

تطبيق مزایا و کاربرد آتريم ها و سقف های مدور سنتی با تاکید بر بهينه سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری تهران

چکیده

امروزه یکی از دغدغه‌های مهم در مسئله طراحی، چگونگی مدیریت انرژی است. آتريم‌ها یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار در مصرف انرژی است. روش تحقیق در این پژوهش با توجه به ماهیت آن، شبیه‌سازی و با رویکرد مطالعه موردی و تحلیلی و از نظر نوع کاربردی است. در این تحقیق، ابتدا مدل پایه با توجه به قبوض مصرفی مرکز تجاری موردنظر، اعتبارسنجی می‌گردد. سپس با مقایسه ۱۱ فاز مختلف در نرم‌افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی و هوشمند سازی ساختمان، مشخص می‌گردد که آتريوم مرکزی به ترتیب در مراکز تجاری کوتاه مرتبه (۳ طبقه)، میان مرتبه (۵ طبقه) و سپس بلندمرتبه (۱۳ طبقه)، راندمان بهتری نسبت به مدل پایه (بدون اعمال راهکارها) داشته و حذف جداره‌های جانبی در این آتريم‌ها، تهویه طبیعی را در ساختمان بهبود می‌بخشد. از این مطالعات که با دقت محاسباتی بالا و توسط مدل‌سازی دینامیکی با نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر انجام می‌گردد، نشان می‌دهد که پتانسیل افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی انرژی در این ساختمان‌ها بسیار بالاست. همچنین این تحقیق نشان می‌دهد که مجموع کاهش مصرف انرژی سالیانه پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی نسبت به عدم اجرای این راهکارها، در مقایسه دو ساختمان آتريمی ۱۳ طبقه (۱۱ درصد) و در مقایسه دو ساختمان ۵ طبقه (بدون آتريم و با آتريم با اعمال راهکارها) به میزان (۱۱.۷ درصد) و در مقایسه دو ساختمان آتريمی ۵ طبقه (۱۶ درصد) و در مقایسه دو ساختمان آتريمی ۳ طبقه (۱۹ درصد) و در مقایسه دو ساختمان آتريمی ۳ طبقه با ۵ طبقه (۵۰.۸ درصد) است. در نهایت نیز موجب کاهش قابل توجه گاز دی‌اکسید کربن و بهبود ضریب آسایش حرارتی در ساختمان‌های تجاری می‌گردد.

اهداف پژوهش:

۱. کاهش مصرف انرژی با تأکید بر نقش حرارتی آتريم‌ها در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران.
۲. تأمین آسایش حرارتی و کاهش انتشار گازهای دی‌اکسید کربن در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران.

سؤالات پژوهش:

۱. بهینه‌ترین نوع جداره جانبی آتريم‌ها جهت تأمین آسایش حرارتی در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران چیست؟
 ۲. بهینه‌ترین ارتفاع آتريم‌ها جهت افزایش بهره‌وری انرژی در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران چیست؟
- واژگان کلیدی: بهینه‌سازی، انرژی، آتريم، تجاری، تهران.

مقدمه

بهینه‌سازی مصرف انرژی در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از اولویت‌های مهم برای طراحان ساختمان تبدیل شده است، به‌ویژه برای ساختمان‌های عمومی و تجاری، تقاضای استفاده از سیستم‌های مکانیکی مانند گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع (HVAC)، یک مشکل اساسی است که می‌تواند بر روی بارهای حرارتی ساختمان‌ها تأثیر گذاشته و در نهایت موجب مصرف بیش از حد انرژی شود. یکی از راه‌حل‌های متداول برای کاهش انرژی موردنیاز شهروندان در مناطق خشک، استفاده از سیستم‌های منفعل است (رستمی و همکاران: ۲۲۸). آتریم‌ها در ساختمان به‌عنوان یک سیستم منفعل خورشیدی می‌تواند علاوه بر تأمین نور و حرارت خورشید، میزان مصرف سیستم‌های روشنایی و تهویه مصنوعی را در فضاهای گسترده بخصوص در مراکز تجاری کاهش دهد و ضمن ایجاد یک خرد اقلیم مناسب در ساختمان، موجب بالا بردن کیفیت هوا، کاهش هزینه‌های نگهداری و همچنین افزایش صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها گردد؛ بنابراین ضروری است که با بهینه‌سازی مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده از روش‌های غیرفعال خورشیدی در ساختمان، میزان انتشار دی‌اکسید کربن نیز تا حد امکان کاهش یافته و موجب جلوگیری از گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی گردد.

در گزارشی که توسط آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۴ میلادی منتشر شد، حدود ۴۰ درصد از انرژی‌های تولیدشده در بخش ساختمان استفاده می‌گردد (Cuce and Riffat, ۲۰۱۴) که ۸۰ درصد از کل آن، به خدماتی چون تهویه مطبوع، روشنایی و تجهیزات مربوط می‌شود (Ihm et al., ۲۰۰۹). بدیهی است که پایداری انرژی در مراکز تجاری عظیمی که روزانه هزاران مخاطب از آن‌ها بازدید می‌کند به‌مراتب مؤثرتر از کنترل انرژی در یک خانه مسکونی است. از این‌روست که معماری فضاهای تجاری به‌شدت درگیر با اصول معماری پایدار و نکات فنی می‌گردد. تهویه طبیعی در چنین ساختمان‌هایی نقش کلیدی در ارائه کیفیت بهینه گردش هوا در داخل ساختمان و حفظ سطح قابل‌قبول آسایش حرارتی بدون نیاز به استفاده از دستگاه‌های مکانیکی مانند گرمایش، تهویه و سرمایش (HVAC) است. بنابراین، تهویه طبیعی قادر به کاهش مصرف انرژی سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان است که سهم قابل‌توجهی در صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها داشته (Thirugnanasambandam et al., ۲۰۱۰) و بیش از ۶۰ درصد از کل مصرف انرژی ساختمان را شامل می‌شود (Chan et al., ۲۰۱۰). مزیت اصلی استفاده از تهویه طبیعی در طراحی آتریم در ساختمان، فقط صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هزینه‌های صرفه‌جویی نیست، بلکه فراهم آوردن شرایطی قابل‌قبول راحت، سالم و سازنده برای ساکنین است. وارد کردن هوای گرم به داخل، در طول زمستان‌های سرد و خروج هوای گرم در طول تابستان، هدفی مهم در معماری بیابانی است (رستمی و همکاران: ۲۳۰) در این تحقیق، نمونه موردی انتخاب‌شده جهت مطالعه، مناطق مرکزی استان تهران و مرکز تجاری یاس است. به دلیل پیچیدگی متغیرها و پارامترهای موجود در مصرف انرژی در ساختمان، بدون در نظر گرفتن ابزارهای شبیه‌سازی نمی‌توان تصمیم‌گیری درستی در ارتباط با بهینه‌سازی مصرف انرژی داشت؛ بنابراین در این تحقیق، متغیرها و پارامترهایی که بر عملکرد حرارتی آتریم‌ها تأثیر می‌گذارند در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر شبیه‌سازی می‌گردد و با مقایسه تطبیقی عملکرد حرارتی آتریم‌ها در اقلیم مناطق مرکزی تهران، محاسبات موردنیاز دریافت و اتلاف و مصرف انرژی را دقیقاً بر اساس شرایط اقلیمی انجام می‌شود و نتایج شبیه‌سازی‌ها برای کل ساختمان مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و در نهایت منجر به ارائه راهکارهایی معمارانه و پایدار جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز تجاری در مناطق

مرکزی تهران خواهد شد. روش تحقیق نیز در این پژوهش با توجه به ماهیت آن، شبیه‌سازی و با رویکرد مطالعه موردی و تحلیلی و از نظر نوع کاربردی است.

مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای در زمینه عملکرد آتریم‌ها و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها با موضوعات مختلف انجام شده است. در تحقیقات نوواب و سلکوویتز (۱۹۸۴)، یکی از فراگیرترین مطالعات در مورد سازه‌های سقف آتریم با چهارده تنظیم انواع شیشه در شرایط مختلف آسمان انجام گردیده است (Navvab and Selkowitz, ۱۹۸۴). وال (۱۹۹۶)، در مورد یک آپارتمان چند طبقه با طراحی آتریم سرد و معبری با سقف شیشه‌ای در سوئد تحقیق کرد. طبق تحقیق وال اگر آتریم در شرایط آسایش حرارتی در آب‌وهوای نوردیک گرم شود، تقاضای کلی انرژی نهایی ساختمان برای آتریم و ساختمان‌های مجاور افزایش می‌یابد (Wall, ۱۹۹۶). بانزال و همکاران (۱۹۹۳) برای تقویت تهویه پشته از دودکش خورشیدی استفاده کرد و به دبی صدها مترمکعب هوا در ساعت رسیدند (Bansal and Mathur, ۱۹۹۳). هاگن و همکاران (۲۰۰۱) در یک مطالعه موردی با شبیه‌سازی عددی برای ارزیابی آسایش حرارتی و بهینه‌سازی، طراحی تهویه آتریم مورد بررسی قرار دادند (Hangen et al., ۲۰۰۱). یانگ و لی (۲۰۰۵)، اثر جرم حرارتی در مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری با تهویه هوا در روز و سرمایه‌ش در شب را برای تعیین کمیت تغییرات ساعت و بار خنک‌کننده تهویه مطبوع مورد مطالعه قرار دادند (Yang and Li, ۲۰۰۵). حسین و اوستویزن (۲۰۱۲) نیز از روش‌های تجربی و CFD برای ارزیابی افزایش کارایی ابعاد و هندسه‌های مختلف آتریم استفاده نمودند (Hussain and Oosthuizen, ۲۰۱۲). براردی و وانگ (۲۰۱۴)، میزان جذب تابش خورشیدی را از طریق آتریم بررسی کرده و نشان دادند که با استفاده از نور طبیعی می‌توان مصرف انرژی روشنایی ساختمان را تا حد زیادی کاهش داد (Berardi and Wang, ۲۰۱۴). جیا و لی (۲۰۱۸)، طراحی یک الگوی بهینه جهت‌گیری ساختمان‌ها در مجتمع‌های مسکونی با تحلیل سطح مصرف انرژی در مسکن مهر در تهران را مورد مطالعه قرار دادند. در ایران نیز در زمینه انرژی و طراحی اقلیمی تعدادی از محققان به مطالعه و تحقیق پرداخته‌اند. نصراللهی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای به تأثیر طراحی معماری بر میزان مصرف انرژی در اقلیم سرد (تبریز) با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر پرداخته است (نصراللهی، ۱۳۹۰). فتحعلیان و همکاران (۱۳۹۶)، مقاله‌ای تحت عنوان شبیه‌سازی انرژی ساختمان اداری با نرم‌افزار دیزاین بیلدر و اعتبارسنجی آن با قبوض انرژی را ارائه نمودند. سپهری و مشنوی (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان بهینه‌سازی مصرف انرژی با راهکار انتخاب فرم ساختمان توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر در اقلیم تهران (با طراحی نمونه موردی)، به تحقیق در این خصوص پرداختند. در سال ۲۰۱۶، مدیر روستا و بوستانی (۲۰۱۶) نحوه طراحی آتریم‌ها و میزان جذب انرژی و تأثیر آن‌ها بر مصرف انرژی ساختمان را مورد بررسی قرار دادند (Modirrousta and Boostani, ۲۰۱۶). در مقاله حاضر که مستخرج از رساله دکتری است، عملکرد حرارتی آتریم‌ها در مراکز تجاری بخش مرکزی تهران با ۹ متغیر هم‌زمان و در ۱۱ فاز و سناریوی مختلف توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر مورد تحقیق قرار می‌گیرد و به این نتیجه دست پیدا خواهد نمود که بهینه‌ترین نوع آتریم در این اقلیم، از نوع بدون جداره جانبی و با ارتفاع کوتاه مرتبه است که تاکنون یا این وسعت متغیر انجام نشده است.

در این تحقیق پس از شبیه‌سازی و آنالیز عملکرد حرارتی آتریوم‌ها و با اعمال راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی، از جمله رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، حذف جداره‌های جانبی آتریوم، افزایش ابعاد دریچه‌های خروجی هوا، افزایش ابعاد سقف آتریوم، هوشمندسازی ساختمان از طریق تهویه هوشمند با کنترل دمای داخلی ۲۲ درجه، نصب سنسور نور و سایبان متحرک و نصب شیشه‌های با تکنولوژی نوین، در نهایت مشخص گردید که آتریوم مرکزی به ترتیب در مراکز تجاری کوتاه مرتبه (۳ طبقه)، میان مرتبه (۵ طبقه) و سپس بلندمرتبه (۱۳ طبقه)، راندمان بهتری نسبت به مدل پایه (بدون اعمال راهکارها) داشته و حذف جداره‌های جانبی در این آتریوم‌ها، تهویه طبیعی را در ساختمان بهبود می‌بخشد. همچنین این تحقیق نشان داد مجموع کاهش مصرف انرژی سالیانه پس از اعمال راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی نسبت به عدم اجرای این راهکارها، در مقایسه دو ساختمان آتریومی ۱۳ طبقه (۱۱ درصد) و در مقایسه دو ساختمان ۵ طبقه (بدون آتریوم و با آتریوم با اعمال راهکارها) به میزان (۱۱.۷ درصد) و در مقایسه دو ساختمان آتریومی ۵ طبقه (۱۶ درصد) و در مقایسه دو ساختمان آتریومی ۳ طبقه (۵۰.۸ درصد) است. در نهایت نیز موجب کاهش قابل توجه گاز دی‌اکسید کربن و بهبود ضریب آسایش حرارتی در ساختمان‌های تجاری گردید. برای مطالعات آینده توصیه می‌گردد به جهت تدقیق بیشتر مطالعات در زمینه آتریوم‌ها بخصوص در کاربری‌های تجاری، نتایج شبیه‌سازی حاصل از دمای پیش‌گرمایش و پیش‌سرمایش محیط داخلی ساختمان و همچنین تغییر مساحت بازشوهای نما نیز بعنوان متغیرهای جدید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

منابع

- Bansal N.K., & Mathur R. (۱۹۹۳). "Solar chimney for enhanced stack ventilation, Building and Environment", ۲۸, pp: ۳۷۳-۳۷۷.
- Berardi. U., & Wang. T. (۲۰۱۴). "Daylighting in an atrium- type high performance house building and environment", ۷۶, pp: ۹۲- ۱۰۴.
- Fath'alian, A., & Kargar, Sh. (۲۰۱۷). "Simulation of office building energy with builder design software and its validation with energy bills", ۳rd Iranian Conference on Heat and Mass Transfer, Noshirvani University of Technology, Babol, Iran [in Persian].
- Hangen H., McKenty F., & Gravel L, Camarero R. (۲۰۰۱). "Case study: numerical simulations for comfort assessment and optimization of the ventilation design for complex atriums", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, ۸۹, pp: ۱۰۳۱-۱۰۴۵.
- Hussain S., & Oosthuizen PHA. (۲۰۱۲). "Numerical study of the effect of thermal mass on the transient thermal performance of a simple three storied atrium building", In: Proceedings of ASME ۲۰۱۲ heat transfer summer conference collocated with the ASME ۲۰۱۲ fluids engineering division summer meeting and the ASME ۲۰۱۲ ۱۰th international conference on nanochannels, microchannels, and minichannels: American Society of Mechanical Engineers, pp: ۹۴۳-۵۲.
- Hussain S., & Oosthuizen PH, Kalandar A. (۲۰۱۲). "Evaluation of various turbulence models for the prediction of the airflow and temperature distributions in atria", Energy Build, pp: ۴۸:۱۸-۲۸.
- Ihm, P., & Nemri, A., Krarti, M. (۲۰۰۹). "Estimation of Lighting Energy Savings from Daylighting", Building and Environment, Vol. ۴۴, No. ۳, pp. ۵۰۹-۵۱۴.
- Iran Energy Efficiency organization, www.saba.org.

- Nasrollahi, F. (۲۰۱۱). "National building regulations and reduction of energy consumption in the building and residential sector", the second conference and exhibition of energy management and optimization, Industry Conference Institute in Tehran [in Persian].
- Rostami, G., & Javidinejad, M., & Mansouri, B. (۱۳۹۸). "Coordination of technique, materials and environment and its application in the beauty and performance of traditional buildings in desert cities of Iran", Journal of Islamic Art Studies, Year ۱۰, No. ۳۴, Summer Season ۹۸ [in Persian].
- Sepehri, M., & Masnavi, M. (۲۰۱۶). "Optimization of energy consumption with the solution of building form selection by Design Builder software in Tehran climate (with case design)", ۴th International Congress, Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Shahid Beheshti University, Tehran [in Persian].
- Unnamed. (۲۰۰۷). "Tehran Master Plan", Ecological Consulting Engineers, Ministry of Housing and Urban Development, Tehran [in Persian].
- Unnamed. (۲۰۱۲). "Topic ۱۹ National Building Regulations", Office of National Building Regulations, Tehran: Iran Development Publishing [in Persian].
- Unnamed. (۲۰۱۶). "Specifications of meteorological stations" General Meteorological Office of Tehran Province, Deputy of Statistics and Information, Management and Planning Organization, Tehran Province [in Persian].
- Wall M. (۱۹۹۶). "Climate and Energy Use in Glazed Spaces", Doctoral Monography, Building Science, Lund University, pp: ۴۰۸.
- Modirrousta. S., Boostani. H. (۲۰۱۶). "analysis of atrium pattern, trombe wall and solar greenhouse on energy efficiency, procedia engineering", ۱۴۰, pp: ۱۰۴۹- ۱۰۵۶.
- Navvab, M., & Selkowitz, S. (۱۹۸۴). "Daylighting data for atrium design", In: Proceedings of Ninth National Passive Solar Conference, American solar energy society, Columbus, Ohio, pp. ۴۹۰e۰۰۰.
- Yang L, Li Y. (۲۰۰۰). "Cooling load reduction by using thermal mass and night ventilation, Energy and Buildings", ۳۸, ۹۰۹e۹۶۳.