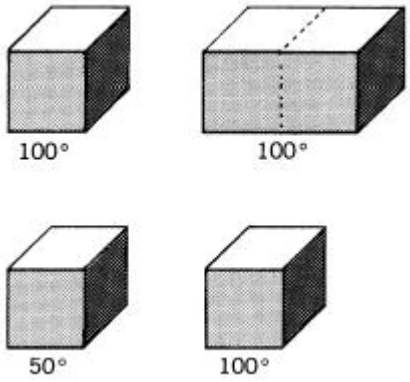


Figure 3.3b
The amount of sensible heat is a function of both temperature and mass. In each case, the blocks on the right have more sensible heat content than the blocks on the left.

- ترتیبی مواد دارای ظرفیت حرارتی زیاد:
آب، خاک مرطوب، بتن، آجر، خشت، خاک خشک

۵-۴- سرمایش تبخیری

- در این فرایند هوای گرمای محسوس خود را از دست می‌دهد و این حرارت صرف تبخیر قطرات آب شده و به صورت نهان در بخار هوا ذخیره می‌شود. پس در این فرایند محتوای حرارت هوا تغییری نمی‌کند. تنها مقداری از گرمای محسوس به شکل گرمای نهان در می‌آید.

- در فرایند سرمایش تبخیری از یک سو دمای هوا کاهش می‌یابد و از سوی دیگر رطوبت نسبی هوا افزایش می‌یابد.

در این فرایند دمای مرطوب نیز ثابت می‌ماند و بردار این فرایند بر روی خطوط دمای مرطوب نمودار سایکرومتریک قرار می‌گیرد.

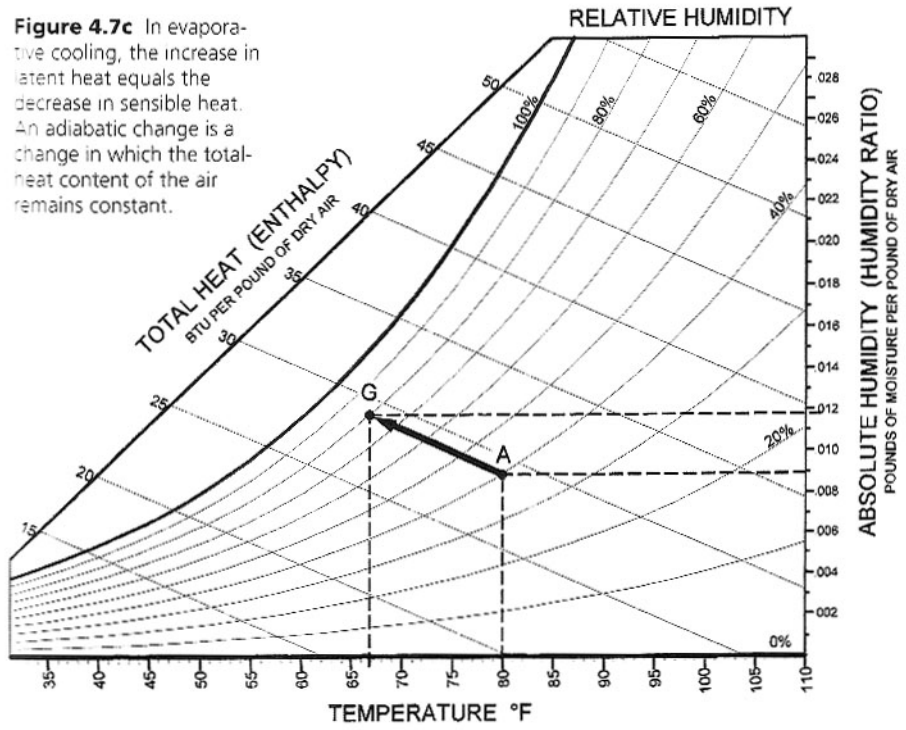


Figure 4.7c In evaporative cooling, the increase in latent heat equals the decrease in sensible heat. An adiabatic change is a change in which the total-heat content of the air remains constant.

۵-۵- راه‌های انتقال حرارت

حرارت به سه شکل انتقال می‌یابد: هدایت (رسانش)، همرفت (جابه‌جایی)، تابش (تشعشع)

۵-۵-۱- هدایت

- در این مکانیزم انتقال حرارت در اجسام متصل به یکدیگر و از طریق گسترش جنبش مولکولی اتفاق می‌افتد.

- میزان انتقال حرارت از طریق هدایت به اختلاف دمای اجسام، سطح تماس و ضریب هدایت حرارت مواد وابسته است.

- ضریب هدایت حرارت از خصوصیات هر ماده است که به این صورت تعریف می‌شود: مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر در حالت پایدار عبور کند در صورتی که اختلاف دمای طرفین عنصر برابر یک درجه باشد.

- به طور معمول با افزایش چگالی ضریب هدایت حرارت مواد افزایش می‌یابد.

عنصر	ضریب هدایت حرارت
فولاد	۵۲
بتن	۱٫۷۵

اندود سیمان	۱,۱۵
سفال	۱,۰
اندود گچ	۰,۵
پشم معدنی و پلی استایرن	۰,۰٤
پلی یورتان	۰,۰۳

۵-۵-۲- همرفت

- سیالات در اثر گرم شدن منبسط می‌شوند و چگالی‌شان کاهش می‌یابد. سیال گرم شده صعود می‌کند و بر فراز سیال سرد و سنگین جریان می‌یابد. این مکانیزم همرفت نامیده می‌شود و وابسته به جاذبه است. بنابراین حرارت از طریق این مکانیزم به سمت پایین جریان نمی‌یابد.

- جریان‌های همرفتی هوا در فضاهای مرتفع موجب ایجاد لایه‌هایی با دماهای متفاوت می‌گردد. در این فضاها هوای گرم در نزدیکی سقف و هوای سرد در نزدیکی کف انباشته می‌شود. به این پدیده لایه‌بندی هوا (stratification) می‌گویند.

- میزان تبادل حرارت همرفتی به اختلاف دمای سیالات و یا سیال و سطح، سطح تماس، سرعت و جهت حرکت سیال و هم‌چنین گرمای ویژه سیال وابسته است.

۵-۵-۳- تابش

- همه اجسامی که دمایی بالاتر از صفر مطلق (۲۷۳- درجه سلسیوس) دارند، حرارت را به صورت امواج الکترومغناطیس فروسرخ را گسیل داده و جذب می‌کنند.

- دوربین‌های فروسرخ بر این اساس عمل می‌کنند.

- اجسام گرم‌تر از طریق تابش گرما از دست می‌دهند زیرا گسیل آنها بیش از دریافتشان است.

- طول موجی که در آن بیشترین انرژی منتشر می‌شود با دمای مطلق جسم رابطه عکس دارد.

$$\lambda_{max} = 5216 / T$$

لاندا بر حسب میکرو متر

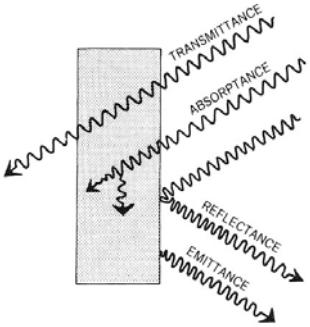
تی دمای مطلق جسم بر حسب درجه رنکاین

- اجسام با دمای اتاق در محدوده فروسرخ دور تابش می‌کنند اجسام بسیار داغ وارد طیف مریی هم می‌شوند.

- تابش خورشید طول موج کوتاه. تابش اجسام درون اتاق موج بلند.

- تابش در خلا نیز منتشر می‌شود و از جاذبه اثر نمی‌گیرد. جسم به بالا و پایین تابش می‌کنند.

– میزان تبادل حرارت تابشی با توان چهارم اختلاف دمای سطوح گسیل‌کننده و دریافت‌کننده و هم‌چنین کیفیات این سطوح متناسب است، که با چهار کمیت بدون بعد اندازه‌گیری می‌شود.



Four different types of interactions are possible between energy and matter.

عبور Transmittance

جذب Absorption (تابش به گرمای محسوس تبدیل می‌شود).

انعکاس Reflectance

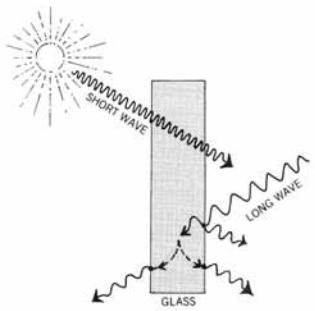
گسیل Emittance

جسم گرم شده دوباره انرژی را بازمی‌تاباند و دمای محسوسش کاهش می‌یابد.

(سطوح فلزی براق کم گسیل بوده و دیگر مواد گسیل بالا دارند.)

– عکس العمل ماده نسبت به تابش به طول موج پرتو هم بستگی دارد. شیشه در برابر موج کوتاه خورشید تقریبا شفاف و در برابر طول موج بلند تقریبا مات است.

Transparent, Opaque, Translucent

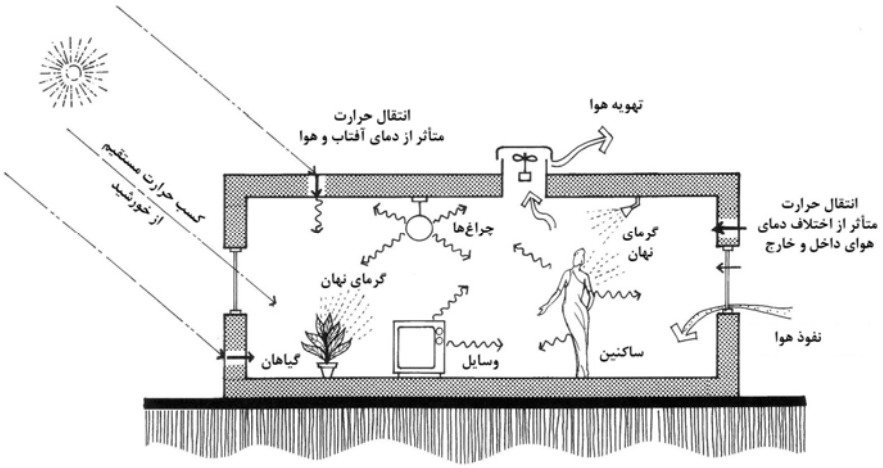


The type of interaction depends not only on the nature of the material but also on the wavelength of the radiation.

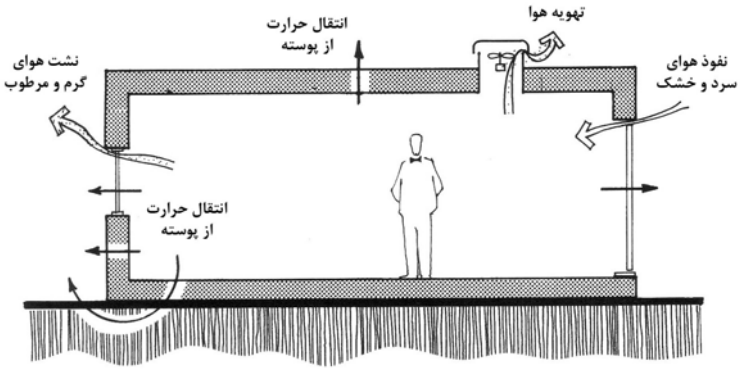
۶- رفتار حرارتی ساختمان

۶-۱- تبادل حرارت در ساختمان

- کسب حرارت



- دفع حرارت



$$Qs \pm Qc \pm Qv + Qi - Qe = \Delta S$$

$\Delta S > 0$: ساختمان گرم می‌شود

$\Delta S < 0$: ساختمان سرد می‌شود

$$Qs \pm Qc \pm Qv + Qi - Qe \pm Qm = 0$$

تعادل حرارت برقرار می‌شود و دمای هوای داخل ساختمان در سطح مورد نظر ثابت می‌ماند.

$Qs + Qc + Qv + Qi - Qe - Qm = 0$ در اوقات گرم

با کاهش دریافت خورشیدی و کاهش اتلاف از پوسته و تهویه و کاهش کسب حرارت داخلی بار سرمایی کاهش می‌یابد.

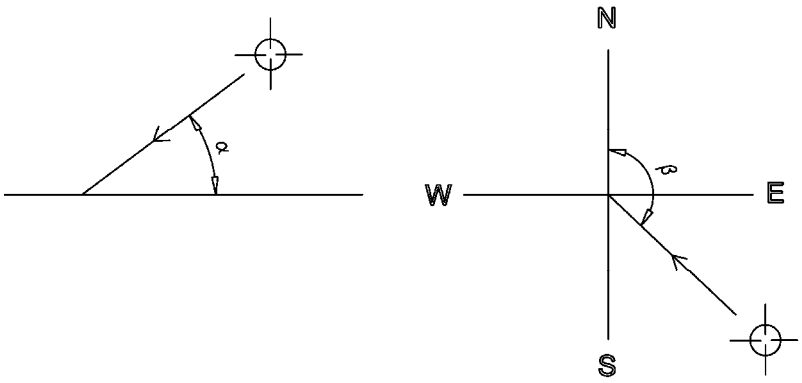
$Qs - Qc - Qv + Qi - Qe + Qm = 0$ در اوقات سرد

با افزایش دریافت خورشیدی و کاهش اتلاف از پوسته و تهویه بار گرمایی کاهش می‌یابد.

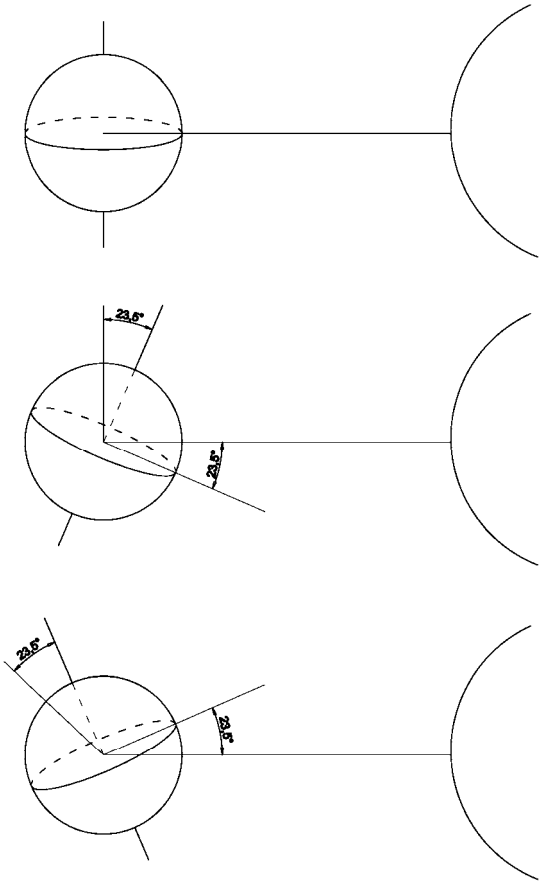
۶-۲- تابش آفتاب و تأثیر آن بر ساختمان

۶-۲-۱- هندسه خورشید

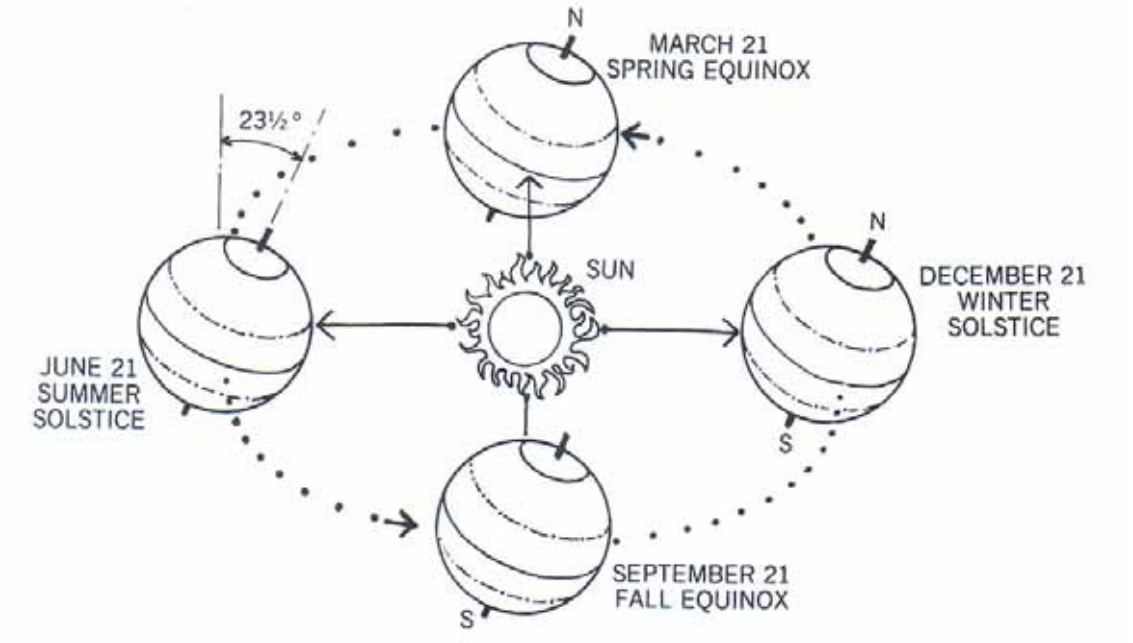
- موقعیت خورشید در هر منطقه و در هر زمان را می‌توان به وسیله دو زاویه مشخص کرد: زاویه ارتفاع تابش و زاویه جهت تابش.
- زاویه ارتفاع تابش زاویه بین امتداد پرتو خورشید و سطح افق
- زاویه جهت تابش زاویه بین تصویر امتداد پرتو خورشید بر صفحه افق و شمال واقعی.



- این زوایا را می‌توان براساس روابط ریاضی و براساس عرض جغرافیایی، زمان (زاویه ساعت) و زاویه انحراف زمین نسبت به خورشید تعیین نمود.
- زاویه انحراف (چرخش) زمین زاویه‌ی بین صفحه‌ای استوا و خط واصل مرکز زمین و خورشید است.



- این زاویه در طول سال از ۲۳,۵ درجه به سمت بالای صفحه استوا تا ۲۳,۵ درجه به سمت پایین صفحه استوا تغییر می‌کند. (وابسته به روز سال)



- خورشید در اول تیرماه بر مدار ۲۳٫۵ شمالی (مدار رأس السرطان) و در اول دی ماه بر مدار ۲۳٫۵ درجه جنوبی (مدار رأس الجدی) و در اول مهرماه و اول فروردین بر مدار استوا عمود می‌تابد. در سایر روزهای سال نیز همواره یکی از مدارهای بین ۲۳٫۵ جنوبی و شمالی بیشترین حرارت را از آفتاب کسب می‌کنند.
- این زاویه علت پدید آمدن فصول است، نه فاصله زمین تا خورشید. از قضا فاصله خورشید و زمین در زمستان کمتر از تابستان است.

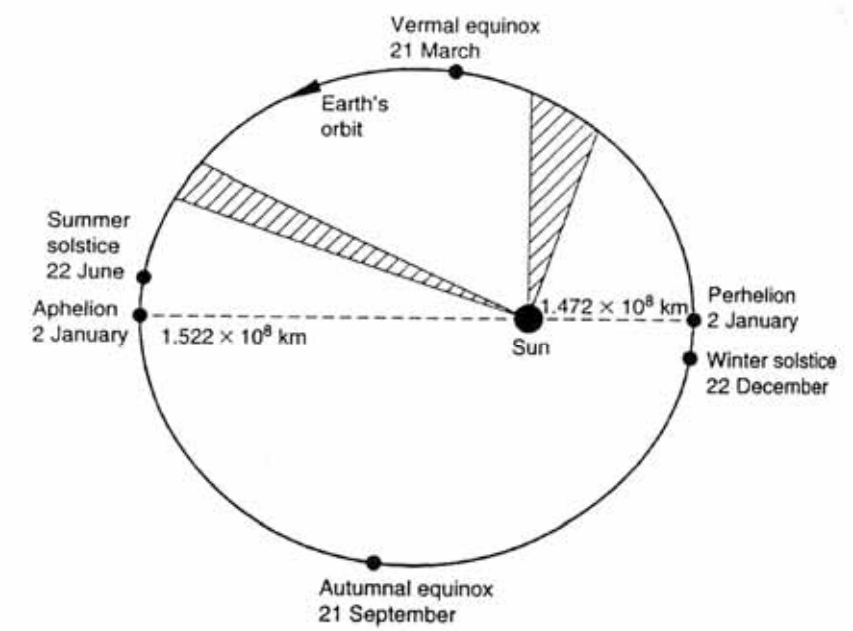


Figure 1.2.1 *Earth's orbit around the sun*

- چرا زمستان سردتر از تابستان است؟ مایلتر بودن پرتوهای تابش، حرکت پرتوها در طول بیشتری از جو و ساعات کمتر روز.

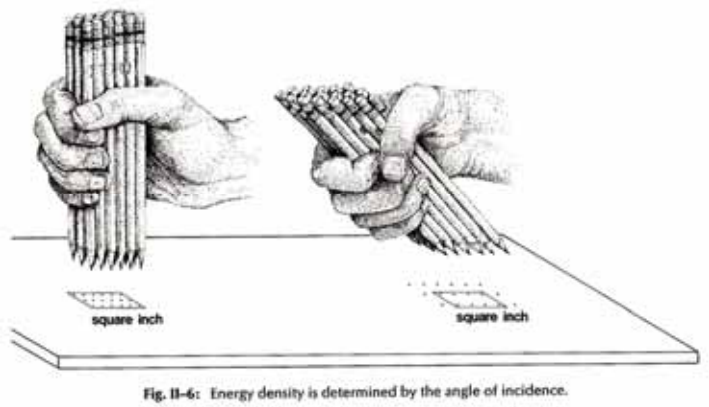
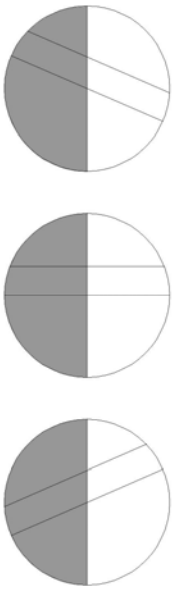


Fig. II-6: Energy density is determined by the angle of incidence.

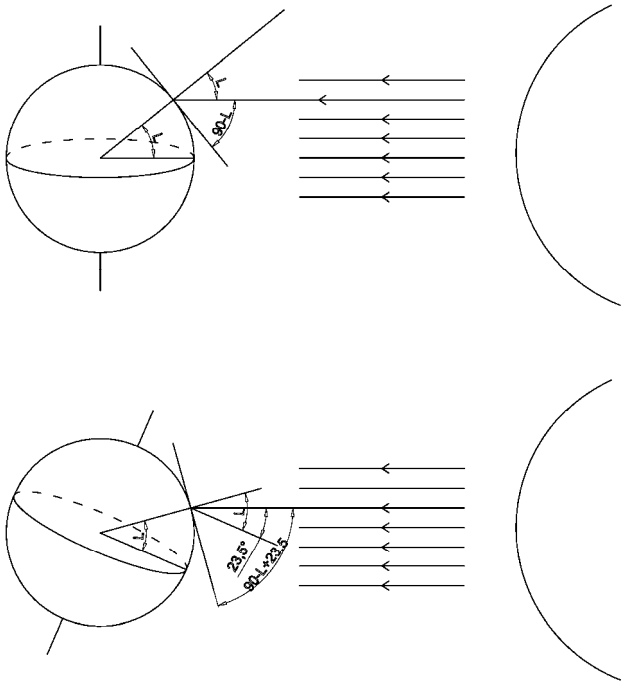
- زاویه انحراف زمین علت پدید آمدن اختلاف طول شب و روز نیز است.



- رابطه بین زاویه تابش در ظهر خورشیدی با عرض جغرافیایی در انقلاب‌ها و اعتدال‌ها

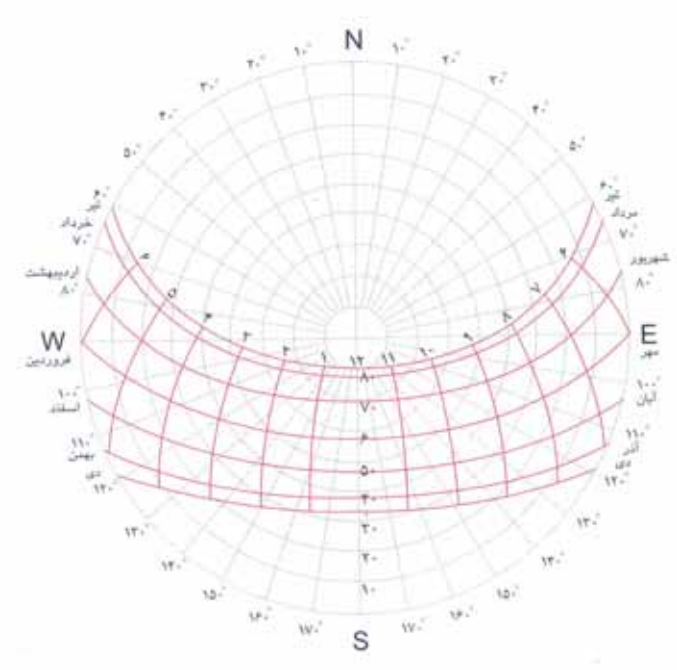
$a = (90 - L) \pm 23.5$ انقلاب‌ها

$a = (90 - L)$ اعتدال‌ها

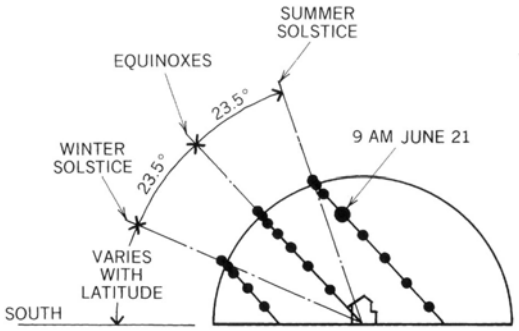


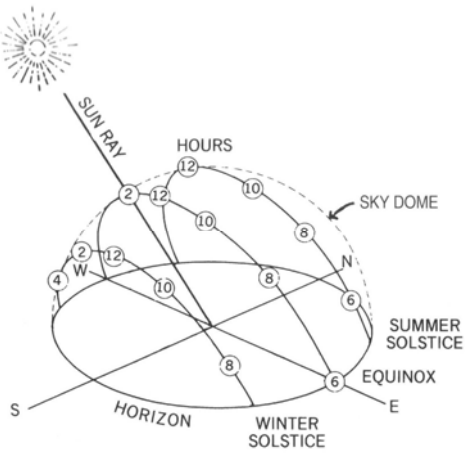
- نتیجه محاسبه موقعیت خورشید در زمان‌های مختلف در نمودارهای مسیر حرکت خورشید ارائه می‌شود.

- زاویه تابش بین ۰ تا ۹۰ به شکل دوایر هم مرکز.
- جهت تابش به صورت خطوطی که از محیط دایره افق به مرکز دایره وصل شده‌اند.



- در تابستان خورشید از شمال شرقی طلوع می‌کند و در شمال غربی غروب می‌کند.
- در اول مهر و اول فروردین دقیقاً از شرق طلوع می‌کند و در غرب غروب.
- در زمستان خورشید از جنوب شرقی طلوع می‌کند و در جنوب غربی غروب می‌کند.





۶-۲-۲- تابش بر وجوه ساختمان

- Insolation (incident solar radiation) :

شدت تابش: تابش دریافتی از خورشید در سطحی روی زمین به مساحت یک متر مربع (وات بر مترمربع).

۶-۲-۲-۱-اندازه‌گیری تابش خورشید

- اندازه گیری با دو نوع دستگاه: یکی پیرانومتر (Pyranometer) که به صورت نیم‌کره‌ای تمام پرتوهای خورشید را در یک نقطه در زاویه‌ای ۱۸۰ درجه دریافت می‌کند. دیگری پیرهلیومتر (Pyrheliometer) که مقدار پرتو مستقیم خورشیدی را که به صورت عمود به دستگاه برخورد می‌کند ثبت می‌کند، باید بسته به موقعیت خورشید حرکت کند.

- دستگاهی که حرکت خورشید نسبت به زمین را دنبال می‌کند هلیوستات نام دارد. (Heliostat)

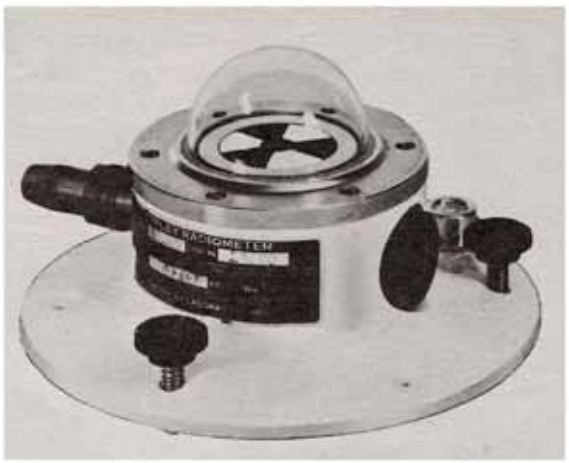


Figure 2.3.2 The Eppley Black and White Pyranometer. Courtesy Eppley Laboratories.

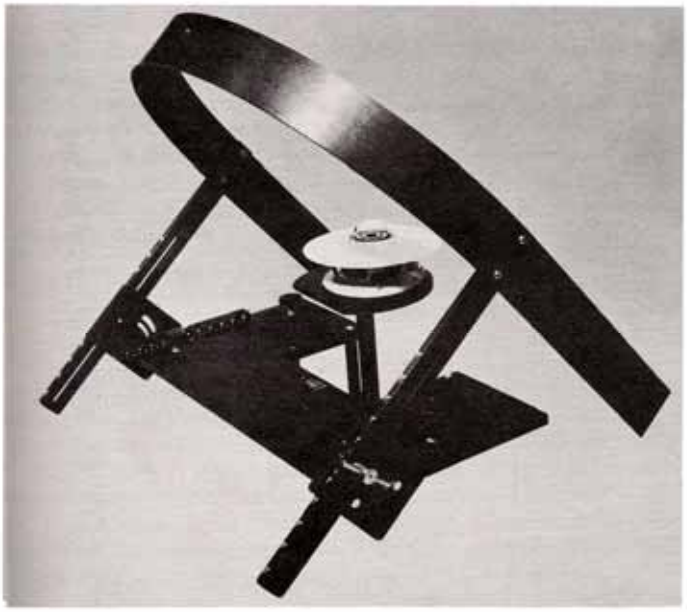


Figure 2.3.6 Pryanometer with shading ring to eliminate beam radiation. Courtesy Eppley Laboratories.

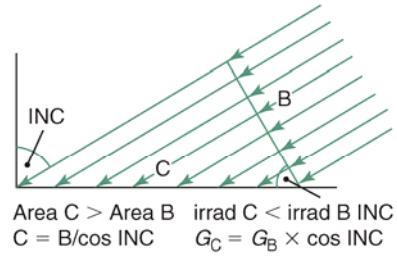
Figure 2.2.4 An Eppley Normal Incidence Pyrheliometer mounted on an altazimuth tracking mount. Courtesy Eppley Laboratories.

۶-۲-۲-۲- محاسبه شدت تابش روی سطوح کدر

- زاویه برخورد Angle of incidence

(زاویه ورود): زاویه بین پرتو خورشید و خط عمود بر صفحه

- تابش بر سطوح مایل نسبت به خورشید برابر شدت تابش خورشید بر صفحه عمود ضرب در کسینوس زاویه برخورد است.

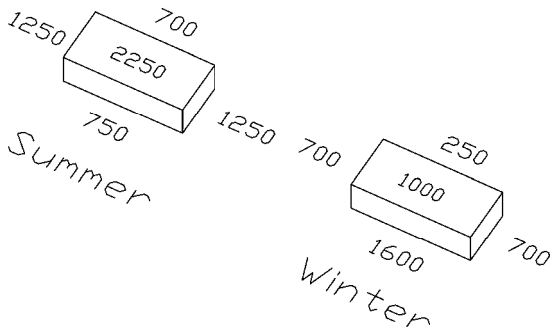


1.29.

Angle of incidence.

Area C > Area B
Intensity C < Intensity B
C=B Cos INC
$I_C=I_B$ Cos INC

- تابش بر نماهای مختلف در تابستان و زمستان به علت هندسه خورشید متفاوت است.



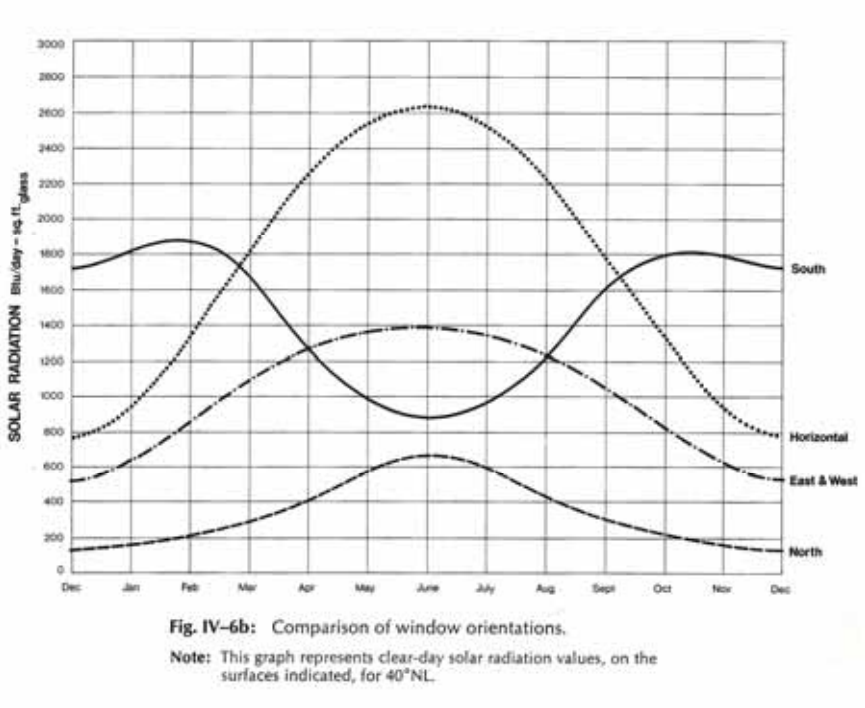


Fig. IV–6b: Comparison of window orientations.

Note: This graph represents clear-day solar radiation values, on the surfaces indicated, for 40°NL.

۶-۲-۲-۳- میزان تابش دریافتی از پنجره

$Qs=A*I*\Theta$

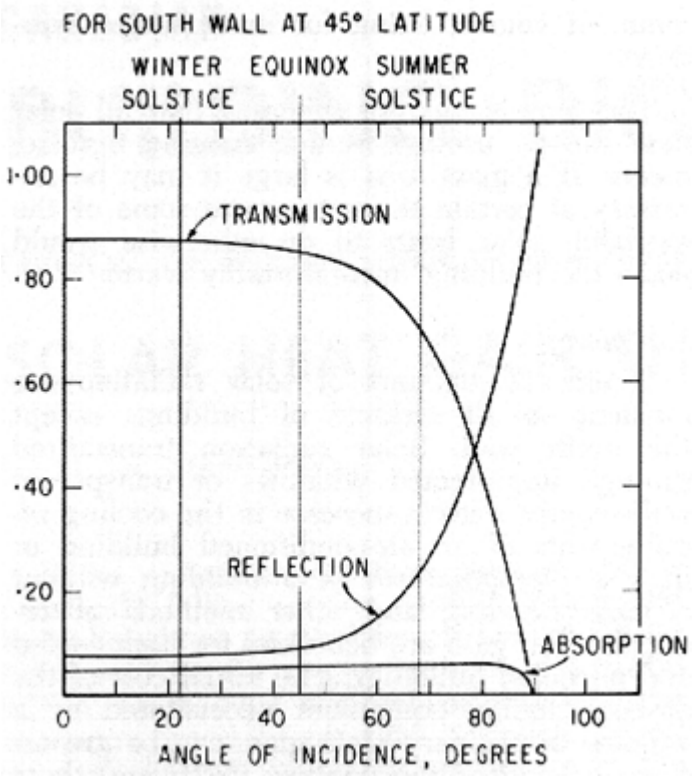
Qs توان حرارتی انتقال یافته از پنجره (وات)

A سطح پنجره (متر مربع)

I شدت تابش خورشید بر سطح پنجره (وات بر مترمربع

Θ ضریب کسب حرارت خورشیدی شیشه

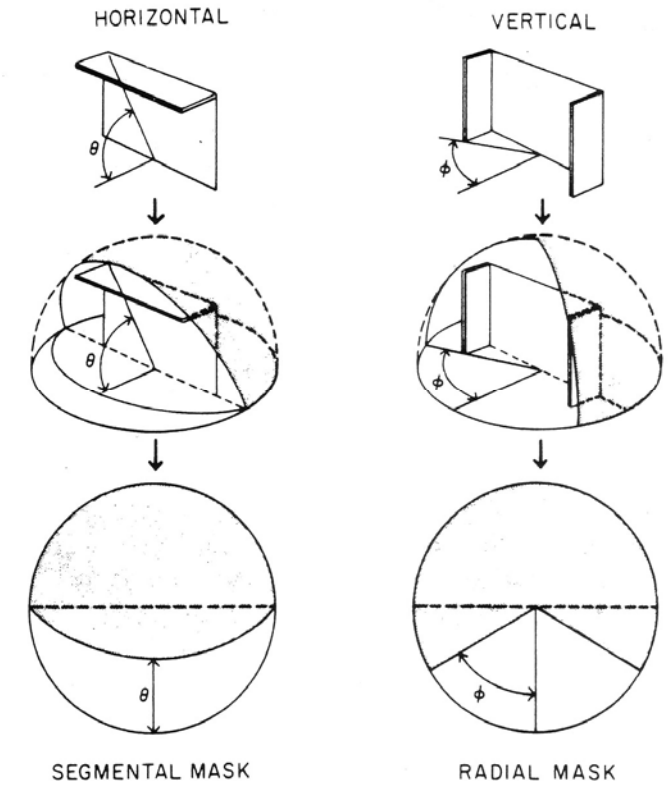
- ضریب کسب حرارت خورشیدی شیشه پنجره براساس زاویه برخورد (ورود) و از روی نمودارهای ضریب جذب آفتاب براساس زوایای برخورد برای انواع شیشه به دست می‌آید. مثلا اگر زاویه برخورد ۳۰ درجه باشد، ضریب کسب آفتاب ۰٫۸۵ خواهد بود.

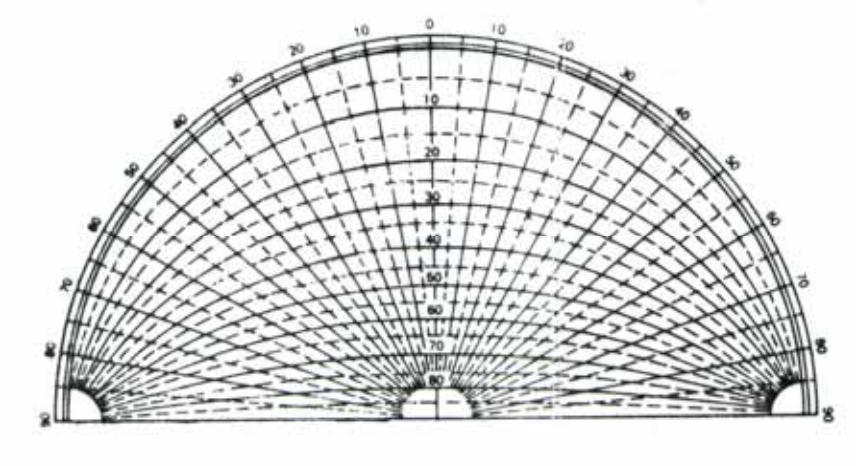


۶-۲-۳- سایه‌بان‌ها

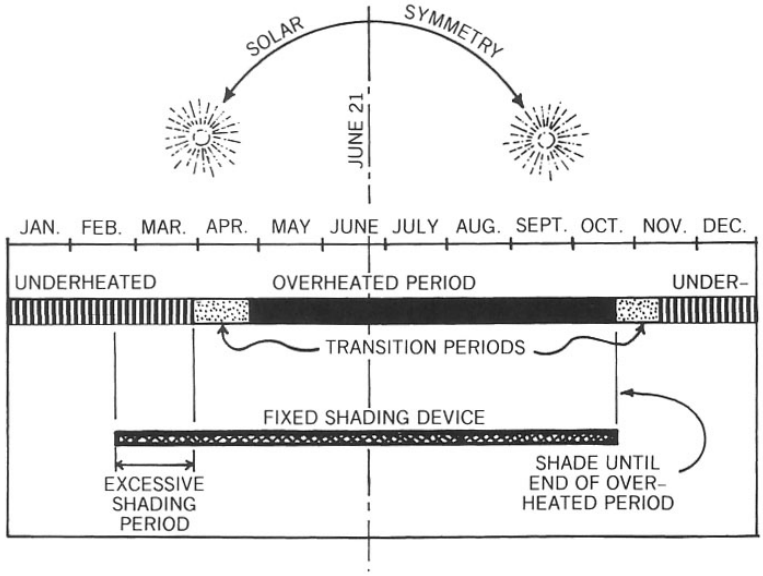
- انواع سایه‌بان‌های ثابت: افقی، عمودی، قابی، کرکره‌ای در برابر پنجره
- هر سایه‌بان افقی با یک زاویه به نام VSA تعریف می‌شود.
- هر سایه‌بان عمودی با یک زاویه به نام HSA تعریف می‌شود.

- با توجه به تفاوت دریافت تابش خورشید در نماهای مختلف طراحی سایه‌بان در هر نمای ساختمان متفاوت بوده و باید براساس زوایای موقعیت خورشید و نیازهای حرارتی محل استقرار بنا صورت گیرد.
- یکی از روش‌های طراحی استفاده از نقاب سایه است.





- معرفی روش
- نمای جنوبی سایه‌بان افقی
- نمای شمالی سایه‌بان عمودی
- نماهای شرقی و غربی: سایه‌بان متحرک در برابر تمام پنجره



– اگر سایه‌بانی در تمام اوقات گرم سال از ورود تابش به درون ساختمان جلوگیری کند در بخشی از از اوقات سرد نیز از ورود تابش جلوگیری می‌کند.

۳-۶- پوسته حرارتی ساختمان

– ضریب هدایت حرارت
– به طور معمول با افزایش چگالی ضریب هدایت حرارت افزایش می‌یابد.
– مقاومت حرارتی
– مقاومت حرارتی جدارهای تک‌لایه و چندلایه
– ضخامت معادل مصالح از نظر مقاومت حرارتی
– ضریب انتقال حرارت
– ضریب انتقال حرارت متوسط
– پروفیل دما در مقطع جدار
– عایق‌های حرارتی
– پنجره‌ها و شیشه‌های برتر از نظر حرارتی
– پل‌های حرارتی

۶-۴- جریان هوا در ساختمان و تهویه

- جریان طبیعی هوا در ساختمان به علت اختلاف فشار ایجاد می‌شود.
- این اختلاف فشار از دو طریق می‌تواند ایجاد شود: پدیده دودکشی (یا اختلاف دمای هوای داخل و خارج)، وزش باد.

۶-۴-۱- جریان هوا در اثر پدیده دودکشی

- پدیده دودکشی (stack effect, chimney effect) هنگامی اتفاق می‌افتد که هوای درون کانال عمودی که دریچه ورود و خروج و هوا دارد، گرم‌تر از هوای بیرون باشد. در این حالت هوای گرم صعود کرده و از دودکش خارج می‌شود و هوای سرد بیرون از دریچه پایین جایگزین آن می‌شود.

پدیده دودکشی در فضاهای مرتفع نیز اتفاق می‌افتد، به شرطی که دو دریچه در بالا و پایین پیش‌بینی شده باشد. در این حالت جریان هوا با اختلاف ارتفاع دریچه پایین و بالا و اختلاف دمای هوای داخل و خارج متناسب است. در ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه این پدیده کم‌اثر است اما در راهروهای ساختمان‌های چند طبقه اتفاق می‌افتد.

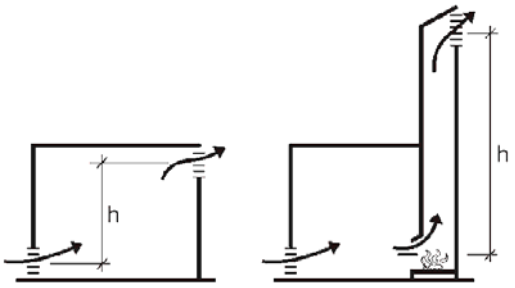


Fig. 1.15
Stack effect in a room and in a chimney.

- یک نمونه دیگر از کاربرد پدیده دودکشی، سیستم دودکش خورشیدی است. در این حالت باید دست کم یک سمت دودکش در معرض تابش خورشید بوده و ضریب جذب بالایی داشته باشد. گرم شدن این وجه دودکش موجب گرم شدن هوای داخل و ایجاد اختلاف دما بین هوای داخل و خارج و ایجاد جریان هوا در اثر پدیده دودکشی می‌شود.

۶-۴-۲- جریان هوا در اثر وزش باد

- وزش باد به طور معمول عامل تعیین‌کننده ایجاد جریان هوا در ساختمان است. در این حالت در جبهه رو به باد فشار مثبت و در جبهه پشت به باد فشار منفی ایجاد شده و میان این دو منطقه جریان هوای زیادی برقرار می‌شود.

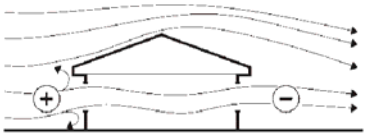
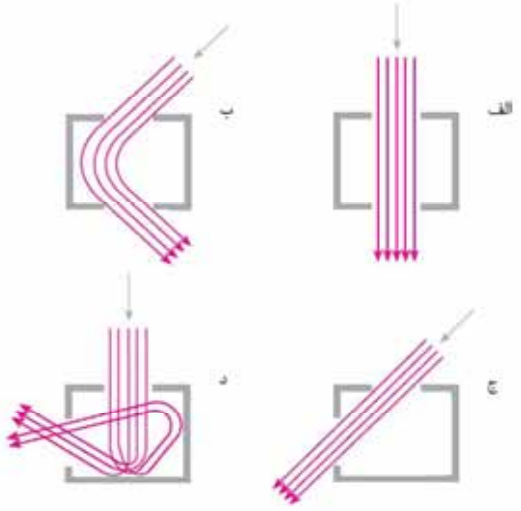
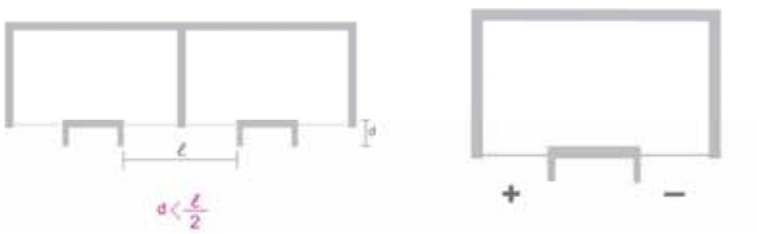


Fig. 1.16
Wind effect: cross ventilation.

- پس مهمترین اصل در ایجاد تهویه: وجود بازشو در دو سمت رو و پشت به باد
- بهترین تهویه هنگامی صورت می‌گیرد که جهت وزش باد نسبت به پنجره ها مایل باشد. چون تمامی هوای اتاق تحت تأثیر باد قرار می‌گیرد.
- اگر پنجره های اتاقی در دیوارهای مجاور باشد جهت باد عمود بر پنجره رو به باد باشد.



- اگر اتاق یک پنجره داشته باشد تهویه کم. اگر جهت باد نسبت به پنجره های پشت سرهم مایل باشد با ساخت دیواره هایی در یک طرف پنجره‌ها.
- عمق این تیغه ها در ساختمان‌های دارای چندین اتاق در یک سمت نباید بیش از نصف فاصله‌ی بین تیغه‌ی پنجره خروج باد در اتاق اول و پنجره ورود باد در اتاق دوم باشد.



۶-۴-۳- تهویه

- آثار مثبت تهویه: تأمین هوای قابل تنفس، بالا بردن تبخیر و برطرف کردن ناراحتی ناشی از خیسی بدن، خنک سازی توده مصالح هنگامی که هوای داخل گرم‌تر است، و تبادل حرارت همرفتی.
- ظرفیت حرارت هوا کم است در نتیجه اگر اتاقی تهویه نشود هوای داخل آن به اندازه سطوح دربرگیرنده آن گرم می‌شود.
- مقدار حرارتی که هوای داخل از طریق تهویه جذب یا دفع می‌کند:

$Q= 0.33\ nv\ (t2 - t1)$

- در اقلیم‌ها:

اقلیم سرد: تهویه زیاد موجب ایجاد سوز و پایین آمدن رطوبت و سوزش و خارش پوست

گرم و مرطوب : محدودیتی ندارد. باید سرعت آن به دو متر در ثانیه برسد.

گرم و خشک: تهویه روز حداقل – تهویه شبانه ۱ متر در ثانیه کافی است.

۶-۴-۴- کنترل باد

- کاهش سرعت وزش باد بر ساختمان موجب کاهش نشت و نفوذ هوای ناخواسته از طریق منافذ ساختمان می‌شود و در نتیجه کاهش اتلاف حرارت از ساختمان می‌گردد.
- کنترل باد بر ساختمان از طریق بادشکن‌ها صورت می‌گیرد که می‌توانند طبیعی یا مصنوعی باشند.

قواعد کلی طراحی بادشکن:

۱- هر چه ارتفاع بادشکن بیشتر باشد، طول ناحیه حفاظت‌شده در برابر باد بیشتر خواهد بود.

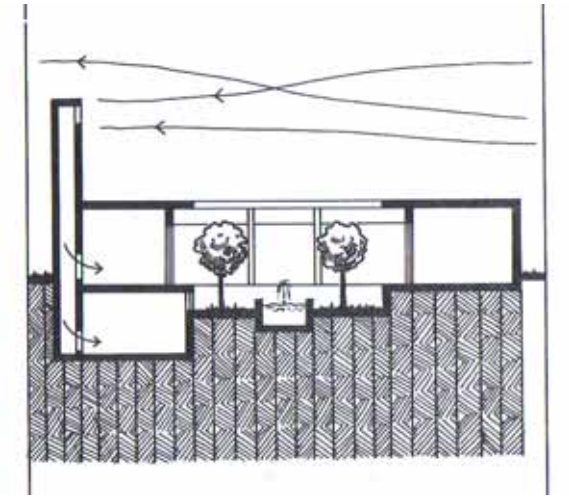
۲- حداکثر طول سایه باد وقتی حاصل می‌شود که طول باد شکن ۱۱ تا ۱۲ برابر ارتفاع آن باشد. افزایش بیشتر طول بادشکن، طول منطقه محافظت‌شده را افزایش نمی‌دهد ولی کارایی بادشکن را زیاد می‌کند.

۳- موانع یکپارچه و متراکم بیشترین کاهش سرعت باد را موجب می‌شوند اما در مسافت کوتاهی پشت بادشکن. موانع نفوذپذیر سرعت باد را کمتر کاهش می‌دهند اما طول ناحیه محافظت شده حاصل از آنها بیشتر است.

٤- مطلوب‌ترین بادشکن‌ها تخلخلی بین ۲۵ تا ٦۰ درصد دارند. تخلخل زیاد ۵۰ درصد تا ۲۰ برابر ارتفاع سایه مناسبی می‌دهد (سرعت باد ۳۰ درصد سرعت اولیه می‌شود). اما تخلخل کم ۲۵ درصد تا طولی حدود ٤ برابر ارتفاع سرعت را تا ۱۰ درصد سرعت اولیه کاهش می‌دهد اما پس از آن کاهش قابل توجهی را موجب نمی‌شود.

۵- افزایش پهنای بادشکن طول سایه را نمی‌افزاید. مثلا یک جنگل به میزان زیادی از طول سایه می‌کاهد.

۶-۴-۵- بادگیر



- هم به صورت ورودی عمل می کند هم به صورت خروجی.

جمع آوری هوا هنگام وزش باد و وورد آن به داخل ساختمان به علت اختلاف فشار

دودکش هنگام عدم وزش باد و حرکت هوای گرم به سمت بالا / یا قرار دادن دهانه خروجی در فشار منفی و مکش هوا اتاق به سمت بالا

- در ایران در دو منطقه: گرم و خشک و گرم و مرطوب
- در گرم و خشک ورود باد کویری از طریق پنجره ها مناسب نیست. بادگیرها نیز مرتفع هستند تا موجب ورود خاک نشوند.
- در گرم و خشک ۳ نوع متداول است: چهار، هشت و یک طرفه. چهار طرفه متداول ترین
- هشت طرفه فقط در یزد. برای بادگیرهای مرتفع تا پایداری آنها در برابر باد بیشتر شود.
- یک طرفه مخصوص مناطقی که باد کویری نامناسب زیاد است و دهانه بادگیر فقط رو به باد مطلوب قرار می گیرد. مانند میبد.
- در برخی موارد در زیر مجرای بادگیر حوض آب و فواره قرار می دهند تا برودت تبخیری ایجاد شود. مانند بادگیر باغ دولت آباد یزد که بلندترین بادگیر نیز می باشد.
- در مناطق گرم و مرطوب فقط ٤ طرفه وجود دارد.
- در بندر لنگه و کنگ خانه ها ٤ تا ٦ بادگیر دارند.
- بادگیرهای این منطقه نسبت به مناطق کویری حجیم تر و کم ارتفاع تر هستند.

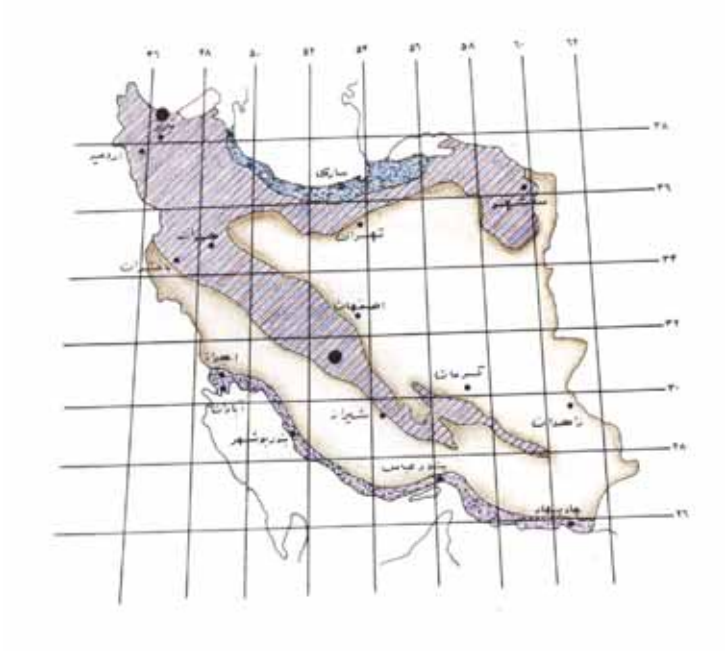
۷- معماری اقلیمی ایران

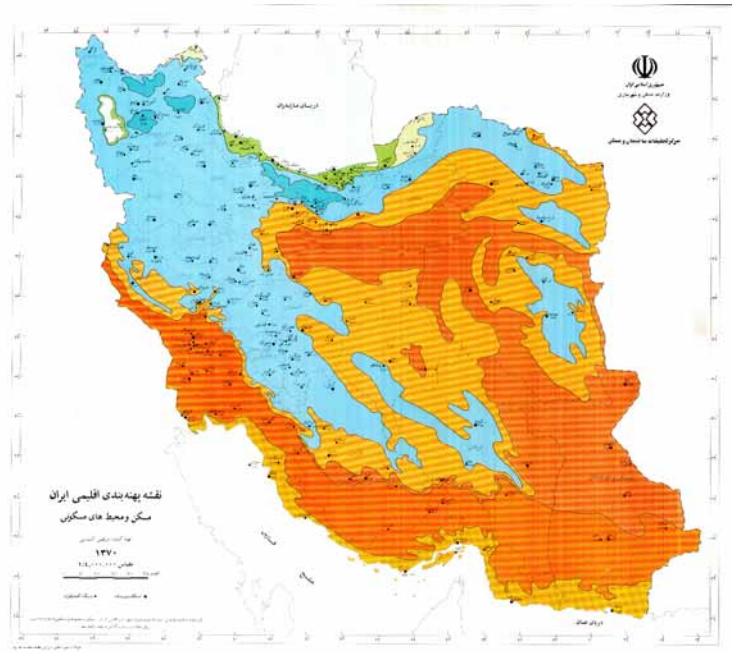
۷-۱- پهنه‌بندی اقلیمی ایران

- تقسیم بندی شاخص: ٤ اقلیم:

معتدل و مرطوب سواحل دریای خزر – گرم و خشک فلات مرکزی – سرد نواحی کوهستانی و مرتفع – گرم و مرطوب سواحل خلیج فارس و دریای عمان

- پهنه‌بندی جزیی تر مهندس کسمایی: ۸ پهنه

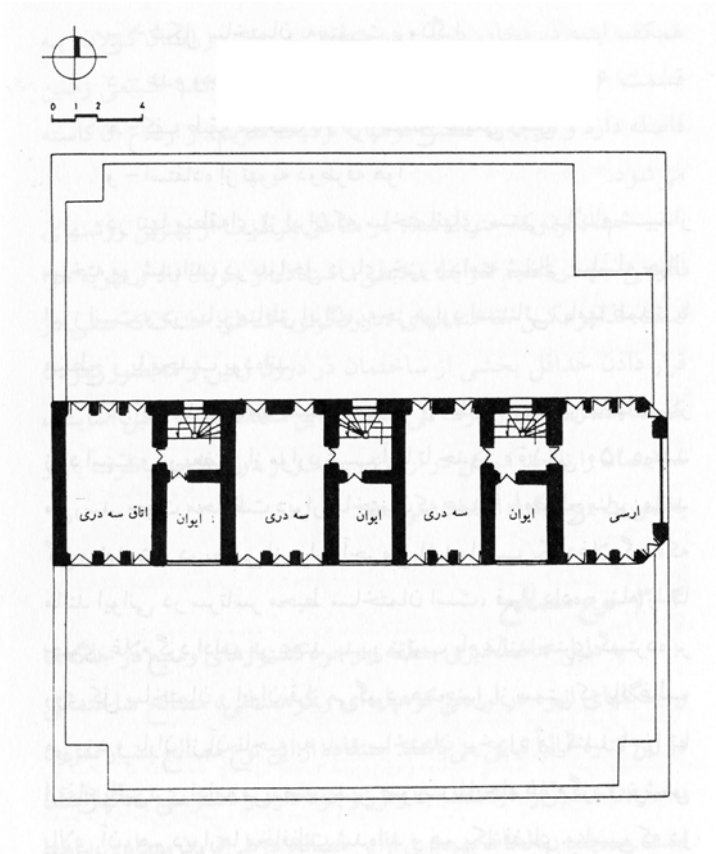




۷-۲- اقلیم معتدل و مرطوب

- تابستان گرم و مرطوب
- زمستان سرد
- بارندگی سالیانه ۱ الی ۲ متر
- بافت شهری گسسته

- ساختمان‌های برون گرا، ایوان سراسری، طویل و باریک روی پایه های چوبی یا سنگی و گلی



- بام‌های شیب دار
- عدم وجود زیرزمین
- مصالح نباتی و بنایی

- ۴ نوع بام:

گالی پوش خانه: متداول ترین در جلگه ها

گره زدن ساقه های برنج به خرپا

لته سر: در نواحی کوهستانی و نزدیک جنگل – پوشش بام با تخته های چوبی

سفال پوش خانه در ابنیه مهم و پایدار

سیمکا خانه: میخ کردن ورق های آهن سفید روی خرپا

- دو نوع دیوار:

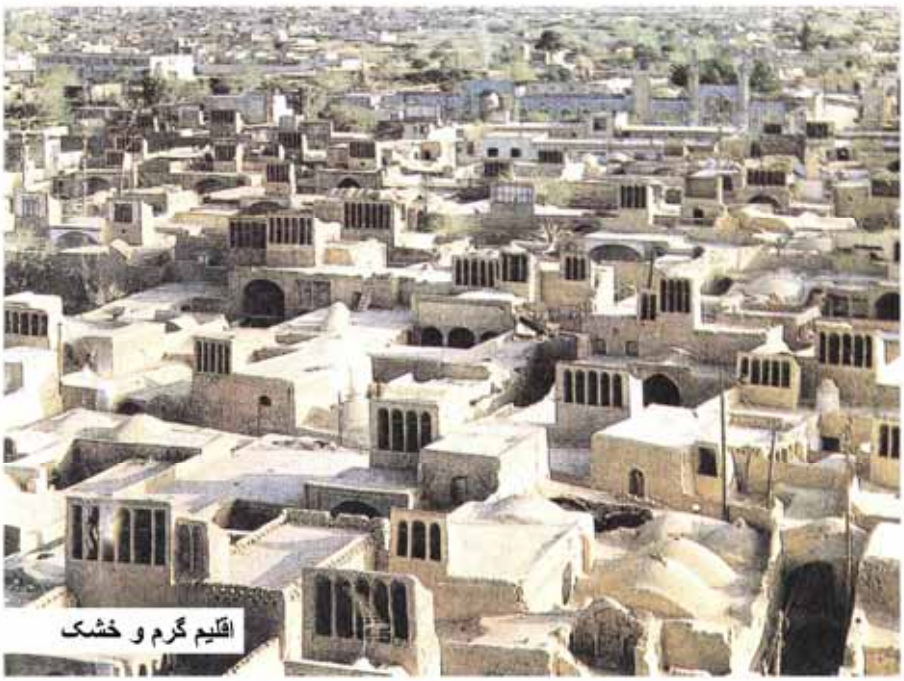
دارورچین: تنه های قطور درخت جفت جفت در دو طرف دیوار و بعد اندود کاه گل – جنگل و کوهستان

نفار (زیگالی): تیرهای عمودی، بستن تیرهای افقی با طنابهای گیاهی پر کردن میان با گل

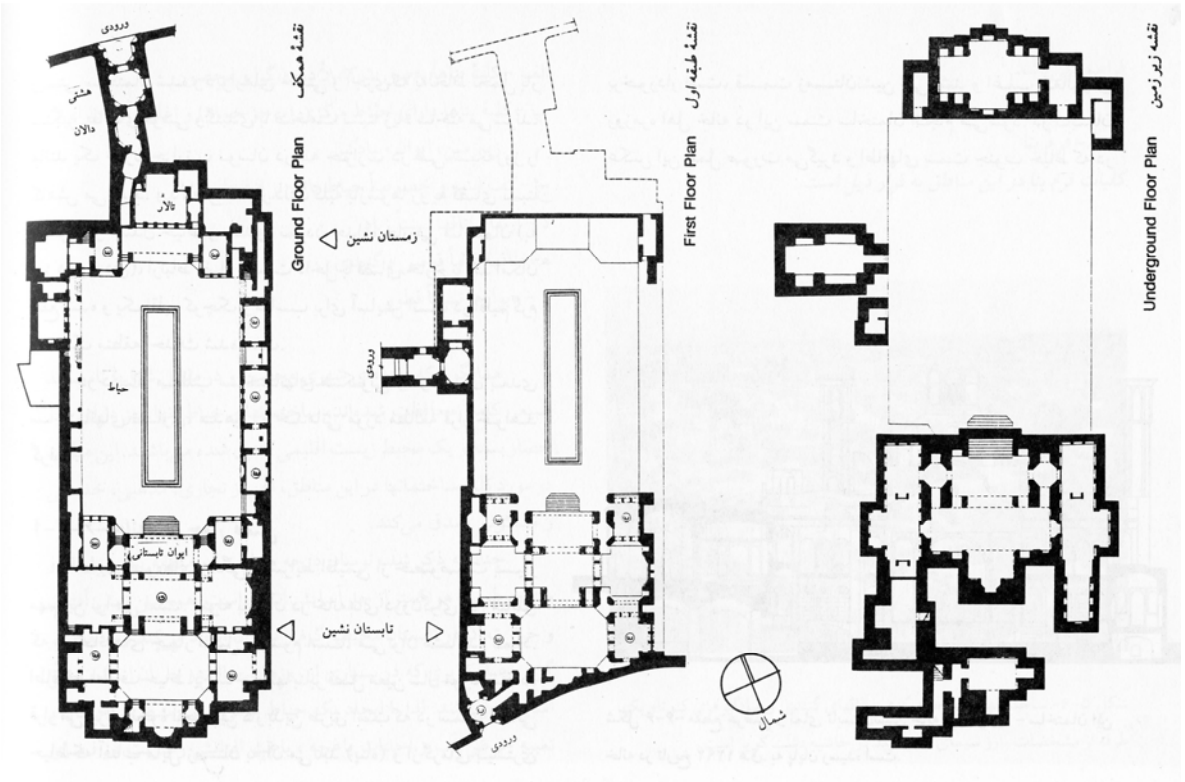
بهترین نمونه تطبیق با اقلیم: گالی پوش خانه با دیوار نفار

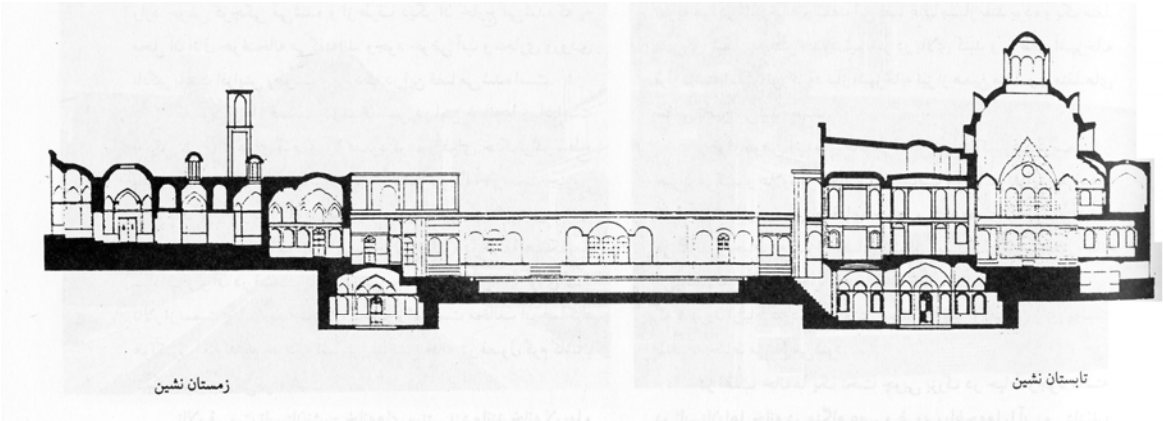
۷-۳- اقلیم گرم و خشک

- تابستان گرم و خشک
- زمستان سرد
- نوسان زیاد دما در شبانه روز
- بافت شهری متراکم به خاطر بادهای کویری


اقلیم گرم و خشک

- کوچه ها باریک و نامنظم و گاه پوشیده با طاق (سایه و باد کویری)
- ساختمان‌های کاملا درون گرا
- دارای حیاط مرکزی به عنوان یک خرد اقلیم مرطوب
- زمستان نشین در شمال و تابستان نشین در جنوب – بادگیر در جنوب


ورودی
هشتی
دالان
تالار
حیاط
ایوان تابستانی
نقشهٔ همکف
Ground Floor Plan
زمستان نشین
تابستان نشین
نقشهٔ طبقهٔ اول
First Floor Plan
ورودی
ورودی
شمال
نقشهٔ زیر زمین
Underground Floor Plan



- بام‌های قوسی و گنبدی با ارتفاع زیاد برای تهویه و صعود هوای گرم
- گنبد حرارت کمتری از بام تخت می گیرد چون بخشی در سایه است. و می تواند دو پوسته باشد.
- مصالح شامل خشت و آجر

- ساختمان های به ٤ دلیل از سطح کوچه ۲ تا ۳ متر پایین تر است: (و اقلیم سرد)

۱- سوار شدن آب جویها

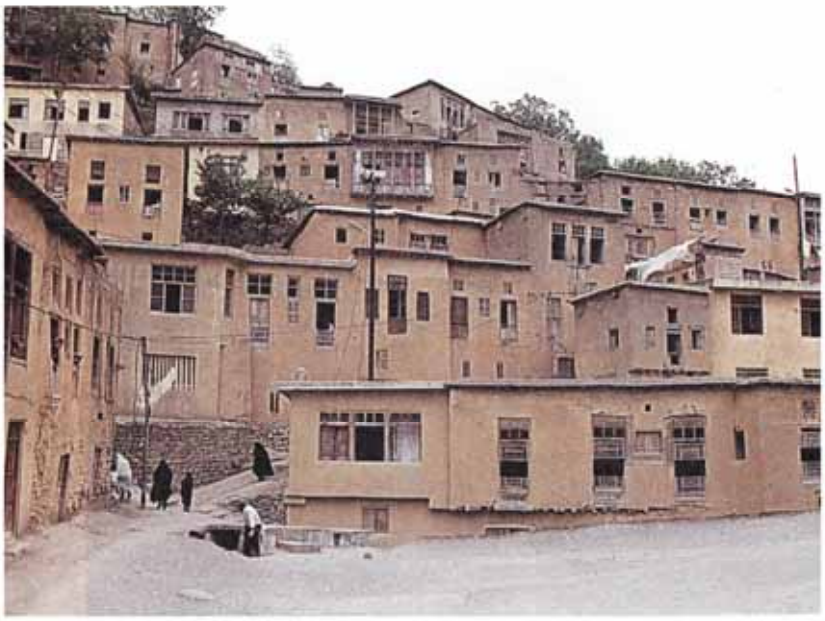
۲- استفاده از زمین به عنوان عایق حرارتی و کاهنده نوسان شب و روز

۳- پایداری بیشتر در برابر زلزله

٤- در صورت مناسب بودن خاک استفاده از همان خاک جمع اوری شده برای ساخت بنا

۷-۴- اقلیم سرد و خشک

- تابستان معتدل
- زمستان بسیار سرد
- نوسان زیاد دما در شبانه روز
- بافت شهری متراکم به خاطر کاهش اتلاف حرارت



- ساختمان‌های کاملا درون گرا
- دارای حیاط مرکزی کوچک تر
- اتاق ها کم ارتفاع
- بازشوها کوچک عمق ایوانها کم
- ساختمان تابستان نشین ندارد: ساختمان عمدتا در شمال قرار می گیرد
- بام‌های قوسی و مسطح (وجود چوب)
- مصالح شامل سنگ، خشت و آجر و تیر چوبی

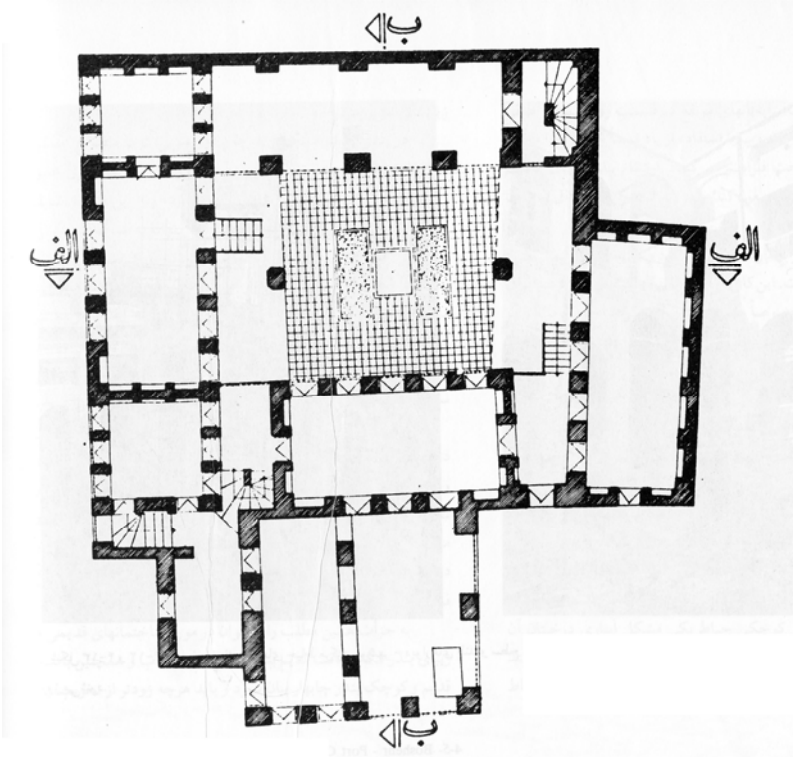
- روستای کندوان در دامنه کوه سهند خانه درون سنگها

۷-۵- اقلیم گرم و مرطوب

- به وسیله رشته کوههای زاگرس از فلات مرکزی جدا شده است.
- تابستان بسیار گرم و مرطوب
- زمستان معتدل
- بارندگی اندک
- بارندگی در سواحل خلیج فارس بیشتر و منظم تر است اما در سواحل دریای عمان تحت تأثیر بادهای موسمی اقیانوس هند نامنظم و خشک سالی فراوان
- شور بودن آبهای زیر زمینی و پوشش گیاهی بسیار کم
- بافت شهری نیمه متراکم – هدف ایجاد سایه و استفاده از جریان باد

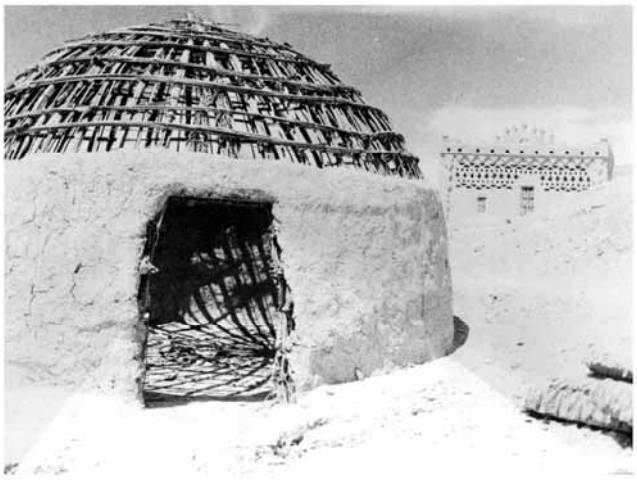
– گسترش شهر به موازات خط ساحل

- ساختمان‌های نیمه درون گرا (هم بدنه داخلی و هم خارجی بازشو دارد)
– دارای حیاط مرکزی



– پنجره ها و ایوان های وسیع رو به کوچه (ایوان ها از مناطق دیگر بزرگتر)

- ارتفاع زیاد اتاق ها
- طبقات مرطوب همکف خدماتی و انبار. سکونت در طبقات بالاتر
- بام‌های مسطح و به ندرت قوسی – جان پناه مشبک برای حفاظت از دید و کوران
- دارای بادگیر های حجیم کم ارتفاع و متعدد (هر خانه در بندرلنگه ٤ تا ٦ بادگیر دارد).
- مصالح شامل سنگ، خشت و آجر و تیر چوبی (چوب بهترین اما کم است)
- قوسهای نیم دایره
- خانه حصیری تنگدستان : کپر – اقلیمی مناسب. عدم ذخیره حرارت. مقاوم در زلزله. اما عمر کوتاه و قابل اشتعال



۷-۶- نکات دیگر

- به جز سواحل خزر کلیه ساختمان های ایران اعم از مسکونی تجاری مذهبی و خدماتی به صورت حیاط مرکزی احداث می شده است.
- ساختمانی که در تمامی اقلیم ها به یک صورت ساخته می شده : حمام

۸- سیستم‌های خورشیدی

۸-۱- تعاریف و طبقه‌بندی‌ها

- استفاده از انرژی خورشید به دو صورت: غیر مستقیم و مستقیم
- غیرمستقیم با استفاده از گیاهان (فتوسنتز؛ غذاها)، آب‌های جاری (توربین آبی)، وزش باد (آسیاب بادی)، گرمای محیط (پمپ گرمایی)، حیوانات (مواد غذایی، سوخت‌های فسیلی)
- استفاده مستقیم: از طریق سیستم‌های خورشیدی
- ساختمانی با سیستم خورشیدی به ٤ عامل نیاز دارد:

۱- عنصر خورشیدی و ملحقات به عنوان مبدل انرژی تابشی به حرارتی یا الکتریکی یا شیمیایی

۲- خازن گرمایی برای ذخیره مازاد انرژی تولیدی

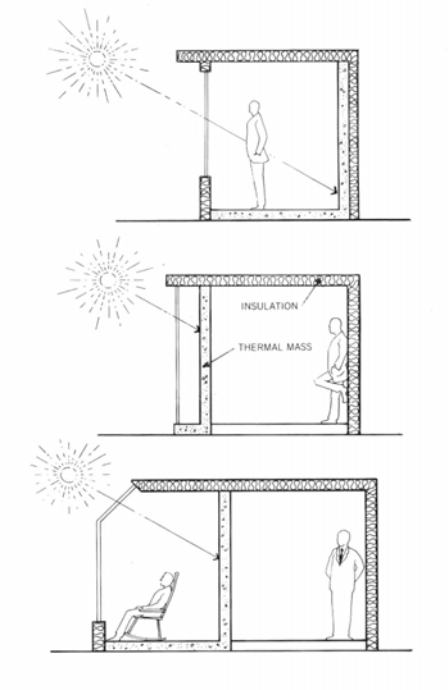
۳- عایق حرارتی برای کاهش اتلاف حرارت ساختمان

٤- گرمایش کمکی برای ایجاد گرمایش در روزهای پیاپی ابری زمستان

- سیستم‌های خورشیدی: غیرفعال (passive) و فعال (active)
- غیرفعال: سیستمی که پس از تبدیل انرژی تابشی خورشید به انرژی حرارتی، کنترل جریان انرژی حاصل به روش‌های طبیعی و بدون استفاده از هیچ انرژی دیگری صورت می‌گیرد.

- سیستم فعال: در آنها برای انتقال انرژی حرارتی به فضاهای موردنظر یا خازن ها و یا مبدل‌های حرارتی از انرژی‌های دیگر (معمولا الکتریسیته) در پمپ‌ها یا بادبزن‌ها استفاده می‌شود.

۸-۲- سیستم‌های غیرفعال



- غیر فعال به ۳ دسته تقسیم می‌شود: دریافت مستقیم، دریافت غیرمستقیم، دریافت مجزا
- دریافت مستقیم: پنجره آفتابی، پنجره سقفی
- دریافت غیرمستقیم: دیوار ترومب، گلخانه، بام حوضچه‌ای
- دریافت مجزا: ترموسیفون

۸-۲-۱- پنجره آفتابی

- پنجره‌ای با سطح زیاد رو به جنوب. به دام انداختن پرتوهای خورشید و گرم شدن فضا.
- فضا دارای جرم حرارتی باشد که پرتو خورشید مستقیم بر آنها بتابد.
- عمق فضا نباید بیش از ۲٫۵ برابر ارتفاع پنجره باشد.
- برای افزایش دریافت خورشید باید ضریب جذب شیشه‌ها اندک و ضریب عبور آنها زیاد باشد.
- برای کاهش اتلاف حرارت شبانه استفاده از عایق حرارتی روی پنجره.
- استفاده از سایه‌بان نیز می‌تواند عملکرد آن را بهبود بخشد.
- می‌توان از شیشه پخش‌کننده انرژی تابشی استفاده کرد تا پرتو در کل فضا منتشر شود.

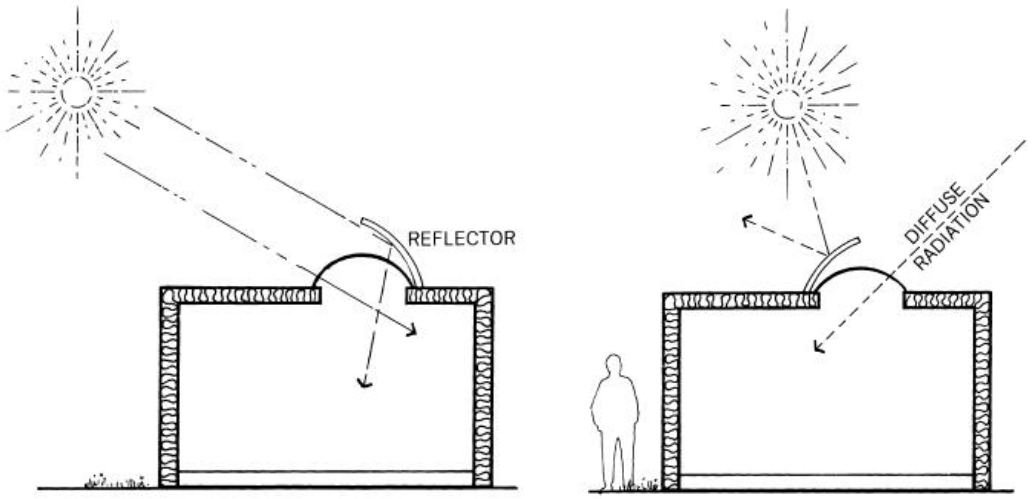
TABLE 7.7B RULES FOR ESTIMATING REQUIRED THERMAL MASS IN DIRECT-GAIN SYSTEMS

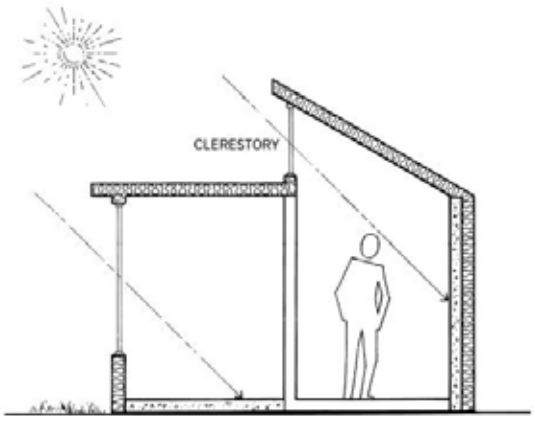
Thermal Mass	Thickness (inches)	Surface Area per Square Foot of Glazing (ft^2)
Masonry or concrete exposed to direct solar radiation (Figure 7.7a)	4 to 6	3
Masonry or concrete exposed to reflected solar radiation (Figure 7.7b)	2 to 4	6
Water	About 6	About 1/2

۸-۲-۲- پنجره سقفی

به دو صورت: Skylight و Clerestory

اولی همیشه تابش دارد و مناسب نیست و شب نیز تبادل حرارتی بیشتری با آسمان دارد.

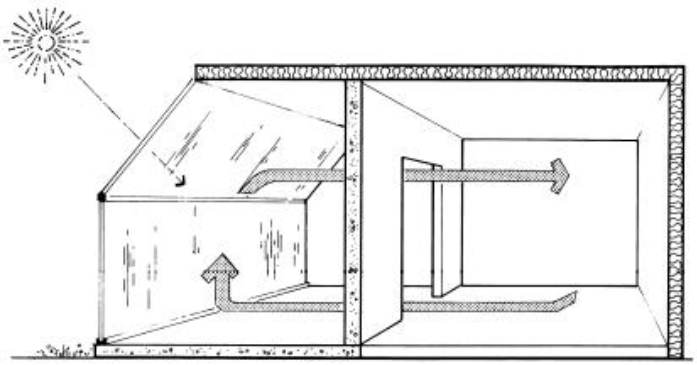




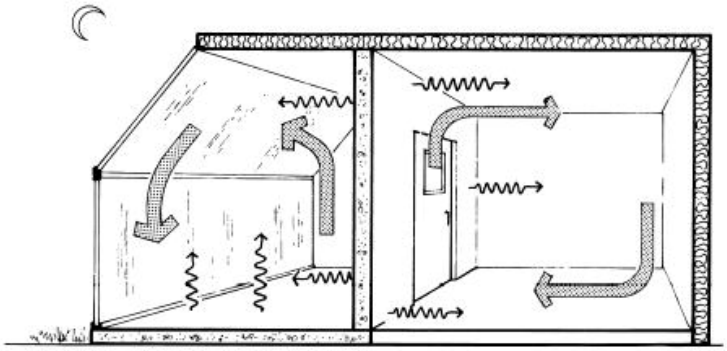
۸-۲-۳- گلخانه

Green House, sun space

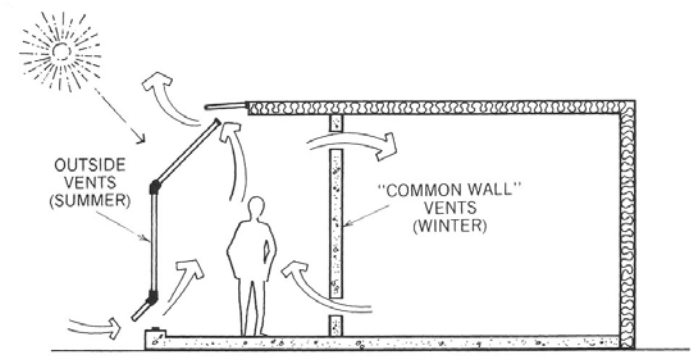
- از طریق سطح وسیع شیشه‌ای تابش را دریافت کرده و به فضای زندگی هدایت می‌کند؛ به صورت مستقیم یا غیر مستقیم.
- در حالت غیر مستقیم بین گلخانه و فضای زندگی دیوار خازن گرما وجود دارد.
- در شب و روزهای ابری اتلاف زیادی به بیرون دارد و لازم است از شیشه دوجداره و عایق متحرک استفاده شود.
- سایه‌بان متحرک در تابستان مانع افزایش بیش از حد دما می‌شود.
- وجود مصالح خازن در گلخانه مانع ایجاد نوسان شدید دما در شبانه‌روز می‌شود.

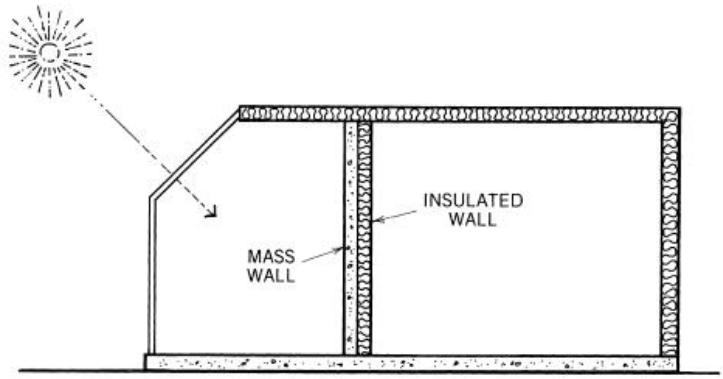


Winter - Day



Winter - Night





Extreme Climates

TABLE 7.14 RULES FOR ESTIMATING THE REQUIRED THERMAL MASS IN SUN SPACE SYSTEMS

Thermal Mass	Thickness (inches)	Surface Area per Square Foot of Glazing (ft^2)
Masonry common wall (noninsulated)	8 to 12	1
Masonry common wall (insulated)[a]	4 to 6	2
Water [a]	About 12[b]	About 1/2

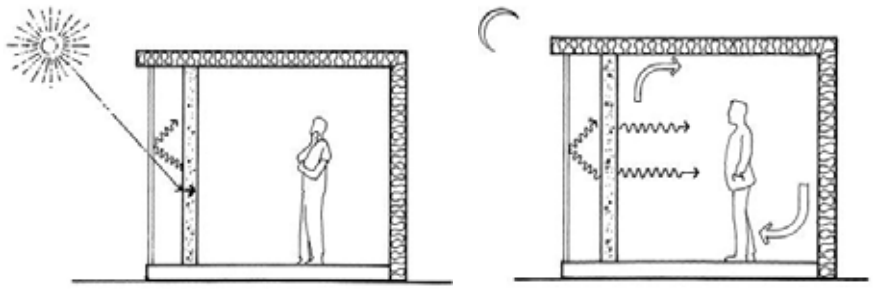
[a] Since this mass is exclusively for the sun space, some additional mass will be required for the main building.

[b] Use about 2 gallons of water for each square foot of glazing. Source: *Solar Age,* June, 1984, p. 32.

۸-۲-۴- دیوار ترومب

Thrombe Wall

- شامل دیواری خازن گرما که به فاصله ۷٫۵ تا ۱۰ سانتی‌متر از آن جداری شیشه‌ای قرار گرفته است.
- دیوار خازن می‌تواند از مصالح بنایی مثل بتن، آجر، سنگ و خشت یا از مخازن آب باشد.
- جهت دیوار بهتر است رو به جنوب باشد.
- می‌توان در بالا و پایین دیوار دریچه‌هایی تعبیه نمود.



RULES FOR ESTIMATING THE REQUIRED THICKNESS OF A TROMBE WALL

Thermal Mass	Thickness (inches)	Surface Area per Square Foot of Glazing (ft^2)
Adobe (dry earth)	6 to 10	1
Concrete or brick	10 to 16	1
Water [a]	8 or more	1

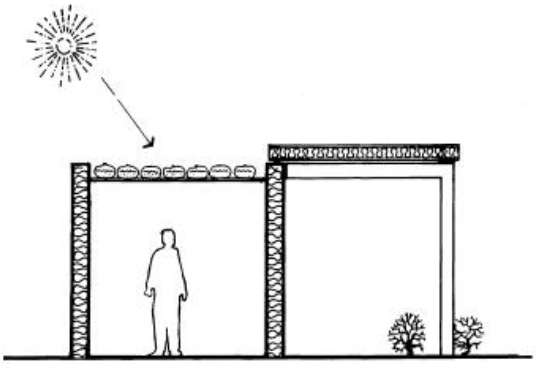
[a] If tubes are used, they should be at least 10 inches in diameter. Source: *Solar Age,* May, 1979, p. 64.

۸-۲-۵- بام حوضچه‌ای

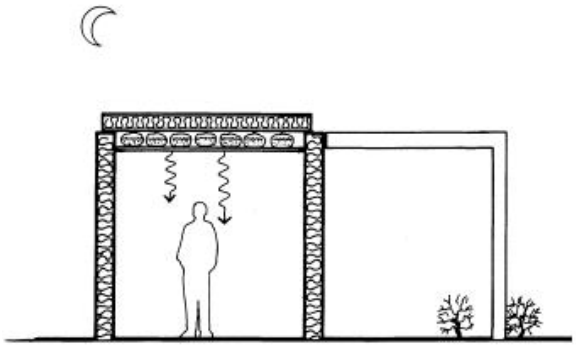
Roof pond

بر روی سقفی از ورق فولاد یا بتن به ضخامت کم کیسه‌های پلاستیکی حاوی آب قرار می‌دهند. روی بام برای جلوگیری از اتلاف حرارت شبهای زمستان عایق حرارتی می‌گذارند.

- تنها در یک طبقه ساختمان جواب می‌دهد. بار مرده زیاد. تعمیر و نگهداری دشوار.
- اما تنها سیستم خورشیدی که هم برای برودت و هم برای حرارت استفاده می‌شود.



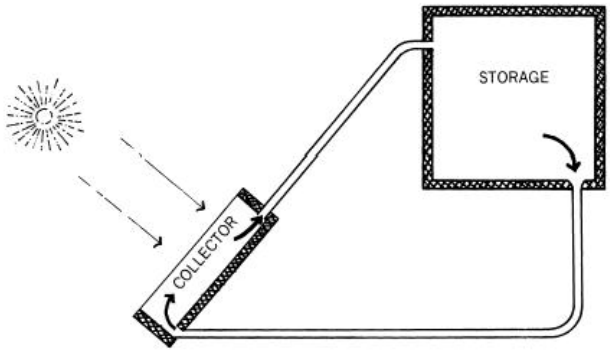
روز زمستان (یا شب تابستان)



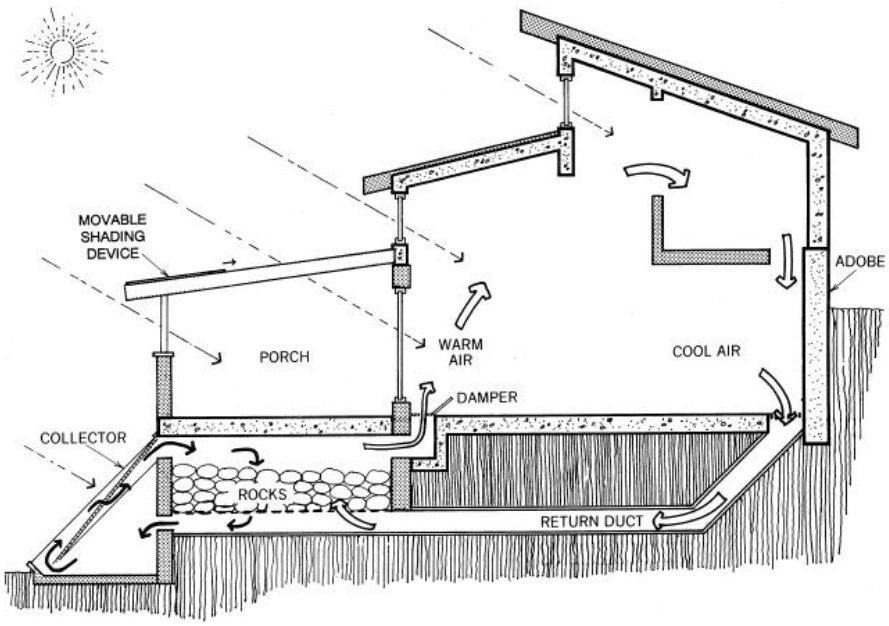
شب زمستان (یا روز تابستان)

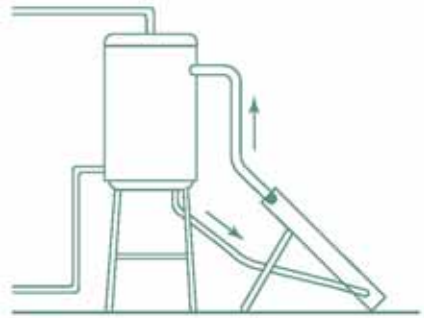
۸-۲-۶- ترمو سیفون

جمع آوری تشعشع و حرارت حاصل خارج از فضای مفید ساختمان صورت می‌گیرد و گرمای حاصل با جریان طبیعی به نام ترموسیفون بدون استفاده از پمپ یا بادبزن وارد خازن حرارتی شده و از آنجا وارد فضای زندگی می‌شود.

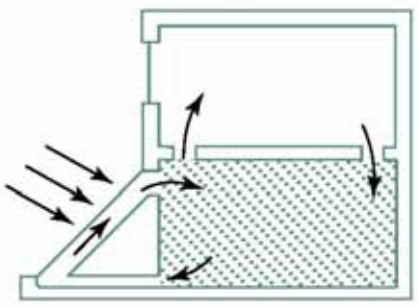


The convective loop (thermosiphon) system requires the storage to be above the collector.





4.11.
A thermosiphon solar water heater.



Thermosiphon: air

- بهره‌گیری از تور سیمی موجب داغ‌تر شدن هوا می‌شود.

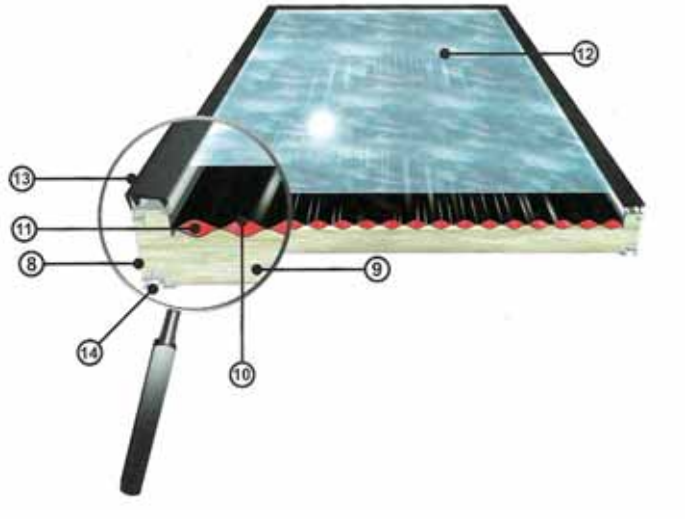
۸-۳- سیستم‌های فعال

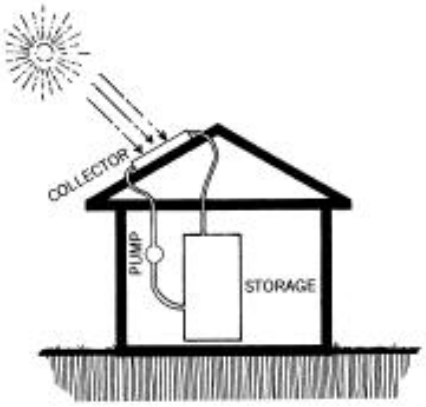
- انواع سیستم‌های فعال: گردآورنده مسطح با سیال مایع، گردآورنده مسطح با سیال هوا، گردآورنده‌های متمرکز کننده خطی (سهموی) و برجی، سلول خورشیدی (فتوولتاییک)

۸-۳-۱- گردآورنده مسطح با سیال آب

صفحات جاذب انرژی خورشید که از ٤ قسمت تشکیل شده‌اند: جعبه نگهدارنده، لایه عایق حرارت، صفحه جاذب و پوشش.

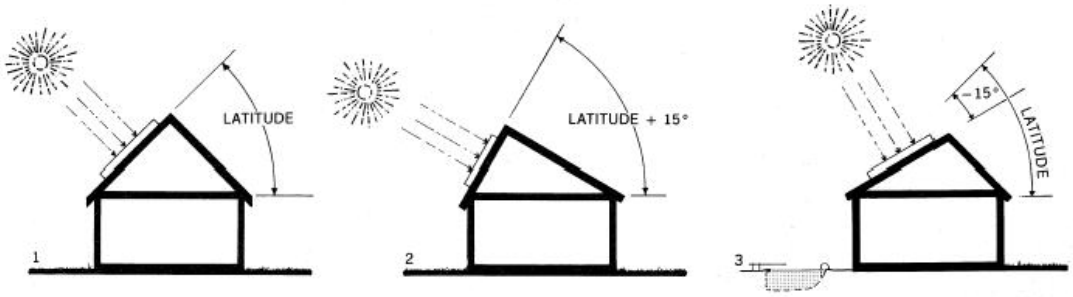
- برای افزایش بازده سطح جاذب معمولا تیره و یا از سطوح برگزیده کم‌گسیل.
- پوشش معمولا شیشه‌ای.





۸-۳-۲- گردآورنده مسطح با سیال هوا

- مانند قبلی با این تفاوت که باید سطح تماس هوا و صفحه جاذب بیشتر شود.
- مشکل بروز نشت که به سادگی قابل تشخیص نمی‌باشد.
- خازن حرارتی در این نوع انباره سنگی است.



A collector tilt: (1) a collector tilt for domestic hot water; (2) a collector tilt for space heating and for combination space heating and domestic hot water; (3) a collector tilt for heating swimming pools

۸-۳-۳- متمرکز کننده‌های خطی (سهموی) و برجی (گردآورنده‌های متمرکز و خطی)

- برای تولید گرمای زیاد
- شکل‌های جزوه قبادیان

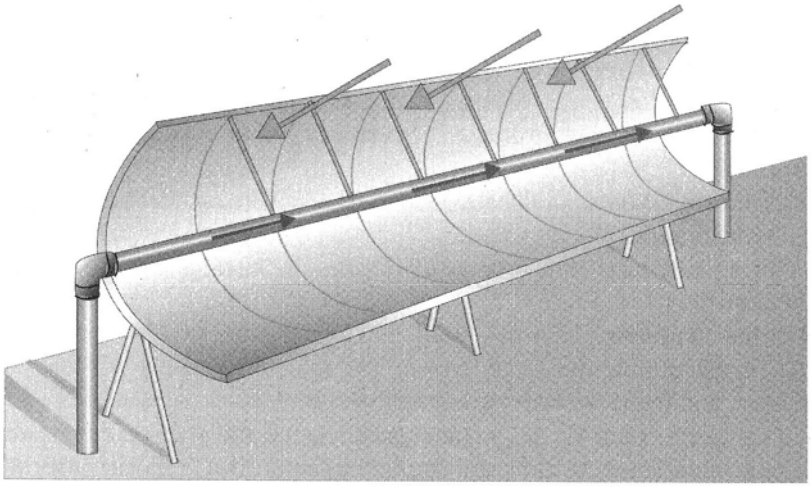
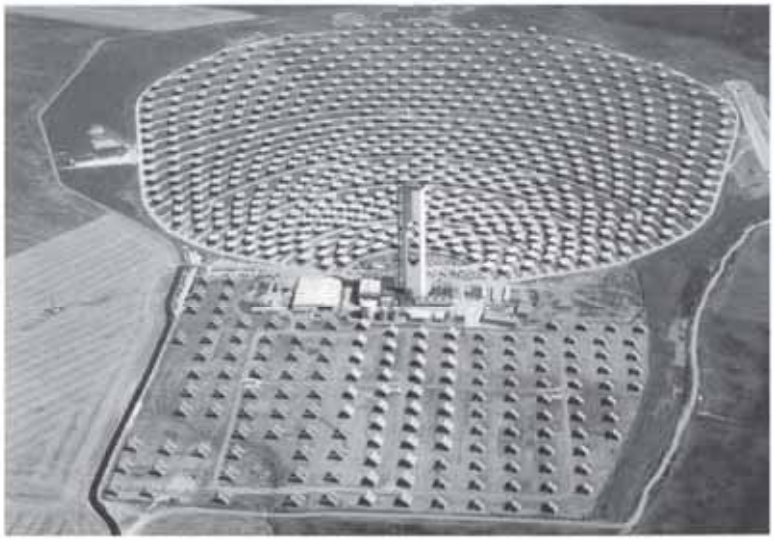


Figure 10.9 Passive parabolic concentrator used in solar power generating plants.



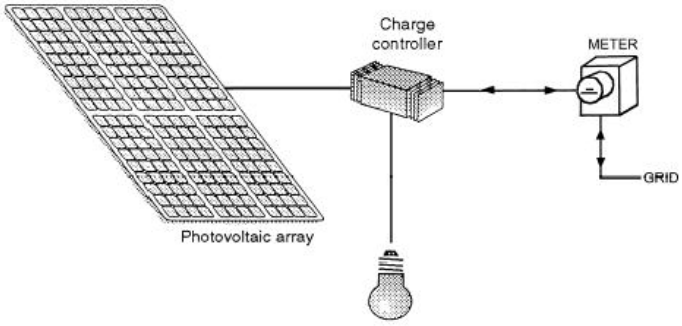
4.23.
A 11 MW power tower system in Spain with a 115 m high tower.

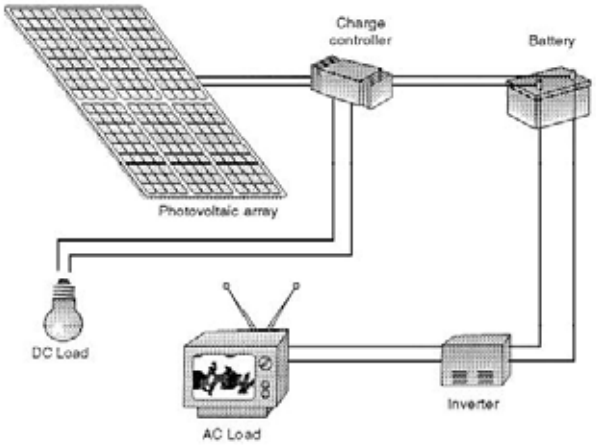
- در گردآورنده‌های برجی از هلیوستات (خورشید یاب) برای تنظیم آینه‌ها استفاده می‌شود.

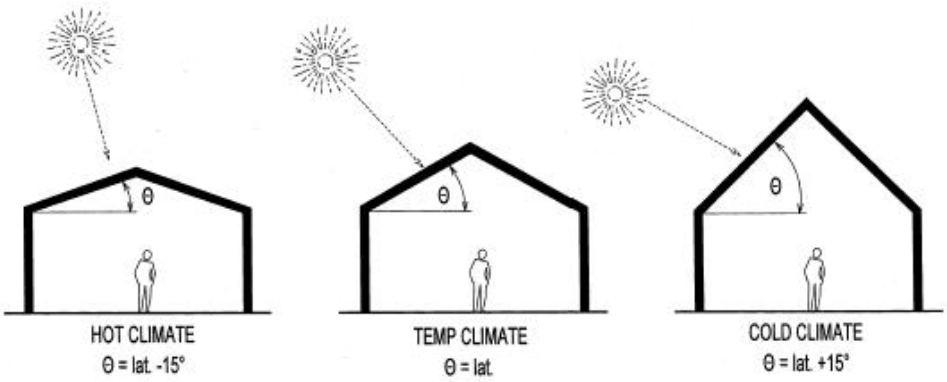
۸-۳-۴- سلول‌های خورشیدی

Photovoltaics

- از مواد نیمه هادی (کریستال موادی مانند سیلیکون، سلنیوم با ضخامت حدود ۵ میلی‌متر)
- انرژی تابشی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.
- بازده آن به دمای سطح آن بستگی دارد.
- پشت آنها باید تهویه و خنک شود.


Charge
controller
METER
GRID
Photovoltaic array


Charge
controller
Battery
Photovoltaic array
DC Load
AC Load
Inverter


θ
θ
θ
HOT CLIMATE
θ = lat. -15°
TEMP CLIMATE
θ = lat.
COLD CLIMATE
θ = lat. +15°