

چند سال پیش در اواسط تیر با چند همکار برای دیدن دوستی مشترک به یکی از شهرهای ساحل خزر سفر کردیم. حدود ساعت شش بعد از ظهر به خانه او وارد شدیم و پس از سلام و تعارف معمول هریک جایی از اطاق پذیرایی را جهت استراحت انتخاب و به اصطلاح جا خوش کردیم.

طولی نکشید که صحبت‌های دوستانه گل انداخت و همه چیز به صورت دلخواه درآمد مگر هوای اطاق پذیرایی که بی حرکت و کلافه کننده بود. تا آنجا که بالاخره لب‌ها به شکایت باز شد.

صاحبخانه که خود شاهد عرق ریختن مهمانان از گرما بود، ضمن اظهار تأسف از وضعیت موجود به اطلاع جماعت رسانید که کلیه درب و پنجره‌ها باز است و با وجود این خبری از احساس خنکی نیست.

این اظهارات همه حضار را به شگفتی انداخت، چرا که به ظاهر شرایط لازم برای خنک شدن فراهم بود. از جمله هوای بیرون در سایه، چندان گرم نمی‌نمود. لرزش برگ درختان حضور باد در فضای خارج را گواهی می‌کرد و بالاتر از همه پنجره‌های متعدد اطاق همگی باز بودند.

شگفتی دوستان بحث پیرامون کوران را به درازا کشانید و معلوم شد که طراح خانه خود از

وضعیت اقلیمی محیط با خبر بوده و پنجره‌های متعدد را به امید برقرار کردن کوران تعبیه کرده، ولی در عمل خلاف انتظار او شده است.

این نکته، داغ دل چند تن از حضار را تازه کرد و هرکدام به نوبه خود تجربه‌ای از عدم موفقیت معماری در مسأله خلق کوران را عنوان کردند. و در آخر، می‌رفت که فضای جلسه ذهن حضار را به این نتیجه سوق دهد که دل خوش کردن به کوران طبیعی به منظور دسترسی به آسایش گرمایی عبث است و باید در صدد استفاده از وسایل مکانیکی بود.

ظاهراً نتیجه‌گیری بالا می‌توانست رضایت خاطر غالب حضار را برآورده کند مگر نگارنده را، که هنوز بر این باور است که قصد استفاده از کوران طبیعی قصدی صالح و مناسب مردم این مرز و بوم است و نباید به سادگی کنار گذاشته شود و مشکل جای دیگری است. طراح خانه دوست نیز با نیتی درست قدم به میدان گذاشته ولی متأسفانه دانش طراحی او، وی را برای رسیدن به سرمترل مقصود یاری نداده است. و در نهایت نتیجه کار به جایی رسیده که نیت صالح او نیز به زیر سؤال رفته است. متأسفانه نظیر این واقعه به گرات اتفاق می‌افتد و می‌رود که به معضل مهم فرهنگی حرفه‌ای تبدیل

شود.

برای رهایی از این معضل باید به چند نکته توجه کرد:

اولاً قبول کرد که استفاده از کوران طبیعی در فضای امروزی موضوعی پیچیده‌تر از گذشته‌هاست و فقط تعبیه پنجره‌های متعدد به تقلید از گذشتگان کافی نیست.

ثانیاً به منظور اعتلای دانش ابرودینامیک معماری برای تحقیقات بنیادی و کاربردی سرمایه‌گذاری کرد و نتیجه را در اختیار طراحان قرارداد.

پیمایش نگارنده از تحقیقات ناظر بر کوران و تهیه فضاهای داخل نشان می‌دهد که مجموعه اطلاعات موجود هنوز به غای لازم نرسیده است ولی با آنگاه همین مقدار اطلاعات موجود نیز می‌توان طراحی بهتری انجام داد.

برای این منظور باید گام‌های نخستین جهت جمع‌آوری اطلاعات و پیمایش و تنظیم آنها با دید کاربردی برداشته شود. این مقاله نیز به همین مقصود تهیه و به سه شرط عمده برای کوران طبیعی می‌پردازد. ولی قبل از ورود به مباحث اصلی، آشنایی با چند مفهوم پایه کار خواننده را در درک مطلب آسان‌تر خواهد ساخت.

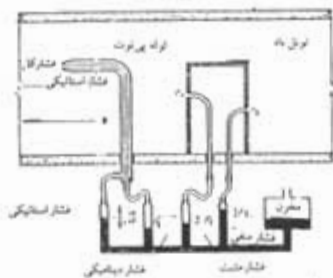
## ۱- مفاهیم پایه :

فشار استاتیکی هوا : هر ملکول از حجم سیال (چه گاز و چه مایع) دارای فشار است. هرگاه جسمی بر سر راه جریان سیال قرارگیرد سطح آن به طور تصادفی با ملکولهای سیال بمباران می شود. در شرایط عادی مقدار ملکولها بسیار زیاد است به طوری که مجموع آنها به ظاهر نیروی ثابتی بر سطح جسم وارد می کنند. تراکم فشار حاصل از بمباران ملکولی را فشار استاتیکی می نامند و با  $P$  نمایش می دهند. در اینجا عبارتست از فشاری که هوا (باروانی و سرعتی معین معادل  $V$ ) بر نقطه ای معین در روی سطح موازی خطوط جریان وارد می کند.

فشار دینامیکی هوا : عبارتست از فشار حاصل از انرژی جنبش واحد حجم هوای متحرک و به  $1/2 \rho V^2$  نمایش داده می شود. که در این جا  $P$  تراکم هوا و  $V$  سرعت متوسط آن است. فشار دینامیکی با  $q$  نمایش داده می شود (در استاندارد انگلیس).

فشار کل : عبارتند از فشار حاصل از توقف کامل جریان سیال بر جسم متوقف کننده جریان و به  $H$  نمایش داده می شود. مقدار فشار کل با فشار استاتیکی و فشار دینامیکی سیال برابر است.

اندازه گیری فشار سیالات توسط لوله استاتیکی پیتوت انجام می شود. تصویر



تصویر ۱

یک دستگاه اصلی پیتوت، رابطه فشار استاتیکی و فشار کل را به نمایش می گذارد. فشار دینامیکی مطابق تعریف از تفاضل فشار کل و استاتیکی به دست خواهد آمد.

$$(H-P) = 1/2 \rho V^2$$

ضریب فشار : معمولاً فشار استاتیکی هوا بر یک جسم را با مقیاس بهره ای (INDEX) نشان داده و آنرا ضریب فشار  $C_p$  گویند.

ضریب فشار به صورت های مختلف آمده است که اهم آنها به قرار زیر است :

(۱) نسبت فشار استاتیکی هوای جاری در اطراف جسم مورد مطالعه بر فشار استاتیکی هوای آزاد ؛

(۲) تفاضل فشار استاتیکی هوای جاری در اطراف جسم مورد مطالعه و فشار استاتیکی جریان هوای آزاد بر فشار دینامیکی جریان هوای آزاد.

$$C_p = (P - P_0) / 1/2 \rho V^2$$

که در اینجا

$C_p$  ضریب فشار استاتیکی هوا در محل

مورد نظر ؛

$P$  فشار استاتیکی هوا در محل مورد نظر -

جایی که سرعت هوا  $V$  است ؛

$P_0$  فشار استاتیکی جریان آزاد هوا - جایی

که سرعت هوا  $V$  است ؛

$\rho$  تراکم هوای آزاد (عملاً برای جریان کندتر

از  $1/15$  سرعت صوت ثابت است) ؛

$V$  سرعت جریان هوای آزاد؛

(۳)  $C_p$  به صورت فرمول زیر نیز نوشته

می شود :

$$C_p = 1 - (M^2)$$

ضریب تخلیه :

نسبت مقدار واقعی تخلیه بر تخلیه تئوریکی

سیال از دهانه گشودگی .

## ۲- شرط اول : وجود عامل تحرک

بر اساس تجربیات علمی هوای درون ساختمان می تواند به دلیل اختلاف دمای درون و بیرون ساختمان (به شرط وجود اختلاف فشار) و یا در اثر باد محیط به جریان افتد که این مقاله به عامل دوم می پردازد. در صورت اخیر نیز کوران فضای داخل می تواند در سه حالت اتفاق افتد (۱) به دلیل انرژی جنبشی باد، (۲) اختلاف فشار استاتیکی باد در روی نمای رو به باد و پشت به باد یک اتاق، (۳) هردو عامل (۱).

بهترین نمونه حالت اول، نمونه ای است که باد از دهانه ای به وسعت عرض یا طول اتاق وارد اطاق شده و از دهانه ای به همان وسعت خارج می شود. (۲)

بهترین نمونه حالت دوم، نمونه ای است که باد با دیوارهای اطافی یا گشودگی مختصر به

زاویه‌های متفاوت حمله باد به نما (زاویه راستای باد نسبت به خط نرمال پنجره) و سرعت جریان هوای داخل (به صورت کسری از سرعت هوای آزاد خارج در ارتفاع بالای پنجره) مورد نظر بوده است. همچنین تغییرات این رابطه به ازای ارتفاع، شکل سقف و هندسه ساختمان اندازه‌گیری شده است.

همانگونه که از مجموعه نمودارها بر می‌آید، در شرایطی که فشار استاتیکی روی پنجره‌های ورود و خروج هوای یک اطاق (Cp1-Cp0) افزایش می‌یابد، سرعت متوسط جریان هوای داخل اطاق نیز بیشتر می‌شود. باید توجه داشت که هر چند در مطالعات مذکور پنجره‌های اطاق مورد مطالعه در مقابل یکدیگر واقع شده‌اند، ولی اختلاف فشار هوای

سمت کوچک شدن میل کرده و معمولاً از ۲۵٪ سطح دیوار خارجی اطاق (نمای اطاق) تجاوز نمی‌کند، باید به شرط دوم توجه بیشتر مبذول و به استناد تحقیقات معتبر امیدوار بود که با افزایش اختلاف فشار باد در روی سطح پنجره‌های ورود و خروج هوای یک اطاق، سرعت جریان هوای داخل اطاق نیز افزایش یابد.

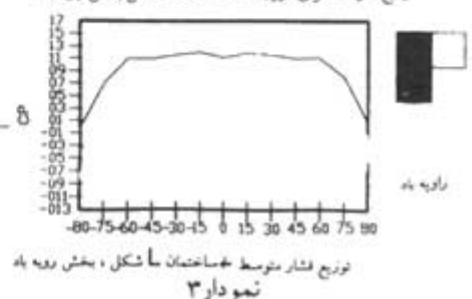
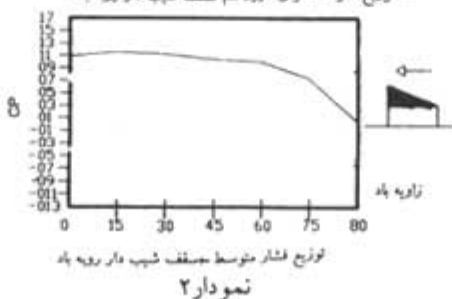
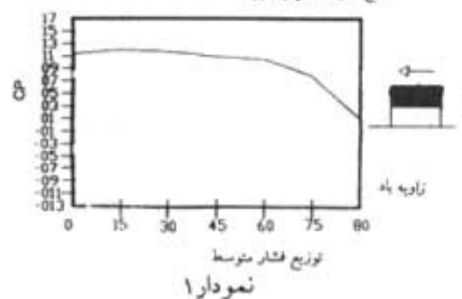
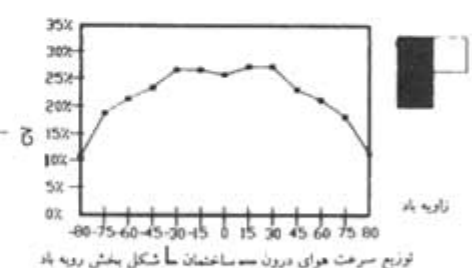
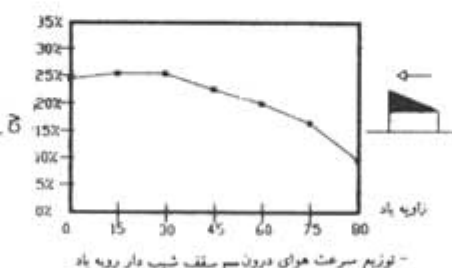
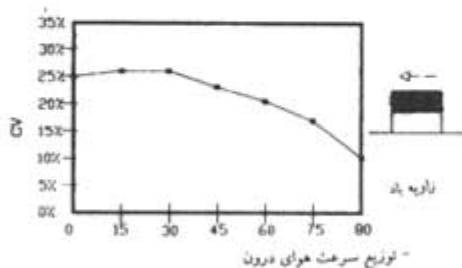
یکی از مراجع معتبر در این زمینه مطالعات مرکز تحقیقات محیطی دانشگاه برکلی است که بخشی از نتایج آن در نمودارهای ۱ تا ۳ آمده است.

در این نمودارها، تغییرات معدل فشار استاتیکی باد به صورت ضریب فشار بر پنجره‌های ورود و خروج هوای اطاق به ازای

اندازه یک شکاف باریک برخورد می‌کند. (۳) بالاخره بهترین نمونه حالت سوم، نمونه‌ای است که گشودگی دیوارهای رو و پشت به باد اطاق بین دو حالت بالا باشد. (۴)

تأثیر هم‌آهنگ دو عامل انرژی جنبشی و فشار استاتیکی باد بر سرعت جریان هوای داخل موضوعی پیچیده و اطلاعات کافی جهت تشخیص چگونگی و مقدار این تأثیر به تفکیک در دست نیست. ولی غالب محققین بر این باورند که اگر سطح پنجره در یک نما برابر ۲۵٪ سطح کل همان نما یا کمتر باشد فشار استاتیکی می‌تواند به عنوان عامل مؤثر در حرکت هوای داخل مورد مطالعه قرارگیرد. (۵)

از آنجا که در معماری چند دهه اخیر سطح پنجره اطاق‌ها در ساختمان‌های مسکونی به



مجاور آن دو پنجره عامل اصلی تحرک هوا بوده است. لذا اگر فشار استاتیکی اطراف پنجره‌های متعدد یکسان باشد کوران هوا برقرار نخواهد شد. برعکس هرگاه تنها پنجره‌ی یک اتاق به گونه‌ای طراحی شود که از برخورد باد بر سطح آن اختلاف فشار محسوس در سطح آن به وجود آید هوای داخل اتاق به جریان خواهد افتاد. (۶) افزایش اختلاف فشار همانگونه که از نمودارها بر می آید بستگی به حجم کلی ساختمان، موقعیت پنجره‌ها در آن و جهت ساختمان نسبت به باد دارد.

۳- شرط دوم : سرعت مناسب

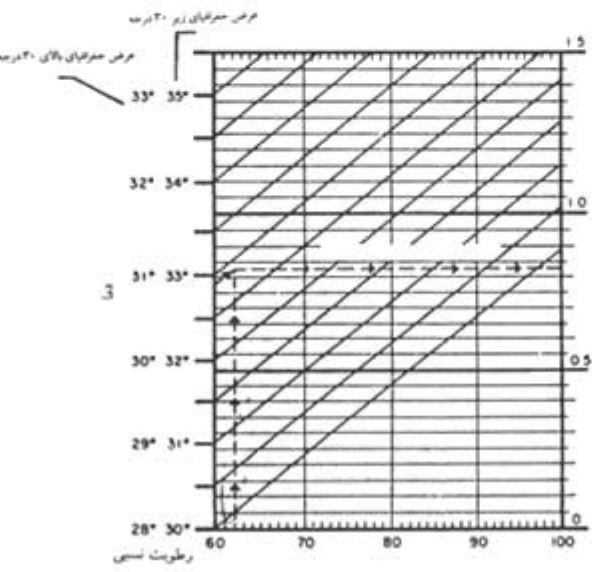
شرط دوم به موضوع سرعت هوا می‌پردازد و

خود شامل دو بخش می‌شود :

- (۱) محاسبه سرعت مناسب آسایش با توجه به دما و رطوبت نسبی موجود در محیط،
- (۲) تخمین سرعت هوای داخل ساختمان و مقایسه آن با سرعت مناسب.

الف : محاسبه سرعت مناسب :

محاسبه سرعت مناسب به کمک اغلب معیارهای آسایش ممکن است. ولی از میان آنها استفاده از معیار آسایش مک فرلین که سرعت جریان مناسب داخل ساختمان مهندسی (با ایزولاسیون گرمایی مناسب و سایبان کافی برای حفاظت دیوارها و پنجره‌ها از تابش مستقیم خورشید) را به ازای دما و رطوبت نسبی هوای بیرون مشخص می‌کند سهل و



تصویر ۲. حداقل جریان هوای لازم برای احساس راحتی

سریع است.

تصویر دو نمودار آسایش مک فرلین را برای مناطق بالا و پایین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه نشان می‌دهد. برای مثال در مکانی با عرض جغرافیایی پایین ۳۰° در شرایطی که دمای هوا ۳۲/۹ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی آن معادل ۶۲٪ باشد سرعت هوایی معادل ۰/۸۳ متر در ثانیه برای احساس راحتی ضروری است.

ب - تخمین سرعت هوای موجود در داخل ساختمان :

غالباً سرعت هوای داخل ساختمان نسبت به هوای بیرون اقل قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. لذا اقل سرعت باد غالب محیط هنگام ورود به فضای داخل را باید محاسبه و نتیجه را

همان نقطه، و  $V_{10}$  سرعت متوسط باد در ارتفاع ده متری است.

که در این جا  $V_z$  سرعت متوسط هوا در نقطه مورد نظر،  $C_v$  ضریب افت سرعت باد برای

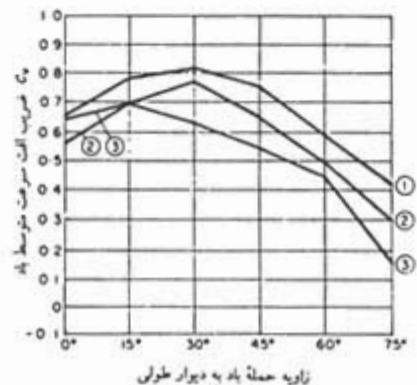
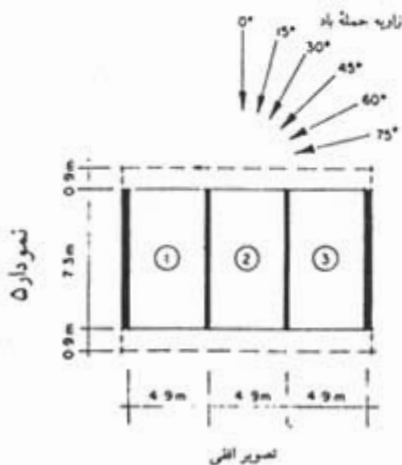
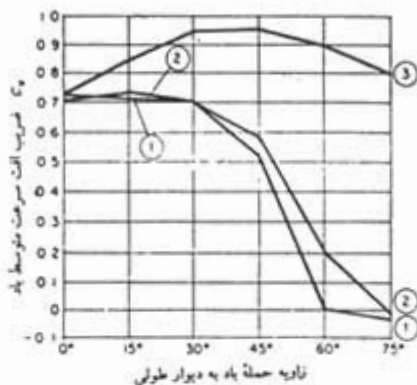
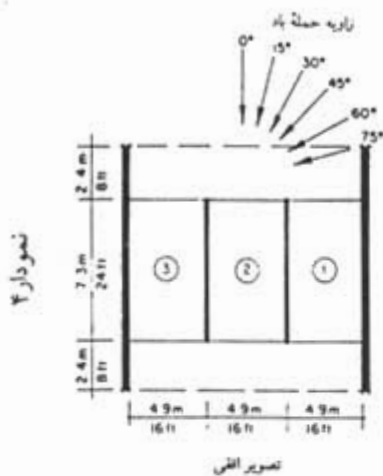
با حاصل مرحله قبل مطابقت داد.

برای تعیین سرعت افت کرده باد در داخل ساختمان می‌توان از تونل باد استفاده کرد. در این صورت باید مدلی از ساختمان با جزییات مناسب تهیه و آن را در معرض جریانی مشابه باد آزاد منطقه گذاشت و سرعت عبور هوا از پنجره‌های ورود خروج هوای اطاق و یا هر مکان دیگر در داخل مدل را اندازه گرفت. این روش ضمن ساده‌گی خالی از اشکال نیست. از جمله در جایی که تونل باد در دسترس نباشد اندازه‌گیری نیز عملی نخواهد شد. برای رفع این اشکال مدل‌هایی ساده به عنوان الگوی «جنریک» ساخته و افت سرعت باد برای آنها مطالعه شده است. بدین منظور که، در شرایطی که شباهتی کلی بین ساختمان در دست طراحی و الگوی جنریک وجود داشته باشد بتوان، سرعت جریان هوای داخل ساختمان را قیاساً تخمین زد.

نمودارهای ۴، ۵ افت سرعت باد در جبهه‌های رو و پشت به باد الگوی جنریک دو ساختمان پست و بلند با پیشانی و پیش‌آمدگی‌های متفاوت در دو کنار ساختمان، به ازای شش راستای متفاوت وزش باد (زاویه حمله باد) را نشان می‌دهد.

در این نمودارها سرعت جریان هوا در محل مورد نظر به صورت کسری از سرعت باد آزاد محیط در ارتفاع ده متری و برای شرایط محیطی مشابه حومه شهرهای بزرگ، بافت مسکونی شهرهای کوچک، و یا محیط کاملاً سبز و درختکاری شده (گرادیان ۴۰۰ متری و  $\alpha$  معادل  $0.28$ ) منظور شده است. با در دست داشتن این دو دیگرام سرعت جریان هوا در محل مورد نظر را می‌توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$V_z = C_v V_{10}$$



شایان ذکر است که نمودارهای ۴ و ۵ مربوط به نماهای کاملاً گشوده است. لذا در صورتی که میزان گشودگی کمتر از ۰/۲۵ سطح نمای اطاق باشد می توان از همان نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ استفاده کرد.

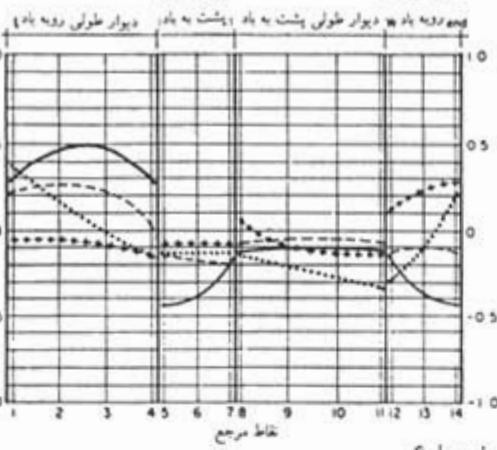
دسته دیگر از این نوع مطالعات با استفاده از مفهوم افت فشار باد، سرعت آن را مورد بررسی قرار می دهد. در این مطالعات با گذاشتن الگوی جنریک در تونل باد افت فشار استاتیکی هوا در سطح پنجره های ورود و خروج هوا نسبت به فشار دینامیکی باد آزاد منطقه در همان ارتفاع اندازه گیری می شود.

نمودارهای ۶ و ۷ افت فشار یا ضریب فشار را در نقاط مختلف نمای رو به باد و پشت به باد دو نوع ساختمان کوتاه و بلند (سایر شرایط مساوی) به ازای راستای مختلف باد (زاویه حمله متفاوت) نسبت به فشار دینامیکی باد در ارتفاع ده متری و شرایطی مشابه دسته قبل (گرادیان ۳۰۰ متری و ۰/۲۸ =) نشان می دهد. با در اختیار داشتن این نمودارها و سرعت باد آزاد محیط می توان سرعت باد در نزدیکی دهانه های ورود و خروج هوا در یک اطاق را از فرمول زیر محاسبه کرد.

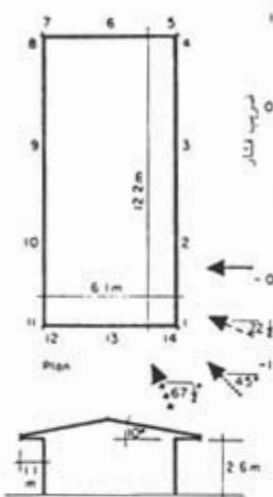
$$V_0 = C_d (C_{p1} - C_{p2}) V_z'^{1/2}$$

که در این فرمول  $V_0$  سرعت متوسط باد در دهانه پنجره مورد مطالعه و  $V_z'$  سرعت باد آزاد محیط در ارتفاع  $z$  (معمولاً ده متری)  $C_d$  ضریب تخلیه هوای همان پنجره است و  $C_{p1}$  و  $C_{p2}$  ضریب فشار هوا در دهانه های ورود و خروج هوای اطاق هستند. مقدار  $C_d$  را از جدول ۱ و  $C_{p1}$  و  $C_{p2}$  را از نمودارهای ۶ و ۷ می توان استخراج کرد. با در دست داشتن سرعت هوای جاری در دهانه پنجره محاسبه جریان

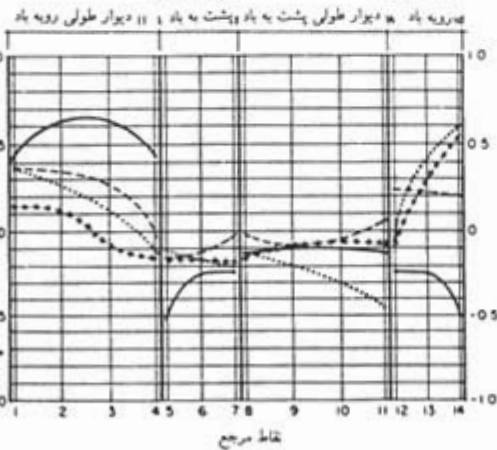
دیوار عرضی دیوار عرضی



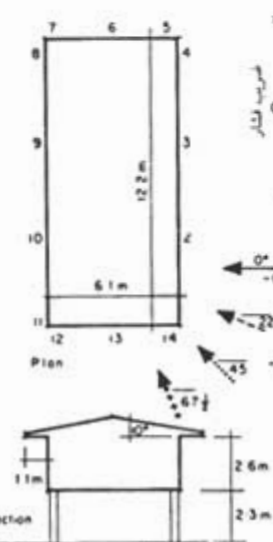
نمودار ۶



دیوار عرضی دیوار عرضی



نمودار ۷

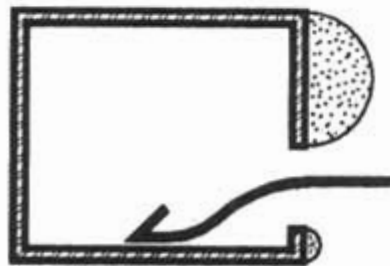


تسویح فشار

حالت حدود و محل نشستن مانند حالت قبل مشخص نیست و بهتر است که جریان هوای محسوس در ارتفاع چند سانتیمتری همه جای کف اتاق احساس شود. در هر دو حالت، تشخیص راستای جریان هوا در داخل فضا مهم بوده و برای این منظور توجه به نکات زیر به طراحی کمک خواهد کرد.

(۱) باد در امتداد راستای خود از پنجره رو به باد وارد اتاق شده و از پنجره پشت به باد خارج می‌شود.

(۲) دیوارهای رو به باد اطراف پنجره در این امتداد اثر می‌گذرانند. توضیح اینکه در اثر وزش باد حوزه‌های فشار کوچک در جلوی دیوارهای اطراف پنجره رو باد تشکیل خواهد شد. در صورتی که دیوارهای اطراف پنجره نسبت به آن قرینه نباشد، حوزه‌های فشار جلوی دیوارها نیز نامتقارن شده و هوا متمایل به حوزه فشار ضعیفتر وارد اتاق خواهد شد، تصویر سه (۷).



تصویر ۳

(۳) ملحقات پنجره از جمله سایبان‌ها یا برآمدگی‌های قاب پنجره در شکل منطقه فشار و در نتیجه نحوه ورود هوا به اتاق اثر می‌گذارد. (۴) خط اتصال پنجره ورود و خروج هوا نسبت

#### ۴- شرط سوم: حضور جریان هوا در عرصه رفتاری

منظور از عرصه رفتاری بخشی از فضای معماری است که در مسیر زندگی روزانه توسط انسان‌ها اشغال می‌شود. طراحی عرصه رفتاری برای معمار آشنا با فرهنگ جامعه خویش به ظاهر مشکل نیست. مکان و چگونگی استفاده از این عرصه، در چهارچوب فرهنگ‌ها مشخص شده است.

برای مثال، گروهی از جامعه ما در فضای زندگی و پذیرایی از میز و صندلی استفاده می‌کنند. شکل کلی آرایش میز و صندلی معمولاً معلوم، و محدوده نیاز به کوزان مشخص است. در این حالت باید جریان محسوس هوا در ارتفاع نزدیک به یک متری زمین احساس شود (به شرط نیاز). گروهی دیگر، از کف مفروش اتاق برای نشستن و پذیرایی استفاده می‌کنند. در این

حجمی هوای عبور کرده از پنجره طبق فرمول زیر میسر خواهد شد:

$$Q = C_d A (C_{p1} - C_{p2}) v_z^2)^{1/2}$$

فرمول اخیر از لحاظ طراحی کوزان فضاهای داخلی بسیار مفید بوده و به کمک آن می‌توان سرعت متوسط جریان هوا در بسیاری از مکان‌های داخلی مرتبط به آن پنجره را تخمین زد.

برای این منظور باید مقدار جریان حجمی هوای عبور کرده از پنجره مکان مورد مطالعه را بر دهانه همان مکان (سطح مقطع مکان مورد مطالعه در برش عمود بر راستای باد) تقسیم کرد. برای تعمق بیشتر در شرط دوم به مثال عددی بخش ضمیمه مقاله رجوع شود. ضمناً بررسی اجزائی در مفهوم ضریب تخلیه و محتوای جدول (۱) نشان می‌دهد که وسعت دهانه‌های ورود و خروج هوا و نسبت آنها به هم در سرعت هوای داخل ساختمان تأثیر می‌گذارد.

جدول ۱- ضریب تخلیه برای پنجره مفرد و با گشودگی دیوارهای درونی

ملاحظات	ضریب تخلیه به ازای باد عمود بر سطح گشودگی
پنجره کوچک در دیوار سارک کوچکتر از ده درصد سطح دیوار واقع در وسط آن	۰/۵۰-۰/۶۵
وسعت پنجره بین ده تا بیست درصد دیوار واقع در به میان دیوار با تناسبی مشابه فضای مرتبط به آن	۰/۶۵-۰/۷۰
در پنجره بین ده تا بیست درصد دیوار واقع در کنار اتاق پنجره به وسعت فضای مرتبط به آن	۰/۷۰-۰/۸۰
	۰/۸۰-۰/۹۰

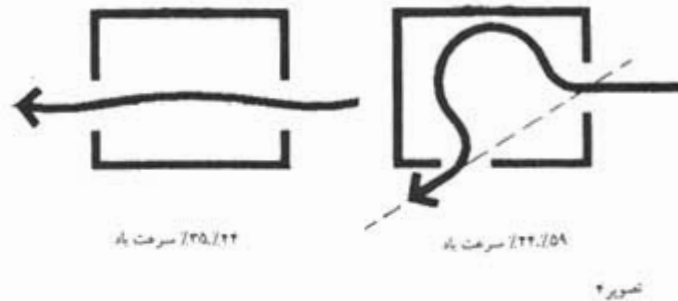
$A_0/A_1$	$C_d$	ضریب تخلیه برای پنجره خروج هوا
صفر	۰/۶۲	
۰/۲	۰/۶۴	
۰/۴	۰/۶۷	
۰/۶	۰/۷۱	
۰/۸	۰/۸۱	
۱/۰	۱/۰	





به راستای وزش باد، در وضعیت جریان هوای داخل اتاق اثر می‌گذارد. تجربه نشان داده است که اگر امتداد راستای وزش باد و خط اتصال پنجره‌های ورود و خروج هوا بر هم منطبق نباشد، جریان محسوس هوا در سطح وسیعتری

از اطاق توزیع شده و معدل سرعت هوا نسبت به وضعیتی که دو امتداد بر هم منطبق است بیشتر خواهد شد. تصویر (۴) معدل سرعت هوا در دو وضعیت مذکور برای دو اطاق مشابه را نشان می‌دهد.



تصویر ۴

### ۵- جمع‌بندی

در مقاله بالا به منظور برقرار کردن کوران هوا در داخل فضا به سه شرط عمده به شرح زیر اشاره شد:

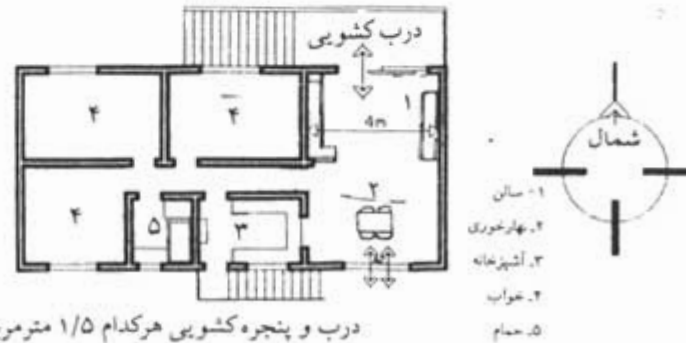
- ۱) وجود عامل تحرک هوا؛
- ۲) تناسب سرعت جریان هوای داخل با دما و رطوبت نسبی محیط؛
- ۳) حضور جریان هوا در مکان مناسب و مورد لزوم.

شرط اول و دوم توجه به سطح پنجره، جهت آن نسبت به باد و هندسه کلی ساختمان را مطرح می‌کنند، و شرط سوم به طراحی نمای ساختمان و جزئیات پنجره و معماری اطراف آن توجه می‌دهد. در خاتمه یادآوری دو نکته ضروری است:

نخست این که با استفاده از اصول بالا در طراحی حجم و نمای ساختمان می‌توان جریان محسوس هوا را به هر نقطه مورد نظر در داخل ساختمان هدایت کرد؛  
دوم این که مسأله طراحی یک بعدی نیست. لذا هر تصمیم‌گیری در مورد حجم و نما نه تنها از لحاظ اقلیمی بلکه از لحاظ زیباشناسی، سازه‌ای و عملکردی .... نیز باید معقول و قابل قبول باشد.

### ۶- ضمیمه، مثال عددی:

تصویر پنج نقشه یک خانه در روی پیلوتی در منطقه‌ای به عرض جغرافیایی  $33^{\circ}$  را نشان می‌دهد. آیا ساعت ۳ بعدازظهر تیرماه دسترسی به آسایش در نزدیکی پنجره‌های سالن خانه به دلیل کوران میسر است؟  
این مسأله خود به اجزاء کوچکتری تقسیم



درب و پنجره کشویی هرکدام ۱/۵ مترمربع

تصویر ۵- نقشه خانه‌ای در منطقه‌ای بعرض جغرافیایی  $33^{\circ}$  واقع در روی پیلوتی

توضیح	ابعاد	سطح خالص
۱. درب کشویی در دیوار شمالی ساختمان	۲x۱	۲ متر مربع
۲. دو درب کشویی در دیوار جنوبی ساختمان	۱x۰/۵	۱ متر مربع
۳. مقطع عرضی سالن	۲x۳	۱۲ متر مربع

جدول ۲

در صورتی که نتیجه عملیات برابر سرعت باد مناسب برای آسایش (۰/۸۳ متر در ثانیه) باشد و یا از آن تجاوز کند تواتر باد مورد مطالعه و بادهای سریعتر با هم جمع شده و درصد باد مطلوب را نشان خواهد داد. روش مذکور برای محاسبه افت سرعت باد شمال شرقی (۴۵°) ذیلاً آمده و نتیجه محاسبه برای جهت‌های دیگر باد در جدول ۴ ارائه شده است.

جز جهت ۲۲/۵° با جهت بادهای منطقه مورد مطالعه یکی است. در مورد اخیر نیز زاویه ۲۲/۵° مدل جنتریک را می‌توان هم‌تای ۳۰° منظور کرد. سپس با استفاده از فرمول تخلیه جریان هوا، هوای عبور کرده از داخل پنجره‌های سالن را برای دسته‌های مختلف باد محاسبه و از تقسیم آن بر سطح باز دهانه‌های ورود و خروج هوا سرعت متوسط هوای عبور کرده از آنها را به دست آورد.

جهت	سرعت باد					جمع
	۰/۵-۱/۵	۲/۰-۳/۰	۳/۵-۵/۰	۵/۷-۸/۲	۸/۷-۱۰/۸	
	۱/۰/۶					۱/۰/۶
NNE	۱/۰/۶	۱/۲/۶	۱/۱/۹	۱/۳/۲	-	۱/۸/۲
NE	۱/۱/۳	۱/۲/۵	۱/۱/۲	۱/۱/۲	-	۱/۲/۵
ENE	-	۱/۰/۶	۱/۱/۷	۱/۷/۸	-	۱/۲/۱
E	-	۱/۰/۶	۱/۳/۲	۱/۳/۹	۱/۱/۹	۱/۹/۷
ESE	-	-	۱/۰/۶	۱/۱/۹	۱/۱/۳	۱/۳/۹
SE	-	۱/۰/۶	۱/۱/۹	-	-	۱/۲/۶
SW	-	۱/۰/۶	-	-	-	۱/۰/۶
NW	-	-	۱/۱/۳	-	-	۱/۱/۳
NNW	-	۱/۱/۳	۱/۱/۹	۱/۰/۶	-	۱/۳/۹
N	۱/۰/۶	۱/۳/۹	۱/۸/۲	۱/۲/۶	۱/۰/۶	۱/۶/۲

جدول ۳ - تواتر بادهای منطقه مورد نظر در ساعت ۳ بعدازظهر تیرماه

می‌شود که می‌توانند در قالب سئوالات زیر مطرح شوند:

- ۱- سرعت هوای لازم برای آسایش در شرایط اقلیمی موجود چیست؟
- ۲- آیا سرعت هوای داخل سالن در نزدیکی پنجره‌ها می‌تواند احساس آسایش را برانگیزد؟
- ۳- جریان هوای داخل می‌تواند عرصه رفتاری را خنک کند؟

پاسخ به جزء نخست

معدل دمای هوا در ساعت مورد نظر را که ۳۰/۹° و رطوبت نسبی محیط در همان ساعت را که ۶۲٪ مفروض شده است در معیار مک‌فرلین وارد کرده و سرعت باد مورد نیاز برای آسایش از آن معیار استخراج می‌گردد. مقدار آن ۰/۸۳ متر در ثانیه است.

پاسخ به جزء دوم

برای پاسخ باید به اطلاعات ساختمانی در مورد پنجره‌های ورود و خروج هوا و همچنین ابعاد اتاق مورد نظر توجه کرد که اهم این اطلاعات در جدول ۲ آمده است. علاوه بر آن اطلاعات اقلیمی حاوی تواترجهت و سرعت باد منطقه مورد مطالعه در ساعت ۳ بعدازظهر تیرماه ضروری است. این اطلاعات در جدول ۳ آمده است.

برای تعیین افت سرعت باد آزاد محیط در دهانه‌های پنجره‌های ورود و خروج هوا و مقایسه آن با سرعت ۰/۸۳ متر در ثانیه، از مدل جنتریک توزیع فشار باد در روی نمای ساختمان استفاده خواهد شد. این مدل برای جهات مختلف باد مطالعه شده که تمام آنها به

حداقل باد غالب (NE) آغاز کرد. نتیجه نشان می دهد که گروه بادهای ۲ تا ۳ متر در ثانیه سرعت مورد نظر را تأمین نکرده و گروه ۵-۳/۶ و بالاتر منظور را برآورده خواهند کرد. جزییات محاسبه برای این گروه به شرح زیر است:

$$Q = \left[ \frac{(C_{p1} - C_{p2}) V^2}{\frac{1}{C_{d1} \times A_1} + \frac{1}{C_{d2} \times A_2}} \right]^{1/2}$$

$$Q = \left[ \frac{\{0.73 - (-0.12)\} 2.7^2}{\frac{1}{0.75 \times 1.4} + \frac{1}{0.63 \times 1}} \right]^{1/2}$$

Q = ۱/۶۰ متر مکعب در ثانیه

سرعت متوسط جریان هوا از پنجره ورود عبارت است از:

$$\frac{Q}{A_1 \cos} = \frac{1/60}{1/4} = 1/14 \text{ متر در ثانیه}$$

از آنجا که  $1/14 > 0.83$  می باشد.

لذا سرعت هوا در نزدیکی پنجره ورودی های سالن می تواند احساس آسایش برانگیزد.

سرعت متوسط جریان هوا در نزدیکی پنجره خروج هوا عبارتست از:

$$\frac{Q}{A_2} = \frac{1/60}{1} = 1/60 \text{ متر در ثانیه}$$

از آنجا که  $1/60 > 0.83$  می باشد لذا سرعت هوا در نزدیکی پنجره خروج هوای سالن نیز احساس آسایش را میسر می سازد.

به این ترتیب به ازای کلیه مواقعی که سرعت

جهت باد	زاویه حمله باد	C <sub>p1</sub>	C <sub>p2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> cos θ	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> cos θ	C <sub>d1</sub>	C <sub>d2</sub>	حداقلین گروه بادهای مورد استفاده	درصد وقوع آسایش
NNE	۲۲/۵	-۰/۳۶	۰	۲	۱/۸	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۵/۷	۳/۲
NE	۲۵	-۰/۳۰	-۰/۳۸	۲	۱/۴	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۳/۶	۲/۶
ENE	۴۷/۵	-۰/۱۲	-۰/۰۷	۲	۰/۷۷	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۵/۷	۷/۸
ESE	۴۷/۵	-۰/۰۷	۰/۱۲	۲	-	۱	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۷۰	۱۲/۴	-
SE	۲۵	-۰/۳۸	۰/۳۰	۲	-	۱	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۷۰	۵/۷	-
SW	۲۵	-۰/۱۶	۰	۲	-	۱	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۷۰	۱۱/۳	-
NW	۲۵	۰/۰	-۰/۱۶	۲	۱/۴	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۵/۷	-
NNW	۲۲/۵	۰/۱۶	-۰/۰۷	۲	۲	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۵/۷	۰/۶
N	۰	۰/۵۵	-۰/۱۲	۲	۲/۰	۱	-	۰/۷۵	-۰/۶۳	۳/۶	۱۱/۶
←											۲۹/۸

جدول ۴ - درصد وقوع آسایش در مکان مورد مطالعه

جزئیات محاسبه

جزئیات افت فشار در دهانه پنجره ها برای بادهای ۴۵° طبق مدل جنریک به قرار زیر است:

- ضریب افت فشار برای پنجره رو به باد مکان مورد مطالعه استخراج شده از نمودار ۷ برابر است با  $0.33 +$

- ضریب افت فشار برای پنجره پشت به باد همان مکان استخراج شده از نمودار ۷ برابر است با  $0.38 -$

- دهانه رو به باد پنجره ورود هوا با احتساب انحراف پنجره نسبت به راستای باد:

سطح دهانه آزاد = کسینوس ۴۵° × سطح پنجره مترمربع

$$2 \times 0.707 = 1/4$$

- ضریب تخلیه هوا برای دهانه پنجره ورود هوا با در نظر گرفتن موقعیت درب سالن نسبت به فضای سالن استخراج شده از جدول یک برابر است با  $0.75 +$

- ضریب تخلیه هوا برای دهانه پنجره خروج هوا با در نظر گرفتن وضعیت پنجره و سالن:

سطح مقطع اتاق  $\frac{1}{3}$  سطح آزاد پنجره خروج

$$2 \times 0.5 = 1.2 = 0.8$$

چون مقدار حاصل در حدود صفر است لذا ضریب تخلیه استخراج شده از جدول یک برابر است با  $0.63 +$ ،

با در دست داشتن مقادیر بالا می توان محاسبه جریان حجمی هوا را به ازای سرعت

- 1- S.MURAKAMI, ET AL. 1991  
 2- D.R. ERNEST ET AL. 1992  
 3- همان  
 4- همان  
 5- VICKERY B.J., &  
 KARAKATSANIS, C. 1987  
 6- GIVONI, B. 1969  
 7- KOENIGSBERGER, ET AL. 1975

## حاشیه :

باشد که در تصویر آمده است باید احتمال داد که مکان میل های سمت چپ سالن به دلیل عدم دریافت کوران مناسب برای خنک شدن مناسب نباشند.

وضعیت محدوده A به ازای بادهای ENE, NE, NNE آندکی بهتر و به ازای باد NNW بدتر خواهد شد. در مقابل وضعیت هوا در پای دیوار شرقی به ازای دسته اول بدتر و به ازای NNW بهتر خواهد شد.

## نتیجه

با توجه به کلیه بررسی های انجام شده می توان چنین نتیجه گیری کرد که نوار مجاور دیوار شرقی سالن مکان مناسبتری نسبت به سایر نقاط آن برای استفاده از کوران هوا و احساس آسایش است.

## منابع :

- 1- AYNLEY, R.M., MELBOURNE, W. & VICKERY, B.J.  
 ARCHITECTURAL AERODYNAMICS.  
 APPLIED SCIENCE PUBLISHERS,  
 LONDON, 1977  
 2- ERNEST, D.R., BAUMAN, F.S., ARENS, E.A.  
 THE EFFECTS OF EXTERNAL WIND PRESSURE  
 DISTRIBUTIONS ON WIND-INDUCED AIR MOTION  
 INSIDE BUILDINGS.  
 IN JOURNAL OF WIND ENGINEERING & INDUSTRIAL  
 AERODYNAMICS, PP.41-44, 1992.  
 3- HOUGHTON, E.L., CARRUTHERS, N.B.,  
 WIND FORCES ON BUILDING & STRUCTURES, AN  
 INTRODUCTION.  
 EDWARD ARNOLD,  
 LONDON, 1976.  
 4- GIVONI, B.  
 MAN, CLIMATE & ARCHITECTURE.  
 ELSEVIER PUBLISHING COMPANY,  
 NEW-YORK,  
 1967.

- 5- KOENIGSBERGER, INGERSOLL, MAYHEW, SZOKOL AY,  
 MANUAL OF TROPICAL HOUSING & BUILDING.  
 ORIENT LONGMAN,  
 NEW DELHI,  
 1975.  
 6- MURAKAMI, S., KATO, S., AKABAYASHI, S., MIZUTANI, K.,  
 & KIM Y.D. 1991.  
 \*WIND TUNNEL TEST ON VELOCITY-PRESSURE  
 FIELD OF CROSS-VENTILATION WITH OPEN  
 WINDOWS.\*  
 ASHRAE TRANSACTIONS, VOL 97, PART1.  
 7- VIKERY, B.J. & KARAKATSANIS C. 1987.  
 \*EXTERNAL WIND PRESSURE DISTRIBUTIONS &  
 INDUCED INTERNAL VENTILATION FLOW IN LOW-RISE  
 INDUSTRIAL & DOMESTIC STRUCTURES\*.  
 ASHRAE TRANSACTIONS, VOL 93, PART 2  
 PP.2199-221

هوا از ۳/۶ متر در ثانیه تجاوز می کند، کوران هوا در نزدیکی پنجره ها مناسب خواهد شد. این امر دو گروه بادهای ۵-۳/۶ و ۸/۲-۵/۷ متر در ثانیه را مطرح می سازد که تواتر مجموع آنها طبق جدول ۲۶/۶٪ = ۱۲/۳ + ۱۴/۳ خواهد شد. اگر محاسبات بالا برای سایر جهت ها تکرار شود (جدول ۴) ملاحظه خواهد شد که در ساعت ۳ بعد از ظهر تیرماه ۵۰٪ مواقع کوران هوا احساس آسایش را تأمین خواهد کرد.

پاسخ به جزء سوم :

برای پاسخ به جزء سوم طی مراحل زیر ضروری است :

۱) تعیین وسعت حوزه های فشار اطراف پنجره رو به باد ساختمان برای تشخیص جهت انحراف جریان هوای داخل اطاق نسبت به جهت باد آزاد منطقه،

۲) بررسی موقعیت مبلمان اطاق نسبت به جهت جریان هوای داخل،

در مورد نخست همانگونه که تصویر ۵ نشان می دهد حوزه فشار سمت چپ پنجره سالن بزرگتر از سمت راست آن است. لذا باد هنگام ورود به داخل پنجره به سمت راست متمایل خواهد شد.

در مورد دوم کلیه بادهایی که در جدول ۴ به عنوان باد مورد استفاده قلمداد شده اند مورد بررسی قرار خواهند گرفت. این بادهای ENE, NE, NNE, N عیارند از بادهای NNW که می توان تحلیل را از باد شمال آغاز کرد.

باد شمال متمایل به راست وارد پنجره شده، لذا احتمال آن می رود که سرعت هوا در محدوده A تصویر ۵ از میزان لازم کمتر شده و تا حد رکود تنزل نماید. لذا اگر مبلمان به گونه ای