



تحلیل پارامترهای طراحی آتریوم (با تأکید بر تشابهات عملکردی با حیاط

مرکزی فلات مرکزی ایران)، مطالعه موردی: خانه‌های سنتی یزد

مهرانگیز پیریایی^۱، سید مجید مفیدی شمیرانی^۲ ID، ژاله صابر نژاد^۳ ID

^۱ دانشجوی دکتری گروه معماری واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران. piriyaei.arch@gmail.com

^۲ (نویسنده مسئول) دکتری تخصصی، استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. s_m_mofidi@iust.ac.ir

^۳ دکتری تخصصی، استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. jsabernejad@yahoo.com

چکیده

علی‌رغم نقش مهم تهویه هوای طبیعی بر آتریوم، شرایط گرمایی درونی و کاهش بار استفاده از انرژی به مانند سیستم حیاط مرکزی، نقاط ضعفی که چگونه پارامترهای طراحی مختلف بر شرایط گرمایی تأثیر می‌گذارد، پیچیدگی طراحی تهویه هوا طبیعی آتریوم که نیز شباهت ساختاری زیادی با حیاط مرکزی اقلیم گرم‌وخشک ایران دارد، نمی‌توان به تنهایی به طراحی شبیه‌سازی آن اکتفا نمود. در چند سال گذشته، محققان روش‌های مختلفی از قبیل ارائه نمونه مدل، تحقیقات و محاسبات پیکره‌بندی را مطرح کردند تا عملکردهای گرمایی و تهویه هوای آتریوم را شناسایی کنند. با این حال، تنوع در ارائه مدل‌سازی، در نظر گرفتن همه پارامترهای مشترک موجود در طراحی آتریوم دست‌یابی به نتیجه مطلوب را مشکل می‌سازد. این پژوهش به روش کمی و کیفی و با تکیه بر داده‌های کتابخانه‌ای انجام شده است. با مروری کوتاه بر مطالعات صورت گرفته قبلی، در مورد نقش تهویه هوای طبیعی در ساختمان‌های آتریوم در آب‌وهوای مختلف، پارامترهای طراحی مؤثر و کاربرد آن‌ها برای ارتقا عملکرد گرمایی و کاهش مصرف انرژی را فراهم می‌کند. این پارامترها شامل پیکره‌بندی آتریوم‌های مختلف و اجزای مختلف آن از قبیل هندسه، ویژگی‌های دهانه، سقف، مصالح و داخل آن می‌باشد. اندازه درزهای بیرونی تأثیرگذارترین پارامتری است که بر شرایط گرمایی درونی و عملکردهای تهویه هوای آتریوم و در نتیجه کاهش بار مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد.

اهداف پژوهش:

۱. بررسی حیاط مرکزی در معماری موجود در فلات مرکزی ایران.

۲. بررسی نقش آتریوم در تهویه هوای طبیعی و تشابه برخی عملکرد و اجزای آن با حیاط مرکزی.

سؤالات پژوهش:

۱. حیاط مرکزی چه نقشی در تهویه هوای درونی ساختمان داشته است و عملکرد آن به چه صورت بوده است؟

۲. در کارکرد بهینه تهویه ساختمان، چه پارامترهایی در طراحی آتریوم می‌تواند تأثیرگذار باشد؟

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شمار ۴۵

دوره ۱۹

صفحه ۸۰ الی ۹۵

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۲۹

تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰

تاریخ صدور پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱

کلمات کلیدی

آتریوم، حیاط مرکزی، تهویه هوای طبیعی، پارامتر طراحی، خنک‌سازی.

ارجاع به این مقاله

پیریایی، مهرانگیز، مفیدی شمیرانی، سید مجید، صابر نژاد، ژاله. (۱۴۰۱). تحلیل پارامترهای طراحی آتریوم (با تأکید بر تشابهات عملکردی با حیاط مرکزی فلات مرکزی ایران)، مطالعه موردی خانه‌های سنتی یزد. مطالعات هنر اسلامی، ۱۹ (۴۵)، ۸۰-۹۵.



[dori.net/dor/20.1001.1.1735708.1401.19.45.25.9](http://dx.doi.org/10.22034/IAS.2021.311415.1777)



dx.doi.org/10.22034/IAS.2021.311415.1777

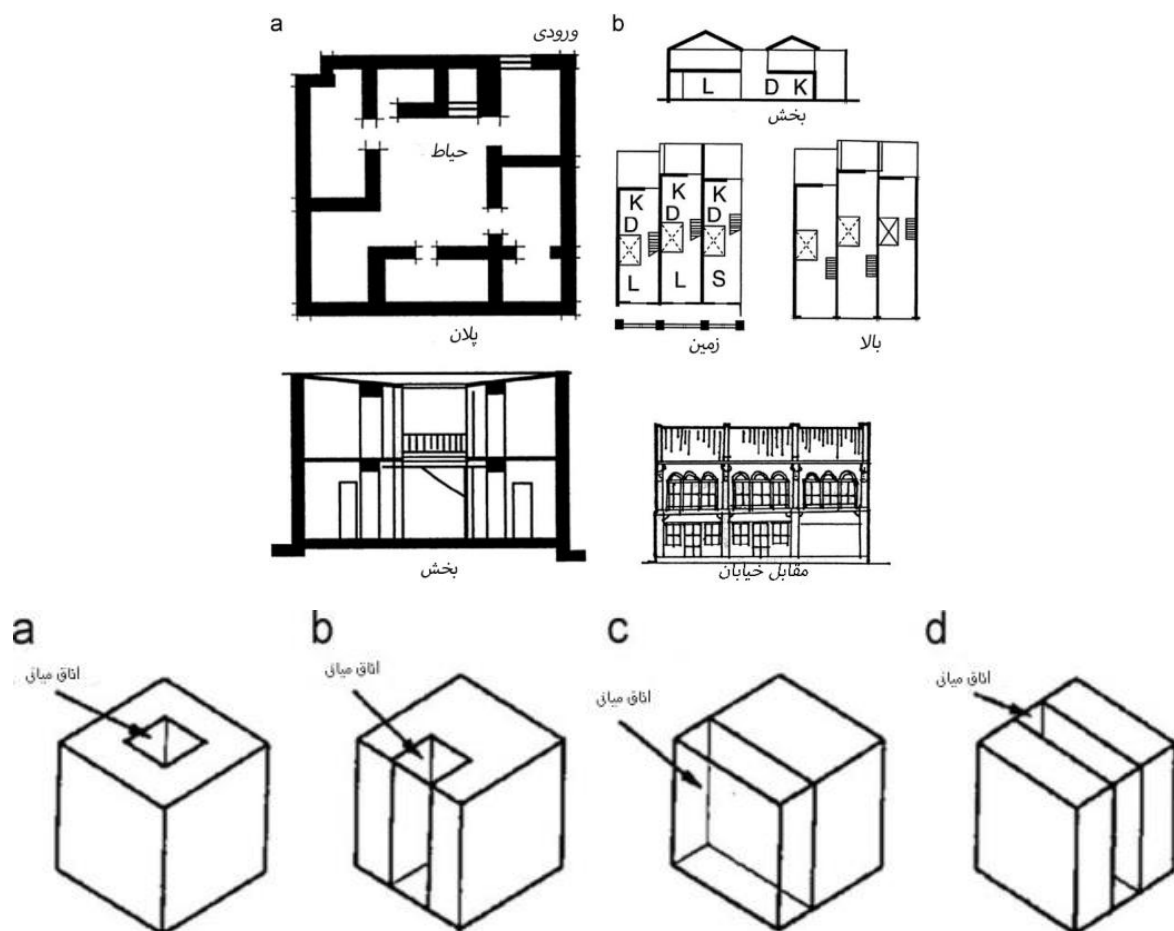
مقدمه

در معماری آتریوم (Atrium) کلمه لاتین (که جمع آن ایتريا است) به فضای بزرگ و باز میان ساختمان گفته می‌شود. آتریوم یکی از بیشترین استفاده‌ها را در خانه‌های روم باستان به‌منظور تعبیه نور لازم و تهویه داخلی داشت. آتریوم‌های امروزی که از اواخر قرن نوزدهم و بیستم گسترش پیدا کردند معمولاً دارای چندین طبقه، ارتفاع و یک سقف شیشه‌ای با پنجره‌های بزرگ هستند که اغلب بلافاصله پس از ورودی اصلی قرار گرفته‌اند. آتریوم‌ها به دلیل دادن احساس بازبودن فضا و نور از محبوب‌ترین طرح‌ها شناخته می‌شوند. مهار آتش یکی از اصلی‌ترین چالش‌های طراحی آتریوم‌ها است؛ زیرا طراحی ضعیف آن‌ها می‌تواند اجازه سرایت سریع آتش به طبقات بالایی را بدهد. عصر مدرن، طراحی آن به شکلی تغییر کرده است که معمولاً با دیوارهای شیشه‌ای و سقف پوشیده می‌شوند و موجب به‌وجود آمدن یک فضای معمول میانی با گالری‌ها و طبقات مجاور در درون یک ساختمان میانی می‌شود. این فضا و حیاط‌ها در برخی ساختمان‌ها برای تهویه هوای طبیعی و اهداف خنک‌سازی قرار داده می‌شوند و هر دوی آن‌ها بخش‌های اصلی در ساختمان را تشکیل می‌دهند و آن‌ها را به محیط بیرون متصل می‌کند که این از طریق فراهم آوردن تهویه هوا طبیعی و نور خورشید از طریق تبادل هوای درون با هوای بیرون است. آتریوم یک فضای زیباشناختی تأثیرگذار را فراهم می‌آورد که فضاهای درونی مجاور را در معرض نور خورشید قرار می‌دهد و مزایای نور خورشید مستقیم را به حداکثر می‌رساند و باعث افزایش جنب‌وجوش و تعاملات ساکنان آن می‌شود. آتریوم مدرن دارای نشانه‌هایی در نواحی با آب و هوای معتدل است و برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسعه یافتند و سپس به‌وسیله عوامل زیباشناختی آنها در نواحی مختلف که دارای آب و هوای نامناسب‌تر و بدون مصالح و شرایط مناسب بودند توسعه و تکثیر یافتند. علاقمندی به استفاده از تکنولوژی جدید و دیوارهای شیشه‌ای به ویژه در برخی ساختمان‌های تجاری منجر به نادیده گرفتن پتانسیل‌های محیطی (اشعه تابش، باد و دیگر شرایط طبیعی) شد. بنابراین، علی‌رغم همه مزیت‌های ذکر شده در بالا، تهیه آسایش حرارتی در آتریوم نیازمند مقدار بالای انرژی می‌باشد که دلیل آن گرمای خورشیدی بیش از حد در طی تابستان و نبود گرما در طی فصول سرد از طریق دیوارهای بزرگ و جریان مداوم هوا می‌باشد. مصرف انرژی در این نوع ساختمان‌ها با طراحی بهینه زیر 150 kwh/m^2 در سال در برخی نواحی اروپا می‌باشد. تهویه هوای طبیعی در چنین ساختمان‌هایی یک نقش کلیدی در تهیه کیفیت مطلوب گردش هوای درونی در ساختمان و تداوم سطح قبولی از آسایش حرارتی بدون نیاز به استفاده از سیستم‌های مکانیکی مانند گرم‌کننده، تهویه‌کننده و کولرها (HVAC) بازی می‌کند. بنابراین، تهویه هوای طبیعی قادر به کاهش مصرف انرژی HVAC می‌باشد که دارای مشارکتی قابل توجه در مقدار صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها با بیش از ۶۰ درصد مصرف کلی انرژی ساختمان می‌باشد (Bryan-1993). خانه‌های سنتی موجود در یزد از آثار معماری هستند که بررسی آتریوم در آن‌ها حائز اهمیت است.

بررسی پیشینه تحقیق حاکی از این است که تاکنون اثر مستقلی در این باره به رشته تحریر درنیامده است. با این حال آثاری به بررسی آتریوم به‌عنوان راهکاری در تأمین روشنایی در اقلیم گرم و خشک پرداخته‌اند. کاظم‌زاده (۱۳۹۴) در پایان‌نامه خود با عنوان «آتریوم راهنگار تأمین روشنایی در اقلیم گرم و خشک (آتریوم و تأمین روشنایی طبیعی ساختمان‌های اداری میان‌مرتبه شهر کرمان در جهت کاهش مصرف انرژی) به نقش سودمند این طراحی در مناطق گرمسیر اشاره کرده است. با این حال، به خانه‌های سنتی یزد به‌صورت مستقل اشاره نکرده است. لذا پژوهش حاضر که به روش کمی و کیفی و با تکیه بر داده‌های کتابخانه‌ای انجام شده است به بررسی این موضوع می‌پردازد.

۱. اشکال کلی آتریوم و حیاط مرکزی

چهار شکل مختلف از آتریوم، به عنوان دسته بندی عمده اشکال آن، وجود دارد. هر شکل از آن ها دارای یک مزیت محیطی خاص است که بر طبق شرایط مطلوب آن، تهویه هوای مورد نظر و عملکرد نور خورشید انتخاب می شود. برای آب و هوای گرم و مرطوب، از چهار نوع، آتریوم مرکزی و خطی مؤثرترین نوع در به حداقل رساندن نوسانات دمایی در طی فصول گرم و معتدل می باشند. به علاوه، عملکرد دمایی کلی این انواع فضا، نزدیک ترین شکل به دماهای خنثی می باشد. بنابراین، این اتاق های مرکزی و خطی معمول ترین انواع مورد استفاده در نواحی گرم می باشند (Aered.Hunt-2014). (شکل ۱)



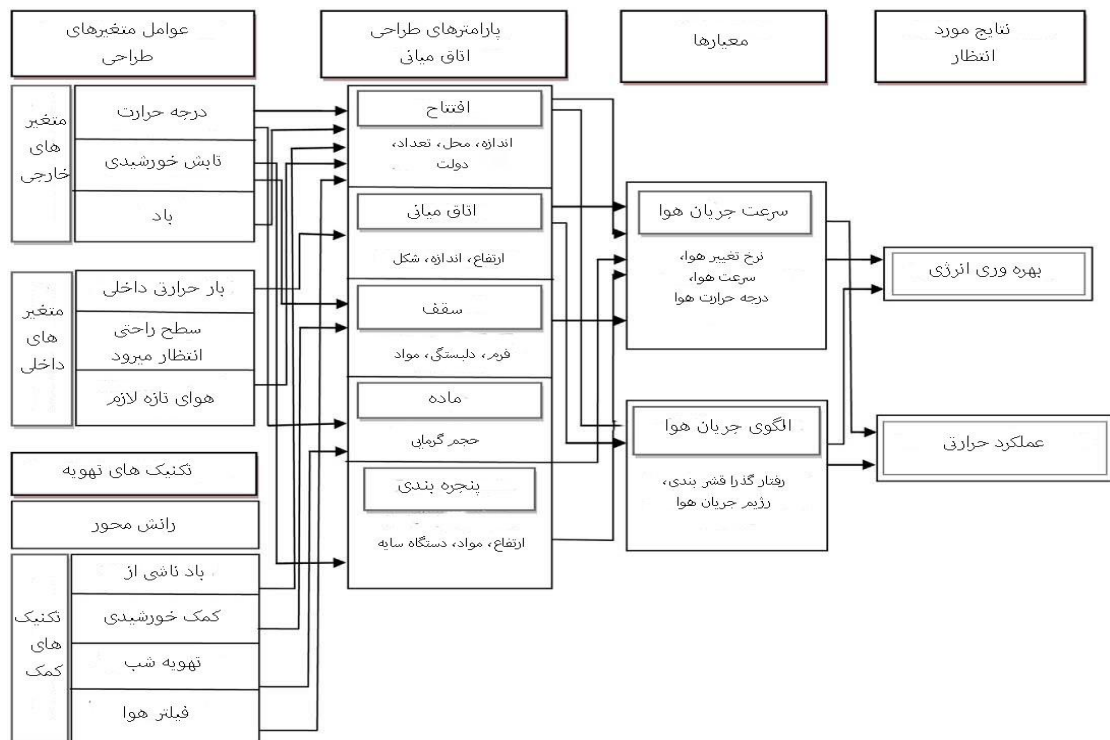
شکل ۱- چهار شکل کلی متفاوت اتاق های میانی و نمونه های واقعی الف) مرکزی ب) نیمه بسته ج) متصل د) خطی

ردیف	تصویر	نقاط ضعف	نقاط قوت	موقعیت قرار گیری حیاط
۱		تابش نامناسب در جبهه شرق و غرب و انتقال گرمای زیاد	ایجاد جریان هوا از چهار طرف و نورگیری از چهار جبهه	حیاط در اطراف خانه قرار می گیرد.
۲		تابش از دو طرف و به صورت منقطع	نورگیری بیشتر از جبهه شمال و جنوب و محدود شدن جبهه شرق و غرب	خانه تمام عرض زمین را اشغال می کند و حیاط به دو بخش تقسیم می شود.
۳		جریان هوا یک طرفه است و امکان گردش هوا در داخل بنا کم است.	امکان کنترل تابش وجود دارد.	خانه در انتهای قسمت شمالی زمین قرار گرفته و تمام عرض آن را اشغال کرده است.
۴		همواره یک نما در جبهه نامطلوب قرار دارد. از لحاظ ایجاد کوران در فضاهای داخلی، برهم نقشی ایفا نمی کنند.	ایجاد بافت متراکم	خانه به صورت L شکل در اطراف حیاط قرار گرفته و دارای دو نمای عمود برهم است.
۵		این الگو نیازمند زمین وسیع است و در هر شرایطی ممکن نیست.	درون گرایی و ایجاد بافت فشرده	خانه در دو سمت حیاط قرار گرفته و هر بخش به صورت یک بنای یک طرفه عمل می کند.
۶		عدم ایجاد جریان مناسب هوا و نورگیری نامناسب برخی جبهه ها	امکان کنترل سطوح خارجی در مقابل تابش	خانه فرم U شکل دارد و تنها از یک جهت آزاد است.
۷		این الگو نیازمند زمین وسیع است و در هر شرایطی ممکن نیست.	ساختمان چهار فصل است و بخشی در سایه قرار دارد.	حیاط در وسط واقع شده است و ساختمان وسط قرار دارد.

شکل ۲: گونه بندی نحوه قرار گیری حیاط نسبت به خانه و محاسن و معایب اقلیمی آن (زینلیان، ۱۳۹۴: ۶۶)

۲. رویکردهای اخیر در مورد طراحی آتریوم

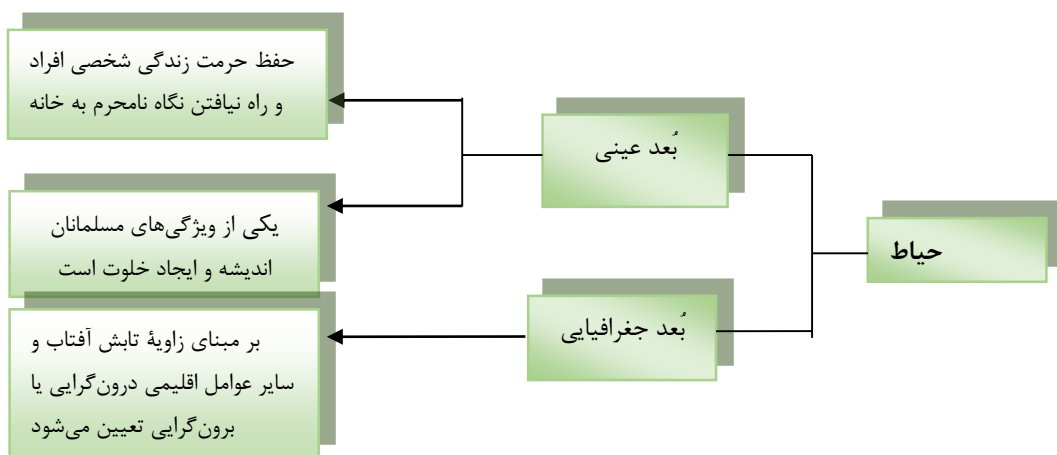
بر اساس توضیحات قبلی، برای رسیدن به یک شرایط گرمایی درونی مطلوب در طراحی آتریوم که به صورت طبیعی، سبب تهویه هوا می شوند، دو رویکرد طراحی اصلی ذکر شده اند: الف- طراحی اجزای و آتریوم و پیکربندی ها؛ ب- اجرای تکنیک های تهویه هوای. این پارامترهای طراحی عمده تاً توسط متغیرهای درونی و خارجی هستند. کارآمدی هر پارامتر بر اساس تأثیر آن بر افزایش مقدار جریان هوا و الگوی جریان هوای انتظار رفته ارزیابی شده است که در نتیجه، منجر به ارتقای شرایط گرمایی و کاهش مصرف انرژی در آتریوم می شود. شکل ۲ فهرستی از متغیرها، تکنیک های تهویه هوا و روابط آن ها با دیگر پارامترهای طراحی در ساختار رویکردهای طراحی اخیر آن ها را نشان می دهد. اهمیت این شکل آن است که تشریح کننده وابستگی میان فاکتورهایی است که بر طراحی انفعالی آتریوم تأثیر می گذارند (Bryan-1993).



شکل ۳- خلاصه‌ای از پارامترها و متغیرهای طراحی (Bryan-1993)

۳. تهویه هوای طبیعی در آتریوم با عملکرد حیاط مرکزی

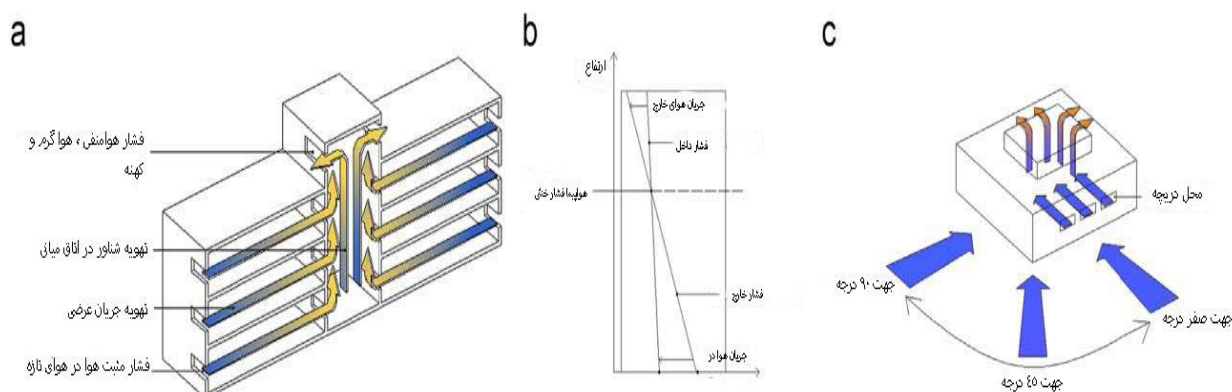
مزیت عمده استفاده از تهویه هوای طبیعی در طراحی ساختمان نه تنها کاهش مصرف انرژی و هزینه می‌باشد بلکه همچنین مزیت آن فراهم آوردن شرایطی سالم و راحت است. تفاوت در فشارها در محیط‌های داخل و خارج که حاصل فاکتورهایی مانند نیروهای باد و رانش می‌باشد، منجر به حرکت هوا در تمامی ساختمان می‌شود.



شکل ۴: دلایل وجود حیاط در خانه‌های سنتی (بقایی و دیگران، ۱۳۹۲: ۱۲)

۴. تأثیر نیروی باد

مطابق شکل (۴)، تهویه هوای طبیعی در فضای آتریوم براساس نیروی باد می‌باشد. تهویه هوای طبیعی از طریق آتریوم: (a) تفاوت فشارها در بین این فضا (b) سه جهت باد در یک نقطه، هم‌اندازه مدل تغییر یافته ساختمان مدل (c) تأثیر باد بر الگوی تهویه آتریوم را نشان می‌دهد. هرچند، نیروی القاشده باد می‌تواند حرکت شدیدتر هوا در درون ساختمان را در مقایسه با تهویه هوای القاشده نیروی رانش ایجاد کند، اما با طراحی مناسب نیروی رانش، یک جریان هوا را می‌توان در همه زمان‌ها به‌ویژه در طی شب تداوم بخشید. چون به‌طور طبیعی نیروی رانش خیلی قوی نیست، در طراحی تهویه هوای طبیعی ساختمان، نیروی القاشده باد نیاز است تا به‌طور هم‌زمان با نیروی القاشده را جابه‌جا شود. به‌ویژه برای نواحی که تفاوت‌های دمای داخلی و پایین کمتر است این قضیه اهمیت بیشتری دارد. بنابراین طراحی چنین سیستم تهویه هوایی دشوار و نیازمند توجه بیشتر است.



شکل ۴- دیاگرام تحلیلی نیروی باد (Bryan-1993)

۵. متغیرهای محیطی تأثیرگذار

طراحی آتریوم مستقیماً در هنگام تهویه هوای طبیعی اجرا می‌شود تحت تأثیر شرایط محیطی است. شرایط جوی یک مانع بالقوه در استفاده از تهویه هوای طبیعی است. از سوی دیگر، برخی متغیرهای محیطی در خلق با افزایش جریان هوا در ساختمان مؤثر هستند. فاکتورهای جوی مؤثر در طراحی آتریوم دارای تهویه هوای طبیعی در ساختمان موارد زیر هستند: دمای بیرون، جهت و سرعت باد، شدت تابش خورشید که در زیر بحث خواهند شد.

۵.۱. دما

در آب و هوای گرم، تأثیر دمای محیط بر توزیع دمای هوای فضای آتریوم بیشتر از بار گرمایی درون ساختمان است. نادیده گرفتن انتقال گرما با هدایت دمای محیط بر شرایط گرمایی محیط درونی از طریق فراهم آوردن هوای تازه‌ی خنک برای آتریوم تأثیر می‌گذارد. جریان داخلی هوا در دماهای پایین نه تنها دمای هوای داخلی را کاهش می‌دهد بلکه میزان خنک‌سازی را افزایش می‌دهد که منجر به خنک‌سازی بیشتر در توده گرمایی می‌شود. در مقابل، در دماهای بالاتر هوای محیط که بیش از ۳۵ درجه است، استفاده از تهویه هوای طبیعی مطلوب نیست. بنابراین برای اجتناب از

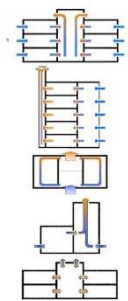
تأثیر هوای خارجی گرم‌شده در شرایط گرمایی درونی، شکاف و دریچه‌های بالا باید بسته شود. به‌علاوه، اختلاف دمای کم، بین فضاهای داخلی و خارجی می‌توانند در فرایند تهویه هوای طبیعی القاشده توسط نیروی رانش دخالت نماید.

۵.۲. تابش اشعه خورشید

تابش اشعه خورشید که به درون دیوارهای شیشه‌ای یا بام نفوذ می‌کند تا نور خورشید را فراهم سازد، مهم‌ترین فاکتور عدم‌آسایش و راحتی در ساختمان‌های با دمای تابش متوسط هستند. تابش اشعه خورشید دارای نقش عمده‌ای در ایجاد طبقه‌بندی گرمایی در آتریوم می‌باشد که عمدتاً با تأثیرگذاری بر دمای بام می‌باشد. به‌ویژه در مورد تابش‌های طولانی‌مدت خورشید در بعد از ظهر در مناطق گرمسیری است، موجب مشکل قابل توجهی در سطح بالای فضای آتریوم می‌باشد. وجود کرکره‌های درونی سطح بالا دارای تأثیر تقریباً برابر با پاشیدن آب بر روی بام برای کاهش تأثیر گرمایی در آب و هوای گرم و مرطوب دارد. استفاده از نور طبیعی در گذشته یکی از ارکان ساخت‌وساز بناها بوده و بدون توجه به قوانین حرکت خورشید و نور آسمان، انتخاب جهت، ابعاد، تناسبات و ترکیب فضاهای پر و خالی در مجموعه‌های ساختمانی بی‌معنی بود. این نیاز، موجب شده بود که از همان ابتدای کار و انتخاب ایده‌های اصلی طراحی، امکان روشن کردن فضاهای داخلی با نور طبیعی، یکی از نیازهای اصلی و بدیهی به‌شمار آید (سفلی، ۱۳۸۵: ۱۰۷).

۵.۳. باد

باد، به‌عنوان یک نیروی رانشی تهویه هوا در افزایش تأثیر توده‌ای موثر می‌باشد. نیروی هوا باعث رانش هوا در آتریوم از طریق افزایش فشار مثبت اعمال‌شده بر دریچه درونی رو به باد می‌شود. تهویه هوای تحت تأثیر باد به‌طور خاص در مناطقی مؤثر است که دارای باد با سرعت نسبتاً بالا می‌باشد. هرچند، توابع باد محدود به فاکتورهای بسیاری از جمله در معرض باد قرارگرفتن ساختمان می‌باشد. به‌عنوان مثال، در نواحی متراکم شهری که آتریوم در آن‌ها به در محاصره دیگر ساختمان‌های بلند هستند، تأثیر نیروی باد به اندازه‌ای که انتظار می‌رود نمی‌باشد.



شکل ۵- الگوهای مختلف تهویه هوای طراحی‌شده در آتریوم براساس مطالعات قبلی (Bryan-1993)

۵.۴. توده گرمایی درونی

توده گرمای درونی در آتریوم براساس دو منبع گرمایی است: الف) منابع گرمای درونی از طریق ساکنان و وسایل گرمایی؛ ب) منابع گرمایی خارجی مانند تابش اشعه خورشید. مکان منابع گرمای داخلی و مقدار بار گرمایی که آنها تولید می کنند سبب دما و در نتیجه حرکت هوا به درون آتریوم می شود. برای داشتن یک تهویه هوای جریان هوای رانشی پایدار، وجود بار گرمای درونی ضروری است. مطالعات نشان می دهد که در ترکیب نمودن تهویه هوا با گرمای درونی برخاسته از 0.1Kw برای هر فرد که ۷۰-۸۰ درصد جابه جایی بار گرمایی تهویه هوا را صرفه جویی می کند که این وابسته به بارهای گرمایی درونی است که از یک فرد و سطوح عایق سازی ساختمان ایجاد می شود.

۶. الگوهای اجراشده تهویه هوا

براساس مطالعات قبلی، پنج نوع از الگوهای تهویه هوا را می توان شناسایی کرد. در هر الگو، نقش فضا بر اساس هدف خاص تهویه هوا در ساختمان به شرح زیر متفاوت می باشد:

A- هوا را از چیزهای پیرامون خود دریافت و به بیرون از ساختمان تخلیه می کند؛

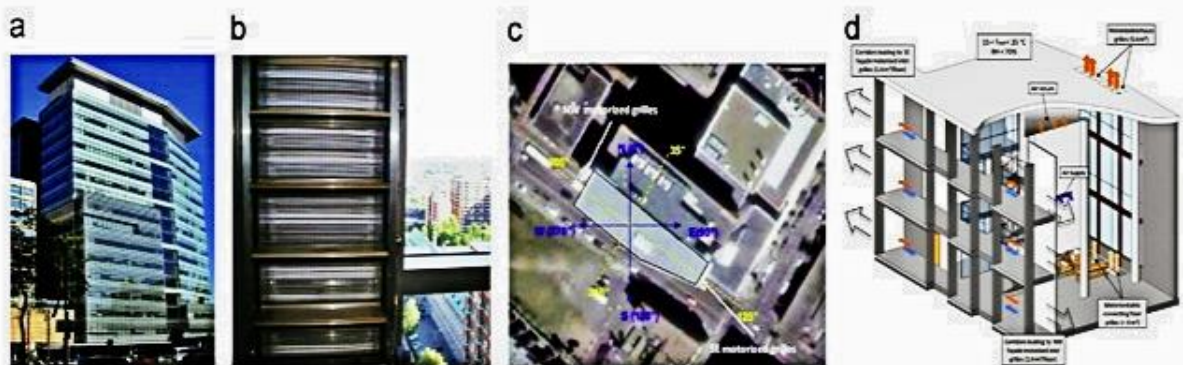
B- هوا را مستقیماً دریافت و آن را به اتاق های اطراف هدایت می کند؛

C- هوای محیط را از فضاهای اطراف دریافت و به بیرون از ساختمان تخلیه می کند؛

D- به صورت مستقیم و غیرمستقیم هوا را تهویه و به بیرون ساختمان تخلیه می کند؛

E- به طور مستقیم هوا را تهویه کرده و به بام ساختمان تخلیه می کند.

این الگوها براساس نیاز به تهویه هوا و گرمای آتریوم، شرایط محیط و شکل های ساختمانی همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است می باشند: در نوع (C) نه تنها هوای راکد را تخلیه می کند بلکه هوای تازه را برای فضاهای مجاور و آتریوم تهیه می کند. به علاوه می تواند از تهویه هوا برای اهداف گرم سازی استفاده کند که این از طریق تهویه هوای تازه و خارج کردن هوای راکد با تهویه هوای کمتر تغییر هوا می باشد مانند نوع (E). همان طور که شکل ۵ شرح می دهد، در مورد تابش شدید اشعه خورشید، آتریوم در درون دودکش خورشیدی یا نمای پوستی دوگانه گنجانده می شود (مانند نوع B). بنابراین، اجرای تکنیک های کمک رسان تهویه هوا می تواند محدودیت های طراحی یک ساختمان را مخاطب قرار دهد که شامل فضاهای عمیق پیرامون می شود که نیروی تهویه هوای رانشی به اندازه کافی برای راندن هوا به درون بخش های دور تر نمی باشد. هوای ذخیره در نواحی متراکم شهری استفاده می شود تا هوای تازه تر و پاکتری را از لایه های بالایی جو با استفاده از دودکش خورشیدی وارونه به پایین بکشند (یک نسخه تغییر یافته از مدل B، با الگوی جریان هوای عکس)



شکل ۶- نمای بیرونی ساختمان مهندسی دانشگاه کونکوردیای کانادا (a) شبکه‌های موتوری شده‌ی درونی کوریدور (b) نمای بالای و جهت ساختمان (c) مفهوم تهویه هوای دوگانه یا پیوندی (d) (Wang-2011)

۷. سیستم‌های کنترل تهویه هوای طبیعی

این سیستم‌ها می‌توانند به ثابت کردن تأثیر متغیرهای غیرقابل پیش‌بینی و محیطی شدید در آتریوم کمک کند تا به یک کیفیت محیطی مطلوب دست‌یافته یا تداوم بخشند. برای نفع‌بردن از باد در تهویه هوای رانشی و جلوگیری از تأثیرات منفی باد بر روی الگوهای جریان هوا در آتریوم، کنترل هوشمند دریچه‌های تهویه هوا توصیه می‌شود. نتایج مطالعه در مورد استفاده از سوپاپ‌های موتوری شده (شکل ۶) نشان داده است برای خنک‌سازی شبانه ساختمان‌های دارای آتریوم برای همه ساختمان‌ها در آب‌وهوای مختلف مطلوب نمی‌باشند و ممکن است منجر به ناراحتی ساکنان شود. از این‌رو، یک استراتژی کنترل پیش‌گیرانه برای ساختمان‌های دارای آتریوم با توده گرمایی زیاد ضروری است.

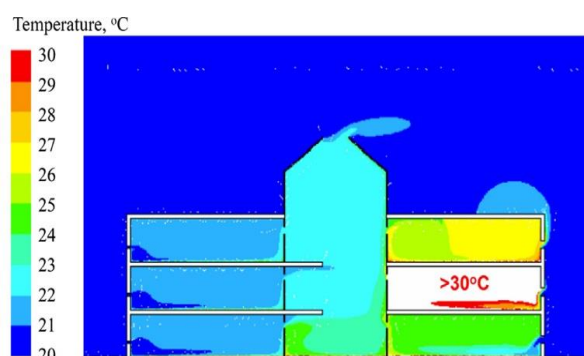
۸. عملکرد گرمایی آتریوم

در طراحی آتریوم با تهویه هوای طبیعی، پارامترهای طراحی را ظاهراً می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود: پارامترهای تأثیرگذار بر عملکرد گرمایی و پارامترهای تأثیرگذار بر عملکرد تهویه هوا. بخش زیر تأثیرات پارامترهای طراحی مختلف بر روی شرایط گرمایی مدل‌های آتریوم را بررسی می‌کند. این بخش تشریح می‌کند که چگونه شرایط گرمایی درونی آن و کارآمدی انرژی از طریق اجرای تکنیک‌های تهویه هوای مناسب و پارامترهای طراحی کارآمد ارتقا می‌یابند. برای ارزیابی عملکرد گرمایی، آتریوم روش‌های مختلف مانند مدل‌سازی تجربی، تحلیلی، ریاضیاتی و شمارشی استفاده شده‌اند.

۸.۱. ویژگی‌های دریچه

در میان همه این جوانب بررسی‌شده، اندازه دریچه دارای نقش مهم‌تری می‌باشد. در کل، لایه‌بندی دمای هوا در درون آتریوم به طور قابل توجهی با افزایش اندازه دریچه‌ها کاهش می‌یابد. هرچند برای فراهم کردن جریان هوای قوی و به‌خوبی توزیع شده در میان ساختمان، نسبت دریچه‌های داخلی به خارجی مهم می‌باشد. همچنین افزایش در تعداد دریچه‌ها سبب افزایش در میزان جریان هوا در درون آتریوم می‌شود. این باعث کاهش میزان جریان هوا در هر طبقه می‌شود که خود موجب می‌شود تا دما تقریباً در همه ارتفاعات ساختمان افزایش یابد. تأثیرات دریچه بیرونی بر روی

یک ساختمان تجاری سه طبقه در یک دمای معتدل بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که با تعبیه دودکش تقریباً دو برابر هوا در آتریوم جریان می‌یابد؛ درحالی که تفاوت‌های دمای داخلی بین طبقات اول و دوم تقریباً تا ۷ درجه در مورد تهویه دودکش بسته افزایش می‌یابد. علی‌رغم ضرورت دریچه‌های بیرونی در تهویه هوای طبیعی در شرایط دمای هوای محیطی بالا (بالای ۳۵ درجه)، کارآمدی دریچه‌های دودکشی محدود می‌باشد. دریچه‌های درونی در طرف بادگیر سطح پایین ساختمان با موانع کمتر می‌تواند میزان تهویه هوا را افزایش دهد و جریان هوا را تسهیل نماید که موجب تهویه هوای خنک تازه برای آتریوم و یا فضاهای پیرامون آن می‌شود.



شکل ۷ - تأثیرات به حداقل رسانی اندازه دریچه بادگیر بر توزیع دمای داخلی را نشان می‌دهد. دریچه درونی که به‌طور مستقیم به فضاهای بیرون در سطوح پایین متصل می‌باشد برای تهویه هوای برای طبقات مختلف زیان‌آور می‌باشد. (Wang-2011)

مکان دریچه درونی دارای تأثیرات گرمایی مختلف بر طبقات مختلف یک ساختمان می‌باشد. به‌عنوان مثال، با افزایش ارتفاع دریچه درونی هر طبقه از صفر به 1.2m در یک مدل آتریوم سه طبقه دو باله در دمای معتدل، دمای فضای آتریوم تا ۲٫۵ درجه با یک حجم تقریباً ثابت از میزان جریان کاهش می‌یابد؛ درحالی که این سبب افزایش ۱٫۵ درجه ای دما در طبقه دوم می‌شود (جدول ۲). جهت ورودی بر توزیع جریان هوا در آتریوم نیز تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، در مدل تهویه هوا فشرده شده، تهویه جانبی عمودی توزیع بهتری از هوای خنک‌تر را بر روی طبقه اول ساختمان فراهم می‌آورد که دلیل آن تأثیر رانش گرمایی می‌باشد. این منجر به کاهش دمای هوای داخلی می‌شود. با یک نسبت ناحیه‌ای برابر دریچه داخلی به خارجی ($n=1$)، تغییر مکان خروجی دارای تأثیر مهمی بر عملکرد گرمایی آتریوم می‌باشد. قسمت‌های دریچه در هر طبقه باید متفاوت باشد تا قادر به دست‌یافتن به همان مقدار از جریان تهویه هوا در هر طبقه با همان ارتفاع باشد (شکل، نوع (b) (Ahmad Rasdi- 2000)).

۸.۲ . هندسه آتریوم

در نواحی با آب‌وهوایی مختلف، مصرف انرژی، مجموع آتریوم کشیده (مرکزی) و باریک یا مستطیلی با نسبت طول به عرض بیشتر به‌طور قابل توجهی نسبت به آتریوم با شکل‌های مربعی بیشتر می‌باشد. برای داشتن تهویه هوای رانشی با کارآمدی بالا، به‌ویژه در نواحی گرم و مرطوب، آتریوم باید به اندازه کافی بالا باشد تا بتواند شب، فشار کافی را از طریق اختلاف دمایی ارتقا دهد. مقاومتی که یک دریچه کوچک در برابر جریان تهویه هوا دارد ممکن است مانع تأثیرات

مثبت ساختمان دارای آتریوم بلند شود. بنابراین ویژگی‌های فضای تهویه‌ای باید شرایط طراحی را برآورده سازد تا نتایج مطلوب برای ساختمان‌های بلندتر را نشان دهد. ناحیه تهویه‌ای با افزایش در ارتفاع ساختمان بیشتر می‌شود؛ هر چند اندازه تهویه آتریوم باید محدود باشد تا مانع جریان‌های احتمالی تغییر هوا شود. در ساختمان‌هایی بلند، با افزایش ارتفاع، کارآمدی گرمایی لزوماً افزایش نمی‌یابد، اما محدود به اندازه آن و ارتفاع طبقه می‌باشد. با افزایش در اندازه آتریوم، تأثیرات تهویه هوای رانشی ساختمان مسکونی بلند ارتقا می‌یابد تا هنگامی که به یک سطح مشخص می‌رسد که بعد از آن افزایش بیشتر در اندازه آن به‌سختی تأثیرات تهویه هوای رانشی را ارتقا می‌دهد.

۸.۳. ویژگی‌های بام

شکل بام، یک قسمت مهم در آسایش حرارتی و هزینه پایین نگهداری مورد توجه در طراحی آتریوم است. بام، گرمای خورشیدی را براساس ویژگی‌های مصالح و تجهیزات خود دریافت می‌کند و هوای گرم‌شده را قبل از تخلیه شدن نگه می‌دارد. ناحیه خلأ بالا دیوار به بام می‌تواند به مقدار زیاد عملکرد گرمایی آتریوم را ارتقا دهد. به‌عنوان مثال: ناحیه خلأ دیوار به بام ۲٫۵ متری قادر به کاهش هوای پیش‌بینی شده و دمای تابشی میانگین بر سطح طبقه دوم به‌ترتیب در حدود ۰.۷K و ۱.۸K می‌باشد. استفاده از کرکره بیرونی می‌تواند به‌ویژه در آب‌وهوای گرم و مرطوب مؤثرتر باشد. ایجاد سایه داخلی بوسیله کرکره‌های نصب‌شده ۳ تا ۵ متر در زیر بام لعابی توصیه می‌شود تا خلأ تهویه هوا شده و نوردهی بهتر و گرما را در فضای اتاق میانی ایجاد کند.

۸.۴. ویژگی‌های پنجره‌دار کردن

طراحی بهینه آتریوم باعث ورود نور به درون فضاها می‌شود که باعث به حداقل رسیدن تهویه هوا و بارهای نوری فضا می‌شود. هرچند، در شرایط شدید آب‌وهوایی، نور کافی برای فضاها می‌تواند فراهم می‌کند، اما آسایش حرارتی درونی علی‌رغم مصرف انرژی به حداقل رسیده فراهم نمی‌شود (Ahmad Rasdi- 2000). مطالعات نشان می‌دهد با اجرای وسایل سایه‌سازی هوشمند نه تنها نفوذ بیش از حد تابش اشعه خورشید را می‌توان کنترل کرد بلکه می‌توان نور کافی برای دید بهتر و روشن‌تر برای ناحیه آتریوم فراهم آورد. این، به‌نوبه خود، منجر به کاهش قابل توجه از میزان خنک‌سازی در تابستان می‌شود. به‌علاوه، سطوح رنگ روشن و کرکره‌ها بهترین گزینه هستند. برای فراهم‌سازی گرمای انفعالی و تهویه هوا در آتریوم در آب‌وهوای معتدل، پنجره‌دار کردن بیشتر توصیه می‌شود. یک روش تحلیلی برای بررسی رابطه بین ارتفاع شیشه و گرمای انفعالی و بار تهویه هوا در یک ساختمان با آتریوم چهار طرفه در تهران استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که آتریوم می‌تواند حداکثر بار گرمایی را تا ۲۵٪ ارتفاع شیشه کاهش دهد.

۸.۵. مواد و مصالح

توده گرمایی دیوارهای خارجی آتریوم با عایق بیرونی تغییرات دمای درونی بهتری را در زمستان فراهم می‌کنند. بر طبق یک مطالعه انجام‌شده بر روی آب‌وهوای سرد، گرمای ذخیره‌شده در دیوارها می‌تواند برای تهویه هوای رانشی در شب هنگامی که هیچ تابش اشعه خورشیدی وجود ندارد، مفید باشد. هرچند بدون دیوارهای پوشیده‌شده با عایق، میزان

جریان رانشی به طور قابل توجهی در مقایسه با این میزان در دیوارهای عایق شده کاهش می یابد. توده گرمایی بالای آتریوم را می توان برای اهداف تهویه هوا و خنک سازی شبانه اجرا نمود. یک آزمایش کامل در یک ساختمان مؤسسه ای مسکونی در کانادا برای ارزیابی ظرفیت خنک سازی ورقه های بتونی کف در ساختمان سه طبقه به انجام رسید (شکل ۵). نتایج نشان داد که مقدار گرمای بیرون رانده شده از طریق انتقال گرما توسط یک جریان هوا در یک دمای بیرونی متوسط ۱۲ درجه تخمین زده شد که ۵ برابر آن مقدار گرمای بیرون رانده شده در دمای میانگین ۱۸ درجه باشد.

۹. عملکرد تهویه هوای آتریوم

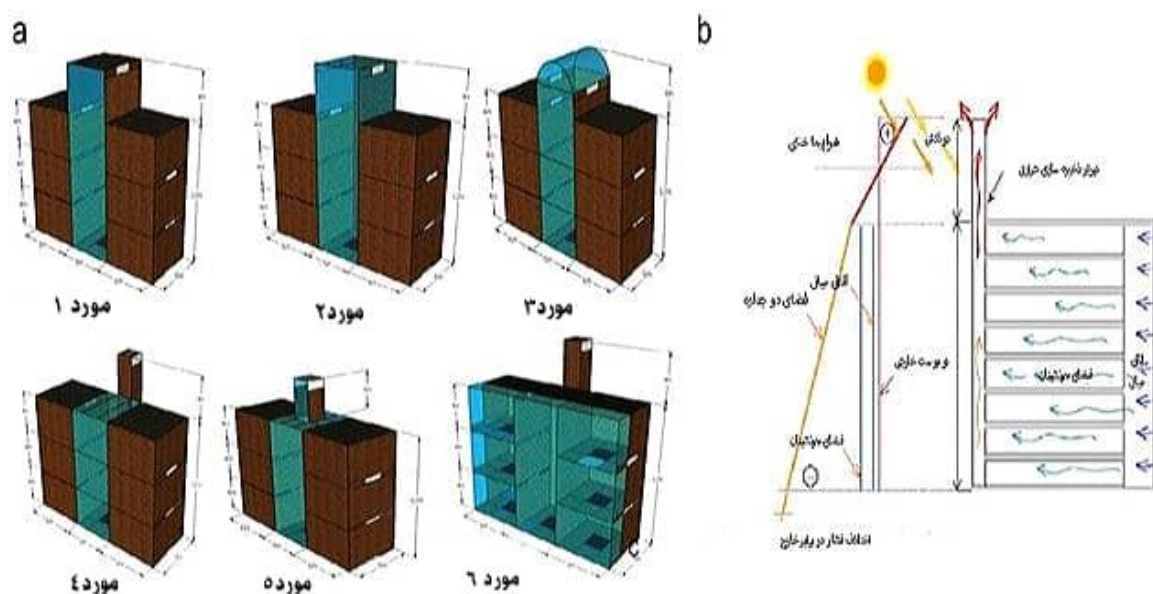
پیش بینی عملکرد جریان هوا در ارتباط با جهت و یکنواختی در میان فضاها در طراحی آتریوم با تهویه هوای طبیعی ضروری است. این بدان علت است که افزایش منبع گرمای درونی یک فضای درون ساختمان یا تغییر برخی پارامترهای طراحی می تواند الگوی جریان هوا را برعکس کند و در نتیجه، سبب ناراحتی گرمایی یا آلودگی چرخش گرمایی در میان فضاهای پیرامون شود. بخش بعدی پارامترهای مختلفی را بررسی می کند که بر عملکرد جریان هوای داخل آن تأثیر می گذارد.

۹.۱. تکنیک های تقویت تهویه

هوای درون اتاق میانی غالباً توسط یک نیروی القایی رانشی حرکت می کند. در آب و هوای شدید، مدل های تهویه هوای فقط رانشی به عنوان ابزار مؤثر مطلوب برای این هدف در نظر گرفته نمی شوند (Y(Wang, 2011). بنابراین، تلاش های بیشتری صورت می گیرد تا کارآمدی تهویه هوا در اتاق میانی به حداکثر برسد. تهویه هوای رانشی - بادی، تهویه هوای پنجره ای و تهویه هوای پنجره ای و تهویه هوای مکانیکی استراتژی های به کار رفته برای رسیدن به سطح آسایش گرمایی مطلوب می باشد که در این بخش تکنیک های تهویه هوا مورد بررسی قرار می گیرد.

۹.۲. تهویه هوای القایی بادی

در یک تهویه هوای ترکیبی، افزایش سرعت باد (از 1m/s به 3m/s) منجر به افزایش میزان تهویه هوا در دریچه های به سمت پنجره با میانگین ۳۵٪ می شود. هرچند با همان شرایط بادی، در دریچه سمت بادگیر، نه تنها الگوی تهویه هوا به صورت مخالف تغییر می کند بلکه مقادیر تهویه هوا با میانگین ۲۷٪ و ۵۲٪ در مقایسه با مقادیر تحت شرایط تهویه هوای رانشی یا نیروی بادی به تنهایی کاهش می یابد. در نتیجه، دما در سمت پنجره و آتریوم با میانگین ۲ درجه کاهش می یابد، در حالی که در سمت بادگیر دما تا ۲ درجه افزایش می یابد.



شکل ۸- هندسه‌های مختلف اتاق درونی با یا بدون دودکش خورشیدی (a)، بخشی میانی مدل اتاق میانی که تکمیل شده با نمای دوجداره و دودکش خورشیدی می‌باشد (b) (Wang-2011)

۹,۳. تهویه هوا با کمک خورشید

جهت، ارتفاع، اندازه و نوع شفافیت و عایق به کار رفته در دیوارها، فاکتورهای مؤثر هستند که در ارتقای توانایی دودکش خورشیدی مشارکت دارند (Muhaisen., 2006:165). یک دودکش خورشیدی که دارای صفحه‌های جذب خورشیدی شیشه‌ای مناسب و وسایل انتقالی می‌باشد تهویه هوای طبیعی بیشتری را ارائه می‌دهد. هرچند، این لزوماً آسایش حرارتی در فضای آتریوم را فراهم نمی‌کند. به علاوه، ارتفاع دودکش خورشیدی باید بیش از ارتفاع دو طبقه بالایی نمای دوجداره به‌ویژه برای طبقات بالایی باشد تا میزان تغییر هوای هر طبقه افزایش یابد. (شکل ۸-۵b). هرچند در ارتباط با جوانب زیباشناسی، محدودیتی برای ارتفاع آن وجود دارد. استفاده از دیوارهای دارای تهویه هوای دوگانه یکی از راه‌ها برای سودبردن از نور خورشید و داشتن کنترل گرمای خورشیدی انفعالی است. در مجموع نمای دوجداره قادر به تخلیه گرمای خورشیدی تا مقدار تقریبی 100w/m^2 روی هر ناحیه سطحی از شیشه داخلی می‌باشد. هرچند این مدل از لحاظ کارآمدی انرژی بهینه می‌باشد، اما محدود به طرح‌هایی است که حداقل یک دیوار آزاد ترجیحاً روبرو به سمت غرب باشد.

۹,۴. تهویه هوای شبانه

تهویه هوای شبانه یک استراتژی خنک‌سازی است که وابسته به نیروهای رانشی و یا باد می‌باشد. در شب هنگامی که دمای پایین مناسب وجود دارد، تهویه هوای شبانه به‌عنوان بهترین روش توصیه می‌شود. با کاهش دمای داخلی، مزایای بالقوه تهویه هوای شبانه نیز افزایش می‌یابد. هرچند ساختار آتریوم با توده گرمایی پایین قادر به ذخیره‌سازی خنکی کافی نمی‌باشد و به‌سرعت گرما بالا می‌رود (Aldawoud, 2008). برای افزایش عملکرد تهویه هوای شبانه در

مناطق معتدل، سطوح بالایی از توده گرمایی نیاز است که از طریق استفاده از سیستم‌های کنترلی به دست می‌آید که شامل استفاده از برگه‌های قابل کنترل در بالا و پایین آتریوم می‌باشد که می‌تواند در برخی ساعات باعث نصف شدن بیش از ۲۵ درجه شود. به علاوه با زمان تهویه هوای شبانه بیشتر و استفاده از کنترل مکانیکی در آب و هوای معتدل، پتانسیل خنک‌سازی تا حدود ۳۰٪ به طور قابل توجهی (طی فصول سرد) و ۵۴٪ در ۳ تا ۷ درجه کمتر از دمای ۱۸ درجه بیرون افزایش یابد.

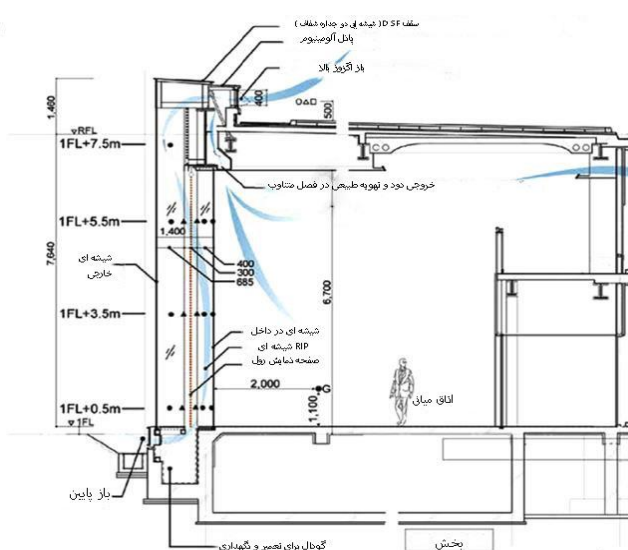
۹.۵. تهویه هوای تحت فشار

تهویه هوای طبیعی بهترین راه حل برای کاهش دمای هوا برای همه فصول در فضاهای داخلی در ساختمان‌های آتریوم نمی‌باشد. به ویژه هنگامی که دمای هوای محیطی بسیار بالا است. نتایج مطالعه تهویه هوا شده، نشان داد که تنها هوای خنک خارج شده از فضاهای طبقه اول کافی است تا آسایش حرارتی در آن و راهروهای پیرامون در تمام طول سال فراهم شود. هرچند در این مورد، فقدان هوای تازه می‌تواند به عنوان یک محدودیت در نظر گرفته شود (Bryan- (1993).

a



b



شکل ۹- جدارۀ نصب شده در آتریوم در نمای غربی (a)، بخش میانی دارای جزئیات آتریوم با نقاط اندازه گیری شده (b) Bryan- (1993)

نتیجه گیری

این پژوهش نشان می‌دهد که چگونه این پارامترهایی را می‌توان به کار برد و ارتقا بخشید تا شرایط گرمایی بهتر برای دهلیز و فضاهای مجاور فراهم شود. این پژوهش مدل‌هایی را بررسی می‌کند که تهویه هوای طبیعی رانشی مانند باد را به عنوان تکنیک اصلی تهویه هوای انفعالی اجرا می‌کند یا بدون دیگر تکنیک‌های تهویه هوای کمکی تا شرایط گرمایی داخلی آن‌ها را بهبود بخشد. با یک مرور خلاصه بر تکامل آتریوم در طول تاریخ، رویکردهای طراحی جدید آن

و مشکلاتش شروع می‌شود؛ درحالی‌که، اطلاعاتی در مورد اهمیت تهویه هوای طبیعی در آن‌ها و توانایی بالقوه آن برای جایگزینی سیستم‌های کنونی تهویه هوای مکانیکی با مصرف انرژی بالا ارائه می‌دهد. این مطالعه بر اهمیت پیکربندی‌ها و اجزای آتریوم مانند پارامترهای طراحی و استفاده آن‌ها برای ارتقا شرایط گرمایی داخلی و تهویه هوا تأکید دارد. توانایی هر پارامتر با کارآمدی آن، شرایط و محدودیت‌های آن خلاصه شده است. مطالعات در مورد پارامترهای مؤثر طراحی آتریوم و تأثیرات گرمایی آن‌ها می‌توانند یک نکته نظر قوی برای تحقیقات بعدی فراهم کنند که برای توسعه قوانین تجربی برای طراحی‌های آینده آتریوم ضروری است.

منابع

کتاب‌ها

هریس، سیریل ام. (۱۳۸۱). فرهنگ تشریحی معماری و ساختمان. ترجمه محمدرضا افضلی و مهرداد هاشم‌زاده همایونی. تهران: دانشیار.

مقالات

بقایی، پرهام؛ انصاری، مجتبی؛ بمانیان، محمدرضا و فیاض، ریما. (۱۳۹۴). «محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی شهر یزد»، نشریه باغ نظر، شماره ۴۵، صص. ۲۲.

پایان‌نامه‌ها

سفلائی، فرزانه. (۱۳۸۵). «تأثیر محیطی حیاط مرکزی در معماری مناطق مسکونی پایدار مناطق گرم و خشک ایران، دکتری، رشته معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. زینلیان، نفیسه و اخوت، هانیه. (۱۳۹۴). «ساختارشناسی حیاط در خانه‌های قجری اقلیم گرم و خشک و گرم و مرطوب با تمرکز بر گونه «حیاط مرکزی»، مطالعه موردی: خانه‌های یزد و دزفول»، دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، استادیار پردیس فارابی، دانشگاه تهران.

منابع لاتین

Acred, A., & Hunt, G. R. (2014). A simplified mathematical approach for modelling stack ventilation in multi-compartment buildings. *Building and Environment*, 71, pp. 121-130.

Aldawoud, A. (2008). Thermal performance of courtyard buildings. *Energy and Buildings*, 40(5), pp. 906-910.

Ahmad, M. H., & Rasdi, M. T. H. M. (2000). *Design principles of atrium buildings for the tropics*. Penerbit UTM.

Bryn, I. (1993). Atrium buildings environmental design and energy use.

Chan, H. Y., Riffat, S. B., & Zhu, J. (2010). Review of passive solar heating and cooling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), pp. 781-789.

Muhaisen, A. S., & Gadi, M. B. (2006). Effect of courtyard proportions on solar heat gain and energy requirement in the temperate climate of Rome. *Building and Environment*, 41(3), pp. 245-253.

Wang, F., & Abdullah, A. H. (2011). Investigating thermal conditions in a tropic atrium employing CFD and DTM techniques. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 6(3), pp. 171-186.