

ارائه دهندگان :

- دکتر محمد باقر بهیار (مدیر کل هواشناسی استان اصفهان)
- اکرم پرونده خوزانی (کارشناس ارشد تحقیقات کاربردی)
- اعظم باقری (کارشناس ارشد تحقیقات کاربردی)

انتخاب مصالح و نحوه بکارگیری آنها در ساختمان با توجه به شرایط جوی ، به نحوی که منجر به صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی گردد ، متأسفانه تا به امروز به عنوان یک ملاک و معیار برای مهندسين معماری و طراحان بخش ساختمان مطرح نبوده است . ارزش فوق العاده سوخت های فسیلی و حجم عظیم سرمایه ملی که در بازیابی اسن سوختها هزینه می گردد ، نیاز به اصلاح ساختار مصرف و ارائه الگوهای مصرف بهینه انرژی را ضروری می سازد . لذا دست اندرکاران صنعت ساختمان لازم است در این راه با عزمی راسخ تر گامهای بلندتری را بردارند . در این راستا هدف این مقاله توجه به شرایط جوی در انتخاب مصالح و نحوه بکار گیری آنها در ساختمان با توجه به معیارهای مصرف انرژی و همخوانی با محیط زیست می باشد .

یکی از مسائل مهم در مبحث ساختمان و محیط های مسکونی و معماری همساز با اقلیم , مسئله گرم کردن آنها در فصول سرد و سرد کردن آنها در دوره های گرم سال برای رسیدن به حدود آسایش گرمایی انسان است , لذا با ارائه تمهیدات خاص مربوط به شکل , ابعاد پنجره ها , جنس مصالح ساختمانی و شرایط اقلیمی می توان حداکثر صرفه جوئی را برای گرمایش و سرمایش محیط های مسکونی بعمل آورد . باید توجه داشت طراحی ساختمان تنها بر اساس گرمایش در فصل زمستان ناقص است و اگر ساینهایی برای تابستان در نظر گرفته نشده باشد , این نوع طراحی حتی مضر هم می باشد . بسیاری از تکنیک های طراحی اقلیمی مانند عایق بندی یا ابنیه زیر زمینی می تواند هزینه های سرمایش و گرمایش را تقلیل دهد . تهویه طبیعی زمانیکه با سایر تکنیک های برودتی مورد استفاده قرار گیرد به راحتی می تواند در ماههای تابستان باعث فراهم آمدن شرایط آسایش شود . احتیاج به مخارج زیاد کولر گازی (جهت خنک کردن داخل بنا) , اغلب به خاطر مکان غلط پنجره در بنا و یا عدم استفاده از سایه است که باعث تبدیل ساختمان به یک تنور داغ خورشیدی در تابستان می شود. حتی در ایامی که هوای بیرون دلپذیر است, بواسطه بی اطلاعی طراح از مبانی و روش های طراحی اقلیمی, هوای داخل ساختمان می تواند ناراحت کننده باشد. به طور کلی در کلیه اقلیم های بسیار دشوار از لحاظ زیستی, همیشه روشهای مختلفی برای رسیدن به آسایش انسان و صرفه جویی در مصرف انرژی وجود دارد. مطلب مهم جهت درک ارزش معماری هر عصر و هر منطقه ای, دانستن چگونگی مطابقت ساختمان با اقلیم خاص آن منطقه است. چگونه ساختمان از آفتاب , نسیم و فضای سبز استفاده می برد و چگونه معمار, یک اقلیم آب و هوایی کوچک می آفریند. همه اینها دلیل و نشانه ای از مهارت از مهارت و اشراف طراح است. طراحی اقلیمی روشی است برای کاهش همه جانبه هزینه انرژی یک ساختمان. طراحی ساختمان اولین «خط دفاعی» در مقابل عوامل اقلیمی خارج بناست. در تمامی آب و هواها, ساختمانهایی که بر طبق اصول طراحی اقلیمی ساخته شده اند, ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می دهند و در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان استفاده می کنند. مبالغی که در دراز مدت صرفه جویی می گردد, موجب می شود که اجرای تکنیکهای طراحی اقلیمی بهترین نوع سرمایه گذاری برای مالکین ساختمانها باشد. خیلی از آنها اصلاً هزینه ای ندارند و تنها مستلزم علم و آگاهی راجع به طراحی اقلیمی است.

حرارت و انسان (آسایش و هوای داخل ساختمان)

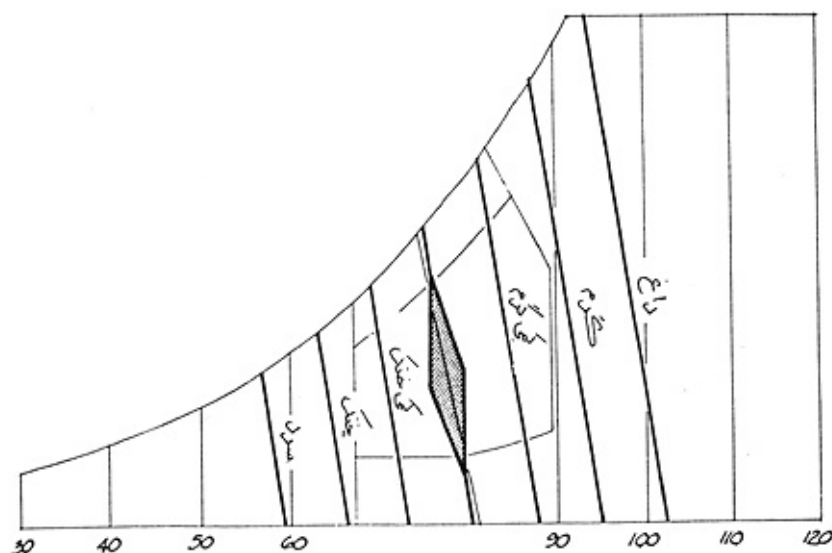
یکی از هدفهای این مقاله, معرفی و بحث راجع به نحوه عبور و جابجایی حرارت از طریق مصالح ساختمانی است تا معماران بتوانند با روش های صحیح , هزینه انرژی را برای ایجاد شرایط آسایش در منازل و ساختمانهای کوچک به حداقل برسانند. ولی باید دانست که انرژی در مواد ساختمانی اطراف ما نیز ذخیره می شود. به طور کلی آسایش حرارتی بدن در زمانی که دمای پوست 34°C باشد, تامین است . اغلب اشخاص (در حالت غیر فعال و با لباسهای معمولی داخل خانه) زمانی که حرارت محیط برابر با 22°C باشد, در شرایط آسایش خواهند بود. 12°C درجه

اختلافی که میان دو حرارت فوق وجود دارد بواسطه ۶۰ وات حرارتی است که در نتیجه سوخت و ساز غذا در بدن بوجود می آید و باید از طریق پوست دفع شود. اگر ۶۰ وات انرژی اضافی از خارج به سطح بدن برسد منطقاً می توان انتظار داشت که بدن در شرایطی که حرارت محیط 24°C پایین تر از حرارت پوست بدن باشد آسوده خواهد بود. تبادل حرارتی میان بدن انسان و محیط اطراف آن به چهار طریق صورت می گیرد:

۱- هدایت (در اثر تماس مستقیم) ۲- هدایت- جابجایی (حرکت هوا) ۳- تبخیر - جابجایی رطوبت پوست ۴- تابش (خورشیدی و حرارتی). بدن انسان خود تولید حرارت می کند که مقدار آن بستگی به میزان فعالیت انسان دارد. میزان تولید حرارت حاصل از سوخت و ساز غذا، بعلاوه منابع حرارتی محیط و پوست بدن، مقدار ذخیره حرارتی بدن انسان را مشخص می کند.

در طراحی ساختمان و مسایل تکنیکی آن، آسایش حرارتی انسان به موقعیتی اتلاق می شود که انسان از نظر ذهنی و فکری در شرایط آسایش حرارتی قرار دارد. عقیده بسیاری از محققین فن بر آن است که: « خنثی بودن حرارتی » تعبیر دقیق تری از آسایش حرارتی است، چرا که در چنین محیطی بدن انسان نه احساس سرما می کند و نه احساس گرما و نه احساس ناراحتی موضعی ناشی از تابش نا متقارن، کوران هوا، کف سرد اتاق، لباس ناهمگون و غیره.

آزمایشهای متعددی انجام گردیده تا راحت ترین شرایط از لحاظ اتفاق نظر آزمایش شوندگان شناسایی گردد. محققین دانشگاه آمریکایی کانزاس به این نتیجه رسیده اند؛ افرادی که لباس سبک معمولی ادارات را می پوشند از محیطی با دمای خشک ۷۹ و رطوبت نسبی ۵۰٪ و سرعت هوای کمتر از ۳۵ فوت در دقیقه حداکثر رضایت را دارند. (شکل ۱)



شکل (۱)- احساس حرارت بر مبنای تحقیقاتی به سفارش " اشری " در دانشگاه ایالتی کانزاس صورت گرفته است. ناحیه مشخص شده معرف شرایط آسایش برای ۸۰ درصد آزمایش شوندگان است (سطح فعالیت یک Met و لباس ۰/۵clo)

فشار بخار هوا، علاوه بر تاثیری که روی میزان تعرق و تبخیر رطوبت پوست بدن دارد بر روی وضعیت روانی- فیزیکی انسان نیز تاثیر می گذارد. «لی روی»، (لندزبرگ، ۱۹۷۲) فشار بخار از ۱۲ تا ۱۶، ۱۶ تا ۲۱/۲، ۲۱/۲ تا ۲۶/۴ و بیش از ۲۶/۴ میلی بار را به ترتیب «سلامت»، «آرامش بخش»، «ناراحت کننده» و «ناتوان کننده» نامیده است. سایر محققین نیز فشار جیوه کمتر از ۵ و بیش از ۱۷ یا ۱۸ میلی بار را محدوده ناراحت کننده نامیده اند.

زمانیکه طراح شرایط آب و هوایی محل را شناخت (با استفاده از تحلیلی های هواشناسی موجود در جداول سایکرومتریک) اصول طراحی اقلیمی که مناسب آن آب و هواست را می توان انتخاب و با یکدیگر مقایسه کرد.

تحلیل های «اقلیمی - ساختمانی» که به منظور در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در ساختمان انجام می گیرد، متعددند از جمله کارهای مرتبط با مبحث حاضر، مجموعه انتشارات مبحث «اقلیم- ساختمان» جامعه مهندسين گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا و کارهای ایتون (۱۹۷۰)، گیونی (۱۹۶۳ و ۱۹۹۷)، بایکر و دیگران (۱۹۹۴)، اولگی (۱۹۷۳)، گریفیتس (۱۹۹۰)، همفری (۱۹۹۲) و نیکل و دیگران (۱۹۹۴)، شایسته ذکر است در زمینه کارهای انجام شده در ایران از مطالعات ریاضی (۱۳۵۶)، رازجویان (۱۳۶۷)، کسمایی (۱۳۷۲) و خلیلی (۱۳۷۶) می توان نام برد.

عوامل جوی موثر در تهیه مصالح، بارگذاری، معماری، تأسیساتی و اجرا عبارتند از: درجه حرارت تابش، سمت و سرعت باد، برف، باران، یخ زدگی، رطوبت، تبخیر و آلودگی هوا.

اثر و اهمیت هر یک از عوامل اقلیمی در رابطه با موارد بارگذاری، معماری و ... متفاوت می باشد. بطور کلی یک معمار باید قبل از هرگونه اقدامی از تأثیر عوامل جوی، تجزیه و تحلیل و روابط متقابل بین این متغیرها آگاهی داشته باشد.

استفاده از حرارت خورشید تنها منبع مهم انرژی طبیعی جهت گرم کردن (غیر فعال) ساختمان است. شدت انرژی خورشیدی که توسط زمین دریافت می شود، تابع عرض جغرافیایی و صافی آسمان هر منطقه می باشد. اما امکان استفاده از حرارت خورشیدی در ساختمان بستگی به رابطه مقدار دریافت انرژی خورشیدی و سرمای زمستان دارد و براساس همین رابطه بار حرارتی ساختمان مشخص می شود.

تابش خورشید که به سطح یک ساختمان می رسد، ممکن است مستقیم، پراکنده و یا انعکاسی باشد. هر ساختمان مقدار قابل توجهی انرژی خورشیدی که به سایر سطوح تابیده و منعکس شده (مانند زمین، دیوارها و اطراف ساختمان) را جذب می کند.

قبل از پرداختن به نقش درجه حرارت در انتخاب مصالح ساختمانی لازم است به بعضی از خواص و خصوصیات فیزیکی مصالح ساختمانی در این رابطه اشاره شود.

فرآیند انتقال حرارت از مصالح ساختمانی جامد را هدایت حرارتی می گویند. در مصالح ساختمانی، انرژی حرارتی از ذره ای به ذره دیگر انتقال می یابد. میزان تبادل حرارت از درون مواد و یا مخلوطی از مواد مانند لایه های ساختمانی را انتقال حرارت می نامند. انتقال حرارت، همان میزان یا توان جریان حرارتی می باشد و واحد آن BTU در ساعت است. از آنجا که حرف Q، مجموع انرژی حرارتی را نشان می دهد، انتقال حرارت را با q مشخص می کنند. جریان حرارت می تواند به عنوان انتقال حرارتی که از واحد سطح عبور می کند، معرفی می شود و می توان آن را به عنوان مقدار چگالی انرژی جریان یافته تصور کرد. ارتباط متقابل واژه های فوق، در ذیل مشخص می شود:

حرارتی	Q	(Btu)
انتقال حرارت	q= Q/زمان	(Btuh)
جریان حرارت	=q-A	(Btuh/Ft ²)

ضریب هدایت حرارتی (C)

هرگاه تفاوت دما بین در طرف یک دیوار یا سقف وجود داشته باشد حرارت از میان لایه های دیوار از منطقه گرمتر بسوی منطقه سردتر حرکت می کند تا به عدم تعادل حرارتی تعادل بخشد. تا زمانی که سطوح در دو دمای مختلف و ثابت باقی باشد، مقدار جریان حرارتی میان آن دو ثابت باقی می ماند، این بنام «حالت ثابت» خوانده می شود. مقدار جریان حرارتی بستگی به خصوصیات مواد تشکیل دهنده لایه های جسم دارد که بنام ضریب حرارتی خوانده می شود. ضریب هدایت حرارتی عبارت است از مدت زمانی که جریان حرارت از یک سطح به سطح دیگر جسم در واحد سطح (یک فوت مربع) انتقال یابد به طوری که یک واحد تفاوت حرارتی میان آن دو بوجود آید. ضریب هدایت حرارتی با حرف «C» مشخص می شود در سیستم انگلیسی بر اساس واحد BTU/hr(Ft²)F می باشد. ضریب هدایت حرارتی بر اساس روابط زیر تعریف می شود:

$$q = c(T_h - T_c)A$$

انتقال حرارت

$$C = \frac{Q}{(T_h - T_c)A} \quad \frac{Btuh}{F(T^2)}$$

T_h دمای سطح گرمتر

T_c دمای سطح سردتر

A مساحت سطح

ضریب هدایت حرارتی یک ماده همگن به وسیله تقسیم ضریب انتقال حرارتی آن بر ضخامتش بدست می آید. ضریب هدایت حرارتی یک ماده غیر همگن (متشکل از چندین لایه) مانند دیوار یا سقف، با جمع عکس ضریب انتقال حرارتی ها با یکدیگر حاصل می شود (مانند مقاومتها).

ضریب انتقال حرارتی (k)

ضریب انتقال حرارتی یک ماده، عبارت از میزان ضریب هدایتی آن برای یک واحد استاندارد ضخامت است. این ضخامت در مهندسی ساختمانی معمولاً یک اینچ است، اگر چه برای بعضی از مواد مانند خاک و برف از واحد ضخامت یک فوت استفاده می شود. ضریب انتقال حرارتی به صورت مدت زمان عبور حرارت از یک واحد سطح و یک واحد ضخامت، در یک ماده همگن و در «حالت پایدار» هنگامی که یک واحد تفاوت دما میان سطوح آن وجود دارد تعریف می شود. این مقدار معمولاً بوسیله حرف «k» بیان می شود (گاهی اوقات «فاکتور k» نیز نامیده می شود). در یک سیستم انگلیسی واحد آن بر اساس $\text{Btu/Ft}^2(\text{hr})\text{F/in}$ برای مصالح ساختمانی و $\text{Btu/Ft}(\text{hr})\text{F}$ برای زمین است. بدلیل آنکه ضریب انتقال برای یک ضخامت استاندارد بیان می شود، مقایسه سریع و آسان میان مواد مختلف که انتقال دهنده حرارت هستند، میسر می گردد. ضریب انتقال حرارتی (k) با رابطه زیر بیان می شود:

$$q = \frac{k}{x} (T_h - T_c) A \quad \text{انتقال حرارت}$$
$$k = \frac{Qx}{(T_h - T_c) A} \quad \text{ضریب انتقال حرارتی}$$
$$\frac{BTuh(in)}{F(Ft^2)}$$

X یا ضخامت ماده باید بر حسب اینچ باشد. از معادلات فوق چنین نتیجه می شود که C و K/X یک معنا و مفهوم دارند.

مقاومت حرارتی R – مقدار R

طراحان و پیمانکاران امور ساختمانی اغلب ترجیح می دهند که از مقاومت حرارتی اجزاء ساختمان یا لایه های آن به جای ضریب هدایت حرارتی و ضریب انتقال حرارتی استفاده کنند. مقاومت حرارتی که با حرف R مشخص می شود، عکس ضریب هدایت حرارتی است و بوسیله رابطه زیر تعریف می شود:

$$q = \frac{(T_h - T_c)}{R} \quad \text{انتقال حرارت}$$

$$R = \frac{(T_h - T_c)}{q} \quad \text{مقاومت}$$

$$\frac{Ft^2(hr)F}{BTU}$$

مقادیر R در سیستم انگلیسی بر حسب $Ft^2(hr)F/Btu$ می باشد. از آنجایی که ذکر این واحدها مشکل است، لذا جهت سهولت در استاندارد ساختمانی آنها را حذف نموده و مقاومت مواد ساختمانی یا قسمتها را به صورت «R₁₅» و یا «R₃₃» نشان می دهند. مقادیر R در سیستم متریک با واحد $m^2(c^0)/W$ مشخص می شود. مقاومتها جمع پذیرند، لذا مقاومت کل یک قسمت از ساختمان، مجموع مقاومتهای هریک از لایه های اجزاء آن است. ولی ضریب هدایت حرارتی قابل جمع نیستند و برای بدست آوردن ضریب هدایت حرارتی یک قسمت از ساختمان، باید مقدار مقاومت کل آن را حساب و سپس عدد حاصل را معکوس نمود. برای دیواری که از چهار لایه متفاوت تشکیل شده، ضریب هدایت حرارتی دیوار به روش زیر محاسبه می شود:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad \text{دیوار}$$

$$C = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \quad \text{دیوار}$$

مقدار U واحدها بر حسب انتقال حرارت از سطح یک ماده به سطح دیگر آن تعریف شده اند. محاسبات سطح به سطح جهت بیان خواص و استانداردهای حرارتی برای ساختمان مناسبند ولی در عمل معمولاً مقدار حقیقی دمای سطح مشخص نمی باشد. در عوض می توان دمای هوای طراحی شده برای داخل و خارج را به طور فرضی در نظر گرفت و انتقال حرارت میان سطح و هوا را در معادله جریان حرارت دخالت داد. این عمل با فرض یک ضریب هدایت برای لایه هوای سطوح خارج و داخل انجام می گردد. این ضریب هدایتی بنام «ضریب هدایت سطح» خوانده می شود و آن را با علامت h_o و h_i که به ترتیب ضریب هدایتی سطوح خارجی و داخلی است، نشان داده می شود. مقدار h_o با سرعت باد تغییر می کند و h_i نیز بستگی به جهت دیوار دارد.

معادله انتقال حرارت را می توان برای مبادله حرارت هوا چنین نوشت:

$$q = \frac{(T_i - T_o)A}{1/h_i + R + 1/h_o} \quad \text{انتقال حرارت}$$

$$T_i = \text{دمای هوای داخل}$$

$$= T_o$$

$$h_i = \text{ضریب هدایتی سطح داخل}$$

$$h_o = \text{ضریب هدایتی سطح خارج}$$

عکس حاصل جمع تمام مقاومتها که شامل ضریب هدایتی سطوح نیز می باشد، بنام ضریب کل انتقال حرارت یا ضریب کل هدایت حرارتی و یا به اختصار مقدار U نامیده می شود.

$$\text{مقدار} \quad (U) = \frac{1}{1/h_i + R + 1/h_o} \quad \frac{BTuh}{F(Ft^2)}$$

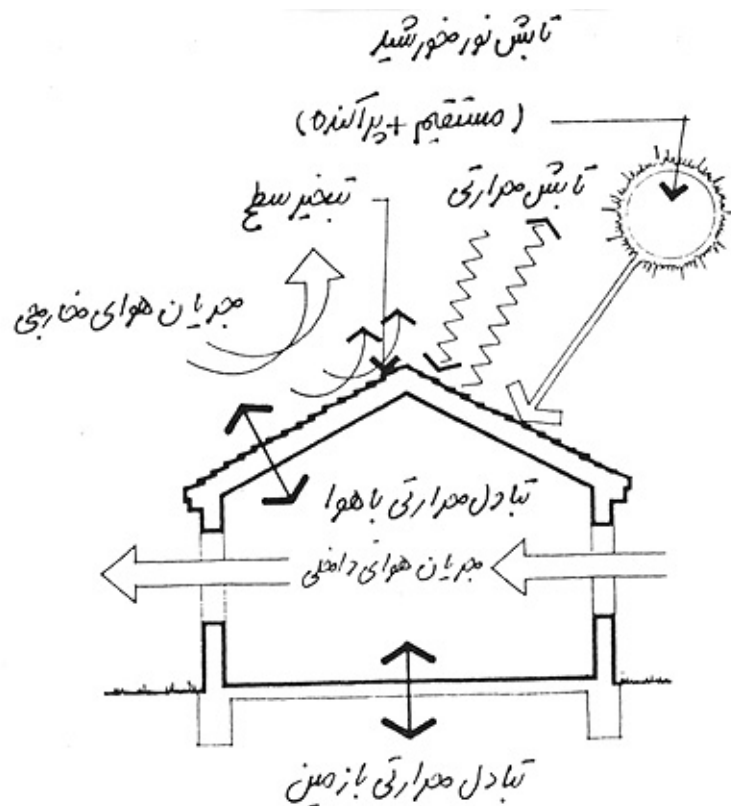
$$(q) = U(A) \Delta T \quad \text{انتقال حرارت}$$

ΔT بیان ساده ای جهت اختلاف دما بین سطوح داخل و خارج ($T_i - T_o$) است.

درجه حرارت در اجسام و عناصر و همچنین مصالح و رنگهای مختلف بایستی مد نظر قرار گیرد. در هوای گرم ایزوگام و یا مصالح دیگری بصورت غلط مصرف می شود و مشکلاتی از جمله خنک کردن اتاقها بوجود می آید. بکار بردن مصالح بتنی و فولادی در نقاط خیلی گرم و خشک یا خیلی سرد باعث شکستن و ترک خوردن می شوند. در مناطق مجاور ساختمان های بلند تابشهای خورشید از نوع مستقیم نمی باشند و اکثراً منعکس و منکسر خواهند بود. در حالیکه در مناطق باز با ساختمانهایی کم ارتفاع بیشتر تشعشعات خورشیدی بصورت مستقیم می باشند، اختلاف درجه حرارت ایجاد شده در منطقه آفتاب و سایه ایجاد تنشهای حرارتی بالا را می نماید که بایستی در زمان طراحی و اجرا مد نظر قرار گیرد.

اتاقهایی که وسعت شیشه رو به جنوب آنها زیاد است در روزهای آفتابی بیش از حد گرم می شوند و از آنجایی که در فصول سرد آفتاب فقط یک سوم روز در آسمان است، لذا در چنین اتاقهایی بهتر است از موادی استفاده شود که در طی روز حرارت را جذب می کنند و شب هنگام این حرارت را به داخل فضای اتاق انتقال می دهند. این مصالح لازم است ظرفیت حرارتی زیادی داشته باشند و در قسمتهایی از اتاق قرار گیرند که آفتاب روز، مدت طولانی روی آنها بتابد. ولی ظرفیت حرارتی یک ماده به تنهایی نشانگر ذخیره حرارت زیاد در آن ماده نیست. مدت زمان جذب و سپس پراکنده کردن حرارت در درون ماده عملکرد آن را در این رابطه مشخص می کند. این مدت زمان بستگی به ضریب انتقال حرارتی ماده و ظرفیت حرارتی آن دارد.

() -



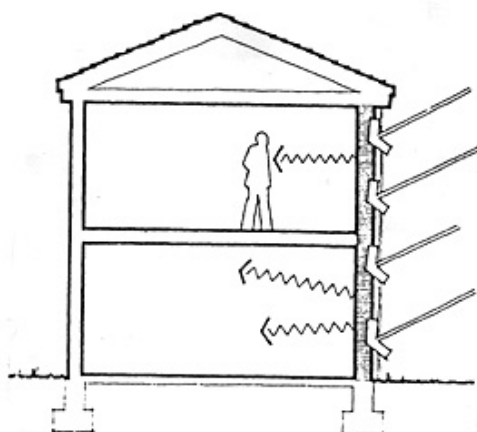
مشخصه این عملکرد «پذیرش حرارتی» نامیده می شود که برابر است با جذر حاصل ضرب ضریب انتقال حرارتی در ظرفیت حرارتی آن. موادی که پذیرش حرارتی آنها کم است برای ذخیره حرارت مناسب نیستند. حرارتی که در سطح این مواد جذب می شود به سرعت به فضا انتقال می یابد و دمای داخل بنا را به شدت تحت تاثیر قرار می دهد برعکس موادی که پذیرش حرارتی زیادی دارند حرارت را سریع جذب می کنند و به سرعت حرارتی را که خود دارند از دست می دهند. بتن و مصالح بنایی اغلب جهت ذخیره حرارت در ساختمان استفاده می شوند. آب نیز به منظور ذخیره حرارت استفاده می شود. چگالی آب کمتر از بتن و مصالح بنایی است ولی حرارت بیشتری را در واحد حجم در خود ذخیره می کند لذا بدین منظور در شبکه ها و ستونهای عمودی و حتی شیشه های آب که زیر تابش مستقیم قرار می گیرند حرارت آفتاب ذخیره می شود. بتن با توجه به ظرفیت ذخیره سازی انرژی خود قادر است در صورتی که در معرض منبع حرارتی قرار گیرد حرارت را ذخیره و سپس ساطع نماید. با استفاده از این خاصیت بتن می تواند ضمن کاستن حداکثر حرارت ساختمان به میزان ۳ الی ۴ درجه سانتی گراد زمان وقوع آن را نیز تا ۶ ساعت به تأخیر انداخت برای استفاده از این ویژگی ممتاز بتن کافی است که سطح بتن پوشانده نشود و به صورت آشکار مورد استفاده قرار گیرد در بسیاری از مناطق آب و هوایی چنانچه بتن به صورت آشکار و یا حداکثر رنگ آمیزی شده در سقف، دیواره ها و کف مورد استفاده قرار گیرد دیگر نیازی

به سیستمهای تهویه مطبوع نخواهد بود که علاوه بر صرفه جویی قابل توجه در مصرف انرژی به معنای ۵۰ درصد کاهش در تولید می باشد. در طول ساعات روز، بتن حرارت را از فضاهاى داخلی بتدریج جذب و گرمای نامطلوب را کاهش می دهد. در شب هنگام و در یک مدت زمان مشخصی به نام زمان تهویه بتن خنک شده و برای روز بعد آماده می گردد. این مکانیزم به قدری موثر و پربازده می باشد که جمعی از متخصصین در نیوزیلند اعلام نموده اند که با استفاده از این ویژگی بتن همراه با سیستمهای سایه ساز می توان ۴۴ درصد در میزان حرارت جذب شده صرفه جوی نمود. همچنین بر اساس مطالعات انجام شده، سهم پدیده ذخیره سازی انرژی بتن در ایجاد محیطی مطلوب برای استفاده کنندگان از مراکز بزرگ تجاری از سیستمهای عایق بندی و سایه ساز بیشتر است. با توجه به مطالبه ذکر شده در فوق ساختمانهای بنا شده با مصالح سنگین در تابستان مشکل حرارتی نخواهند داشت. سنگ و خاک از جمله مصالحی هستند که توده حرارتی بسیار بالا دارند و سقف ها و دیوارهای ضخیم ساخته شده با آنها گرما را در طی روز نگه داشته و آن را تا شب در خود حفظ می کنند. در صبح که توده حرارتی ساختمانها خنک شده است، عامل خنک شدن فضای داخل می شود. این عمل در طی روز که درجه حرارت بیرون بالا می رود، مؤثر واقع می شود.

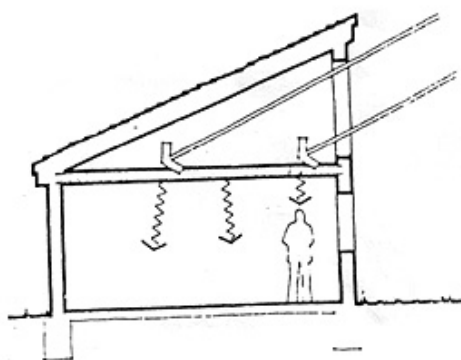
در سیستم کسب مستقیم از بدنه اتاقهای رو به آفتاب جهت ذخیره حرارت استفاده می شود کف آجری یا سفالی اتاق که زیر سازی آن می تواند ماسه یا بتن باشد، اگر در مقابل تابش مستقیم آفتاب قرار گرفته باشد برای این منظور مناسب است، البته روی کف اتاق نباید قالی یا پوشش هایی که مانند عایق حرارتی عمل می کنند پهن کرد. همچنین دیواره های آجری سفالی، بتنی و یا سنگی که سطح آنها مستقیماً در مقابل تابش آفتاب قرار دارند نیز مناسب اند. برای هر $0.93/0$ متر مربع شیشه باید 7560 کالری ماده ذخیره حرارتی در نظر گرفت، بنابراین اگر مساحت پنجره $11/16$ متر مربع باشد 907200 کالری ذخیره حرارتی ماده می باشد. اگر منبع ذخیره حرارتی مستقیماً در مقابل تابش آفتاب نباشد باید مقدار ذخیره را چهار برابر کرد اگر مصالح جهت ذخیره حرارتی در کل اتاق وجود داشته باشد بهترین نتیجه حاصل خواهد شد. مصالح کف اتاق، دیوارها، سقف و شومینه همه به عنوان منبع ذخیره حرارتی می توانند عمل کنند. سطوح بعضی از این مصالح نور مستقیم آفتاب و بقیه نور منعکس شده و غیر مستقیم دریافت خواهند کرد. در تجربه ای که توسط مؤسسه تکنولوژی ماساچوست انجام شد جهت ذخیره حرارت از ماده شیمیایی استفاده کردند که در اثر حرارت تغییر حالت می داد. این ماده را در داخل بلوکهای سیمانی به قطر یک اینچ قرار داده بودند این مواد به گونه ای بودند که در طی روز دمای بیش از 23 درجه سانتی گراد را به خود جذب می کردند و در شب هنگام زمانی که دمای هوا به پایین تر از 23 درجه می رسید حرارت را از دست می دادند. این بلوکهای سیمانی سبک بوده و به راحتی در پوسته دیوار، کف و سقف ساختمان قابل اجرا می باشند.

سیستم کسب غیر مستقیم حرارت آفتاب را به طور غیر مستقیم به داخل ساختمان انتقال می دهد. این عمل از طریق یک جسم یا فضای واسطه ای مانند گلخانه، فضای آفتابگیر زیر بام و یا دیوار حرارتی انجام می شود. در هریک از این روشها سطوحی که در مقابل آفتاب هستند، حرارت را جذب کرده و سپس آن را از طریق دیوار یا سقف به داخل بنا انتقال می دهند. در دیوارهای خورشیدی (دیوارهای ترومب) اگر مصالح دیوار بتن (ظرفیت حرارتی $= 164600 \text{ cal/m}^3$) باشد، ضخامت آن باید کمی بیش از $(\frac{30}{5}$ سانتی متر) باشد. ضخامت دیوار خشتی باید ۵۰ درصد بیشتر باشد برای اینکه ظرفیت حرارتی خشت $\frac{2}{3}$ بتن است. ضخامت دیوار آجری باید ۲۰ درصد بیشتر از دیوار بتنی باشد. فقط نیمی از حجم بتن برای آب کافی است تا همان مقدار حرارت جذب شود.

() -

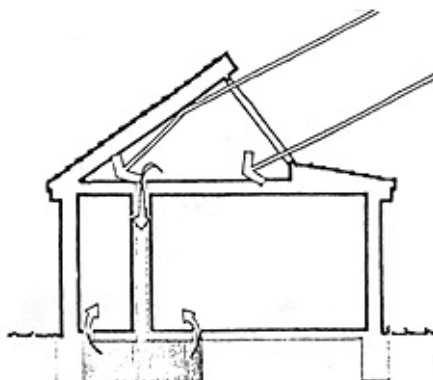


() -



اگر حرارت به یک مخزن حرارتی مانند انباری از قلوه سنگ هدایت شود، قابلیت ذخیره حرارتی سیستم کسب غیر مستقیم افزایش خواهد یافت. با این کار می توان ظرفیت منبع ذخیره حرارت در بین دو فضا را کاهش داد و یا حذف کرد. این اساس کار زیر بام خورشیدی است که در آن فضای زیر بام به عنوان یک کلکتور خورشیدی عمل می کند. روش دیگر اتصال یک گلخانه به فضای مسکونی است که دیوار بین این دو فضا باید شیشه ای باشد اگر یک پرده کلفت در قسمت گلخانه روی دیوار شیشه ای قرار گیرد در آن صورت سیستم می تواند هم به صورت مستقیم و هم غیر مستقیم و یا ذخیره حرارت در مکان دور، حرارت خورشید را حفظ کند.

() -



توجه به اینکه پوسته یک ساختمان عبارت است از حصاری که مبادله حرارت را میان داخل و خارج کنترل می کند. روشهای کنترل حرارت خورشیدی را می توان به سه گروه تقسیم کرد: (۱) جلوگیری از تابش آفتاب (۲) انعکاس (۳) جهت و مساحت سطح پنجره. بکارگیری سه روش کنترل جریان حرارت در سه مکانیزم انتقال حرارت، همراه با مراحل تغییر جهت جریان حرارت در پوسته ساختمان مجموعاً ۱۶ شیوه جهت تنظیم حرارت را فراهم می سازد (شکل ۶) در حقیقت کلیه این شیوه ها قابل استفاده نیستند، مانند خورشید که تنها غیر فعال حرارتی است (بجز در مناطق نادری که دسترسی به انرژی درونی زمین ممکن می باشد) در صورتی که منابع غیر فعال دفع حرارت در طبیعت متعدد هستند و موارد استفاده از آنها بستگی به محل و اقلیم منطقه دارد. لذا ۸ مورد از ۱۶ مورد ذکر شده می تواند به طور مؤثر در طراحی بکار گرفته شود. ۸ شیوه قابل اجرا خود قابل تفکیک به شیوه های مناسب برای شرایط سرد (زمستان) و شرایط گرم (مثل تابستان) می باشند. در اقلیمهایی که سرمای شدید و یا گرمای طاقت فرسا حکمفرما است، باید اولویتها به مناسب ترین تفکیک ها داده شود و استفاده از سایر تکنیکها به صورت جنبی خواهد بود. اما در آب و هوای معتدل، باید از هر دو روش برای اقلیمهای سرد و گرم استفاده شود. اگر یک شیوه از گرم کردن یا سرد کردن را به قیمت حذف شیوه دیگر بکار گیریم به معنای محرومیت از آسایش در ایامی از سال است.

() -

		تبخیر	تابش	جابجایی	هدایت
روشهای کنترل	زمستان		استفاده از حرارت خورشید	کاهش جریان هوای خارج کاهش نفوذ هوا	افزایش کسب حرارت کاهش جریان هدایتی حرارت جلوگیری از اتلاف حرارت
	تابستان		کاهش جذب حرارت از خورشید	کاهش نفوذ هوا	جلوگیری از کسب حرارت کاهش هدایتی حرارت افزایش اتلاف حرارت
		استفاده از برودت تبخیری	استفاده از برودت تابشی	استفاده از تهویه هوا	استفاده از برودت زمین
منابع حرارتی		خورشید	جو	جو	منابع حرارتی
منابع اتلاف حرارت		جو	آسمان	جو	زمین

پوشش ساختمان را سطوح پوسته خارجی متشکل از دیواره، سقف، کف باز شو شیشه ها تشکیل می دهد. اتلاف حرارت محیط داخل ساختمان عمدتاً ناشی از انتقال حرارت از طریق جرم جداره ها، تشعشعی و جابجایی هوای داخل این پوشش با محیط خارج از ساختمان است. البته هر چه سطوح پوسته خارجی، نسبت به سطح مفید زیر بنای ساختمان بیشتر باشد، مقدار اتلاف انرژی حرارتی بیشتر خواهد بود. روش های جلوگیری از تابش آفتاب شامل درختها، پیش آمدگی بالای ساختمان و پانلهایی که در بالای دیوارها و سقفها نصب شده اند، می باشند. غالب ابزارهایی که در این مورد بکار می روند مانند عایق کاری در داخل دیوار، حفره های درون سقف، وسعت و سمت شیشه ها در نمای ساختمان، ساکن و یا به عبارت دیگر غیر متحرک هستند. ولی بعضی از مهمترین ابزارهای کنترل، متحرک هستند مانند پنجره های قابل باز و بسته شدن، عایقهای حرارتی متحرک در مقابل پنجره ها و انواع مختلفی از سایبانهای متحرک.

زمان تأخیر به هدایت حرارتی، ظرفیت حرارتی و ضخامت مواد بستگی دارد برای مصالح یکپارچه ساختمانی زمان تأخیر از فرمول زیر محاسبه می شود:

ظرفیت حرارتی

ضخامت $\frac{1}{38}$ = زمان تأخیر (ساعت)

ضریب انتقال

مقادیر محاسبه شده زمان تأخیر برای بعضی از مصالح به ضخامت یک فوت در زیر آمده است. برای دیوارهای نازکتر این مقادیر را در کسر فوت ضرب کنید.
() -

زمان تأخیر فوت ساعت	ضریب انتقال حرارتی BTU-Ft/hr.ft ² °F	ظرفیت حرارتی BTU/Ft. ³ °F	مصالح
۱۰	۰/۳۷	۱۹/۶	خشت خام
۱۰/۴	۰/۴۲	۲۴	آجر معمولی (pcf 120) (FCF 120)
۶/۱	۰/۷۵	۲۶	آجرنما (۱۳۰)
۷/۵	۱	۲۹/۴	بتن (PCF 140)
۱۲/۴	۰/۲۵	۲۰/۳	گچ
۸/۹	۰/۵۴	۲۲/۷	سنگ آهک
۶/۶	۱/۵	۳۴	مرمر
۱۶/۸	۰/۶۷	۹/۹	تخته چند لایه چوبی
۱۳/۴	۰/۱۹	۱۸	ماسه
۱۳/۱	۰/۲	۱۸	خاک خشک (PCF 80)
۸/۷۵	۰/۷۵	۳۰/۱	(PCF 131)
۱۹/۸	۰/۰۹۱	۱۸/۷	چوب سخت
۱۷/۴	۰/۰۶۷	۱۰/۶	چوب نرم

ذخیره حرارتی مصالح ساختمانی و تأخیر فاز حرارتی آنها ابزار خوبی برای طراحان اقلیمی می باشد. لذا در طراحی ساختمان باید عکس العمل حرارتی دیوارها و بام خانه با توجه به موقعیت خورشید طرح شود. باید مقدار کسب انرژی بر روی چهار سطح ساختمان که رو به چهار جهت جغرافیایی می باشد، متناسب باشد. اگر مصالح دیوارهای خارجی قدرت ذخیره حرارتی زیادی را نداشته باشند، حرارت جذب شده بر روی سطوح خارجی آنها بلافاصله به داخل بنا منتقل می شود، همچنان که استفاده صحیح از مصالحی که قدرت ذخیره حرارتی دارند قله (پیک) حرارتی را کاهش خواهند داد، اگر این مصالح به طور صحیح در داخل ساختمان پخش نشوند ممکن است بار حرارتی یک نقطه از ساختمان بیش از اندازه افزایش یابد. قراردادن جرمهای حرارتی در مکانهای اشتباه، هزینه مالی اضافی به مالکین ساختمان تحمیل خواهد کرد، همچنین تغییر سمت ساختمانهایی که

بر اساس شرایط اقلیمی جهت آنها مشخص شده، کل سیستم طراحی و مزایای مربوط به آن را از بین خواهد برد.

در حالی که بعضی از سطوح مختلف ممکن است دارای وضعیت یکسانی در مقابل انعکاس تابش خورشید باشند، اما همه آنها حرارتی را که کسب کرده اند را به صورتی مشابه به هم منتشر نمی کنند. معمولاً نظر به این است که یک جذب کننده خوب تابش کننده خوبی نیز هست ولی این مطلب در مورد تابشی که در یک طول موج (خورشیدی) و انتشار که در یک طول موج (حرارتی) دیگری قرار دارد، صادق نمی باشد. لذا بعضی از سطوح دارای قدرت حفظ حرارت خوبی در مقایسه با سایر سطوحی که دارای قدرت جذب و انعکاس یکسانی هستند، می باشند. با نصب یک فویل براق بر روی سمت داخلی وسط دیوار، از تابش حرارت از جداره خارجی به جداره داخلی ممانعت به عمل خواهد آمد. برای ساخت بعضی از عایقهای پنجره نیز از یک فضای خالی در وسط و یک ورق منعکس کننده استفاده می شود. این نوع عایقها می توانند هم برای زمستان و هم برای تابستان مناسب باشند.

هنگامی که اشعه خورشید به یک سطح ساختمانی غیر شفاف یا مات برخورد می کند یک بخشی از گرما به خارج منعکس می شود و باقیمانده آن جذب می گردد. آن مقدار اشعه که توسط ماده منعکس شده به عنوان ارزش انعکاسی آن سطح معین می شود و آن مقدار تابشی که جذب می شود ضریب جذب ماده نامیده می شود. از آنجایی که کل تابش، جذب یا منعکس می گردد، حاصل جمع آنها بایستی همیشه برابر با ۱۰۰٪ باشد (موادی که در مقابل تابش شفاف هستند، استثنا می باشند). معمولاً عقیده بر این است که نقاشی سطوح خارجی یک ساختمان با یک رنگ روشن، آن ساختمان را در تابستان و همچنین در زمستان خنک خواهد داشت. قدرت انعکاسی زیاد برای ساختمانهایی با جرم کم و مقاومت حرارتی ناچیز، بسیار مناسب می باشد. لذا در جهت جنوبی ساختمانها که مقاومت حرارتی دیواره ها زیاد نیست، استفاده از این روش مفید می باشد.

شدت تابش آفتاب به نوع رنگ مصالح ساختمانی و صیقلی بودن سطح نمای آنها بستگی کامل دارد. از این کیفیت می توان در نقصان دادن نور و یا حرارت برای ساختمان استفاده کرد. چنانچه شدت تابش آفتاب در تابستان به شکل مستقیم زیاد باشد، با داشتن سطح گیرنده صیقلی و رنگ روشن، بنا فقط بین ۱۰ تا ۱۵ درصد حرارت را جذب می کند. چنانچه مصالح سطح نمای مورد نظر به رنگ تیره و دارای ناهمواری و زبری باشد تا ۹۵ درصد نور و حرارت را در خود نگهداری می کند. به طور کلی می توان در نماسازی ساختمان در مناطق سرد از رنگ تیره و در مناطق گرم از رنگهای روشن استفاده نمود.

به دلیل شدید بودن تابش آفتاب در تابستان و به منظور کاهش نفوذ نور منعکس شده از سطوح خارجی به فضاهای داخلی، باید از پنجره های نسبتاً کوچک استفاده نمود. مساحت این پنجره ها می تواند حدود ۲۵ درصد مساحت نمای مربوطه انتخاب شوند. اگر اختلاف میان هوای

داخل و خارج ساختمان 50°F (10°C) بوده و پنجره دوجداره در نمای شمالی بنا به ابعاد 2×6 فوت باشد، این پنجره در هر ساعت 720 BTU انرژی از دست می دهد.

() -

نوع مصالح	انعکاس خورشیدی (%)	انعکاس حرارتی (%)	انتشار حرارتی
فویل آلومینیوم براق و روشن	۹۵	-	۰/۵
برق تازه	۸۷	-	۰/۸۲
سفید کاری جدید	۸۰	-	۰/۹۰
رنگ سفید	۷۵-۷۰	۱۰-۵	۰/۹۵-۰/۹۰
سنگ مرمر براق	۵۰-۴۰	-	۰/۹۰
سنگ آهک	۴۳	۵	۰/۹۵
بتن	۴۰	-	۰/۸۸
چوب کاج	۴۰	۵	۰/۹۵
آجر روشن و تیره	۴۸-۲۳	۵	۰/۹۵
ورق آزیست	۱۹	-	۰/۹۶
آهن گالوانیزه قدیمی	۲۰-۱۰	۷۲	۰/۲۸
رنگ سیاه	۱۰	-	۰/۹۰

تمام مصالح ساختمانی تا اندازه ای در مقابل انتقال حرارت مقاوم هستند. ولی این مقاومت در اکثر این مصالح به اندازه کافی نیست، لذا عایقهای مناسب حرارتی در داخل یا روی سطح آنها معمولاً نصب می شود.

در هر زمان و یا هر مکانی که درجه حرارت محیط از درجه حرارت آسایش انسان کمتر باشد، استفاده از عایق حرارتی ضرورت دارد. همچنین زمانی که باید از وسائل مکانیکی جهت برودت ساختمان استفاده کرد، نصب عایق حرارتی جهت تأمین آسایش در تابستان ضرورت پیدا می کند. مطلب سوم اینکه دیوارهایی که عایق حرارتی دارند در زمستان گرمتر خواهند بود. این دیوارها آسایش را در منزل بهتر تأمین خواهند کرد و از تعرق بخار آب در روی دیوارها نیز جلوگیری می شود. همچنین نصب عایق حرارتی در پشت دیوارهای زیر زمین از تعرق آنها در تابستان جلوگیری می کند. در صورتی که عایق توأم با مصالحی که جرم حرارتی زیادی دارند، استفاده شود بر روی زمان انتقال حرارت جذب شده خورشید به داخل ساختمان مؤثر خواهد بود، اگر چه استفاده از عایق بدین صورت زیاد متداول نمی باشد.

به طور کلی در هر نقطه ای از ساختمان که تبادل حرارتی وجود دارد باید عایق نصب شود. اگر چه اغلب هدایت حرارتی در رابطه با زمین از داخل بنا به خارج می باشد ولی در مناطق گرم ممکن است این انتقال حرارت از محیط و خاک به طرف ساختمان باشد.

هر قدر که هزینه سوخت گران تر باشد، از نظر اقتصادی مقدار بیشتری عایق باید مصرف شود. شیوه کلی برای تعیین بهترین مقدار مناسب عایق بستگی به بررسی هزینه به بازدهی دارد که به مقدار بسیار زیادی بسته به این است که در چه مدت زمانی می خواهیم هزینه عایق برگردد. از لحاظ تئوری این بررسی رابطه هزینه سوخت با هزینه عایق در طول زمان را نشان خواهد داد. بهترین ترکیب این دو در صورتی خواهد بود که عایق اضافی با توجه به قیمت سوخت هزینه کمتری داشته باشد. اخیراً سوپر عایقها جهت حفظ انرژی مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. هدف اصلی این است که هدایت حرارتی به اندازه ای کاهش یابد که احتیاجات حرارتی سالانه ساختمان فقط توسط منابع معمولی داخل ساختمان تأمین شود، مانند چراغهای برق و لوازم الکتریکی و سایر منابع حرارتی مانند پخت و پز و ... ابنیه سوپر عایق ممکن است احتیاج به دیوارهایی با مقاومت R40 و سقفهایی با مقاومت R60 داشته باشند. جهت کاهش پلهای حرارتی باید توجه ویژه ای به جزئیات کار بشود. یکی از نواقص معماری جدید استفاده از پنجره های وسیعی با شیشه خورهای بزرگ و همچنین دیوارهای تیغه ای و نازک است این امر در دمای ساختمان و نفوذ سریع هوای خارجی به داخل بنا و فضاها تأثیر فراوان دارد. قابل توجه است که پنجره در فضا از اهمیت خاصی برخوردار است. به طوری که عبور نور و عملکرد تهویه به آن بستگی دارد، از این رو ابعاد آن بایستی مناسب با سطوح فضا باشد. استاندارد مناسب پنجره برای اقلیمهای متعادل بین ۸ تا ۱۰ درصد کل سطوح جانبی یک فضا را به خود اختصاص می دهد. این استاندارد تقریباً می تواند برای سایر اقلیمها نیز مناسب باشد. بدیهی است در اقلیمهای سرد و کوهستانی برای محدود سازی ابعاد پنجره در فصول سرد تا ۵ درصد سطوح جانبی بسیار متناسب است. ضمناً در اقلیمهای بسیار سرد به کار بردن پنجره دو جداره الزامی است.

با افزایش انعکاس پذیری سطوح بیرون پنجره های جنوبی ، ورود مجموع تابش به داخل کمی افزایش پیدا خواهد کرد.

امروزه بدون توجه به بسیاری از مسایل اقلیم شناسی در معماری ابعاد پنجره ها بسیار وسیع و گسترده انتخاب می شود که این انتخاب اشکالات فراوانی در بردارد.

همان گونه که تبخیر آب باعث برودت شده و رطوبت محیط را به خود جذب می کند، تراکم شدت آن (تعرق) باعث آزاد شدن حرارت پنهان بخار آب می شود و حرارت آزاد شده به سطحی که تعرق روی آن انجام گرفته انتقال می یابد. تعرق در ساختمان زیان آور است و انرژی را به هدر می دهد.

هر قدر که ساختمان در مقابل نفوذ هوا بیشتر درزگیری شود، مشکلات ناشی از تعرق بخار آب بیشتر خواهد شد. در چنین ساختمانهایی بخار ناشی از آشپزی و رختشویی و حمام کردن در داخل بنا حبس خواهد ماند و درصد رطوبت در خانه افزایش خواهد یافت که باعث نفوذ رطوبت به داخل پوسته ساختمان می شود. هر کجا که این بخار با سطح سردی که دمای آن پائین تر از دمای شبنم باشد برخورد کند متراکم شده و به آب تبدیل خواهد شد تعرق بخار آب بدین شکل باعث خرابی مصالح چوبی و فلزی در دیوار خواهد شد.

اگر آب در داخل دیوار یخ ببندد برای مصالح بنایی نیز زیان آور خواهد بود. باید متذکر شد دیوار نیز مانند سایر مصالح وقتی که مرطوب باشد مقاومت حرارتی کمتری خواهد داشت.

در این رابطه راه حل معمول استفاده از عایق رطوبتی بر روی سطح داخلی پوسته ساختمان است. تولیدات مصالح عایق رطوبتی گوناگون می باشد بعضی از آنها با سایر مصالح ساختمانی مانند عایق حرارتی و یا نازک کاری داخل ساختمان ترکیب شده و بعضی از آنها نیز به صورت مجزا تهیه و نصب می شوند. مقیاس مؤثر بودن مصالح ساختمانی جهت مقاومت در مقابل انتقال بخار با واحد پرم اندازه گیری می شود.

[یک پرم = یک گرین رطوبت \ فوت مربع (ساعت) در اینچ اختلاف فشار جیوه] مقاومت هر ماده ای در مقابل انتقال بخار با واحد پرم اینچ اندازه گیری می شود که مشخص کننده میزان انتقال بخار از ماده ای به ضخامت یک اینچ ($\frac{2}{5}$ سانتی متر) می باشد. پرم و پرم اینچ واحدهای اندازه گیری نفوذ پذیری و قابلیت نفوذ می باشد. حتی مقاومترین عایقهای رطوبتی اگر خوب در محل اجرا نشود و یا در زمان اجرا در آنها بریدگی یا سوراخ ایجاد شود و با جهت عبودر کانالهای تأسیساتی و سیمهای برق مرتباً سوراخ شوند، عملکرد آنها در مقابل رطوبت از بین خواهد رفت. اگر دیوارها در محل اتصالات در مقابل نفوذ هوا خوب درزگیری نشده باشند نصب عایق رطوبتی بی معنا خواهد بود. بعضی مواقع نفوذ هوا علت اصلی اغلب مشکلات ناشی از تعرق در دیوارها و بامها می باشد. لذا اگر ساختمان در مقابل نفوذ هوا کاملاً مسدود شود ممکن است دیگر احتیاجی به عایق رطوبتی نباشد. در صورتی که درزهایی در روی دیوار وجود داشته باشد که از طریق آنها هوا از قسمت گرم به قسمت سرد عایق حرارتی نفوذ کند، اضافه کردن عایق رطوبتی (حتی با نفوذپذیری صفر) اگر روی درز را نپوشاند بدون نتیجه خواهد بود.

جهت تعیین محل و اجرای عایقهای رطوبتی باید دقت خاصی مبذول شود. همچنین انتخاب نوع مصالح سطوح خارجی ساختمان نیز مهم است. اگر این مصالح به نوعی باشند که روی سطوح خارجی ساختمان یک عایق رطوبت دومی ایجاد شود هرگونه تعرقی در داخل دیوار و یا بام حبس خواهد شد و تحت چنین شرایطی تهویه فضاهای خالی داخل دیوار و بام با تعبیه سوراخهای مناسب در آنها لازم است. قاعده کلی همیشه این است که عایق رطوبتی باید در قسمت گرم دیوار نصب گردد.

در این مبحث گلبادهای سرعت و جهت برای هر ماه مورد نیاز هستند و اگر اطلاعات درست باشند، باید تهویه و فشار باد در محل موجود باشند. افزایش معمول سرعت باد نیز باید با ازدیاد ارتفاع بوسیله طراحان مشخص شود.

فشار باد در ساختمانها نیز نکته بسیار مهم دیگری است که احتمالاً ساختمانها باید چنان طراحی شوند تا بتوانند قدرت تحمل بادهای پر قدرت را داشته باشند. فشار باد به نسبت مربع سرعت باد به وسیله یک عامل که به شکل ساختمان بستگی دارد، افزایش می یابد. در یک خانه فشار باد دینامیک برابر 14 g/m^2 برای باد 1 km/h^2 است و باد به طور تقریب 25 kg/m^2 در 50 km/h افزایش می یابد. به طور کلی با آگاهی از سمت و سرعت باد در منطقه جهت احداث ساختمانها، خیابانها و محل آپارتمانها و حتی می توان محل گذاشتن هواکش را در منزل هم جهت با باد غالب منطقه احداث نمود. تغییر جهت موضعی باد به خاطر جهت غلط سطح ساختمان و شیبهای غلط باعث می شود که دود و آلودگی های هوا به نمای ساختمان برخورد نموده و تغییر رنگ و خوردگی ایجاد نماید و بخصوص روی نماهای سفید و روشن اثر آن زیادتیر است.

تجربه نشان داده است در مناطقی که رطوبت شبانه روزی هوا نسبتاً زیاد و اختلاف دمای شب و روز کم است، نیاز به جریان محسوس هوا به طور شبانه روزی احساس می شود. در این نوع آب و هواها باید که اجزاء ساختمانی از قبیل سقف، دیوار و ... از مصالح سبک ساخته شوند و در مسیر جریان دائم هوا قرار داشته باشند تا در عرض روز حرارت کمتر جذب کنند و در اوایل شب نیز به سرعت گرمای خود را از دست بدهند و خنک شوند. در واقع ساختمان متناسب با شرایط مورد بحث، یک سایبان بزرگی است که در مقابل جریان باد قرار گرفته باشد چرا که در زیر سایبان ضمن بهره برداری از تهویه عرضی می توان از تابش مستقیم خورشید هم در امان بود. همچنین از ایجاد فضاهای تو در تو برای زندگی خودداری به عمل آورده شود زیرا که در فضاهای تو در تو سرعت جریان هوا به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می یابد و از قابلیت بروودت زایی آن کم می شود.

راههای نفوذ عبارتند از : شکافها و درزهای موجود در پوسته ساختمان، درزهای پنجره ها و دمپره های معیوب، ضمناً از طریق دربها و پنجره ها در زمان باز و بسته شدن نیز نفوذ هوا صورت می گیرد. در حالی که نفوذ هوا در رابطه با از دست رفتن حرارت است اما ضعف دیگری هم بر آن وارد است. خروج هوای مملو از رطوبت داخلی از درون شکافهای سرد دیوارها و اتاقهای زیر شیروانی غالباً موجب میعان رطوبت بر روی مصالح سرد ساختمانی می گردد. هر قدر پوسته ساختمان بهتر درزگیری شده باشد، مقدار رطوبت در داخل بنا افزایش می یابد و اگر احیاناً یک راه نفوذ در بنا پدید آید، مقدار متناهی رطوبت از داخل آن عبور خواهد کرد.

میعان رطوبت در داخل دیوارهای ابنیه جدید از طریق نفوذ هوا از منافذ بیشتر اتفاق می افتد تا عبور رطوبت از لایه های دیوار.

نتیجه جمع شدن رطوبت شامل از بین رفتن پوشش سطوح ساختمان، کاهش مقاومت عایقهای حرارتی و آسیب به اسکلت ساختمان ناشی از پوسیدگی و نیروی انبساطی یخ است. دو جداره کردن شیشه ها نه تنها میزان قابل توجهی صرفه جویی در مصرف انرژی را با خود به همراه دارد بلکه صدابندی ساختمان را نیز به طور قابل توجهی بهبود می بخشد.

خنک سازی به کمک تبخیر می تواند به آسایش حرارتی در داخل از ساختمان کمک کند و همچنین با پایین آوردن درجه حرارت در محیط از بارحرارتی ساختمان کم می کند. این امر میزان هوای خنکی که به داخل ساختمان فرستاده می شود را افزایش داده و تهویه طبیعی را مطلوب تر و مؤثرتر می کند. از آنجا که هوای خنک از هوای گرم سنگین تر است هوای خنک به زیر هوای گرم کشیده می شود و منجر به ایجاد جریان هوا می شود ایجاد یک فضای محصور جهت حفظ هوای مرطوب که نتیجه آن ایجاد یک مخزن سرباز هوای خنک است از جمله روشهای سنتی می باشد. در برخی از نقاط جهان طراحی خانه های دارای فضا یا حیاط مرکزی با یک حوض آب و فواره ای در میان آن متداول است. در بعضی موارد طراحی حیاط مرکزی دوتایی به کار گرفته شده است. از گذشته دور در مناطق خشک کشور ما، مردم از برودت تبخیری برای مساعد کردن شرایط زندگی استفاده می کرده اند. یک نمونه استفاده ساده از برودت تبخیری را می توان در خارخانه های سیستان و بلوچستان دید. نمونه پیچیده تر استفاده از برودت تبخیری را می توان در خانه های مجهز به بادگیر و حوضخانه یا سرداب شهرهای حاشیه کویر مشاهده کرد. در این خانه ها، هوای خارج شده از دهانه تحتانی بادگیر از روی حوض های مجهز به فواره یا سرداب گذر داده می شود تا گرمای آن در اثر تبخیر سطحی آب نقصان یابد و شرایط آسایش فراهم آید. متأسفانه از چندین دهه قبل، استفاده از روش های سنتی در ساختمان سازی به دلایل نامعقول متوقف شده است. لیکن هنوز مردم بسیاری از نقاط کشور ما که تجربه زندگی در این نوع خانه ها را فراموش نکرده اند از برتری روش سنتی به روال متداول استفاده از کولر آبی صحبت می کنند. خوشبختانه امروز هم به یاری محاسبات فنی می توان به راحتی بر برتری شیوه های سنتی صحه گذاشت. برای استفاده از برودت تبخیری معمولاً از شیوه ساده یا مرکب عمل می شود. در شیوه ساده می توان از جابجایی هوای خنک استفاده کرد. بدین منظور توده هوای عبور داده شده از روی پهنه وسیع آب، سطوح قائم و افقی مرطوب، باغچه های پوشیده از گیاه، داربست های سبز و پاسیوهای مشجر و مجهز به حوض و فواره به داخل ساختمان و اتاقهای زندگی هدایت می شود. در شیوه مرکب، برودت تبخیری و هدایت حرارت توأمأ مورد استفاده قرار می گیرد. برای این منظور سطح بام در مواقع گرما آب پاشی شده و مرطوب نگه داشته می شود تا قطرات آب ضمن تبخیر سطحی، گرمای لازم را از هوای اطراف خود و لایه های رویی سقف ساختمان اخذ و آنها را خنک کند. در نتیجه برودت لایه های رویی سقف به نوبه خود از طریق هدایت به لایه های زیری سقف و از آنجا به هوای داخل اتاق ها منتقل می شود و محیط داخل ساختمان را متناسب با شرایط آسایش می کند.

به تجربه روشن شده است که در مناطق خشک و کویری (رطوبت نسبی کم) روزها بسیار گرم ولی شب ها هوا صاف و آرام است و در نتیجه دمای اتمسفر پس از غروب آفتاب به سرعت رو به تنزل می گذارد و به تبع آن زمین و بام ساختمانها نیز گرمای خود را با تشعشع به آسمان سرد از دست می دهد و خنک می شوند (همانگونه که یک جسم گرم از راه تشعشع گرمای خود را به جسم سردتر انتقال می دهد). خوشبختانه این خاصیت را مردم ساکن حاشیه کویر از دیرباز می شناخته اند و از آن بهره برداری می کرده اند. بدین ترتیب که شبهای تابستان زندگی خود را از زیر سقف ها و چهار دیوار گرم اطاق خارج و به هوای آزاد روی بام و درون حیاط ها انتقال می داده اند این رفتار هنوز هم در بسیاری از نقاط کویری کشور ما معمول است.

لیکن گاهی شرایط محیطی یک مکان اجازه استفاده از هوای آزاد را به انسان نمی دهد. در این صورت باید فضای روز را از فضای شب بکلی مجزا کرد و مصالح ساختمانی بخش روز را با ظرفیت حرارتی زیاد برگزید تا دیوارها و سقف های این بخش به کندی رو به گرمی بگذارد و تأثیر نوسان دمای خارج یا تأخیر زیاد در هوای محیط داخل ظاهر شود.

در مقابل اجزاء ساختمانی بخش شب را به گونه ای انتخاب کرد که قابلیت انتقال حرارت از هوای یک طرف به هوای طرف دیگر آن زیاد باشد تا محیط داخل ساختمان گرمای روز خود را با فرا رسیدن شب به فوریت به محیط خارج منتقل کند و خنک شود. متأسفانه از چند دهه پیش تحرک مردم برای استفاده از هوای آزاد و همچنین امکان دو بخشی کردن ساختمانهای مسکونی در شهرها روز به روز کمتر شده است، لذا در این شرایط باید که ساختمان را به شیوه ای طرح و احداث کرد که سقف و دیوارهای آن در طول روز در سایه دست اندازهای بام و یا زیر چتر سایه درختان واقع شوند و شب هنگام مانعی بین سطح بام و آسمان قرار نداشته باشد تا سطح بام به سوی آسمان تشعشع گرمایی کند.

جدول شماره (۳) - قابلیت جذب و انتشار حرارت مصالح ساختمانی (به نسبت)

جنس سطح	جذب و انتشار حرارت در صورتی که منبع اشعه خورشید باشد	جذب و انتشار حرارت در صورتی که منبع اشعه تابشی جسم گرمی با دمای ۴۰-۱۰ درجه سانتیگراد باشد
سیاه، غیر فلزی	۰/۸۵-۰/۹۸	۰/۹۰-۰/۹۸
آجر، سنگ، کاشی قرمز	۰/۶۵-۰/۸۰	۰/۸۵-۰/۹۵
,	۰/۵۰-۰/۷۰	۰/۸۵-۰/۹۵
آجر، کاشی، روکار کرم	۰/۳۰-۰/۵۰	۰/۳۰-۰/۵۰
آلومینیوم شفاف، برنز	۰/۳۰-۰/۵۰	۰/۳۰-۰/۵۰
آلومینیوم تیره، آهن گالوانیزه	۰/۴۰-۰/۶۵	۰/۴۰-۰/۶۵
مس، برنز صیقل شده	۰/۳۰-۰/۵۰	۰/۳۰-۰/۵۰
آلومینیوم، کرم صیقل شده	۰/۱۰-۰/۴۰	۰/۱۰-۰/۴۰

ملاحظات: برای تعیین میزان اشعه بازتابشی، ارقام بالا از عدد یک (واحد) کم می شود.

انباشته شدن برف و باران و فشار وزن ناشی از آن بر روی ساختمان و حجم و شدت باران از عوامل مهم دیگری است که می توان بر روی آن مطالعه نمود. انتخاب کنسولها، عایق کاری سقف، مصالح، درز پنجره ها، آبروها، انتخاب لوله فاضلاب و باران با توجه به حجم برف و باران سال می باشد و همچنین طراحی کانالهای فاضلاب کنار خیابان نیز با توجه به بیشترین حجم آبی که از شدیدترین بارانها حاصل آمده باشد، انجام می شود.

اقلیم های مرطوب و نقاطی که بارندگی فراوان باشد، آب باران می تواند در ترکها و درز ناچیز دیوارهای ساختمان و یا ریشه بنا اثر کند و بنا را دچار نشست کرده و ترکهای عمیق به وجود آورد و در مجموع موجب پیدایی رطوبت در کل ساختمان شود که بشرح آن می پردازیم.

برای پیشگیری از این نقیصه می توان به اصول پی سازی صحیح و قیراندوهای افقی بر روی پی و کرسی ها و اتصال قیراندوهای عمودی در پشت پی ها و دیوارهای بنا آن را تا سطح زمین طبیعی عایق ساخت. استفاده از کوره پوش در زیر فضای مسکونی و با بکار بردن نوع سنگهای کروی و استفاده از قیراندود در کف سازی و در سقفها و با بهره گیری از شیروانی با اصول صحیح آبروها و ناودانی، ساختمان را محافظت کرد. در مواردی که زمین و محوطه اطراف ساختمان از زمین های بسیار مرطوب و نمناک باشد، می توان به وسیله زهکشی بنا را عاری از رطوبتهای شدید کرد.

انتخاب نوع مصالح در اقلیم سرد: بناهای این اقلیم باید به شکل متراکم در جوار یکدیگر با دیوارهای ضخیم و از نوع مصالح مقاوم ساخته شوند. چنانچه نوع دیوارها به شکل دو جداره و سقفها دو پوشه انتخاب گردد، عایق اصولی بوجود خواهد آمد.

پنجره - بازشو و نورگیر باید در ابعادی تعبیه شود که از هدر رفتن گرما از فضاهای داخلی به خارج از ساختمان جلوگیری کند. چنانچه پنجره دو جداره ساخته شود، به مراتب بهتر است.

در انتخاب نوع مصالح تیره رنگ در نما و نحوه زبری آن در اجرای نماسازی نیز باید توجه گردد.

انتخاب نوع مصالح در اقلیم گرم و مرطوب: باید در این اقلیم از مصالحی که دارای ظرفیت حرارتی کم باشد، انتخاب شود و یا از چوب و نی نیز استفاده فراوان گردد.

در نمای ساختمان از مصالح روشن و هموار و صیقلی استفاده شود تا انرژی حرارتی خورشیدی و تابش و انعکاسات نوری را دفع کند.

استفاده از سایه بان و ایوانهای پیش آمده سرپوشیده و بخصوص قرنیزهای مناسب در بالا پنجره ها، از نفوذ آب باران های شدید پیشگیری می کند. همچنین باعث ایجاد سایه بر روی دیوارنما می شود.

انتخاب نوع مصالح در اقلیم گرم و خشک : در پوشش سطوح خارجی ساختمان از رنگهای روشن و سطوح نه چندان خشن در سطح بام و دیوارهای خارجی که در معرض آفتاب تابستان قرار دارند، استفاده شود.

پیش بینی پنجره های کوچک و به حداقل رساندن آنها و اجتناب از ایجاد پنجره های شرقی و به خصوص غربی (در صورت اجبار وجود سایه بان در بالای چنین پنجره هایی الزامی است).
انتخاب نوع مصالح در اقلیم معتدل مرطوب : در این اقلیم به علت فراوانی چوب، بدنه بناها چوبی و یا از نوع مصالح سبک با پوشش های شیب دار تند از ورق و سفال می باشد که اسکلت آنها اکثراً بر روی کلافهای ستون و بلندتر از سطح زمین قرار دارد. در معماری بومی این اقلیم دیوارها و فضاها طوری ساخته می شوند که کوران هوا در فضاهای اسکلت چوبی به درستی انجام شود. ضمناً در مسیر باد اسکلتهای چوبی کاملاً مسدود و بسته و فاقد تهویه و پنجره می باشد زیرا در اثر عدم توجه به این اصول، باد اسکلت بنا را واژگون کرده و باعث تخریب آن می شود. در نقاط کوهستانی و مرتفع از وجود پی سازی، سنگ، مصالح مقاوم و سنگین استفاده می شود. اما در برخی از مکانها استفاده از کرسی سازیها و کوره پوشها برای عاری ساختن رطوبت نیز بکار می رود.

فهرست منابع :

- ۱- رازجویان، محمود، آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۶۷
- ۲- نوریان، علی محمد، نقش عوامل جوی در ساختمان و سازه، نیوار، تابستان ۱۳۶۸
- ۳- خلیلی، علی، تحلیل سه بعدی درجه- روز " گرمایش و سرمایش در گسترده ایران"، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۵-۵۴، پاییز و زمستان ۱۳۷۸
- ۴- طاهباز، منصوره و جلیلیان، شهربانو، روش شناسایی اقلیم بر اساس مطالعات محلی برای معماران، دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، تهران، ۱۳ و ۱۴ آبان ۱۳۷۸
- ۵- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، صرفه جویی در مصرف انرژی، چاپ پنجم، ۱۳۷۹
- ۶- داندلواتسون- کنت لب، طراحی اقلیمی " اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان"، ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
- ۷- مرتضی، کسمایی، راهنمای طراحی اقلیمی، چاپ اول، آذر ۱۳۶۸
- ۸- زمرشیدی، حسین، "معماری ایران و اجرای ساختمان با مصالح سنتی، انتشارات زمرد، چاپ چهارم، بهار ۱۳۸۰