

۱-۱- شناخت عناصر اقلیمی

۱-۱-۱- تابش آفتاب

((آفتاب)) پرتویی الکترومغناطیسی است که از خورشید ساطع می شود. با اینکه حداکثر شدت تابش آفتاب در قسمت پرتو قابل رویت است ولی بیش از نیمی از انرژی حرارتی خورشید مربوط به پرتو فروقرمز است.

ابرها مقدار زیادی از پرتو خورشید را به فضای خارجی اتمسفر منعکس می کنند ؛ ولی بقیه آن به سمت زمین منتشر می شود که باعث گرم شدن طبیعی زمین می شود.

۱-۱-۲- دمای هوا

مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده به هر نقطه از سطح زمین در طول سال ، به شدت و دوام تابش آفتاب در آن منطقه بستگی دارد و میزان گرما و سرمای سطح زمین ، عامل اصلی تعیین کننده درجه حرارت هوای بالای آن است.

میانگین درجه حرارت هوا بالای خشکی در تابستان بیشتر و در زمستان کمتر از میانگین درجه حرارت هوای بالای دریاست .

ارتفاع نیز در درجه حرارت موثر است در یک عرض جغرافیایی ثابت نقاطی که در ارتفاع بیشتری قرار دارند سرد تر از مناطق پائین تر هستند .

۱-۱-۳- رطوبت هوا

منظور از رطوبت هوا ، مقدار آبی است که به صورت بخار در هوا وجود دارد . هر چه هوا گرمتر باشد بخار آب بیشتری را در خود نگه می دارد . حداکثر میزان رطوبت در نواحی خط استواست که با حرکت به طرف قطبین کاهش می یابد .

همیشه فشار بخار لایه هوا نزدیک به زمین بیشتر است به همین دلیل هر نوع اختلاط هوا در سطح عمودی باعث کاهش فشار بخار در لایه های هوای نزدیک به زمین می شود .

۱-۱-۴- فشار بخار

فشار بخار مقداری از فشار هواست که در اثر افزایش بخار آب در هوا به وجود می آید با فشار جو متفاوت است .

۱-۱-۵- باد

علت اصلی نقاط کمربندهای فشار هوا تقسیم نامتعادل پرتوهای خورشید بر روی زمین است که باعث ایجاد اختلاف دما در نقاط مختلف سطح زمین می شود ، که باعث وزش باد می شود.

نیروی ((کوریولیس)) که در اثر حرکت دورانی زمین بوجود می آید توده های عظیم را که از مناطق پر فشار به سمت کم فشار در حرکت است را منحرف می کند این حرکت در نیمکره شمالی در جهت عقربه های ساعت و در نیمکره جنوبی در خلاف عقربه های ساعت است . این نیرو در منطقه استوا صفر و به سمت قطبین افزایش می یابد .

انواع بادهای :

باد تجاری - باد غربی و قطبی - بادهای موسمی - بادهای محلی و نسیم دریا و خشکی که به توضیح برخی از آنها می پردازیم:

بادهای موسمی :

این بادهای در اثر اختلاف میانگین درجه حرارت سالانه هوای سطح زمین و دریا باعث ایجاد بادهای زمستانی بر روی خشکی و بادهای تابستانی بر روی دریا می شوند .

نسیم دریا و خشکی :

در روز که هوای ساحل گرمتر از دریا است (از خشکی به دریا) و در شب که خشکی سردتر از دریاست جهت نسیم از دریا به سمت خشکی می باشد .

بادهای محلی :

در مناطق کوهستانی اختلاف درجه حرارت هوا موجب وزش بادهای محلی می شود. هنگام روز هوای مجاور سطح کوهها گرم تر از هوای آزاد جو می شود و به سمت بالا حرکت می کند ولی در شب عکس این عمل اتفاق می افتد . جهت این بادهای هنگام روز از پایین به بالا و هنگام شب از بالا به پایین است.

۱-۱-۶ - بارندگی

هر چه هوا گرمتر باشد رطوبت بیشتری را در خود نگه می دارد و اگر سرد شوند رطوبت نسبی آن افزایش می یابد و درجه حرارت که به آن « نقطه شبنم » می گویند رطوبت نسبی هوا به ۱۰۰٪ می رسد اگر این هوا باز هم سرد تر شود نمی تواند تمام رطوبت موجود را در خود نگه دارد . از این رو بخار آب اضافی بصورت قطرات آب روی سطوحی که دمای آن ها از نقطه شبنم کمتر است تشکیل می شود . در فصل زمستان اگر به دلیل سردی هوای خارج دمای سطوح داخلی شیشه پنجره اتاق پائین تر از نقطه شبنم هوای داخل باشد بر روی سطح پنجره ها قطرات آب تشکیل می شود .

۲-۱- اقلیم و انسان

۱-۲-۱- تعادل حرارتی بین بدن انسان و محیط پیرامون

۱-۱-۲-۱- تاثیر دمای هوا بر انسان

در جدول ۱-۱، مقدار انرژی تولید شده توسط بدن در حالت‌های گوناگون نشان داده شده است. در حالت طبیعی، دمای درونی بدن ۳۷ درجه و دمای پوست ۳۲ درجه سانتیگراد است. بدن همیشه در حال تبادل حرارتی با محیط اطراف خود است. این تبادل به اشکال و نسبت‌های مختلفی صورت می‌گیرد که در جدول شماره ۲-۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱ - مقدار حرارت تولید شده در بدن در حالت‌های مختلف (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

ردیف	حالت‌های مختلف	حرارت تولید شده (BTU/h)	حرارت تولید شده (Kcal/h)
۱	خوابیده	(۲۸۰ - ۲۴۰)	۷۰ - ۶۰
۲	استراحت در حالت نشسته	(۴۰۰ - ۳۶۰)	۱۰۰ - ۹۰
۳	انجام کارهای سبک در حالت نشسته	(۴۸۰ - ۴۰۰)	۱۲۰ - ۱۰۰
۴	راه رفتن با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت	(۱۰۸۰ - ۸۴۰)	۲۷۰ - ۲۱۰
۵	راه رفتن با سرعت ۷ کیلومتر در ساعت	(۱۶۰۰ - ۱۲۰۰)	۴۰۰ - ۳۰۰
۶	بالا رفتن از سربالایی با شیب ۱۰ درصد با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت	(۱۹۲۰ - ۱۳۶۰)	۴۸۰ - ۳۴۰
۷	انجام کارهای صنعتی سبک	(۱۲۰۰ - ۶۰۰)	۳۰۰ - ۱۵۰
۸	انجام کارهای صنعتی متوسط	(۱۶۰۰ - ۱۲۰۰)	۴۸۰ - ۳۰۰
۹	انجام کارهای صنعتی سنگین	(۲۴۰۰ - ۱۸۰۰)	۶۰۰ - ۴۵۰
۱۰	انجام کارهای بسیار سنگین	(۳۰۰۰ - ۲۴۰۰)	۷۵۰ - ۶۰۰

۲-۱-۲-۱- تاثیر رطوبت هوا بر انسان

در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه میزان رطوبت هوا تاثیری بر انسان ندارد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۸۵٪ عملاً احساس نمی‌شود. در دمای بیش از ۲۵ تاثیر رطوبت هوا بر انسان به مرور افزایش می‌یابد بویژه تاثیر آن بر رطوبت و دمای پوست و در درجه حرارت‌های بالاتر بر میزان تعریق و تغییر آن، هوای گرم و مرطوب (شرجی) به دلیل اینکه از تعریق و تبخیر بر روی پوست جلوگیری می‌کند باعث ناراحتی می‌شود هوای گرم و خشک نیز باعث خشکی لب‌ها و مخاط تنفسی شده، ایجاد ناراحتی می‌کند.

جدول ۱-۲- شکل و میزان تبادل حرارتی بدن و محیط اطراف (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

نوع تبادل	میزان تبادل	نحوه تبادل
همرفت	۲۴۰	در اثر اختلاف درجه حرارت بدن و هوای پیرامون آن
تبخیر	۲۲۰	در اثر تعریق و سپس بخار شدن عرق در سطح پوست
تابش	۲۴۰	در اثر ساطع شدن امواج الکترومغناطیس
رسانش	بسیار کم	در اثر تماس مستقیم

نقل از کتاب «Concepts of Thermal Comfort»

۱-۲-۲- منطقه آسایش

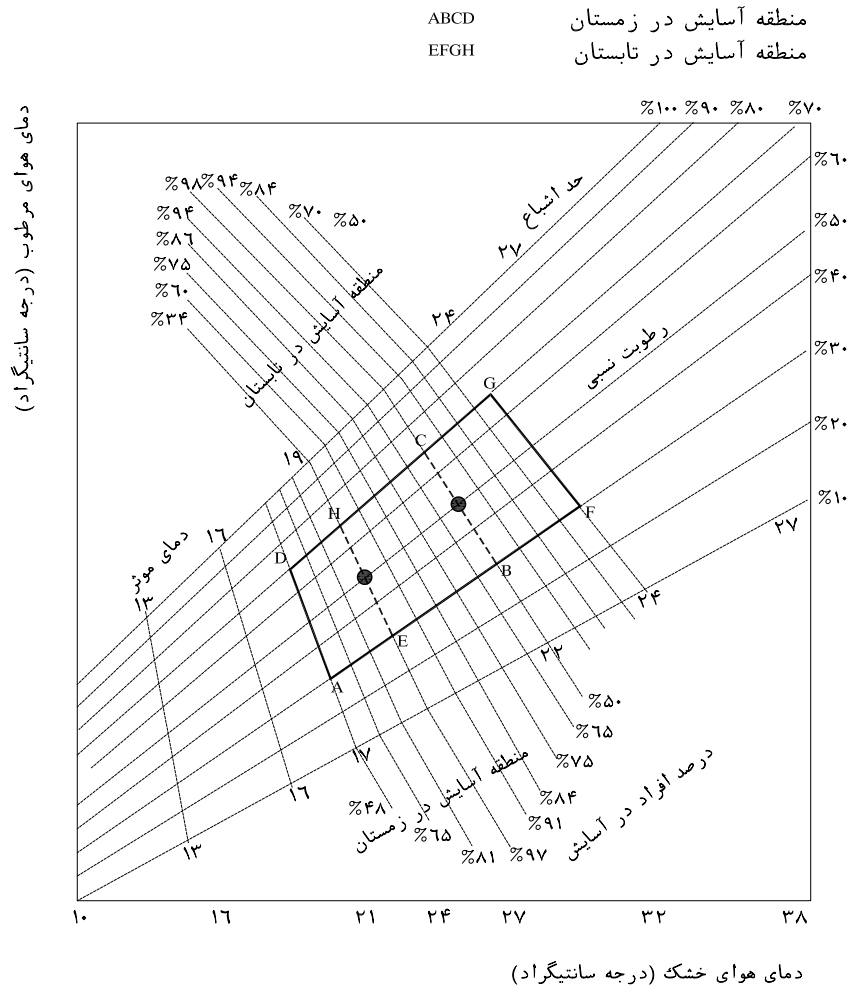
احساس انسان نسبت به محیط اطرافش را نمی توان تنها از طریق بررسی یکی از عناصر اقلیمی مانند درجه حرارت ، رطوبت نسبی یا جریان هوا بیان کرد ، زیرا ترکیب این عناصر بر انسان اثر می گذارد و با آسایش فیزیکی اوارتباط دارد.

به پیشنهاد اولگی در تابستان دمای ۲۴ درجه و رطوبت ۵۰٪ برای ۹۸٪ مطلوب است در حالیکه در زمستان دمای ۲۱ درجه و رطوبت ۵۰٪ برای ۹۷٪ مطلوب است. جدول ۱-۳ نتایج این آزمایشات را نشان می دهد. البته این محدوده فقط برای مناطق معتدل آمریکا و برای افرادی که به صورت نشسته فعالیت می کنند و لباس معمولی منزل پوشیده اند.

به پیشنهاد اولگی با ایجاد تغییراتی در این جدول ، آن را برای مناطق دیگر نیز مورد استفاده قرار داد. بدین منظور برای هر ۵ درجه کاهش عرض جغرافیایی نسبت به ۴۰ درجه شمالی باید به میزان $\frac{3}{4}$ درجه فارهتایت ، حداقل منطقه آسایش تابستانی را افزایش داد ولی این میزان نباید از ۸۵ درجه فارهتایت بیشتر شود. بنابراین ، حدود منطقه آسایش را برای ایران که بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی قرار دارد ، می توان از نظر دمای هوا در فصل تابستان بین ۲۱/۵ تا ۲۹ درجه و در فصل زمستان بین ۲۰ تا ۲۵/۷ درجه سانتیگراد فرض کرد. محدوده رطوبت نسبی هوا در این دو فصل نیز ۳۰ تا ۶۵٪ در نظر گرفته می شود .

در منطقه آسایش ، تغییرات رطوبت هوا بیشتر از تغییرات دمای آن برای انسان قابل تحمل است به همین دلیل، دمای هوای فضاهای داخلی ساختمان باید با دقت بیشتری کنترل شود. البته میزان رطوبت نسبی هوا نیز باید مورد بررسی قرار گیرد، زیرا رطوبت بیش از حد در زمستان باعث ایجاد تعریق در سطح سرد سطوح داخلی ساختمان مانند سطح شیشه های پنجره و رطوبت کم باعث ایجاد الکتریسیته ساکن می گردد.

جدول ۳-۱- رابطه بین دما، رطوبت و جریان هوا و تاثیر آنها بر منطقه آسایش (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)



۱-۲-۲-۱- تاثیر عوامل اقلیمی بر منطقه آسایش

۱-۲-۲-۱-۱- تاثیر تابش آفتاب بر منطقه آسایش

- تابش آفتاب دو اثر بر بدن دارد :

۱- اثر بیولوژیکی ناشی از تابش پرتو فرابنفش

۲- اثر حرارتی آن ناشی از تابش پرتو مرئی و فرو قرمز بر بدن است .

بیشتر اجسام شفاف مانند شیشه و بعضی نایلونها ، پرتوی فرابنفش را جذب می کنند و مانع نفوذ آن

به سمت دیگر خود می شوند

۱-۲-۲- تأثیر رطوبت هوا بر منطقه آسایش

رطوبت هوا باعث کاهش دمای هوای خشک می شود و باعث می شود محدوده های بالای منطقه آسایش نیز قابل تحمل شوند و اینگونه منطقه آسایش گسترش یابد. برای مثال دمای ۲۲ و رطوبت ۳۰٪ خارج از آسایش است در این شرایط اگر رطوبت هوا به میزان ۱۰ گرین در پوند افزایش یابد دمای هوای فوق در حد قابل تحمل کاهش خواهد یافت.

۱-۲-۲- تأثیر باد بر منطقه آسایش

سرعت جریان هوا به ۲ طریق بر بدن انسان اثر می گذارد جریان هوا از یک مقدار تبادل حرارتی را از طریق همرفت را مشخص می کند و از سوی دیگر ظرفیت تبخیر در هوا و در نتیجه، میزان خنک شدن بدن از طریق تعرق را تعیین می کند.

اگر هوا سرد تر از پوست بدن انسان باشد هر دو تأثیر جریان هوا بر بدن انسان در یک جهت عمل می کنند و در نتیجه در این حالت افزایش سرعت هوا باعث خنک شدن بدن می شود وقتی هوا گرم تر از پوست باشد اثرات جریان هوا در جهت عکس یکدیگر عمل می کنند در این حالت افزایش سرعت هوا از یک سو باعث افزایش اثر همرفت و در نتیجه، گرم تر شدن بدن و از سوی دیگر باعث افزایش ظرفیت تبخیر در هوا و سردتر شدن پوست می شود.

بنابراین در دماهای بالا یک سرعت بهینه باد وجود که در آن سرعت بدن تا بیشترین حد ممکن خنک می شود. کاهش سرعت هوا از این حد باعث افزایش دمای پوست و افزایش آن باعث گرم تر شدن بدن از طریق همرفت می شود این حد مطلوب سرعت باد ثابت نیست و به عواملی چون دما و رطوبت هوا قدرت بیولوژیکی بدن و پوشش فرد بستگی دارد. وزش باد ممکن است باعث گسترش منطقه آسایش شود.

۱-۲-۳- جدول زیست - اقلیمی (بیوکلیماتیک)

اگر تمام اطلاعاتی که در مورد تأثیر عوامل اقلیمی بر انسان ارائه شده است در یک جدول جمع آوری شود و محدوده آنها مشخص شود جدولی بدست می آید که آن را ((جدول زیست - اقلیمی یا بیوکلیماتیک)) می نامند. با استفاده از ایت جدول می توان به شرایط اقلیمی مناطق گوناگون پی برد و این مناطق را بر حسب نوع اقلیم دسته بندی کرد (جدول ۱-۴).

نکته مهم اینکه، موارد استفاده از این جدول محدود است و در پاره ای از موارد اشکالاتی دارد که در فصل چهارم به آنها اشاره شده است.

۱-۳-۱- اقلیم و ساختمان

در این فصل تاثیر هر یک از عناصر اقلیمی (تابش آفتاب ، رطوبت و باد) بر ساختمان مورد بررسی قرار می گیرد.

نکته قابل توجه اینکه ، اگرچه عناصر اقلیمی تمام ساختمانها را تحت تاثیر قرار می دهند و اصول مطرح شده در این قسمت در مورد تمام آنها صدق می کند، ولی باید توجه داشت که در برخی از ساختمانهای خاص ممکن است تاثیر عناصر اقلیمی نسبت به تاثیر عوامل داخلی آنها (مانند حرارت ناشی از وجود افراد ، چراغهای روشنایی و دستگاههای حرارت زا) بسیار اندک بوده ، و نقش تعیین کننده ای نداشته باشد.

۱-۳-۱-۱- تابش آفتاب و تاثیر آن بر ساختمان و محیط اطراف

شدت تابش در یک محل با ارتفاع آن محل از سطح دریا متناسب است و در مناطق مرتفع ، چون خورشید فاصله کمتری از اتمسفر را طی می کند ، حرارت بیشتری تولید می کند. همچنین در ظهر محلی هر منطقه که خورشید در قائم ترین حالت خود نسبت به زمین آن محل قرار دارد و فاصله آن کمتر است باشد ، تابش بیشتر از صبح و عصر می باشد ، که خورشید در مایل ترین حالت نسبت به زمین محل مورد نظر قرار دارد.

۱-۳-۱-۱-۱- موقعیت خورشید

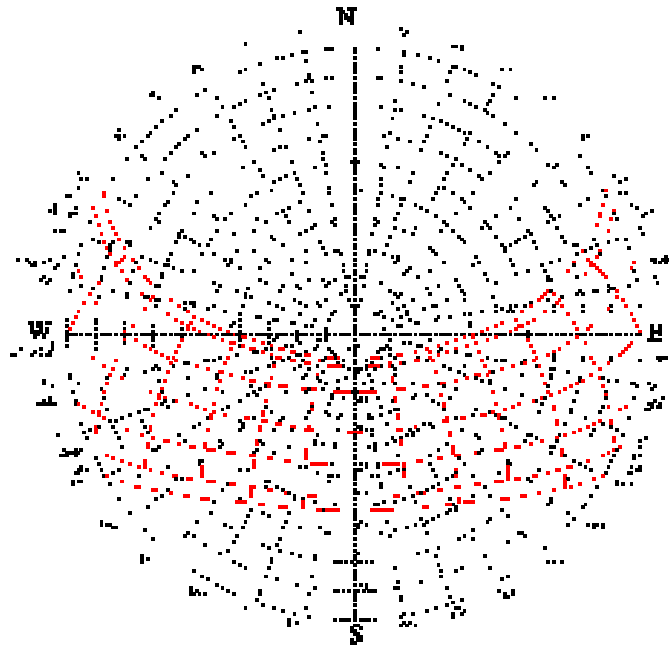
خورشید در تابستان در نیمکره شمالی . در تابستان از شمال شرقی طلوع و در شمال غربی غروب می کند و در زمستان از جنوب شرقی طلوع و در جنوب غربی ، غروب می کند و فقط فروردین و مهر ماه است که درست از شرق طلوع و در غرب غروب می کند.

وضعیت خورشید را در هر منطقه و در هر زمانی می توان به وسیله دو زاویه یکی ((زاویه تابش)) (Altitude) و دیگری ((جهت تابش)) (azimuth) مشخص کرد .

زاویه تابش: زاویه ای است که بین امتداد پرتو خورشید و سطح افق تشکیل می شود .
جهت تابش: زاویه ای است که بین تصویر امتداد پرتو خورشید بر صفحه افق و شمال واقعی پدید می آید. تغییرات روزانه و سالانه این دو زاویه به عرض جغرافیایی محل بستگی دارد .

بهترین شکلی که هم برای محاسبه انرژی خورشید و هم برای بدست آوردن ابعاد سایبانها قابل استفاده است ، نمودار مسیر حرکت خورشید است. در این نمودار ، افق به شکل دایره ای است که ساختمان در مرکز آن قرار گرفته و مسیر حرکت خورشید در آسمان به شکل منحنی هایی ترسیم شده که از شرق دایره ای افق به غرب آن کشیده شده است. با استفاده از این نمودارها می توان موقعیت خورشید را در هر روز و هر ساعت تعیین کرد.

به طور مثال موقعیت خورشید در ساعت ۱۰ صبح روز اول تیرماه در بندر عباس (عرض جغرافیایی ۲۷ درجه) برابر است با زاویه تابش ۶۰ درجه و جهت تابش ۹۰ درجه است (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱- موقعیت خورشید در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه شمالی (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

۱-۳-۱-۲- تابش آفتاب

به طور کلی تابش آفتاب با ساطع شدن پنج نوع پرتو یک ساختمان را تحت تاثیر قرار می دهد که این پنج نوع به ترتیب اهمیت عبارتند از :

- ۱ - پرتو مستقیم با طول موج کوتاه
- ۲ - پرتو پراکنده از آسمان با طول موج کوتاه
- ۳ - پرتو بازتابیده از سطوح اطراف با طول موج کوتاه
- ۴ - پرتو ساطع شده از زمین و اجسام گرم شده با طول موج بلند (بازتاب حرارتی)
- ۵ - پرتو ساطع شده از ساختمان به آسمان با طول موج بلند (بازتاب حرارتی)

پرتو مستقیم و پراکنده

مهمترین اجزاء آفتاب از نظر تامین نور و حرارت طبیعی در ساختمان هستند بنابراین محاسبه سریع و مقدار دقیق انرژی حاصل از این دو نوع پرتو برای طراحان حائز اهمیت است .

نسبت پرتوهای پراکنش یافته به پرتوهای مستقیم به وضعیت ابری بودن هوا بستگی دارد در روزهای ابری حتی ممکن است ۱۰٪ پرتو ها بصورت پراکنده به زمین برسد . ولی در روزهای آفتابی این

نسبت حدود ۱۵٪ است بهمین دلیل در مجموع حرارتی که در روزهای ابری به زمین می رسد بسیار کمتر از حرارتی است که در روزهای آفتابی دریافت می شود. بعنوان نمونه در روزهای آفتابی فصل زمستان یک دیوار جنوبی حدود ۷۵٪ کل انرژی حرارتی خورشید را دریافت می کند ولی این مقدار در روزهای ابری ۷٪ و در روزهای نیمه ابری ۱۸٪ گزارش شده است.

پس بیشتر این قسمت انرژی حرارتی خورشید در روزهایی که هوا صاف است به زمین می رسد بنابراین برای تمامی محاسبات مقدار انرژی حرارتی خورشید که در روزهای کاملاً آفتابی به زمین می رسد در نظر گرفته می شود.

پرتوهای بازتابیده از سطوح اطراف

در روزهای گرم تابستان مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده به سطوح افقی تقریباً دو برابر انرژی خورشیدی تابیده به سطوح عمودی است. برای کاهش میزان این نوع تابش بر ساختمان باید سطوح اطراف ساختمان را با سطوحی که درصد انعکاس کمی دارند بپوشانیم. در جدول ۱-۵، درصد انعکاس نور خورشید در سطح مصالح گوناگون نشان داده است.

جدول ۱-۵- درصد انعکاس نور خورشید در سطح گوناگون (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

درصد انعکاس	نوع سطح
۱۰-۲۵	زمین بایر خشک
۸-۹	زمین بایر تر
۱۸-۳۰	مالسه ی خشک
۹-۱۸	مالسه ی تر
۱۲	خاک نرم، سیاه خشک
۸	خاک نرم، سیاه تر
۱۲-۱۵	سنگ
۲۲	غلب خشک
۲-۱۵	زمین پوشیده از گیاه
۲۲-۲۵	برگ سبز
۵	سطوح جنگلی
۲۴-۲۸	بیابان
۴۲	نمکزار
۲۳-۴۸	آجر به نسبت رنگ
۱۵	آسفالت
۱۰	محوطه ی شهر

پرتوهای ساطع شده از ساختمان به آسمان

ایجاد تعادل حرارت جهانی نشان می دهد که میانگین سالانه کل پرتوهای خارج شده از زمین و اتمسفر ، برابر کل پرتوهای خورشیدی تابیده به زمین است . البته شدت این پرتو یکسان و یکنواخت نیست و در هر فصل متفاوت است و به عرض جغرافیایی بستگی دارد . در اطراف قطبین ۱۰ تا ۲۰٪ کاهش می یابد محاسبات نشان می دهد که مقدار موثر پرتوهای ساطع شده از زمین در آسمان بدون ابر با افزایش رطوبت نسبی کاهش می یابد در هوای ابری مقدار پرتو بازتابی ابرها به زمین افزایش یافته مقدار پرتو عبور کرده از ابر به آن سوی اتمسفر کاهش می یابد.

بنابراین ساطع شدن این نوع پرتو به سمت آسمان یکی از راههای دفع حرارت ذخیره شده در بنای ساختمانها ، بویژه در مناطق گرم و خشک است ولی هنوز بطور جدی مورد توجه قرار نگرفته است

۱-۳-۱- تابش آفتاب و انرژی حاصل از آن در جهت های مختلف جغرافیایی

حرارت حاصل از تابش آفتاب علاوه بر موارد قبلی (وضعیت هوا ، موقعیت خورشید و ارتفاع محل مورد نظر) به زاویه برخورد پرتو خورشید به سطح مورد نظر نیز بستگی دارد. در اینجا به نتایجی که اشبل در مورد میزان تابش آفتاب به سطوح مختلف و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه ۴۷ دقیقه شمال (معادل تفت یزد) بدست آورده است اشاره می شود.

۱-۳-۱-۱- سطوح قائم

الف - دیوارهای جنوبی

دیوارهای جنوبی ، بیشترین مقدار پرتو آفتاب را در آذر ماه و کمترین مقدار آنرا در خرداد ماه دریافت می کنند .

این دیوارها از شهریور تا اسفند پرتو آفتاب را از طلوع تا غروب دریافت می کنند دیوارهای جنوبی در اواسط تابستان از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر مورد تابش قرار می گیرند و هنگام ظهر حداکثر پرتو آفتاب بر روی این دیوارها می تابد.

ب- دیوارهای جنوب شرقی و جنوب غربی

این دیوارها در زمستان بیشتر از تابستان در معرض تابش آفتاب قرار می گیرند در تابستان حداکثر پرتو آفتاب به دیوارهای جنوب شرقی بین ساعت ۸ و ۹ صبح و به دیوارهای جنوب غربی بین ساعت ۳ تا ۴ بعد الظهر می تابد در زمستان ، این ساعت ها به ترتیب ۹ تا ۱۰ صبح و ۲ تا ۳ بعد الظهر است .

ج- دیوارهای شرقی ، غربی و شمالی

در زمستان پرتو آفتاب کمتر از تابستان به این دیوارها می تابد دیوار شمالی فقط بین فروردین تا

شهریور ماه صبح زود و آخرین ساعات بعد الظهر در معرض تابش خورشید قرار می گیرد .

۱-۳-۱-۲- سطوح افقی

سطوح افقی و بامهای سطح در تابستان بیشترین و در زمستان کمترین مقدار پرتو مستقیمی را دریافت می کنند این مقدار در زمستان حتی کمتر از مقدار تابشی است که دیوارهای جنوب شرقی و جنوب غربی در این فصل دریافت می کنند .

۱-۳-۱-۳- سطوح شیبدار

سطوح شیبداری که جهت آنها شرقی - غربی است در تابستان مقدار پرتو بیشتری دریافت می کنند تا در زمستان ، سطوحی که شیب آنها به طرف جنوب است در زمستان بیشترین مقدار پرتو را نسبت به سطوح دیگر دریافت می کنند . در پائیز و بهار سطوح شیبدار جنوبی ۲۰٪ بیشتر از سطوح شیبدار شرقی و غربی در معرض تابش آفتاب قرار می گیرند . به طور کلی سطوح شیبداری که شیب آنها بطرف شمال است . در تمام فصول سال کمترین مقدار پرتوآفتاب را دریافت می کند

۱-۳-۱-۴- کیفیت سطوح مورد تابش

میزان حرارت ایجاد شده در اثر تابش آفتاب در سطحی مفروض ؛ با میزان روشنایی رنگ و سرعت جریان هوا در آن سطح نسبت عکس دارد . تأثیر سرعت باد بر حرارت ایجاد شده در یک سطح با ارتباط چندانی با جهت آن سطح ندارد و به نسبت سرعت باد تغییر می کند . البته میزان این تأثیر چندان زیاد نیست . البته در مطالعات عمومی مقدار ثابتی را برای این تأثیر در نظر می گیریم .

۱-۳-۱-۵- تأثیر رنگ در مقدار انرژی خورشیدی جذب شده در یک سطح

قبل از طلوع آفتاب تغییرات درجه حرارت سطوح خارجی دیوارهای ساختمان در تمام جهت ها با تغییر درجه حرارت هوای خارجی تقریباً هماهنگ است در این حالت فقط دمای بام چندین درجه کمتر از دمای هوای خارج است زیرا بیشتر حرارت خود را از طریق ساطع کردن پرتو با طول موج بلند به طرف آسمان از دست می دهد . ولی پس از طلوع آفتاب زمانیکه پرتوهای آفتاب بطور مستقیم از سطوح دیگر منعکس ای از آسمان ساطع شود . دمای سطوح خارجی دیوارها به نسبت پرتویی که دریافت و جذب می کنند افزایش می یابد. اگر سطحی به رنگ روشن باشد مقدار حرارت جذب شده در آن سطح در اثر دریافت پرتو آفتاب کم است و درجه حرارت هوای پیرامون آن سطح تأثیر بیشتری در حرارت تولید شده در آن سطح دارد . ولی وقتی رنگ یک سطح خارجی تیره باشد تأثیر تابش آفتاب در حرارت تولید شده در آن بسیار بیشتر از تأثیر درجه حرارت هوای پیرامون آن سطح است .

در آزمایشی یک دیوار ۲۲ سانتیمتری سبک یکبار با رنگ خاکستری و بار دیگر با رنگ سفید در جهت‌های مختلف جغرافیایی قرار دادند و به این نتایج رسیدند که از نظر دریافت انرژی خورشیدی بین رنگ و جهات قرار گیری سطوح رابطه متقابل و زیادی وجود دارد. اگر رنگ دیوار خاکستری باشد بین دمای سطح دیوارهایی که در جهت‌های مختلف قرار دارند، اختلافی تا حدود ۲۳ درجه وجود دارد ولی اگر رنگ سفید باشد این اختلاف کمتر از ۳ درجه خواهد بود.

این نتیجه نشان می‌دهد که بحث درباره قرار گیری جهت ساختمان بدون در نظر گرفتن رنگ سطوح خارجی بی‌مفهوم است نتیجه دیگر این است که با استفاده از رنگ‌های مختلف در سطوح خارجی دیوارهای یک ساختمان نیز می‌توان اثرات حرارت تابشی آفتاب در فضاها را کنترل کرد. اختلاف دمای دیوارها در این دو آزمایش، ناشی از خصوصیات جذب و دفع انرژی خورشیدی و رنگ‌های مختلف است رنگ‌های روشن ممکن است تا ۹۰٪ انرژی خورشیدی را منعکس کنند در حالیکه رنگ‌های تیره فقط ۱۵٪ یا کمتر را منعکس می‌کنند.

۱-۳-۴- تأثیر تابش آفتاب در حرارت داخلی ساختمان

انتقال حرارت ممکن است به چهار صورت رسانش (هدایت)، همرفت (جابجایی)، تابش و تبخیر صورت گیرد که به اختصار توضیح داده می‌شود.

رسانش :

حرارت با گذشتن از یک مولکول به مولکول مجاور می‌تواند از داخل اجسام یا از جسمی به جسم دیگر که با آن تماس دارد، عبور کند. این نوع انتقال حرارت ((رسانش)) نامیده می‌شود. معمولاً هر چه مصالح یک دیوار متراکم‌تر باشد حرارت سریع‌تر بصورت رسانش از آن عبور می‌کند. **همرفت :** هوا می‌تواند حرارت را از سطوح گرم به سطوح سرد منتقل کند، این نوع انتقال حرارت ((همرفت)) نامیده می‌شود.

هوادر صورتی می‌توان باعث انتقال حرارت (همرفتی) شود که جای کافی برای عمل همرفت داشته باشد در غیر اینصورت (مانند هوای داخل یونولیت) نه تنها قادر به انتقال حرارت نیست بلکه عایق حرارتی مناسبی نیز به شمار می‌رود.

تابش

حرارت نیز مانند نور، به شکل الکترومغناطیسی منتقل می‌شود که به آن ((تابش)) گفته می‌شود. از طریق تابش امواج الکترومغناطیسی با طول موج بلند حرارت را از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌کنند بدون اینکه تأثیری در هوای بین دو سطح بگذارد.

تبخیر

((تبخیر)) عبارت است از تغییر دما و انتقال حرارت در اثر تغییر مایع به بخار این تغییر شکل باعث دفع حرارت می شود. در دیوارهای دو جداره حرارت بصورت همرفت و تابش از یک طرف دیوار به طرف دیگر آن سپس بصورت رسانش به سطح داخلی دیوار انتقال می یابد و باعث گرم شدن آن می شود سطوح داخلی نیز پس از گرم شدن حرارت خود را به شکل همرفت و تابش به هوای داخلی و سطوح دیگر منتقل می کنند.

۱-۳-۱-۴-۱- تابش آفتاب بر انواع دیوار

افزایش دمای هوای خارج باعث گرم شدن سطح خارجی دیوارهای جانبی ساختمان می شود این تاثیر در تمام جوانب ساختمان یکسان است و جهت دیوارها تاثیری در مقدار حرارت دریافت شده در این حالت ندارد. علاوه بر این آفتاب نیز باعث گرم شدن دیوار می شود که در این حالت جهت دیوارها در کسب حرارت کاملاً موثر است به همین دلیل در دیوارها و تمام ساختمان تحت تاثیر تابش آفتاب دمای متفاوتی ایجاد می شود.

می توان تصور کرد که دیوار از لایه های متعددی تشکیل شده است در اثر انتقال حرارت به هر یک از لایه ها ، دمای آنها افزایش می یابد و مقدارحرارتی که باعث این افزایش دما شده است ، در لایه مزبور ذخیره می شود تعبیه به لایه بعدی انتقال می یابد بنابراین هر لایه از دیوار مقدار حرارت کمتری نسبت به لایه قبلی خود دریافت می کند و در نتیجه دمای آن نسبت به لایه قبلی کمتر می شود . با ذخیره شدن حرارت در داخل دیوار ، حرارت کمتری به سطح داخلی آن انتقال می یابد و دمای آن کمتر از دمای سطح خارجی می شود . پس از آنکه دمای سطح خارجی دیوار به حداکثرمیزان خود می رسد و به دلیل کاهش شدت آفتاب و خنک شدن هوا شروع به سرد شدن می کند جریان حرکت هوا در داخل برعکس می شود در این مرحله ابتدا حرارتی که در دیوار ذخیره شده در دو جهت به سمت داخل و خارج حرکت می کند ولی پس از آن فقط به سمت خارج حرکت می کند از این پس لایه های دیوار به تدریج حرارت خود را از دست می دهند وخنک می شوند بدین ترتیب دیوارهای ساختمان در طول روز یک دوره گرم و سرد شدن را طی می کنند البته دامنه نوسان این دوره گرم و سرد شدن برای سطوح داخلی و خارجی یکسان نیست نوسان دما در سطوح داخلی همیشه کمتر از سطوح خارجی است و سطوح داخلی نیز مدتی پس از سطوح خارجی به حداکثر و حداقل دمای خود می رسند .

با فرض ثابت بودن شرایط هوای خارج ، حداکثر و حداقل دمای سطوح داخلی و نسبت نوسان دمای سطوح داخلی به سطوح خارجی به ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح دیوارهای خارجی بستگی دارد

هر چه ظرفیت و مقاومت حرارتی یک دیوار بیشتر باشد نوسان دمای سطح داخلی کاهش می یابد و زمان به حداقل و حداکثر رسیدن دمای سطوح داخلی نسبت به هوای خارجی بیشتر به تاخیر می افتد کاهش نوسان درجه حرارت سطوح داخلی یک ساختمان نسبت به سطوح خارجی آن با مقاومت حرارتی مصالح دیوارهای آن متناسب است ولی تاخیر به حداکثر و حداقل رسیدن دمای سطوح داخلی نسبت به سطوح خارجی، ظرفیت حرارتی مصالح دیوار بستگی دارد.

۱-۳-۱-۵- ظرفیت حرارتی

ظرفیت حرارتی مصالح به وزن مخصوص و گرمای ویژه آنها بستگی دارد. هر چه وزن مخصوص یک جسم بیشتر باشد. ظرفیت حرارتی آن بیشتر است ظرفیت حرارتی دیوارها نیز به ضخامت و فشردگی مصالح آنها بستگی دارد.

هر چه ظرفیت حرارتی دیوار بیشتر باشد حرارت با سرعت کمتری از خارج به سمت داخل انتقال می یابد در نتیجه سطوح داخلی با تاخیر بیشتری به حداکثر دمای خود نسبت به سطوح خارجی می رسند این زمان تاخیر باعث می شود در ساعاتی که هوا در حداکثر درجه حرارت است، حرارت نفوذ کرده در دیوارهای خارجی در همان جا ذخیره شود و هنگام عصر و شب که هوا نسبتاً خنک است از آن خارج گردد در فصل زمستان و بویژه در مناطق سرد سیر که بطور کلی دمای هوای خارج کمتر از دمای هوای گرم شده داخلی است ظرفیت حرارتی مصالح یک ساختمان فقط دامنه نوسان دمای هوای داخلی آن را کاهش می دهد و تاثیری در جهت حرکت حرارت و میانگین دمای هوا ندارد ولی در تابستان و مناطق گرم که سطوح خارجی ساختمان هنگام روز گرمتر و هنگام شب سردتر از هوای داخلی است. ظرفیت حرارتی علاوه بر آنکه در کاهش تبادل حرارت هوای داخلی و خارجی موثر است در جهت حرکت حرارت نیز موثر است.

بنابراین در مناطقی که تغییرات روزانه دمای هوا و شدت تابش آفتاب زیاد است، (مناطق گرم و خشک) ساختمانی با ظرفیت حرارتی زیاد می توان به میزان قابل توجهی وضعیت حرارتی هوای داخلی خود را کنترل کند همچنین با انتخاب مصالح ساختمانی مناسب برای یک ساختمان، هم می توان نوساناتی را که در اثر گرم و سرد شدن سطوح خارجی در معرض تابش آفتاب از میان پنجره ها و نفوذ هوا از درز پنجره ها و گرمایی که در اثر پخت و پز در دمای هوای داخلی ایجاد می شود پس ظرفیت حرارتی زیاد در مناطقی که مشکل گرمای هوای داخلی معمولاً در شب ها نیز وجود دارد (مانند مناطق مرطوب ساحلی) مناسب نیست.

۱-۳-۱-۵-۱- رابطه ضخامت دیوار، ظرفیت حرارتی و وضعیت حرارتی هوای داخلی

ظرفیت حرارتی یک دیوار نتیجه ی وزن مخصوص، ضخامت و گرمای ویژه مصالح آن است. ولی

نتایجی که در اثر تغییر وزن مخصوص مصالح یا تغییر ضخامت یک دیوار در وضعیت حرارتی آن حاصل می شود، کاملاً متفاوت است؛ حتی اگر این تغییرات از نظر ظرفیت حرارتی نتایج یکسانی داشته باشد.

به طور کلی، ظرفیت حرارتی تقریباً بر اساس وزن مصالح مشخص می شود. ولی هر گونه افزایش حرارتی از طریق افزایش وزن مخصوص - یعنی با تراکم کردن مصالح با افزایش ضریب رسانش حرارتی همراه است و در نتیجه باعث کاهش مقاومت حرارتی می شود از سوی دیگر جایگزینی مصالح سنگین با مصالح سبک و مقاومت حرارتی زیاد، بدون تغییر ضخامت دیوار باعث کاهش ظرفیت حرارتی میشود و در نتیجه، فقط تا حد کمی در بهبود وضعیت حرارتی دیوار و هوای داخلی ساختمان در تابستان تاثیر می گذارد ولی هنگامی که به منظور افزایش ظرفیت حرارتی دیوار ضخامت آن افزوده می شود. مقاومت حرارتی کلی دیوار نیز به نسبت افزایش می یابد و در نتیجه تاثیر آن در شرایط حرارتی هوای داخلی تا حد زیادی افزوده خواهد شد. بر اساس محاسبات نظری میزان نوسان درجه حرارت هوای داخلی یک ساختمان با تغییر ضخامت دیوارهای آن تغییر می کند و در نتیجه با افزایش ضخامت دیوارهای یک ساختمان، حداکثر درجه حرارت هوای داخلی کاهش و حداقل درجه حرارت آن افزایش می یابد ولی در حقیقت با تاثیر ضخامت دیوارها در کنترل دمای سطوح و درجه حرارت حداقل درجه حرارت هوای داخلی یک ساختمان به شرایط تهویه طبیعی در آن ساختمان و رنگ سطح خارجی دیوارها بستگی دارد.

اگر رنگ سطح خارجی دیوارها تیره باشد با افزایش ضخامت دیوارها حداکثر درجه حرارت هوای داخلی ساختمان کاهش می یابد ولی در صورت سفید بودن سطح خارجی چون تقریباً تمام پرتوهای خورشیدی از سطح دیوار منعکس می شود و فقط مقدار کمی از انرژی حرارتی آن جذب دیوار می شود. ضخامت دیوار تایید چندانی در کنترل حداکثر درجه حرارت هوای داخلی ندارد ولی در هر دو حالت با افزایش ضخامت دیوارها حداقل درجه حرارت هوای داخلی ساختمان افزایش می یابد و رنگ سطح خارجی دیوارها تاثیری در این افزایش دما ندارد.

همچنین وضعیت گرمایی داخلی ساختمانی که هوای خارجی در آن جریان دارد به دو عامل انتقال حرارت از دیوارها و شرایط تهویه طبیعی بستگی دارد. اگر رنگ سطح خارجی این دیوارها روشن باشد، ضخامت دیوار تحت تاثیر تهویه طبیعی قرار می گیرد. ولی اگر سطح خارجی آنها تیره رنگ باشد. امکان انتقال حرارت از دیوارها به هوای داخلی ساختمان تا حد زیادی افزایش می یابد و در نتیجه، ضخامت دیوار در کنترل شرایط حرارتی هوای داخلی اهمیت فراوانی خواهد یافت. در مورد تاثیر ضخامت و رنگ سطح خارجی دیوارها و شرایط تهویه طبیعی در تغییر وضعیت

۱-۳-۱-۵-۲- تعیین ظرفیت حرارتی دیوارهای مختلف

به طور کلی در مناطقی که نوسان درجه حرارت هوا زیاد است تقریباً نصف روز زمان تاخیر یعنی انتقال گرمای روز هنگام شب سرمای شب باعث ایجاد تعادل حرارتی هوای داخلی ساختمان می شود .

در مورد ظرفیت حرارتی مورد نیاز در اقلیم های متفاوت ، لروکس معتقد است در مناطقی که نوسان دمای روزانه هوا ۶ تا ۸ درجه است مصالح سنگینی مانند بتن آجر و سنگ که وزنی حدود $300 \frac{Kg}{m^3}$ دارد مناسب است .

اگر این نوسان ۱۰ تا ۱۲ درجه باشد لازم است از مصالحی با وزن $600 \frac{Kg}{m^3}$ تا ۷۰۰ و اگر نوسان روزانه هوا بیش از ۲۰ درجه باشد از مصالحی با وزن $1200 \frac{Kg}{m^3}$ استفاده می شود .

بعنوان مقایسه ای بین یک ساختمان سبک با پلان باز و ساخته شده از مصالح چوبی با ساختمانی با پلان بسته و ساخته شده از مصالح سنگین شده است دامنه نوسان در ساختمان چوبی به ۱۴ درجه می رسد در حالیکه ساختمان آجری فقط ۵ درجه نوسان دارد

اوگلی بررسی های دیگری برای تعیین زمان تاخیر برای دیوارهایی با جهت های مختلف یک ساختمان برای عرض جغرافیایی ۲۲ درجه شمالی معادل یزد انجام داده است که در ذیل به آنها اشاره می شود :

در این بررسی ها مشاهده شده است که حرارت ناشی از تابش آفتاب و دمای هوا در ساعتهای اولیه بعد الظهر به حداکثر میزان خود می رسد . برای اینکه این گرما در ساعات خنک به داخل انتقال یابد به زمان تاخیر دیوارهای جهت های مختلف ساختمان باید متفاوت باشد . درحین این بررسی ، حداکثر میزان گرما بر روی بام (سطوح افقی) ایجاد می شود که حدوداً به ۱۱ تا ۱۲ ساعت زمان تاخیر آن ۱۷ ساعت است . این مدت حداکثر زمان تاخیر مورد نیاز است و با توجه به طولانی بودن آن راه حل علمی این است که هیچ زمان تاخیری برای این دیوارها پیش بینی نشود تا حرارت ایجاد شده در همان ساعتهای صبح که هنوز هوا گرم نشده به داخل برسد . دیوارهای جنوبی به دلیل تابش کمتری که در تابستان دریافت می کنند از نظر ظرفیت حرارتی کمتر اهمیت دارند ولی در هر صورت حداقل ۷ و حداکثر ۱۰ ساعت زمان تاخیر برای این دیوار ها مناسب است دیوارهای غربی دیوارهای واقع در جهت های مختلف شدیدترین تابش آفتاب را دریافت می کنند با توجه به ساعتی که حداکثر حرارت در آنها جمع می شود. باید زمان تاخیری بین ۵ تا ۱۰ ساعت داشته باشند در بین دیوارها دیوارهای

شمالی کمترین اهمیت را از این نظر دارند ولی در هر صورت پیش بینی زمان تاخیری بین ۵ تا ۱۰ ساعت برای این دیوار ها به بهبود شرایط حرارتی هوای داخلی ساختمان کمک می کند . نکته قابل توجه آن است که در طول روز (۷ صبح الی ۷ عصر) ساختمان ساخته شده از مصالح سنگین حرارت کمتری را نسبت به ساختمان سبک به داخل انتقال می دهد البته ساختمان سبک هنگام عصر خنک می شود و از این نظر شرایط بهتری را فراهم می سازد ولی باید توجه داشت هنگام عصر هوای خارج خنک است با ایجاد تهویه موثر در ساختمان ساخته از مصالح سنگین می توان هوای داخلی این ساختمان را نیز خنک کرد و شرایط مناسبی را در آن ایجاد نمود . نتیجه این که در این منطقه (شبیه یزد) بهترین شرایط داخلی از نظر آسایش فیزیکی در ساختمانهایی ایجاد می شود که دیوارهای اتاق نشیمن آن که روزها مورد استفاده قرار می گیرد . از مصالح سنگین و دیوارهای اتاق خواب و سایر قسمتها که در شب از آنها استفاده می شود از مصالح سبک ساخته شوند .

۱-۳-۱-۶- مقاومت حرارتی

مقاومت حرارتی دیوار عبارت است از مقاومتی که آن دیوار در برابر انتقال حرارت از یک طرف به طرف دیگرش ایجاد می کند. بنابراین ، نوسان دمای سطح داخلی دیوارهای یک ساختمان به مقاومت حرارتی مصالح آن دیوارها بستگی دارد. هر چه ضریب رسانش حرارتی بر عکس مقاومت حرارتی مصالح یک دیوار کمتر باشد مقاومت حرارتی آن دیوار بیشتر است . و در نتیجه مقدار حرارت انتقال یافته از آن کمتر خواهد بود . هوای ساکن بهترین عایق حرارتی و بطور کلی مصالح ساختمانی سبک که شامل حفره ها و لایه های بسیار نازک هوا است مقاومت حرارتی زیادی دارند (جدول ۱-۶) .

از آنجا که تاثیر مقاومت حرارتی مصالح یک ساختمان در شرایط حرارتی فضاهای داخلی آن ، تا حد بسیار زیادی به وجود یا عدم وجود تاسیسات مکانیکی در آن ساختمان بستگی دارد. در اینجا به بررسی هر دو حالت می پردازیم.

۱-۳-۱-۶-۱- تاثیر مقاومت حرارتی دیوارها در ساختمانهای مجهز به تاسیسات مکانیکی :

در فصل زمستان که ساختمان از داخل گرم می شود مقاومت حرارتی دیوارهای خارجی دمای سطح داخلی آن ها میزان مصرف دستگاههای مکانیکی (اگر دمای هوای داخل ثابت نگه داشته شود) و دمای هوای داخل ساختمان (اگر حرارت تولیدی ثابت باشد) تعیین می کند از آنجا که اختلاف بین میانگین دمای هوای داخل و خارج ساختمان در فصل زمستان در مقایسه با تغییرات دمای روزانه هوا

بیشتر است . انتقال حرارت از داخل به خارج در ساختمانهایی که بطور دائم گرم می شوند به حد ثابتی می رسد در این حالت مقاومت حرارتی مصالح از عوامل اصلی تعیین کننده شرایط هوای داخلی ساختمان است ولی اگر ساختمان بطور متناوب گرم شود ظرفیت حرارتی مصالح اهمیت بیشتری می یابد .

جدول ۱-۶- مقاومت و ظرفیت حرارتی مصالح ساختمانی (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

نوع مصالح	ضخامت (سانتی متر)	ضریب رسانش (BTU/h.ft) ^۱	زمان تأخیر (ساعت)
سنگ	۲۰	۰/۶۷	۵/۵
	۳۰	۰/۵۵	۸/۰
	۴۰	۰/۴۷	۱۰/۵
	۶۰	۰/۳۶	۱۵/۵
بتن	۵	۰/۹۸	۱/۱
	۱۰	۰/۸۴	۲/۵
	۱۵	۰/۷۴	۳/۸
	۲۰	۰/۶۶	۵/۱
	۳۰	۰/۵۴	۷/۸
	۴۰	۰/۴۶	۱۰/۴
آجر	۱۰	۰/۶۰	۲/۲
	۲۰	۰/۴۱	۵/۵
	۳۰	۰/۳۱	۸/۵
	۴۰	۰/۲۵	۱۲/۰
چوب	۱/۲۵	۰/۶۸	۰/۱۷
	۲/۵	۰/۴۸	۰/۴۵
	۵	۰/۳۰	۱/۲
آجرینما	۱۰	۰/۷۷	۲/۴
تختی ملین	۱/۲۵	۰/۴۲	۰/۰۸
	۲/۵	۰/۲۶	۰/۲۲
	۵	۰/۱۴	۰/۷۷
	۱۰	۰/۰۸	۲/۷
	۱۵	۰/۰۵	۵

در ساختمانهایی که هوای داخل آنها در تابستان بوسیله دستگاه تهویه کنترل می شود . با وجود آنکه جهت حرکت حرارت از خارج به داخل ثابت نیست و موقع شب بر عکس می شود تاثیر مقاومت حرارتی مصالح در تعیین شرایط هوای داخلی مانند فصل زمستان است ولی چون در این حالت معمولاً اختلاف بین میانگین دمای هوای داخل و خارج نسبت به نوسان روزانه کم است از اهمیت آنها کمی کاسته می شود و ظرفیت حرارتی مصالح اهمیت بیشتری پیدا می کند .

در مورد مقاومت حرارتی مصالح دیوارها باید به مساله ایجاد تعریق بر روی سطوح داخلی نیز توجه داشت . وقتی دمای هوای داخل به پائینتر از نقطه شبنم هوای آن برسد ، بر روی این سطوح تعریق

صورت می گیرد بنابراین با افزایش مقاومت حرارتی مصالح دیوارها ، احتمال ایجاد تعریق بر روی سطح آنها کاهش می یابد . در مناطقی که رطوبت هوا در فصل زمستان زیاد است ، جلوگیری از ایجاد تعریق بر روی سطوح داخلی ممکن است مهم ترین عامل در تعیین مقاومت حرارتی مصالح دیوارها باشد .

۱-۳-۱-۶-۲- تاثیر مقاومت حرارتی دیوارها در ساختمانهای فاقد تاسیسات مکانیکی

در فصل تابستان ، در ساختمانهای فاقد تاسیسات مکانیکی خنک کننده افزایش مقاومت حرارتی مصالح خارجی و سقف باعث کاهش حرارت از سطوح خارجی به داخل در روز و از سطوح داخلی به خارج در شب می شود . البته تاثیر افزایش مقاومت حرارتی مصالح دیوارها از طریق افزودن لایه عایق به محل قرار گیری لایه عایق در دیوار بستگی دارد .

در مواردیکه برای جلوگیری از عبور حرارت از یک دیوار از لایه های عایق حرارتی استفاده می شود اگر این لایه ها در سطح خارجی دیوار به کار روند تاثیر شان بیشتر از مواقعی است که در سطوح داخلی نصب شوند .

رنگ سطح خارجی نیز در مقدار حرارت جذب شده در دیوار و در نتیجه در وضعیت حرارتی هوای داخلی آن تاثیر دارد . اگر سطح خارجی یک دیوار سفید باشد - بویژه در مناطقی که دامنه نوسان درجه حرارت هوا کم است مقاومت حرارتی دیوارها تاثیر کاملاً متفاوتی نسبت به قبل دارند . در این شرایط به دلیل نزدیک بودن دمای سطوح خارجی به دمای هوای اطراف ، حرارت به میزان بسیار کمی از میان جداره های خارجی ساختمان عبور می کند و در نتیجه مقاومت حرارتی دیوارها و سقف ساختمان تاثیر چندانی در وضعیت حرارتی هوای داخلی آن ندارد در این حالت ، مقاومت حرارتی ، بیشتر باعث بالابردن حداقل دمای روزانه هوای داخلی می شود تا پائین آوردن حداکثر دمای آن.

فقط در مناطقی که دامنه نوسان دمای هوای حدود ۱۰ درجه یا بیشتر و رطوبت هوا تا حدی پائین است که امکان ایجاد اسایش در داخل بدون استفاده از تهویه طبیعی وجود دارد . با افزایش مقاومت حرارتی دیوارهای سفید رنگ بطور قابل ملاحظه ای می توان شرایط هوای داخل را بهبود بخشید . بطور کلی در مناطق گرم و در شرایط طبیعی (یعنی هنگامی که هوای داخل ساختمان بدون استفاده از وسایل مکانیکی ؟ شود حد مطلوبی برای مقاومت حرارتی دیوارها و سقف وجود دارد که مقدار آن با در نظر گرفتن رنگ سطح خارجی دیوارها و شرایط تهویه طبیعی می توان تعیین کرد افزایش مقاومت حرارتی بیش از این تاثیر چندانی در کنترل و تعدیل شرایط حرارتی هوای داخلی ساختمان ندارد .

در مناطق گرم تنظیم مقاومت حرارتی دیوارهای خارجی ساختمان به تنهایی برای اصلاح شرایط هوای داخلی و بدون در نظر گرفتن و استفاده از ظرفیت حرارتی مصالح محدود به مناطقی است که حداکثر دمای هوا از ۳۰ درجه سانتیگراد تجاوز نمی کند این محدودیت به این دلیل است که امکان کاهش گرمای روزانه هوای داخلی ساختمان در صورتی که دارای مصالحی سبک با ظرفیت حرارتی کم باشد بسیار اندک است .

۱-۳-۱-۷- تابش دیوار بر انواع بام

بام تاثیر پذیرترین جز ساختمان در برابر عوامل اقلیمی است در زمستان هنگام شب بام با ساطع کردن پرتوهایی با طول موج بلند از خود سریع تر از دیوار ها حرارت خود را از دست می دهد به همین دلیل در مناطق سرد در فصل زمستان بام ساختمان عمده ترین عامل اتلاف حرارت هوای داخل است (البته بستگی به مقاومت حرارتی بام دارد) همچنین در فصل زمستان بام مشکلات خاص از نظر تعریق ایجاد می کند .

در هوای گرم نیز هوای داخلی ساختمان تحت تاثیر گرمای بام قرار می گیرد بستگی به جزئیات طرح دارد در مناطق بسیار گرم این باور وجود دارد که بام عامل اصلی گرم کننده هوای داخلی ساختمان است البته این مساله در بیشترین موارد صحیح است ولی دلیل آن غیر اصولی بام است بام را می شود بصورتی طراحی کرد که تاثیر چندانی در گرم کردن هوای داخلی ساختمان نداشته باشد .
بامها را می توان به دو دسته زیر تقسیم کرد .

۱) بام های یکپارچه یا ترکیبی سنگین

۲) بامهای یک لایه یا دو لایه سبک (بام و سقف) که بوسیله هوا از هم جدا شده اند .

۱-۳-۱-۷-۱- بامهای یکپارچه یا ترکیبی سنگین

بیشتر این بامها مسطح است ؛ ولی آنها را به صورت شیبدار نیز می توان ساخت . مصالح اینها بیشتر از بتن یا آجر است . که ظرفیت حرارتی نسبتاً زیادی دارند . انتقال حرارت جذب شده فقط به صورت رسانش انجام می شود . مگر آنکه سقف کاذب وجود داشته باشد . عمده ترین عامل تعیین کننده خصوصیات حرارتی بام های یکپارچه تو پر رنگ سطح خارجی مقاومت حرارتی و ظرفیت حرارتی مصالح آنهاست .

۱-۳-۱-۷-۱-۱- تاثیر رنگ سطح خارجی

رنگ سطح خارجی تعیین کننده مقدار انرژی خورشیدی جذب شده در بام در طول روز مقدار حرارت دفع شده از طریق ساطع کردن پرتو با طول موج بلند هنگام شب و در نتیجه الگوی تغییر سطح خارجی بام ، همچنین میزان تبادل حرارتی بین هوای داخل و خارج از طریق بام است به گفته

گیونی اگر بام عایق حرارتی نداشته باشد در ساختمانهایی که هوای داخلی آنها به وسیله دستگاههای مکانیکی کنترل می شود. در نتیجه در ساختمانها رنگ سطح خارجی بام عامل اصلی تعیین کننده الگوی تغییرات دمای سقف و در نتیجه وضعیتی هوای داخل نسبت به منطقه آسایش است.

اگر رنگ سطح خارجی بام تیره باشد دمای سطح آن تا ۳۲ درجه بالاتر از حداکثر دمای هوای خارج افزایش می یابد. درحالیکه این مقدار افزایش براسطح سفید رنگ فقط ۱ درجه است. همچنین بر اساس نمودار فوق هنگام شب بدون تفاوت چندان دمای تمام سطوح در اثر انتقال حرارت سقف به آسمان از طریق ساطع شدن پرتو ها با طول موج بلند، پائین تر از دمای هوای بوده و میانگین دمای سطح بامهای سفید رنگ به شدت پائین تر از میانگین دمای هوا بوده است. البته باید توجه داشت که تاثیر رنگ سطح خارجی بام در دمای سقف به مقاومت و ظرفیت حرارتی مصالح بام بستگی دارد و هر چه ظرفیت مقاومت و ضخامت مصالح بام افزایش یابد، اختلاف بین حداکثر دمای بام که در استفاده از رنگهای متفاوت در سطح خارجی ایجاد می شود کاهش می یابد ولی در هر صورت اختلاف زیادی بین میانگین این دماها وجود دارد.

تغییر رنگ سطح خارجی بامهای مسطح توپر نیز در دمای هوای زیر سقف آنها تاثیر می گذارد در مطالعه ای که در مورد بامهایی که بتنی رنگهای سفید و خاکستری انجام شد به این نتیجه رسیدند که اختلافی حدود ۱ درجه بین دمای هوای موجود در ارتفاع ۱/۲ متری از کف این اتاقها وجود دارد در این بررسی دمای سطح داخلی این بامها نیز اندازه گیری شد و این نتیجه بدست آمد که سطح داخلی بام خاکستری از هوای روی بام گرمتر شده است. این مساله نشان می دهد که در این وضعیت حرارت از بام به هوای داخلی ساختمان انتقال می یابد از سوی دیگر دمای سقف ساختمانی که رنگ سطح خارجی بام آن سفید براق است. در بیشتر ساعات روز پائین تر از دمای هوای داخل ساختمان است این مساله ناشی از پائین تر بودن دمای سطح خارجی یک بام سفید رنگ نسبت به هوای خارجی است.

۱-۳-۱-۷-۱-۲- ضخامت بام و ارتباط آن با مقاومت حرارتی

تاثیر افزودن لایه های عایق حرارتی گوناگون به بام در دمای سقف آزمایشهایی شده که نتایج زیر بدست آمده اند،

(۱) تاثیر افزودن عایقهای حرارتی گوناگون در حداکثر دمای سقف، برای انواع مختلف این نوع عایقهای تقریباً یکسان است. و باعث کاهش حداکثر دمای سقف به میزان حدود ۵ درجه می شود.

(۲) در مورد حداقل دما، رنگ سفید براق موثر تر است و باعث می شود سقف در حد بامهای عایق نشده (با ساطع کردن پرتو با طول موج بلند ممکن است به سرعت خنک شوند) خنک شود در

حالیکه افزودن عایق حرارتی به بام باعث کاهش میزان خنک شدن بام به هنگام شب و در نتیجه ، افزایش حداقل دمای سقف می شود .

در این بررسی مقایسه حداکثر دمای بام آجری با سطح خارجی براق و بام بدون عایق نشان می دهد که هرچه مقاومت حرارتی مصالح بام افزایش یابد ، رنگ سفید تاثیر کمتری در کاهش حداکثر دمای سقف خواهد داشت سفید کردن بام با عایق حرارتی ، فقط ۱ درجه حداکثر دمای آن را کاهش می دهد در حالیکه این کاهش دما برای یک بام بدون عایق حرارتی حدود ۵ درجه است .

البته تاثیر لایه های عایق با افزایش ضخامت آنها رابطه مستقیم ندارد برای مثال یک لایه ۶ سانتیمتری عایق حرارتی از نوع sea shell حدود ۵ درجه حداکثر دمای سقف را کاهش می دهد ولی یک لایه ۱۲ سانتیمتری از همین عایق حدود ۶ درجه دما را کاهش می دهد یعنی ۲ برابر کردن ضخامت عایق فقط به میزان ۲۰٪ تاثیر آن را افزایش می دهد .

در مناطقی که درجه حرارت هوا نوسان کمتری دارد (حدود ۵ تا ۸ درجه) با وجود اینکه حداکثر دمای سقف یک بام سفید رنگ با افزایش ضخامت و مقاومت حرارتی آن تقریباً تغییر نمی کند ولی افزودن عایق حرارتی باعث افزایش حداقل دمای سقف می شود و بطور نسبی ، میانگین دمای آن را افزای می دهد . بنابراین اگر در مناطق گرم دمای روزانه هوا کمتر از ۳۲ درجه باشد استفاده از ضخامت زیاد و مقاومت حرارتی در فصل تابستان موثر نیست ولی در فصل زمستان برای بال انگه داشتن حداقل دمای هوای داخلی و تامین آسایش ساکنین ، مقدار کمی مقاومت حرارتی لازم است . اگر رنگ سطح خارجی بام تیره باشد تاثیر ضخامت و عایق حرارتی مصالح بام در شرایط هوای داخلی ساختمان بسیار متفاوت است از آنجا که سطوح خارجی تیره رنگ در روز بسیار بیشتر از هوای خارجی و داخل ساختمان گرم می شوند در این حالت مقاومت حرارتی مصالح بام عامل تعیین کننده دمای روزانه سقف و مقدار انتقال حرارت از بام به داخل ساختمان است .

در مناطقی که نوسان روزانه هوا زیاد و دمای بالاتر از ۳۳ درجه باشد حتی زمانی که رنگ سطوح خارجی بام سفید باشد برای جلوگیری از انتقال بیش از حد حرارت از خارج به داخل که در اثر اختلاف دمای هوای داخل و خارج ساختمان ایجاد می شود ، بهتر است مقاومت حرارتی مصالح بام افزایش یابد . بنابراین مقدار عایق حرارتی مورد نیاز برای بام به رنگ سطح خارجی آن بستگی دارد

۱-۳-۱-۷-۱-۳- محل عایق حرارتی بام

محل عایق حرارتی در بام یکپارچه یا ترکیبی سنگین - بویژه اگر رنگ سطح خارجی بام تیره باشد و تاثیر فراوانی در تامین و دوام شرایط آسایش برای ساکنین ساختمان در فصل تابستان دارد .

هنگامیکه عایق حرارتی روی بتن قرار داده شود بدلیل روشن بودن سطح خارجی و خصوصیت جنس این عایق تا حد زیادی از نفوذ حرارت در طول روز به داخل بتن جلوگیری شود ، مقداری از حرارت عبور کرده از لایه عایق در بتن جذب می شود و دمای آنرا کمی افزایش می دهد ولی اگر عایق حرارتی زیر بتن بام قرار داده شود لایه بتنی حرارت زیادی را جذب می کند دمای سطوح تیره رنگ تا ۳۲ درجه نسبت به دمای هوا افزایش می یابد و چون مقاومت حرارتی آن کم است .

دمای سطح زیر بتن در سطحی نزدیک به دمای سطح خارجی آن نوسان می یابد بنابراین سطح فوقانی لایه عایق به شدت گرمتر از هوای داخل می شود و در این حالت علی رغم وجود مقاومت حرارتی به دلیل کم بودن ظرفیت حرارتی لایه عایق ، حرارت به اندازه کافی از آن عبور می کند تا دمای سطح داخلی را افزایش دهد بنابراین در این حالت ، دمای سقف و مقدار حرارت انتقال یافته به داخل ساختمان از طریق بام بیشتر از زمان است که لایه عایق در سطح خارجی بام قرار داده شود .

قرار دادن لایه عایق حرارتی بام در سطح فوقانی بتن وزیر عایق رطوبتی و پوشش تیره رنگ (آسفالت) باعث می شود لایه فوقانی (عایق رطوبتی) بشدت داغ شود این گرمای زیاد باعث تاول کردن آسفالت و بخار شدن مواد نفتی فرار آن می شود اگر عایق حرارتی از جنسی باشد که بخار در آن نفوذ نکند (مانند پشم معدنی یا بتن سبک) بخار در قسمت فوقانی آن و سطح زیرین عایق رطوبتی جمع می شود این رطوبت هنگام شب به شبنم و هنگام روز به بخار تبدیل می شود . و فشارهای ناشی از این تغییر شکل باعث ایجاد تاول هایی در این لایه و در نتیجه پاره یا کند شدن عایق رطوبتی از سطح زیرین خود می شود به همین دلیل سطح خارجی بام در مناطق گرم حتی وقتی بام به طور کامل عایق شده باشید حتماً باید به رنگ روشن باشد .

در مناطق سرد بهتر است تمام اتاقهایی که با وسایل مکانیکی گرم می شوند - دارای عایق حرارتی باشند این عایق باید روی بتن بام وزیر عایق رطوبتی قرار داده شود . البته برای خارج کردن بخار ایجاد شده بین عایق رطوبتی و عایق حرارتی باید تدابیر لازم اندیشیده شود .

۱-۳-۱-۷-۲- بامهای سبک دو لایه

این بامها از ۲ لایه تشکیل شده اند انتقال و تبادل بدین صورت است که مقداری از انرژی حرارتی جذب شده در لایه بیرونی به صورت همرفت و تابش به اطراف پخش می شود و بقیه عمدتاً به صورت تابش به لایه داخلی و سقف انتقال می یابد . عوامل موثر در ویژگیهای حرارتی بام های دو لایه عبارتند از : مصالح و رنگ سطح خارجی لایه بیرونی ، وضعیت تهویه هوای بین دو لایه و مقاومت حرارتی مصالح هر دو لایه .

۱-۳-۱-۷-۲-۱- تاثیر رنگ سطح خارجی

چون لایه بیرونی این نوع بامها بسیار نازک است دمای سطح زیرین آن به دمای سطح خارجی بسیار نزدیک است البته میزان آن به رنگ سطح خارجی بام بستگی دارد ولی در اینجا هوای بام و سقف مانند عایق حرارتی عمل کرده و باعث کاهش تاثیر رنگ سطح خارجی در تعیین دمای هوای داخلی ساختمان می شود. این کاهش به شرایط تهویه هوا بستگی دارد آزمایش نشان می دهد که سفید کردن سطح خارجی باعث دمای روزانه سقف در حدود ۳ درجه می شود.

۱-۳-۱-۷-۲-۲- تهویه فضای بین بام و سقف

بین عملکرد تهویه هوای داخلی یک ساختمان و هوای بین دو لایه این نوع بامها (بام سقف) تفاوت بارزی وجود دارد تهویه هوای داخلی یک ساختمان تاثیر فیزیکی مستقیمی بر ساکنین آن دارد ولی تهویه هوای بین بام و سقف بام دو لایه بطور غیر مستقیم از طریق تاثیر بر گرمای سقف و میزان انتقال حرارت از سقف به داخل بر ساکنین یک ساختمان تاثیر می گذارد.

میزان تاثیر تهویه این فضا در وضعیت حرارتی هوای داخل یک ساختمان به نوع مصالح و رنگ سطح خارجی بام نیز بستگی دارد هرچه رنگ سطح خارجی بام تیره تر و ضخامت آن بیشتر و ضریب رسانش حرارتی مصالح آن بالاست باشد و ورقه های آن به گونه ای نصب شود که امکان نفوذ هوا از بین درزهای آن وجود نداشته باشد نقش تهویه این فضا در جلوگیری از افزایش دمای سقف مهم تر خواهد بود. در غیر اینصورت تهویه تاثیر چندانی در خنک سازی سقف ندارد.

۱-۳-۱-۷-۲-۳- تاثیر عایق حرارتی

مطالعاتی که انجام شد نشان داده اند که تاثیر عایق ۱۱ اینچی حدود یک چهارم عایق ۱۶ اینچی است و تاثیر عایق ۴ و ۶ اینچی تفاوت چندانی ندارد - تاثیر ورقه های منعکس کننده نیز به اندازه عایق ۳ اینچی پشم معدنی است. این نتایج همچنین نشان می دهد که اگر اضافه کردن عایق حرارتی باعث افزایش حداقل دمای هوای داخلی می شود ولی تایید آن در پایین آمدن حداکثر دما بیشتر است.

۱-۳-۱-۸- تاثیر ارتفاع سقف در دمای داخلی ساختمان

در کشورهای زیادی به دلایل زیر کاهش ارتفاع سقف مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت :

۱) ضرورت اقتصادی کردن ساختمان بدون تاثیر منفی بر آسایش ساکنین. کم کردن ارتفاع ساختمان باعث کاهش مصالح مورد نیاز، دستمزد کارگران و در نتیجه قیمت تمام شده آن می شوند.

۲) افزایش روز افزون استفاده از اجزاء پیش ساخته کاهش ارتفاع سقف، ساخت و نصب قطعات پیش ساخته را با ارتفاع کامل ۱ طبقه تسهیل می کند.

۳) معماران تمایل دارند که ساختمانهای مسکونی با ارتفاع کمتری را طراحی کنند تا از این طریق

فضاهای خصوصی تر ملموس تری بوجود می آورند .

۴) در ساختمانهای چندین طبقه کاهش ارتفاع سقفها بدون افزایش سطح زیر بنا و تایید منفی بر تهویه طبقات بیشتری ساخت .

۵) کاهش ارتفاع ساختمان حجم هوای داخلی را کاهش می دهد در نتیجه هزینه گرمایش و سرمایش آن کمتر می شود .

نتایجی که در مورد تاثیر ارتفاع سقف در اسرائیل انجام شد نشان می دهد که ؛

۱- اختلاف دمای هوای داخل اتاقهایی با ارتفاع ۲/۵ ، ۲/۸ ، ۳ متر کمتر از ۰/۵ درجه بوده است که از نظر فیزیولوژیکی اهمیتی ندارد .

۲- در ساختمانهای چندین طبقه کاهش ارتفاع سقف در تمام طبقات (بجز طبقه آخر) باعث کاهش دمای هوای داخلی می شود .

۳- هنگامیکه پنجره اتاقی مورد آزمایش بسته بوده است (یعنی در شرایطی که ارتفاع سقف ، حداکثر تاثیر خود را در تعیین درجه حرارت هوای داخلی دارد) اختلاف بین درجه حرارت هوای داخلی اتاقهای کوتاه و بلند از نظر فیزیولوژیکی کم اهمیت بوده و با بازکردن پنجره ها این اختلاف جزئی نیز از بین رفته است .

ازتمام این آزمایشات نتیجه می گیریم که در مناطق گرم ، شرایط حرارتی هوای داخلی اتاقهایی با سقف کوتاه (حدود ۲/۵ متر) تفاوت چندانی با اتاق هایی با سقف بلند (تا ۳/۳ متر) نداشته است .

۱-۳-۱-۹- تابش آفتاب بر پنجره

وقتی آفتاب به سطوح شفاف می تابد ، پرتو آن به سه قسمت تقسیم می شود . بخشی از آن منعکس می شود که این پرتو هیچ تاثیر حرارتی بر جسم شفاف ندارد. بخشی دیگر توسط شیشه جذب می شود، سپس به صورت انرژی حرارتی به اطراف انتقال می یابد و بخش سوم به طور مستقیم از داخل شیشه یا جسم شفاف عبور می کند و فضای پشت آن را تحت تاثیر قرار می دهد.

مقدار پرتویی که بطور مستقیم از شیشه عبور می کند به به زاویه برخورد پرتو به سطح شیشه بستگی دارد. هرچه این زاویه از ۴۵ درجه بیشتر شود مقدار پرتو کمتری از شیشه عبور می کند. وقتی زاویه برخورد از ۶۰ درجه بیشتر می شود مقدار پرتو عبور یافته از شیشه به شدت کاهش می یابد و مقدار پرتو منعکس یافته افزایش می یابد. مقدار انرژی جذب شده در جسم شیشه ، با زاویه برخورد پرتو به سطح شیشه ارتباطی ندارد.

۱-۳-۱-۹-۱- تاثیر جهت پنجره

تأثیر جهت پنجره در دمای هوای اتاق تا حد زیادی به وضعیت تهویه طبیعی آن اتاق و وضعیت

سایه بان پنجره بستگی دارد .

در یک آزمایش منحنی تغییرات دمای هوای داخلی نمونه هایی که هوا در آنها جریان نداشته و پنجره آنها بدون سایبان بوده است ، رسم کرده اند. قبل از طلوع خورشید دمای هوای داخلی تمام نمونه ها یکسان بوده است ، ولی در طول روز ، این دما نسبت به جهت قرار گیری نمونه ها تغییر می کند. بلافاصله پس از طلوع خورشید ، دمای هوای داخلی پنجره هایی که به سمت شرق هستند در عرض ۴ ساعت ۱۳ درجه سانتیگراد افزایش می یابد در حالیکه افزایش دمای هوای خارج در عرض این مدت ، فقط ۵ درجه بوده است . افزایش دمای هوای نمونه هایی که به سمت غرب هستند ، تاظهر بسیار کم است . ولی در بعدالظهر ، پس از دریافت پرتو آفتاب ، دمای هوای داخلی آن ۱۱ درجه بیشتر از دمای هوای خارج می شود. در همین زمان آزمایش (تیر ماه) دما هوای داخلی نمونه هایی که به سمت شمال و جنوب قرار دارند، به همین صورت است . با این تفاوت که در نیمروز ، افزایش دمای هوای داخلی نمونه هایی که به سمت جنوب قرار دارند بیشتر است. حداکثر این افزایش دما ، ۳/۵ درجه بالاتر از دمای هوای خارج بوده است.

همان آزمایش قبلی را با تهویه و کوران انجام داده اند ، در این حالت اختلاف درجه حرارت هوای داخلی نمونه ها نسبت به جهتهای مختلف پنجره ها بسیار کم شده است . و تغییرات درجه حرارت هوای داخل و خارج بهم نزدیک شده است . وقتی آفتاب به آنها می تابد هوای داخلی آنها کمی گرمتر از هوای بیرون می شود ولی میزان این افزایش فقط ۱/۵ درجه است .

جدول ۱-۷ ، خلاصه ای از نتایج فوق را نشان می دهد از بررسی این جدول نتیجه می گیریم که تاثیر سایبان پنجره ها و تهویه طبیعی در تعیین دمای هوای داخلی یک ساختمان بسیار بیشتر از جهت پنجره هاست . در اتاقی که پنجره های آن دارای سایبان موثر است و هوا نیز در آن جریان دارد ، جهت قرار گیری پنجره ها تاثیری در دمای هوای داخلی آن ندارد. در حقیقت ، مقدار تاثیر تابش آفتاب در فضای داخلی به ویژگی مصالح ساختمانی بویژه لایه های داخلی بستگی دارد . در دیوارهای ساخته شده از مصالح سبک ، افزایش دمای هوای داخلی بیشتر از زمانی است که ظرفیت حرارتی مصالح دیوارها زیاد باشد به همین دلیل مصالح ساختمانی سبک حساسیت بیشتری در برابر اثر جهت پنجره را دارند تا مصالح سنگین .

۱-۳-۱-۱- تاثیر سایه بان

وقتی که بر روی سطح خارجی شیشه سایه ایجاد شود ، مقدار بسیار کمی از انرژی حرارتی خورشید به فضای پشت شیشه انتقال می یابد، زیرا انتقال حرارت در این حالت به صورت ((رسانش)) و ((تابش)) است و انتقال حرارت به ندرت به صورت رسانش از شیشه عبور کند و اجسم شفاف نیز

جدول ۱-۷- تاثیر نوع سایه بان و پنجره در دمای هوای داخلی آن (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

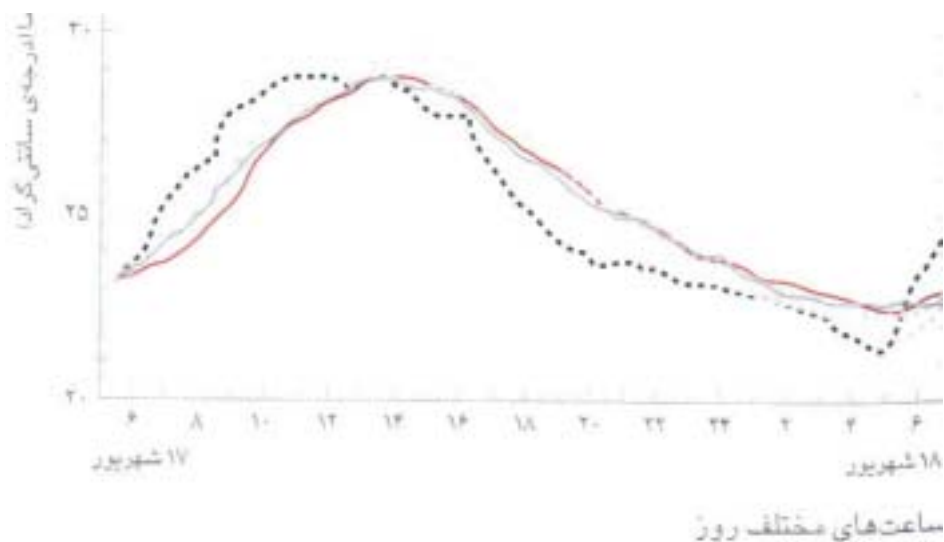
وضعیت سایه بان	رنگ سایه بان	وضعیت تهویه	شرق	غرب	شمال	جنوب	میانگین شرق-غرب	میانگین شمال-جنوب
بدون سایه بان		پنجره و قسمت بازشوی بسته	۵/۹	۱۱/۴	۲/۵	۲/۵	۸/۶	۳/۵
		پنجره باز	-۰/۰	-۰/۹	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۴۵	-۰/۴۵
		پنجره بسته						
		قسمت بازشوی پنجره باز	۴/۰	۷/۷	۲/۲	۵/۷	۵/۸۵	۲/۹۵
سایه بان خارجی	تیره	پنجره بازشوی بسته	-۰/۰	-۰/۵	-۰/۳	-۰/۰	-۰/۱۵	-۰/۲۵
		پنجره باز	-۰/۳	-۰/۴۵	-۰/۲۵	-۰/۶۵	-۰/۴۵	-۰/۳۸
	روشن	پنجره بازشوی بسته	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۱	-۰/۰	-۰/۰۵
		پنجره باز	-۰/۱	-۰/۳	-۰/۲	-۰/۰	-۰/۲	-۰/۱
سایه بان داخلی	تیره	پنجره بازشوی بسته	۲/۶	۸/۰	۱/۶	۳/۰	۵/۳	۲/۳
	روشن	پنجره بازشوی بسته	۷/۷	۶/۵	-۰/۶	۱/۵	۲/۱	۱/۰۵

پرتوهای با طول موج بلند را از خود عبور نمی دهند. ولی هنگامی که برای جلوگیری از نفوذ مستقیم آفتاب به داخل از پرده کرکره ای استفاده می کنیم ، پرتو مستقیم خورشید از شیشه عبور می کند و پرده کرکره را تحت تاثیر بار حرارتی خود قرار می دهد. پرده کرکره پس از گرم شدن ، حرارت خود به صورت امواج دارای طول موج بلند به اطراف منتقا می کند و این حرارت چون نمی تواند از شیشه عبور کند ، فقط به فضای داخلی منتقل شده ، باعث گرم شدن این فضا می شود. نتایج آزمایشاتی که در این زمینه انجام شده نشان می دهد که سایه بانهای خارجی تا ۹۰٪ و سایه بان داخلی (پرده کرکره ای) تنها ۲۰ تا ۲۵٪ اثر حرارتی تابش آفتاب را در داخل اتاق کاهش می دهد. شکل ۱-۲-الف ، تاثیر جهت پنجره در داخل نمونه های بدون تهویه ؛ ولی با سایه بان های داخلی تیره رنگ نشان می دهد. ولی اگر سایه بان های کرکره ای در سطح خارجی پنجره ها نصب شوند (شکل ۱-۲-ب) ، اختلاف دمای هوای داخلی نمونه های فوق کمتر خواهد بود.

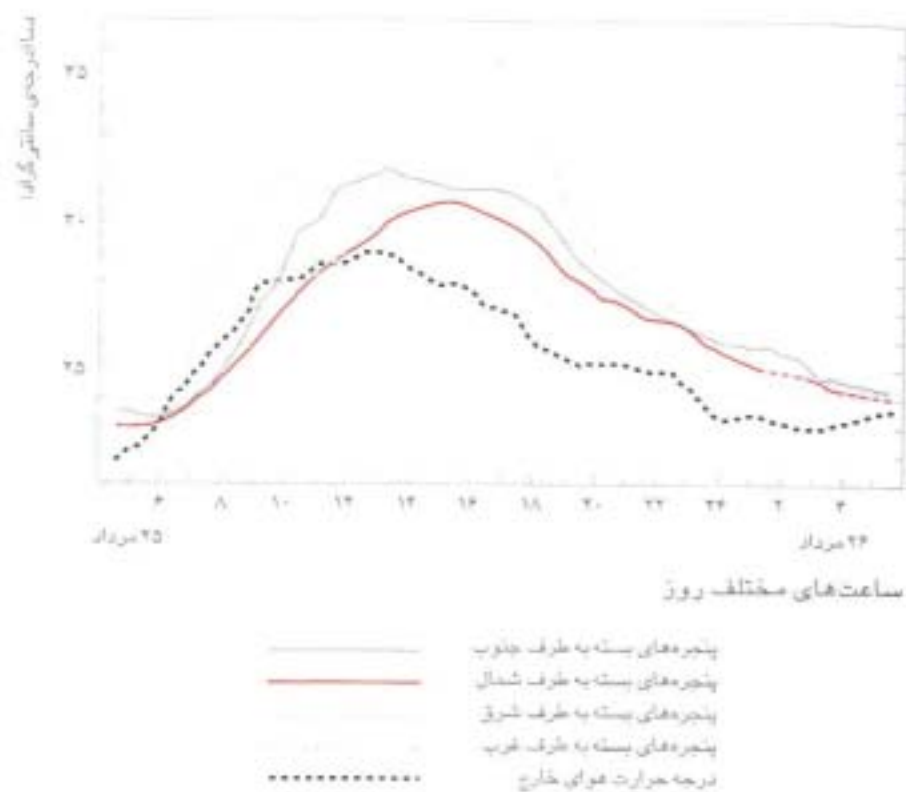
۱-۳-۱-۱۰-۱- انواع سایه بان

سایه بانها ممکن است اثرات گوناگونی از قبیل کنترل تابش مستقیم آفتاب به داخل (به طور مداوم یا در مواقع شخص) ، کنترل نور ، منظره و تهویه طبیعی داشته باشند. اهمیت این اثرات به موقعیت و نوع ساختمان بستگی دارد. برای مثال در یک منزل مسکونی ممکن است نفوذ تابش مستقیم آفتاب به داخل در فصل زمستان لازم و در فصل تابستان غیر ضروری باشد . ولی در یک کلاس درس ممکن

است تابش مستقیم آفتاب به داخل در تمام فصول ناراحت کننده باشد. از سویی دیگر در مناطق سرد هدف اصلی این است که تا حد ممکن از تابش مستقیم نور و گرمای طبیعی آفتاب به داخل استفاده شود. ولی در مناطق گرم تا حد ممکن باید از تابش مستقیم آفتاب به داخل جلوگیری کرد



شکل ۱-۲-الف- تاثیر جهت پنجره در دمای داخلی نمونه های بدون تهویه ، ولی با سایه بان های داخلی تیره رنگ



شکل ۱-۲-ب تاثیر جهت پنجره در دمای داخلی نمونه های بدون تهویه ، ولی با سایه بان های خارجی تیره رنگ

۱-۳-۱-۱۰-۱-۱-۱- سایبان های متحرک :

شکل هندسی سایه بان متحرک افقی یا عمودی تاثیری در کارایی آنها از لحاظ ایجاد سایه و جلوگیری از تابش آفتاب ندارد چون این سایبانها را بر حسب نیاز می توان به نحو مطلوبی تغییر داد . از سویی دیگر ، کارایی این سایبانها متفاوت است و به رنگ و محل نصب آنها نسبت به پنجره و شرایط تهویه طبیعی در ساختمان بستگی دارد.

بررسی های انجام شده بر روی انواع سایبانهای متحرک انجام شده است نشان می دهد که؛

۱) سایه بانهای خارجی بسیار کاراتر از سایبانهای داخلی هستند اگر سایبانهای متحرک در سطح خارجی پنجره نصب شود . فقط ۵٪ از انرژی خورشیدی تابیده به پنجره به داخل انتقال می یابد .
۲) هرچه رنگ این سایه بانها تیره تر باشد اختلاف بین کارایی انواع داخلی و خارجی این سایه بانها بیشتر می شود .

۳) هر چه رنگ سایبانهای خارجی تر تیره تر باشد کارایی آنها بیشتر می شود .

۴) هر چه رنگ سایبانهای داخلی روشن تر باشد کارایی آنها بیشتر می شود .

۵) با استفاده از سایبانهای کارآمدی چون پنجره های کرکره ای چوبی خارجی می توان از نفوذ بیش از ۹۰٪ از انرژی حرارتی خورشیدی ناشی از تابش آفتاب بر پنجره به داخل جلوگیری کرد .

۶) سایبانهای متحرک داخلی تیره رنگ (پرده های کرکره ای) ۷۰ تا ۸۰٪ انرژی خورشیدی تابیده به پنجره را به داخل منتقل می کنند .

با تیره کردن رنگ سایبانها و بستن پنجره ها می توان کارایی آنها را افزایش داد ولی اگر پنجره هاباز باشد تاثیر رنگ سایبانها تا حد زیادی به موقعیت آنها نسبت به جهت وزش باد بستگی دارد بعنوان مثال اگر در بعدالظهر از جهت غرب بوزد و پنجره ها باز باشد سایبانهای تیره رنگ پنجره های غربی باعث می شود هوایی که در اثر تماس با آنه گرم شده به داخل اتاق راه یابد و فضای آن را گرم کند . در این مورد خاص اگر ظرفیت حرارتی مصالح سایبانها زیاد باشد اثر حرارتی آنها تا مدتها پس از غروب آفتاب نیز باقی می ماند هنگام بازبودن پنجره ها اگر سایبانهای تیره رنگ سطح خارجی پشت به باد باشند تاثیر کمتری در گرم شدن هوای داخلی دارند زیرا هوای تماس یافته با آنها از ساختمان دور می شود .

۱-۳-۱-۱۰-۱-۲- سایبانهای ثابت

از آنجا که این سایبانها در تمام فصل های سال ثابت است کارایی آنها از نظر ایجاد سایه کارآمد بر روی پنجره ها به موقعیت ساختمان و تغییرات روزانه و سالانه موقعیت خورشید بستگی دارد و در

مورد کارایی سایه بانهای ثابت در جهت‌های مختلف جغرافیایی با انجام محاسبات زیر تجزیه و تحلیلی صورت گرفته است :

۱ - الگوی تغییرات روزانه شدت تابش آفتاب بر پنجره ای بدون سایبان در عرض جغرافیایی ۲۲ شمالی (تفت یزد)

۲ - درصد سطح سایه ای که با توجه به عمق سایه بانهای مختلف بر روی پنجره ایجاد می شود .

۳ - شدت تابش آفتاب در قسمت بدون سایه پنجره .

سایبانهای که در محاسبات کلی در مورد سایبانهای ثابت انتخاب شده اند از عبارتند از :

۱) سایبانهای افقی بالای پنجره

۲) سایه بانهای افقی بالای پنجره در امتداد طول نمای ساختمان

۳) سایبانهای عمودی هم ارتفاع با پنجره و در دو طرف آن

۴) سایبانهای عمودی دوطرف پنجره و به اندازه ارتفاع کل ساختمان

۵) قالب متشکل از سایه بانهای عمودی و افقی در اطراف پنجره

۶) قالبی که قسمتهای عمودی آن با زاویه ۴۵ به طرف جنوب قرار داد .

خلاصه نتایج فوق به شرح زیر می باشد :

در دو جهت شرق و غرب استفاده از سایبانهای قابی شکل می توان سایه مناسبی بر روی پنجره ها ایجاد کرد بویژه اگر قسمتهای عمودی این قاب با زاویه ۴۵ درجه به طرف جنوب قرار بگیرند در ایجاد سایه مفید بسیار مناسبند . برای این دو جهت سایه بانهای افقی مناسب تر از سایه بانهای عمودی هستند . در حقیقت سایه بانهای عمودی - حتی با ارتفاع بسیار زیاد - نه تنها در تابستان سایه بسیار کمی بر روی پنجره ایجاد می کند بلکه در زمستان نیز مانع تابش مستقیم آفتاب به داخل می شوند - نتیجه این بررسی نشان داده است که در این دو جهت ، پنجره های افقی کارآمد تر از پنجره های عمودی هستند . موثر ترین نوع سایه بان برای ایجاد سایه مناسب بر روی پنجره های سمت جنوب جنوب شرقی و جنوب غربی ، سایه بان قالبی شکل است .

۱-۳-۱-۱۰-۱-۳- سایبان های طبیعی

درختان می توانند عامل مهمی در ایجاد فضاهای خصوصی باشند و در عین حال تا حد زیادی از شدت نور آزاد دهنده آفتاب بکاهند . سطح چسبنده و زیر برگ درختان ، گردو غبار هوا را جذب می کند و آنرا تمیز نگه می دارد اگر درختان بطور انبوه و فشرده کاشته شوند تاثیر زیادی در کنترل و کاهش سر و صدا خواهند داشت . از این گذشته مهمترین ویژگی درخت در معماری تاثیر آنها در وضعیت حرارتی ساختمان است .

بویژه هنگامیکه درختان نزدیک ساختمان کاشته می شوند ارزش بسیاری دارند ، زیرا در اینصورت در فصل زمستان برگهای آنها می ریزد و در تابستان دوباره دارای برگ می شوند و این عمده ترین اصل و طراحی سایه بانهاست . (درخت مو و بیچک)

انتخاب نوع و محل مناسب درخت برای هر منطقه اهمیت فراوانی دارد در این مورد همیشه باید به دو عامل شکل و عملکرد درخت در فصل تابستان و زمستان و همچنین شکل سایه ای که درخت در مواقع مختلف سال ایجاد می کند توجه داشت .

محل دقیق نشانیدن درخت را باید با توجه به نوع و شکل سایه ای که درخت در تابستان ایجاد می کند تعیین کرد . درختان باید در محلی از محوطه ساختمان کاشته شوند که در ساعتهای گرم و زمانی که خورشید حداکثر انرژی خود را به سطح مورد نظر می تاباند بر روی آن سطح سایه بیندازد به دلیل کم بودن زاویه تابش هنگام صبح و عصر درختان بهترین نوع سایبان برای پنجره ها و دیوارهای شرقی - غربی و جنوب شرقی - جنوب غربی ساختمانهای کوتاه هستند در این ساعتهای پرتوهای افقی نور خورشید سایه های کشیده ای و بلندی از درختان ایجاد می کند که می توانند بطور موثری این دیوارها را بپوشانند .

بدون وجود درخت ، ایجاد سایه بر روی این دیوارها بسیار مشکل است . هنگام نیمروز زاویه تابش آفتاب زیاد است و درختان نمی توانند سایه مناسبی را بر روی ساختمان بیندازند ولی در این ساعات با استفاده از سایبان افقی بسیار ساده سایه مناسبی را برای پنجره های دیوارهای جنوبی فراهم کرد .

در شکل ۱-۴- الف و ب ، به ترتیب پلان برش و یک منزل مسکونی و محوطه درخت کاری شده آن که برای منطقه معتدل طراحی شده ، نشان داده شده است. در این طرح هنگام صبح گرمای ناشی از خورشید در برابر خنکی صبح مفید است . پس از ساعت ۸ صبح سایه درختی که در گوشه جنوب شرقی ساختمان قرار دارد دیوار شرقی را می پوشاند . هنگام ظهر سایبانهای افقی بر روی پنجره سایه ایجاد می کنند در بعد الظهر سایه درختی که نزدیک گوشه جنوب غربی ساختمان است . دیوار غربی را می پوشاند درخت دیگری در غرب ساختمان نشانده شده است که هنگام عصر سایه کل آن بر روی پنجره های غربی می افتد . این درخت فاصله بیشتری با ساختمان دارد و هنگام عصر تمام پرتوهای خورشید را جذب می کند .

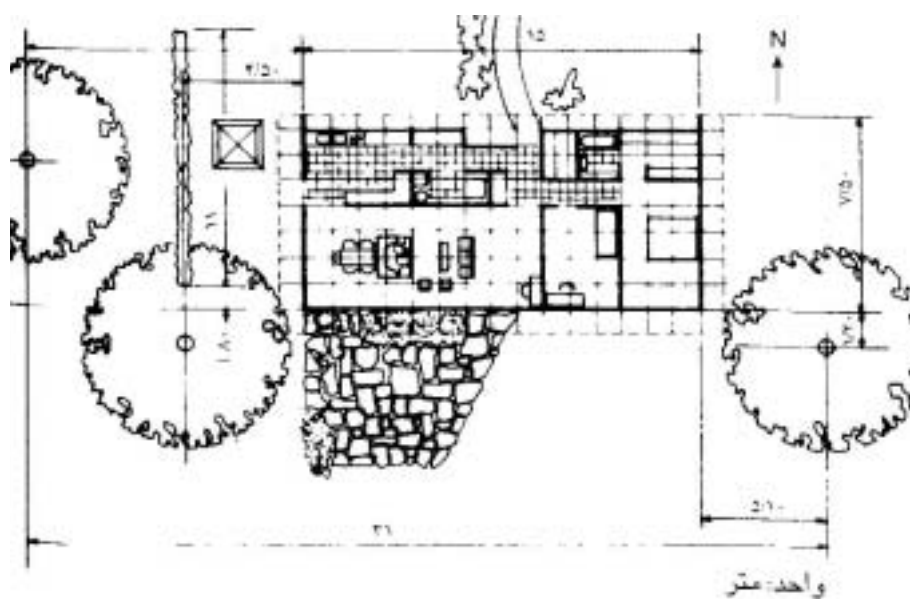
۱-۳-۲- تأثیر رطوبت بر ساختمان

در اثر نفوذ رطوبت به ساختمان مقاومت حرارتی دیوارها کاهش می یابد ، تداوم و تشدید بیماریهایی چون سرما خوردگی و روماتیسم می شود ، امکان تعریق افزایش می یابد و املاح حل شده بصورت شور و سفیدک در سطح دیوار ظاهر شود .

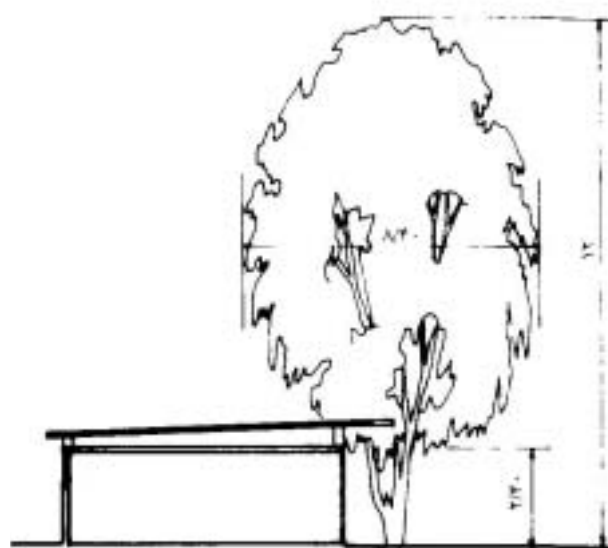
۱-۳-۲-۱- راههای نفوذ رطوبت به ساختمان

رطوبت ایجاد شده در ساختمان ممکن است نتیجه عواملی چون نفوذ باران در دیوارها و سقفها - درز دیوار و پنجره ها - ایجاد تعریق ناشی از وسایل رطوبت را در ساختمان و نفوذ

آبهای زیر زمینی از کف و دیوارها می باشند .



(الف)



(ب)

شکل ۱-۴- پلان و برش محوطه ی درخت کاری شده یک منزل مسکونی در منطقه ای معتدل (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

۱-۱-۲-۳-۱- نفوذ آب باران

آب باران می تواند از راههای مختلفی به سطوح داخلی ساختمان نفوذ کند که مهم ترین آنها ، نفوذ در اثر فشار اسموزی و فشار باد است. بارانهای خفیف و به اصطلاح نم نم و طولانی نسبت به

بارانهای تند و کوتاه ست ممکن است باعث نفوذ آب بیشتری در دیوار شوند و در نتیجه رطوبت زیادتری به سطوح داخلی دیوارهای ساختمان می رسد. اگر مصالح دیوار دارای منافذ و تارهای متعددی باشند (مانند آجر ماسه آهکی یا خشت) نیروی مکش از تارهای مویی عمده خواهد بود ولی در دیوارهای بلوک بتنی که درزهای بزرگتری دارند بیشتر از طریق فشار ناشی از وزش باد به دیوار آب به داخل آن نفوذ می کند. زمانیکه باد و باران باهم توأم شود بیشترین مقدار آب باران به داخل مصالح ساختمانها نفوذ می کند دراین حالت شدت نفوذ آب باران به داخل دیوارهای رو به باد بسیار بیشتر از بقیه دیوارهاست.

۱-۳-۲-۱- تعریق

هوا در هر دمایی فقط ظرفیت جذب مقدار محدودی از بخار آب را دارد. این ظرفیت با دمای هوا متناسب است؛ یعنی هر چه هوا گرمتر باشد بخار آب بیشتری را در خود نگه می دارد. هنگامی که توده ای از هوا خنک می شود، رطوبت نسبی آن افزایش می یابد و سرانجام به حدی می رسد که در آن دما، بخار آب موجود در هوا به حد اشباع می رسد. به دمایی که در آن هوا اشباع می شود ((نقطه شبنم)) گفته می شود. اگر دمای توده هوا از نقطه شبنم پایین تر رود چون دیگر قادر به نگهداری تمام بخار آب موجود در خود نیست، بخار آب اضافی به شکل قطرات آب بر سطوحی که دمای آنها کمتر از نقطه شبنم است تشکیل می شود.

تعریق در سطح دیوارها

عمل تعریق در اتاقهایی که بخار آب در آنها تولید می شود صورت نمی گیرد بلکه در فضاهایی ایجاد می شود که سطوح سردتری دارند در آشپزخانه و حمام معمولاً بخار آب بیشتری تولید می شود و جلوگیری از آن بسیار دشوار است ولی بخار آب منبسط شده در اتاقهای دیگر پراکنده می شود بدین طریق فشار بخار در هوای داخلی ساختمان متعادل می شود و سپس بر روی سطوحی که کمترین دما را دارند تعریق صورت می گیرد تعریق معمولاً بر روی سطح دیوار پشت کمد ها و تخته ها که در مجاورت هوای گرم اتاق قرار ندارند و سردتر از بقیه سطوح هستند ایجاد می شود.

تعریق در داخل دیوارها

چون در فصل زمستان همیشه میزان بخار آب موجود در هوای داخل ساختمان ها بیشتر از هوای خارج است، اگر دیوار ساختمانی نسبت به رطوبت نفوذ پذیر باشد، همیشه جریان حرکت رطوبت از داخل به خارج ساختمان است و فشار بخار، به طور ناگهانی در دو طرف آن کاهش می یابد. در زمستان که معمولاً پنجره ها بسته و هوای بیرون سرد تر از هوای داخل ساختمان است، کاهش مداومی در دمای دیوار از سطح داخلی به سطح خارجی وجود دارد که باعث می شود در عمق

مشخصی در داخل دیوار ، فشار بخار از مقداری که برای اشباع هوا در آن نقطه و در آن دما لازم است ، بیشتر شود. در این شرایط ، در داخل دیوار تعریق صورت می گیرد و تجمع قطرات آب در دیوار باعث مرطوب شدن دیوار از داخل می شود.

عوامل موثر در تعریق

عوامل موثر در تعریق عبارتند از فشار بخار هوای داخلی ، دما ، نفوذ پذیری سطوح داخلی و قابلیت انتقال بخار در دیوارها می باشند. معمولاً چون فشار بخار هوای داخلی ساختمانهایی که با وسایل مکانیکی تهویه نمی شوند بیشتر از فشار بخار هوای خارج است همیشه باید میزان فشار بخار هوای داخل این ساختمانها را از طریق ایجاد تهویه طبیعی در داخل آنها کاهش داد و بدین طریق از ایجاد تعریق در داخل آنها جلوگیری کرد . البته چون در زمستان هوای خارج سردتر از هوای داخل ساختمان است ، میزان تهویه طبیعی و تعویض هوا را باید به حداقل دمای قابل تحمل در داخل ساختمان رساند در این شرایط ، جلوگیری از تمرکز جریان هوای سرد در نزدیکی مدخل هوا که باعث ایجاد سوزهای ناراحت کننده ای می شود اهمیت زیادی دارد.

مقاومت حرارتی یک دیوار ، عکس کل ضریب انتقال حرارت آن است ولی در مواردی که تعریق مورد نظر باشد سردترین قسمت دیوار عامل تعیین کننده مقاومت حرارتی است ، نه میانگین مقاومت حرارتی آن ، اگر جزئی از ساختمان که مقاومت حرارتی مناسبی دارد و شامل قسمتهایی با مقاومت کمتر باشد (مانند تیر با ستون بتنی در یک دیوار آجری) تعریق ابتدا بر روی این قسمت که پل سرد نامیده می شود صورت می گیرد .

بهترین و کار آمدترین دیواری که بتواند مانع از نفوذ رطوبت به ساختمان شود . دیوار و جداره ای شامل یک جداره ضخیم و سنگین و نفوذ پذیر داخلی است که مقاومت حرارتی مناسبی دراد و پوشش مقاوم و نفوذ ناپذیر خارجی نیز باشد . در فضای خالی بین این دو جداره باید امکان تهویه کامل هوا ، همچنین تخلیه آب حاصل از تعریق وجود داشته است . در اینصورت تعریق فقط در سطح داخلی لایه خارجی ایجاد می شود و هیچ آسیبی به دیوار اصلی - یعنی لایه داخلی نمی رساند .

۱-۳-۳- تاثیر باد بر ساختمان

در این قسمت به بررسی تاثیر باد در تهویه طبیعی ساختمان می پردازیم. به طور کلی ایجاد تهویه طبیعی در ساختمان به اختلاف فشاری که وزش باد در جداره های خارجی آن به وجود می آورد بستگی دارد و جریان هوای ایجاد شده در اثر اختلاف دمای سطوح مختلف یک ساختمان در فضای داخلی آن، ناچیز و قابل اغماض است.

۱-۳-۳-۱- عملکرد تهویه و نیاز به آن در ساختمان

بطور کلی تهویه طبیعی در ساختمان دارای ۳ عملکرد مختلف است که به ترتیب عبارتند از:

۱) تامین هوای قابل تنفس در داخل ساختمان از طریق جانشین ساختن هوای تازه خارجی با هوای آلوده و مصرف شده داخلی، این عملکرد را تحت عنوان « تهویه برای سلامت » مورد بررسی قرار می دهیم.

۲) ایجاد آسایش فیزیکی از طریق بالا بردن میزان کاهش دمای اضافی بدن با تبخیر عرق ایجاد شده بر روی پوست همچنین از طریق بر طرف کردن ناراحتی ناشی از خیس شدن سطح بدن از عرق. سرعت مطلوب جریان هوا برای ایجاد آسایش به دمای آن بستگی دارد و هرچه هوا گرمتر باشد این سرعت باید بیشتر باشد البته تا زمانی برقرار است که دمای پوست بدن انسان با دمای هوای اطراف یکسان شود. وقتی دمای هوا از ۳۵ گرم تر باشد افزایش سرعت هوا باعث افزایش حرارت جذب شده بدن از طریق جابجایی می شود. ولی اثر نهایی سرعت باد بر بدن، به رطوبت هوای در حال جریان نوع پوشش و قدرت متابولیکی بدن بستگی دارد. (تهویه برای آسایش)

۳) ایجاد آسایش فیزیکی در داخل ساختمان از طریق خنک سازی توده مصالح ساختمان هنگامی که هوای داخل گرم تر از هوای خارج است این عملکرد را تحت عنوان « تهویه برای خنک سازی ساختمان » مورد بررسی قرار می دهیم.

تهویه برای خنک سازی ساختمان

- ظرفیت حرارتی هوا بسیار کم است. از اینرو اگر اتاقی تهویه نشود، هوای داخل آن به اندازه سطوح داخلی اطرافش گرم می شود به طور کلی نسبت بین میانگین دمای هوای داخل و خارج اتاق به رنگ سطوح خارجی دیوارهای اتاق بستگی دارد. هر چه رنگ سطوح خارجی دیوارها تیره تر باشد هوای اتاق گرمتر می شود ولی میزان نوسان دمای هوای داخلی به ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح و میزان نوسان دمای سطوح خارجی دیوارها بستگی دارد. با مطالعه جدول های ۸-۱ و ۹-۱، در می یابیم که اگر رنگ سطح خارجی خاکستری باشد تهویه باعث کاهش میزان حداقل و حداکثر دمای هوا و سطح داخلی دیوارهای غربی می شود ولی هنگامی که سطح خارجی دیوار سفید

باشد حداکثر دمای هوا و سطح داخلی بسته به نوع مصالح دیوار افزایش یا کاهش می یابد یعنی در اینحالت نوع مصالح تعیین کننده حداکثر دمای داخلی اتاق است نه شرایط تهویه ولی در هر صورت تهویه باعث کاهش حداقل دمای داخلی می شود. البته اگر رنگ سطح خارجی تیره باشد این بسیار بیشتر از زمانی است که رنگ آن روشن باشد. نسبت تاثیر تهویه دائم به تهویه شبانه نیز به رنگ سطح خارجی بستگی دارد وقتی رنگ سطح خارجی خاکستری باشد تهویه دائم تاثیر بیشتری در حداکثر دما دارد تازمانیکه سطح خارجی سفید باشد ولی اگر سطح خارجی سفید باشد تهویه شبانه تاثیری بیشتری در خنک سازی هوای داخلی نمونه ها دارد تا تهویه روزانه، همچنین وقتی نمونه های سفید رنگ هنگام روز تهویه شوند، دمای داخلی هوای آنها افزایش می یابد.

جدول ۸-۱- تاثیر تهویه در حداکثر درجه حرارت هوای داخلی و سطح داخلی دیوار غربی

رنگ خارجی	موضوع	وضعیت تهویه	نوع مصالح و ضخامت آنها					
			دیوار غیرعایق غایق بندی شده (۱۶ سانتی متر)	دیوار معمولی (۷ سانتی متر)	بتن سبک (۲۱ سانتی متر)	بتن سبک (۱۲ سانتی متر)	بتن سیمانی لوحه ای (۲۰ سانتی متر)	بتن (۲۲ سانتی متر)
هوای داخلی	داخلی	بدون تهویه	۵/۱	۵/۸	۲/۲	۴/۲	۲/۵	۸/۰
		تهویه فقط هنگام شب	۲/۷	۴/۸	۰/۲	۲/۴	۱/۷	۷/۲
		تهویه ای دائمی	-۲/۴	-۰/۳	-۰/۶	-۰/۵	-۰/۸	-۱/۰
		تاثیر تهویه هنگام شب	-۱/۴	-۱/۸	-۲/۰	-۱/۲	-۱/۸	-۰/۸
		تاثیر تهویه ای دائمی	-۴/۷	-۵/۵	-۴/۴	-۲/۱	-۲/۸	-۷/۰
خاکستری	دیوار غربی	بدون تهویه	۶/۶	۱/۳	۲/۷	۷/۸	۶/۸	۱۲/۲
		تهویه فقط هنگام شب	۴/۲	۸/۴	-۰/۷	۶/۹	۵/۲	۴/۶
		تهویه ای دائمی	۱/۷	۲/۷	-۰/۱	۴/۵	۴/۸	۲/۵
		تاثیر تهویه هنگام شب	-۴/۳	-۰/۹	-۴/۰	-۰/۹	-۱/۶	-۱/۷
		تاثیر تهویه ای دائمی	-۴/۹	-۵/۶	-۲/۶	-۲/۳	-۵/۰	-۴/۸
هوای داخلی	داخلی	بدون تهویه	-۱/۹	-۱/۱	-۲/۲	-۱/۸	-۲/۳	-۱/۰
		تهویه فقط هنگام شب	-۲/۱	-۰/۵	-۴/۸	-۲/۷	-۲/۸	-۲/۷
		تهویه ای دائمی	-۱/۰	-۰/۰	-۴/۰	-۰/۸	-۱/۴	-۱/۳
		تاثیر تهویه هنگام شب	-۱/۲	-۰/۶	-۱/۶	-۱/۶	-۰/۵	-۰/۷
		تاثیر تهویه ای دائمی	-۰/۹	۱/۱	۱/۲	۱/۰	-۰/۹	-۰/۴
سفید	دیوار غربی	بدون تهویه	-۱/۸	-۱/۲	-۲/۱	-۰/۷	-۲/۲	-۱/۱
		تهویه فقط هنگام شب	-۴/۷	-۰/۲	-۴/۵	-۲/۴	-۴/۸	-۴/۸
		تهویه ای دائمی	-۰/۹	-۰/۴	-۲/۶	-۰/۸	-۴/۵	-۲/۱
		تاثیر تهویه هنگام شب	-۰/۹	-۰/۹	-۱/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۱/۰
		تاثیر تهویه ای دائمی	-۰/۹	۰/۸	-۰/۵	-۰/۹	-۱/۳	-۱/۵

ام داخل جدول اختلاف حداکثر دمای هوای خارج و دمای مورد نظر را نشان می دهد

جدول ۱-۹- تاثیر تهویه در حداقل درجه حرارت هوای داخلی و سطح داخلی دیوار غربی

نوع مصالح و ضخامت آنها							وضعیت تهویه	موضوع	محد خارجی
بتن (۱۲ سانتی متر)	بتن (۲۲ سانتی متر)	بلوک سیمانی توخالی (۲۰ سانتی متر)	بتن سبک (۱۲ سانتی متر)	بتن سبک (۲۲ سانتی متر)	دیوار معمولی (۲۲ سانتی متر)	دیوار غیر قابل غایب بندی شده (۱۳ سانتی متر)			
۲/۶	۴/۴	۴/۴	۲/۳	۴/۶	۲/۰	۲/۴	بدون تهویه	هوای داخلی	تهویه
۱/۰	۲/۲	۲/۷	۱/۰	۱/۴	-۰/۵	-۰/۹	تهویه فقط هنگام شب		
-۰/۶	۱/۶	۱/۲	-۰/۷	-۰/۹	-۰/۷	-۰/۷	تهویه دائمی		
-۱/۶	-۲/۲	-۲/۷	-۱/۳	-۲/۲	-۱/۲	-۲/۵	تاثیر تهویه هنگام شب		
-۲/۰	-۱/۸	-۲/۲	-۱/۶	-۲/۷	-۱/۳	-۲/۷	تاثیر تهویه دائمی		
۲/۸	۴/۶	۴/۶	۱/۷	۴/۷	۱/۳	۲/۶	بدون تهویه	دیوار غربی	تهویه
۱/۷	۴/۰	۲/۰	۱/۲	۲/۹	-۰/۶	-۰/۹	تهویه فقط هنگام شب		
-۰/۹	۲/۸	۲/۰	-۰/۶	۲/۸	-۰/۴	-۰/۹	تهویه دائمی		
-۰/۴	-۰/۶	-۱/۶	-۰/۵	-۱/۸	-۰/۷	-۲/۰	تاثیر تهویه هنگام شب		
-۱/۲	-۱/۵	-۲/۶	-۱/۹	-۲/۶	-۰/۹	-۲/۰	تاثیر تهویه دائمی		
۲/۲	۲/۷	۲/۴	۲/۵	۲/۴	۲/۲	۲/۵	بدون تهویه	هوای داخلی	تهویه
-۰/۸	۱/۷	۱/۹	۱/۸	۱/۶	۱/۷	-۰/۹	تهویه فقط هنگام شب		
-۰/۲	-۰/۸	۱/۸	-۰/۸	-۰/۲	۱/۰	-۰/۲	تهویه دائمی		
-۱/۲	-۲/۰	-۱/۵	-۱/۴	-۲/۴	-۰/۵	-۲/۶	تاثیر تهویه هنگام شب		
-۲/۰	-۲/۹	-۲/۳	-۲/۲	-۲/۷	-۱/۲	-۲/۲	تاثیر تهویه دائمی		
۲/۲	۲/۷	۲/۳	۲/۵	۲/۲	۲/۲	۲/۴	بدون تهویه	دیوار غربی	تهویه
-۰/۴	۲/۲	۲/۸	-۰/۵	۱/۷	۱/۰	-۰/۲	تهویه فقط هنگام شب		
-۰/۲	۱/۲	۱/۸	-۰/۲	-۰/۸	-۰/۵	-۰/۸	تهویه دائمی		
-۱/۸	-۱/۴	-۱/۲	-۲/۰	-۱/۶	-۱/۲	-۲/۸	تاثیر تهویه هنگام شب		
-۲/۴	-۲/۴	-۲/۲	-۲/۷	-۲/۷	-۱/۷	-۲/۵	تاثیر تهویه دائمی		

مقادیر جدولی اختلاف حداقل دمای هوای خارج و دمای مورد نیاز در داخل می باشد.

برای دیوارهایی با مصالح یکسان ، مقدار کاهشی که از طریق تهویه دائم در حداکثر دمای هوای داخلی ایجاد می شوند با ضخامت دیوار نسبت عکس دارد و برای دیوارهایی با ضخامت یکسان تاثیر خنک سازی تهویه با ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح آنها نسبت عکس دارد . یعنی هر چه ظرفیت و مقاومت حرارتی دیوار کمتر باشد تاثیر تهویه بیشتر می شود بنابراین می توان گفت دیوارهای بتنی خاکستری بیشتر تحت تاثیر تهویه قرار می گیرند تا دیوارهایی که از جنس بتن سبک و با همان ضخامت.

بطور کلی ساختمانهایی که رنگ سطح خارجی آنها سفید یا نزدیک به سفید بوده ، دارای مصالح ساختمانی با ظرفیت و مقاومت حرارتی متوسط ، پنجره های نسبتاً کوچک و مجهز سایبانهای موثر می باشند دمای هوای داخلی آنها هنگام روز پائین تر از دمای هوای خارج است ولی ساختمانهایی که رنگ سطح خارجی دیوارهایشان تیره است یا دارای پنجره های بزرگ بدون سایه بان موثر هستند هنگام روز هوای داخلی آنها نسبت به هوای خارج گرمتر بنابراین میزان تاثیر اهمیت تهویه در تغییر دمای هوای داخلی ساختمان به رنگ سطح خارجی دیوارهای آن ، به اندازه پنجره ها و کیفیت سایبان آنها بستگی دارد .

در اتاقهای اداری و کلاسها - حتی در مناطق گرم و مرطوب - سرعت زیاد جریان هوا در سطح میز ها باعث اختلال در کار می شود . در این شرایط جریان اصلی هوا باید در ارتفاع ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتری از کف باشد بدین طریق می توان از تاثیر تهویه در بهبود شرایط حرارتی اتاق استفاده کرد و مزاحمت آن را به حداقل رساند .

۱-۳-۲- مکانیسم تهویه طبیعی

حرکت هوا در فضای داخلی ساختمان ناشی از اختلاف فشار هوا در سطح خارجی آن است . این اختلاف فشار ممکن است نتیجه دو عامل اختلاف دمای هوای داخل و خارج ساختمان و وزش باد باشد . فشاری که در اثر اختلاف دما به وجود می آید ، معمولاً در تمام حالات بسیار کم است . بنابر این ، وزش باد عامل موثر و تعیین کننده حرکت هوا در داخل ساختمان محسوب می شود . وقتی باد به ساختمان برخورد می کند ، جریان مستقیم هوا در اطراف و بالای آن شسته و پخش می شود . در این حالت ، فشار هوا در سطوح روبه باد (منطقه فشار) زیاد و در سطوح پشت به باد (منطقه مکش) بسیار کم است و بدین ترتیب ، در سطوح مختلف ساختمان اختلاف فشار ایجاد می شود .

هنگامی که باد به صورت عمودی به ساختمان مستطیلی شکل برخورد می کند ، دیوارهای مقابل باد تحت فشار و دیوارهای پشت به باد در مکش قرار می گیرند . اگر باد به صورت مایل به ساختمان بوزد ، دو سطح مقابل به باد تحت فشار و دو سطح دیگر آن تحت مکش قرار می گیرند . بام ساختمان همیشه در منطقه مکش قرار می گیرد . البته در مورد بامهای شیبدار این مساله زمانی طاق خواهد کرد که شیب بام کم باشد . سطوح روبه باد بامهای با شیب تند در منطقه فشار و سطوح پشت به باد در منطقه مکش قرار می گیرند . تقسیم فشار هوا در یک سطح روبه باد یکنواخت نیست . در مرکز برخورد باد به سطوح ساختمان ، فشار هوا بیشتر است و به تدریج در اطراف این مرکز کاهش می یابد . هنگامی که باد به صورت عمودی به این سطح بوزد ، اختلاف فشار هوا کم است .

ولی وقتی جهت وزش باد نسبت به سطح مورد برخورد مایل باشد، فشار هوا در سطوح تحت فشار به طرف گوشه های سطوح تحت مکش به شدت کاهش می یابد. اگر باد با زاویه ۴۵ درجه به یک سطح بوزد فشار هوا در گوشه های پایین سطح تقریباً از بین می رود. ولی اگر این زاویه از ۴۵ درجه کمتر باشد، در گوشه های پایین سطح مکش ایجاد می شود.

تغییر فشار هوا در قسمت های تحت مکش، کمتر از قسمت های تحت فشار است. هنگامی که جهت وزش باد عمود بر ساختمان باشد، حداکثر مکش در قسمت فوقانی دیوارهای جانبی ساختمان ایجاد می شود و در دیوارهای پشت به باد، مکش از مرکز دیوار به سمت اطراف کاهش می یابد. وقتی باد به صورت مایل به ساختمان بوزد، مکش در دیوارهای تحت مکش و بام در جهت مخالف وزش باد کاهش می یابد. تقسیم فشار هوا در اطراف ساختمانی که در معرض وزش باد قرار گرفته، بوجود می آید. از اختلاف فشاری که بدین طریق در سطح دیوارهای ساختمان به وجود می آید می توان برای ایجاد تهویه طبیعی و کوران در داخل آن استفاده کرد. اگر در دیوارهای داخل اختلاف فشار، پنجره یا بازشویی تعبیه شود، هوا برای ایجاد تعادل بین دو اختلاف فشار، از منطقه پر فشار به منطقه کم فشار جریان می یابد. البته هرچه اختلاف فشار بین دو سطح خارجی ساختمان بیشتر باشد، سرعت جریان هوا در داخل ساختمان بیشتر می شود. حتی وقتی قسمت های باز شو و پنجره های این دو قسمت بسته باشد، اختلاف فشار بین دو سطح باعث می شود هوا از درزهای قسمت های باز شوی پنجره ها به داخل نفوذ کند و در اتاق به جریان در آید.

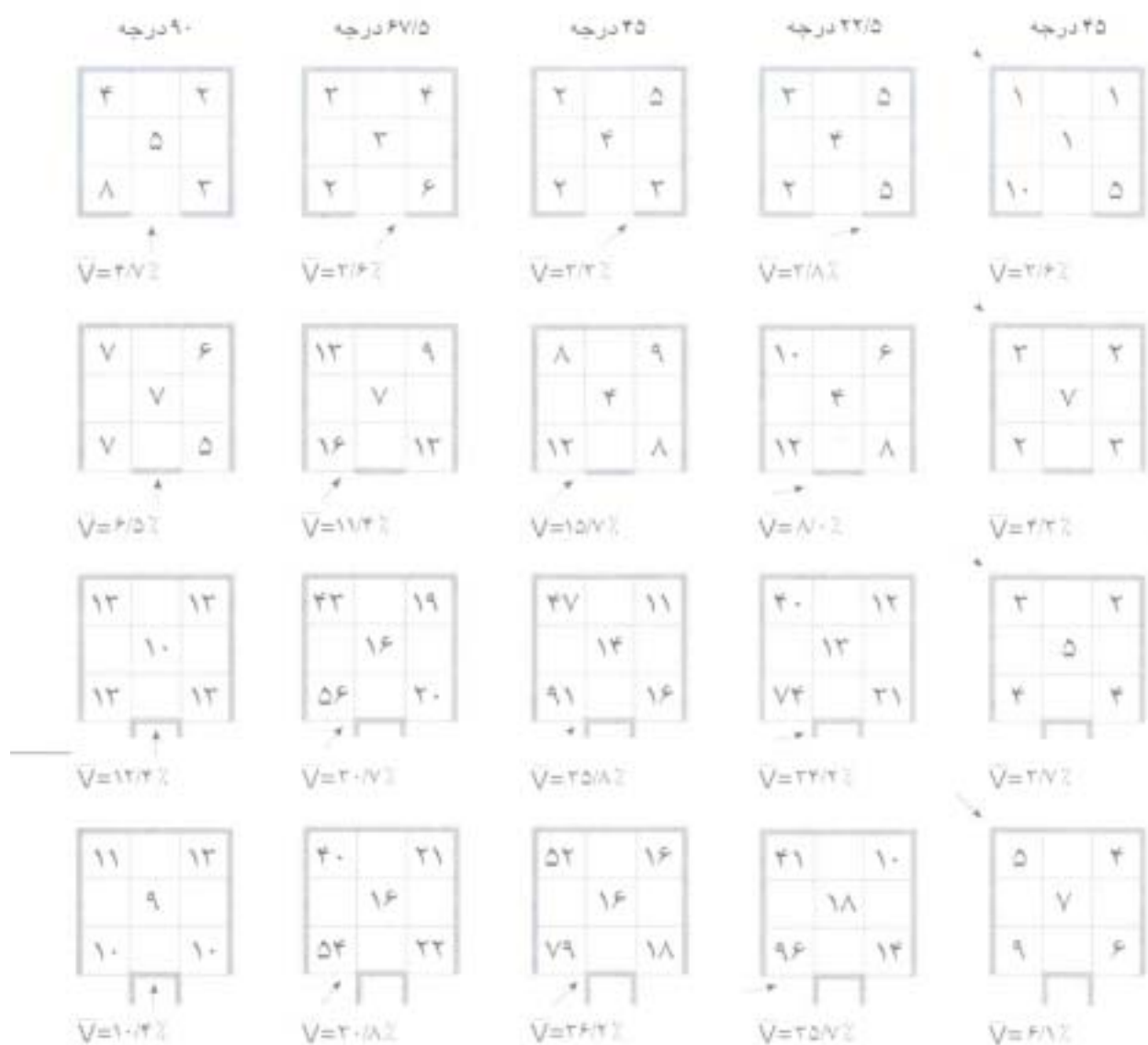
۳-۳-۳-۱- عواملی از طرح ساختمان که در تهویه آن تاثیر دارد

۱-۳-۳-۳-۱- موقعیت پنجره و تاثیر آن در وضعیت تهویه طبیعی

مهمترین اصل ایجاد شرایط تهویه موثر و قابل استفاده این است که قسمت های باز شو در دو سمت رو به باد و پشت به باد قرار گیرند. قبلاً باور عمومی بر این بود که برای ایجاد حداکثر جریان هوا در یک اتاق پنجره های رو به باد و پشت به باد کاملاً مقابل هم و عمود جهت باد قرار گیرند همچنین تصور می شود که عمود نبودن جهت وزش باد بر سطح پنجره باعث کاهش سرعت باد در داخل ساختمان می شود. ولی مطالعات نشان داد که همیشه چنین نبوده و گاهی مناسب ترین تهویه زمانی انجام می شود که جهت وزش باد نسبت به سطح پنجره مایل باشد. تهویه طبیعی مطلوب زمانی صورت می گیرد، جهت جریان هوا در داخل اتاق تغییر یابد نه اینکه بطور مستقیم پس از ورود از پنجره رو به باد از پنجره پشت به باد خارج شود.

در مناطقی که باد از شرق یا غرب بوزد از لحاظ علمی حائز اهمیت است. چون با فرض اینکه تهویه مطلوب نتیجه وزش عمودی باد بر سطح پنجره است. برای استفاده از نیروی باد در ایجاد تهویه

طبیعی باید ساختمان را رو به شرق یا غرب بنا کرد. همان طور قبلاً اعلام شد این جهت گیری بویژه در مورد ساختمانهایی با پلان مستطیل و کشیده مشکلاتی را از نظر ایجاد سایه موثر بر روی پنجره های این دو سمت ایجاد می کند بهمین دلیل در این مناطق بهترین جهت قرا رگیری ساختمان در ارتباط با وزش باد و تابش آفتاب با هم مغایرت دارند. در مناطق که باد های مطلوب از سمت غرب یا شرق بوزند با ۴۵ چرخاندن نمای اصلی ساختمان بطرف جنوب شرقی یا غربی می توان تهویه طبیعی مناسبی را در داخل اتاقها ایجاد کرد.



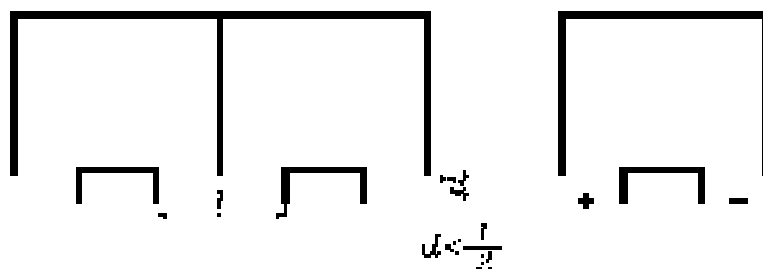
شکل ۱-۵- ایجاد کوران در اتاقهایی که فقط یک پنجره دارند. (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

در این جهت قرار گیری با استفاده از سایبانهای کم عمق می توان از تابش مستقیم آفتاب به پنجره های جنوب شرقی و جنوب غربی ساختمان جلوگیری کرد. اگر بادهای مطلوب از شمال غربی،

شمال شرقی یا جنوب غربی و جنوب شرقی بوزند جهت شمالی - جنوبی برای ساختمان می توانند تهویه طبیعی مطلوبی ایجاد کرد که از نظر کنترل تابش آفتاب بر پنجره ها جنوبی بسیار مناسب است.

۱-۳-۳-۲- ایجاد کوران در اتاقهایی با یک پنجره در دیوار خارجی

در شرایط معمولی، اگر پنجره های اتاق تنها در یک دیوار خارجی آن تعبیه شوند، میزان تهویه طبیعی در این اتاق بسیار کم است. آزمایشهایی که در مورد تهویه طبیعی در این اتاقها انجام شده است، نشان می دهد که اگر یک طرف سطح خارجی هر یک از دو پنجره یک تیغه عمودی کشیده شود، به طور مصنوعی می توان منطقه فشار و مکش ایجاد کرد و بدین وسیله، سرعت جریان هوا در داخل اتاق را تا حد مطلوبی افزایش داد. نتیجه این آزمایش ها در شکل ۱-۵، نشان داده شده است. وجود چنین تیغه هایی در یک طرف هر یک از این دو پنجره سبب می شود هوا از یک طرف پنجره اتاق وارد و از پنجره دیگر خارج شود و بدین طریق در داخل اتاق کوران ایجاد شود. در ساختمانهایی که اتاقهای آنها فقط یک سطح خارجی دارد (مانند ساختمانهای اداری یا آموزشی)، ایجاد تهویه طبیعی و کوران با استفاده از بادهای محلی امکان پذیر است. بدین منظور جهت باد نسبت سطح پنجره های رو به بالا مایل باشد (زاویه بین جهت باد و سطح برخورد ۲۰ تا ۷۰ درجه) در ضمن باید به این نکته توجه داشت که اگر در هر دو طرف پنجره ها از تیغه های عمودی استفاده شود فشار هوا در هر دو طرف یکسان شده و در نتیجه اثراتی که در بالا به آنها اشاره شد از بین می رود و در اتاق کوران ایجاد نمی شود عمق این تیغه ها در ساختمانهای دارای چندین اتاق در یک سمت نباید به قدری باشد که باعث بهم خوردن کوران اتاقهای مجاور شود. عمق این تیغه ها نباید بیش از نصف فاصله بین تیغه پنجره خروج باد در اتاق اول و تیغه پنجره ورود باد در اتاق دوم باشد (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- عمق تیغه های لازم در کنار پنجره ها برای ایجاد کوران (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

۱-۳-۳-۳- تاثیر اندازه پنجره

تاثیر اندازه پنجره های اتاق در شرایط تهویه داخل آن تا حد زیادی به وجود یا عدم وجود کوران در اتاق بستگی دارد. (کوران بوسیله باد، زمانی در یک اتاق ایجاد می شود که هر یک از دیوارهای رو

به باد و پشت به باد آن دارای یک قسمت باز شوی باز باشد) در اتاقهایی که پنجره های آن فقط در یک طرف دیوار قرار دارند اندازه پنجره ها تا حد بسیار کمی در سرعت جریان هوا در آن اتاق تاثیر دارد (جدول ۱-۱۰) این جدول نشان می دهد که فقط در مواردی که باد بصورت مایل نسبت به سطح پنجره می وزد، افزایش اندازه پنجره باعث افزایش سرعت هوای داخل اتاق می شود.

جدول ۱-۱۰- تاثیر اندازه پنجره در میانگین سرعت هوای داخلی اتاقهای بدون کوران

نسبت عرض پنجره به دیوار	جهت وزش باد		
	۱/۳	۲/۳	۳/۳
عمود بر پنجره	۱۳	۱۳	۱۶
مایل از جلو	۱۲	۱۵	۲۳
مایل از پشت	۱۴	۱۷	۱۷

در اتاقهایی که در آنها کوران ایجاد شده، افزایش اندازه پنجره های رو به باد و پشت به باد باعث افزایش سرعت هوای داخل اتاق می شود ولی در این شرایط افزایش اندازه تنها یک پنجره تاثیر بسیار کمی در سرعت هوای اتاق دارد حتی وقتی اندازه پنجره ورود و خروج هوا - هر دو - بیشتر شود افزایش سرعت هوا به نسبت افزایش اندازه پنجره ها نیست. اگر پنجره های این اتاق به گونه ای تغییر یابد که پنجره پشت به باد بزرگتر از پنجره های رو به باد باشد حداکثر و میانگین سرعت جریان هوای داخلی تا حد زیادی افزایش می یابد (جدول ۱-۱۱).

جدول ۱-۱۱- تاثیر اندازه پنجره های ورودی و خروجی باد در میانگین و حداکثر سرعت هوا در داخل

اندازه های پنجره های ورودی *						جهت پنجره	اندازه های پنجره های خروجی
حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین		
۴۹	۳۲	۷۴	۳۴	۶۵	۳۶	عمودی	۱/۳
۷۲	۳۶	۷۹	۳۷	۱۳۱	۳۹		۲/۳
۸۶	۴۷	۷۲	۳۵	۱۳۷	۴۴		۳/۳
۶۲	۳۲	۹۶	۴۳	۸۲	۴۲	مایل	۱/۳
۱۳۱	۶۲	۱۳۳	۵۷	۹۲	۴۰		۲/۳
۱۱۵	۶۵	۱۳۷	۵۹	۱۵۳	۴۴		۳/۳

ارقام داخل جدول سرعت جریان هوا در داخل اتاق را به صورت درصدی از سرعت باد اصلی نشان می دهد.

* نسبت عرض پنجره به عرض دیوار

بر اساس این جدول میانگین سرعت هوای داخلی معمولاً به اندازه پنجره کوچک بستگی دارد و کوچک بودن پنجره روبه باد یا پشت به باد تاثیر چندانی در آن ندارد. حال آنکه حداکثر سرعت جریان هوای داخلی به نسبت اندازه پنجره خروجی به پنجره ورودی بستگی دارد و افزایش این نسبت باعث افزایش حداکثر سرعت هوای داخلی می شود در این مورد باید به این موضوع نیز توجه شود که ترکیب یک پنجره رو به باد کوچک و یک پنجره پشت به باد بزرگ باعث می شود حداکثر سرعت هوا در منطقه کوچکی از اتاق متمرکز شود و در بقیه نقاط اتاق سرعت جریان هوا کاهش یابد

۱-۳-۳-۴- تاثیر محل عمودی پنجره در شرایط تهویه طبیعی

اگر چه بادهای یک منطقه تا حد زیادی در سطح افقی متغیر است، ولی تغییر جهت این بادهای در سطح عمودی نسبتاً کمتر است. به این دلیل که وزش باد آزاد در ارتفاع بالای ساختمانها، تقریباً در تمام موارد افقی است و تغییر جهت عمودی آن در اطراف ساختمانی با شکل هندسی، مشخصات و محوطه ثابت، تقریباً ثابت است.

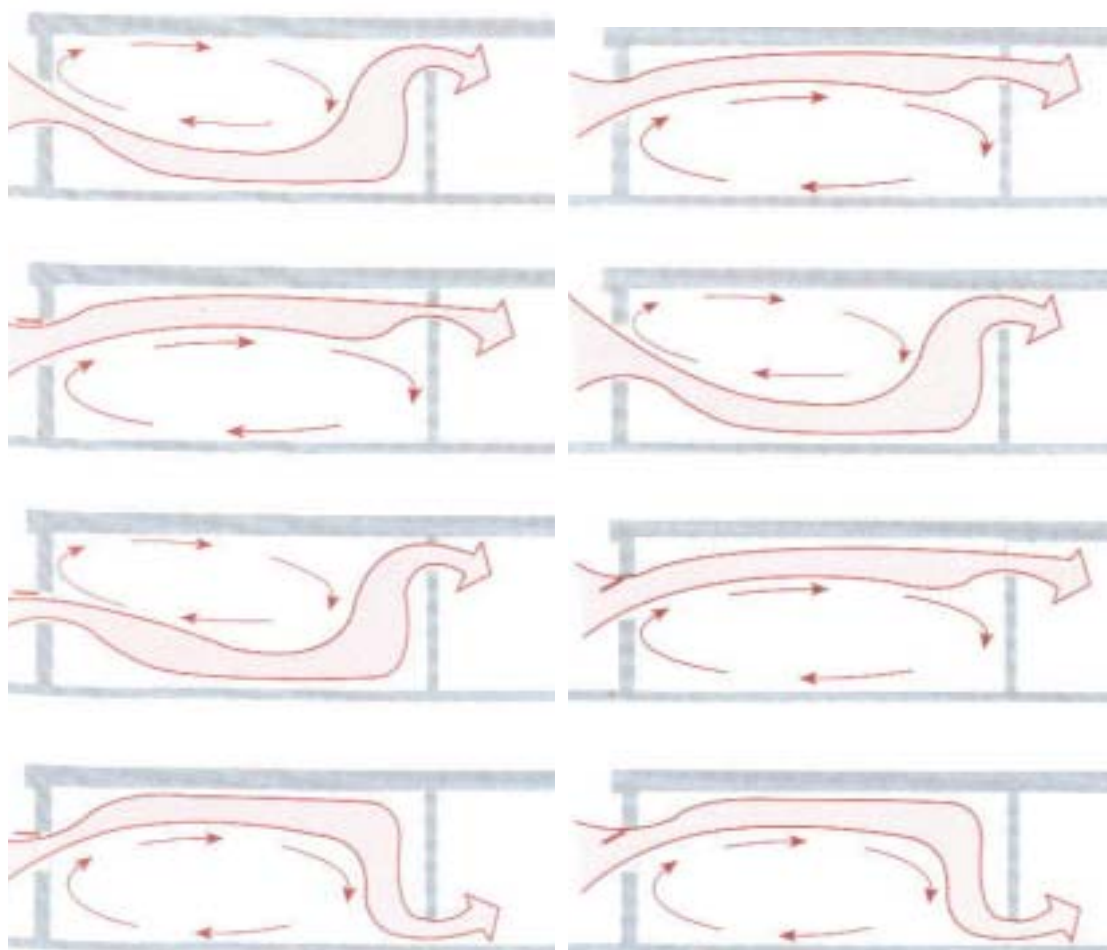
با دقت در طرح و تعیین ارتفاع کف پنجره های یک اتاق سرعت هوا در سطوح عمودی داخل آن اتاق را به بهترین نحو کنترل کرد شکل حرکت توده هوا در داخل اتاق به جهت ورود باد به آن بستگی دارد و بنابراین ارتفاع کف پنجره و نوع بازشوی پنجره رو به باد، اهمیت بیشتری در تعیین جهت و سرعت حرکت باد در داخل اتاق دارد تا مشخصات محل خروج باد به همین دلیل ارتفاع کف پنجره پشت به باد تاثیر کمی در شکل و سرعت حرکت هوای داخلی ولی در محدوده ورود باد سرعت باد بطور ناگهانی در قسمتهای پائین کف پنجره کاهش می یابد. سرعت جریان هوا در قسمتهای پائین کف پنجره اتاقهایی که در آنها کوران ایجاد شده تا ۲۵٪ سرعت باد اصلی کاهش می یابد بنابراین تغییر ارتفاع کف پنجره ممکن است تا حد زیادی سرعت جریان هوا را در ارتفاعهای مختلف تغییر دهد ولی این تغییر، در میانگین سرعت جریان هوای داخلی اتاق تاثیر چندانی ندارد بطور مثال اگر ارتفاع کف پنجره در اتاق نشیمن بیش از ارتفاع افراد و در حالت نشسته باشد جریان هوا در منطقه ای که ساکنین آن نشسته اند بسیار کم خواهد بود در مورد تهویه اتاقهای خواب بویژه مناطق گرم و خشک که هنگام شب باید حداکثر استفاده از جریان باد کرد ارتفاع کف پنجره اهمیت زیادی دارد.

۱-۳-۳-۵- تاثیر جهت و نوع بازشوی پنجره

نوع، نحوه باز شدن، ارتفاع محل نصب، همچنین نوع و محل سایه بان پنجره ها تاثیر فراوانی در شکل و سرعت هوا در داخل اتاق دارد محل پنجره خروجی باد تاثیری در الگوی حرکت هوای داخل اتاق ندارد و فقط ارتفاع محل نصب پنجره ورودی هواست که الگوی حرکت هوا در داخل اتاق

راتعین میکند . به منظور بررسی و مطالعه ارتباط بین چگونگی حرکت هوا در داخل اتاق و ارتفاع کف پنجره های ورودی و خروجی باد و تاثیر سایه بان پنجره ها ، آزمایشهای گوناگونی انجام گرفته که نتایج آنها ب صورت نمودارهایی در شکل ۱-۷-الف ، نشان داده شده است .

نوع باز شوی پنجره ها نیز در چگونگی حرکت هوا در داخل اتاق تاثیر می گذارد وقتی باز شوی پنجره ای لولایی یا ریلی باشد و در سطح افقی باز شود این باز شو هیچ تغییری در شکل اصلی حرکت هوا که در اثر اختلاف فشار در سطح دیوار رو به بالا بوجود می آید ، خواهد داشت . ولی پنجره هایی که حول یک محور افقی باز می شوند هوا را به طرف بالا هدایت می کنند مگر آنکه باز شوی آنها کاملاً بصورت افقی باز شود این باز شو هیچ تغییری در شکل اصلی حرکت هوا که در اثر اختلاف فشار در سطح دیوار روبه بالا بوجود می آید نخواهد داشت.



شکل ۱-۷-الف- تاثیر جهت و نوع باز شو در مسیر حرکت هوا (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

ولی پنجره هایی که حول یک محور افقی باز می شوند هوا را به طرف بالا هدایت می کنند مگر

آنکه باز شوی آنها کاملاً بصورت افقی قرار داده شود. بنابراین مناسب ترین محل نصب این پنجره ها قسمت های پائین تر از مکانی است که ایجاد جریان هوا در آن مورد نیاز است. با استفاده از پنجره هایی که حول یک محور افقی که در وسط قاب قرار دارد به طرف بالا یا پایین باز می شود جریان باد را می توان بطرف بالا یا پائین هدایت کرد اگر این پنجره ها درست در وسط دیوار قرار داده شوند و بتوانند تا حدود ۱۰ درجه از خط افق در قسمت پائین و به سمت داخل باز شوند مناسب ترین نوع پنجره از نظر هدایت جریان هوا به سمت ارتفاع های مورد نظر خواهد بود.

۱-۳-۳-۶- تاثیر محوطه ساختمان در کنترل جهت و سرعت باد

باد شکن ها

بادشکن ها جریان هوا را به سمت بالا منحرف می کنند و در فاصله ای که این جریان هنوز به طرف زمین برگشته است، محوطه نسبتاً آرام و حفاظت شده ای را بوجود می آورند. اگر بادشکن دارای منافذی باشد (درخت) قسمت رو به باد آن تا حد کمی محافظت خواهد شد در قسمت پشت به باد نیز اقلیم منطقه حفاظت شده کوچکتر و در فاصله ای دورتر از بادشکن قرار دارد. نوع باد شکن در حفاظت از باد موثر است. چرخش و پیچیدگی جریان هوا در قسمت فوقانی بادشکن هایی جامد و یکپارچه یا دیوارها کارایی این باد شکن ها را کاهش می دهد به طور کلی کمربند ضخیم و تراکمی از درختان تاثیر بیشتری از نظر حفاظت در برابر باد دارد.

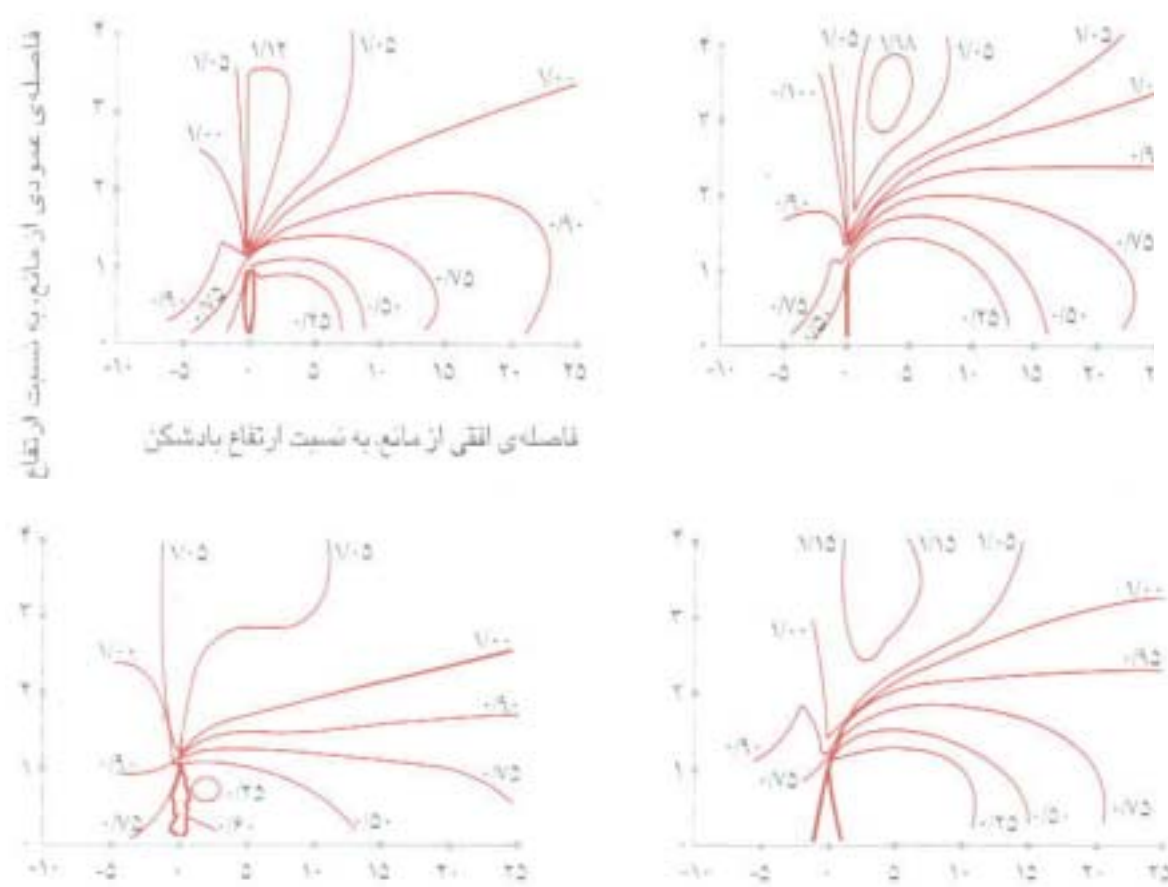
شکل ۱-۷-ب، نتیجه آزمایشهایی را نشان می دهد که در مورد تاثیر باد شکن های مختلف بر الگوی حرکت هوا انجام شده است. مهمترین نتایج بدست آمده از این آزمایشها در جدول ۱-۱۲ خلاصه شده است.

جدول ۱-۱۲: فاصله افقی از باد شکن، از یک - دهم H تا؛ (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

نوع بادشکن	کاهش ۲۵٪	کاهش ۵۰٪	کاهش ۷۵٪
صفحات عمودی	۲۱/۵H	۱۵/۵H	۱۳/۰H
بادشکن های مثلثی	۲۰/۵H	۱۵/۰H	۱۰/۵H
بادشکن های استوانه ای	۱۳/۰H	۹/۰H	۷/۰H
درخت	۲۷/۰H	۱۳/۵H	

H: ارتفاع بادشکن

اعداد این جدول نشان می دهند که اگرچه با استفاده از درختان نمی توان ۷۵ درصد از سرعت باد را کاهش داد. ولی هنگامیکه از درخت به عنوان باد شکن استفاده می شود وسعت محدوده حفاظت شده در برابر باد بیشتر می شود. باد شکن ها در بارهای حرارتی ساختمان نیز تاثیر زیادی دارند اگر سرعت باد ۲۲ باشند بار حرارتی خانه تقریباً $\frac{2}{4}$ برابر زمانی است که سرعت باد ۸ کیلومتر بر ثانیه است. در ساختمانی که در برابر باد محافظت شده است صرفه جویی در مصرف سوخت $\frac{22}{9}$ ٪ خواهد بود و اگر ۳ طرف این خانه در مقابل باد محافظت شود این میزان حدود ۳۰٪ خواهد بود.



شکل ۷-۱-ب- نحوه حرکت باد در اطراف چهار مانع مختلف

تقریباً همه انواع بادشکن در فاصله ۲۰ تا ۳۰ برابر ارتفاعشان در جلوگیری از سرعت باد تاثیر کمی دارند. هر چه باد با زاویه مایل به ساختمان بوزد از تاثیر آن کاسته می شود.

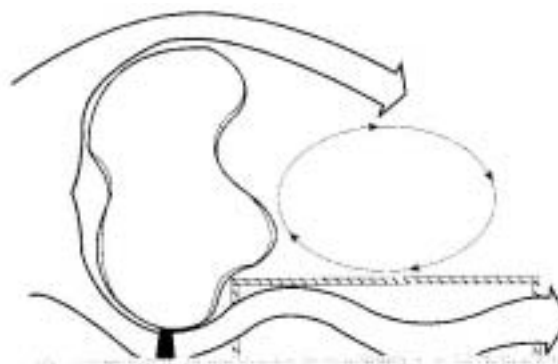
تاثیر انواع بادشکن ها در الگوی حرکت باد در نزدیکی ساختمان

عناصر محوطه ساختمان از جمله گیاهان، درختان، بوته ها، نرده ها و دیوارها به نسبت منافذی که در برابر باد ایجاد می کنند، می توانند مناطق کم فشار و یا پر فشاری را در اطراف ساختمان بوجود آورند. البته هنگام انتخاب و جایگزینی این عناصر باید توجه داشت که در فصل تابستان مانع به

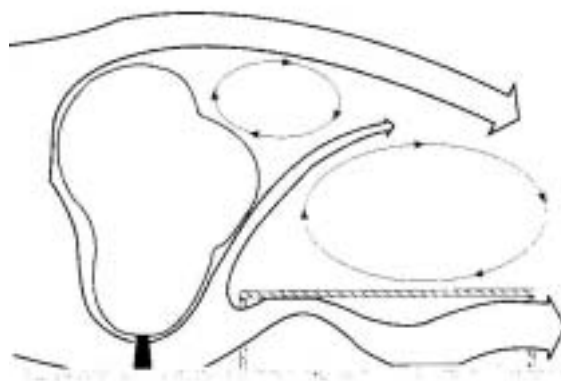
جریان افتادن نسیم ها و جریانهای خنک کننده به طرف ساختمان نشوند. محوطه ساختمان باید به گونه ای طراحی شود که نسیم های خنک تابستان را به اطراف و داخل ساختمان هدایت کند. به منظور بررسی چگونگی تاثیر گذاری عناصر محوطه در شکل حرکت باد در مجاورت ساختمان به نتایج آزمایشهایی که در این مورد انجام شده اشاره می کنیم .

شکلهای ۱-۸ تا ۱-۱۰ نیز ، تغییر شکل حرکت باد در مقابل درختی با ارتفاع ۹ متر و پهنای ۷/۵ متر را که شاخ و برگ آن از ۱/۵ متری زمین شروع شده نشان می دهد، در اینجا انبوه شاخ و برگ درختان مانع عبور باد می شود و در نتیجه ، سرعت جریان هوا در زیر درخت به طور مستقیم افزایش می یابد . با قرار دادن حصار در نزدیکی ساختمان می توان الگوی حرکت هوا در داخل ساختمان را تا حد زیادی تغییر داد.

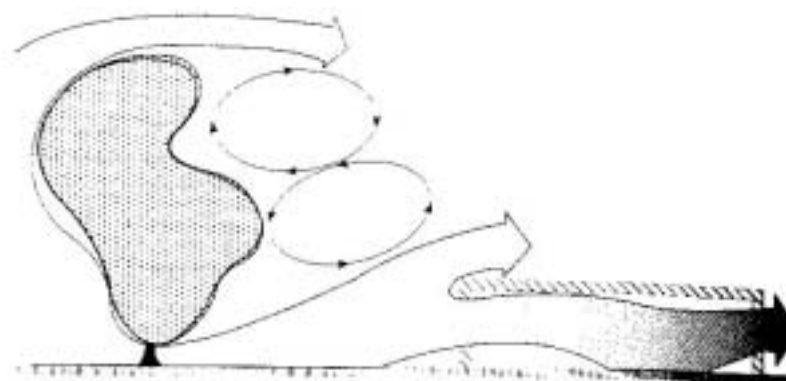
شکل ۱-۸- الگوی حرکت باد ، هنگامی که در فاصله ۱/۵ متری از ساختمان درخت است.



شکل ۱-۹- الگوی حرکت باد ، هنگامی که در فاصله ۳ متری از ساختمان درخت است



شکل ۱-۱۰- الگوی حرکت باد ، هنگامی که در فاصله ۹ متری از ساختمان درخت است.



۱-۴- حوزه های اقلیمی ایران

۱-۴-۱- ویژگیهای معماری بومی مناطق سرد

اگر چه میزان سرما و دوام آن در مناطق سرد متفاوت است . ولی بطور کلی اصولی که برای جلوگیری از اتلاف حرارت ساختمان در قسمتهای این مناطق رعایت شده یکسان و بطور عمده شبیه به اصولی است که معماری مناطق گرم و خشک مورد توجه بوده است . با این تفاوت که در مناطق سرد منبع ایجاد حرارت در داخل ساختمان است همچنین در این مناطق تا حد ممکن تلاش شده به شکل طبیعی یا با استفاده از بخاریهای بزرگ گرمای ناشی از حضور افراد ، پخت و پز ، یا حتی حیوانات ، ساختمان گرم شود اصولی کلی در معماری این مناطق رعایت شده است عبارتند از :

۱) استفاده از پلانی متراکم و فشرده

۲) به حداقل رساندن سطوح خارجی در برابر حجم مورد پوشش

۳) استفاده از مصالحی با ظرفیت و عایق حرارت در ساختمان

۵) انتخاب بامهای مسطح نگهداری برف بر روی بامها بعنوان عایق حرارتی.

تنها تفاوت بین معماری این مناطق و مناطق گرم و خشک تمایل و ضرورت استفاده از حرارت ناشی از تابش آفتاب در داخل ساختمان در فصل زمستان است البته نیاز تحت الشعاع تاثیر باد و سرمای ناشی از وزش آن بر ساختمان قرار می گیرد . و در مجموع سعی شده است سطح خارجی در حداقل ممکن نگه داشته شود ولی در هر صورت برای استفاده از انرژی حرارتی حاصل از تابش آفتاب ، پوشش سطوح خارجی به رنگ تیره انتخاب شده و ابعاد پنجره ها نیز نسبت به مناطق گرم و خشک افزایش یافته است . به دلیل سرمای شدید هوای این مناطق در فصل زمستان ، فرمهای باز یا فرمهایی که ضلع شمالی - جنوبی آنها بلندتر از ضلعهای شرقی - غربی آنهاست مناسب نیست و بهتر است فرم ساختمان فشرده و پلان آن مربع باشد . ساختمانهای دو طبقه که فرم آنها شبیه به مکعب است بهترین نوع ساختمان از نظر کنترل گرمای هوای داخلی در زمستان است .

۱-۴-۲- تقسیمات اقلیمی از نظر طراحی ساختمان

در اینجا به منظور تکمیل اطلاعات مورد نیاز در طراحی ساختمانهای هماهنگ با اقلیم، نخست به بررسی روش اولگی می پردازیم و سپس روش کاملتری ارائه می کنیم که با استفاده از مطالعات گیونی تدوین شده است.

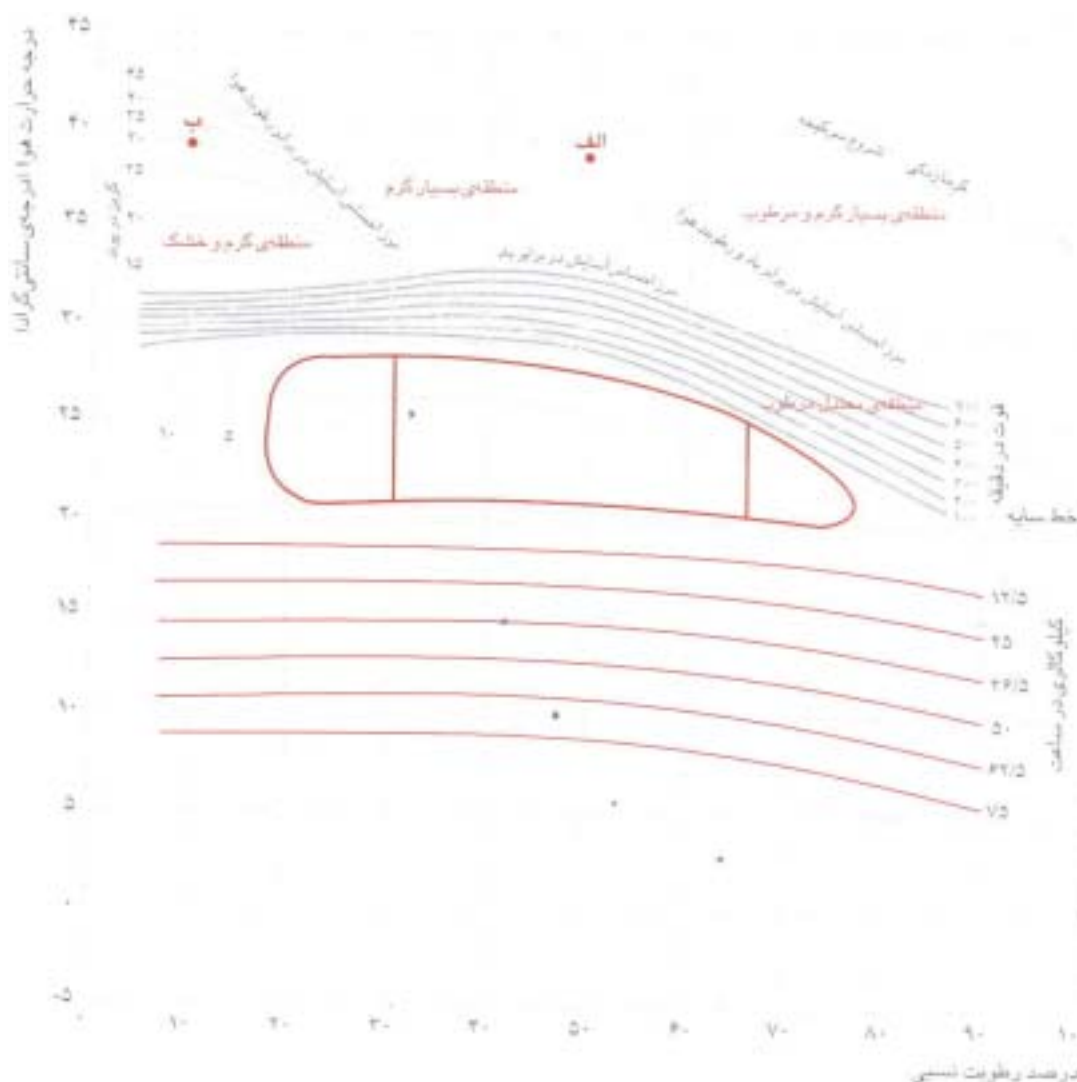
۱-۴-۲-۱- روش اولگی

همانطور که قبلاً اشاره شده است ، با استفاده از جدول بیوکلماتیک پیشنهادی توسط اولگی که شرایط آسایش فیزیکی انسان را با توجه به شرایط اقلیمی پیرامون او مشخص می سازد، می توان نوع اقلیم

مناطق مختلف را تعیین کرد.

اگر دما و رطوبت ماهانه هوای منطقه ای را در طول یک سال بر روی جدول زیست - اقلیمی منتقل کنیم، می توانیم شرایط حرارتی هوای آن منطقه را مشخص نموده شرایط بحرانی هوا یا دوام سرما و گرمای سالانه هوا در منطقه مورد نظر را بدست آوریم. از این رو می توانیم شرایط حرارتی هوای شهرهای مختلف ایران را بررسی کرده ، آنها را براین اساس تقسیم بندی کرد.

برای مثال ، با انتقال دما و رطوبت نسبی هوای شهر بوشهر در تیرماه (دمای ۳۸ درجه و رطوبت نسبی ۵۰٪) به جدول مذکور در می یابیم که هوای آن در تیر ماه بسیار گرم و مرطوب است (نقطه الف در شکل ۱-۱۱). در حالی که انتقال شرایط حرارتی هوای شهر یزد در همین ماه از (دمای ۳۹ درجه و رطوبت نسبی ۱۰٪) بر روی جدول زیست - اقلیمی نشان می دهد که هوای آن در تیر ماه گرم و خشک است (نقطه ب در شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱- جدول زیست - اقلیمی (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

با استفاده از این جدول می توان دوام سرما و گرمای سالانه هوای شهرهای مختلف را تعیین کرد و به درجه حاد بودن شرایط حرارتی مناطق گوناگون پی برد.

۱-۲-۲- محدودیت های روش اولگی

اگرچه جدول اولگی برای مشخص کردن مناطق مختلف اقلیمی کاملاً قابل استفاده است، ولی کاربرد آن در طراحی ساختمان محدود است. زیرا بر اساس شرایط هوای خارج تنظیم شده در آن، ویژگی طرح و مصالح ساختمانی در نظر گرفته نشده است. شرایط هوای داخلی ساختمان (صرف نظر از تاسیسات مکانیکی) تحت تاثیر شرایط محیط اطراف آن، به جزییات طرح و ویژگی مصالح آن بستگی دارد و اختلاف بین شرایط هوای داخلی و شرایط پیرامونی ساختمان، با تغییر طرح و نوع مصالح آن تا حد بسیار زیادی تغییر می یابد.

۱-۲-۳- روش گیونی

در این روش، ویژگیهایی که یک ساختمان باید دارا باشد تا هوای داخلی آن تحت تاثیر شرایط اقلیمی در منطقه آسایش قرار گیرد، در ارتباط با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان مشخص شده است.

برای تعیین این ویژگیها از جدول ((سایکرومتریک)) که رابطه آسایش انسان و شرایط حرارتی محیط اطراف وی را با دقت بیشتری مشخص می کند، استفاده شده است. گیونی به منظور استفاده عملی از جدول سایکرومتریک، با ترسیم منحنی هایی بر روی آن میزان تاثیر و حدود استفاده از تهویه طبیعی، ویژگی مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی، همچنین لزوم استفاده از دستگاههای مکانیکی را در شرایط حرارتی گوناگون مشخص کرده و جدول به دست آمده را ((جدول زیست - اقلیمی ساختمانی)) نام نهاده است. (شکل ۱-۱۲)

در این جدول، منطقه ای که افراد مانوس بایک اقلیم، در حال استراحت یا در حال فعالیت نشسته در آن احساس آسایش می کنند، با منحنی N نشان داده شده است. محدوده N' نیز شرایط حرارتی قابل تحمل است.

این محدوده تقریباً دمای ۲۰ تا ۲۸ درجه و رطوبت نسبی ۱۸ تا ۸۵٪ می باشد.

M- شرایطی که مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم ظرفیت و مقاومت حرارتی در ایجاد منطقه آسایش در داخل ساختمان موثر است

M' - محدوده شرایط قابل تحمل در صورت استفاده از مصالح متناسب با اقلیم

V - محدوده استفاده از کوران یا تهویه طبیعی در ساختمان معمولی.

V' محدوده استفاده از کوران در ساختمانهای که برای استفاده از تهویه طبیعی طراحی شده اند.

این دو منحنی در مرز ۲۵ میلیمتر جیوه به دمای ۳۰ تا ۲۸ درجه سانتیگراد و در مرز ۶ میلیمتر جیوه فشار بخار به دمای ۳۲ تا ۳۰ درجه محدود شده است.

EC - محدوده استفاده از کولر آبی در ساختمانهای معمولی

EC' - محدوده استفاده از کولر آبی در ساختمانهایی که به طور موثر عایقکاری حرارتی شده و سطح خارجی آنها نیز سفیدرنگ است.

AC - محدوده شرایطی تنها استفاده از تهویه مطبوع شده است.

D - محدوده ای که دستگاه رطوبت زا نیاز دارد (علاوه بر تهویه مطبوع) با لاتر از ۱۷۰۰۰ میلیمتر جیوه دستگاه رطوبت گیر و زیر ۸ میلیمتر جیوه دستگاه رطوبت زن لازم است.

W - محدوده ای علاوه بر تهویه مطبوع، استفاده از دستگاه رطوبت زن نیز لازم است.

H - محدوده تاثیر مصالح در گرمایش ساختمان

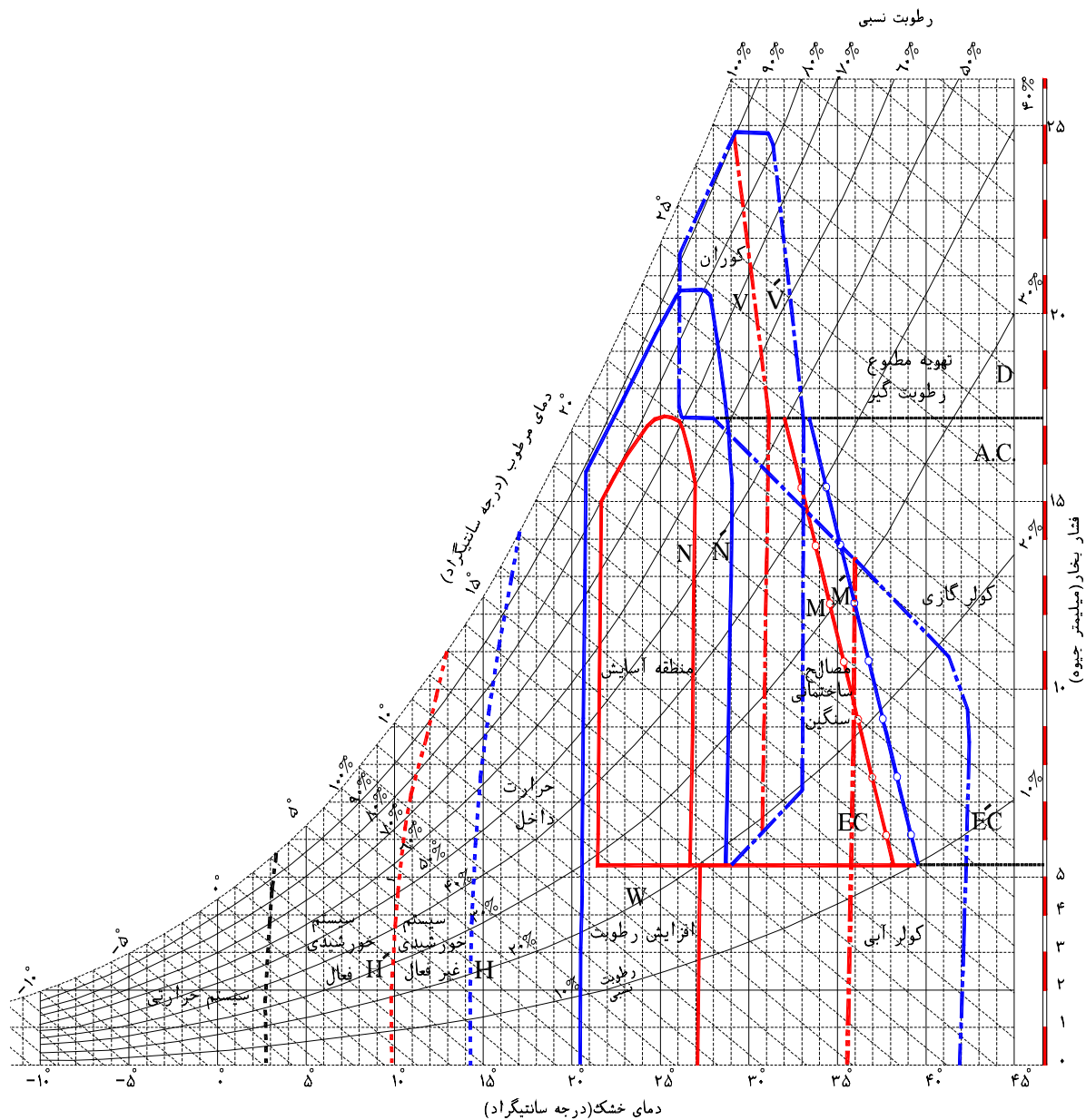
H' - محدوده استفاده از مصالح متناسب با اقلیم در گرمایش ساختمان

در محدوده خارج از دو منحنی H و H' حتما باید از وسایل حرارت زا استفاده شود.

دو خط M و M' تقریباً به خط ۱۷ میلیمتر جیوه فشار بخار محدود شده اند این محدودیت به این علت است که در رطوبتها بیش از این هوای داخل اتاق را نمی توان به منظور کاهش دمای آن ساکن نگه داشت. چون ساکن نگه داشتن هوا به منظور کاهش دمای آن باعث خیس شدن پوست در اثر تعریق وعدم تبخیر آن شده و در نهایت باعث ناراحتی می شود. بنابراین حدود دما و رطوبت هوا با هم رابطه ای معکوس دارند. در دمای ۳۳ تا ۳۱ درجه رطوبت قابل قبول ۱۷ میلیمتر جیوه و در دمای ۳۹ تا ۳۷ درجه، ۵ میلیمتر جیوه است.

شرایطی از هوای خارج که در آن شرایط با استفاده از تهویه طبیعی یا کوران امکان ایجاد آسایش در داخل ساختمان وجود دارد یا منحنی های VV' مشخص شده است.

همانطور که در شکل دیده می شود در محدوده ۱۷ میلیمتر جیوه فشار بخار و بین دمای ۳۰ تا ۳۲ درجه منطقه مشترکی وجود دارد که در آن منطقه استفاده از هر دو روش یاد شده (انتخاب مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم یا تهویه طبیعی) برای کنترل و نگهداری هوای داخلی در منطقه آسایش امکان پذیر است ولی در این شرایط باید توجه داشت که در صورت انتخاب روش دوم که مستلزم انتخاب مصالحی با ظرفیت حرارتی کم است، به دلیل کم بودن ظرفیت حرارتی مصالح جداره های خارجی ساختمان و در نتیجه کم بودن حرارت ذخیره شده در این جداره ها ممکن است هوای داخلی در شب سرد شده باعث ناراحتی شود.



شکل ۱-۱۲- جدول زیست - اقلیمی (بیو کلماتیک) ساختمان (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

اگر چه دستگاه کولر آبی برای افزودن رطوبت به هوا می تواند مفید باشد ولی تاثیر آن در خنک سازی هوا به منحنی های EC و EC' محدود می شود و در خارج از این دو محدوده، هیچ تاثیری در کاهش دمای هوا ندارد.

در مناطق پائین ۵ میلیمتر جیوه و دمای ۲۰ تا ۱۷ درجه که حروف W مشخص شده است کم بودن رطوبت هوا باعث خارش و سوزش پوست دست می شود برای جلوگیری از این مساله حتماً باید رطوبت هوا افزایش یابد.

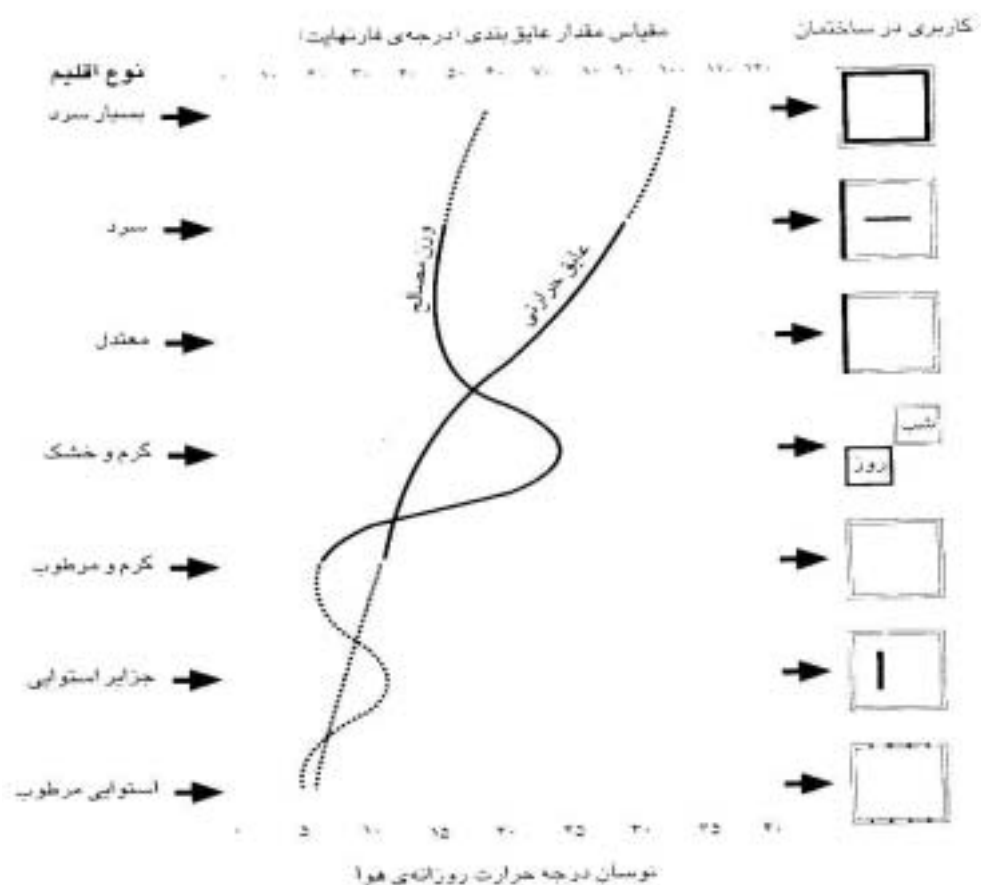
۵-۱- اصول طراحی و اقلیم

۱-۵-۱- انتخاب مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم

مهمترین و قابل توجه ترین ویژگی مصالح ساختمانی، ظرفیت و مقاومت حرارتی آن است.

۱-۱-۵-۱- روش اولگی

اولگی با توجه به آزمایشاتی که انجام داد به این نتیجه رسید که نیاز به ظرفیت و مقاومت حرارتی در مناطق گوناگون، متفاوت است. وی بر اساس این آزمایشات جدولی تنظیم کرد که نیاز به عایق کاری و ظرفیت حرارتی مصالح را برای مناطق گوناگون با توجه به عرضهای جغرافیایی آنها به طور تقریبی نشان می دهد (شکل شماره ۱-۱۳).



شکل ۱-۱۳- اهمیت ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح در مناطق مختلف

همانطور که از شکل بر می آید هرچه هوا سردتر و انحراف آن نسبت به منطقه آسایش بیشتر باشد، مقاومت حرارتی مورد نیاز مصالح افزایش می یابد. زمان تاخیر مطلوب که نتیجه ظرفیت حرارتی و سنگینی مصالح است، به نسبت افزایش دامنه نوسان دمای روزانه افزایش می یابد و در مناطق گرم

و خشک به حداکثر می رسد.

به طور خلاصه ، نتایج بدست آمده از شکل عبارتند از:

۱- در مناطق مرطوب استوایی بهتر است مصالح ساختمانی مورد استفاده از نوع سبک بوده ، مقاومت حرارتی کمی داشته باشد.

۲- در جزایر استوایی ، مقدار کمی عایق حرارتی براس ساختمان کافی است. وای به دلیل نوسان زیاد دمای روزانه هوا ، اگر توده سنگینی از مصالح ساختمانی در قسمتهای داخلی بنا در نظر گرفته شود، وضعیت حرارتی هوای داخل ثابت می ماند.

۳- در مناطق گرم و مرطوب که نوسان روزانه دمای هوا کم است ، مصالحی با مقاومت حرارتی زیاد و بدون ظرفیت حرارتی ، مناسب ترین نوع مصالح ساختمانی هستند.

۴- در مناطق گرم و خشک ، به دلیل اختلاف زیاد دمای هوای شب و روز ، مصالح ساختمانی باید با دقت انتخاب شوند. دراین مناطق ، بهترین نتیجه زمانی حاصل می شود که قسمتهایی از ساختمان که هنگام روز مورد استفاده قرار می گیرد، با مصالح ساختمانی سنگین و قسمتهای مورد استفاده در هنگام عصر و شب ، با مصالح سبک و با ظرفیت حرارتی کم ساخته شوند.

۵- در مناطق معتدل ، قسمتهای غربی ساختمان باید از مصالح سنگین با ظرفیت حرارتی زیاد ساخته شود تا از انتقال حرارت ناشی از تابش آفتاب بعدالظهر به داخل ساختمان جلوگیری کند. در حالی که سایر قسمتها باید از مصالحی با مقاومت حرارتی کافی ساخته شوند.

۶- در منطق سرد ، برای ثابت نگه داشتن شرایط مطلوب فضای داخلی ساختمان باید مقاومت حرارتی مصالح را افزایش داد و دیوارهای غربی و قسمتهای داخلی ساختمان را با مصالح سنگین بنا کرد.

۷- در مناطق بسیار سرد ، استفاده از دیوارهای سنگین برای برقراری تعدل حرارتی هوای داخلی ضروری است. استفاده از عایق حرارتی در سطوح خارجی دیوارهای جانبی نیز ، برای جلوگیری از انتقال حرارت از داخل ساختمان به خارج آن لازم است.

۸- از آنجا که در عرضهای جغرافیایی بسیار زیاد ، نوسان دمای هوا در مقایسه با برودت و انحراف آن از منطقه آسایش بسیار ناچیز است ، استفاده از مقاومت حرارتی مصالح ، تنها راه حل کنترل هوای داخلی است.

۱-۵-۲- روش گیونی

در این روش ، مصالح ساختمانی مناسب برای مناطق سرد و گرم به طور جداگانه و با در نظر گرفتن عواملی که در هر یک از این مناطق اهمیت دارد ، انتخاب می شود.

۱-۵-۱-۲-۱- انتخاب مصالح ساختمانی در مناطق سرد

در این مناطق ، مصالح ساختمانی با در نظر گرفتن دو عامل شرایط بحرانی هوای خارج و دمای مطلوب انتخاب می شود. بدین صورت که نخست ، حادثترین شرایط هوای خارج و پس از آن دمای مطلوب هوای داخلی ساختمان مشخص شده ، پس از آن دمای مطلوب هوای داخلی ساختمان مشخص شده ، سپس با استفاده از این دو عامل مناسب ترین نوع مصالح محاسبه و انتخاب می شود.

۱-۵-۱-۲-۲- تعیین ویژگی مصالح

در مناطق سرد هدف اصلی حفظ حرارت در داخل ساختمان است و عمده ترین عامل در این مورد ، مقاومت حرارتی دیوارهای جانبی است. بنابراین در این مناطق ، دیوارهای جانبی ساختمان باید مقاومت حرارتی مناسبی داشته باشد تا از اتلاف حرارتی داخلی ساختمان جلوگیری کند. با مشخص بودن دمای بحرانی شرایط هوا خارج (میانگین حداقل دمای هوا در سرد ترین ماه) می توان مقاومت حرارتی دیوارها را با استفاده از روابط زیر بدست آورد:

$$R_{des} = \frac{20 - t_{(o) \min}}{21} = \frac{20 - t_{(o) \min}}{20}$$

$$R_{\min} = \frac{20 - t_{(o) \min}}{35}$$

در روابط بالا R_{des} مقاومت حرارتی مطلوب و R_{\min} کمترین مقاومت حرارتی مورد نیاز است.

البته این روابط برای مقاومت حرارتی دیوارهای ساختمانی به شکل بلوکهای بزرگ و طولی پیشنهاد شده است که سطح خارجی آپارتمان ها یا واحدهای داخلی آنها کم است. برای بدست آوردن مقاومت حرارتی دیوار ساختمانهای کوچک باید مقدار بدست آمده از فرمول را به میزان ۱۰٪ افزایش داد. همچنین برای محاسبه مقاومت حرارتی بامها باید مقدار بدست آمده را به میزان ۲۰٪ افزایش دهیم ، زیرا بام ساختمان با ساطع کردن پرتو با طول موج بلند به طرف آسمان ، حرارت بیشتری را نسبت به دیوارها از دست می دهد.

در اینجا برای توضیح بیشتر، با توجه به اینکه سنندج در منطقه سردسیر قرار گرفته و میانگین حداقل دمای هوای آن حدود ۵- درجه است. نوع مصالح ساختمانی مناسب در این شهر را تعیین می کنیم:

$$R_{des} = \frac{20 - (-5)}{21} = \frac{25}{20} = 1.19 (m^2 * h * \text{deg } C / Kcal)$$

$$R_{\min} = \frac{20 - (-5)}{35} = \frac{25}{35} = 0.71 (m^2 * h * \text{deg } C / Kcal)$$

با مراجعه به جدولهای یادشده در می یابیم که وزن مصالح ساختمان مطلوب برای دیوارهای ساختمان یک مجموعه مسکونی یا یک ساختمان بلند مرتبه معمولی باید معادل ۱۰۰ کیلو گرم در متر

مربع باشد. ولی برای یک ساختمان مسکونی کوچک با احتساب ضریب ۱۰٪، مقاومت مطلوب معادل ۱/۳۰ است (۱/۱۹×۱/۱۰=۱/۳) و چون مقاومت سبک ترین دیوار در دمای ۵- درجه کمتر از مقدار فوق است (۱/۲۴)، نتیجه می گیریم که برای ایجاد شرایط مطلوب در این ساختمان، علاوه بر مصالح ساختمانی باید لایه های عایق حرارتی نیز به مصالح دیوار اضافه شود.

۱-۵-۲-۳- انتخاب مصالح مناسب برای اقلیم گرم و خشک

برای تعیین مقاومت و ظرفیت حرارتی مصالح ساختمانی در مناطق گرم و خشک می توان از روابط زیر استفاده کرد .

$$R = 0.05(t_{(o) \max} - 25) + 0.02\left(\frac{al_{\max}}{12}\right) \text{ دیوار}$$

$$R = 0.05(t_{(o) \max} - 25) + 0.03\left(\frac{al_{\max}}{12}\right) \text{ بام}$$

$$Q = 2.5(t_{(o) \max} - t_{(o) \min}) + 1.0\left(\frac{al_{\max}}{12}\right) \text{ دیوار}$$

$$Q = 2.5(t_{(o) \max} - t_{(o) \min}) + 1.5\left(\frac{al_{\max}}{12}\right) \text{ بام}$$

در رابطه بالا

$$(t_{(o) \max}) = \text{حداکثر دمای هوا}$$

$$(t_{(o) \min}) = \text{حداقل دمای هوا}$$

$$\left(\frac{al_{\max}}{12}\right) = \text{حداکثر شدت تابش پرتوهای تابیده به سطح مورد نظر}$$

البته در تعیین مصالح ساختمانی مناسب در این منطقه باید توجه کرد که انتخاب مصالح به اندازه پنجره ها و کیفیت سایه بان آنها نیز بستگی دارد . اگر پنجره ها کوچک و سایه بان آنها موثر باشد حرارت کسب شده ساختمان معمولاً نتیجه انتقال حرارت از دیوارهای آن است و در نتیجه مقاومت حرارتی مصالح نسبت به ظرفیت حرارتی آن در به حداقل رساندن حرارت اضافی هوای داخلی ، اهمیت بیشتری می یابد . در این شرایط مصالحی از قبیل بتن ، با ضخامتی مناسب به منظور تامین QR مورد نیاز بر اساس شرایط اقلیمی محل ، ساده ترین و با صرفه ترین مصالح ساختمانی است .

ولی اگر مساحت پنجره ها نسبتاً زیاد و سایبان به طور مناسب پنجره ها را در برابر تابش آفتاب محافظت نکند ، قسمت عمده ای از حرارت کسب شده ساختمان ناشی از عملکرد پنجره هاست در اثر تابش مستقیم آفتاب از پنجره ها به فضاهای داخلی یا در اثر نفوذ هوای گرم خارج از روز پنجره ها به داخل و چون مصالح ساختمانی سبک بیشتر از مصالح سنگین در اثر حرارت نفوذ یافته به داخل گرم می شود در اینحالت ظرفیت حرارتی نسبت به مقاومت حرارتی اهمیت بیشتری دارد و در چنین

شرایطی، آجر، بتن متراکم یا خشت به ضخامتی در حدود ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر مفید است. بنابراین نتیجه می گیریم که بهترین نوع دیوار در مناطق گرم، دیوارهای ترکیبی شامل یک لایه عایق نزدیک به سطح خارجی و یک لایه مصالح سنگین در قسمت داخلی است اگر یک لایه مصالح ساختمانی سنگین به وسیله لایه ای از عایق حرارتی که با لایه ضد رطوبتی با رنگ سطح خارجی روشن پوشیده شده باشد حفاظت شود و میزان جذب انرژی خورشیدی در سطح خارجی دیوار و انتقال آن از سطح خارجی به سطح داخلی به وسیله لایه عایق به حداقل میزان ممکن می رسد و فقط مقدار بسیار کمی حرارت در لایه داخلی جذب می شود. لایه سنگین داخلی نیز بدون آنکه تأثیر چندانی در دمای هوای داخلی بگذارد حرارت نفوذ یافته به داخل ساختمان را جذب می کند. اگر پنجره این ساختمان هنگام عصر باز باشد. هنگام شب هوای داخلی آن گرم تر از ساختمانهای دیگر نخواهد بود. به طور خلاصه مصالح مفید برای خنک نگه داشتن ساختمان بصورت طبیعی عبارتند از دیوارهای بتنی با ظرفیت حرارتی زیاد که سطح خارجی آنها به وسیله یک لایه عایق حرارتی مانند پشم سنگ یا پلاستیک منبسط شده که خود به وسیله مصالح بام باید از این نوع ترکیبی بوده و دیوارهای داخلی نیز ظرفیت حرارتی زیادی داشته باشند. تمام سطوح خارجی باید رنگ روشن و تا حد ممکن متمایل به سفید باشد.

۱-۵-۲- فرم ساختمان و اقلیم

در تاریخ طبیعی قانون عمومی اینست که فقط انواع و گونه هایی می توانند به حیات خود ادامه دهند که بتوانند خود را با محیط وقف دهند. بین شکل گیاهان و ساختمانهای آن مناطق، شباهتی موجود دارد. این تشابه به این علت است که عوامل موثر در شکل دادن به گیاهان در شکل گیری محیط انسان نیز موثر است. در مناطق سرد یا گرم و خشک، مقاطع گیاهان کلفت و توپر و سطح خارجی آنها کم است که این شکل، نحوه دفاع گیاه در برابر شرایط حاد اقلیمی است و بدین ترتیب، سطح کمتری از گیاه در برابر سرما یا گرما شدید هوای این مناطق قرار می گیرد در نتیجه، مغز گیاه محفوظ تر است و در برابر تغییرات دمای هوا، شرایط متعادل تری نسبت به سطح آن بدست می آورد. بطور کلی سردی هوا باعث فشردگی فرم و ساختمان و شدت زیاد تابش آفتاب باعث کشیدگی آن در جهت محور شرقی - غربی می شود.

بهترین فرم ساختمان، فرمی است که کمترین مقدار حرارت را در زمستان از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از آفتاب و محیط اطراف دریافت کند. پلان مربع مهمترین فرم است زیرا با داشتن بیشترین حجم کمترین سطح خارجی را دارد.

قانون اوگلی برای فرم ساختمان و اقلیم بطور خلاصه به این صورت است که اگر مقدار حرارت

انتقال یافته از اضلاع یک ساختمان با اندازه اضلاع آن را بطه معکوس داشته باشد فرم ساختمان مطلوب خواهد بود به عبارت ساده تر در یک فرم مطلوب اضلاعی که بیشتر در معرض تابش آفتاب و دمای هوا قرار دارند کوچکترند .

۱-۲-۵-۱- اقلیم سرد

به دلیل سرمای شدید هوای این مناطق در فصل زمستان ، فرمهای باز یا فرمهایی که ضلعهای شمالی - جنوبی آنها بلند از ضلعهای شرقی - غربی آنهاست مناسب نیست و بهتر است فرم ساختمان فشرده و پلان آن مربع باشد ، ساختمانهای دو طبقه ای که فرم آنها شبیه به مکعب است . بهترین نوع ساختمان از نظر کنترل گرمای هوای داخلی در زمستان .

۱-۲-۵-۲- اقلیم گرم و خشک

در این مناطق ، فرم ساختمان به توجه به شرایط زمستانی این مناطق می تواند در طول شرقی - غربی گسترش یابد ولی با توجه به شرایط تابستانی باید فشرده و مکعبی باشند در هر صورت با بریدن قسمتی از این مکعب و پر کردن حفره ایجاد شده با سایه (سایه گیاه ، درخت ، پیچک و چفته مو) و هوای خنک شده به وسیله تبخیر آب سطح چمن ، برگ درختان ، حوض و فواره ای می توان فضای نسبتاً مناسبی در ساختمان ایجاد کرد ، در اطراف این باغچه داخلی پلان ساختمان می تواند آزاد باشد بدین ترتیب پلان کلی ساختمان در این مناطق به طرف داخل معطوف می شود .

تعیین فرم ساختمان بزرگ :

کاهش تاثیر عوامل اقلیمی بزرگی ساختمان یکی از عواملی است که باعث می شود اگر فرمی را ۴ برابر بزرگ کنیم نسبت حجم به سطح آن از ۱:۶ به ۱:۱۰/۵ کاهش می یابد و در اثر کاهش سطح خارجی نسبت به حجم مورد پوشش تاثیر عوامل اقلیمی و بر آن نیز کاهش می یابد . اگر در ساختمانهای مسکونی بیش از ۹۰٪ باز سرمایش ساختمان را نتیجه عوامل اقلیمی دانست . این رقم برای ساختمانهای بزرگ ۶۰٪ کاهش می یابد بطور کلی در ساختمانهای بزرگ فرم و جهت قرار گیری در مرحله دوم اهمیت قرار دارند ولی باز هم می توان اصولی را به شرح زیر برای آنها در نظر بگیریم :

(۱) در مناطق سرد ، فرمهای بسته و فشرده و ساختمانهای مکعبی شکل با ساختمانهای بهم چسبیده پشت به پشت در جهت محور شمالی - جنوبی ارجحیت دارد . در این مناطق بهتراست ساختمانها مرتفع باشند .

(۲) در مناطق گرم و خشک بهتر است از شکلهای تو پر و فشرده استفاده شود فرمهای مکعبی با فرمهایی که ضلع های شمالی جنوبی آنها بزرگتر از ضلعهای شرقی - غربی آنهاست مناسب تر است

ساختمانهای مرتفع نیز نسبت به ساختمانهای کوتاه ترجیح داده می شود .

۱-۵-۳- انتخاب جهت قرار گیری ساختمان

مهمترین وظیفه معمار آنست که با توجه به شرایط حرارتی ، بهداشتی و روانی مورد نیاز ساختمان را در جهتی قرار دهد که بیشترین استفاده از نور خورشید حاصل شود .

در فصل زمستان درعرض جغرافیایی ۴۰ شمالی ، دیوار جنوبی حدود ۳ برابر شرقی یا غربی انرژی خورشیدی دریافت می کنند در حالیکه در تابستان به مقدار کل انرژی تابیده به دیوارهای جنوبی و شمالی تقریباً یک دوم انرژی تابیده شده به دیوارهای شرقی - غربی است . در عرضهای جغرافیایی کمتر ، این اختلاف بیشتر است .

فلیکس ماربوتین ، شدت تابش آفتاب در فصلها و جهت‌های مختلف ، نتایج زیر را بدست آورده است :

۱ - برای ایجاد بهترین شرایط حرارتی در داخل ساختمان (هوای گرم در زمستان و هوای خنک در تابستان) باید نمای اصلی رو به جنوب باشد .

۲ - اگر چه نماهای جنوب شرقی و جنوب غربی آفتاب را بطور یکنواخت تر دریافت می کنند ولی در تابستان گرمتر و زمستان سردتر از نمای جنوب می شوند .

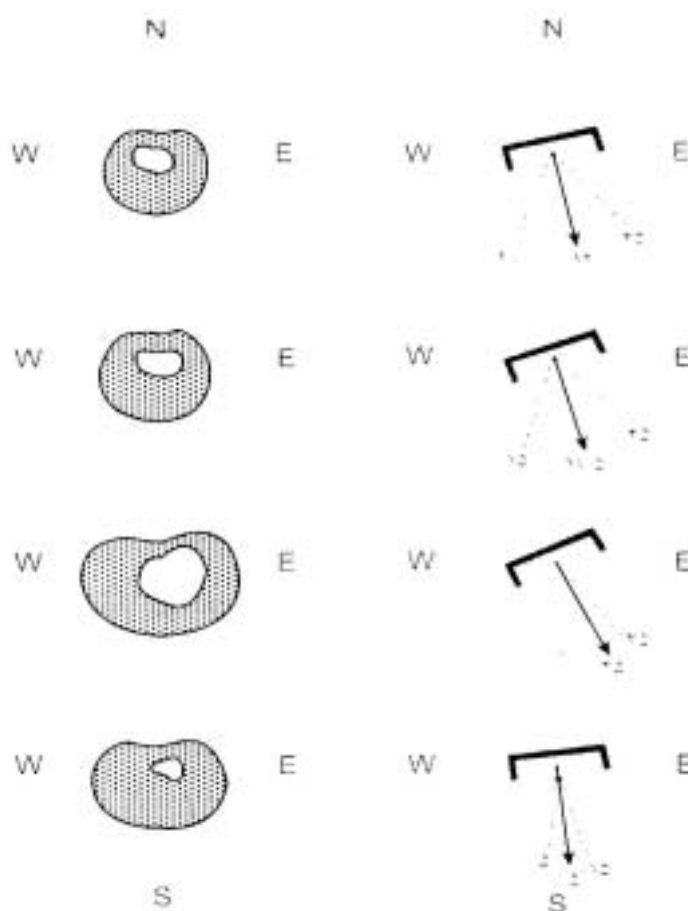
۳ - دیوارهای شرقی و غربی در تابستان گرمتر و در زمستان سردتر از دیوارهای جنوبی ، جنوب شرقی و جنوب غربی می شوند .

در تمان نظریه ها ، جهت جنوبی بهترین جهت برای ساختمان معرفی شده است ولی در این نظریه ها تغییر دمای هوا در ساعات مختلف روز و نیاز به حرارت آفتاب هنگام صبح و عدم نیاز به آن در بعداز ظهر و عصر مورد توجه نبوده و در انتخاب جهت ساختمان تاثیری نداشته است لذا برای استفاده مطلوب از نور خورشید در ساختمان لازم است هم تاثیر حرارتی نور خورشید و هم تاثیر کلی از نظر تغییر دمای هوای داخلی نسبت به منطقه آسایش در نظر گرفته شود . بطور کلی در مناطق سردسیر و در عرضهای جغرافیایی زیاد که هوا معمولاً سرد است ، ساختمان باید در جهتی قرار گیرد . که حداکثر انرژی خورشیدی را در طول سال دریافت کند . ولی در مناطق گرم و در عرضهای جغرافیایی کم ، ساختمان باید در جهتی باشد که حداقل انرژی خورشیدی را در طول سال دریافت نماید . در شکل ۱-۱۴ ، جهت ساختمان با توجه به اقلیم ترسیم شده است .

روش اوگلی برای تعیین بهترین جهت برای قرار گیری فرم ساختمان که دارای ۳ شاخص است .

۱- میانگین شدت پرتوهای مستقیم در طول یکسال و در مواقع گرم و سرد سال دریافت شده است .

۲- کل شدت تابش روزانه آفتاب در روزهای آفتابی در طول یکسال برای ۳ ماه سرد (۱۶ آذر تا ۱۶ اسفند) و ۳ ماه گرم (۱۷ خرداد تا ۱۷ شهریور) .



شکل ۱۴-۱- جهت ساختمان با توجه به اقلیم (اقلیم و معماری، مرتضی کسمایی)

۳- شاخص ساعتی دمای هوا و شدت تابش آفتاب شامل نمودار دمای هوا و تاثیر تابش آفتاب در اول فروردین، این شاخص نشان دهنده تابش آفتاب با توجه به دمای هوا است و نشان می دهد هنگامیکه پرتو خورشید قبل از ظهر دریافت می شود. (مانند زمانی که نمای اصلی ساختمان به طرف شرق است) توزیع حرارت نسبتاً متعادل و مناسب است ولی وقتی پرتو خورشید در بعدالظهر دریافت می شود (ساختمان رو به غرب) حداکثر انرژی خورشیدی زمانی دریافت می شود که دمای هوا نیز حداکثر میزان خود رسیده است و در نتیجه باعث می شود که هوای داخل ساختمان هنگام صبح سرد و هنگام بعدالظهر بسیار گرم شود. با توجه به اینکه بهترین جهت جهتی است که در زمستان بیشترین و در تابستان کمترین انرژی خورشیدی را دریافت کند جهت های شکل ۱۴-۱ پیشنهاد می شود.

۱-۳-۵-۱- نکته مهم

در مطالعات اوگلی نیز ویژگیهای طرح، نوع مصالح ساختمانی و رنگ سطوح خارجی دیوارها مورد توجه نبوده است ولی همان طور که در فصل سوم اشاره شده هریک از این عوامل میزان تاثیر جهت ساختمان در شرایط حرارتی آن را در ارتباط با تابش آفتاب تعیین می کند گیونی هم معتقد است میزان تاثیر جهت ساختمان در شرایط حرارتی هوای داخلی آن به ویژگیهای طرح و نوع ساختمان بستگی دارد این میزان ممکن است از کمترین تا بیشترین حد ممکن تغییر کند. برای روشن شدن مطلب ساختمانی را در نظر بگیرید که دارای اتاقهایی در جهت های مختلف، دیوارهایی با مقاومت حرارتی متوسط، تا زیاد سطوح خارجی سفید و پنجره هایی مجهز به سایبانهای موثر است و در مجموعه ای قرار دارد که سطح خارجی تمام ساختمانهای آن نیز سفید است در این شرایط حتی دیوارهایی که در سایه قرار دارند مقدار زیادی پرتو نور خورشید را که از سطوح اطراف منعکس می شوند. دریافت می کند ولی از آنجا که رنگ سفید انرژی خورشیدی کمتری را جذب می کند، دمای سطوح خارجی دیوارهای واقع در جهت های مختلف به دمای هوای خارجی بسیار نزدیک است و جهت دیوارها تاثیر کمی در تعیین دمای آنها دارد این تاثیر اندک را می توان با عایق کاری دیوارها از بین برود و در نتیجه دمای سطوح داخلی دیوارهای واقع در جهتهای مختلف ساختمان را یکسان کرد. پنجره های دارای سایبانهای موثر از نفوذ انرژی خورشیدی به داخل جلوگیری می کنند ولی اگر پنجره ها باز باشند باعث ورود هوای خارج به داخل و در نتیجه تعویض هوای داخل می شوند. البته این تعویض هوا ارتباطی با جهت ساختمان ندارد و بطور کلی در این شرایط دمای هوای داخلی ساختمان فقط هوای خارج و ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح ساختمانی بستگی دارد و جهت قرار گیری ساختمان هیچ تاثیری در آن ندارد. ولی اگر رنگ سطح خارجی دیوارهای این ساختمان تیره باشد دمای این سطوح به میزان تابشی که دریافت می کنند بستگی دارد در این حالت جهت قرار گیری ساختمان که عامل تعیین کننده شدت تابش آفتاب در جهتهای مختلف است.

در تعیین دمای سطوح خارجی دیوارها و در نتیجه مقدار حرارت انتقال یافته از سطوح خارجی به سطوح داخلی تاثیر زیادی دارد و البته میزان افزایش و نوسان دمای سطوح داخلی دیوارهای خارجی، به ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح آنها بستگی دارد هر چه ظرفیت و مقاومت حرارتی دیوارها کمتر باشند، تغییرات دمای سطح داخلی آنها به تغییرات دمای سطح خارجی نزدیکتر و در نتیجه تاثیر جهت ساختمان در تعیین شرایط حرارتی هوای داخلی بیشتر می شود ولی اگر کمیت این عامل بویژه مقاومت حرارتی - زیاد باشد، تاثیر جهت ساختمان در تعیین دمای سطوح داخلی دیوارهای خارجی کمتر می شود.

اگر رنگ سطح خارجی دیوارها سفید باشد، اختلاف بین دمای سطح داخلی دیوارهایی که درجه‌های مختلف قرار گرفته اند، بسیار کم است البته این اختلاف با ضخامت دیوار نسبت عکس دارد. برای مثال حداکثر اختلاف بین دمای سطح داخلی گرم‌ترین دیوار (دیوار شرقی - غربی) و سردترین دیوار (دیوار شمالی) برای دیوارهای ۱۰ سانتیمتر ۱ تا ۱/۵ درجه و برای دیوارهای ۲۰ سانتیمتر کمتر از ۱ درجه است ولی اگر رنگ سطح خارجی دیوار خاکستری باشد اختلاف بین دمای سطح داخلی دیوارهایی که درجه‌های مختلف قرار گرفته اند بسیار بیشتر است برای دیوارهای ۱۰ سانتیمتر اختلاف بین حداکثر دما حدود ۴/۵ درجه است. در این حالت نیز، افزایش ضخامت دیوار باعث کاهش اختلاف بین دمای داخلی دیوارهای مختلف می‌شود. اختلاف بین حداقل دماها حدود ۲/۵ درجه و اختلاف بین حداکثر دماها حدود ۱/۳ درجه بوده، بیشترین اختلاف مشاهده شده حدود ۲/۷ درجه است. پس در می‌یابیم جهت قرار گیری ساختمان را نمی‌توان بدون در نظر گرفتن رنگ سطوح خارجی تعیین کرد در نتیجه با استفاده از رنگهای مختلف سطوح خارجی دیوارهای یک ساختمان می‌توان اثرات حرارتی تابش آفتاب در هوای داخلی آن را کنترل کرد. البته باید به این نکته توجه داشت که اگر چه سفید کردن سطح خارجی یا افزایش ظرفیت و مقاومت حرارتی دیوارهای خارجی یک ساختمان در کاهش تاثیر جهت ساختمان بر کنترل دمای هوای داخل نتیجه مشابهی دارد ولی عملکرد این دو روش اختلاف عمده‌ای باهم دارد سفید کردن دیوارها، هم میزان جذب انرژی خورشیدی در آنها و هم تاثیر کمی تابش آفتاب در گرم کردن ساختمان را به حداقل می‌رساند و حداکثر و حداقل دمای فضای داخلی را کاهش می‌دهد ولی افزایش مقاومت و ظرفیت حرارتی دیوارهای خارجی، انتقال حرارت از سطوح گرم شده‌ی خارجی به سطوح داخلی را کاهش می‌دهد. در نتیجه، حداکثر دمای هوای داخلی کاهش و حداقل دمای آن افزایش می‌یابد. بنابراین استفاده از رنگ‌های روشن برای سطح خارجی دیوارها در مناطق گرم و عایق کاری حرارتی دیوارهای خارجی در مناطقی که هوا در زمستان سرد است، مفید خواهد بود.

۱-۵-۴- تهویه مورد نیاز و اقلیم

این اصول در بخش ۱-۳ به تفصیل شرح داده شده است که در اینجا برای هر اقلیم به تفکیک بررسی خواهد شد.

۱-۵-۴-۱- اقلیم سرد

با استفاده از جدول بیوکلی تیک در این اقلیم در می‌یابیم که استفاده از تهویه طبیعی یا انتخاب مصالح ساختمانی مناسب، امکان کنترل طبیعی هوای داخلی ساختمان را فراهم می‌سازد البته در صورت استفاده از روش دوم، باز هم برای خنک سازی ساختمان هنگام عصر و شب، تهویه طبیعی مورد نیاز

است. در هر صورت طرح ساختمان در این مناطق باید به گونه ای باشد که در آ، ساختمان بتوان تهویه طبیعی ایجاد کرد. ولی در ماههای سرد سال که فصل بحرانی مناطق سرد است - به دلیل سرمای شدید و رطوبت کم هوا باید ورودی هوای خارج به داخل ساختمان را به حداقل میزان ممکن برسانیم یکی از مشکلات عمده در فصل زمستان جلوگیری از ایجاد و تعریق بر روی سطوح داخلی است. زیرا با استفاده از تهویه طبیعی نمی توان از ایجاد تعریق جلوگیری کرد چون ورود بدون کنترل هوای خارج به داخل ساختمان باعث به جریان افتادن هوای سرد و ناراحت کننده (روز) می شود. همچنین بدلیل کم بودن رطوبت هوای وارد شده، رطوبت هوای داخلی نیز کاهش می یابد و ممکن است باعث سوزش و خارش بدن شود. در نتیجه برای جلوگیری از ایجاد تعریق باید رطوبت ایجاد شده در داخل را بدون کاهش دمای هوا از ساختمان خارج کرد بهترین راه حل، نصب هواکشهایی برقی در قسمتهایی است. از اینرو برای جلوگیری از خیس شدن دیوار زیر پنجره ها، در قسمت کف پنجره باید تداریبری جهت دفع آب حاصل از این تعریق اندیشید بنابراین تنها وظیفه تهویه طبیعی این مناطق در فصل زمستان، تعویض هوای داخلی ساختمان به میزانی است که از ایجاد بوی بد جلوگیری کند این میزان تعویض هوا معمولاً اکسیژن مورد نیاز در داخل ساختمان را نیز تامین می کند.

۱-۵-۴-۲- اقلیم گرم و خشک

در مناطق گرم و خشک باید میزان تهویه طبیعی هنگام روز را به حداقل ممکن رساند در اثر ورود هوای گرم خارج به داخل، دمای سطوح داخلی نیز افزایش می یابد بویژه در طول روز که سرعت باد زیاد است و در نتیجه میزان تهویه طبیعی افزایش می یابد، تغییرات دمای هوای داخلی در سطحی نزدیک به دمای هوای خارجی تغییر می کند. ازسوی دیگر چون رطوبت هوا در این مناطق کم است. حتی با جریان هوایی با سرعت کم نیز امکان سرد شدن بدن از طریق تبخیر عرق بدن وجود دارد و در نتیجه نیازی به سرعت زیاد هوا برای خنک سازی از طریق تبخیر نیست.

برای ایجاد این شرایط، سرعت هوا ممکن است ۱۵ کیلومتر بر ثانیه باشد. این سرعت در اثر اختلاف دمای سطوح و نفوذ هوای خارج، داخل ساختمان از طریق درز پنجره ها در هوای اتاق بوجود می آید بدین ترتیب نیازی به باز بودن پنجره ها نیست هنگام عصر و شب بدلیل پایین بود دمای هوای خارج نسبت به دمای هوای سطوح داخلی، تهویه طبیعی امکان سریع خنک شدن هوای داخلی را بوجود می آورد. نیاز به کوران هنگام عصر و شب، وجود پنجره های باز شود را ضروری می سازد. ولی باید به این نکته توجه داشت که کارایی تهویه با اندازه پنجره ها متناسب نیست، با هماهنگ کردن محل، شکل و نحوه باز شدن پنجره ها می توان اندازه آنها را بقدری کوچک انتخاب کرد که حرارت جذب شده از طریق آنها به حداقل ممکن برسد و در عین حال، امکان تهویه موثر فراهم شود.

مراجع :

- ۱- کسمایی ، مرتضی ، ویرایش محمد احمدی نژاد - اقلیم و معماری - پاییز ۱۳۸۲
- ۲- کسمایی ، مرتضی - پهنه بندی و راهنمایی طراحی اقلیمی ، اقلیم گرم و خشک (سمنان) - پاییز ۱۳۷۹ ، نشریه ۳۲۲ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۳- ریاضی ، جمشید(ترجمه) - اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی - نشریه ۲۱۱ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، تابستان ۱۳۷۴
- ۴- قبادیان ، وحید - بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران - انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۸۲

۵- DETAIL Magazin Serie ۲۰۰۳ . ۳

۶ - Givoni ,B.۱۹۶۹ ; **Man Climate and Architecture**

۷ - Givoni , B, ۱۹۷۶, **Principles of Design and Choice of Material to**

۸ - Olgyay , Victor , ۱۹۶۳ ; **Design With Climate Adapt Building to Climate**

۲nd ed , Applied Science Publishers , Ltd. , London

۹ - www.energysmartschools.gov

۱۰ - www.LEARN.com (Low Energy Architectural Research uNit)

۱۱ - www.schoolsgoingsolar.org