بررسی اثر آتریوم بر مصرف انرژی در ساختمان اداری استان قزوین

فرشاد نصرالهی [۱]، فرشته قلیجی [۲]

۱- استاد راهنما (استاد دانشگاه هنر برلین، آلمان، دانشگاه هنر اصفهان، دانشیار)

۲- دانشجو (ارشد انرژی دانشگاه غیر انتفاعی پارس)

Email : f.ghelichy@gmail.com

چکیده

آتریم در معماری به فضای بزرگ و باز میان ساختمان گفته می‌شود که در رم باستان به منظور تهویه و تامین نور طبیعی استفاده می‌شده است. در قرن بیستم و معماری مدرن آتریوم به شکل وسیعی مورد استفاده قرار گرفت و به دلیل دادن احساس باز بودن فضا و فراخی و بهره‌مندی از نور طبیعی همچنین ایجاد تعامل بین فضای داخلی و محیط خارجی و شهر از محبوب‌ترین اجزای مدرن بناهای مدرن شناخته می‌شوند. تمامی این موارد دلیل بر استفاده روز افزون از آتریومها در ساختمانهای امروزه است که در بعضی شرایط اقلیمی و جغرافیایی بدون در نظر گرفتن هزینه‌های انرژی تحمیل شده به بنا ساخته شده و با عنوان ساختمان پایدار و دوستدار طبیعت مطرح می‌گردند، این در حالیست که توجه به مصرف منابع انرژی و معماری بومی و الگوهای ساختمانی سنتی باید به عنوان اولین اصل در طراحی دوستدار طبیعت قرار گیرد. همچنین لزوم طراحی فضای آتریوم با معیارها و الگوهای کاهش مصرف انرژی سنجیده شوند و صرفا جهت ایجاد طرح معماری متفاوت یا تامین زیبایی بصری تحمیل بار انرژی چشمگیری به بنا در طول زمان بهره‌برداری از ساختمان هزینه‌های بسیاری برای سیستم و کاربران در بر خواهد داشت. این مقاله با توجه بر اقلیم سرد قزوین امکان استفاده از آتریوم را در ساختمان بررسی نموده و در مقایسه با فرم بدون آتریوم، میزان مصرف انرژی را محاسبه کرده و در مورد امکان و توجیه‌پذیری طراحی آتریوم در اقلیم سرد به نتیجه‌گیری می‌پردازد.

واژگان کلیدی: آتریوم، حفظ انرژی، صرفه جویی در مصرف انرژی، طراحی اقلیمی، ساختمان اداری

۱- مقدمه

اهمیت و بحران روز افزون انرژی در دنیای کنونی رو به فزونی است و در این بین اهمیت صنعت ساختمان و سهم فرآورده‌های ساختمانی در مصرف انرژی بسیار چشمگیر است. بیش از ۴۰ درصد انرژی تولیدی جهان صرف این صنعت می‌شود و در ایران نیز همین آمار در سهم مصرفی کل کشور به ساختمان تعلق دارد و همچنین ساختمان در تولید گازهای گلخانه‌ای نیز بیشترین سهم را دارد. این مطلب بیانگر این است که سرمایه‌گذاری در جهت طراحی بهینه ساختمان و صرفه‌جویی انرژی با کاهش مصرف انرژی در زمان بهره‌برداری تا چه حد حائز اهمیت است.

امروزه با پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه صنعت ساخت، تنوع ابزار طراحی، متریالهای ساختمانی و دانش معماری امکان ساخت طرح‌های متنوع و در بعضی موارد نوآوری‌های در طراحی فراهم شده است که این پیشرفت‌ها و طرح‌ها گاهی بدون در نظر گرفتن نیازهای بنا و تنها با توجه به سلیقه طراح یا کاربران مورد استفاده قرار گرفته و خود این امر باعث صرف هزینه‌های گزاف در زمان ساخت و بهره‌برداری بنا می‌گردد چه بسا شرایط آسایش کاربران را نیز مختل نموده و از طول عمر بنا بکاهد.

این مهم ضرورت بررسی و تحلیل‌های پیش از طراحی را یادآور می‌شود تا از اشتباهات غیرقابل جبران پیشگیری گردد. یکی از مباحث امروزه جهان انرژی است که در صورت طراحی درست ساختمان، در کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های آن بسیار تاثیرگذار خواهد بود.

۲- روش تحقیق

بررسی میزان مصرف انرژی به وسیله شبیه‌سازی نرم‌افزار صورت می‌گیرد. بدین منظور ابتدا حجم ساده با درصدی بازشو مشخص و آنالیز می‌گردد، سپس ساختمانی با همان مساحت و ارتفاع مشخص با آتریوم مورد بررسی قرار می‌دهیم. میزان مصرف انرژی ساختمانها در طول سال و براساس میزان مصرف کلی انرژی، انرژی سرمایش، انرژی گرمایش، انرژی برق مصرفی مورد مقایسه قرار می‌گیرد و تاثیرات انرژی تابشی از طریق آتریوم بر کاهش نیاز حرارتی زمستان بررسی می‌گردد. در این پژوهش از روش مدل‌سازی و برنامه Rhinoceros Version ۴,۰,۰ استفاده شده است. به کمک نرم‌افزارهای Grasshopper و Honeybee با موتور رندر EnergyPlus شبیه‌سازی انرژی انجام گرفته است.

۳- سوالات تحقیق

- ایجاد فضای نورگیر و پوسته‌های شفاف در بدنه ساختمان در اقلیم سرد چه تاثیری خواهد داشت؟
- وجود آتریوم در ساختمان‌های اقلیم سرد تا چه میزان در بهره‌مندی از انرژی طبیعی و کاهش نیازهای انرژی مؤثر خواهد بود؟
- بیشترین و کمترین تاثیرات وجود آتریوم در چه بازه زمانی و به چه میزان است؟
- آیا وجود آتریوم برای طرح مورد بررسی مفید و امکان‌پذیر است؟

۴- چهار چوب نظری تحقیق

۴-۱- عناصر اقلیمی استان قزوین

استان قزوین در حوزه مرکزی ایران بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار دارد. نقشه آب و هوایی ایران؛ شهر قزوین در شمال غربی کشور قرار گرفته و آب و هوای آن سرد و کوهستانی است. آب و هوای قزوین در تابستان خنک و در زمستان سرد است. میزان بارش سالیانه قزوین حدود ۳۱۸ میلی‌متر و دمای متوسط هوا ۱۴ درجه سانتی‌گراد است. تأثیر توده هوای باران‌زا و ارتفاعات موجب شده است که توزیع رطوبت هوا در شهر قزوین از شرایط مناسبی برخوردار باشد. روند تغییرات رطوبت نسبی در طول سال نشان‌دهنده رطوبت حداکثر در ماه‌های زمستان و رطوبت حداقل در ماه‌های تابستان است. میانگین سالانه نم نسبی در قزوین ۵۱ است. براساس آمارهای اقلیمی تیر و مرداد گرم‌ترین و دی و بهمن سردترین ماه‌های سال در شهر قزوین‌اند. دوره یخبندان از اواخر آبان آغاز و تا ۹۰ روز ادامه می‌یابد. کمترین دمای ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک قزوین ۲۴ درجه زیر صفر بوده که در ۲۰ دی ۱۳۵۵ رخ داده است. کلیات آب و هوایی این منطقه به شرح زیر می باشد:

سرمای شدید در زمستان و هوای معتدل در تابستان، اختلاف بسیار زیاد درجه حرارت هوا بین دمای شب وروز، بارش برف سنگین، رطوبت کم هوا. میانگین دمای هوا در گرم‌ترین ماه سال در این اقلیم بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای هوا در سردترین ماه سال کمتر از ۳- درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۴-۲- پلان، فرم بنا و نحوه قرارگیری آن

در حوزه اقلیمی سرد و کوهستانی، بناها دارای پلان و بافت متراکم می‌باشند. فرم بنا باید به گونه‌ای باشد که سطح تماس آن را با سرمای خارج کمتر نماید تا حرارت کمتری از درون به بیرون انتقال یابد. لذا از احجامی نظیر مکعب یا مکعب مستطیل استفاده می‌نمایند تا نسبت سطح خارجی بنا به حجم داخلی آن کاهش یابد و آن را در حداقل ممکن نگه دارد.

ساختمان‌ها بین ۲۰ درجه به طرف غرب و ۴۵ درجه به سمت شرق و در سایه باد یکدیگر و خارج از سایه آفتاب هم، در محور شمالی ° جنوبی مستقر می‌شوند.

۴-۳- ویژگی‌های معماری بومی مناطق سرد

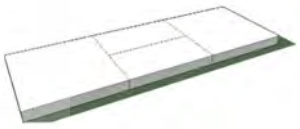
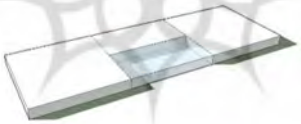
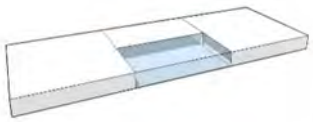
ویژگی‌های معماری بومی مناطق سرد به‌طور عمده شبیه به اصولی است که در معماری مناطق گرم و خشک مورد توجه بوده است. با این تفاوت که در مناطق سرد منابع ایجاد حرارت در داخل ساختمان است.

۱- استفاده از پلان‌های متراکم و فشرده
۲- به حداقل رساندن سطح خارجی در برابر حجم مورد پوشش
۳- استفاده از مصالحی با ظرفیت و عایق حرارتی
۴- به حداقل رساندن میزان تعویض هوای داخلی و تهویه‌ی طبیعی و در نتیجه جلوگیری از ایجاد سوز در داخل و خروج حرارت داخلی به خارج از ساختمان
۵- انتخاب بام‌های مسطح و نگه‌داری برف روی بام‌ها به عنوان عایق حرارتی

تنها تفاوت بین معماری این مناطق و مناطق گرم و خشک، تمایل و ضرورت استفاده از حرارت ناشی از تابش آفتاب در داخل ساختمان در فصل زمستان است ولی در هر صورت برای استفاده از انرژی حرارتی حاصل از تابش آفتاب، پوشش سطوح خارجی به رنگ تیره انتخاب شده و ابعاد پنجره‌ها نیز نسبت به مناطق گرم و خشک افزایش یافته است.

۵- داده‌های تحقیق

- ساختمان یک طبقه اداری با زیربنای ۲۷۰۰ متر مربع در ابعاد ۳۰*۹۰ متر (تناسب ۱به ۳) در قزوین به ارتفاع ۳۵۰ سانتی‌متر.
- میزان بازشوهای به صورت پیش‌فرض و قراردادی هستند و در هر سه حجم در جهات اصلی است.
- میزان کشیدگی و جهت‌گیری این ساختمان‌ها شرقی- غربی است.
- ساختمان با کاربری اداری و فاقد تقسیمات داخلی است با فرض طرح پلان باز اداری در نظر گرفته شده است.
- این ساختمان در سه حالت با نرم‌افزار محاسبه شده است.

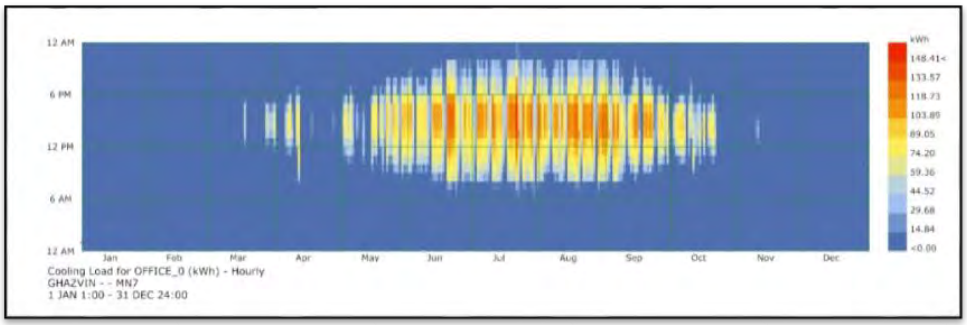
A: بدون آتریوم B	آتریوم B: با آتریوم کنترل شده	C: با آتریوم کنترل
		
شکل۱ – فرم A	**شکل ۲– فرم B**	**شکل ۳– فرم C**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۶- شبیه سازی نرم افزار

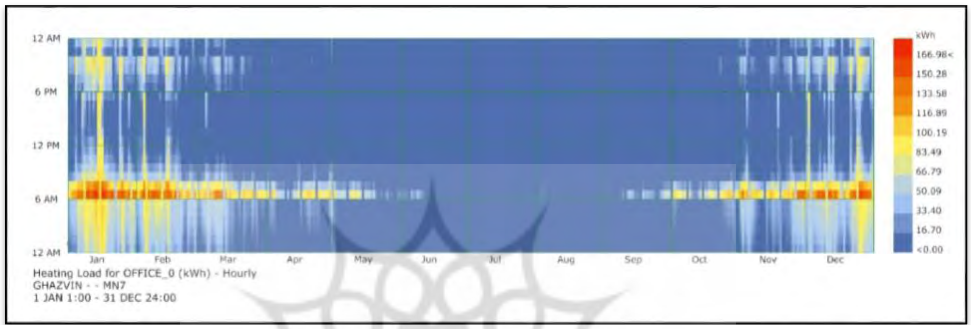
۶-۱- زون A بدون آتریوم

- ساختمان یک طبقه اداری با زیر بنای ۲۷۰۰ متر مربع در ابعاد ۳۰*۹۰ متر (تناسب ۱به ۳) در قزوین به ارتفاع ۳۵۰ سانتی‌متر.
- میزان بازشوهای همگی در جهات اصلی است، ۱۰٪ شمالی، ۶۰٪ جنوبی و ۲۰٪ شرقی.
- میزان کشیدگی و جهت‌گیری این ساختمان‌ها شرقی-غربی است.
- ساختمان با کاربری اداری و فاقد تقسیمات داخلی است با فرض طرح پلان باز اداری در نظر گرفته شده است.



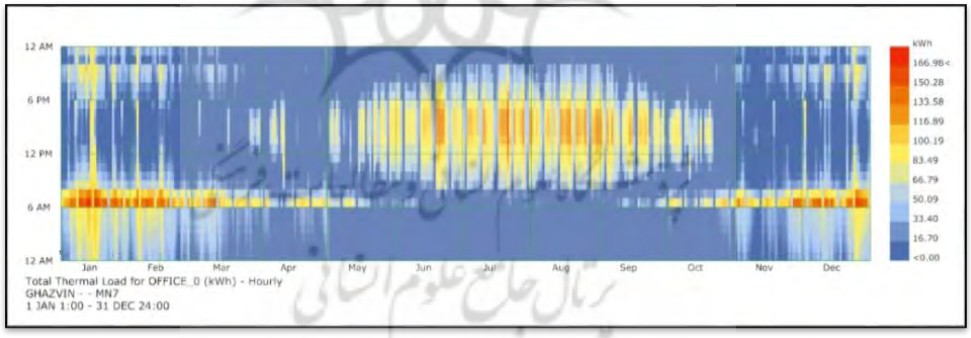
شکل ۴– نمودار بار حرارتی سرمایش

نیاز سرمایشی در تمام ماه‌های گرم سال دیده می‌شود که این افزایش دما در ساعات ۱۳ تا ۱۸ به اوج خود می‌رسد و در ماه‌هایی از سال تغییرات ناگهانی دیده می‌شود.



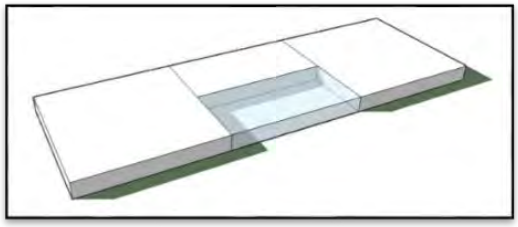
شکل ۵– نمودار بار حرارتی گرمایش

نیاز گرمایشی در تمام ماه‌های سال بجز تابستان کماکان دیده می‌شود که این نیاز دما در ساعات اولیه روز به علت کاربری اداری و عدم سکونت کاربران در طول شب بسیار بیشتر است و به اوج خود می‌رسد.



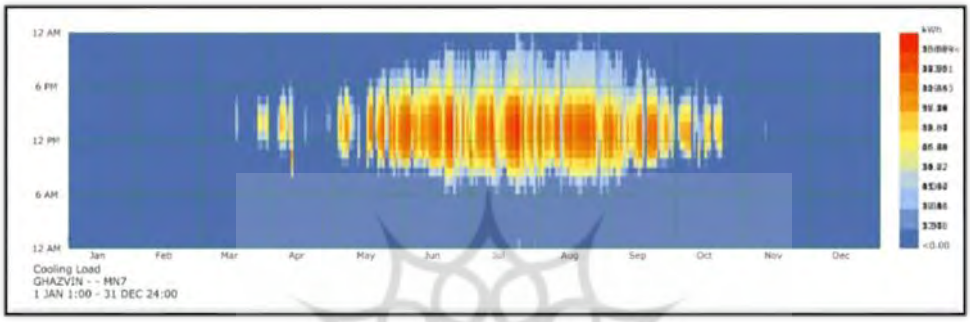
شکل۶– نمودار مجموع بار حرارتی

۶-۲- زون B با آتریوم کنترل شده



شکل ۷-زون B

- ساختمان یک طبقه اداری با زیر بنای ۲۷۰۰ متر مربع در ابعاد ۳۰*۹۰ متر (تناسب ۱به ۳) در قزوین به ارتفاع ۳۵۰ سانتی‌متر.
- میزان بازشوهای به صورت پیش فرض و قراردادی هستند.
- ۱۰٪ شمالی، ۲۰٪ شرقی و ۶۰٪ جنوبی در دو حجم شرقی و غربی و در حجم میانی ضلع جنوبی به ۱۰۰٪ تبدیل شده است.
- بین فضای آتریوم و فضاهای داخلی هیچ دیوار جدا کننده شیشه‌ای از جنس دیوار شفاف آتریوم وجود دارد با ضریب حرارتی و ظرفیت حرارتی یکسان (به جهت سهولت در محاسبات و نتیجه‌گیری) و تبادل دما بطور غیرمستقیم و با یه مرحله مانع رخ می‌دهد.
- میزان کشیدگی و جهت‌گیری این ساختمان‌ها شرقی-غربی است.
- ساختمان با کاربری اداری و فاقد تقسیمات داخلی است با فرض طرح پلان باز اداری در نظر گرفته شده است.



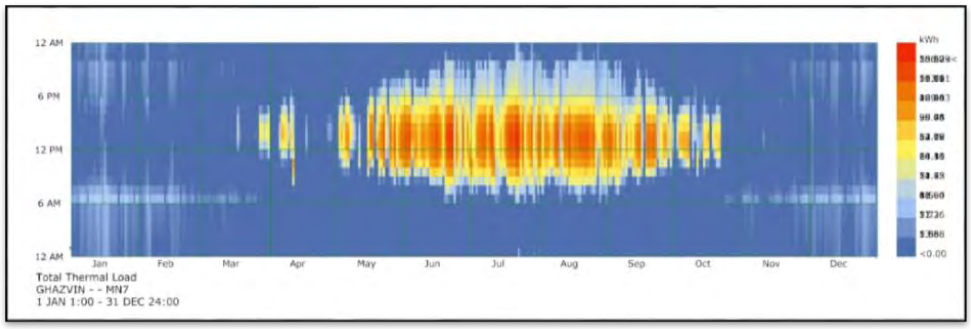
شکل ۸- نمودار بار حرارتی سرمایش

نیاز سرمایشی در تمام ماه‌های گرم سال دیده می‌شود که این افزایش دما در ساعات ۱۳ تا ۱۸ به اوج خود می‌رسد و در ماه‌هایی از سال تغییرات ناگهانی دیده می‌شود.

شکل ۹- نمودار بار حرارتی گرمایش

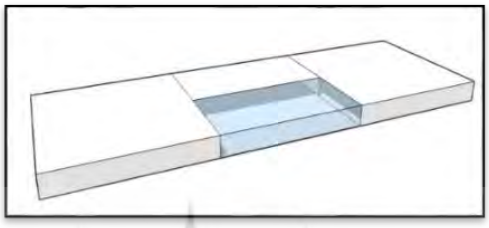
نیاز گرمایشی در تمام ماه‌های سال بجز تابستان کماکان دیده می‌شود که این نیاز دما در ساعات اولیه روز به علت کاربری اداری و عدم سکونت کاربران در طول شب بسیار بیشتر است و به اوج خود می‌رسد.

انرژی گرمایشی مورد نیاز در ساختمان با آتریوم کنترل شده نسبت به ساختمان‌های دیگر کاهش یافته زیرا در فصل سرما از حرارت استفاده و در گرما از انتقال به فضای داخل پیشگیری می‌شود.



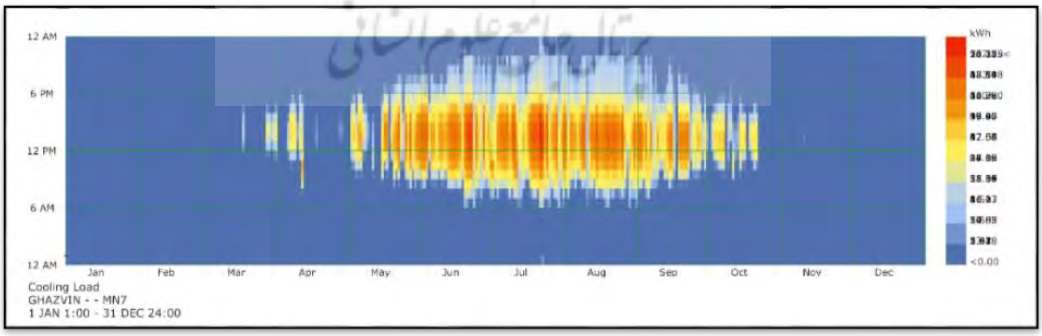
شکل ۱۰- نمودار بار حرارتی

۶-۳- زون C با آتریوم کنترل نشده



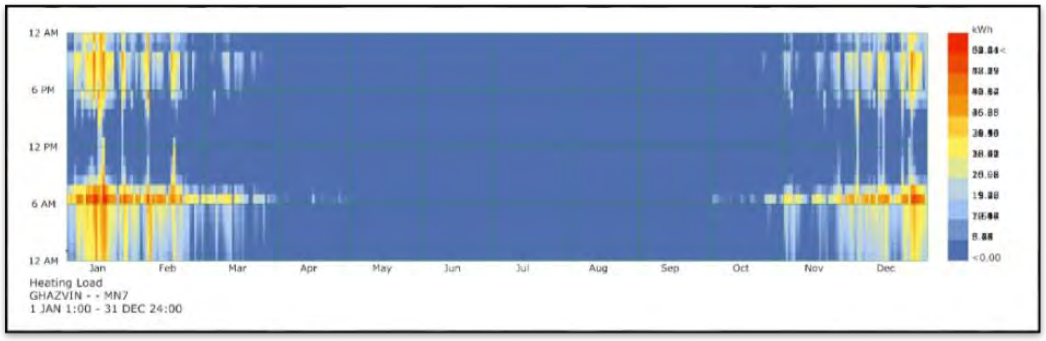
شکل ۱۱-زون C

- ساختمان یک طبقه اداری با زیربنای ۲۷۰۰ متر مربع در ابعاد ۳۰*۹۰ متر (تناسب ۱به ۳) در قزوین به ارتفاع ۳۵۰ سانتی‌متر.
- میزان بازشوهای به صورت پیش فرض و قراردادی هستند.
- ۱۰٪ شمالی، ۲۰٪ شرقی و ۶۰٪ جنوبی در دو حجم شرقی و غربی و در حجم میانی ضلع جنوبی به ۱۰۰٪ تبدیل شده است.
- بین فضای آتریوم و فضاهای داخلی هیچ دیوار جداکننده و یا کنترل کننده‌ای وجود ندارد و تبادل دما بطور مستقیم رخ می‌دهد.
- میزان کشیدگی و جهت‌گیری این ساختمان‌ها شرقی-غربی است.
- ساختمان با کاربری اداری و فاقد تقسیمات داخلی است با فرض طرح پلان باز اداری در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۲- نمودار بار حرارتی سرمایش

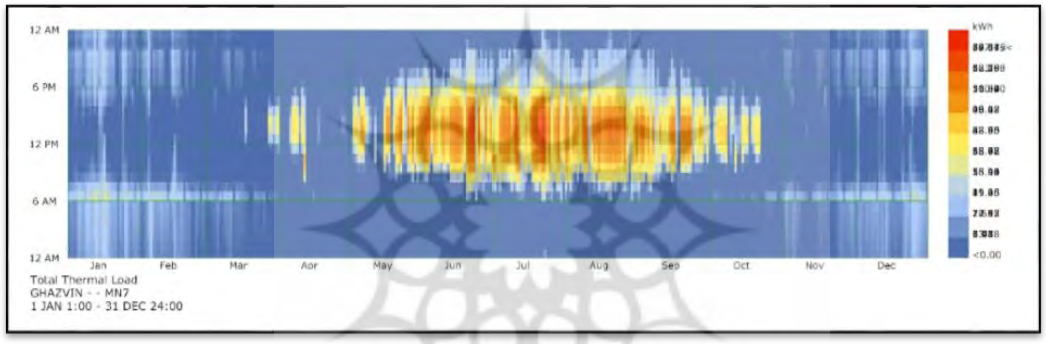
نیاز سرمایشی در تمام ماه‌های گرم سال دیده می‌شود که این افزایش دما در ساعات ۱۳ تا ۱۸ به اوج خود می‌رسد و در ماه‌هایی از سال تغییرات ناگهانی دیده می‌شود.



شکل ۱۴- نمودار بار حرارتی گرمایش

نیاز گرمایشی در تمام ماه‌های سال بجز تابستان کماکان دیده می‌شود که این نیاز دما در ساعات اولیه روز به علت کاربری اداری و عدم سکونت کاربران در طول شب بسیار بیشتر است و به اوج خود می‌رسد.

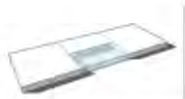
اما در ساختمان با آتریوم کنترل نشده نیاز گرمایی به شدت افزایش می‌یابد زیرا در زمستان انرژی حرارتی بیشتری از سطوح شیشه‌ای اتلاف می‌گردد.



شکل ۱۴- نمودار مجموع بار حرارتی

مقایسه نمودارهای سالانه بدست آمده از سه نمونه ساختمان بررسی شده و جمع‌بندی:

- انرژی مصرفی ساختمان A از دو ساختمان دیگر به شکل کلی و در گرمایش و سرمایش بسیار کمتر است.
- در ساختمانهای B و C میزان به علت وجود آتریوم و سطح شیشه‌ای وسیع و جذب تابش در فصل گرما نیازهای سرمایشی بسیار افزایش پیدا کرده است (به میزان بیش از ۲ برابر).
- انرژی گرمایشی موردنیاز در ساختمان با آتریوم کنترل شده B نسبت به ساختمان‌های دیگر کاهش یافته زیرا در فصل سرما از حرارت استفاده و در گرما از انتقال به فضای داخل پیشگیری می‌شود.
- اما در ساختمان با آتریوم کنترل نشده C نیاز گرمایی به شدت افزایش می‌یابد زیرا در زمستان انرژی حرارتی بیشتری از سطوح شیشه‌ای اتلاف می‌گردد.
- نیاز سرمایشی و گرمایشی و روشنایی در ساختمان A بسیار نزدیک به هم است.

TYPE	Total Thermal load	Thermal load/m²	COOLING load/m²	HEATING load/m²	ELEC-LIGHT load/m²	3D
A	215017.165816	34.457879	17.554823	16.903056	16.57519	
B	325857.995619	52.220833	37.552809	14.668024	16.575191	
C	382547.028084	61.305613	38.62207	22.683544	16.575191	

شکل ۱۵- جدول مقایسه نمودارهای سالانه بدست آمده از سه نمونه ساختمان

۸- نتیجه گیری

نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد ساختمان بدون آتریوم در مناطق سردسیر انرژی کمتری مصرف می‌نماید و بهره‌مندی از آتریوم مقرون به صرفه نیست هر چند تعبیه سامانه‌های هوشمند، تاسیسات مکانیکی و استفاده از مصالح ویژه امکان این اتلاف انرژی را کمتر می‌نماید اما استفاده از چنین امکاناتی خود نیازمند صرف هزینه و انرژی بالایی است که در محاسبات هزینه‌های اولیه یا هزینه‌های زمان بهره‌برداری در مقایسه با ساختمان بدون آتریوم مشابه پرهزینه‌تر و غیرضروری می‌نماید. با حذف آتریوم از ساختمان اقلیم سرد به نحوه موثری از مصرف انرژی صرفه‌جویی خواهد شد و طراحی آتریوم در این اقلیم توجیه مصرف یا بهره‌وری انرژی ندارد و توصیه نمی‌گردد.

مراجع

۱. -قبادیان، وحید، بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ۱۳۷۷، چاپ سوم ۱۳۸۴
۲. -قبادیان، وحید-مهدوی، محمد، طراحی اقلیمی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲
۳. -کسمایی، مرتضی، اقلیم و معماری، شرکت خانه‌سازی ایران، گروه معماری، بخش تحقیق و بررسی و برنامه‌ریزی در امور بناهای درمانی، چاپ اول، شهریور ۱۳۶۳
۴. معماریان، غلامحسین، آشنایی با معماری مسکونی ایرانی، تهران، انتشارات علم و صنعت ایران، ۱۳۷۵
۵. قیابکلو، زهرا، مبانی فیزیک ساختمان: نور روز، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر ۳۹۲