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 بدنه های 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 اندازه گیری 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 ساختمان های با گرمایش سرمایش دائم . در این مناطق مقاومت حرارتی با جلوگیری از انتقال حرارت به حفظ دمای محیط در محدوده آسایش کمک می کند .

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 می شود . 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 می شود.

استفاده از دیوار با ظرفیت بالای حرارتی در مناطقی توصیه می‌شود که در آن ها 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 اسراییل 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 تاثیری* ندارد؛ به خصوص اگردر 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 موثر 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.

تاثیر پنجره بر دمای داخل فضا:

میزان تاثیر پنجره بر دمای داخل کاملا 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 تاثیر 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 تاثیر 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 تاثیرات 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 می شود و میزان حرارت جذب شده در فضای داخلی کاهش می یابد . 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 می توان 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 می‌کنند 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 می‌گیرند.

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 می‌شود 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 می‌کنیم:

۱.ابتدا پلان را با جهت دقیق شمال ترسیم کرده و از وسط پنجره خط عمود به پنجره و خط جنوب را ترسیم می‌کنیم. زاویه بین این دو خط عدد N را مشخص می‌کند.

۳. نقاله خورشیدی را با زاویه N چرخانده و روی نمودار مسیر حرکت خورشید منطبق می‌کنیم. با کنترل منحنی تیر ماه گرمترین زمان روز را تعیین کرده و برای آن z و h را محاسبه می‌کنیم.

۴. برای سایه بانهای افقی با ترسیم مقطع فاصله سطح زیر سایه بان تا کف پنجره را اندازه می‌گیریم . این اندازه عدد S را مشخص می‌کند.برای سایه بانهای عمودی فاصله بین تیغه سایه بان تا لبه دوم پنجره را محاسبه می‌کنیم که به این طریق عدد W مشخص می‌شود.