نشریه مطالعات هنر اسلامی
www.sysislamicartjournal.ir

تحلیل پارامترهای طراحی آتریوم (با تاکید بر تشابهات عملکردی با حیاط مرکزی فلات مرکزی ایران) ، مطالعه موردی: خانه‌های سنتی یزد

مهرانگیز پیریایی [۱]، سید مجید مفیدی شمیرانی [۲*]، ژاله صابرنژاد [۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه معماری واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران piriyaei.arch@gmail.com
[۲*] (نویسنده مسئول) استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران s_m_mofidi@iust.ac.ir
[۳] استادیارگروه معماری ، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران jsabernejad@yahoo.com

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

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

ارجاع به این مقاله

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

dorl.net/dor/20.1001.1.۱۳۳۵۷۰۸.۱۴۰۱۴۱۹۴.۴۲۵۴۹

dx.doi.org/10.22034/IAS.۲۰۲۱.۳۱۱۴۱۵.۱۷۷۷

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 گرم و خشک 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 نمودند 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 نتیجهٔ 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 گرفتهٔ قبلی، در مورد نقش تهویه هوای طبیعی در ساختمان‌های آتریوم در آب و هوای مختلف، پارامترهای طراحی مؤثر و کاربرد آنها برای ارتقا عملکرد گرمایی و کاهش مصرف انرژی را فراهم می‌کند. این پارامترها شامل پیکربندی آتریوم‌های مختلف و اجزای مختلف آن از قبیل هندسه، ویژگی‌های دهانه، سقف، مصالح و داخل آن می‌باشد. اندازه درزهای بیرونی تNثیرگذارترین 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 تهویهٔ هوای درونی ساختمان داشته است و عملکرد آن به چه صورت بوده است؟

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

2676-7759/ © 2020 Islamic Art Press. This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/BY/4.0/)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

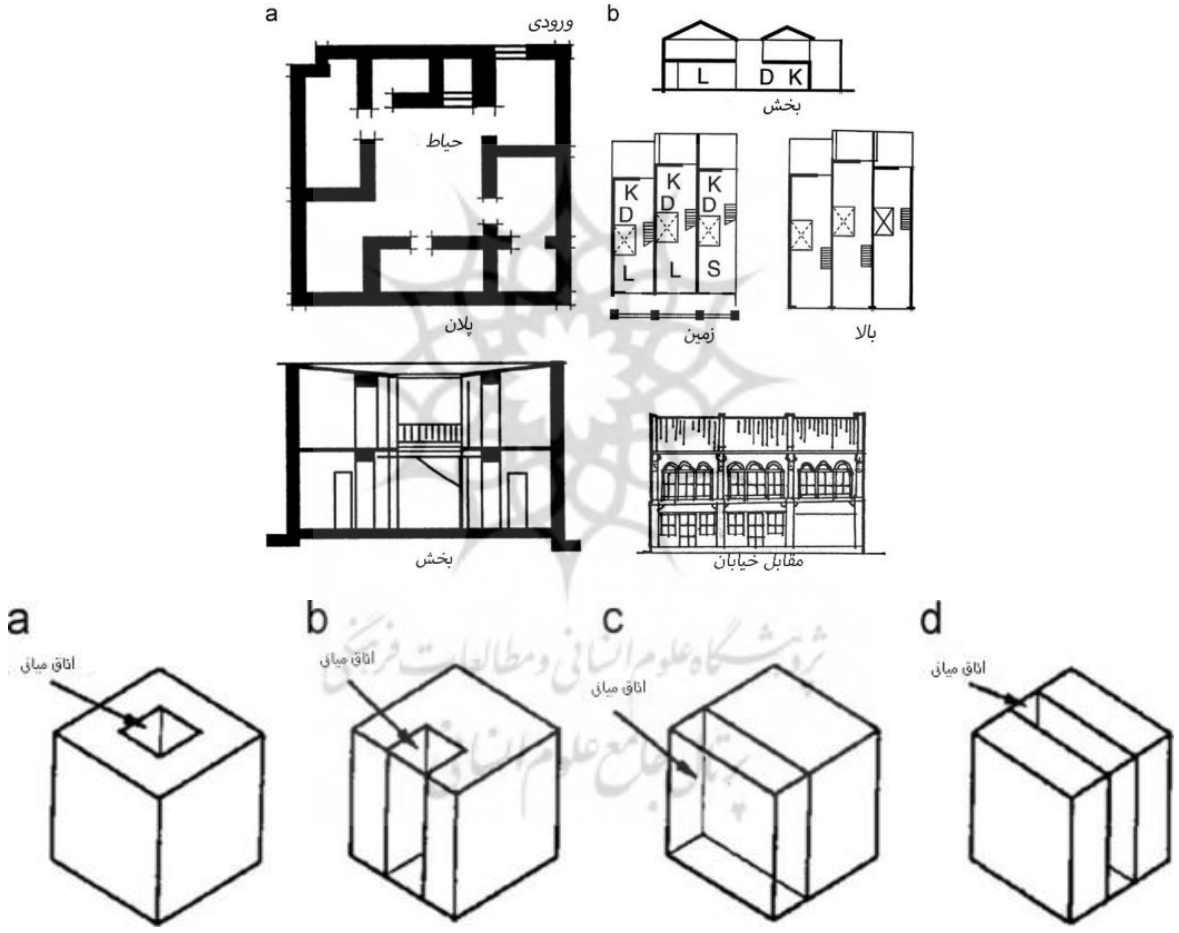
مقدمه

در معماری آتریوم (Atrium) کلمه لاتین (که جمع آن ایتریا است) به فضای بزرگ و باز میان ساختمان گفته می‌شود. آتریوم یکی از بیشترین استفاده‌ها را در خانه‌های روم باستان به منظور تعبیه نور لازم و تهویه داخلی داشته‌است. 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 باز بودن 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 به وجود 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 نشانه هایی در نواحی با آب و هوای معتدل است و برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسعه یافتند و سپس بوسیله 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 $۱۵۰ kwh/m^۲$ 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-۱۹۹۳). خانه‌های سنتی موجود در یزد از آثار معماری هستند که بررسی آتریوم در آنها حائز اهمیت است.

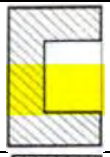
برررپیس پیشنه تحقیق حاکی از این است که تاکنون اثر مستقلی در این باره به رشته تحریر در نیامده است. با این حال آثاری به بررسی آتریوم به عنوان راهکاری در تأمین روشنایی در اقلیم گرم و خشک پرداخته‌اند. کاظم زاده(۱۳۹۴) در پایان‌نامه خود با عنوان «آتریوم راهنگار تأمین روشنایی در اقلیم گرم و خشک (آتریوم و تأممین روشنایی طبیعی ساختمان‌های اداری میان مرتبه شهر کرمان در جهت کاهش مصرف انژری) به نقش سودمند این طراحی در مناطق گرمسیر اشاره کرده است با این حال، به خانه‌های سنتی یزد به صورت 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 دسته‌بندی عمده اشکال آن وجود دارد. هر شکل از آنها دارای یک مزیت محیطی خاص است که بر طبق شرایط مطلوب آن، تهویه هوای مورد نظر و عملکرد نور خورشید انتخاب می‌شود. برای آب و هوای گرم و مرطوب، از چهار نوع ، آتریوم مرکزی و خطی موثرترین نوع در به حداقل رساندن نوسانات دمایی در طی فصول گرم و معتدل می‌باشند. به‌علاوه، عملکرد دمایی کلی این انواع فضا، نزدیک‌ترین شکل به دماهای خنثی می‌باشد. بنابراین، این اتاق‌های مرکزی و خطی معمول‌ترین انواع مورد استفاده در نواحی گرم می‌باشند(Aered.Hunt-۲۰۱۴). (شکل ۱)



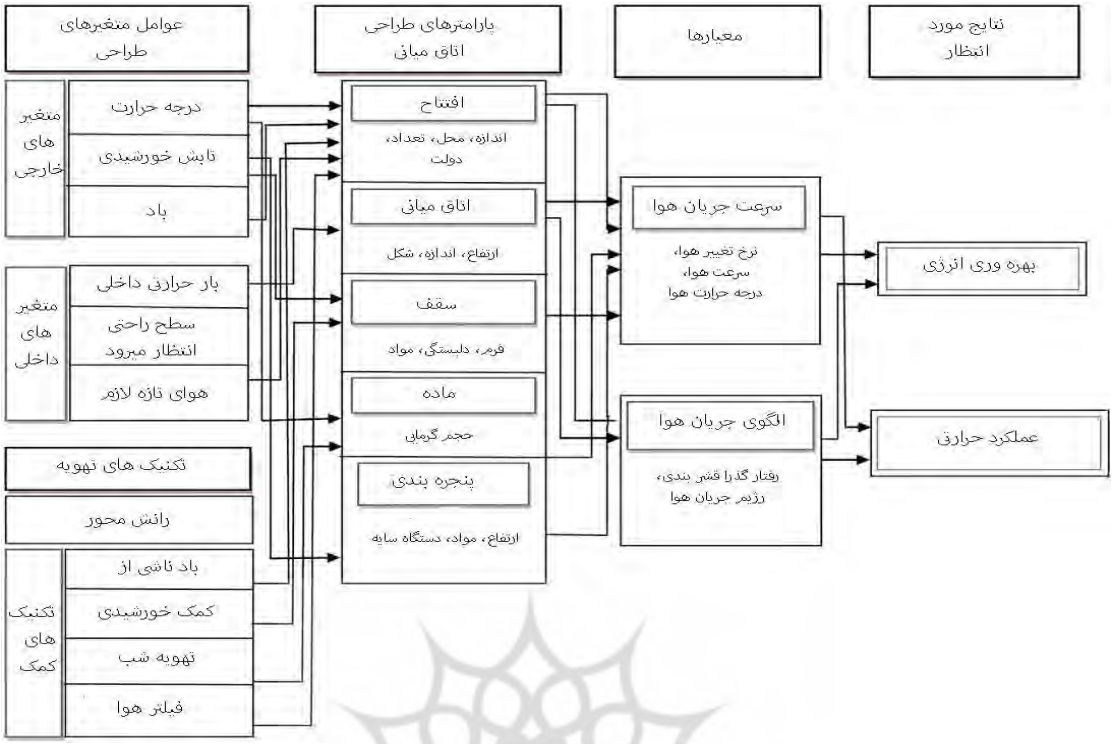
شکل۱- چهار شکل کلی متفاوت اتاق‌های میانی و نمونه‌های واقعی الف) مرکزی ب) نیمه بسته ج) متصل د) خطی

ردیف	تصویر	نقاط ضعف	نقاط قوت	موقعیت قرار گیری حیاط
۱		تابش نامناسب در جبهه ی شرق و غرب و انتقال گرمای زیاد	ایجاد جریان هوا از چهار طرف و نورگیری از چهار جبهه	**حیاط در اطراف خانه قرار می‌گیرد**
۲		تابش از دو طرف و به صورت منقطع	نورگیری بیشتر از جبهه ی شمال و جنوب و محدود شدن جبهه ی شرق و غرب	**خانه تمام عرض زمین را اشغال می‌کند و حیاط به دو بخش تقسیم می‌شود.**
۳		جریان هوا یک طرفه است و امکان گردش هوا در داخل بنا کم است	امکان کنترل تابش وجود دارد	**خانه در منتهی الیه قسمت شمالی زمین قرار گرفته و تمام عرض آن رااشغال کرده است**
۴		همواره یک نما در جبهه نامطلوب قرار دارد. از لحاظ ایجاد کوران درفضاهای داخلی، برهم نقشی ایفا نمی کنند	ایجاد بافت متراکم	**شکل در Lخانه به صورت اطراف حیاط قرار گرفته و دارای دو نمای عمود بر هم است.**
۵		این الگو نیازمند زمین وسیع است ودر هرشرایطی ممکن نیست	درون‌گرایی و ایجاد بافت فشرده	**خانه در دو سمت حیاط قرار گرفتهو هر بخش‌به صورت یک بنای یک طرفه عمل می‌کند**
۶		عدم ایجاد جریان مناسب هوا و نورگیری نامناسب برخی جبهه‌ها	امکان کنترل سطوح خارجی درمقابل تابش	**شکل دارد و تنها Uخانه فرم 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 وساختمان وسط قرار دارد.**

شکل۲ : گونه‌بندی نحوه ی قرارگیری حیاط نسبت به خانه و محاسن و معایب اقلیمی آن (زینلیان، ۱۳۹۴: ۶۶)

۲. رویکردهای اخیر در مورد طراحی آتریوم

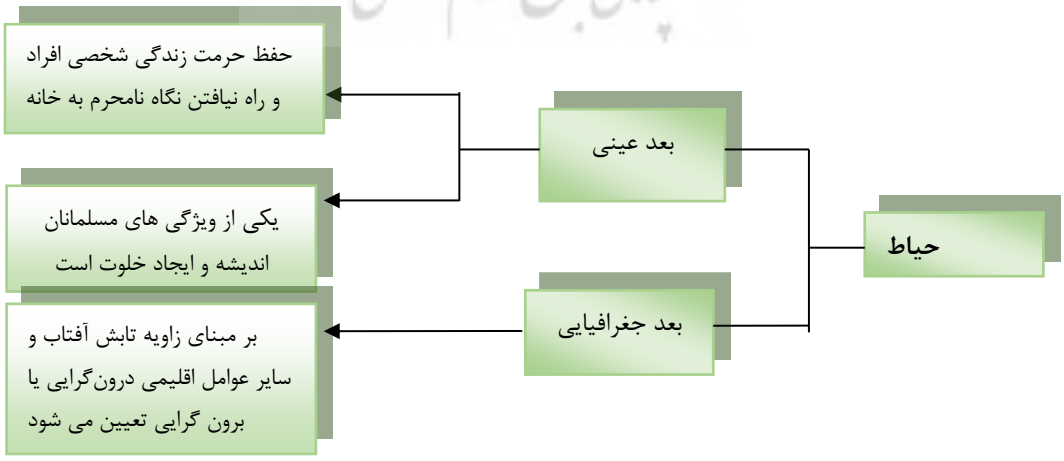
بر اساس توضیحات قبلی، برای رسیدن به یک شرایط گرمایی درونی مطلوب در طراحی آتریوم که به صورت طبیعی، سبب تهویه ی هوا می‌شوند، دو رویکرد طراحی اصلی ذکر شده‌اند : الف- طراحی اجزای و آتریوم و پیکربندی‌ها؛ ب- اجرای تکنیک‌های تهویه هوای. این پارامترهای طراحی عمدتاً توسط متغیرهای درونی و خارجی هستند. کارآمدی هر پارامتر بر اساس تاثیر 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 می‌شود. شکل ۲ فهرستی از متغیرها، تکنیک‌های تهویه هوا و روابط آنها با دیگر پارامترهای طراحی در ساختار رویکردهای طراحی اخیر آنها را نشان می‌دهد. اهمیت این شکل آن است که تشریح‌کننده وابستگی میان فاکتورهایی است که بر طراحی انفعالی آتریوم تاثیر می‌گذارند (Bryan-۱۹۹۳).



شکل ۳- خلاصه ای از پارامترها و متغیرهای طراحی(Bryan-۱۹۹۳)

۳. تهویه هوای طبیعی در آتریوم با عملکرد حیاط مرکزی

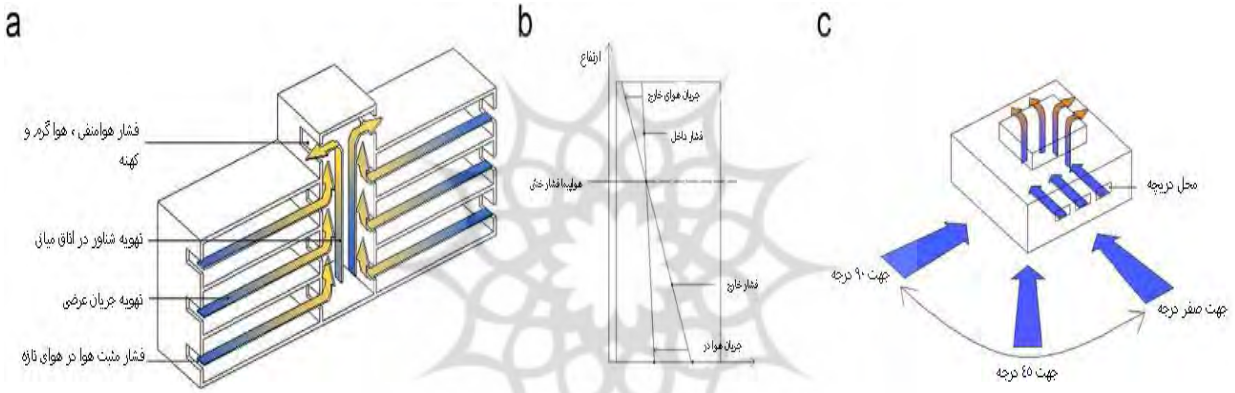
چنانچه در حیاط مرکزی نیز دیده می‌شود، مزیت عمده‌ی استفاده از تهویه هوای طبیعی در طراحی ساختمان نه تنها کاهش مصرف انرژی و هزینه می‌باشد بلکه همچنین مزیت آن فراهم آوردن شرایطی سالم و راحت است. تفاوت در فشارها در محیط‌های داخل و خارج، که حاصل فاکتورهایی مانند نیروهای باد و رانش می‌باشد منجر به حرکت هوا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



شکل۴ : دلایل وجود حیاط در خانه‌های سنتی (بقایی و دیگران، ۱۳۹۲: ۱۲)

٤. تأثیر نیروی باد

مطابق شکل (۴)، تهویه هوای طبیعی در فضای آتریوم بر اساس نیروی باد می‌باشد. تهویه هوای طبیعی از طریق آتریوم: (a) تفاوت فشارها در بین این فضا (b) سه جهت باد در یک نقطه، هم اندازهٔ مدل تغییریافته‌ی ساختمان مدل (c) تأثیر باد بر الگوی تهویه آتریوم را نشان می‌دهد. هرچند، نیروی القا شده باد می‌تواند حرکت شدیدتر هوا در درون ساختمان را در مقایسه با تهویه هوای القا شده 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 تهویهٔ هوای طبیعی ساختمان، نیروی القا شده‌ی باد نیاز است تا به طور همزمان با نیروی القا شده را جابجا شود. به ویژه 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.



شکل۴- دیاگرام تحلیلی نیروی باد(Bryan-۱۹۹۳)

۵.متغیرهای محیطی تأثیرگذار

طراحی آتریوم مستقیما در هنگامیکه 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 موثر هستند. فاکتورهای جوی موثر 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 آترویوم 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 آترویوم 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 توده‌ی گرمایی می‌شود. در مقابل، در دماهای بالاتر هوای محیط، که بیش از ۳۵ درجه است، استفاده از تهویه هوای طبیعی مطلوب نیست. بنابراین برای

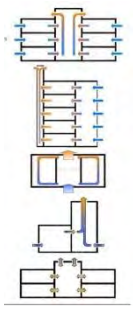
اجتناب از تاثیر هوای خارجی گرم‌شده در شرایط گرمایی درونی، شکاف و دریچه‌های بالا باید بسته شود. به علاوه، اختلاف دمای کم بین فضاهای داخلی و خارجی می‌توانند در فرایند تهویه هوای طبیعی القا شده توسط نیروی رانش دخالت نماید.

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 عدم آسایش و راحتی در ساختمان‌های با دمای تابش متوسط هستند. تابش اشعه خورشید دارای نقش عمده‌ای در ایجاد طبقه‌بندی گرمایی در آتریوم می‌باشد که عمدتا با تاثیرگذاری بر دمای بام می‌باشد. به ویژه در مورد تابش‌های طولانی مدت خورشید در بعد از ظهر در مناطق گرمسیری است، موجب مشکل قابل توجه ای در سطح بالای فضای آتریوم می‌باشد. وجود کرکره‌های درونی سطح بالا دارای تاثیر تقریبا 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 ساخت و ساز بناها بوده و بدون توجه به قوانین حرکت خورشید و نورآسمان، 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 اید های اصلی طراحی، امکان روشن کردن فضاهای داخلی با نور طبیعی یکی از نیازهای اصلی و بدیهی به شمار آید (سفلایی، 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 به طور 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. به عنوان مثال، در نواحی متراکم شهری که آتریوم در آنها به در محاصره‌ی دیگر ساختمان‌های بلند هستند، تأثیر نیروی باد به اندازه‌ای که انتظار می‌رود نمی‌باشد.



شکل ۵- الگوهای مختلف تهویه هوای طراحی‌شده در آتریوم بر اساس مطالعات قبلی(Bryan-۱۹۹۳)

۵.۴. توده گرمایی درونی

تودۀ 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 می‌کنند سبب دما و در نتیجه حرکت هوا به درون آتریوم می‌شود. برای داشتن یک تهویه هوای جریان هوای رانشی پایدار، وجود بار گرمای درونی ضروری است. مطالعات نشان میدهد که در ترکیب‌نمودن تهویه هوا با گرمای درونی برخاسته از ۰.۱Kw برای هر فرد که ۸۰-۷۰ درصد جابجایی بار گرمایی تهویه هوا را صرفه‌جویی می‌کند که این وابسته به بارهای گرمایی درونی است که از یک فرد و سطوح عایق‌سازی ساختمان ایجاد می‌شود.

٦. الگوهای اجراشدۀ تهویه هوا

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

A- هوا را از چیزهای پیرامون خود دریافت و به بیرون از ساختمان تخلیه می‌کند.

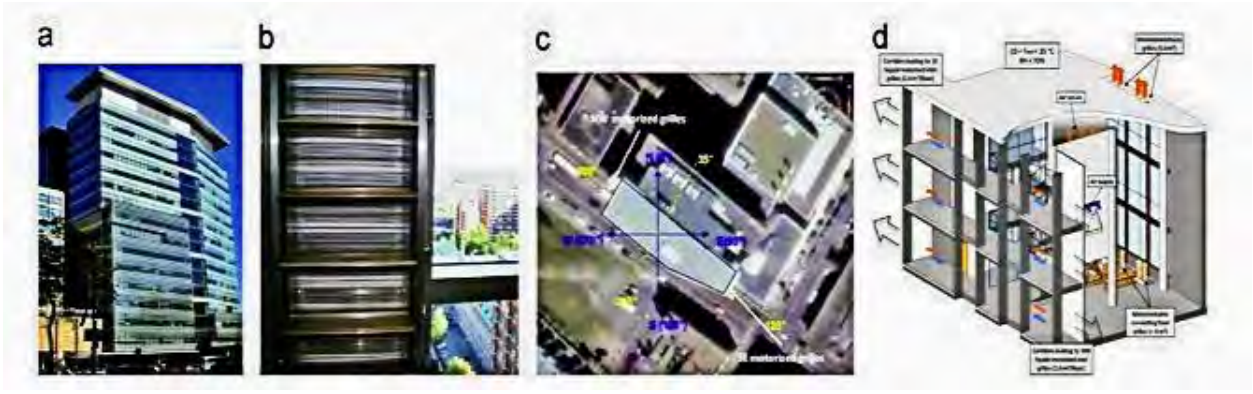
B- هوا را مستقیما دریافت و آن را به اتاق‌های اطراف هدایت می‌کند.

C- هوای محیط را از فضاهای اطراف دریافت و به بیرون از ساختمان تخلیه می‌کند.

D- به صورت مستقیم و غیرمستقیم هوا را تهویه و به بیرون ساختمان تخلیه می‌کند.

E- به طور مستقیم هوا را تهویه نموده و به بام ساختمان تخلیه می‌کند.

این الگوها بر اساس نیاز به تهویه هوا و گرمای آتریوم ،شرایط محیط و شکل‌های ساختمانی همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است می‌باشند :در نوع (C) نه تنها هوای راکد را تخلیه می‌کند بلکه هوای تازه را برای فضاهای مجاور و آتریوم تهیه می‌کند. بعلاوه می‌تواند از تهویه هوا برای اهداف گرمسازی استفاده کند که این از طریق تهیه هوای تازه و خارج نمودن هوای راکد با تهویه هوای کمتر تغییر هوا می‌باشد مانند نوع (E).همانطور که شکل۵ شرح می‌دهد، در مورد تابش شدید اشعه خورشید، آتریوم در درون دودکش خورشیدی یا نمای پوستی دوگانه گنجانده می‌شود (مانند نوعB). بنابراین، اجرای تکنیک‌های کمک رسان تهویه هوا می‌تواند محدودیت‌های طراحی یک ساختمان را مخاطب قرار دهد که شامل فضاهای عمیق پیرامون می‌شود که نیروی تهویه هوای رانشی به اندازه کافی برای راندن هوا به درون بخش‌های دورتر نمی‌باشد. هوای ذخیره در نواحی متراکم شهری استفاده می‌شود تا هوای تازه‌تر و پاک‌تری را از لایه‌های 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-۲۰۱۱)

۷. سیستم‌های کنترل تهویه هوای طبیعی

این سیستم‌ها می‌توانند به ثابت نمودن تأثیر متغیرهای غیر قابل پیش‌بینی و محیطی شدید در آتریوم کمک نمایند تا به یک کیفیت محیطی مطلوب دست یافته یا تداوم بخشند. برای نفع بردن 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 شبانه‌ی ساختمان‌های دارای آتریوم برای همه ساختمان‌ها در آب و هوای مختلف مطلوب نمی‌باشند و ممکن است منجر به ناراحتی ساکنان شود. از این رو، یک استراتژی کنترل پیش‌گیرانه برای ساختمان‌های دارای آتریوم با توده گرمایی زیاد ضروری است.

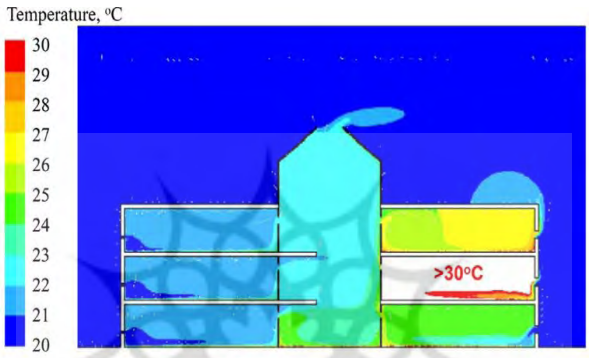
۸. عملکرد گرمایی آتریوم

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 بررسی شده، اندازه دریچه دارای نقش مهمتری می‌باشد. در کل، لایه بندی دمای هوا در درون آتریوم به طور قابل توجهی با افزایش اندازه دریچه‌ها کاهش می‌یابد. هرچند برای فراهم کردن جریان هوای قوی و به خوبی 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 تقریبا در همه ارتفاعات ساختمان افزایش یابد.

تاثیرات دریچه بیرونی بر روی یک ساختمان تجاری سه طبقه در یک دمای معتدل بررسی شد. نتایج نشان می دهد که با تعبیه ی دودکش تقریبا دو برابر هوا در آتریوم جریان می‌یابد در حالیکه تفاوت‌های دمای داخلی بین طبقات اول و دوم تقریبا 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 تهیه هوای خنک تازه برای آتریوم و یا فضاهای پیرامون آن می‌شود.



شکل ۷ - تاثیرات به حداقل‌رسانی اندازه‌ی دریچه بادگیر بر توزیع دمای داخلی را نشان می‌دهد. دریچه درونی که بطور مستقیم به فضاهای بیرون در سطوح پایین متصل می‌باشد برای تهویه هوای برای طبقات مختلف زیان‌آور می‌باشد.(Wang-۲۰۱۱)

مکان دریچه درونی دارای تاثیرات گرمایی مختلف بر طبقات مختلف یک ساختمان می‌باشد. به عنوان مثال، با افزایش ارتفاع دریچه درونی هر طبقه از صفر به ۱.۲mدر یک مدل آتریوم سه طبقه دو باله در دمای معتدل، دمای فضای آتریوم تا ۲.۵ درجه با یک حجم تقریبا ثابت از میزان جریان کاهش می‌یابد در حالیکه این سبب افزایش ۱.۵ درجه ای دما در طبقه دوم می‌شود (جدول ۲). جهت ورودی بر توزیع جریان هوا در آتریوم نیز تاثیر می‌گذارد. بعنوان 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 تاثیر رانش گرمایی می‌باشد. این منجر به کاهش دمای هوای داخلی می‌شود. با یک نسبت ناحیه‌ای برابر دریچه داخلی به خارجی (n=۱)، تغییر مکان خروجی دارای تاثیر مهمی بر عملکرد گرمایی آتریوم میباشد. قسمت های دریچه در هر طبقه باید متفاوت باشد تا قادر به دست یافتن به همان مقدار از جریان تهویه هوا در هر طبقه با همان ارتفاع باشد (شکل ، نوعb)(Ahmad Rasdi- ۲۰۰۰)

۲ ۸هندسه‌ی آتریوم

در نواحی با آب و هوایی مختلف، مصرف انرژی، مجموع آتریوم کشیده (مرکزی) و باریک یا مستطیلی با نسبت طول به عرض بیشتر بطور قابل توجهی نسبت به آتریوم با شکل‌های مربعی بیشتر می‌باشد. برای داشتن تهویه هوای رانشی با کارآمدی بالا، به ویژه 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 تاثیرات 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 لزوما افزایش نمی‌یابد، اما محدود به اندازه آن و ارتفاع طبقه می‌باشد. با افزایش در اندازه آتریوم ، تاثیرات تهویه هوای رانشی ساختمان مسکونی بلند ارتقا می‌یابد تا هنگامیکه به یک سطح مشخص می‌رسد که بعد از آن افزایش بیشتر در اندازه آن به سختی تاثیرات تهویه هوای رانشی را ارتقا می‌دهد.

۳ ۸ ویژگی‌های بام

شکل بام ،یک قسمت مهم در آسایش حرارتی و هزینه پایین نگهداری مورد توجه در طراحی آتریوم است. بام، گرمای خورشیدی را بر اساس ویژگی‌های مصالح و تجهیزات خود دریافت می‌کند و هوای گرم شده را قبل از تخلیه شدن نگه می‌دارد. ناحیه خلا بالا دیوار به بام می‌تواند به مقدار زیاد عملکرد گرمایی آتریوم را ارتقا دهد. به‌عنوان مثال: ناحیه خلا دیوار به بام ۲.۵ متری قادر به کاهش هوای پیش‌بینی شده و دمای تابشی میانگین بر سطح طبقه دوم به ترتیب در حدود ۰.۷K و ۱.۸K می باشد. استفاده از کرکره بیرونی می‌تواند به ویژه در آب و هوای گرم و مرطوب موثرتر باشد. ایجاد سایه داخلی بوسیله کرکره‌های نصب شده ۳ تا ۵ متر در زیر بام لعابی توصیه می‌شود تا خلا 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 فضاهای پیرامون می‌شود که باعث به حداقل رسیدن تهویه هوا و بارهای نوری فضا می‌شود. هرچند، در شرایط شدید آب و هوایی ،نور کافی برای فضاهای پیرامون فراهم می‌کند،اما آسایش حرارتی درونی علیرغم مصرف انرژی به حداقل رسیده فراهم نمی‌شود.(Ahmad Rasdi- ۲۰۰۰) 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، به نوبه خود، منجر به کاهش قابل توجه از میزان خنک‌سازی در تابستان می‌شود. به علاوه، سطوح رنگ روشن و کرکره‌ها بهترین گزینه هستند. برای فراهم-سازی گرمای انفعالی و تهویه هوا در آتریوم در آب و هوای 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 انجام شده بر روی آب و هوای سرد، گرمای ذخیره شده در دیوارها می‌تواند برای تهویه هوای رانشی در شب هنگامیکه هیچ تابش اشعه خورشیدی وجود ندارد مفید باشد. هرچند بدون دیوارهای پوشیده شده با عایق، میزان جریان رانشی به طور قابل توجهی در مقایسه با این میزان در دیوارهای عایق شده کاهش می‌یابد. توده گرمایی بالای آتریوم را می‌توان برای اهداف تهویه هوا و خنک‌سازی شبانه اجرا نمود. یک آزمایش کامل در یک ساختمان موسسه‌ای مسکونی در کانادا برای ارزیابی ظرفیت خنک‌سازی ورقه‌های 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

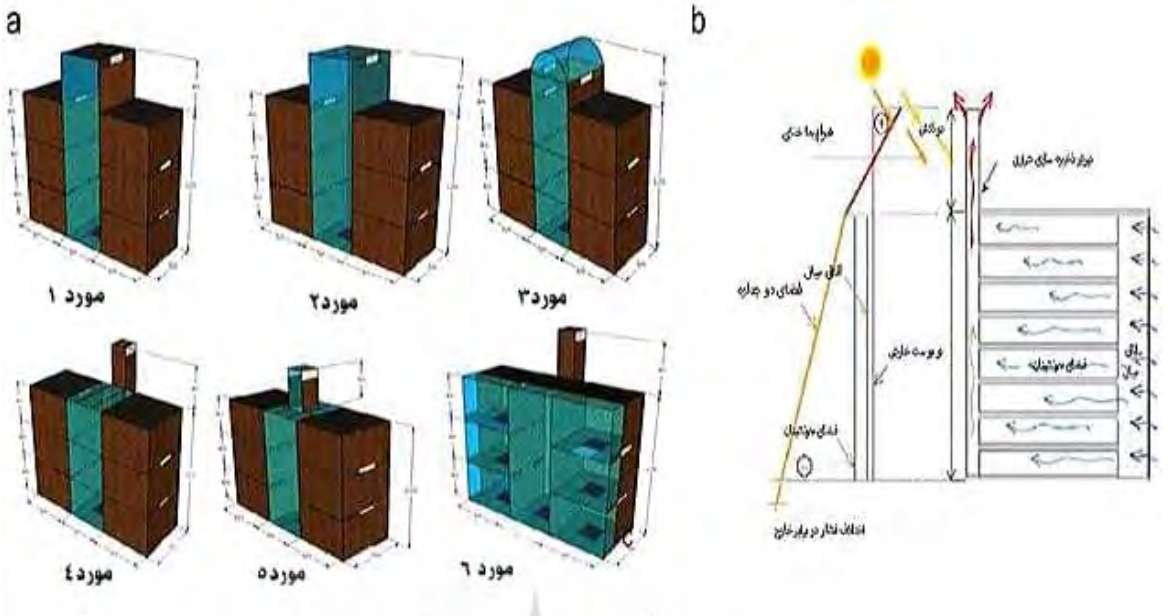
پیش‌بینی عملکرد جریان هوا در ارتباط با جهت و یکنواختی در میان فضاها در طراحی آتریوم با تهویه هوای طبیعی ضروری است. این،بدان علت است که افزایش منبع گرمای درونی یک فضای درون ساختمان یا تغییر برخی پارامترهای طراحی می‌تواند الگوی جریان هوا را برعکس کند و در نتیجه سبب ناراحتی گرمایی یا آلودگی چرخش گرمایی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

۹.۱.تکنیک‌های تقویت تهویه

هوای درون اتاق میانی غالبا توسط یک نیروی القایی رانشی حرکت می‌کند. در آب و هوای شدید، مدل‌های تهویه هوای فقط رانشی به عنوان ابزار موثر مطلوب برای این هدف در نظر گرفته نمی‌شوند(Wang.۲۰۱۱) بنابراین، تلاش‌های بیشتری صورت می‌گیرد تا کارآمدی تهویه هوا در اتاق میانی به حداکثر برسد. تهویه هوای رانشی- بادی، تهویه هوای پنجره‌ای و تهویه هوای پنجره‌ای و تهویه هوای مکانیکی استراتژی‌های به کار رفته برای رسیدن به سطح آسایش گرمایی مطلوب می‌باشد که دراین بخش تکنیک‌های تهویه هوا مورد بررسی قرار می گیرد.

۹.۲.تهویه هوای القایی بادی

در یک تهویه هوای ترکیبی، افزایش سرعت باد (از ۱m/s به ۳m/s) منجر به افزایش میزان تهویه هوا در دریچه‌های به سمت پنجره با میانگین ٪۳۵ می‌شود. هرچند با همان شرایط بادی، در دریچه سمت بادگیر، نه تنها الگوی تهویه هوا به صورت مخالف تغییر می‌کند بلکه مقادیر تهویه هوا با میانگین ٪۲۷و ٪۵۲ در مقایسه با مقادیر تحت شرایط تهویه هوای رانشی یا نیروی بادی به تنهایی کاهش می‌یابند. در نتیجه، دما در سمت پنجره و آتریوم با میانگین ۲ درجه کاهش می‌یابد در حالی‌که در سمت بادگیر دما تا ۲ درجه افزایش می‌یابد.



شکل ۸- هندسه‌های مختلف اتاق درونی با یا بدون دودکش خورشیدی (a)، بخشی میانی مدل اتاق میانی که تکمیل شده با نمای دو-جداره و دودکش خورشیدی می‌باشد (b) (Wang.-۲۰۱۱)

۹.۳. تهویه هوا با کمک خورشید

جهت، ارتفاع، اندازه و نوع شفافیت و عایق به کار رفته در دیوارها ،فاکتورهای موثر هستند که در ارتقای توانایی دودکش خورشیدی مشارکت دارند. (Muhaisen., ۲۰۰٦:١٦٥)یک دودکش خورشیدی که دارای صفحه‌های جذب خورشیدی شیشه‌ای مناسب و وسایل انتقالی می‌باشد تهویه هوای طبیعی بیشتری را ارائه می‌دهد. هرچند، این لزوما آسایش حرارتی در فضای آتریوم را فراهم نمی‌کند.بعلاوه، ذکر شده است که ارتفاع دودکش خورشیدی باید بیش از ارتفاع دو طبقه بالایی نمای دوجداره به ویژه برای طبقات بالایی باشد تا میزان تغییر هوای هر طبقه افزایش یابد. (شکل ۸-b). هرچند در ارتباط با جوانب زیباشناسی، محدودیتی برای ارتفاع آن وجود دارد. استفاده از دیوارهای دارای تهویه هوای دوگانه یکی از راهها برای سود بردن از نور خورشید و داشتن کنترل گرمای خورشیدی انفعالی است. در مجموع نمای دوجداره قادر به تخلیه‌ی گرمای خورشیدی تا مقدار تقریبی ۱۰۰w/m^{۲} بر روی هر ناحیه‌ی سطحی از شیشه‌ی داخلی می‌باشد. هرچند این مدل از لحاظ کارآمدی انرژی بهینه می‌باشد، اما محدود به طرح‌هایی است که حداقل یک دیوار آزاد ترجیحا روبرو به سمت غرب باشد

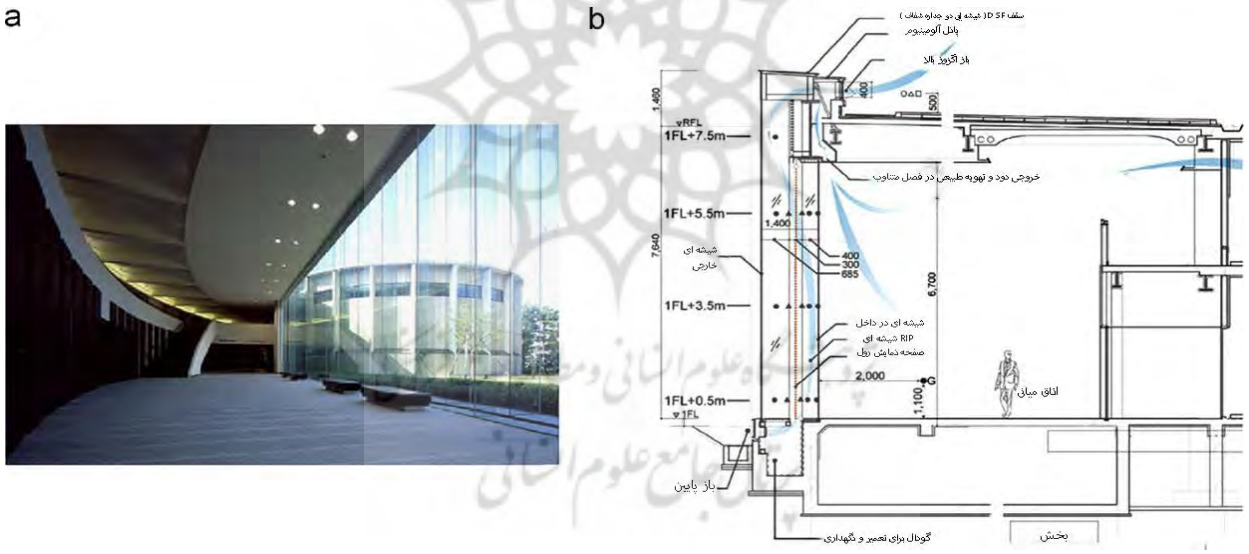
۹.۴. تهویه هوای شبانه

تهویه هوای شبانه یک استراتژی خنک‌سازی است که وابسته به نیروهای رانشی و یا باد می‌باشد. در طی شب هنگامیکه دمای پایین مناسب وجود دارد، تهویه هوای شبانه به عنوان بهترین روش توصیه می‌شود. با کاهش دمای داخلی، مزایای بالقوه‌ی تهویه هوای شبانه نیز افزایش می‌یابد. هرچند ساختار آتریوم با توده گرمایی پایین قادر به ذخیره‌سازی خنکی کافی نمی‌باشد و به سرعت گرما بالا می‌رود. (Aldawoud,. ۲۰۰۸)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 (در 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 راه‌حل برای کاهش دمای هوا برای همه فصول در فضاهای داخلی در ساختمان‌های آتریوم نمی‌باشد .به ویژه هنگامیکه دمای هوای محیطی بسیار بالا است. نتایج مطالعه‌ی تهویه هوا شده نشان داد که تنها هوای خنک خارج شده از فضاهای طبقه اول کافی است تا آسایش حرارتی درآن 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- (۱۹۹۳)



شکل ۹- جداره‌ی نصب‌شده در آتریوم در نمای غربی(a)، بخش میانی دارای جزئیات آتریوم با نقاط اندازه‌گیری شده (b) Bryan- (۱۹۹۳)

نتیجه‌گیری

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. سپس این مقاله مدل‌هایی را بررسی می‌کند که تهویه هوای طبیعی رانشی مانند باد را به عنوان تکنیک اصلی تهویه هوای انفعالی اجرا می‌کند با یا بدون دیگر تکنیک‌های تهویه هوای کمکی تا شرایط گرمایی داخلی آنها را بهبود بخشد. این پژوهش با یک مرور خلاصه بر تکامل آتریوم در طول تاریخ، رویکردهای طراحی

جدید آن و مشکلاتش شروع می‌شود، در حالی‌که اطلاعاتی در مورد اهمیت تهویه‌ی هوای طبیعی در آنها و توانایی بالقوه‌ی 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 استفاده‌ی آنها برای ارتقا شرایط گرمایی داخلی و تهویه هوا تاکید دارد. توانایی هر پارامتر با کارآمدی آن، شرایط و محدودیت‌های آن خلاصه شده است. مطالعات در مورد پارامترهای موثر طراحی آتریوم و تاثیرات گرمایی آنها می‌توانند یک نکته نظر قوی برای تحقیقات بعدی فراهم کنند که برای توسعه‌ی قوانین تجربی برای طراحی‌های آینده آتریوم ضروری می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

کتاب‌ها

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

مقالات

بقایی. پ و دیگران. (۱۳۹۴). «محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی شهر یزد»، نشریه باغ نظر، شماره۴۵، ص ۲۲.

پایان‌نامه‌ها

سفلایی، 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؛ 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, H. (۲۰۱٤). A simplified mathematical approach for modelling stack ventilation in multi-compartment buildings. Build Environ; ۷۱:۳۰-۱۲۱.
Aldawoud, A. (۲۰۰۸). Thermal performance of courtyard buildings. Energy and Buildings, ٤۰(٥), ۹۰٦.

Ahmad MH., & Rasdi, M. (۲۰۰۰). Design principles of atrium buildings for the tropics. [٦۹] Hughes BR, Calautit JK, Ghani SA. The development of commercial wind towers for natural ventilation: a review. Appl Energy ۲۰۱۲; ۹۲:٦۰٦–۲۷.

Bryn, I. (۱۹۹۳). Atrium buildings environmental design and energy use. ASHRAE Trans; ۹۹:۱۰۸۲–۹۱.

Chan, H-Y., Riffat, SB., & Zhu, J. (۲۰۱۰). Review of passive solar heating and cooling technologies. Renew Sustain Energy Rev; ۱٤:۷۸۱–۹

Muhaisen, A.S., Gadi, M.B. (۲۰۰٦). Effect of courtyard proportions on solar heat gain and energy requirement in the temperate climate of Rome. Build. Environ. ٤۱, ۱٦٥.

Wang, F., & AbdHalid A. (۲۰۱٦). Investigating thermal conditions in a tropic atrium employing CFD and DTM techniques. Int J Low-Carbon Technol۲۰۱۱; ٦:٥٥