

تنظیم شرایط محیطی

علی خزایی

دانشگاه فنی مهندسی کرمانشاه

www.IRANDAMA.com

Ali8000@Gmail.com

فهرست مطالب

۲	پیشگفتار.....
۶	فصل ۱: آسایش حرارتی.....
۶	تعریف آسایش حرارتی.....
۷	روشهای انتقال حرارت.....
۷	عوامل موثر بر آسایش حرارتی.....
۷	دما.....
۷	رطوبت.....
۷	جریان هوا.....
۸	تابش.....
۸	پوشش.....
۸	عوامل غیر فیزیکی (سن و جنس و نژاد).....
۸	نقطه آسایش.....
۱۰	فصل ۲: تابش خورشیدی.....
۱۰	مبانی.....
۱۰	مسیر حرکت خورشید.....
۱۱	موقعیت خورشید در آسمان.....
۱۱	عرض جغرافیایی.....
۱۱	فصل سال.....
۱۲	زمان روز.....
۱۲	نمودار مسیر حرکت خورشید.....
۱۳	نقاله خورشیدی.....
۱۴	تابش خورشید بر دیوارها.....
۱۴	مقاومت حرارتی.....
۱۴	ظرفیت حرارتی.....
۱۵	تابش خورشید بر بام ساختمان.....
۱۵	انواع بام ها.....
۱۵	تأثیر ارتفاع سقف.....
۱۶	تابش خورشیدی بر پنجره ها.....
۱۶	تأثیر پنجره بر دمای داخل فضا.....
۱۶	سایه بانها.....
۱۷	انواع سایه بان ثابت خارجی به لحاظ فرم.....

۱۷.....	محاسبه سایه بانهای افقی و عمودی :::::
۱۸.....	فصل ۳: رطوبت.....
۱۸.....	بدنه خارجی :::::
۱۸.....	خاصیت موینگی :::::
۱۸.....	فشار باد :::::
۱۹.....	بدنه داخلی :::::
۱۹.....	دسته بندی دیوارها بر اساس نفوذ رطوبت :::::
۲۰.....	فصل ۴: تهویه.....
۲۰.....	عملکردهای تهویه :::::
۲۰.....	معیارهای ارزشیابی تهویه :::::
۲۱.....	مکانیسم تهویه طبیعی :::::
۲۱.....	عوامل موثر ساختمانی در تهویه :::::
۲۱.....	موقعیت پنجره ها در پلان :::::
۲۲.....	موقعیت عمودی پنجره ها: :::::
۲۲.....	اندازه پنجره ها: :::::
۲۲.....	تیغه ها و لبه ها و نوع باز شو: :::::
۲۲.....	تاثیر محوطه اطراف یا باد شکن ها :::::
۲۴.....	فصل ۵: پهنه بندی اقلیمی.....
۲۴.....	تقسیم بندی اقلیمی جهان.....
۲۴.....	روش کوپن: :::::
۲۵.....	تقسیم بندی اقلیمی ایران.....
۲۵.....	روش دکتر گنجی: :::::
۲۶.....	خصوصیات معماری اقلیمهای مختلف.....
۲۶.....	اقلیم معتدل و مرطوب: :::::
۲۶.....	اقلیم گرم و خشک: :::::
۲۷.....	اقلیم سرد: :::::
۲۷.....	اقلیم گرم و مرطوب: :::::
۲۸.....	فصل ۶: تاسیسات سرمایش گرمایش.....
۲۸.....	تهویه مطبوع.....
۲۸.....	اجزا سیستمهای تهویه مطبوع: :::::
۲۸.....	منابع حرارت: :::::
۲۹.....	منابع برودت: :::::
۲۹.....	مخزن انبساط: :::::

۲۹.....	پمپ ها:
۲۹.....	دستگاههای رطوبت زن:
۳۰.....	دستگاههای رطوبت گیر:
۳۰.....	کویل ها:
۳۱.....	فصل ۷ : محاسبات انتقال حرارت:
۳۱.....	انتقال حرارت از طریق رسانایی:

علی خزایی
دانشگاه فنی مهندسی کرمانشاه

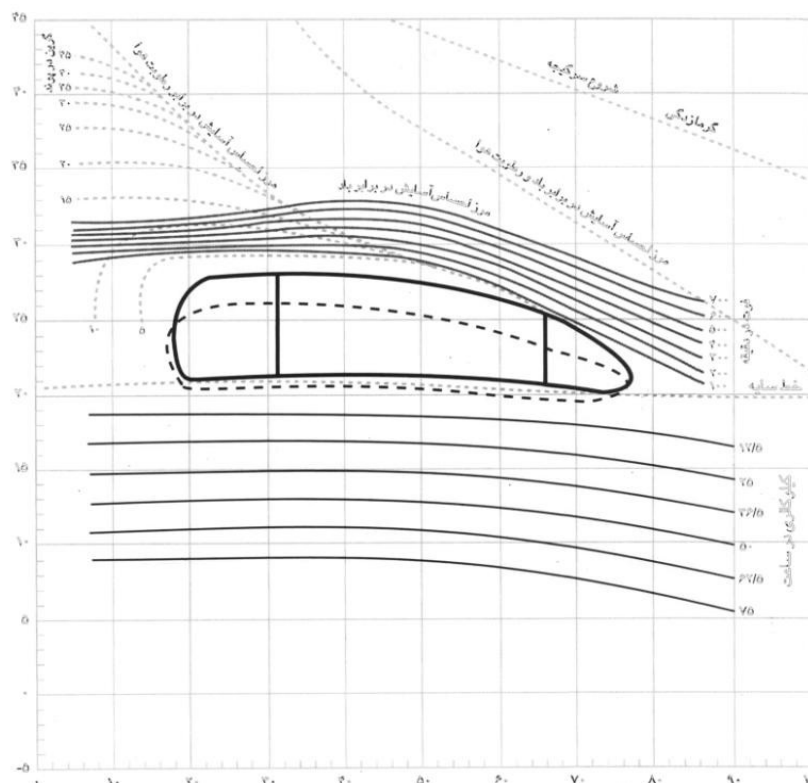
www.IRANDAMA.com

Ali8000@Gmail.com

فصل ۱: آسایش حرارتی

تعریف آسایش حرارتی

دمای داخلی بدن انسان در حالت عادی در حدود ۳۷ درجه سانتیگراد است که این دما در سطح پوست به ۳۲ درجه کاهش می‌یابد. در صورتیکه دمای داخلی بدن در اثر هر عامل خارجی نظیر تغییر دمای هوا، فعالیت بدنی زیاد و ... از این میزان بیشتر شود بدن احساس گرما کرده و انرژی اضافی خود را به محیط منتقل می‌کند. و در صورتیکه دمای داخلی از ۳۷ درجه کمتر شود بدن احساس سرما کرده و انرژی مورد نیاز خود را از محیط جذب می‌کند. بنابراین همواره تبادل حرارتی بین بدن و محیط اطرافش در جریان است. حال اگر این تبادل حرارت به حالت تعادل درآید یعنی بدن در لحظه بتواند انرژی اضافی خود را به محیط منتقل کند یا انرژی مورد نیاز را از محیط جذب کند، آسایش حرارتی برقرار شده است. یعنی حالتی که فرد نه احساس سرما و نه احساس گرما می‌کند. روشهایی که بدن می‌تواند از طریق آنها انرژی جذب کرده یا از دست بدهد به تفصیل در قسمت بعد شرح داده شده است.



روشهای انتقال حرارت

رسانایی: عبارت است از انتقال مولکول به مولکول حرارت	تأثیر در تبادل حرارت بدن با محیط ناچیز
همرفت: یعنی انتقال حرارت از طریق جابجایی یک سیال (معمولاً هوا)	تأثیر در تبادل حرارت بدن با محیط ۴۰٪
تابش: عبارت است از انتقال حرارت از طریق امواج الکترو مغناطیس	تأثیر در تبادل حرارت بدن با محیط ۴۰٪
برودت تبخیری: یعنی سرمایش حاصل از تبخیر مایعات	تأثیر در تبادل حرارت بدن با محیط ۲۰٪

عوامل موثر بر آسایش حرارتی

دما

دمای هر ماده نشان دهنده میزان گرمای یک ماده است و به دو صورت خشک و مرطوب اندازه گیری می شود. دمای خشک با دماسنج معمولی اندازه گیری می شود و برای اندازه گیری دمای مرطوب از دماسنج مرطوب استفاده می گردد که به طور ساده با قراردادن مخزن یک دماسنج ساده در یک ظرف محتوی پنبه یا پارچه خیس به دست می آید. دمای مرطوب بواسطه تبخیر آب موجود در ظرف همواره از دمای خشک کمتر است و اختلاف دمای خشک و مرطوب نشان دهنده قدرت خنک کنندگی رطوبت در یک محیط است. این اختلاف دما می تواند قابلیت خنک کنندگی دستگاههایی نظیر کولر آبی را مشخص کند.

رطوبت

نشان دهنده میزان بخار آب موجود در هوا است. وجود رطوبت زیاد در هوا باعث می شود که عملکرد برودت تبخیری با مشکل روبرو شده و بدن نتواند با تبخیر عرق خود را خنک کند. به همین دلیل تحمل هوای گرم در شرایطی که رطوبت هوا زیاد باشد بسیار مشکلتر از هوای خشک است. سه نوع رطوبت برای یک حجم معین هوا قابل اندازه گیری است:

۱. مطلق: برابر است با میزان بخار آب موجود در یک حجم معین از هوا.
۲. اشباع: برابر است با حداکثر میزان بخار آبی که یک حجم معین هوا می تواند در خود نگهداری کند.
۳. نسبی: برابر است با حاصل تقسیم رطوبت مطلق به رطوبت اشباع که معمولاً به درصد بیان می شود.

رطوبت اشباع وابستگی مستقیم با دمای محیط دارد. هرچه دمای محیط بیشتر باشد رطوبت اشباع نیز بیشتر و در نتیجه رطوبت نسبی کمتر است. همینطور با کاهش دما رطوبت اشباع کمتر شده و در نتیجه رطوبت نسبی افزایش می یابد. اگر دمای محیط به حدی کاهش پیدا کند که رطوبت اشباع با رطوبت مطلق برابر شود یا رطوبت نسبی ۱۰۰٪ شود می گوئیم به نقطه شبنم یا دمای شبنم (تعریق) رسیده ایم. اگر دمای محیط از نقطه شبنم کمتر شود رطوبت اشباع از رطوبت مطلق کمتر شده و مقداری از رطوبت زیادی هوا به صورت قطرات آب روی سطوح سرد باقی می ماند.

جریان هوا

با تأثیر بر دمای بدن از طریق همرفت و همچنین کمک به تبخیر رطوبت و افزایش میزان برودت تبخیری می تواند به تحمل دماهای بالاتر از

نقطه آسایش کمک کند. البته در بحث آسایش حرارتی منظور از جریان هوا ایجاد جریان هوا بدون تغییر در رطوبت یا دمای آن است. به عنوان مثال کاری که یک پنکه انجام می‌دهد. اندازه گیری جریان هوا با واحدهای سرعت نظیر فوت بر متر یا کیلومتر بر ساعت و ... انجام می‌شود.

تابش

منظور از تابش در بحث آسایش حرارتی، انرژی است که برای تحمل دماهای پایین تر از دمای آسایش به محیط اعمال می‌کنیم. واحد اندازه گیری آن معمولاً واحد انرژی بر واحد زمان یا توان است. نظیر وات یا کالری در دقیقه یا کیلوکالری در ساعت.

پوشش

واحد اندازه گیری پوشش لباس یا *cloth* است که با صرف نظر از تعریف دقیق آن و با کمی اغماض می‌توان آن را لباس رسمی ادارات به علاوه یک ژاکت در نظر گرفت. در نمودارهای آسایش حرارتی بصورت پیش فرض پوشش افراد برابر ۰.۵ (لباس رسمی ادارات) در نظر گرفته می‌شود.

عوامل غیر فیزیکی (سن و جنس و نژاد)

به غیر از عوامل فوق عوامل غیر فیزیکی نیز می‌توانند در احساس آسایش نقش داشته باشند. یکی از این عوامل سن است. بصورت کلی افراد مسن برای احساس آسایش احتیاج به دمایی ۱ تا ۲ درجه بالاتر از افراد عادی دارند. عامل دیگر جنس است. زن‌ها نیز برای احساس آسایش احتیاج به دمایی ۱ تا ۲ درجه بیشتر از مرد‌ها دارند. عامل دیگر نژاد است. مثلاً افرادی که در مناطق گرمسیر زندگی می‌کنند راحت تر می‌توانند دماهای بالاتر از نقطه آسایش را تحمل کنند.

نقطه آسایش

به شرایطی که در آن مجموع فاکتورهای دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای آسایش فراهم باشد، نقطه آسایش می‌گوییم. با تغییر هر یک از فاکتورهای بالا شرایط آسایش از بین رفته و برای جبران آن باید فاکتور دیگری را تغییر دهیم. مثلاً در صورت افزایش دما می‌توانیم پوشش را کم کنیم یا با افزایش جریان هوا مجدداً به یک نقطه آسایش جدید برسیم. که مجموعه کل این نقاط آسایش را محدوده آسایش می‌نامند.

محدوده آسایش در نمودار زیر که نمودار زیست اقلیمی یا بیوکلیماتیک نامیده می‌شود نشان داده شده است. در این نمودار باید نکات زیر را مد نظر داشت:

- در این نمودار محور افقی نشانگر رطوبت نسبی و محور عمودی نشانگر دمای محیط است.
- حد نهایی تحمل جریان هوا ۷۰۰ فوت در دقیقه است زیرا در سرعت‌های بالاتر از این مقدار آسایش فیزیکی مختل شده و انجام کارهای روزمره با مشکل مواجه می‌گردد.
- از رطوبت افزوده تنها در ناحیه گرم و خشک (بالا سمت چپ نمودار) استفاده می‌شود تا هم از خشکی هوا کاسته شود و هم رطوبت با جذب گرمای هوا به خنک شدن آن کمک کند.
- پوشش به صورت پیش فرض ۰.۵ فرض شده است.

فصل ۲: تابش خورشیدی

مبانی

رقم ثابت خورشیدی: میزان انرژی را که یک سطح سیاه رنگ به مساحت ۱ سانتیمتر مربع اگر در فاصله‌ای برابر مدار زمین تا خورشید بصورت عمودی و به مدت ۱ دقیقه در برابر نور خورشید قرار بگیرد جذب می‌کند، رقم ثابت خورشیدی می‌نامند که این عدد برابر ۱.۹۴ کالری بر سانتیمتر مربع دقیقه می‌باشد.

اما باید توجه داشت که میزان انرژی دریافتی در سطح زمین از رقم فوق بسیار کمتر است. عواملی که باعث کاهش جذب انرژی در سطح زمین می‌شوند به ترتیب عبارتند از:

۱. بازتابش از سطح ابرها

۲. پراکنده شدن توسط مولکولهای هوا

۳. جذب شدن توسط مولکولهای هوا

۴. انعکاس از سطح زمین

۵. تبخیر رطوبت زمین

پرتوهای خورشیدی را می‌توان به طیفهایی از طول موج کوتاه تا طول موج بلند تقسیم کرد که از کل این طیف نوری تنها محدوده کمی برای چشم انسان قابل رویت است. این محدوده را محدوده نور مرئی (رنگهای رنگین کمان شامل قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی، بنفش) می‌نامند. امواج با طول موج بلندتر از قرمز را مادون قرمز و امواج با طول موج کمتر از بنفش را ماورا بنفش می‌نامند. هرچه امواج طول موج کوتاهتری داشته باشند معمولاً دارای قدرت نفوذ و تخریب بیشتری هستند و هرچه طول موج بلندتری داشته باشند اثر گرمایی شدیدتری خواهند داشت. برخی مواد نظیر شیشه یا دی اکسید کربن یا متان در برابر پرتوهای طول موج بلند یا مادون قرمز کدر هستند که باعث ایجاد اثر گلخانه ای در محیطهای بسته می‌شوند.

مسیر حرکت خورشید

تصور عمومی مبنی بر طلوع خورشید از جهت شرق و غروب آن در غرب تنها در ۲ روز در سال (اول فروردین و اول مهر) صحیح است. در بقیه مواقع سال موقعیت و مسیر حرکت خورشید با توجه به ساعت روز و فصل سال دچار تغییر می‌شود. موارد زیر خصوصیات مسیر حرکت خورشید در حالت‌های مختلف را شرح می‌دهد:

- خورشید در آسمان در مسیری شبیه نیم دایره با کمی انحراف به سمت جنوب حرکت می‌کند.
- مسیر حرکت خورشید در تابستان به سمت شمال حرکت می‌کند. (طلوع از شمال شرقی و غروب شمال غربی)

- مسیر حرکت خورشید در زمستان به سمت جنوب حرکت می کند. (طلوع از جنوب شرقی و غروب جنوب غربی)
- خورشید در تابستان بطور کلی نسبت به زمستان عمودتر می تابد.
- چه در تابستان و چه در زمستان همواره در هنگام ظهر شرعی (اذان ظهر) خورشید از سمت جنوب می تابد.
- بیشترین تابش خورشیدی مربوط به اول تیرماه و کمترین آن مربوط به اول دی ماه می باشد.
- خورشید در نواحی با عرض جغرافیایی کمتر (نزدیک به خط استوا) عمودتر می تابد.

موقعیت خورشید در آسمان:

برای معرفی موقعیت خورشید در آسمان از یک سیستم مختصاتی استفاده می شود که مختص های آن h و z هستند که به ترتیب زاویه تابش و جهت تابش نامیده می شوند.

زاویه تابش (h) برابر است با زاویه پرتو خورشیدی با سطح افق

جهت تابش (z) برابر است با زاویه تصویر پرتو خورشیدی روی سطح زمین با جهت شمال جغرافیایی

با توجه به مطالب گفته شده موقعیت خورشید در آسمان به سه فاکتور عرض جغرافیایی، زمان روز و فصل سال بستگی دارد و طبق فرمولهای زیر محاسبه می گردد:

$$\sin(h) = \sin(L) \times \sin(d) + \cos(L) \times \cos(d) \times \cos(t) \quad \bullet$$

$$\sin(z) = \frac{\sin(L) \times \cos(d)}{\cos(h)} \quad \bullet$$

در این فرمولها t نشان دهنده زمان روز، d فصل سال و L عرض جغرافیایی نقطه مورد نظر می باشد. برای محاسبه فرمولهای فوق باید به نحوی اطلاعات مربوط به زمان و فصل و عرض جغرافیایی را به زاویه تبدیل کرد. این کار با توجه به تعاریف زیر انجام می شود:

عرض جغرافیایی:

برابر است با فاصله زاویه ای هر نقطه از سطح زمین با خط استوا. به عبارت دیگر برای محاسبه عرض جغرافیایی هر نقطه، از آن نقطه به خط استوا عمود می کنیم و زاویه کمان به دست آمده عرض جغرافیایی نامیده می شود که خود از جنس زاویه است و می توان در فرمولهای فوق از آن استفاده کرد.

فصل سال:

با توجه به مدار بیضوی که زمین به دور خورشید طی می کند و محل خورشید در یکی از کانونهای بیضی ممکن است به نظر برسد که تابستان و زمستان در اثر دوری و نزدیکی زمین به خورشید به وجود می آید. اما در این صورت می بایست فصول سال در همه کره زمین یکسان باشد که چنین نیست. (فصلها در نیمکره شمالی و جنوبی عکس یکدیگر است). در واقع تغییر فصول سال به این دلیل اتفاق می افتد که محور دوران زمین عمود بر صفحه حرکت آن به دور خورشید نیست و به همین دلیل طول شب و روز در دو نیمکره بسته به موقعیت خورشید کم و زیاد شده و باعث ایجاد فصول سال می شود. میزان این انحراف از $23.5^{\circ} +$ تا $23.5^{\circ} -$ است. به این ترتیب می توان برای فصل سال هم زاویه ای بین این دو عدد در نظر

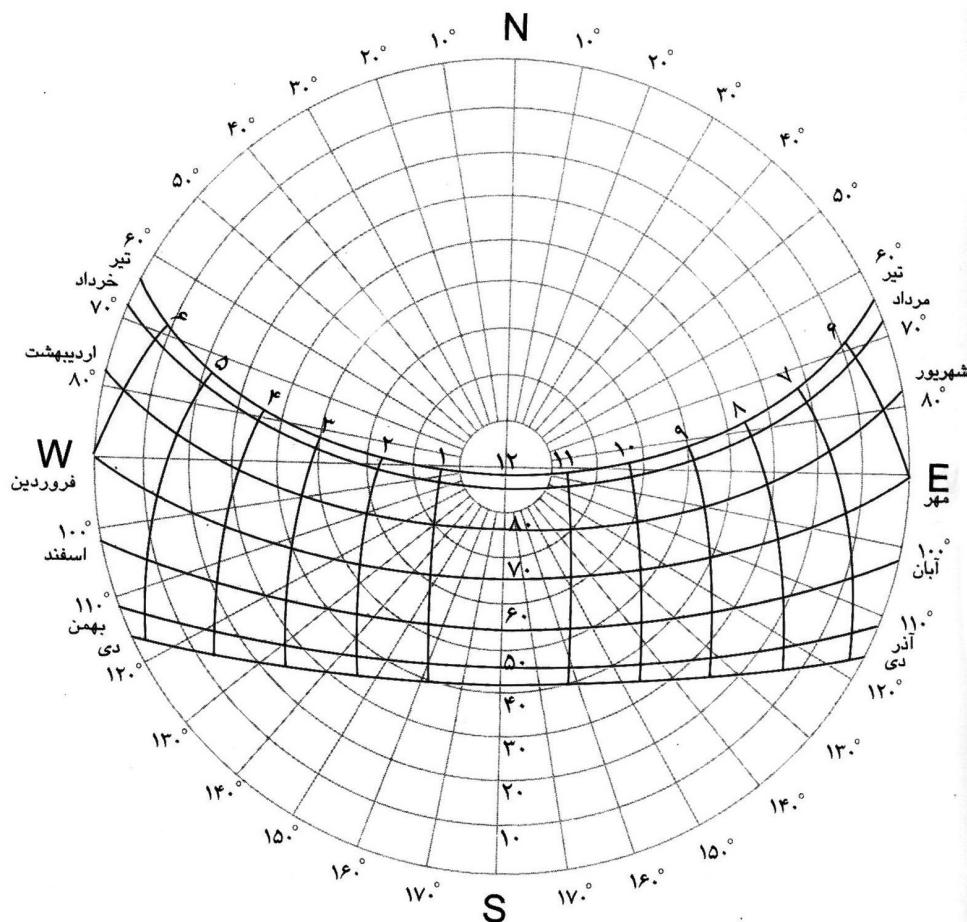
گرفت و در فرمولهای فوق به کار برد.

زمان روز:

چون خورشید در ساعت ۱۲ ظهر (شرعی) همواره از جنوب می تابد این زمان را به عنوان مبدا در نظر گرفته و t را برابر صفر قرار می دهیم. از ظهر هر روز تا ظهر روز بعد ۲۴ ساعت طی شده و در این ۲۴ ساعت خورشید نیز ۳۶۰ درجه در آسمان حرکت کرده است. پس به ازای هر یک ساعت باید مقدار t به اندازه ۱۵ درجه تغییر کند. و چون مسیر حرکت خورشید چه به لحاظ زاویه و چه به لحاظ جهت تابش نسبت به ساعت ۱۲ قرینه است به ازای هر یک ساعت قبل یا بعد از ظهر ۱۵ درجه به t اضافه می کنیم. مثلاً ساعت ۱۰ صبح با $t=30$ و ۳ بعد از ظهر با $t=45$ جایگزین می شود.

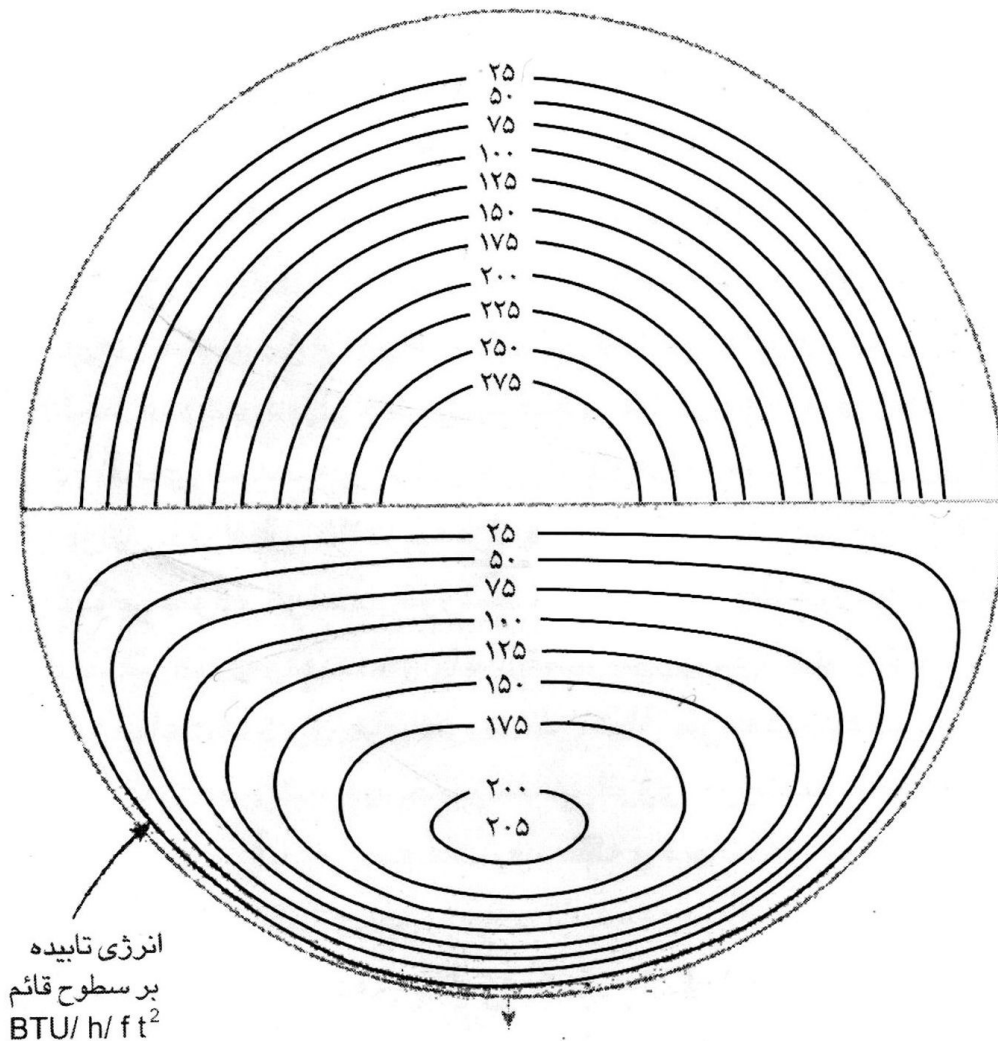
نمودار مسیر حرکت خورشید:

به لحاظ سختی کار کردن با فرمولها و انجام محاسبات بجای روش فوق از نمودار مسیر حرکت خورشید Solar Path Diagram برای تعیین موقعیت خورشید در آسمان استفاده می کنیم. این نمودار که برای عرضهای جغرافیایی مختلف به صورت جداگانه تهیه می شود، مشابه شکل زیر است. در این نمودار خطوط شعاعی نشان دهنده جهت تابش و دایره های هم مرکز نشان دهنده زاویه تابش خورشید می باشند.



نقاله خورشیدی :

با تغییر جهت و زاویه تابش خورشید میزان انرژی دریافتی سطوح مختلف نیز دچار تغییر می‌شود. ساده ترین راه محاسبه میزان انرژی دریافتی هر سطح استفاده از نقاله خورشیدی Solar Protractor می‌باشد (شکل زیر). از قسمت بالای این نقاله برای محاسبه انرژی دریافتی سطوح افقی (بام ساختمان) و از ناحیه پایینی آن برای محاسبه انرژی دریافتی سطوح قائم (دیوارها) استفاده می‌شود. به این ترتیب که زمان و فصل مورد نظر روی نمودار مسیر حرکت خورشید مشخص شده و نقاله خورشیدی روی آن منطبق می‌گردد. برای محاسبه میزان انرژی دریافتی سطوح افقی نقاله میتواند با هر زاویه دلخواهی روی نمودار مسیر حرکت خورشید منطبق شود اما برای سطوح عمودی باید دقیقا به اندازه میزان انحراف دیوار از جهت جنوب دوران داده شده و سپس روی نمودار مسیر حرکت خورشید منطبق گردد.



تابش خورشید بر دیوارها

از ابتدای روز با دریافت تابش خورشیدی بدنه خارجی دیوار گرم شده و با افزایش میزان تابش خورشیدی دمای بدنه خارجی دیوار نیز افزایش می‌یابد. از زمان غروب خورشید نیز دیوار به تدریج گرمایی را که در طول روز جذب کرده به محیط منتقل کرده و سرد می‌شود. به این ترتیب می‌توان برای تمام بدنه‌های ساختمان یک نوسان روزانه درجه حرارت در نظر گرفت. این سرد و گرم شدن بدنه خارجی از طریق رسانایی بر بدنه داخلی دیوار نیز تاثیر گذاشته و بدنه داخلی را نیز سرد و گرم می‌کند. اما با اندازه‌گیری این تغییرات درجه حرارت مشخص می‌شود که نوسان روزانه درجه حرارت داخلی اول نسبت به بدنه خارجی کمتر است (به اندازه بدنه خارجی سرد و گرم نمی‌شود) و دوم نسبت به نوسان خارجی تاخیر دارد (گرم و سرد شدن آن دیرتر از بدنه خارجی رخ می‌دهد). این دو اتفاق بواسطه وجود دو خاصیت مهم در دیوار است که به ترتیب مقاومت حرارتی و ظرفیت حرارتی نامیده می‌شوند.

مقاومت حرارتی:

یعنی قابلیت دیوار برای جلوگیری از عبور حرارت به طریقه رسانایی. هرچه مقاومت حرارتی یک ماده بیشتر باشد حرارت کمتر و سخت تر از آن عبور میکند. این خاصیت با افزایش چگالی و در نتیجه نزدیکتر شدن مولکولها به هم کاهش میابد. در فیزیک این خاصیت به صورت عکس ضریب رسانایی تعریف میگردد ($\frac{1}{\lambda}$). هر چه رسانایی بیشتر باشد مقاومت کمتر است و بالعکس. بهترین مقاومت حرارتی در خلاء وجود دارد. چون در خلاء مولکولی وجود ندارد و در نتیجه رسانایی برابر صفر و مقاومت بینهایت خواهد بود. در طبیعت نیز هوا بهترین عایق حرارتی است.

برای افزایش مقاومت حرارتی یک دیوار می‌توان به سه روش عمل کرد. اول افزایش ضخامت دیوار، دوم استفاده از مصالح سبک با چگالی کم و سوم استفاده از یک لایه عایق حرارتی. بهتر است این لایه عایق حرارتی در سطح گرمتر دیوار قرار بگیرد تا اگر درصدی از انرژی گرمایی از لایه عایق عبور کرد در ظرفیت حرارتی دیوار جذب شده و به فضای داخل منتقل نشود.

استفاده از دیوار با مقاومت بالای حرارتی در مناطقی توصیه میشود که در آنها نوسان روزانه درجه حرارت کم باشد. نظیر مناطق سردسیر یا مناطقی که در آنها جهت حرکت حرارت عوض نشود نظیر ساختمان‌های با گرمایش سرمایش دائم. در این مناطق مقاومت حرارتی با جلوگیری از انتقال حرارت به حفظ دمای محیط در محدوده آسایش کمک می‌کند.

ظرفیت حرارتی:

قابلیت دیوار در ذخیره سازی انرژی جذب شده از تابش خورشیدی را ظرفیت حرارتی می‌گویند. این خاصیت با حرف C و نام فیزیکی گرمای ویژه نیز شناخته می‌شود. هر چه یک ماده چگالی بیشتری داشته باشد ظرفیت حرارتی بالا تری خواهد داشت. در دیوارها این خاصیت باعث به تاخیر افتادن انتقال حرارت بین بدنه‌های دیوار می‌شود. به عبارت دیگر گرما برای عبور از دیوار باید ابتدا ظرفیت حرارتی دیوار را پر کند و سپس به سمت دیگر دیوار منتقل شود. بهترین ظرفیت حرارتی در آب وجود دارد.

برای افزایش ظرفیت حرارتی یک دیوار به دو روش می‌توان عمل کرد. اول افزایش ضخامت دیوار و دوم استفاده از مصالح سنگین با چگالی بالا که معمولا برای افزایش همزمان مقاومت و ظرفیت از افزایش ضخامت دیوار استفاده می‌شود.

استفاده از دیوار با ظرفیت بالای حرارتی در مناطقی توصیه می‌شود که در آن‌ها نوسان روزانه درجه حرارت زیاد باشد نظیر مناطق گرم و خشک یا مناطقی که در آنها جهت حرکت حرارت عوض شود نظیر ساختمان‌های با گرمایش سرمایش متناوب. در این مناطق ظرفیت حرارتی دیوار با ایجاد تاخیر در انتقال حرارت گرمای روز را در طول شب به داخل فضا منتقل کرده و سرمای شب را در طول روز به فضا منتقل می‌کند و بدین ترتیب یک سیستم گرمایش سرمایش طبیعی ایجاد می‌شود.

تابش خورشید بر بام ساختمان

بام تاثیر پذیرترین جز ساختمان است چون در تمام طول روز تابش خورشیدی را دریافت می‌کند. در مناطق سرد یا در فصل زمستان بام تبدیل به عمده ترین عامل اتلاف حرارت می‌شود. در هوای گرم نیز تحت تاثیر بام هوای داخل فضا تغییر می‌کند. برای بررسی بامها آنها را به سه گروه زیر تقسیم می‌کنیم:

انواع بام ها:

۱. بامهای سنگین: بامهایی هستند مسطح یا شیب دار از جنس آجر و بتن که انتقال حرارت در آنها فقط با رسانش انجام می‌گیرد مگر زمانی که سقف کاذب هم وجود داشته باشد. در مورد این بامها تمام نکات مربوط به ظرفیت و مقاومت حرارتی دیوار عینا صادق است. تابش در بدنه خارجی جذب شده و از طریق رسانایی به بدنه داخلی منتقل می‌شود. ظرفیت حرارتی باعث تاخیر در این انتقال شده و مقاومت حرارتی میزان این انتقال را کاهش می‌دهد.

۲. بامهای سبک یک لایه: این سقف ها معمولا شامل سقفهای موقت و کارگاهی از جنس ایرانیت یا شیروانی یا انواع ورقهای موجدار می‌شود. در این سقفها به دلیل ضخامت بسیار کم ظرفیت و مقاومت حرارتی به شدت پایین است. کنترل سرمایش و گرمایش در این بامها امکان پذیر نیست. تنها نکته در مورد این بامها آن است که رنگ آنها حتما باید روشن باشد. رنگهای تیره علاوه بر جذب زیاد گرما در طول روز در شب نیز سریعتر و بیشتر از رنگهای روشن سرد شده و باعث پدیده تعریق می‌شوند.

۳. بامهای دو لایه: این بامها از یک بام سنگین نوع اول تشکیل شده‌اند که بوسیله یک بام سبک (نوع دوم) از تابش خورشید محافظت می‌شود. مهمترین تاثیر لایه دوم حذف تابش خورشیدی از بام اصلی است. حرارت در این بامها از طریق تابش به سقف بالایی رسیده و از آنجا با جریان همرفت و تابش به اطراف و تا حد کمی به سقف پایینی منتقل می‌گردد. در این بامها با ایجاد تهویه بین دو لایه می‌توان جذب انرژی در لایه زیرین را به حدود صفر رساند. در این بامها هرچه رنگ لایه بالایی تیره تر و فاصله ۲ سقف کمتر باشد باید از تهویه بهتر و شدیدتری استفاده کرد.

در مورد همه بامها نیز باید به این نکته توجه کرد که بطور کلی رنگ سقف در اغلب اوقات نقش تعیین کننده‌ای دارد. در یک بام بدون عایق حرارتی سفید کردن بام دمای زیر آن را تا ۵ درجه خنک تر می‌کند و در یک بام با وجود عایق کاری حرارتی سفید کردن سقف حدود ۱ درجه دمای داخل را کاهش می‌دهد. در ضمن تاثیر ضخامت لایه عایق حرارتی بر دمای داخل خطی نیست یعنی تا یک حد معین با افزایش ضخامت لایه تاثیر عایق بر دمای داخل بیشتر می‌شود اما از آن حد به بعد دیگر افزایش ضخامت لایه عایق تاثیری بر دمای داخل نخواهد داشت.

تاثیر ارتفاع سقف

در این مورد آزمایشهای زیادی در اسرائیل و هندوستان و آفریقای جنوبی و ... انجام گرفته است. به عنوان نمونه در یکی از این آزمایشها فضایی با ارتفاع ۳.۲۰ در نظر گرفته شد که فردی در آن به انجام فعالیت معمول اداری می‌پرداخت. سپس همین فرد در فضایی مشابه با ارتفاع ۲.۴۰

متر قرار گرفت. در هر دو حالت میزان تبادل حرارت بین بدن شخص و محیط اطراف اندازه گرفته شد و مشخص گردید که بین این دو حالت تنها ۲٪ اختلاف موجود است که این میزان تغییرات به سادگی با ساز و کارهای طبیعی بدن انسان قابل جبران است. بنابراین بطور کلی تغییر ارتفاع سقف در درجه حرارت فضاهای بدون تاسیسات مکانیکی سرمایش گرمایش تأثیری ندارد؛ به خصوص اگر در فضا تهویه طبیعی وجود داشته باشد. اما در فضاهایی که سیستمهای مکانیکی گرمایش سرمایش وجود دارد چون اصل عملکرد این دستگاهها بر اساس همرفت است و با افزایش ارتفاع میزان هوای موجود در فضا نیز افزایش می‌یابد، افزایش ارتفاع سقف به شدت بر بازده و عملکرد این دستگاهها و در نتیجه در دمای داخل فضا مؤثر است.

تابش خورشیدی بر پنجره ها

تابش خورشیدی که به پنجره برخورد می‌کند به سه بخش تقسیم می‌شود:

۱. پرتوی که از سطح شیشه منعکس می‌شود: بستگی به زاویه پرتو خورشیدی با شیشه دارد. هرچه پرتو نسبت به شیشه مایل تر باشد میزان انعکاس بیشتر خواهد بود.
۲. پرتوی که جذب شیشه می‌شود: باعث گرم شدن شیشه می‌شود و بستگی به ضخامت و جنس شیشه دارد.
۳. پرتوی که از شیشه عبور می‌کند: بستگی به زاویه پرتو با سطح شیشه دارد. هرچه پرتو نسبت به شیشه عمودتر باشد میزان بیشتری از پرتو از شیشه عبور خواهد کرد.

تأثیر پنجره بر دمای داخل فضا:

میزان تأثیر پنجره بر دمای داخل کاملاً بستگی به وضعیت تهویه و سایه بان پنجره دارد. در صورتیکه در فضا تهویه وجود نداشته باشد و پنجره هم بدون سایه بان باشد جهت پنجره بر میزان گرمای داخل تأثیر خواهد گذاشت. پنجره شمالی کمتر از ۴ درجه سانتیگراد، پنجره شرقی در حدود ۸ تا ۱۲ درجه، پنجره جنوبی در حدود ۴ تا ۸ درجه و پنجره غربی تا حدود ۱۳ درجه دمای فضای داخلی را گرمتر می‌کنند. در صورتیکه در فضا تهویه وجود داشته باشد اما پنجره فاقد سایه بان باشد جهت پنجره بی تأثیر است و دمای داخل همواره حدود ۱.۵ درجه گرمتر از خارج خواهد بود. و اگر داخل فضاها کوران ایجاد شود و پنجره هم دارای سایه بان باشد دمای داخل و خارج با هم برابر می‌شوند. باید خاطر نشان کرد که این تأثیرات در ساختمان با مصالح سبک بسیار شدیدتر از ساختمان با مصالح سنگین خواهد بود.

در مورد تهویه در فصلهای آینده صحبت خواهد شد. در این قسمت ما به بررسی انواع سایه بان و نحوه عملکرد و طراحی سایه بانهای ثابت خارجی خواهیم پرداخت.

سایه بانها:

سایه بان مانع تابش مستقیم آفتاب به درون فضا می‌شود و میزان حرارت جذب شده در فضای داخلی کاهش می‌یابد. سایه بانها را بر اساس محل نصب میتوان به سایه بانهای داخلی و خارجی تقسیم کرد. به صورت کلی سایه بانهای خارجی موثرتر هستند و تا حدود ۹۰ درصد انرژی خورشیدی را جذب می‌کنند سایه بانهای داخلی کارایی کمتری داشته و حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد انرژی خورشیدی را جذب می‌کنند.

سایه بانها را بر اساس قابلیت حرکت نیز می‌توان به سایه بانهای ثابت و متحرک تقسیم کرد. منظور از سایه بان متحرک کامل سایه بانی است که جهت، زاویه و ارتفاع قابل تنظیم داشته باشد.

انتخاب نوع سایه بان بستگی به کاربری فضا دارد به عنوان مثال فضاهای مسکونی باید در تابستان از نور خورشید محافظت شده اما در

زمستان تابش خورشیدی را دریافت کنند ولی فضایی مانند کلاس درس در هیچ شرایطی نباید نور مستقیم در یافت کند. در ادامه انواع سایه بانهای ثابت خارجی بر اساس فرم طبقه بندی شده و روش محاسبه ی عمق سایه بان افقی و عمودی آورده می شود .

انواع سایه بان ثابت خارجی به لحاظ فرم :

۱. سایه بان افقی به عرض پنجره
 ۲. سایه بان افقی به عرض نما
 ۳. سایه بان عمودی به ارتفاع پنجره
 ۴. سایه بان عمودی به ارتفاع نما
 ۵. سایه بان قابی شکل
 ۶. سایه بان قابی شکل با تیغه ۴۵ درجه به سمت جنوب
- در مورد این سایه بانها باید توجه داشت که بصورت کلی سایه بانهای افقی بر اساس زاویه تابش خورشید عمل می کنند و در نتیجه باید در مقطع آنها را طراحی کرد اما سایه بانهای عمودی بر اساس جهت تابش خورشید عمل کرده و باید آنها را در پلان طراحی نمود. به لحاظ کارایی نیز سایه بانهای قابی شکل بهترین کارایی را دارند و پس از آنها سایه بانهای افقی و در نهایت سایه بانهای عمودی قرار می گیرند.

محاسبه سایه بانهای افقی و عمودی :

۱. سایه بان افقی : برای محاسبه سایه بان افقی از فرمول $D = \frac{S \times \cos(z+N)}{\tan(h)}$ استفاده می شود که در آن D نشان دهنده عمق سایه بان، S نشان دهنده ارتفاع سایه مورد نیاز، N نشان دهنده ی زاویه چرخش پنجره و h و Z نشان دهنده ی جهت و زاویه تابش خورشید در گرمترین زمان سال است.
 ۲. سایه بان عمودی: برای محاسبه سایه بان افقی از فرمول $D = \frac{W}{\tan(z-N)}$ استفاده می شود که در آن D نشان دهنده عمق سایه بان، W نشان دهنده عرض سایه مورد نیاز، N نشان دهنده ی زاویه چرخش پنجره و Z نشان دهنده ی جهت تابش خورشید در گرمترین زمان سال است.
- برای محاسبه فرمول های فوق به روش زیر عمل می کنیم:
۱. ابتدا پلان را با جهت دقیق شمال ترسیم کرده و از وسط پنجره خط عمود به پنجره و خط جنوب را ترسیم می کنیم. زاویه بین این دو خط عدد N را مشخص می کند.
 ۳. نقاله خورشیدی را با زاویه N چرخانده و روی نمودار مسیر حرکت خورشید منطبق می کنیم. با کنترل منحنی تیر ماه گرمترین زمان روز را تعیین کرده و برای آن Z و h را محاسبه می کنیم.
 ۴. برای سایه بانهای افقی با ترسیم مقطع فاصله سطح زیر سایه بان تا کف پنجره را اندازه می گیریم . این اندازه عدد S را مشخص می کند. برای سایه بانهای عمودی فاصله بین تیغه سایه بان تا لبه دوم پنجره را محاسبه می کنیم که به این طریق عدد W مشخص می شود.

فصل ۳: رطوبت

نفوذ رطوبت به بدنه های ساختمان باعث کاهش مقاومت حرارتی دیوارها و کاهش دمای داخلی، ایجاد امکان تعریق، حل شدن املاح موجود در مصالح و ایجاد شوره، از بین بردن مصالحی نظیر چوب و فلزات و ایجاد محیط مناسب جهت رشد باکتری ها و عوامل بیماری زا می شود. برخی از راههای نفوذ رطوبت به ساختمان با عایق کاری بام، شیب بندی سطوح، زه کشی و غیره مسدود می شود. در این مبحث به بررسی نحوه نفوذ رطوبت به دیوارهای ساختمان خواهیم پرداخت.

بدنه خارجی:

نفوذ رطوبت به بدنه خارجی دیوار از طریق بارش باران اتفاق می افتد. دو عامل فیزیکی باعث جذب رطوبت باران در بدنه خارجی دیوار می شود که این دو عامل عبارتند از خاصیت موینگی و فشار باد.

خاصیت موینگی:

خاصیت موینگی یا فشار اسموزی یعنی جذب خود به خودی رطوبت در مواد با خلل و فرج و شیارهای ریز نظیر اتفاقی که در فته ی چراغ های نفتی قدیمی می افتد. اگر دیوار از مصالح بافت ریز نظیر آجر ساخته شده باشد این خاصیت باعث می شود که رطوبت موجود روی بدنه دیوار به داخل دیوار مکیده شود. محدوده اثر خاصیت موینگی در شیارها و ترک های با سایز حدود چند صدم میلیمتر تا یک دهم میلیمتر می باشد. از یک دهم میلیمتر تا نیم میلیمتر این اثر به تدریج کاهش یافته و در ترکها و شیارها با سایز بیش از نیم میلیمتر وجود نخواهد داشت.

فشار باد:

در ترکها و شیارها با سایز بیش از نیم میلیمتر دیگر رطوبت به صورت خود به خودی جذب دیوار نمی شود و در این حالت تنها اگر دیوار در معرض وزش باد قرار بگیرد رطوبت از طریق این ترکها جذب دیوار می شود. محدوده اثر فشار باد در ترکها و شیارها با سایز بیش از نیم میلیمتر است و در محدوده ی نیم میلیمتر تا یک دهم میلیمتر به تدریج کاهش یافته و در اندازه های کمتر از یک دهم میلیمتر اصلا وجود نخواهد داشت. وزش باد در دیوار با مصالحی نظیر بلوک سیمانی که دارای خلل و فرج درشت هستند تاثیر شدیدتری خواهد داشت.

باید توجه داشت که یک دیوار مشخص با توجه به جنسیت مصالح آن و ترکیب خاصیت موینگی و فشار باد یک قابلیت جذب مشخص خواهد داشت و اگر رطوبتی بیش از این مقدار با بدنه ی دیوار تماس داشته باشد اضافی رطوبت جذب دیوار نشده و روی سطح دیوار جاری شده و دفع می شود. در نتیجه همواره اثر مدت زمان بارندگی از شدت بارندگی بیشتر است. به عبارت دیگر دیوار در یک بارندگی طولانی مدت با شدت کم بیش از یک بارندگی شدید و کوتاه مدت رطوبت جذب می کند.

بدنه داخلی:

نفوذ رطوبت به بدنه داخلی معمولاً از طریق تعریق رطوبت موجود در هوا اتفاق می‌افتد. رطوبت موجود در هوا ممکن است در اثر تنفس، شستشو و پختن غذا ایجاد شود که این رطوبت در قسمت‌های سرد، بدون تهویه و بدون نور ساختمان در اثر پدیده تعریق تبدیل به قطرات آب شده و جذب دیوار می‌شود.

اگر دیوار از جنس نفوذ پذیر باشد و بخار آب بتواند به داخل آن نفوذ کند ممکن است تعریق در داخل دیوار اتفاق بیفتد. با توجه به تفاوت دما بین دو جداره‌ی دیوار بخار آبی که در دیوار نفوذ می‌کند ممکن است در وسط دیوار به دمای شبنم رسیده و تبدیل به قطرات آب شده جذب دیوار گردد.

یکی دیگر از مناطقی که در آنها احتمال تعریق زیاد است محل پلهای سرد می‌باشد. پل سرد محلی از دیوار است که مقاومت حرارتی آن کمتر از سایر نقاط دیوار باشد نظیر پنجره‌ها و یا قسمتی از دیوار که محل قرار گرفتن یک ستون فلزی باشد.

دسته بندی دیوارها بر اساس نفوذ رطوبت:

بر اساس نفوذ رطوبت دیوارها به ۳ دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱. دیوارهای نفوذ پذیر سنگین:

این دیوارها از جنس مصالح بنایی نظیر آجر یا بتن هستند و در برابر رطوبت نفوذ پذیر هستند. در این دیوارها خشک شدن یا تبخیر رطوبت معمولاً در بدنه‌ی خارجی اتفاق می‌افتد. این دیوارها در صورتی که فرصت خشک شدن داشته باشند مشکلی به لحاظ نفوذ رطوبت نخواهند داشت همانند دیوار حیاطها و بدنه بیرونی ساختمان. اما اگر میزان جذب رطوبت زیاد باشد یا دیوار فرصت خشک شدن پیدا نکند دیوار از رطوبت اشباع می‌شود که در این حالت تنها راه مقابله با رطوبت پوشاندن سطح دیوار با لایه عایق رطوبتی و تبدیل آن به دیوار نوع سوم است.

۲. دیوارهای دو جداره تو خالی:

در این دیوارها رطوبت ناشی از باران یا تعریق به فضای خالی بین دو جداره منتقل می‌شود و بنا براین باید در قسمت پایین دیوار پیش‌بینی خروج رطوبت انجام شود. با ایجاد تهویه بین دو لایه می‌توان به تبخیر رطوبت کمک کرد اما باید به خاطر داشت که تهویه با سرعت زیاد باعث سرد شدن جداره‌های دیوار می‌شود. به صورت کلی بهتر است که دیواره داخلی از مصالح سنگین و با ضخامت زیاد ساخته شود تا مقاومت و ظرفیت حرارتی مورد نیاز را تامین کند و لایه خارجی بهتر است یکپارچه، بدون درز و عایق باشد تا رطوبت باران به دیوار اصلی نفوذ نکند.

۳. دیوارهای نفوذ ناپذیر:

این دیوارها شامل یک لایه‌ی عایق رطوبتی هستند که اگر در سمت خارج باشد از دیوار در برابر رطوبت باران محافظت می‌کند اما به رطوبت ناشی از تعریق اجازه خشک شدن نمی‌دهد زیرا همان‌طور که گفته شد خشک شدن دیوارها معمولاً در بدنه خارجی اتفاق می‌افتد. اگر لایه عایق این دیوارها در سمت داخل باشد رطوبت تعریق وارد بافت دیوار نمی‌شود اما پدیده‌ی تعریق همچنان وجود خواهد داشت و قطرات آب ناشی از تعریق روی پوشش عایق دیده خواهند شد. باید به خاطر داشت که تنها راه جلوگیری از ایجاد پدیده تعریق ایجاد تهویه در فضا است.

فصل ۴: تهویه

جریان هوا همواره در اثر اختلاف فشار بین دو توده هوا به وجود می‌آید در طبیعت معمولاً این اختلاف فشار ناشی از اختلاف دمای دو توده هواست اما در فضای داخلی ساختمان و در مقیاس کوچک ایجاد اختلاف فشار بین دو توده از طریق ایجاد اختلاف دما مقدور نیست. در ساختمان‌ها برای ایجاد تهویه طبیعی از اثر باد بر بدنه‌ی ساختمان استفاده می‌شود.

عملکردهای تهویه:

به صورت کلی برای تهویه ۳ عملکرد به شرح زیر مفروض است:

۱. تهویه برای سلامت: تهویه برای سلامت یعنی تامین اکسیژن مورد نیاز برای تنفس و بیرون راندن گازهای زائد ناشی از تنفس یا سوختن سوخت‌ها. این عملکرد اصلی‌ترین عملکرد تهویه است که در هر شرایط و اقلیمی باید وجود داشته باشد.
۲. تهویه برای آسایش انسانی: با توجه به مباحثی که در فصل اول آورده شد می‌دانیم که تهویه می‌تواند از طریق همرفت و برودت تبخیری برای تحمل دماها و رطوبت‌های بالاتر از محدوده آسایش به افراد کمک کند که این عملکرد تهویه را تهویه برای آسایش انسانی می‌نامند. این نوع تهویه معمولاً در نقاط گرمسیر و مرطوب کار برد دارد.
۳. تهویه برای خنک سازی توده مصالح: در بعضی مناطق از اثر باد بر ساختمان به غیر از کمک به آسایش انسانی برای خنک کردن بدنه ساختمان و از بین بردن حرارت ذخیره شده در ظرفیت حرارتی جداره‌ها نیز استفاده می‌شود که به این عملکرد خنک سازی توده مصالح گفته می‌شود.

معیارهای ارزشیابی تهویه:

- برای تعیین مناسب یا نامناسب بودن تهویه در یک فضا باید به موارد زیر توجه کرد:
- عملکرد تهویه: عملکرد تهویه باید متناسب با شرایط محیط و اقلیم مورد نظر باشد مثلاً در اقلیم گرم و مرطوب از هر ۳ عملکرد تهویه استفاده می‌شود اما در منطقه سردسیر باید تهویه را تا حد تهویه برای سلامت کاهش داد.
 - سرعت جریان هوا: سرعت جریان هوا نیز باید متناسب با شرایط و محیط مورد نظر باشد مثلاً برای اقلیم گرم و مرطوب سرعت ۲ متر بر ثانیه و برای اقلیم گرم و خشک سرعت ۱ متر بر ثانیه پیشنهاد می‌شود. اما باید توجه داشت که با توجه به نمودار بیوکلیماتیک در فصل اول سرعت حرکت هوا نباید از ۷۰۰ فوت در دقیقه (۳.۵ متر در ثانیه ۹) بیشتر شود زیرا در این صورت آسایش فیزیکی مختل می‌گردد.
 - زمان تهویه: زمان مناسب برای تهویه نیز با توجه به اقلیم و شرایط محیطی باید کنترل شود مثلاً در اقلیم سرد تهویه باید حتماً در طول روز انجام شود و در اقلیم گرم و خشک تهویه باید شبانه انجام پذیرد.

- محل جریان اصلی هوا: مهمترین عامل تعیین محل جریان اصلی هوا، کاربری فضا است مثلاً برای اتاق خواب جریان اصلی هوا باید در ارتفاع ۵۰ تا ۸۰ سانتی متر از کف فضا (ارتفاع تخت ها) صورت پذیرد. برای نشیمن ارتفاع مناسب جریان هوا ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی متر (ارتفاع سر و گردن افراد نشسته) است و برای کلاسها و فضای اداری ارتفاع مناسب جریان هوا بیش از ۱۳۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود تا در سطح میزها اختلال ایجاد نکند.

مکانیسم تهویه طبیعی:

همان طور که گفته شد برای ایجاد تهویه طبیعی در فضای داخلی از اثر جریان باد بر بدنه های ساختمان استفاده می شود. به صورت کلی هر گاه جریان هوا به یک ساختمان برخورد کند در بدنه های رو به باد فشار مثبت و در کلیه ی بدنه های دیگر فشار منفی ایجاد می شود. با ایجاد یک باز شو در بدنه ی مثبت و یک باز شودر بدنه منفی می توان در داخل فضا تهویه ایجاد نمود.

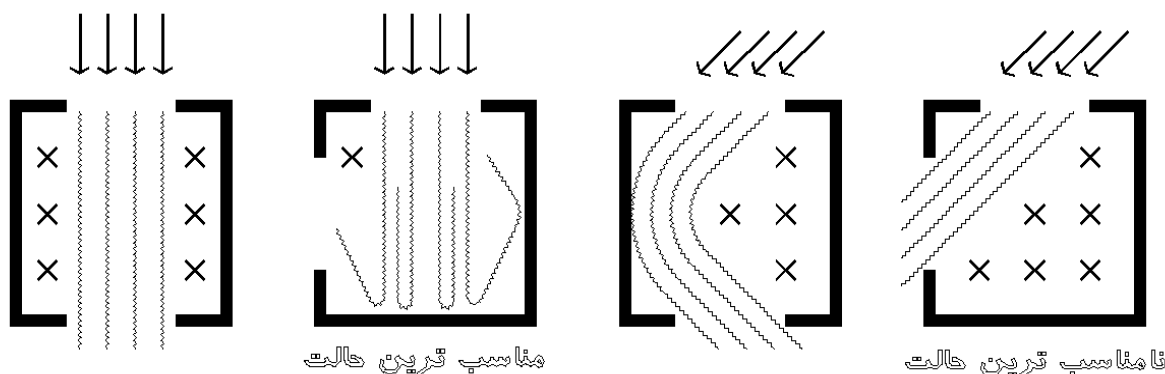
در مورد مکانیسم تهویه طبیعی باید به نکات زیر توجه کرد:

- در اثر برخورد باد با بدنه ساختمان جریان هوا به سمت بالا منحرف می شود و در بام ساختمان همواره فشار منفی یا مکش وجود دارد مگر در بامهای شیب دار با شیب تند.
- همواره میزان افزایش فشار در جبهه ی مثبت از میزان کاهش فشار در جبهه یمنفی بیشتر است و در نتیجه همواره باید پنجره ورودی از پنجره خروجی کوچکتر باشد.
- توزیع فشار مثبت یا منفی در بدنه ها یکنواخت نیست و معمولاً بیشترین فشار مثبت یا منفی درست در مرکز بدنه وجود خواهد داشت و این فشار در نزدیکی لبه ها کمتر می شود.

عوامل موثر ساختمانی در تهویه

موقعیت پنجره ها در پلان:

با توجه به توضیحات داده شده شاید این گونه به نظر برسد که با قرار دادن دو پنجره روبه روی هم زمانی که باد عمود بر بدنه بوزد بهترین حالت تهویه ایجاد خواهد شد اما آزمایش نشان داده است که این مطلب صحت ندارد به خصوص اگر تهویه در تمام نقاط فضا مد نظر باشد بهتر است دو پنجره در دو بدنه مجاور قرار گرفته باشند و باد عمود بر بدنه بوزد. در شکل های زیر این مطلب نمایش داده شده است.



اگر در یک فضا تنها یک بدنه باز شو وجود داشته باشد ایجاد تهویه طبیعی در این فضا بسیار مشکل خواهد بود. در چنین شرایطی اگر باد عمود بر بدنه ساختمان بوزد عملاً ایجاد تهویه طبیعی غیر ممکن خواهد بود. اما اگر باد نسبت به بدنه ساختمان مایل باشد با توجه به یکنواخت نبودن توزیع فشار مثبت با ایجاد دو پنجره در ابتدا و انتهای بدنه می توان تا حد کمی تهویه طبیعی ایجاد کرد. در چنین شرایطی با اضافه کردن یک یا دو تیغه ی عمودی بین دو پنجره و ایجاد فشار مثبت و منفی موضعی می توان تهویه مناسبی را در فضا به وجود آورد.

موقعیت عمودی پنجره ها:

برای تعیین موقعیت عمودی پنجره ها همانند آیتم بالا می توان کروکی هایی همانند شکل های زیر ترسیم کرد اما تعیین بهترین حالت بدون در نظر گرفتن کاربری فضا امکان پذیر نیست تنها باید توجه داشت که ارتفاع کف پنجره تعیین کننده محل اصلی جریان هواست که باید با کاربری فضا تنظیم شود.

اندازه پنجره ها:

سایز پنجره های ورودی و خروجی تعیین کننده سرعت حرکت هوا در فضا است در آزمایش های انجام شده یک فضای مشخص را به وسیله یک شبکه شطرنجی تقسیم کرده و در هر یک از خانه های این شبکه سرعت حرکت هوا بر اساس درصدی از سرعت باد در بیرون فضا اندازه گیری شد که از این آزمایشها نتایج زیر به دست آمد:

- سایز پنجره ورودی حتماً باید از سایز پنجره خروجی کوچکتر باشد.
- بیشترین سرعت حرکت هوا متعلق به قسمت های نزدیک به پنجره ورودی است که این حداکثر سرعت بستگی به نسبت سایز پنجره خروجی به سایز پنجره ورودی دارد.
- عامل موثر بر میانگین سرعت حرکت هوا سایز پنجره ورودی است هر چه سایز پنجره ورودی بزرگتر باشد میانگین سرعت هوا در فضا بیشتر است.

تیغه ها و لبه ها و نوع باز شو:

وجود تیغه ها و لبه ها می تواند با تاثیر بر جریان هوا بر فرم تهویه در داخل فضا تاثیر گذار باشد. در این باره باید به خاطر داشت که تیغه های عمودی معمولاً جهت حرکت هوا در فضا را تغییر می دهند و تیغه های افقی بر ارتفاع جریان هوا موثر خواهند بود. همچنین اگر باز شوهای فضا با محورهای میانی عمودی یا افقی باز و بسته شوند می توانند به ترتیب به عنوان تیغه های عمودی یا افقی مورد استفاده قرار بگیرند. می شود

تاثیر محوطه اطراف یا باد شکن ها:

وزش باد به بدنه های ساختمان ممکن است در بعضی شرایط مضر باشد مثلاً ساختمانی که در برابر باد با سرعت ۲۰ مایل بر ساعت قرار دارد نسبت به زمانی که در برابر باد با سرعت ۵ مایل بر ساعت قرار بگیرد اتلاف انرژی خواهد داشت.

در چنین شرایطی باید به وسیله باد شکنها از ساختمان در برابر باد محافظت کرد. سیستم کار باد شکن به طور کلی به شرح زیر است:

باد در اثر برخورد به بادشکن به سمت بالا منحرف شده و در فاصله ای که جریان هوا دوباره به محل اصلی خود باز گردد یک محدوده ی حفاظت شده با سرعت باد کمتر شکل خواهد گرفت.

در مورد باد شکن ها باید به نکات زیر توجه داشت :

- در هیچ شرایطی نقطه ای حفاظت شده کامل (بدون باد) نخواهیم داشت
- همواره کمترین میزان جریان هوا و بهترین نقطه ی حفاظت شده ی باد شکن در فاصله ای برابر $5h$ یا 5 برابر ارتفاع بادشکن قرار دارد.
- آزمایش نشان می دهد که بادشکنهای طبیعی (ردیف درختان) محدوده وسیع تری را با کارایی کمتر پوشش می دهند و بادشکن های مصنوعی (دیواره ها) محدوده کمتری را با کارایی بیشتر پوشش خواهند داد .
- تیغه باد شکن بهتر است در پلان هم نسبت به جهت وزش باد مایل قرار بگیرد.

فصل ۵: پهنه بندی اقلیمی

تقسیم بندی اقلیمی جهان

به صورت کلی اقلیم یک ناحیه بوسیله سه عامل تعیین میشود. این سه عامل عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و میزان رطوبت موجود در هوا هستند. هرچه عرض جغرافیایی (فاصله از خط استوا) یک ناحیه و ارتفاع آن از سطح دریا بیشتر باشد اقلیم سردتری خواهد داشت. رطوبت هوا هم نقش موثری در کنترل میزان نوسان درجه حرارت هوا دارد. هرچه رطوبت هوای یک ناحیه بیشتر باشد میزان نوسان درجه حرارت در آن ناحیه کمتر خواهد بود. در سطح جهان از روشهای مختلفی برای طبقه بندی اقلیمی استفاده میشود که یکی از مشهورترین آنها (که با کمی تغییرات در ایران نیز استفاده میشود) روش کوپن است.

روش کوپن:

یکی از روشهایی که در سطح جهان برای طبقه بندی اقلیمی بکار میرود، روش کوپن (Kuppen) نامیده میشود. کوپن نام دانشمند اتریشی است که این سیستم را بر اساس رشد و نمو گیاهان در مناطق مختلف ابداع کرده است. این روش آب و هوای کره زمین را به ۵ ناحیه به شرح زیر تقسیم میکند:

۱. اقلیم گرم و پر باران استوایی
در این اقلیم فصل سرد وجود ندارد. میانگین درجه حرارت در سردترین ماه سال بیش از ۱۸ درجه سانتیگراد است. بارندگی فراوان از خصوصیات اصلی این ناحیه است.
۲. اقلیم گرم و خشک
در این ناحیه خشکی هوا باعث نوسان شدید درجه حرارت میشود. مشکل اصلی در این ناحیه خشکی هوا است نه کم و زیاد بودن درجه حرارت هوای محیط. این ناحیه تابستانهای بسیار گرم و زمستانهای بسیار سرد دارد.
۳. اقلیم گرم معتدل
میانگین دما در گرم ترین ماه سال بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد و در سرد ترین ماه سال بین ۱۸ تا ۳- درجه سانتیگراد است. زمستانهای این ناحیه کوتاه هستند اما احتمال یخبندان نیز در آنها وجود دارد.
۴. اقلیم سرد و برفی
میانگین درجه حرارت در گرم ترین ماه سال بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد و در سردترین ماه کمتر از ۳- درجه سانتیگراد است. این ناحیه

زمستانهای طولانی و یخبندان و تابستانهای کوتاه اما گرم دارد.

۵. اقلیم قطبی

در این اقلیم فصل گرم وجود ندارد. میانگین درجه حرارت در گرم ترین ماه سال کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد است.

تقسیم بندی اقلیمی ایران

روشی که در ایران برای تعیین اقلیم بکار میرود کاملاً شبیه روش کوپن است و به نام واضع آن روش دکتر گنجی نامیده میشود. این روش ایران را به چهار ناحیه شبیه موارد ۱ تا ۴ روش کوپن تقسیم میکند و تنها اقلیم قطبی در ایران وجود ندارد.

روش دکتر گنجی:

ایران بین عرضهای جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی قرار دارد و کلا فلات مرتفعی است. با اینکه در ایران دو حوزه بزرگ رطوبت (دریای خزر و خلیج فارس) وجود دارد اما بواسطه وجود رشته کوههای البرز و زاگرس و جهت وزش بادهای آنها محدود به نواحی نزدیک این منابع رطوبت است. یکی از مشکلات در زمینه تقسیم بندی نواحی اقلیمی ایران، کمبود آمارها و گزارشهای دقیق است. به همین دلیل تقسیم بندی زیر کلی بوده و استثنای زیادی خواهد داشت. این روش ایران را به ۴ ناحیه زیر تقسیم میکند:

۱. اقلیم معتدل و مرطوب (سواحل دریای خزر)

این ناحیه دارای آب و هوای معتدل است و بارندگی فراوان است و از جلگه های پست تشکیل شده است. به سمت شرق اعتدال هوا کاسته میشود. نوسان درجه حرارت در این ناحیه بسیار کم است. در تابستان دما در طول روز بین ۲۵ تا ۳۰ درجه و در شب بین ۲۰ تا ۲۳ درجه است. در زمستان بصورت کلی بالای صفر است. شهرهایی نظیر چالوس و رامسر در این ناحیه قرار دارند.

۲. اقلیم سرد (کوهستانهای غربی)

میانگین دما در گرم ترین ماه سال بیش از ۱۰ درجه و در سردترین ماه کمتر از ۳- درجه است. کوههای غربی مانع نفوذ رطوبت مدیترانه میشوند. این ناحیه تابستانهای گرم و زمستانهای طولانی (از اوایل آذر تا اواخر فروردین) و به شدت سرد دارد که معمولاً چند ماه آن یخبندان خواهد بود. بارندگی غالباً به صورت برف است. شهرهای سنندج و همدان در این ناحیه قرار دارند.

۳. اقلیم گرم و خشک (فلات مرکزی)

بادهای مهاجر از شمال غربی هوا را خشک میکنند و این خشکی هوا مشکل اصلی در تامین آسایش حرارتی است. تابش آفتاب در این ناحیه به شدت زیاد است و با انعکاس از سطح زمین بیشتر میشود. بواسطه خشکی هوا نوسان درجه حرارت روزانه به شدت زیاد است. دمای سطح زمین در روز به ۷۰ درجه میرسد و در شب به کمتر از ۱۵ درجه کاهش پیدا میکند. دمای هوا در روزهای گرم تابستان به ۴۰ تا ۵۰ درجه میرسد و شبها به ۱۵ تا ۲۵ درجه کاهش میابد. این ناحیه زمستانهای سخت و سرد و تابستانهای طولانی و گرم و خشک دارد و خود به ۲ ریز اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی تقسیم میشود.

- نیمه بیابانی: در دامنه کوههای شمالی و غربی شکل میگیرد و تپه ها و کوهپایه ها تا حدی به حفظ رطوبت کمک میکنند. اکثر شهرهای بزرگ ایران در این ناحیه قرار دارند. تهران، اصفهان و شیراز در این ناحیه قرار دارند.
- بیابانی: چاله های پست مرکزی و شرقی و جنوب شرقی و بیابانهای بزرگ ایران این ناحیه را شکل میدهند. سخت ترین

شرایط آب و هوایی ایران در این ناحیه وجود دارد. طوفان شن، خشک سالی و تابستانهای بسیار گرم و طولانی از خصوصیات این ناحیه است. شهرهایی نظیر زاهدان و یزد در این ناحیه قرار گرفته اند.

۴. اقلیم گرم و مرطوب (سواحل جنوبی)

این ناحیه تابستانهای بسیار گرم و مرطوب و زمستانهای معتدل دارد. حداکثر دما ۳۵ تا ۴۰ درجه است. رطوبت نسبی بطور معمول ۷۰٪ است. بواسطه رطوبت زیاد نوسان درجه حرارت در شب و روز بسیار کم است. شدت تابش خورشید بسیار زیاد است و تنها پدیده اقلیمی قابل توجه نسیم دریا به خشکی (در روز) و نسیم خشکی به دریا (در شب) است. در سواحل خلیج فارس بارندگی منظم تر و بیشتر از دریای عمان است. بندر عباس و جاسک از شهرهای این ناحیه هستند.

خصوصیات معماری اقلیمهای مختلف

اقلیم معتدل و مرطوب:

۱. ساختمانها روی پایه های سنگی و چوبی ساخته میشوند و معمولاً فاقد زیر زمین هستند تا از نفوذ آبهای سطحی جلوگیری شود.
۲. ایجاد ایوانهای عریض و سر پوشیده در اطراف اتاقها برای حفاظت بدنه های ساختمان از باران. که غالب فعالیتهای روزمره نیز در این فضاها اتفاق می افتد.
۳. از مصالح با حداقل ظرفیت حرارتی استفاده میشود و اگر مصالح سنگین بود ضخامت دیوارها کم در نظر گرفته میشود زیرا ذخیره حرارت مورد نظر نیست اما مصالح سبک در تهویه بهتر عمل میکنند.
۴. تمام ساختمانها با پلانهای باز و گسترده و فرم کشیده طراحی می شوند و معمولاً رو به باد قرار میگیرند تا از جریان هوای طبیعی استفاده کنند.
۵. بافت پراکنده و غیر متمرکز برای استفاده بیشتر از جریان هوا و همچنین به دلیل در دسترس بودن منابع آب.
۶. بامها به صورت شیب دار و با شیب تند اجرا می شوند تا دفع آب باران راحتتر انجام شود.

اقلیم گرم و خشک:

۱. از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا (خشت و آجر) و دیوار با ضخامت زیاد برای بهره بردن از نوسان روزانه درجه حرارت استفاده میشود.
۲. برای کاهش تماس با محیط اطراف پلانها معمولاً فشرده و متراکم است تا نسبت سطح به حجم و در نتیجه تبادل حرارت کمتر شود.
۳. به جهت در دسترس نبودن منابع آب و کاهش بیشتر تماس با محیط و همین طور ایجاد سایه در معابر بافت نیز فشرده و متراکم است.
۴. سقف ها معمولاً به دلیل کمبود چوب بدون اسکلت و گنبدی ساخته می شوند. هم چنین در سقف گنبدی همواره یک طرف سقف در سایه قرار دارد.
۵. سفید کاری بدنه های خارجی برای کاهش جذب انرژی خورشیدی انجام میشود.
۶. تعداد و مساحت پنجره ها کاهش یافته و برای کاهش جذب انرژی خورشیدی پنجره ها در ارتفاع بالا نصب میشوند.

۷. به دلیل نامساعد بودن هوای بیرون تهویه طبیعی وجود ندارد و از ابزارهایی نظیر باد گیر برای کنترل تهویه استفاده میشود.
۸. ایجاد حیاطهای مرکزی با پوشش گیاهی و آب و معطوف ساختن فضاها به سمت حیاط برای استفاده از سایه و رطوبت و دور ساختن فضاها از شرایط نامساعد بیرون.
۹. جهت گیری جنوب و جنوب شرقی برای طراحی راحت تر سایه بان و گریز از نور نامناسب غرب.

اقلیم سرد:

۱. پلانهای مترکم و فشرده برای کاهش نسبت سطح به حجم و کاهش تبادل حرارت با محیط.
۲. استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی کافی و مقاومت حرارتی بالا برای کاهش تبادل حرارت.
۳. کاهش تهویه در حد تهویه برای سلامت .
۴. استفاده از بامهای مسطح برای نگهداری برف به عنوان عایق حرارتی.
۵. سایز و تعداد پنجره ها در صورت قرار گرفتن در جهت وزش باد کاهش یافته و در غیر این صورت از پنجره های بزرگتر و بیشتر استفاده میشود.

اقلیم گرم و مرطوب:

۱. استفاده از ایوانهای عریض و سر پوشیده برای قرار دادن ساختمان در سایه کامل و همچنین جلوگیری از نفوذ رطوبت باران.
۲. استفاده از ظرفیت حرارتی کم چون نوسان روزانه درجه حرارت کم است.
۳. در نزدیکی ساحل از بادگیرها برای جذب نسیم دریا به خشکی و خشکی به دریا استفاده می شود که در نواحی دورتر این بادگیرها حذف می شوند .
۴. به دلیل گرما و رطوبت زیاد تهویه اهمیتی ندارد و پیش بینی لازم برای کوران انجام نشده است.

فصل ۴: تاسیسات سرمایش گرمایش

تهویه مطبوع

تهویه مطبوع به سیستمی گفته میشود که بتواند سه فاکتور دما، رطوبت و سرعت جریان هوا را کنترل و تنظیم کند. به صورت کلی تمام سیستمهای تهویه مطبوع بر یک سیال استوار هستند که گرما و سرما را به محل مورد نیاز منتقل میکنند. بر اساس نوع سیال میتوان سیستمهای تهویه مطبوع را به سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱. سیستمهای تمام هوا: تنها سیستمی است که میتواند یک سیستم تهویه مطبوع کامل را فراهم کند. مهمترین ایراد این سیستمها حجم زیاد تجهیزات و کانالهای انتقال هوا میباشد.
 ۲. سیستمهای تمام آب: این سیستمها نمیتوانند میزان رطوبت هوا را تغییر دهند اما به لحاظ حجم کم تاسیسات و همچنین هزینه کم راه اندازی و نگهداری بر سایر سیستمها مزیت دارند.
 ۳. سیستمهای آب، هوا: این سیستمها مزیت ها و معایب هر دو نمونه قبل را خواهند داشت و معمولاً در این سیستمها گرمایش معمولاً بوسیله آب و سرمایش بوسیله هوا انجام میگردد.
- در حاشیه لازم به ذکر است که گرمایش با آب معمولاً به دو صورت امکان پذیر است. گرمایش با آب گرم که با دمای حدود ۷۰ تا ۹۰ درجه کار میکند و گرمایش با آب داغ که در این سیستم با تحت فشار قرار دادن کل سیستم دمای آب را تا حدود ۱۸۰ درجه یا بالاتر افزایش میدهند. گرمایش با آب داغ معمولاً در ساختمانهای عظیم یا جاهایی که در اثر افزایش مسیر لوله کشی در آب افت حرارت ایجاد میشود، مورد استفاده قرار میگیرد.

اجزا سیستمهای تهویه مطبوع:

در این قسمت به صورت خلاصه به معرفی اجزای بکار رفته در سیستمهای تهویه خواهیم پرداخت. این اجزا در همه انواع سیستمهای تهویه به گونه ای به کار خواهند رفت:

منابع حرارت:

منابع حرارت معمولاً با مصرف سوخت یا الکتریسیته حرارت تولید میکنند که بر اساس نوع سیالی که گرم میشود با نامهای دیگ (منابع حرارتی که سیال مایع را گرم میکنند) و کوره (منابع حرارتی که سیال گازی را گرم میکنند) شناخته میشوند.

منابع بروودت:

در همه سیستمهای مکانیکی ایجاد سرمایش تنها از طریق بروودت تبخیری امکانپذیر است و هرچه سرعت تبخیر یک ماده بیشتر باشد میزان سرمایش ایجاد شده توسط آن نیز بیشتر خواهد بود. منابع بروودت در سیستمهای معمول گرمایش و سرمایش با نام چیلر شناخته می‌شوند و به دو نوع ضربه‌ای یا معمولی و چیلر جذبی تقسیم می‌شوند. در هر دو نوع سرما در اثر بخار شدن ماده‌ای به نام ماده مبرد که معمولاً گازی شکل است ایجاد میگردد. سیستم کار هر یک بصورت خلاصه در زیر آورده شده است:

۱- **چیلر ضربه‌ای:** با سیستمی مانند یخچال معمولی عمل میکند. به این شکل که کمپرسور ماده مبرد گازی شکل را فشرده میکند. فشرده شدن ماده مبرد باعث گرم شدن آن میگردد. ماده مبرد تحت فشار و داغ به قسمت خنک کننده یا کولر منتقل شده و در آنجا گرمای خود را از دست میدهد. از دست دادن گرما باعث می‌شود که ماده مبرد تحت فشار به مایع تبدیل شود. مایع مبرد در شیر انبساط ذخیره شده و به تدریج به قسمت بعد یا تبخیر کننده منتقل می‌شود. در تبخیر کننده یا اواپراتور فشار از روی مایع برداشته شده و مایع دوباره به گاز تبدیل می‌شود که این فرآیند بخار شدن، باعث ایجاد سرما میشود.

۲- **چیلر جذبی:** با سیستمی شبیه به یخچالهای نفتی قدیمی کار میکند. ژنراتور محلول ماده مبرد در ماده جاذب یا حلال را (در یخچالهای قدیمی از آب به عنوان جاذب و از آمونیاک به عنوان مبرد استفاده میشده است). حرارت داده و بخار میکند. بخار ماده حلال و مبرد به جداکننده یا سپاراتور منتقل شده و بخار آن‌ها از یکدیگر تفکیک میشود. بخار جاذب یا حلال به مخزن برمیگردد و بخار ماده مبرد به غلیظ کننده یا کندانسور منتقل میشود. در آنجا تبدیل به مایع شده و درون شیر انبساط ذخیره میگردد. همانند چیلر ضربه‌ای شیر انبساط به تدریج مایع را به اواپراتور فرستاده و در آنجا ماده مبرد بخار شده و سرما ایجاد میکند. سپس بخار مبرد به مخزن منتقل شده و مجدداً در ماده جاذب حل میشود.

مخزن انبساط:

این قسمت فقط در سیستمهای تمام آب وجود دارند. در سیستمهای تمام آب چون مدار حرکت سیال بسته میباشد با تغییر دمای سیال موجود در سیستم و تغییر حجم آن به اتصالات سیستم و کل مدار فشار وارد شده و ممکن است باعث ایجاد اشکال در سیستم شود. منبع انبساط قطعه‌ای است که وظیفه کنترل تغییر حجم سیال را به عهده دارد. دو نمونه از منابع انبساط مدل پیستونی و مدل دیافراگمی میباشند. در مدل پیستونی تغییر حجم آب باعث بالا و پایین رفتن یک پیستون در یک محفظه استوانه‌ای میشود. در مدل دیافراگمی تغییر حجم آب باعث باد شدن یک بادکنک شده و از این طریق از اعمال فشار به سیستم جلوگیری میشود.

پمپ‌ها:

این دستگاهها وظیفه به حرکت در آوردن سیال را بر عهده دارند. پمپهایی که سیال مایع را به حرکت در می‌آورند معمولاً از نوع پمپهای حلزونی هستند. پمپهایی که سیال گاز را به حرکت در می‌آورند فن یا بادزن نامیده شده و در دو نوع جریان محوری و جریان عمودی بکار می‌روند. در فن جریان محوری جهت حرکت هوا موازی محور دوران فن است (نظیر پنکه) و در فن جریان عمودی جهت حرکت هوا عمود بر محور دوران فن است (نظیر فن کولر).

دستگاههای رطوبت زن:

دستگاههایی هستند که برای افزایش رطوبت محیط از آنها استفاده میشود. این دستگاهها با سیستمهای مختلف و متفاوتی کار میکنند که برخی از انواع آن در زیر آورده شده است:

۱. تستکی: در این سیستم یک تستک حاوی آب در مسیر یک کانال هوا تعبیه شده و عبور هوا از روی تستک باعث تبخیر آب و وارد شدن بخار آب به محیط میشود.
۲. اولتراسونیک: با امواج فراصوت آب را تبخیر کرده و به داخل فضا هدایت میکند.
۳. دیسکی: با گردش یک دیسک و پرتاب آب کار میکند.
۴. بستر متخلخل: در این سیستم آب روی دیواره ای از جنس متخلخل ریخته و با عبور هوا از این دیواره آب تبخیر شده و وارد محیط میشود. نظیر اتفاقی که در کولر آبی رخ میدهد.
۵. بستر صلب: همانند بستر متخلخل است با این تفاوت که دیواره به جای مواد متخلخل از صفحات نازک فلزی کنار هم بوجود آمده است.
۶. پاششی: با چکیدن آب از ارتفاع محاسبه شده بر روی یک سطح افقی و سخت و پاشیدن قطرات آن به اطراف، در چند مرحله آب به قطرات ریز تقسیم شده و توسط هوای عبوری جذب میگردد. نمونه بارز این دستگاهها هواشور یا (Air Washer) است.

دستگاههای رطوبت گیر:

این دستگاهها بصورت معمول با استفاده از پدیده فیزیکی تعریق رطوبت هوا را از بین میبرند. بدین معنی که با سرد کردن هوا دمای آن به پایین تر از نقطه شبنم میرسد و رطوبت هوا بصورت قطرات ریز آب از هوا خارج میشود. این دستگاهها در حالت عادی بوسیله یک منبع برودت یک کویل را سرد کرده (کویل سرمایش ایجاد میکنند) و با عبور هوا از روی کویل رطوبت آن گرفته میشود. در مورد کویلها در قسمت بعد توضیح داده شده است.

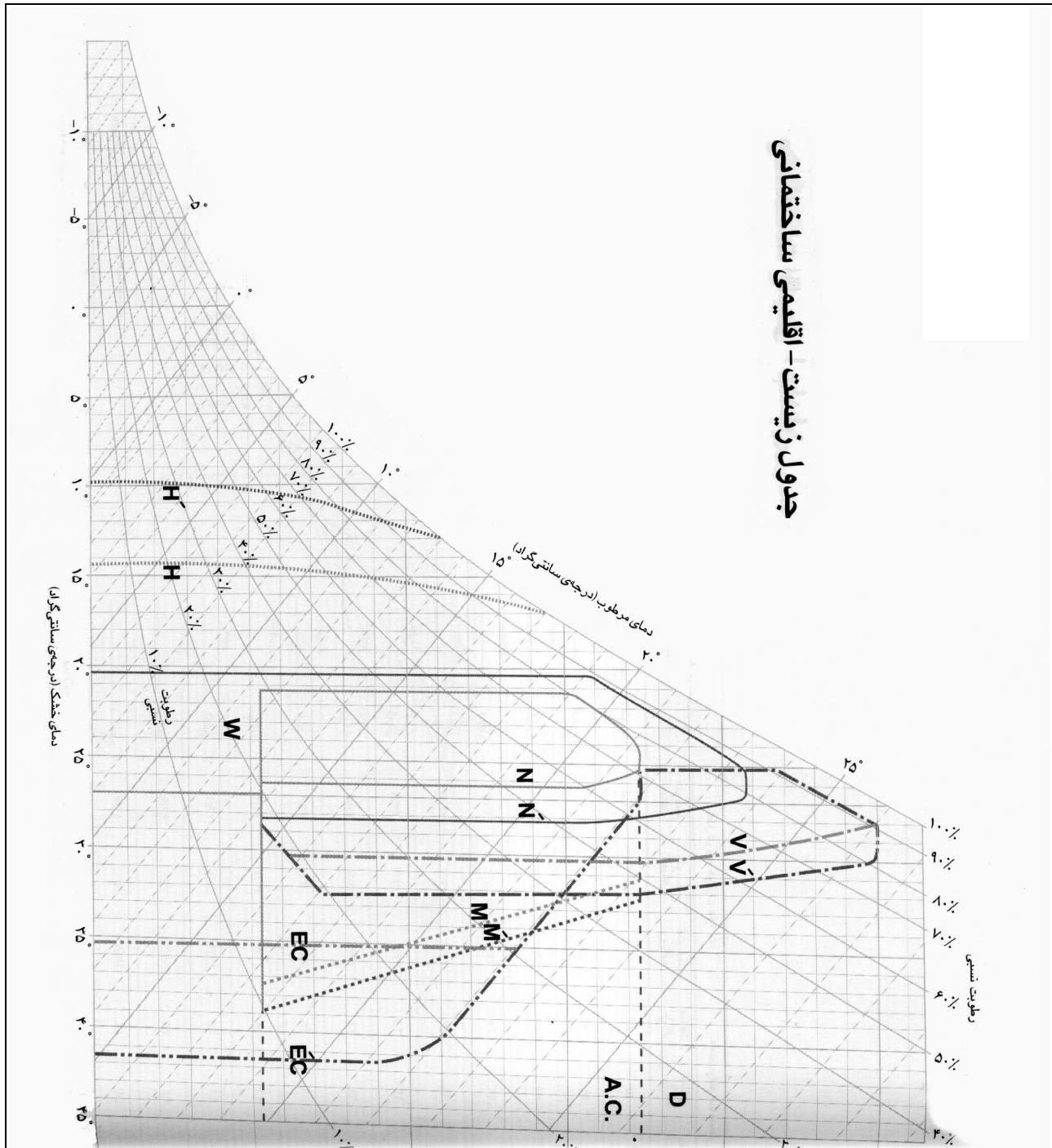
کویل ها:

کویلها در واقع محللای تبادل حرارت در سیستمهای سرمایش گرمایش میباشند. کویلها را بر اساس عملکرد میتوان به دو نوع سرمایشی و گرمایشی تقسیم کرد. همینطور کویلها را میتوان بر اساس نوع سیال به سه دسته زیر تقسیم کرد:

۱. هوا به هوا: تبادل حرارت بین ۲ ماده گازی شکل رخ میدهد. نظیر بخاری یا یونیت هیت
 ۲. آب به هوا یا بالعکس: حرارت بین یک سیال مایع و یک گاز تبادل میشود. نظیر رادیاتور شوفاژ
 ۳. آب به آب که تبادل حرارت بین ۲ سیال مایع اتفاق می افتد. نظیر سیستمهای گرمایش با آب داغ.
- در مورد کویلها باید به نکات زیر توجه کرد:
- در کویلهای سرمایش باید پدیده تعریق کنترل شود.
 - در کویلهای با سیال مایع باید حتما ورودی مایع از پایین و خروجی آن از بالا باشد تا کل کویل پر شود.
 - در کویلهای با سیال مایع حتما پیش بینی هواگیری انجام گردد.
 - چون در کویلها انتقال حرارت از طریق رسانایی انجام میشود باید سطح تماس ۲ سیال را زیاد کرد. به همین دلیل اغلب کویلها دارای یک سطح اولیه هستند که مستقیما با سیال اصلی در تماس است و یک سطح ثانویه که برای افزایش تماس با محیط و افزایش تبادل حرارت در نظر گرفته شده است. نظیر پره های شوفاژ که به لوله اصلی متصل شده اند.

نمودار بیو کلماتیک ساختمانی یا نمودار سایکرومتریک

نمودار زیر محدوده و شرایط آسایش حرارتی را با در نظر گرفتن مسائل و شرایط ساختمان تعیین میکند. در این نمودار راهکارهای رسیدن به آسایش در ساختمان نظیر استفاده از کولر، دستگاههای رطوبت گیر یا استفاده از تهویه طبیعی آورده شده است.



این نمودار ارتباط بین ۴ فاکتور را نمایش می‌دهد. این ۴ فاکتور به شرح زیر هستند:

الف- دمای خشک: محور افقی پایین نمودار نشان دهنده دمای خشک محیط است.

ب- رطوبت نسبی: منحنی های داخل نمودار نشانگر میزان رطوبت نسبی محیط است. (رطوبت نسبی یعنی نسبت رطوبت موجود در هوا به رطوبت اشباع هوا در همان دما).

ج- دمای مرطوب: خطوط مورب داخل نمودار نشانگر دمای مرطوب است. (دمای مرطوب نشان دهنده قدرت خنک کنندگی رطوبت یا درواقع نشان دهنده میزان خنک سازی دستگاهی نظیر کولر است).

د- فشار بخار: محور عمودی نمودار نشان دهنده فشار بخار آب در محیط است. (فشار بخار، فشاری است که از جانب مولکولهای بخار آب موجود در هوا به سطح آب وارد می‌شود و مانع از تبخیر آب می‌گردد. هرچه رطوبت نسبی بیشتر باشد، فشار بخار نیز بیشتر خواهد بود).

محدوده هایی که در نمودار مشخص شده است به شرح زیر است:

N: محدوده آسایش را نمایش می‌دهد.

N': محدوده قابل تحمل را نشان می‌دهد.

M: محدوده آسایش در ساختمان ساخته شده با استفاده از مصالح متناسب با اقلیم است.

M': محدوده قابل تحمل در ساختمان ساخته شده با مصالح همساز با اقلیم است.

V: محدوده فراهم شدن آسایش با استفاده از تهویه طبیعی در ساختمان است.

V': محدوده آسایش با استفاده از تهویه طبیعی در ساختمانهایی است که برای استفاده از تهویه طراحی شده باشند.

EC: محدوده فراهم شدن آسایش با استفاده از کولر آبی است.

E'C: محدوده فراهم شدن آسایش با استفاده از کولر آبی در ساختمانهای عایق کاری شده با رنگ بدنه سفید است.

A.C: محدوده استفاده از سیستمهای تهویه مطبوع است.

W: محدوده استفاده از دستگاههای رطوبت زن است.

D: محدوده استفاده از دستگاههای رطوبت گیر است.

H: محدوده شروع نیاز به وسایل گرمازا است.

H': حد نهایی تحمل سرما بدون استفاده از وسایل گرمازا است.

علی خزایی

دانشگاه فنی مهندسی کرمانشاه

www.IRANDAMA.com

Ali8000@Gmail.com

فصل ۷: محاسبات انتقال حرارت

انتقال حرارت از طریق رسانایی

در این قسمت پدیده انتقال حرارت از طریق رسانایی بصورت بسیار خلاصه بررسی میگردد. از مطالب مربوط به انتقال حرارت به روش همرفت و تابش بدلیل پیچیدگی زیاد صرف نظر شده است. متغیرهای بکار رفته در فرمولهای این بخش به شرح زیر میباشند:

$$\begin{aligned} X &= \text{ضخامت ماده} & A &= \text{مساحت ماده} \\ T &= \text{اختلاف دمای دو طرف ماده} & R &= \text{مقاومت ماده} \\ Q &= \text{گرمای تبادل شده بین دو طرف ماده} & K &= \text{ضریب رسانایی ماده (از جدول روبرو)} \end{aligned}$$

دیواره ای را تصور کنید که دمای دو طرف آن T_1 و T_2 باشد. مقاومت حرارتی دیواره را R فرض میکنیم. میدانیم هرچه اختلاف دمای دو طرف دیواره بیشتر باشد میزان گرمای انتقال یافته (Q) نیز بیشتر خواهد بود. پس اختلاف دمای دو طرف دیواره با میزان گرمای منتقل شده از سمت گرم به سمت سرد نسبت مستقیم دارد. با توجه به اینکه افزایش مقاومت حرارتی باعث کاهش میزان انتقال حرارت می شود پس مقاومت حرارتی دیواره با میزان گرمای منتقل شده نسبت عکس دارد. این دو گزاره ما را به فرمول شماره ۱ میرسانند:

$$Q = \frac{T}{R} \quad \text{۱- گرمای تبادل شده بر حسب وات}$$

فاکتور R خود به عواملی نظیر ضخامت و نوع ماده و مساحت و ... بستگی دارد. برای محاسبه R به ترتیب زیر عمل میکنیم. میدانیم میزان گرمای تبادل شده با ضخامت بدنه نسبت عکس دارد. یعنی ضخامت بیشتر باعث کاهش میزان عبور گرما میشود. همینطور گرمای تبادل شده با مساحت بدنه و ضریب رسانایی آن نسبت مستقیم دارد. و بالاخره مانند مطلب قبلی میزان گرمای تبادل شده با اختلاف دما نسبت مستقیم دارد. نتیجه این گزاره ها فرمول شماره ۲ خواهد شد:

$$Q = KA \frac{T}{X} \quad \text{۲- گرمای تبادل شده بر حسب وات}$$

با مقایسه فرمولهای بالا میتوان به فرمول شماره ۳ برای محاسبه مقاومت حرارتی یک بدنه ساده رسید:

$$R = \frac{X}{K \times A} \quad \text{۳- مقاومت یک ماده ساده}$$

در صورتی که بدنه یا دیواره از یک جنس ساده نباشد مثلاً از لایه‌های مختلف یا از مصالح متفاوت ساخته شده باشد دیگر فرمول فوق قابل استفاده نخواهد بود. در چنین شرایطی به یکی از حالت‌های محاسبه مقاومت حرارتی سری یا موازی احتیاج خواهیم داشت. زمانی که گرما برای عبور از بدنه اجباراً از ۲ یا چند ماده عبور کند آن حالت را مقاومت سری می‌نامیم. مانند زمانی که یک دیواره آجری از یک لایه آستری گچ پوشیده شود. اما اگر گرمای تبادل شده برای عبور تنها از یکی از ماده‌ها عبور کند آن حالت را مقاومت موازی می‌نامیم. مانند زمانی که در دیوار یک پنجره وجود داشته باشد. در چنین حالت‌هایی از فرمول‌های زیر استفاده می‌کنیم:

$$R_{serie} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad \text{۴- مقاومت سری}$$

$$\frac{1}{R_{parallel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad \text{۵- مقاومت موازی}$$

از فرمول‌های فوق فاکتورهای X و A و T در صورت مساله‌ها داده می‌شود. مقدار متغیر K یا ضریب رسانایی مواد بر اساس جدول زیر برای مصالح مختلف جایگزین شده و از طریق این فاکتورها R و سپس Q محاسبه می‌شود.

ماده	ضریب رسانایی	ماده	ضریب رسانایی
آب	۰/۶	چوب معمولی	۰/۲۳
آجر معمولی	۰/۷	سنگ آهک	۱/۳۱
آجر نما	۱/۳۲	سنگ مرمر	۲/۹۷
آسفالت	۰/۷۵	آستری سیمان	۰/۷۲۱
آلمونیم	۲۳۰	ملات سیمان	۱/۱۶
بتن	۱/۷۳	شیشه معمولی	۰/۷۹
بخار آب	۰/۰۲۲	فولاد ضد زنگ	۲۸/۸۴
پشم شیشه	۰/۰۳۸	قیر	۰/۲۳
چدن	۴۷	کاشی لعاب دار	۰/۷
آستری گچ	۰/۸۰۸	مس	۳۸۵
لاستیک	۱/۵۸	هوا	۰/۰۲۴ الی ۰/۰۳۱
آزبست با پشم	۰/۰۹	آزبست با سیمان	۰/۵۸
پشم معدنی	۰/۰۴۳	آهک	۰/۳۵
سنگ گرانیت	۲/۳۲	ماسه	۰/۳۳