نهمین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار و عمران شهری
9th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

ارزیابی روشنایی طبیعی در آتریوم‌ها
نمونه موردی: ساختمان اداری پژوهشگاه نیرو

محیا چشمه‌نور
دانشجوی دکتری، معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
پست الکترونیکی: m_cheshmeh@arch.iust.ac.ir

فاطمه مهدیزاده سراج*
استاد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، (نویسنده مسئول)
پست الکترونیکی: mehdizadeh@iust.ac.ir

سید عباس یزدانفر
دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
پست الکترونیکی: yazdanfar@iust.ac.ir

چکیده:
به‌کارگیری آتریوم در ساختمان‌های بلندمرتبه با ابعاد بزرگ روشی متداول در نور رسانی به فضاهای مرکزی داخلی می‌باشد. طبق مطالعات انجام شده، استفاده از سقف و جداره‌های یکپارچه با ابعاد وسیع شفاف می‌تواند موجب خیرگی چشم، ایجاد نور مزاحم، ایجاد تأثیرات نامطلوب حرارتی و عدم آسایش حرارتی در فصول مختلف سال شود. اینکه این تأثیرات تا چه میزان می‌تواند بر عملکرد آتریوم‌ها اثر مثبت یا منفی بگذارد، سؤال این پژوهش است که در آن با هدف بررسی میزان نورگیری و مصرف انرژی الکتریکی آتریوم‌ها و اثرات آن، یک نمونه آتریوم منتخب اداری ساخته شده را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

در این تحقیق تأثیر عوامل ذکر شده در طراحی آتریوم‌ها در دو فرآیند اندازه‌گیری میدانی با ابزار متناسب آن و شبیه‌سازی با کمک نرم‌افزار (Design Builder) بررسی شده است. در پایان نتایج حاکی از آن است که تمام فضاها با توجه به محل قرارگیری در هر طبقه به یک میزان دریافت روشنایی ندارند و اگر به محل قرارگیری کاربری‌ها در هر حوزه طبقه با توجه به تابش دریافتی در هر فصل و از طرفی کنترل سطوح شفاف فضای نورگیر توجه نشود، باعث عدم کارایی آتریوم و افزایش قابل‌توجه هزینه بهره‌برداری از فضا می‌شود.

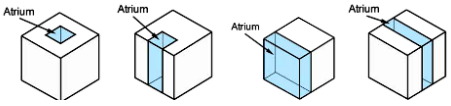
کلمات کلیدی: آتریوم، روشنایی نور روز، مصرف انرژی

www.SID.ir

۱-مقدمه:

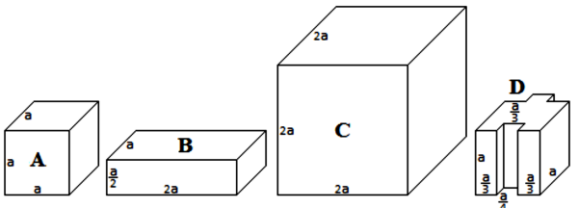
توجه به مسائل مربوط به مصرف انرژی از جمله موضوعات مهم امروز می‌باشد که باید در طراحی بناها در کنار پاسخ‌گویی به مؤلفه‌های کیفی محیطی رعایت شوند. در ساختمان‌هایی با سطح اشغال وسیع نظیر ادارات، هتل‌ها، مراکز آموزشی و ...، آتریوم‌ها یکی از کلیدی‌ترین فضاهای معماری هستند که برای محروم نماندن فضاهای مرکزی از نور روز به کار گرفته می‌شوند. اما در صورتی که ملاحظات طراحی این سطوح نور گذر رعایت نشود، می‌تواند موجب خیرگی بصری و نور نامطلوب، حرارت اضافی در تابستان، هدر رفت انرژی و درنهایت عدم آسایش حرارتی کاربران شود. با توجه به اینکه ساختمان‌های با ابعاد وسیع و سطح اشغال جمعیتی بالای فضا در طول روز مصرف انرژی روشنایی بیشتری دارند، اهمیت توجه به این مسئله دوچندان می‌شود که ضرورتی بر انجام این تحقیق می‌باشد.

با توجه به سابقه کاربرد آتریوم در بناهای مختلف، مزایا و چالش‌های متناسب با آن، تحقیقات متعددی در بررسی عملکرد نقش این عناصر طراحی صورت گرفته است. فرم‌ها و جهت‌گیری‌های مختلف آتریوم‌ها عملکرد مختلفی دارند.



شکل ۱- فرم‌های آتریوم به ترتیب از راست: خطی، الحاق شده، نیمه بسته و مرکزی (Hung, 2003)

به منظور دستیابی به کارایی انرژی لازم است که یک آتریوم سه نیاز را برآورده کند: (۱) باید طوری طراحی شود که فاکتور شکل (Shape Factor) یا نسبت سطح پوسته به حجم را برای کل ساختمان، به منظور ممانعت از انتقال حرارتی، کاهش دهد؛ (۲) باید حداقل سطوح شیشه‌ای را برای نیاز ساختمان از قبیل روشنایی طبیعی و آسایش بصری داشته باشد؛ و (۳) بر روی نماهای آتریوم باید سایبان خورشیدی قابل تنظیم برای کنترل نور خورشید جهت جلوگیری از گرمای اضافی ناخواسته نصب شود (Danielski et al, 2016).



	A	B	C	D
حجم	a^3	a^3	$8a^3$	a^3
پوشش گرمایی	$6a^2$	$7a^2$	$24a^2$	$7a^2$
فاکتور شکل	6/a	7/a	3/a	7/a

شکل ۲- عامل شکل (Shape Factor) در ساختمان‌ها با ابعاد و شکل‌های مختلف (Danielski, Fröling, Joelsson, 2012)

حداکثر متوسط فاکتور نور روز در فضای داخل زمانی اتفاق می‌افتد که عرض آتریوم فاصله بهینه‌ای را بین اتاق‌های اداری در هر طبقه و بازشوهای قسمت بالایی دیوار خارجی داشته باشد. این فاصله به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای با زاویه دید خط آسمان، زاویه ارتفاع خورشید و فاصله بهینه که نور روز بتواند به داخل دفاتر اداری نفوذ کند، مرتبط است. با افزایش ارتفاع نورگیرهای عمودی قسمت فوقانی جداره آتریوم (Clerestory)، فاکتور متوسط نور روز در آتریوم و اتاق‌های مجاور آن افزایش می‌یابد. حداقل نسبت قابل‌قبول ارتفاع این نورگیرها به ارتفاع آتریوم برای متوسط فاکتور نور روز کافی در فضاهای الحاقی سه‌هشتم (3/8) می‌باشد (Ghasemi et al, 2015). بین نسبت ابعاد مقطع آتریوم، حرارت، روشنایی و هزینه‌های انرژی رابطه‌ای

www.SID.ir

مثبت وجود دارد. ارتباط بین ابعاد مقطع آتریوم و هزینه انرژی سرمایشی مثبت می‌باشد که بازه‌ای بین ۰,۳۳۱ تا ۰,۳۸۴ کیلووات بر مترمکعب را وقتی که نورگیرهای سقفی به همان نسبت کوچک‌اند، شامل می‌شود و زمانی این عدد منفی است – یعنی بین ۰,۵۵– و ۰,۵۰۵– کیلووات بر مترمکعب – که مساحت نورگیرهای سقفی نسبت بزرگ‌تری را از مساحت کف آتریوم اشغال کنند (Lan et al, 2017). ساختمان بدون آتریوم انرژی بیشتری را در هر واحد حجم برای سرمایش و گرمایش نسبت به ساختمان با آتریوم مصرف می‌کند. تنها مشکل موجود گرمایش بیش‌ازحد آتریوم در تابستان است که بهتر است این مشکل با استفاده از سایبان بر روی سقف و جداره‌های خارجی بنا حل شود. هر چند با این راه ۳۰٪ کاهش انرژی جهت سرمایش اتفاق می‌افتد اما به همان نسبت عملکردش در برابر جمع‌آوری گرما کاهش می‌یابد که ۱۲٪ نیاز به تولید گرمایش را بالا می‌برد. آتریوم تأثیر گرمایش بهتری را برای فضاهای مجاورش برقرار می‌کند، درحالی‌که دمای خود آن ممکن است نامطلوب باشد. همچنین جهت‌گیری آتریوم بر میزان بهره‌وری آن تأثیر می‌گذارد (Vujo˘sevi´ and Krsti´c-Furund˘zi´c, 2017). شکل و فرم سقف آتریوم، سطح شیشه‌خور، ابعاد و تناسبات آتریوم نیز بر روی میزان بهره‌وری از نور مطلوب، جلوگیری از خیرگی چشم و گرما و تهویه نامطبوع تأثیر می‌گذارد (کاظم‌زاده، قبادیان و طاهباز، ۱۳۹۳). ترتیب و توزیع حرارتی در طبقات نورگیرها نشان داد که نورگیرها از تغییرات دمای بیرون، تنها در طبقات بالا تأثیر پذیرفته و طبقات میانی و تحتانی با تغییر میانگین دمای بیرون تغییر چندانی نمی‌کنند. مساحت سطوح شفاف در تبادل و جذب حرارتی نقش مهمی داشته و بر جابجایی لایه‌های هوای گرم درون نورگیر تأثیر دارد (مفیدی، حسینی و مدی، ۱۳۸۹). برای ارزیابی نور روز در ساختمان‌های با انواع آتریوم، تناسبات و بازشو آتریوم آن‌ها برای ارتقا بهره‌وری انرژی قابل اهمیت است. عملکرد روشنایی نور روز بر اساس تناسبات آتریوم که به‌عنوان شاخص مطلوب (well index) نام برده می‌شود، اندازه‌گیری و دسته‌بندی می‌شود؛ که نتایج حاکی از آن است که شاخص مطلوب (well index) یک شاخص قابل اعتماد برای دسته‌بندی تناسبات آتریوم‌ها می‌باشد که با مدل‌سازی بر پایه طراحی اقلیمی هماهنگ است (Mohsenin and Hu, 2015).

تراس‌های داخلی اطراف آتریوم بر روی سطح روشنایی و توزیع آن در فضاهای آتریوم تأثیر نسبی دارند. شاخص مطلوب (well index) –که با ابعاد و تناسبات آتریوم مرتبط است– و عمق تراس‌های داخل آتریوم دو فاکتور اصلی در عملکرد روشنایی نور روز در فضای آتریوم‌های تراس‌دار هستند. پراکنش نور زیر کف تراس‌ها زمانی که شاخص مطلوب بیشتر از ۱ و عمق تراس بیشتر از ۳ متر باشد، به ۷۰ تا ۹۰ درصد می‌رسد. شاخص مطلوب تراس، زمانی که فضاهایی مدنظر است که با تراس‌های داخلی پوشانده نشده‌اند، می‌تواند شاخص مفیدی برای فهم عملکرد روشنایی نور روز باشد (Kim and Tai Kim, 2010). در ساختمان‌های بلند با ابعاد متوسط آتریوم تشعشعات خورشیدی عبوری از سقف شیشه‌ای تا ۱۰ متر زیر سقف اثر گذارند. فاکتور مقیاس هندسه آتریوم (R) به‌عنوان عامل مؤثر برای اکثر روش‌های مدل‌سازی انرژی دقیق به کار می‌رود. برای ساختمان‌های دارای آتریوم با شاخص (R) کمتر از ۸، مدل اتاق هوا با افت حرارت ثابت برای مدل‌سازی انرژی دقیق‌تر است اما زمانی که شاخص (R) بیشتر از ۸ باشد، اتاق هوا بدون در نظر گرفتن ابعاد و ارتفاع برای مدل‌سازی انرژی دقیق‌تر است (Pana et al, 2010).

www.SID.ir

میزان تأثیر عوامل ذکر شده در محیط واقعی و نمونه‌های اجرا شده در کشور ما، بر دریافت روشنایی، نیاز به مطالعات میدانی و ارتباط با کاربران فضا دارد که این تحقیق نیز به دنبال آن است.

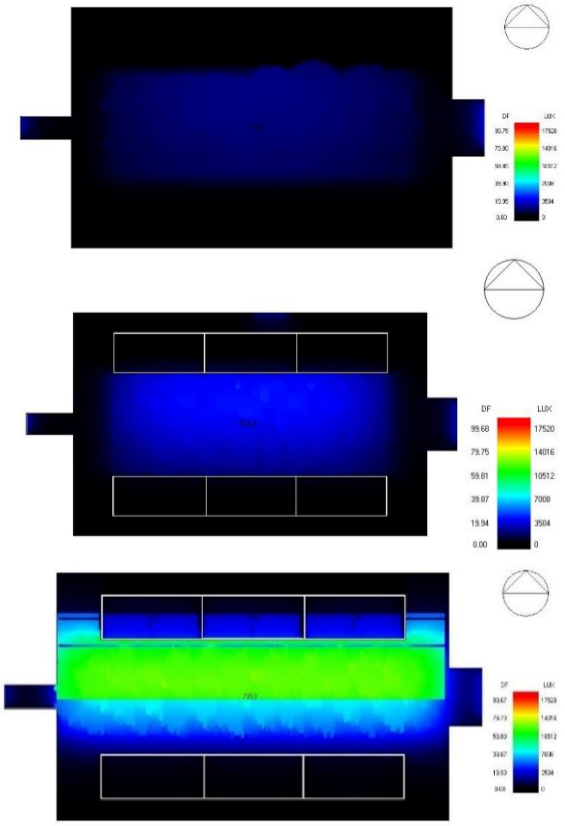
۲- روش تحقیق:

در این تحقیق ابتدا یک نمونه آتریوم اداری در تهران به دلیل وسعت و ابعاد عملکردی آن و همچنین استفاده از شیشه شفاف و مهار نکردن تابش خورشید در آن، انتخاب شد. طی روش پیمایشی و میدانی در روز ۵ بهمن‌ماه، در ساعت ۱۲ ظهر شدت روشنایی حاصل از نور روز در طبقات مختلف آتریوم با دستگاه لوکس متر اندازه‌گیری شد.(شکل۴).

شکل۳- لوکس متر مورداستفاده در تحقیق

سپس محدوده حجمی موردمطالعه که تحت تأثیر نور خورشید وارده از آتریوم است مدل‌سازی شد. برای تدقیق کار، روز ۵ بهمن در نرم‌افزار (Design Builder 5.4) نیز شبیه‌سازی شد که نتایج حاکی از دقت آن می‌باشد (شکل۵). این نرم‌افزار تأثیر عوامل محیطی بر ساختمان را اندازه‌گیری می‌کند. قابلیت‌های این نرم‌افزار شامل محاسبه کل انرژی مصرفی ساختمان، محاسبه بار سرمایش و گرمایش ساختمان، تصویرسازی تشعشعات خورشیدی روی پنجره‌ها و دیگر سطوح، محاسبه عوامل نور روز و نمایش موقعیت خورشید و مسیر خورشید نسبت به مدل در هر روز و ساعت می‌باشد (مهدیزاده سراج، دانش و صنایعیان، ۱۳۹۳). در مرحله بعد نور روز سالانه به‌دست‌آمده بر اساس داده‌های اقلیمی در این نرم‌افزار شبیه‌سازی و نتایج تحلیل و بررسی شدند.

روشنایی و دما	پژوهشگاه نیرو
روشنایی متوسط طبقه همکف (Lux)	۶۹۲
روشنایی متوسط طبقه میانی (Lux)	۱۱۳۱
روشنایی متوسط طبقه آخر (Lux)	۱۰۶۱۰



شکل٤- بررسی شدت روشنایی بر اساس اندازه‌گیری میدانی در آتریوم موردنظر در ۵ بهمن‌ماه ساعت۱۲ ظهر و شبیه‌سازی مکان‌های اندازه‌گیری شده در نرم‌افزار دیزاین بیلدر

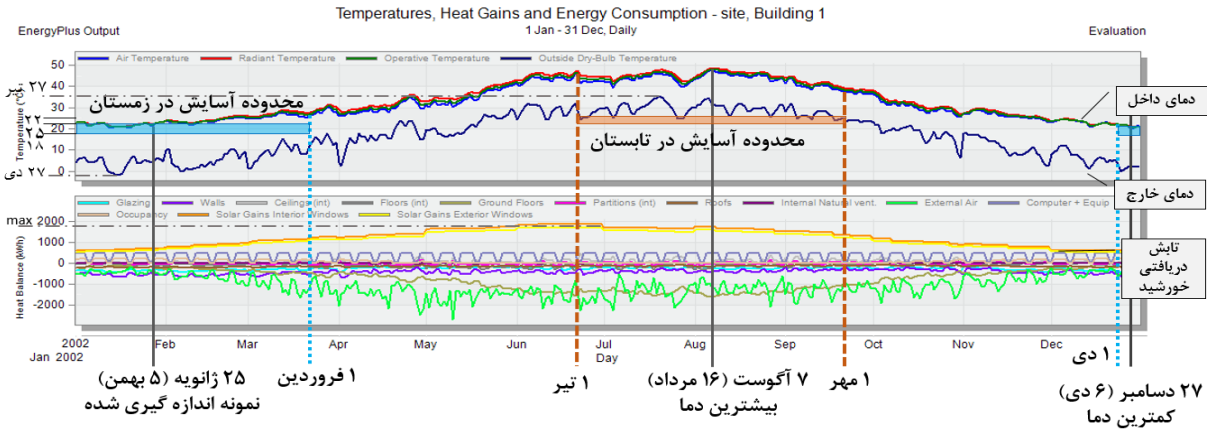
www.SID.ir

۲-۱- شرایط نور مناسب و آسایش حرارتی برای فضاهای داخلی آتریوم:

طبق استانداردها و ضوابط روشنایی فضاهای مختلف (CIBSE, 2018) (موسسه استاندارد مهندسان خدمات ساختمان انگلیس) در زمینه روشنایی ساختمان‌ها و بناها مقدار نور مناسب برای فضاهای ورودی و لابی‌های فضاهای عمومی ۲۰۰(lux) و آتریوم‌ها (lux) ۵۰ تا ۲۰۰ و آتریوم‌های دارای گیاهان (lux) ۵۰۰ تا ۳۰۰۰، کریدور و پله‌ها (lux) ۱۰۰، فضاهای اداری عمومی (lux) ۵۰۰ و اتاق کار با کامپیوتر (lux) ۳۰۰ تا ۵۰۰ می‌باشد. همچنین طبق استانداردهای اقلیمی خروجی نرم افزار دیزاین بیلدر(شکل۵) ۲۷ دسامبر (۶ دی) سردترین روز سال و ۷اوت (۱۶ مرداد) گرم ترین روز سال برای آتریوم است.

۳- بررسی نمونه موردی آتریوم ساختمان پژوهشگاه نیرو در شهر تهران:

میانگین بالاترین دماهای ثبت شده تهران در ده سال اخیر در ایستگاه مهرآباد ۴۰٫۸۷ در ماه‌های ژوئن و جولای و پایین‌ترین آن ۵٫۷۸- در ماه‌های دسامبر تا ژانویه بوده است. میانگین بارش سالانه هم در این مدت ۲۲۳٫۳ بوده است. میانگین ده‌ساله رطوبت نسبی بین ۲۰ تا ۶۱ ٪ تغییر کرده است که نشان از خشکی نسبی هوا در ماه‌های گرم سال است. با توجه به

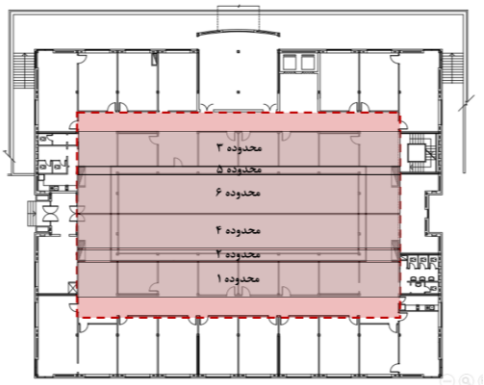


شکل۵- به ترتیب از بالا نمودار دمای هوا، تعادل حرارتی و جریان هوای تازه

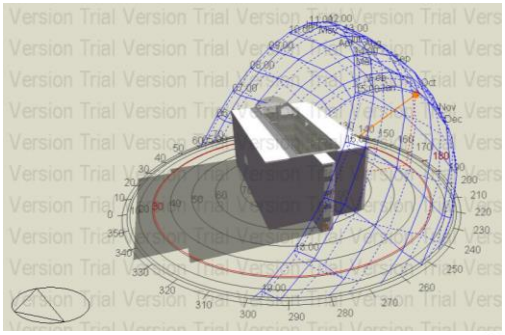
میانگین ساعات آفتابی موجود در این شهر از ۴٫۵۷ ساعت در ژانویه تا ۱۱٫۲۶ ساعت در ژوئن، نقش تعیین‌کننده انرژی تابشی خورشید را در ویژگی‌های اقلیمی آن می‌توان انتظار داشت. بر اساس این مشخصات شهر تهران از نظر دسته‌بندی اقلیمی کوپن در منطقه BSh واقع شده و از نظر پهنه‌بندی اقلیمی ایران در گروه ۵-۲ اقلیم نسبتاً سرد نیمه گرم و خشک قرار می‌گیرد (مفیدی، حسینی و مدی، ۱۳۸۹).

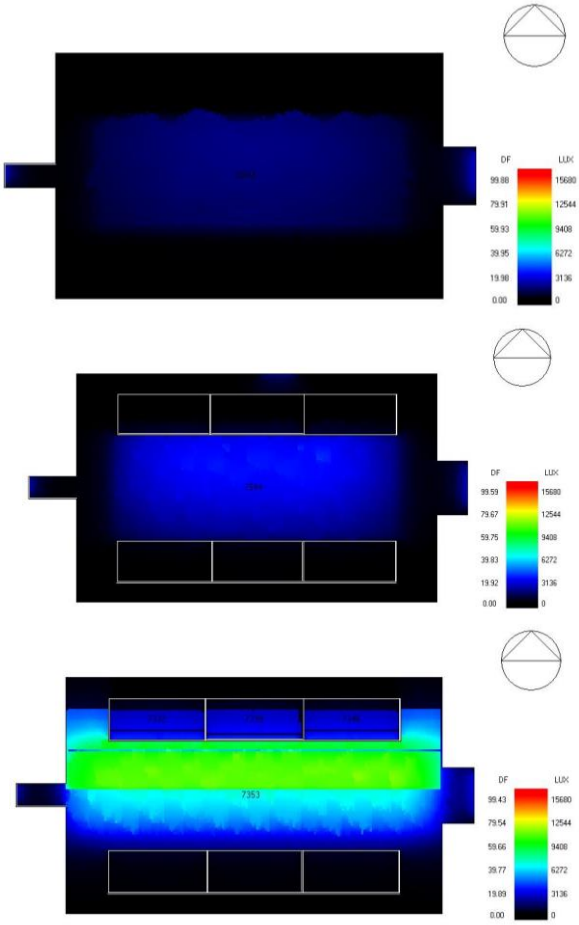
در این تحقیق ساختمان پژوهشگاه نیرو (واقع در شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان) با پنج طبقه و آتریوم مرکزی با پلان مستطیل شکل و سقف منحنی سراسر شیشه‌ای بررسی شده است. در این نمونه، به دلیل کاهش پیچیدگی و اضافات مدل‌سازی، فضاهای مجاور آتریوم که متأثر از نور آن در طبقات همکف، دوم (میانی) و چهارم (آخر) هستند، بررسی شدند.

www.SID.ir



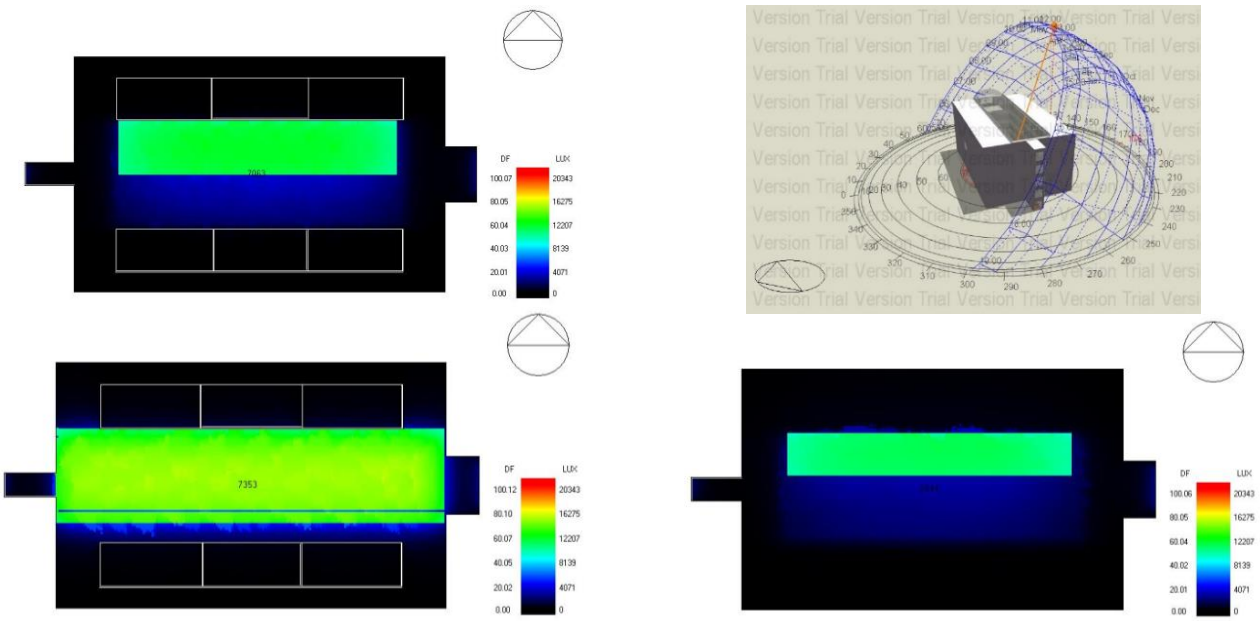
شکل٦- محدوده پلان و مقطع مورد مطالعه در آتریوم





شکل۷- روشنایی ۲۷ دسامبر معادل ٦ دی در طبقات همکف، دوم و چهارم

www.SID.ir

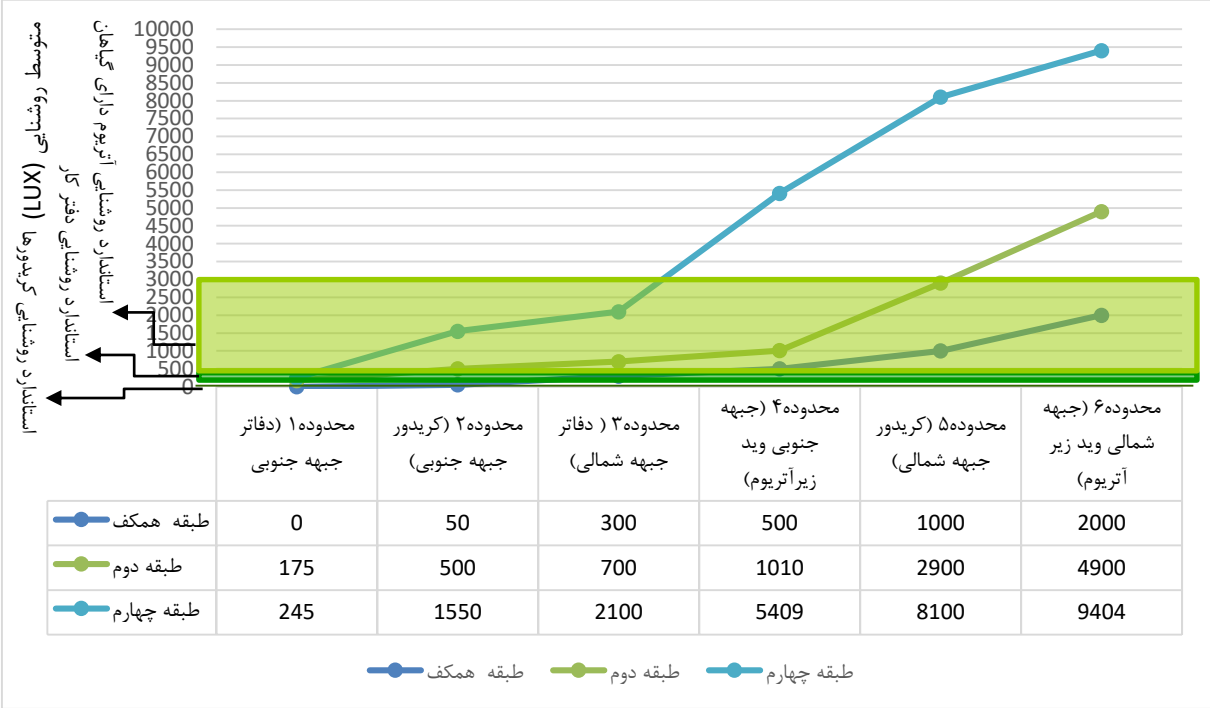


شکل۸- روشنایی ۷ اوت معادل ۱۶ مرداد در طبقات همکف، دوم و چهارم

٤- نتایج و بحث:

روشنایی شبیه‌سازی‌شده در طبقات و فضاها طبق استاندارد (CBSI) فضاها در نمودار ۲ و ۳ برای ۶ دی که سردترین روز سال و ۱۶ مرداد که گرم‌ترین روز سال می‌باشند برای سه طبقه منتخب بررسی شدند. (طبق نمودار ۱) برای ۶ دی که زاویه خورشید از سمت جنوب مایل بر راستای عمودی ساختمان می‌تابد، سطح روشنایی هر فضا بررسی شد که طی آن میزان دریافت نور خورشید از طبقه همکف به سمت طبقه چهارم افزایش می‌یابد؛ اما با توجه به زاویه تابش خورشید، فضاهای واقع در جبهه جنوبی مجاور آتریوم کمتر نور می‌گیرند. در طبقه همکف کریدورها و فضاهای پشت به تابش خورشید نوری دریافت نمی‌کنند. در طبقات دوم و چهارم، دفاتر مجاور آتریوم جبهه جنوبی نور کمتری نسبت به میزان استاندارد تعریف شده (CIBSE) دریافت می‌کنند. اما در طبقات دوم و چهارم دفاتر جبهه شمالی بیش از میزان لازم نور خورشید را دریافت می‌کنند که این میزان می‌تواند باعث اثرات منفی بصری و دمایی در فضا شود. به‌طورکلی تغییرات روشنایی فضاهای طبقات بالایی مانند طبقه چهارم شیب بیشتری نسبت به طبقات پائینی دارد که حاکی از کنترل نشدن نور تابیده شده می‌باشد. اما با وجود سطح وسیع شفاف آتریوم و تابش نور مستقیم آفتاب به فضای درون، طبق نتایج محدوده بندی (نمودار۱) اکثر فضاهای طبقه همکف مانند راهروها و دفاتر جبهه جنوبی در همه طبقات به دلیل فقدان نور روز کافی و استاندارد در آن حوزه نیاز به روشنایی مصنوعی دارند.

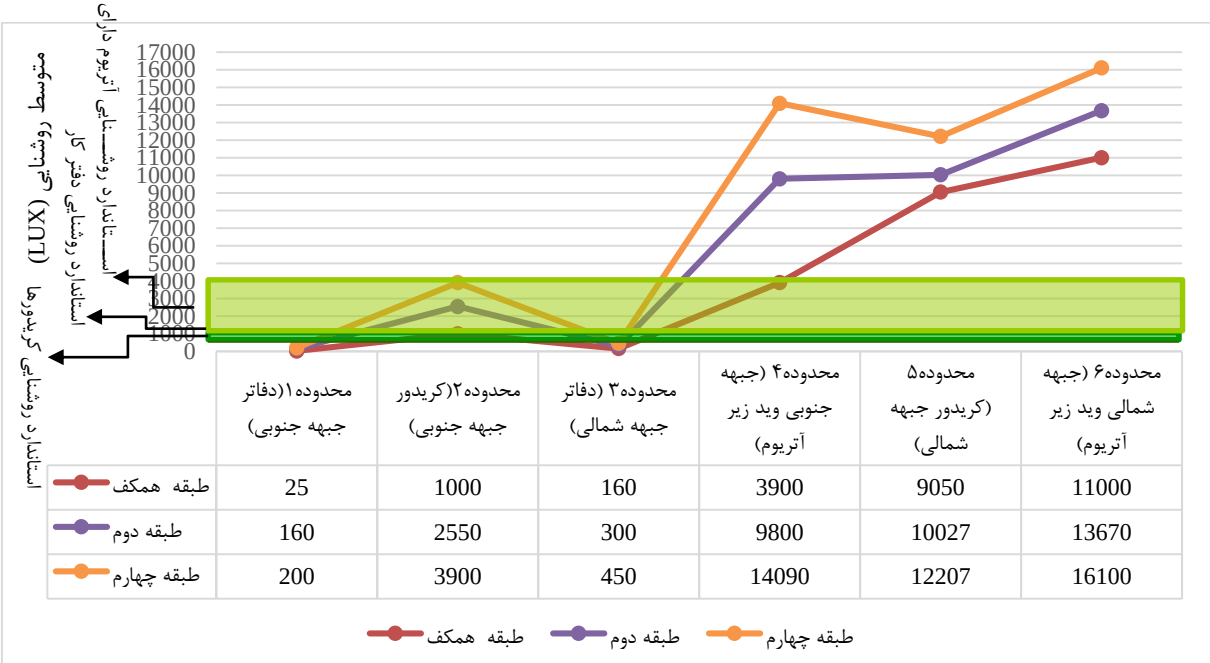
www.SID.ir



	محدوده۱ (دفاتر جبهه جنوبی	محدوده۲ (کریدور جبهه جنوبی)	محدوده۳ (دفاتر جبهه شمالی)	محدوده۴ (جبهه جنوبی وید زیرآتریوم)	محدوده۵ (کریدور جبهه شمالی)	محدوده۶ (جبهه شمالی وید زیر آتریوم)
طبقه همکف	0	50	300	500	1000	2000
طبقه دوم	175	500	700	1010	2900	4900
طبقه چهارم	245	1550	2100	5409	8100	9404

طبقه همکف طبقه دوم طبقه چهارم

نمودار ۱- روشنایی فضاها بر اساس محدوده بندی در ۲۷ دسامبر (٦ دی)



	محدوده۱(دفاتر جبهه جنوبی)	محدوده۲(کریدور جبهه جنوبی)	محدوده۳ (دفاتر جبهه شمالی)	محدوده۴ (جبهه جنوبی وید زیر آتریوم)	محدوده۵ (کریدور جبهه شمالی)	محدوده۶ (جبهه شمالی وید زیر آتریوم)
طبقه همکف	25	1000	160	3900	9050	11000
طبقه دوم	160	2550	300	9800	10027	13670
طبقه چهارم	200	3900	450	14090	12207	16100

طبقه همکف طبقه دوم طبقه چهارم

نمودار ۲- روشنایی فضاها بر اساس محدوده بندی در ۷ اوت (١٦ مرداد)

www.SID.ir

طبق (نمودار۲) در روز ۱۶ مرداد به دلیل تابش عمودی خورشید بر بنا تقریباً همه کریدورها به جز کریدورهای جبهه جنوبی طبقه همکف از نور روز کافی بهره می‌برند. دفاتر جبهه شمالی همکف و جبهه جنوبی طبقات نیز کمتر از استاندارد نور کافی تعریف شده (CBSI) روز بهره می‌برند. به‌طورکلی در مقایسه با (نمودار ۱) شیب جهش نمودارها که حاکی از عدم توزیع مناسب نور خورشید و زاویه تابش آن می‌باشد بسیار تند است که با وجود بهره‌گیری بیشتر از روشنایی نور روز در توزیع یکنواخت نور به تمام فضاها و رعایت حد استاندارد ناکارآمد است.

۵- نتیجه گیری:

توجه به میزان مصرف انرژی در بناها و جلوگیری از هدر رفت آن موضوعی مهم است که باید در طراحی بناهایی مخصوصاً با ابعاد وسیع رعایت شود. استفاده از آتریوم‌ها در بناهای با زیربنای وسیع، روشی اجتناب‌ناپذیر برای نور رسانی و تهویه فضاهای مرکزی می‌باشد. این عناصر معماری درعین‌حال، از لحاظ قابلیت‌های محیطی و تأثیر مطلوب کیفی در فضا قابل اهمیت می‌باشند. این تحقیق با در نظر گرفتن یک نمونه آتریوم شاخص قابل مطالعه با هدف بررسی عملکرد اقلیمی و روشنایی این گونه فضاها در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول طی مطالعات میدانی و پیمایشی با استفاده از ابزار لوکس متر در یک روز نمونه شاخصه‌های مورد بحث اندازه‌گیری شد. سپس حجم موردمطالعه در روز نمونه در نرم‌افزار (Design Builder) 5.4 مدل‌سازی و شاخص‌های اندازه‌گیری شده میدانی، برای سنجش دقت نرم‌افزار مورداستفاده و صحت اطلاعات وارده شبیه‌سازی شد. پس از تطبیق و تأیید اطلاعات لازم، برای دستیابی به شاخص‌های میزان روشنایی فضای موردمطالعه در نرم‌افزار Design (Builder 5.4 مدل‌سازی و بر اساس تغییرات سالانه اقلیمی شبیه‌سازی شد. سپس داده‌های به‌دست‌آمده بر اساس گرم‌ترین و سردترین روز سال به عنوان شاخص بررسی روشنایی روز برای طبقات پائین، میانی و آخر شبیه‌سازی شدند.

بر این اساس می‌توان نتایج حاصل را جمع‌بندی کرد:

۱- تمامی دفاتر جبهه جنوبی در تمامی طبقات از حد استاندارد لازم کمتر نور می‌گیرند که نیاز به روشنایی مصنوعی در طول ساعات روز دارند. این مقدار در طبقات میانی و پائین به کمترین مقدار خود می‌رسد. که با توجه به جهت تابش خورشید این نواحی در معرض نور کمتر قرار می‌گیرند. بنابراین در این جبهه حداقل در طبقه همکف برای جانمایی دفاتر اداری که نیاز به روشنایی لازم روز دارند توصیه نمی‌شود.

۲- دفاتر اداری محدوده ۳ در جبهه شمالی از لحاظ نورگیری در موقعیت بهتری نسبت محدوده ۱ قرار دارند. این دفاتر در فصل گرما در طبقات پائین کمتر و در طبقات بالا بیشتر از حد استاندارد نور می‌گیرند اما در فصل سرما با توجه به تابش مایل خورشید از سمت جنوب، بسیار بیشتر از حد استاندارد نور می‌گیرد که آزاردهنده است. بنابراین استفاده از سایبان متحرک افقی با قابلیت تنظیم درجه در مقابل اشعه آفتاب برای فصل سرد و گرم توصیه می‌شود. برای محدوده‌های ۲،۴،۶ و ۵ که جزء فضاهای ارتباطی مرکزی محسوب می‌شوند در فصل گرما برای طبقات پائین، وسط و بالا بیش‌ازحد استاندارد

www.SID.ir

نور می‌گیرند که به تفکیک، حوزه ۵ و ۶ به دلیل قرارگیری در مقابل تابش نور جنوب شدت روشنایی بیشتری از حوزه ۲ و ۴ می‌گیرند. در سردترین روز سال حوزه‌های ۵ و ۶ نسبت به حوزه‌های ۲ و۴ نور بیشتری دریافت می‌کنند که البته این اختلاف کم است. با توجه به تابش مایل خورشید از جبهه جنوبی در طول سال باید جهت مسیر تابش خورشید بر روی حوزه ۲ و ۴ با سایبان متحرک با زاویه مناسب نسبت به افق پوشانده شود تا از اثر مستقیم تابش نور خورشید در فصل گرم و سرد که مستقیماً بر روی دفاتر کار حوزه شمالی تأثیر می‌گذارد، جلوگیری کند و از طرفی مانع دریافت انرژی تابشی خورشید در فصل سرد نشود که زاویه قرارگیری پنل های سایبان با توجه به زاویه تابش خورشید در طول سال متغیر است. همچنین استفاده از شیشه مات به‌جای شیشه شفاف موجود برای کاهش اثر تابش مستقیم خورشید نیز مناسب می‌باشد.

بنابراین با وجود مزایای آتریوم‌ها در روشنایی فضاهای میانی و اثرات مثبت گرمایشی در فصول سرد، نیاز به کنترل روشنایی و تابش دریافتی در فصول مختلف سال می‌باشد که در صورت عدم توجه به آن این فضاها موجب افزایش هزینه بهره‌برداری و کاهش رضایت کاربران از فضا می‌شود. در تحقیقات بعدی می‌توان با بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر در طراحی آتریوم‌ها و طراحی بهینه عناصری نظیر سایبان‌های کنترل‌شده به افزایش عملکرد مفید و کاهش عملکرد منفی آتریوم‌ها کمک کرد.

مراجع:

- قیابکلو؛ زهرا، ۱۳۹۰، مبانی فیزیک ساختمان ۲ تنظیم شرایط محیطی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

- مفیدی، مجید؛ حسینی، باقر؛ و مدی، حسین ، ۱۳۸۹، بررسی عملکرد اقلیمی نورگیرهای داخلی ساختمان‌های اداری (مطالعه موردی: ساختمان‌های نمونه در حوزه اقلیمی تهران). انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، ۱، ۱۰۱-۱۰۸

-کاظم‌زاده، مرضیه؛ قبادیان، وحید؛ و طاهباز، منصوره ،۱۳۹۳، آتریوم و روشنایی فضاهای داخلی ساختمان های داخلی، (بررسی تاثیر فرم سقف اتریوم بر دریافت روشنایی داخلی). معماری و شهرسازی آرمان شهر ویژه نامه منتخب مقالات دومین همایش روشنایی و نورپردازی ایران، ۵۳-۶۱.

-مهدیزاده سراج، فاطمه؛ دانش، محمد مهدی؛ و صنایعیان، فاطمه ،۱۳۹۳، تاثیر تعداد جداره های لایه درونی و بیرونی نماهای دوپوسته برمیزان مصرف انرژی ساختمانهای اداری و آموزشی (مطالعه ساختمان دانشکده علوم پایه دانشگاه علم و صنعت ایران). علوم و تکنولوژی محیط زیست،۳، ۱۸۱-۱۹۰.

- CIBSE Recommended Lux Levels. (2018). the Chartered Institution of Building Services Engineers, https://www.rs1energy.com/led-lighting/cibse-recommended-lux-levels.

- Danielski, I., Fröling, M,. & Joelsson, A. (2012). WREF - The World Renewable Energy Forum, Conference Paper.

- Danielski. I., Nair. G., Joelsson. A., & Froling. M. (2016). Heated atrium in multi-storey apartment buildings, a design with potential to enhance energy efficiency and to facilitate social interactions, *Building and Environment*, 106, 352-364.

- Ghasemi.M., Noroozi.M., Kazemzadeh. M., & Roshan. M. (2015). The influence of well geometry on the daylight performance of

www.SID.ir

- Mohsenin, M., & Jianxin, Hu. (2015). Assessing daylight performance in atrium buildings by using Climate Based Daylight Modeling, *Solar Energy*, 119, 553–560
- Pana, Y.,Li Y, Huang, Z., & Wub, G. (2010). Study on simulation methods of atrium building cooling load in hot and humid regions,*Energy and Buildings*, 42, 1654–1660
- Vujoˇsevi´c. M., & Krsti´c-Furundˇzi´c. A. (2017). The influence of atrium on energy performance of hotel building, *Energy and Buildings*, 156, 140–150.
https://www.heinze.de/architekturobjekt/zoom/1172392, (2018).
atrium adjoining spaces: A parametric study, *Journal of Building Engineering*, 3, 39–47.
- Gon, K., & Tai Kim., J. (2010). Luminous impact of balcony floor at atrium spaces with different well geometries, *Building and Environment*, 45, 304–310.
- Hung, W.Y., Architectural Aspects of Atrium. (2003). *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes, (5) 4, 131-137.*
- Lan. W., Qiong. H., Qi. Z., Hong.X., & Yuen.R. (2017). Role of atrium geometry in building energy consumption: The case of a fully air-conditioned enclosed atrium in cold climates, China, *Energy and Buildings*, 151, 228–241.

www.SID.ir