نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و چهارم، شماره ۷۳، تابستان ۱۴۰۳

نقش جداره جانبی آتریم‌ها و هوشمندسازی ساختمان در بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری تهران[1]

دریافت مقاله: ۹۹/۸/۱۸ **پذیرش نهایی:**۹۹/۱۱/۲۶

صفحات: ۳۱۰-۲۹۴

امیر شایانیان: دانشجوی دکتری، گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی و علوم پایه، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

Email: amirshayanian@yahoo.com

فاطمه مظفری قادیکلای: استادیار، گروه معماری، دانشکده فنی و مهندسی و علوم پایه ، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.[2]

Email: mozaffarifatemeh2@gmail.com

علی پهلوان: استادیار، گروه فیزیک، دانشکده فنی و مهندسی و علوم پایه، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

Email: pahlavan1292000@yahoo.com

چکیده

تقاضای روزافزون انرژی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، استفاده از روش‌های غیرفعال انرژی خورشیدی را به‌خصوص در مراکز تجاری ضروری‌تر نموده است. از سوی دیگر نیز رشد علم و فناوری در جهان و استفاده از سیستم‌های هوشمند در ساختمان، سبب تکمیل روش‌های معمول و متداول گردیده است. هدف از این مطالعه، بررسی نقش جداره جانبی آتریم‌ها و هوشمندسازی ساختمان در بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری تهران است. روش تحقیق با توجه به ماهیت آن، شبیه‌سازی و با رویکرد مطالعه موردی و تحلیلی و از نظر نوع کاربردی است. در این پژوهش، در ابتدا نسبت به معرفی تیپولوژی فرم ساختمان و انتخاب مدل پایه اقدام نموده و بعد از انتخاب نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر نسبت به اعتبارسنجی و شبیه‌سازی مصرف انرژی در سناریوهای مختلف پرداخته شده است تا میزان کاهش مصرف انرژی در حالت‌های مختلف مشخص گردد. این تحقیق نشان می‌دهد که بهینه‌ترین مراکز تجاری ازنظر کاهش مصرف انرژی در اقلیم تهران مرکزی مربوط به ساختمان‌های آتریمی فاقد جداره جانبی است. همچنین نصب سایبان هوشمند و سنسور نور در دمای کنترلی ۲۲ درجه موجب کاهش قابل‌توجه مصرف انرژی در این ساختمان‌ها گردیده است.

واژگان کلیدی: جداره جانبی، هوشمندسازی ساختمان، آتریم، مرکز تجاری، تهران.

[1] . مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری امیر شایانیان رشته معماری از دانشگاه آزاد واحد ساری با عنوان " بهینه‌سازی مصرف انرژی با تأکید بر نقش حرارتی آتریم‌ها در مراکز تجاری شمال و مرکز تهران " است.

[2] **نویسنده مسئول:** **Email:** mozaffarifatemeh2@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

مقدمه

انرژی یکی از موضوعاتی است که در اقتصاد جهان اهمیت اساسی دارد. علاوه بر این، انرژی هنوز هم به‌طور عمده وابسته به سوخت‌های فسیلی است که موجب انتشار دی‌اکسید کربن است (لوو و وو،۲۰۱۶[۳]). ازاین‌رو بسیار ضروری است که با کاهش مصرف سوخت فسیلی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن تا حد امکان کاهش یابد. طبق آمار منتشره از سوی شرکت توانیر ایران در سال ۱۳۹۶ مشخص می‌گردد که متوسط مصرف برق واحدهای تجاری در ایران ۶٫۶ درصد است که از متوسط رشد کلیه مصارف دیگر نیز بیشتر است. در این میان، سهم متوسط رشد ده‌ساله مصرف برق استان تهران (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵) نسبت به‌کل کشور ۳٫۹ درصد است که رقم قابل‌توجهی نسبت به سایر شهرهای ایران به شمار می‌رود (شرکت توانیر ایران، ۱۳۹۶)؛ بنابراین طراحی الگوی بهینه مصرف انرژی، یکی از استراتژی‌های مناسب در زمینه افزایش بهره‌وری انرژی در این ساختمان‌ها به شمار می‌رود. آتریم یک کلمه لاتین و بیشتر به‌عنوان یک فضای مرکزی بزرگ و شیشه‌ای است که به‌ویژه در ساختمان‌های غیرمسکونی به‌عنوان یک فضای محبوب به شمار می‌رود که در طول قرن‌ها و از زمان‌های قدیم در بین‌النهرین استفاده شده است. آتریم فضای زیبایی را فراهم می‌کند و فضاهای مجاور را در معرض نور روز قرار می‌دهد. بیشترین مزایای آتریم‌ها، بهره‌گیری مستقیم از نور و حرارت خورشید و افزایش اجتماعی نمودن و تعاملات ساکنان ساختمان است (بدنار،۱۹۸۶[۴]). به‌طورکلی چهار نوع عمومی آتریم شامل اشکال (مرکزی، یکپارچه، اتصالی و خطی) وجود دارد (یونس و همکاران،۲۰۱۰[۵]) که آتریم مرکزی از شایع‌ترین انواع عمومی آتریم‌ها در مناطق گرم و خشک بشمار می‌رود (کوئک،۱۹۸۹[۶]) و در اکثر مراکز تجاری تهران نیز مشاهده می‌گردد که در این تحقیق نیز به آن پرداخته شده است.

باید توجه داشت که به دلیل علاقه معماران به استفاده از فناوری جدید و جداره‌های شیشه‌ای به‌خصوص در آتریم‌های مرکزی در برخی از ساختمان‌های اداری- تجاری، منجر به نادیده گرفتن پتانسیل‌های زیست‌محیطی (تابش، باد و سایر شرایط طبیعی) شده است (انسیناس،۲۰۱۴[۷]) و به دلیل افزایش گرمای بیش‌ازحد خورشید در طول روز تابستان و تلفات گرما در فصول سرد ناشی از جداره‌های شیشه‌ای بزرگ و طبقه‌بندی مداوم گرمای هوا در این نوع آتریم‌ها، فراهم آوردن آسایش حرارتی، نیاز به مقدار زیادی انرژی دارد (حسین، اوستوزینو کلندر،۲۰۱۲[۸])؛ بنابراین ضروری است که نقش جداره‌های جانبی آتریم‌ها ی مرکزی در جهت کاهش مصرف انرژی موردبررسی ویژه قرار گیرد. همچنین در مراکز تجاری که بیشترین بازدیدکننده و اتلاف انرژی را دارد، بررسی میزان کاهش مصرف انرژی با استفاده از نصب سیستم‌های کنترل هوشمند ازجمله نصب سنسورهای نور، نصب سایبان‌های متحرک و کنترل دمای هوشمند داخلی طرح، ضروری به نظر می‌رسد.

---

[۳] Luo & Wu, 2016

[۴] Bednar, 1986

[۵] Yunus et al., 2010

[۶] Quek, 1989

[۷] Encinas, 2004

[۸] Hussain, Oosthuizen & Kalandar, 2012

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

در این تحقیق نیز انواع جداره‌های جانبی آتریم‌ها ی مرکزی و هوشمندسازی مراکز تجاری تهران ازنظر کاهش مصرف انرژی با استفاده از روش شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. نمونه موردی انتخاب‌شده جهت مطالعه در این تحقیق، مناطق مرکزی استان تهران و مرکز تجاری و فروشگاه زنجیره‌ای یاس در ضلع شمال شرقی میدان هفت تیر تهران است. به‌طورکلی، هدف اصلی این تحقیق، تعیین نقش جداره جانبی آتریم‌ها ی مرکزی و هوشمندسازی ساختمان در بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری تهران است و فرضیه پژوهش حاضر این مطلب است که به نظر می‌رسد می‌توان با تعیین مناسب‌ترین نوع جداره جانبی در آتریم‌ها ی مرکزی و هوشمندسازی ساختمان منجر به بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری تهران گردید.

پیشینه تحقیق

نقش جداره‌های جانبی آتریم‌ها و هوشمندسازی ساختمان در کارکرد انرژی ساختمان‌های آتریمی مؤثر بوده و در سال‌های اخیر مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است.

در بخش مطالعات جداره‌های آتریم، نتایج مطالعه روجاس (۲۰۱۳)، نشان داد که جداره‌های جانبی دوجداره آتریم‌ها ی مرکزی با لعاب شیشه‌ای می‌تواند تقاضای خنک‌سازی را از ۱۳,۸ کیلووات ساعت در مترمربع به ۱۳,۴ کیلووات ساعت در مترمربع در سال کاهش دهد (روژاس،۲۰۱۲[۹]). نتایج مطالعه انجام‌شده توسط حسین و استوزن (۲۰۱۲)، نشان داد که در شرایط سرد آب و هوایی، گرمای ذخیره‌شده در جداره‌های جانبی مصالحی در آتریم‌ها ی مرکزی می‌تواند برای تهویه هوای شبانه، زمانی که هیچ تابش خورشیدی وجود ندارد مفید باشد. بااین‌حال، بدون جداره‌های با پوشش عایق، سرعت جریان هوای شناور نسبت به جداره‌های عایق‌بندی شدیداً کاهش یافت (حسین، اوستوزینو کلندر،۲۰۱۲) نتایج تحقیق کاراوا و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد که جرم حرارتی بالای جداره‌های آتریم را می‌توان برای اهداف تهویه شبانه اجرا کرد و مقدار گرمایی که از طریق انتقال حرارت از طریق جریان هوا در یک دمای متوسط درون محیطی ۱۲ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد، پنج برابر بیشتر از جریان هوا در دمای متوسط ۱۸ درجه سانتی‌گراد است (استاتاپولوس و همکاران،۲۰۱۲[۱۰]). نتایج آزمایش‌های تاناکا و همکاران (۲۰۰۹)، نشان داد که آتریم‌های الحاقی با یک دیوار باز و با جداره‌های جانبی شیشه‌ای دوجداره می‌تواند بارهای خنک‌کننده موردنیاز برای افزایش کل حرارت خورشیدی را در حدود ۲۵ درصد کاهش دهد و نمای دوجداره قادر است میزان گرمای خورشیدی را با تقریباً ۱۰۰ وات / مترمربع در هر سطح از شیشه داخلی بپوشاند (تاناکا، اوکیمیا، یانگ و واتانابه، ۲۰۰۹[۱۱]). نتایج تحقیقی که توسط شریفی و موسوی (۲۰۱۵) انجام گردید نشان می‌دهد که همگرایی جداره‌های مصالحی کج در فضای آتریم‌ها ی مرکزی بلند، فقط آسایش حرارتی را برای قسمت‌هایی که در پایین‌تر از فشار خنثی قرار دارند، تقویت می‌کند و آسایش حرارتی را برای قسمت‌های بالاتر بدتر می‌کند. هیچ مزیتی برای جداره‌های واگرا در آتریم مشاهده

[۹] Rojas, 2012

[۱۰] Karavaa, Athienitis, Stathopoulos & Mouriki, 2012

[۱۱] Tanaka, Okumiya, Young & Watanabe, 2009

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

نشد. همچنین مشخص گردید که ترکیبی از دیوارهای عمودی در قسمت بالای آتریم و کج همگرا در مقاطع پایین‌تر، بهترین عملکرد را در هر زمان که از دیوارهای کج شده برای قسمت‌های پایین استفاده شود و از جداره‌های عمودی برای قسمت‌های فوقانی استفاده شده است ایجاد می‌نماید (شفیعی و موسوی،۲۰۱۵[۱۲]). در تحقیق میرزایی و براتی (۱۳۹۶)، در مقاله‌ای تحت عنوان "شبیه‌سازی و تحلیل مصرف انرژی و تأثیرات کاهش دمای طرح داخل ساختمان، تغییر نوع شیشه سقف آتریم و اضافه کردن عایق حرارتی دیوارها در ساختمان اداری با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر" به این نتیجه دست یافتند که اضافه کردن عایق حرارتی به جداره‌های جانبی آتریم‌ها ی مرکزی، بیشترین میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی را داراست و با این کار ۶۱ درصد کاهش مصرف انرژی دارد. پارامتر تأثیرگذار دیگر، کاهش دمای طرح داخل است که باعث کاهش ۲۱ درصد مصرف انرژی شده است. افزودن شیشه چهار جداره به‌جای دوجداره نیز باعث کاهش ۹ در صد مصرف انرژی شده است (میرزایی و براتی، ۱۳۹۶).

در بخش مطالعات هوشمندسازی ساختمان‌های آتریمی نیز پژوهش‌هایی صورت گرفته است ازجمله نتایج تحقیقات پافروت و همکاران (۲۰۰۴) در یک پژوهش نشان دادند که با استفاده از دریچه‌های کنترل هوشمند تهویه در سطوح بالایی آتریم و در دمای ۲۵ درجه در روز، موجب کاهش ۵۰٪ مصرف انرژی در ساختمان‌های دارای آتریم مرکزی بدون نیاز به تهویه مکانیکی می‌گردد (فافروت[۱۳] و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات گان (۲۰۱۰)، نشان داد که با استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند بازشوهای تهویه هوای آتریم در دماهای مختلف (۲۰ تا ۲۵ درجه) و همچنین کنترل هوشمند سایه در آتریم با استفاده از سایبان متحرک و سنسور نور می‌توان موجب کاهش قابل‌توجه انرژی در ساختمان با آتریم مرکزی گردید (گن،۲۰۱۰[۱۴]). نتایج تحقیق چن (۲۰۱۱)، نشان داد که با اجرای دستگاه‌های سایه‌بان هوشمند نه‌تنها می‌توان میزان نفوذ بیش‌ازحد اشعه خورشید را کنترل کرد، بلکه می‌توان از نور کافی روز نیز برای مشاهده بهتر و روشن‌تر منطقه آتریم استفاده نمود. این به‌نوبه خود منجر به کاهش قابل‌توجه بارهای خنک‌کننده در تابستان می‌شود (چن،۲۰۱۱[۱۵]). نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل محققانی ازجمله گریجو و همکاران (۲۰۱۵)، در ساختمان‌های نوساز در سالامانکا، گوآنجاواتو توسط هوشمندسازی ساختمان با سنسور نور نشان داد که بیش از ۴۹٪ صرفه‌جویی در انرژی سالانه می‌تواند به‌طور مؤثر برای هر دو ساختمان‌های بازسازی‌شده و در ساختمان‌های اداری نوساز به دست آید (جورجیو و کراتی و هرناندز،۲۰۱۵[۱۶]). دانیلسکی و همکاران (۲۰۱۶)، نقش سنسور و سایبان متحرک را در ساختمان آتریمی در منطقه گرم و خشک نوادا موردبررسی قراردادند و نتیجه گرفتند که اجرای سیستم‌های هوشمند موجب کاهش مصرف انرژی در ساختمان می‌گردد (دانیلسکی و همکاران،۲۰۱۶[۱۷]).

---

[۱۲] Shafiei & Moosavi, 2015

[۱۳] Pfafferott

[۱۴] Gan, 2010

[۱۵] Chen, 2011

[۱۶] Griego, Krarti & Hernandez, 2015

[۱۷] Danielski et al., 2016

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

بامطالعه پیشینه تحقیقات مرتبط مشخص می‌گردد که پژوهش‌های معدودی در زمینه جداره‌های جانبی آتریم با جنس شیشه‌ای یا مصالحی صورت گرفته است؛ لیکن تاکنون گزینه حذف جداره جانبی آتریم‌ها و هوشمندسازی ساختمان به‌طور هم‌زمان و به‌خصوص در مراکز با کاربری تجاری در شهر تهران موردبررسی قرار نگرفته است که دقت کار را نیز به همان نسبت کاهش داده است. در مقاله حاضر در جهت رفع مشکلات تحقیقات گذشته اقدام نموده و با مقایسه نتایج چندین سناریوی شبیه‌سازی از انواع جداره‌های جانبی آتریم‌های مرکزی و هوشمندسازی ساختمان با استفاده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر موجب دقت بیشتر در یافتن رفتار پیچیده آتریم‌ها در مراکز تجاری نسبت به پژوهش‌های قبل گردیده است.

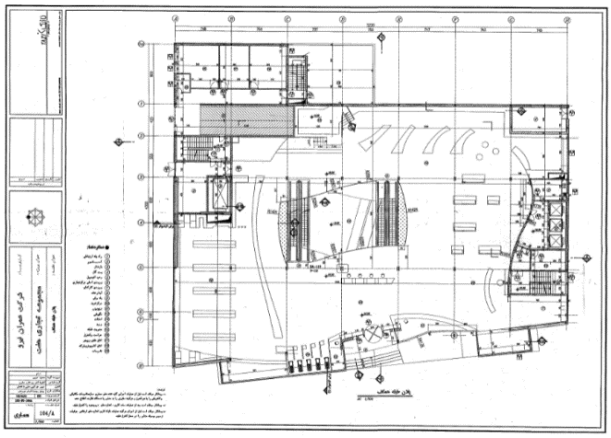
روش تحقیق

به‌طورکلی روش تحقیق در این پژوهش با توجه به ماهیت آن، شبیه‌سازی و با رویکرد مطالعه موردی و ازنظر نوع، کاربردی است. روند کار بدین‌صورت است که در ابتدا با استفاده از بازدید میدانی از قسمت‌های مختلف مرکز تجاری موردمطالعه (از جمله فضای معماری، تأسیسات برقی و مکانیکی) نسبت به انتخاب مدل پایه و تعیین تیپولوژی مرکز تجاری موردمطالعه اقدام نموده و سپس تعیین تیپولوژی آتریم موردمطالعه ازنظر (هندسه، فرم، ابعاد دریچه و ارتفاع) انجام گردیده است. در مرحله بعدی نسبت به استخراج اطلاعات اقلیمی منطقه از سازمان هواشناسی جهانی و به‌صورت درازمدت و تعیین پهنه‌بندی اقلیمی بر اساس روش دمارتن پرداخته شده است و در نهایت نیز با استفاده از روش شبیه‌سازی و ورود اطلاعات مدل موردنظر در تنظیمات نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر نسبت به شبیه‌سازی مدل پایه و لحاظ نمودن متغیرهای تحقیق در سناریوهای جداگانه اقدام گردیده و بهینه‌ترین نوع جداره جانبی در آتریم‌ها و نقش هوشمندسازی ساختمان ازنظر کاهش مصرف انرژی در مرکز تجاری موردنظر تعیین گردیده است.

متغیرهای این تحقیق شامل (تغییر جداره‌های جانبی آتریم، نصب سنسور نور، کنترل هوشمند دمای داخلی ساختمان و نصب سایبان هوشمند) است. از لحاظ انتخاب تیپولوژی فرم ساختمان نیز هیچ محدودیت تئوریک و ضوابط دقیقی برای تعیین ابعاد استاندارد مدل پایه ساختمان (به‌خصوص در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران) وجود ندارد؛ بااین‌حال پژوهش‌های محدودی توسط عبدالله زاده (عبدالله زاده، ۱۳۹۲) بر روی ساختمان‌های اداری تجاری شهر تهران انجام‌شده که غالب‌ترین وضعیت این ساختمان‌ها در شهر تهران را به‌صورت مستطیلی با مساحت حدود ۱۳۵۱ مترمربع و نسبت طول به عرض (۱,۵) متر معرفی کرده است؛ بنابراین در پژوهش حاضر نیز از ساختمان تجاری بافرم مستطیلی و با نسبت طول به عرض نزدیک به تحقیق مذکور (۱,۳۳) استفاده شده است. همچنین ابعاد تقریبی زمین (۵۲,۲۰*۳۹,۳۵) متر است که با توجه به شکستگی پلان دارای ۱۹۸۰ مترمربع زیربنا در همکف و طبقات بعدی نیز هرکدام دارای ۱۹۴۹ مترمربع زیربنا است که درمجموع شامل (۹۷۷۴ مترمربع) زیربنا در ۵ طبقه روی زمین می‌گردد که با توجه به نزدیک بودن مقادیر نسبت طول به عرض و مساحت زیربنا و همچنین کاهش مقادیر مصرف انرژی، به‌عنوان ساختمان مدل پایه انتخاب می‌گردد و ابعاد آن نیز به‌صورت ثابت در شبیه‌سازی‌ها استفاده شده است. در خصوص انتخاب فروشگاه زنجیره‌ای یاس در این تحقیق نیز به دلیل اینکه تیپ پلان داخلی این نوع از مراکز تجاری (فروشگاه‌های زنجیره‌ای) معمولاً دارای طبقات مختلف ولی با فضاهای داخلی نسبتاً مشابه و تقریباً به‌صورت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

فلت و فاقد پارتیشن‌های داخلی متعدد هستند بدین ترتیب می‌توان برای آن‌ها یک تیپولوژی ثابت در نظر گرفت که برای کار شبیه‌سازی نیز مناسب است و تاکنون در تحقیقات مشابه به‌طور تخصصی موردبررسی قرار نگرفته است. این ساختمان در حالت پایه، فاقد آتریم و در ۵ طبقه روی زمین و ۳ طبقه پارکینگ در زیرزمین طراحی‌شده است. این ساختمان ازنظر ارتفاع در رده ساختمان‌های میان مرتبه قرار دارد شکل (۱).

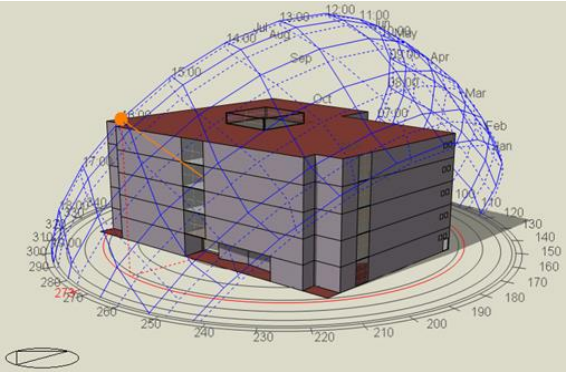


شکل (۱). پلان تیپ طبقات مرکز خرید یاس (شهرداری منطقه ۷ تهران)

ازلحاظ تعیین تیپولوژی فرم آتریم، نتایج تحقیقات ارلندسون نشان می‌دهد که از بین فرم‌های مثلث و مربع و دایره، فرم دایره و سپس فرم مربع در افزایش سطح روشنایی فضای داخل آتریوم مؤثرترند. همچنین نتایج محققین نشان داده که در بین فرم‌های معمول آتریم، فرم آتریم مرکزی و خطی، مؤثرترین انواع آتریم در به حداقل رساندن نوسانات دما در فصول گرم و متوسط است؛ بنابراین با توجه به موارد فوق، در جهت یافتن بهینه‌ترین حالت، صرفاً به مطالعه در مورد آتریم با فرم مرکزی و با پلان مربعی شکل در این تحقیق پرداخته می‌شود که با توجه به محدودیت ابعاد میان دو پله‌برقی موجود در مرکز ساختمان، به متراژ (۱۰*۱۰) متر در نظر گرفته‌شده است. همچنین طبق وضعیت موجود، ارتفاع طبقه همکف ۵ متر و مابقی طبقات بالاتر ۴٫۲۰ است؛ بنابراین ارتفاع آتریم نیز طبق وضعیت موجود ساختمان یاس (۵ طبقه) معادل با ۲۱٫۸ متر است. همچنین طبق نتایج تحقیقات انجام‌شده در رساله (فاضلی، ۱۳۹۳)، بهترین عملکرد تهویه طبیعی آتریم‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که مساحت بازشوهای ورودی با مساحت بازشوهای خروجی یکسان باشد؛ بنابراین در تحقیق حاضر نیز مساحت دریچه خروجی آتریم در مدل پایه برابر با مساحت بازشوهای ورودی و مساوی با ۸۰ مترمربع (مطابق با پنجره‌های موجود در نما) انتخاب گردیده که اگر تقسیم‌بر ۴۰ متر محیط دورتادور آتریم (۱۰*۱۰) گردد، ارتفاع دریچه خروجی کلاهک آتریم برابر ۲ متر می‌گردد شکل (۲).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]



شکل (۲). مدل‌سازی مرکز خرید یاس (مدل پایه)

در این مقاله، از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر[۱۸] جهت شبیه‌سازی انرژی ساختمان استفاده می‌گردد. برخی مزایا و دلایل استفاده از این نرم‌افزار شامل: امکان محاسبه مصرف انرژی ساختمان، امکان شبیه‌سازی گرمایش ساختمان‌های با تهویه طبیعی، گزارش مقدار برق مصرف‌شده ناشی از استفاده از نور طبیعی، پیش‌بینی توزیع نور طبیعی روز از طریق شبیه‌سازی تابش، محاسبه اندازه دستگاه‌های گرمایش و سرمایش، مشخصه‌های اجرایی سیستم تهویه مطبوع و سیستم تهویه طبیعی که شامل تأثیر توزیع هوای موردنیاز بر دما و سرعت توزیع در یک اتاق با استفاده از (CFD) است، نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر از انرژی پلاس به‌عنوان موتور محاسباتی خود استفاده می‌کند تا اطلاعات کارآمدتری را تولید نماید، بخش نور روز، سیستم کنترل روشنایی را مدل‌سازی کرده و میزان صرفه‌جویی انرژی الکتریکی را محاسبه می‌نماید، محاسبه اطلاعات حاصل از مدل‌سازی در فاصله زمانی سالانه، ماهانه، روزانه، ساعتی و زیرساعتی نمایش داده می‌شود، امکان محاسبه کاهش مصرف انرژی و کاهش مصرف سوخت یا استفاده از دمای درونی و اطلاعات اقلیمی، محاسبه بارهای سرمایش و گرمایش و تولید دی‌اکسید کربن، محاسبه اندازه تجهیزات سرمایش و گرمایش با استفاده از طرح اطلاعات اقلیمی[۱۹]؛ بنابراین با توجه به مزایای فوق، استفاده از این نرم‌افزار در این رساله جهت شبیه‌سازی انرژی، در نظر گرفته شده است. برای اینکه از اعتبار محاسبات نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر اطمینان حاصل کنیم و بتوانیم از این نتایج استفاده کنیم، باید نتایج محاسبات شبیه‌سازی‌شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر با نتایج عملی و آزمایشگاهی مطابقت داده شود و اگر خطا در حد قابل‌قبولی باشد، می‌توانیم از نتایج نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر استفاده کنیم (دهقانی سانیج، ۱۳۸۷). قابل‌ذکر است نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر در مراجع متعددی ازجمله (ژو، تیانژن، دا و چانگ،۲۰۱۳[۲۰]) و (بهاروند، بین احمد، صفی خان و میرممتاز، ۲۰۱۳[۲۱]) اعتبارسنجی شده و نتایج آن موردقبول است؛ بااین‌وجود، میزان مصرف انرژی مرکز تجاری یاس با استفاده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر در ماه موردنظر شبیه‌سازی شد و صحت نتایج حاصل از شبیه‌سازی با مقادیر مندرج در قبوض برق در ماه موردنظر

[۱۸] Design Builder v 6.1.2.009

[۱۹] Design Builder EnergyPlus Simulation Documentation, 2011

[۲۰] Zhu, Tianzhen, Da & Chuang, 2013

[۲۱] Baharvand, Bin Ahmad, Safikhan & Mirmomtaz, 2013

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

ساختمان موجود، اعتبارسنجی گردیده است. سپس شبیه‌سازی با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر در تاریخ قرائت کنتور و قبض برق مرکز خرید یاس یعنی در بازه زمانی ۸ شهریور تا ۸ مهرماه ۱۳۹۸ شمسی انجام گردیده است. در نتایج این شبیه‌سازی مشخص شد که میزان برق مصرفی در ساختمان نمونه مطالعاتی به میزان ۱۴۱۸۱۰ کیلووات ساعت است. سپس صحت نتایج حاصل از شبیه‌سازی با مقادیر مندرج در قبوض برق مصرفی در همان ماه در ساختمان موجود (که جمعاً به میزان ۱۵۵۳۷۰ کیلووات ساعت است) مقایسه و اعتبارسنجی می‌گردد. درنهایت، نتایج اعتبارسنجی نشان می‌دهد که با مقایسه عددی بین مقادیر واقعی مصرف انرژی در ماه موردنظر در ساختمان نمونه با خروجی ماهیانه نرم‌افزار شبیه‌ساز، اختلافی به میزان ۸,۷ درصد (در محدوده مجاز کمتر از ۱۵ درصد) دارد و بنابراین صحت این اعتبارسنجی موردقبول است.

معرفی محدوده موردمطالعه

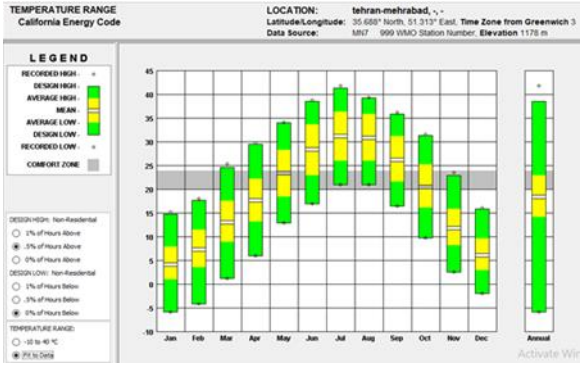
طبق آمار اداره کل هواشناسی استان تهران، ایستگاه سینوپتیک مهرآباد تهران در محدوده جغرافیایی ۵۱,۱۸,۴۶ درجه طول شرقی و در ۳۵,۴۱,۳۵ درجه عرضی با ارتفاع ۱۱۹۱ متر از سطح دریا است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۵) که در صورت تبدیل به مختصات جغرافیایی[۲۲]، معادل با طول شرقی ۵۱,۳۱۲۷۸ و عرضی ۳۵,۶۹۳۰۶ درجه دسی‌مان می‌شود که به‌عنوان نماینده بخش مرکزی تهران انتخاب‌شده و در تنظیمات نرم‌افزار دیزاین بیلدر وارد شده است. سایت موردمطالعه در این تحقیق که به‌عنوان نماینده بخش مرکزی تهران واقع در محدوده منطقه ۷ شهر تهران به آدرس میدان هفت‌تیر، نبش کوچه آذری، مرکز تجاری یاس است. زمین این سایت طبق سند به مساحت ۲۰۵۴ مترمربع و دارای ۱۵۳۰۲ مترمربع زیربنا است. این مرکز خرید دارای ابعاد تقریبی ۴۵,۹۰*۵۳,۳۰ متر و در ۵ طبقه و ۳ طبقه پارکینگ در زیرزمین است که در سال ۱۳۸۶ ساخته‌شده است. طبق گزارش سازمان جهانی هواشناسی و دپارتمان انرژی امریکا (سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۱)، در ایستگاه فرودگاه مهرآباد تهران که به‌عنوان نماینده مناطق مرکزی استان تهران در نظر گرفته‌شده است، میانگین بارندگی سالانه ۲۳۳,۴۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۹,۴۰ درجه سانتی‌گراد است که در شکل (۳) توسط نرم‌افزار مشاور اقلیم[۲۳] نشان داده‌شده و در تنظیمات نرم‌افزار دیزاین بیلدر لحاظ گردیده است.

[۲۲] UTM

[۲۳] Climate consultant v 6.0

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]



شکل (۳). نمودار میانگین دمای سالانه در ایستگاه فرودگاه مهرآباد تهران (سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۱) در نرم‌افزار مشاور اقلیم

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، سناریوهای مختلفی جهت شبیه‌سازی در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر برای مراکز تجاری آتریمی با فرم مرکزی در نظر گرفته‌شده است. سپس با توجه به مقایسه کاهش مصارف انرژی هر سناریو با مدل پایه، بهینه‌ترین گزینه شبیه‌سازی انتخاب گردیده و در انتها به بحث، تحلیل و نتیجه‌گیری در این خصوص پرداخته‌شده است. متغیرهای این تحقیق شامل (تغییر جداره‌های جانبی آتریم، نصب سنسور نور، کنترل دمای داخلی ساختمان و نصب سایبان هوشمند) است.

ساخت مدل پایه

جهت ساخت مدل پایه از شکل و ابعاد واقعی مرکز تجاری یاس تهران استفاده شده است و در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و امکان مقایسه نتایج شبیه‌سازی با مدل پایه، پنجره‌ها با مساحت کلی ۸۰ مترمربع جهت استفاده از نور طبیعی در جبهه غربی ساختمان و بدون امکان بازشو در نظر گرفته شده است. همچنین آتریم مرکزی با ابعاد سقف شیشه‌ای (۱۰*۱۰) متر و بدون دریچه خروج هوا و فاقد جداره جانبی در نظر گرفته شده است. مساحت پنجره‌های نما مساوی با بازشوهای جانبی کلاهک آتریوم و برابر با ۸۰ مترمربع است و هر دو بسته است. آتریم نیز در این مرحله، بدون هیچ‌گونه راهکار و تمهیدات بهینه‌سازی انرژی است.

در مراحل بعدی، پس از شبیه‌سازی انرژی در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر و اعمال متغیرهای تحقیق، درصد بهینه‌سازی سالانه ساختمان نسبت به مدل پایه مشخص می‌گردد.

متغیر کنترل هوشمند حداقل دمای داخل ساختمان

در ابتدا، اولین متغیر این تحقیق که بررسی کنترل هوشمند حداقل دمای داخلی ساختمان در دماهای (۲۰ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۳ و ۲۴) درجه سانتی‌گراد است، در تنظیمات نرم‌افزار دیزاین بیلدر وارد گردیده است که نتایج شبیه‌سازی در بازه تابستانی و زمستانی به شرح جدول (۱) است.

در نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که بار سرمایشی در درجه حرارت‌های (۲۰-۲۱-۲۲-۲۳)، همگی بدون تغییر و ثابت به میزان (۳۰۳,۲۸ مگاوات ساعت) شده است؛ بنابراین بایستی مقدار بار گرمایشی را باهم مقایسه و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

گزینه بهینه را انتخاب نماییم. همچنین بار گرمایش در دمای (۲۴ درجه) به میزان (۰,۱۱۴۹ مگاوات ساعت) شده است که از همه موارد بیشتر بوده بنابراین فاز (۳-۳) مردود است.

بار گرمایش نیز در دمای (۲۳ درجه) نیز به میزان (۰,۱۱۴۷ مگاوات ساعت) شده و به دلیل افزایش بار گرمایش نسبت به دمای (۲۲ درجه) مردود می‌شود.

دماهای (۲۰-۲۱ درجه) نیز نسبت به دمای (۲۲ درجه)، دارای بار گرمایشی یکسانی به میزان (۰,۱۱۴,۶ مگاوات ساعت) هستند، ولی با توجه به اینکه در نرم‌افزار، درجه حرارت شروع گرمایش دستگاه‌های گرمایشی ساختمان[۲۴] طبق استاندارد اشری (۲۰ درجه) تعریف‌شده است؛ بنابراین به دلیل جلوگیری از پدیده هم‌زمانی تهویه طبیعی با شروع گرمایش دستگاه‌های گرمایشی ساختمان (که موجب افزایش بار گرمایش می‌گردد)، اولویت با ماکزیمم دمایی است که بیشتر از آن دما، افزایش بار گرمایشی نداشته باشیم. دماهای ماکزیمم (۲۴ و ۲۳ درجه) که با توجه به افزایش بار گرمایشی (طبق توضیحات فوق) مردود شدند؛ پس ادامه روند پروژه با بهره‌مندی از شرایط دمای (۲۲ درجه) انجام می‌شود و دماهای (۲۰ و ۲۱ درجه) نیز بدین ترتیب حذف می‌گردد.

در نهایت، با انتخاب گزینه شرایط کنترلی ۲۲ درجه در داخل ساختمان، مجموع بار سرمایش و گرمایش ساختمان در بازه تابستان و زمستان، از مقدار (۳۱۷,۶۰۵ مگاوات ساعت) در (مدل پایه)، به عدد (۳۰۳,۳۹۴ مگاوات) کاهش می‌یابد که یعنی به میزان (۴,۴ درصد) بهینه‌سازی صورت گرفته است و به‌طورکلی نتیجه می‌گردد که نسبت به (مدل پایه) و بقیه گزینه‌ها عملکرد بهتری دارد و به‌عنوان بخش بهینه‌تر وارد مرحله بعد می‌شود شکل (۴).

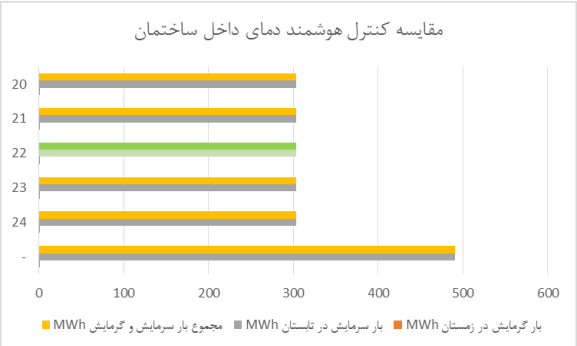
جدول (۱). مقایسه کنترل هوشمند دمای داخل ساختمان

(دما) درجه سانتی‌گراد	بار گرمایش در زمستان MWh	بار سرمایش در تابستان MWh	مجموع بار سرمایش و گرمایش MWh	توضیحات
-	۰,۰۳	۴۹۰,۸۰	۴۹۰,۸	مدل پایه
۲۴	۰,۱۱۴۹	۳۰۳,۳۷	۳۰۳,۴۸۴	بیشترین افزایش مجموع بار گرمایشی و سرمایشی (مردود)
۲۳	۰,۱۱۴۷	۳۰۳,۲۸	۳۰۳,۳۹۴	دومین رده افزایش بار گرمایشی(مردود)
۲۲	۰,۱۱۴۶	۳۰۳,۲۸	۳۰۳,۳۹۴	بار سرمایش ثابت (گزینه مطلوب- به دلیل ماکزیمم دمایی که افزایش بار گرمایشی ندارد)
۲۱	۰,۱۱۴۶	۳۰۳,۲۸	۳۰۳,۳۹۴	بار سرمایش ثابت (مردود- به دلیل عدم ماکزیمم دما)
۲۰	۰,۱۱۴۶	۳۰۳,۲۸	۳۰۳,۳۹۴	بار سرمایش ثابت (مردود- به دلیل عدم ماکزیمم دما)

[۲۴] Heating set point

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]



شکل (۴). مقایسه کنترل هوشمند دمای داخل ساختمان

متغیر سایبان هوشمند در آتریم

در این مرحله از سه سایه‌بان هوشمند در آتریم و بدون جداره جانبی در آتریم در جدول (۲) و شکل (۵) بدین شرح استفاده شد:

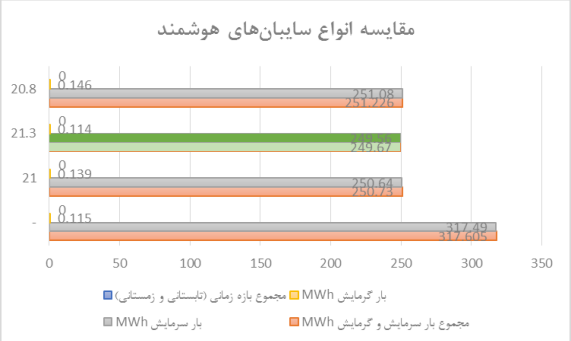
- ۵. ۳. ۲. سایه‌بان هوشمند در آتریم ویندو شیدینگ[۲۵] از نوع کولینگ[۲۶].
- ۵. ۳. ۲. سایه‌بان هوشمند ویندو شیدینگ از نوع دمای محیط بیرونی[۲۷] و پنجره با پنل سولار[۲۸].
- ۵. ۳. ۳. سایه‌بان هوشمند ویندو شیدینگ از نوع دمای هوای داخلی[۲۹].

جدول (۲). مقایسه انواع سایبان‌های هوشمند

درصد بهینه‌سازی	مجموع بار سرمایش و گرمایش MWh	بار سرمایش MWh	بار گرمایش MWh	مجموع بازه زمانی (تابستانی و زمستانی)
-	۳۱۷,۶۰۵	۳۱۷,۴۹	۰,۱۱۵	مدل پایه (فاز ۲)
۲۱	۲۵۰,۷۳	۲۵۰,۶۴	۰,۱۳۹	سایه‌بان هوشمند ویندو شیدینگ از نوع دمای هوای داخلی
۲۱,۳	۲۴۹,۶۷	۲۴۹,۵۶	۰,۱۱۴	سایه‌بان هوشمند ویندو شیدینگ از نوع دمای محیط بیرونی و پنجره با پنل سولار
۲۰,۸	۲۵۱,۲۲۶	۲۵۱,۰۸	۰,۱۴۶	سایه‌بان هوشمند در آتریم ویندو شیدینگ از نوع کولینگ

[۲۵] Window Shading
[۲۶] Cooling
[۲۷] Outside Air Temperature
[۲۸] Solar on window
[۲۹] Inside Air temperature (24)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]



شکل (۵). مقایسه انواع سایبان‌های هوشمند

در نتایج جدول (۲) مشخص می‌گردد که با ایجاد سایبان هوشمند در آتریم از نوع سایه‌بان هوشمند ویندو شیدینگ از نوع دمای محیط بیرونی و پنجره با پنل سولار مجموع مصرف انرژی در بخش سرمایش و گرمایش درمجموع دو بازه تابستان و زمستان (۲۴۹,۶۷ مگاوات ساعت) گردیده که نسبت به مدل پایه که (۳۱۷,۶۰۵ مگاوات ساعت) گردیده به میزان ۲۱,۳ درصد کاهش مصرف انرژی دارد که بیشترین کاهش مصرف انرژی را نیز نسبت به سایبان‌های نیز دیگر دارد؛ بنابراین نتیجه می‌گردد که این گزینه نسبت به مدل پایه عملکرد بهتری دارد و به‌عنوان بخش بهینه‌تر وارد مرحله بعد می‌شود.

متغیر انواع جداره جانبی در آتریم‌ها

در این مرحله، سه نوع مختلف جداره آتریم در جدول (۳) و شکل (۶) بدین شرح تحلیل‌شده است:

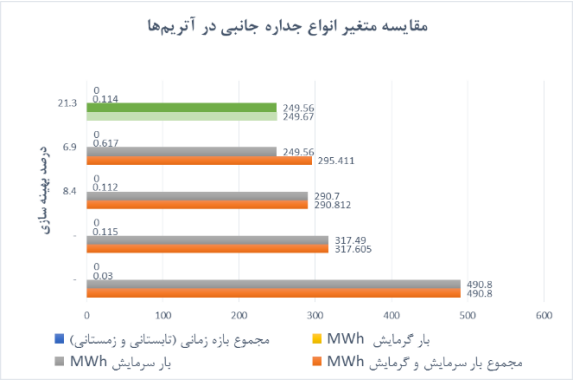
- ۵. ۴. ۱. جداره‌های جانبی با اینرسی حرارتی بالا در آتریم.
- ۵. ۴. ۲. جداره‌های جانبی شیشه‌ای در آتریوم.
- ۵. ۴. ۳. عدم استفاده از جداره جانبی در آتریم.

جدول (۳). مقایسه متغیر انواع جداره جانبی در آتریم‌ها

درصد بهینه‌سازی	مجموع بار سرمایش و گرمایش MWh	بار سرمایش MWh	بار گرمایش MWh	مجموع بازه زمانی (تابستانی و زمستانی)
-	۴۹۰,۸	۴۹۰,۸۰	۰,۰۳	ساختمان فاقد آتریم (یاس)
-	۳۱۷,۶۰۵	۳۱۷,۴۹	۰,۱۱۵	مدل پایه (فاز ۲)
۸,۴	۲۹۰,۸۱۲	۲۹۰,۷۰	۰,۱۱۲	متغیر (جداره شیشه‌ای در آتریم)
۶,۹	۲۹۵,۴۱۱	۲۴۹,۵۶	۰,۶۱۷	جداره‌های جانبی با اینرسی حرارتی بالا
۲۱,۳	۲۴۹,۶۷	۲۴۹,۵۶	۰,۱۱۴	آتریم فاقد جداره جانبی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]



شکل (۶). مقایسه متغیر انواع جداره جانبی در آتریم‌ها

در تحلیل جدول (۳) و در سناریوی استفاده از جداره‌های جانبی با اینرسی حرارتی بالا در آتریم، مشخص گردیده است که مجموع مصرف انرژی در بخش سرمایش و گرمایش درمجموع دو بازه تابستان و زمستان (۲۹۵,۴ مگاوات ساعت) است که نسبت به مدل پایه (۳۱۷,۶ مگاوات ساعت) به میزان (۶,۹ درصد) کاهش مصرف انرژی دارد؛ ولی چون نسبت به سناریوی (آتریم بدون جداره جانبی) عملکرد ضعیف‌تری دارد، پس این سناریوی مردود است و درنهایت سناریوی (آتریم بدون جداره جانبی) با مجموع مصرف انرژی (۲۴۹,۶ مگاوات) و با (۲۱,۳ درصد) کاهش مصرف نسبت به مدل پایه، به‌عنوان گزینه بهینه تا این مرحله انتخاب می‌شود. در سناریوی استفاده از جداره‌های جانبی شیشه‌ای در آتریم نیز مشخص گردیده است که مجموع مصرف انرژی در بخش سرمایش و گرمایش درمجموع دو بازه تابستان و زمستان (۲۹۰,۸ مگاوات ساعت) گردیده است که نسبت به مدل پایه (۳۱۷,۶ مگاوات ساعت) به میزان (۸,۴ درصد) کاهش مصرف انرژی دارد. ولی چون نسبت به سناریوی بدون جداره با (۲۱,۳ درصد) کاهش مصرف انرژی، عملکرد ضعیف‌تری دارد پس این سناریوی نیز مردود است و همان سناریوی (آتریم بدون هیچ جداره جانبی) به‌عنوان گزینه بهینه‌تر انتخاب می‌شود.

درنهایت، نتایج مقایسه انواع جداره‌های جانبی در آتریم مرکزی در جدول (۳) نشان می‌دهد که برای اقلیم تهران مرکزی، راندمان عملکرد آتریم حذف جداره جانبی که دارای سایبان هوشمند است، در رده اول بهینه‌ترین حالت مصرف انرژی در ساختمان است و بعدازآن، راندمان با جداره شیشه‌ای و در رده سوم نیز راندمان آتریم با دیوار اینرسی بالا قرار می‌گیرد؛ بنابراین گزینه بدون جداره جانبی و با سایبان هوشمند به‌عنوان بخش بهینه‌تر وارد مرحله بعد می‌شود.

متغیر استفاده از سنسور نور

در این بخش، از سنسورهای نوری با مکان‌یابی مناسب (میانگین نوری) به جهت کاهش میزان مصرف برق در قسمت روشنایی استفاده شده است. همچنین در دو طرف آتریم مرکزی، دو مکان جهت نصب سنسور[۳۰] در این بخش استفاده شده است. ضمناً کلیه مشخصات و مصالح بهینه فازهای قبلی به این بخش نیز وارد می‌گردد.

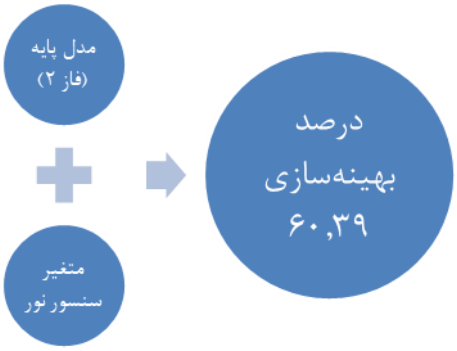
[۳۰] Lighting Area

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

جدول(۴). مقایسه متغیر استفاده از سنسور نور

مجموع بار سرمایش و گرمایش MWh	مجموع مصرف انرژی برق و گاز MWh	مجموع بازه زمانی(تابستانی و زمستانی)
۵۵۶,۲۷	۱۳۵۰	مدل پایه (فاز ۲)
۲۲۰,۳۱	۸۶۹,۲۸	متغیر سنسور نور
۶۰,۳۹	۳۵,۶	درصد بهینه‌سازی

با مقایسه عددی جدول (۴) مشخص می‌گردد که در صورت نصب سنسورهای نور در ساختمان، مجموع بار سرمایش و گرمایش ساختمان از مقدار (۵۵۶,۲۷ مگاوات ساعت) در مدل پایه، به میزان (۲۲۰,۳۱ مگاوات ساعت) رسیده و مجموعاً به میزان قابل‌توجه (۶۰,۳۹ درصد) بهینه‌سازی صورت گرفته است شکل (۷).



شکل(۷). بهینه‌سازی با استفاده از سنسور نور

نتیجه‌گیری

نتایج شبیه‌سازی این مطالعه که با مقایسه بهره‌وری انرژی در مراکز تجاری تهران مرکزی (فروشگاه‌های زنجیره‌ای یاس) انجام شده است، نشان می‌دهد که در صورت استفاده از آتریوم مرکزی و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی، سرانجام با انتخاب کنترل ۲۲ درجه گزینه شرایط داخل ساختمان، کل بار خنک‌کننده و گرمایشی ساختمان در تابستان و زمستان از (۳۱۷,۶۰۵ مگاوات) در (مدل پایه) به (۳۰۳,۳۹۴ مگاوات) کاهش می‌یابد، به این معنی که (۴,۴٪) بهینه‌سازی شده است و نتیجه کلی به نظر می‌رسد که عملکرد بهتری نسبت به (مدل پایه) و سایر گزینه‌ها دارد. همچنین، با ایجاد یک سایبان هوشمند در آتریوم از نوع سایبان هوشمند پنجره نوع دمای محیط بیرونی و یک پنجره با صفحه سولار، کل انرژی مصرفی در بخش سرمایش و گرمایش در کل دوره تابستان و زمستان است ۲۱,۳٪ کاهش در مصرف انرژی دارد که همچنین بیشترین کاهش مصرف انرژی را نسبت به سایبان‌های دیگر دارد و همچنین مشخص شد که در صورت نصب سنسورهای نور در ساختمان، کل بار خنک‌کننده و گرمایشی ساختمان ۶۰,۳۹٪ بهینه‌سازی صورت می‌گیرد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهترین گزینه مربوط به ساختمان‌های آتریمی فاقد جداره جانبی است و نصب سایبان هوشمند و سنسور نور در دمای کنترلی ۲۲ درجه موجب کاهش قابل‌توجه مصرف انرژی در ساختمان گردیده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

پیشنهادات

این نتایج با توجه به شرایط، متغیرها و فرضیات این پژوهش، برای تعیین تأثیر کاهش مصرف انرژی با استفاده از هوشمندسازی ساختمان و انواع جداره‌های جانبی آتریم‌ها در مراکز تجاری (فروشگاه‌های زنجیره‌ای) با ارتفاع ۵ طبقه که عمدتاً دارای بازشوهای کمی در نمای ساختمان هستند در بخش مرکزی شهر تهران و در اقلیم‌های مشابه صادق است. بدیهی است در صورت تغییر نوع کاربری و ارتفاع ساختمان و یا وجود مراکز تجاری دارای بازشوهای بیشتر در نما، نیاز به تحقیق بیشتری در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان است که برای مطالعات آینده محققین توصیه می‌گردد. همچنین استفاده از پارامترها و متغیرهای بیشتر در زمینه آتریم‌ها ازجمله در نظر گرفتن متغیر نور و تهویه جهت تحقیق در مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد.

منابع

محمودیان، علی‌اکبر. (۱۳۸۷). **تاریخچه تهران**، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، جلد دوم.

دهقانی، سانیج و محمدامین. (۱۳۸۷). **شبیه‌سازی عددی با نرم‌افزار Fluent ۳,۶**، شرکت ناقوس اندیشه، جلد اول، تهران.

عبدالله زاده، صفورا. (۱۳۹۲). **طراحی و تحلیل الگوی کارآمد و بهینه آتریم در ساختمان‌های اداری تهران**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی معماری، دانشگاه پیام نور تهران.

فاضلی، زینب. (۱۳۹۳)، **بررسی تأثیر ارتفاع ساختمان بر تهویه طبیعی در ساختمان‌های دارای آتریوم در اقلیم گرم و خشک**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته معماری (انرژی)، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

میرزایی، علی‌اصغر و ابراهیم براتی. (۱۳۹۶)، **"شبیه‌سازی و تحلیل مصرف انرژی و تأثیرات کاهش دمای طرح داخل، تغییر نوع شیشه و اضافه کردن عایق حرارتی در ساختمان اداری با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر**، دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مکانیک و هوافضا، تهران.

Baharvand, M., Bin Ahmad, M., Safikhan, T., Mirmomtaz, S. (2013). **Thermal performance of tropical atrium**. Sci. J. Riga Tech. Univ. Environ. Clim. Technol, 4(12): 34-40.

Bednar, MJ. (1986). **The new atrium**. New York: McGraw-Hill.

Chen C. (2011). **Developing an intelligent shading system for atria in Subtropical climate with extreme hot summer and cold winter**, United Kingdom: HeriotWatt University.

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, 5(106): 352-364.

Design Builder EnergyPlus Simulation Documentation. (2011). **Design Builder documentation**.

Encinas, F. (2004). **The technology transfers of double skin facades from Europe to Chile, an evaluation by means of Cfd simulations**. Nottingham, UK: University of Nottingham.

Gan G. (2010). **Interaction between wind and buoyancy effects in natural ventilation of buildings**. Open Constr Build Technol J,3(4):134–45.

Griego, D., Krarti, M., Hernandez-Guerrero, A. (2015). **Energy efficiency optimization of new and existing office buildings in Guanajuato**, Mexico. Sustainable Cities and Society, 8(17): 132-140.

Hussain S., Oosthuizen PHA. (2012). "**Numerical study of the effect of thermal mass on the transient thermal performance of a simple three storied atrium building**", In: Proceedings of ASME 2012 heat transfer summer conference collocated with the ASME 2012 fluids engineering division summer meeting and the ASME 2012 10th international conference on nanochannels, microchannels, and minichannels: American Society of Mechanical Engineers, pp: 943–52.

Hussain S, Oosthuizen PH, Kalandar A. (2012). **Evaluation of various turbulence models for the prediction of the airflow and temperature distributions in atria**, Energy Build,5(48):18–28.

Karavaa P, Athienitis AK, Stathopoulos T, Mouriki E. (2012). **Experimental study of the thermal performance of a large institutional building with mixed-mode cooling and hybrid ventilation**, Build Environ, 9(57): 313–26.

Luo, C., Wu, Desheng. (2016). **Environment and economic risk: an analysis of carbon emission market and portfolio management**, Environ, 7(149): 297–301.

Pfafferott J, Herkel S, Wambsganß M. (2004). **Design, monitoring and evaluation of a low energy office building with passive cooling by night ventilation**, Energy Build, 8(36): 455–65.

Quek, CK. (1989**). Design of Atrium. Building in the Warm Humid Tropics**, Unpublished M.Phil. Dissertation. Paris, France: Darwin College Cambridge.

Rojas, DP. (2013). **Atrium building design: key aspects to improve their thermal performance on the Mediterranean climate of Santiago de Chile**, Int J LowCarbon Technol,3(8): 1–4.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]

Shafiei Fini, A., and Moosavi, A. (2016). **Effects of "wall angularity of atrium" on "buildings natural ventilation and thermal performance" and CFD model**, Energy and Buildings,11(121): 265-283.

Tanaka H, Okumiya M, Young Yoon G, Watanabe K. (2009). **Thermal characteristics of a double-glazed external wall system with roll screen in cooling season**. Build Environ, 44:1509–16.

Voeltzel, A., Carrié, FR., Guarracino, G. (2001). **Thermal and ventilation modelling of large highly-glazed spaces**. Energy Build, (33):121–32.

Yunus, J., Ahmad, SS., Zain-Ahmed, A. (2010). **Analysis of atrium's architecturalaspects in office buildings under tropical sky conditions. In: Proceedings of the IEEE international conference on science and social research (CSSR)**. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 536–41.

Zhu, D., Tianzhen, H., Da, Y., Chuang, WA. (2013). **detailed loads comparison of three building energy modeling programs: EnergyPlus**, DeST and DOE-2.1E, Building Simulation, 6(3): 323-335.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.61186/jgs.24.73.294]