فصل ۳: رطوبت

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

بدنه خارجی:

نفوذ رطوبت به بدنه خارجی دیوار از طریق بارش باران اتفاق می‌افتد . دو عامل فیزیکی باعث جذب رطوبت باران در بدنه خارجی دیوار می‌شود که این دو عامل عبارتند از خاصیت مویینگی و فشار باد .

خاصیت مویینگی :

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

فشار باد :

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

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

بدنه داخلی :

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

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

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

دسته بندی دیوارها بر اساس نفوذ رطوبت :

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

۱. دیوارهای نفوذ پذیر سنگین:

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

۲. دیوارهای دو جداره تو خالی:

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

۳. دیوارهای نفوذ ناپذیر :

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

فصل ۴: تهویه

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

عملکردهای تهویه :

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

۱. تهویه برای سلامت : تهویه برای سلا مت یعنی تامین اکسیژن مورد نیاز برای تنفس و بیرون راندن گازهای زائد ناشی از تنفس یا سوختن سوخت‌ها . این عملکرد اصلی‌ترین عملکرد تهویه است که در هر شرایط و اقلیمی باید وجود داشته باشد .

۲. تهویه برای آسایش انسانی : با توجه به مباحثی که در فصل اول آورده شد می‌دانیم که تهویه می‌تواند از طریق همرفت و برودت تبخیری برای تحمل دماها و رطوبت‌های بالاتر از محدوده آسایش به افراد کمک کند که این عملکرد تهویه را تهویه برای آسایش انسانی می‌نامند . این نوع تهویه معمولا در نقاط گرمسیر و مرطوب کار برد دارد

۳. تهویه برای خنک سازی توده مصالح : در بعضی مناطق از اثر باد بر ساختمان به غیر از کمک به آسایش انسانی برای خنک کردن بدنه ساختمان و از بین بردن حرارت ذخیره شده در ظرفیت حرارتی جداره‌ها نیز استفاده می‌شود که به این عملکرد خنک سازی توده مصالح گفته می‌شود .

معیارهای ارزشیابی تهویه:

برای تعیین مناسب یا نامناسب بودن تهویه در یک فضا باید به موارد زیر توجه کرد :

- عملکرد تهویه : عملکرد تهویه باید متناسب با شرایط محیط و اقلیم مورد نظر باشد مثلا در اقلیم گرم و مرطوب از هر ۳ عملکرد تهویه استفاده می‌شود اما در منطقه سردسیر باید تهویه را تا حد تهویه برای سلامت کاهش داد .
- سرعت جریان هوا : سرعت جریان هوا نیز باید متناسب با شرایط و محیط مورد نظر باشد مثلا برای اقلیم گرم و مرطوب سرعت ۲ متر بر ثانیه و برای اقلیم گرم وخشک سرعت ۱ متر بر ثانیه پیشنهاد می‌شود . اما باید توجه داشت که با توجه به نمودار بیوکلیماتیک در فصل اول سرعت حرکت هوا نباید از ۷۰۰ فوت در دقیقه (۳.۵ متر در ثانیه ۹) بیشتر شود زیرا در این صورت آسایش فیزیکی مختل می گردد.
- زمان تهویه : زما ن مناسب برای تهویه نیز با توجه به اقلیم و شرایط محیطی باید کنترل شود مثلا در اقلیم سرد تهویه باید حتما در طول روز انجام شود و در اقلیم گرم وخشک تهویه باید شبانه انجام پذیرد.

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

مکانیسم تهویه طبیعی :

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

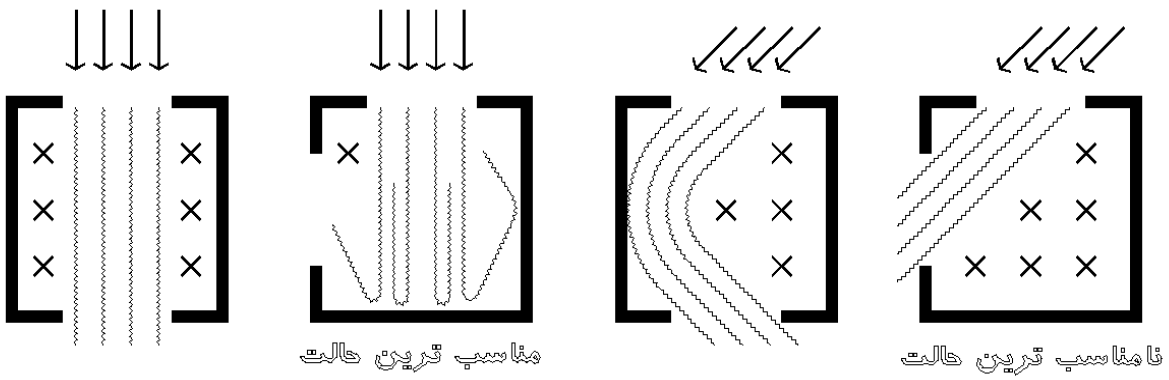
در مورد مکانیسم تهویه طبیعی باید به نکات زیر توجه کرد:

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

عوامل موثر ساختمانی در تهویه

موقعیت پنجره ها در پلان :

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



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

موقعیت عمودی پنجره ها:

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

اندازه پنجره ها:

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

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

تیغه ها و لبه ها و نوع باز شو:

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

تاثیر محوطه اطراف یا باد شکن ها :

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

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

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

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

- در هیچ شرایطی نقطه ای حفاظت شده کامل (بدون باد) نخواهیم داشت
- همواره کمترین میزان جریان هوا و بهترین نقطه ی حفاظت شده ی باد شکن در فاصله ای برابر 5h یا ۵ برابر ارتفاع بادشکن قرار دارد.
- آزمایش نشان می دهد که بادشکنهای طبیعی (ردیف درختان) محدوده وسیع تری را با کارایی کمتر پوشش می دهند و بادشکن های مصنوعی (دیواره ها) محدوده کمتری را با کارایی بیشتر پوشش خواهند داد .
- تیغه باد شکن بهتر است در پلان هم نسبت به جهت وزش باد مایل قرار بگیرد.