الگوهای انرژی کارا جدارۀ خارجی ساختمان مسکونی بلند با بهره‌گیری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

چکیده

هم‌زمان با افزایش سریع مصرف انرژی، نگرانی در مورد مشکلات تولید، تخریب منابع انرژی و اثرات شدید زیست‌محیطی (از بین رفتن لایه اوزون، گرم‌شدن کره زمین، تغییرات آب‌وهوا و غیره) در جهان افزایش یافته است. امروزه بهره‌وری انرژی در ساختمان هدف اصلی سیاست انرژی در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی است. طراحی و ساخت نامناسب، مصالح و تجهیزات غیراستاندارد، مواد به‌کار رفته در ساختمان‌ها و انتخاب نامناسب پوشش ساختمان‌ها مانند دیوارها، پنجره‌ها و سیستم عایق‌کاری از مهم‌ترین عوامل شدت بالای مصرف انرژی در ساختمان‌ها است. بهبودسازی اقدامات فوق موجب کاهش سهم تلفات انرژی داخلی از هر یک از اجزای پوسته ساختمان می‌شود. پیشرفت روزافزون فناوری و نیاز صنعت برای استفاده از آن باعث شده مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوین در صنعت ساخت در حال رشد بوده و توجه محققین را برای استفاده و چگونگی توسعه آن جلب کرده است. هدف تحقیق حاضر بررسی الگوهای انرژی کارا جدارۀ خارجی ساختمان مسکونی بلند با بهره‌گیری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بود. بدین‌منظور در این پژوهش استفاده از مصالح مختلف در ساخت دیوارهای خارجی ساختمان با تکیه بر یک مطالعه موردی و با استفاده از امکانات یک مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در اختیار می‌گذارد، از نظر مصرف انرژی بررسی شده است. مصالح مورد بررسی در این پژوهش بلوک سفالی، بلوک سیمانی با پوکه، بلوک سیمانی فوم‌دار، بلوک ایران‌وال، بلوک هوادار، و وال‌کریت می‌باشند. بلوک سیمانی با پوکه و بلوک سیمانی فوم‌دار با حدود ۱۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف انرژی حاصل از سوخت و ۸/۳ درصد صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی، به‌عنوان بهترین دیوار انتخاب شد.

اهداف پژوهش:

۱. بررسی تأثیر مدل‌سازی اطاعات ساختمان بر خانه‌سازی شهری.

۲. بررسی الگوهای انرژی کارا جدارۀ خارجی ساختمان‌های مسکونی.

سؤالات پژوهش:

۱. تأثیر مدل‌سازی اطاعات ساختمان بر خانه‌سازی شهری چگونه است؟

۲. الگوهای انرژی کارا جدارۀ خارجی ساختمان‌های مسکونی چگونه است؟

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، ساختمان مسکونی، انرژی کارا.

مقدمه

هم‌زمان با افزایش سریع مصرف انرژی، نگرانی در مورد مشکلات تولید، تخریب منابع انرژی و اثرات شدید زیست‌محیطی (از بین رفتن لایه اوزون، گرم‌شدن کره زمین، تغییرات آب‌وهوا و غیره) در جهان افزایش یافته است. امروزه بهره‌وری انرژی در ساختمان هدف اصلی سیاست انرژی در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی است. دستیابی به توسعهٔ پایدار در سطح ملی مستلزم به حداقل رساندن تأثیر ساختمان بر محیط‌زیست با کاهش مصرف انرژی است. روش‌ها و تکنیک‌های فعلی برای شبیه‌سازی انرژی ساختمان‌ها زمان بر و غیرکارا است. علاوه‌بر این، آن‌ها فقدان قابلیت تعامل بالا بین داده‌های انرژی نظری و واقعی از چالش‌های اصلی این روش‌ها است. مراحل طراحی جدارهٔ خارجی ساختمان نقش مهمی در عملکرد چرخهٔ عمر ساختمان از نظر منابع، مصرف انرژی و هزینه‌های چرخه عمر دارد. تجزیه‌وتحلیل عملکرد انرژی یک ساختمان در مراحل طراحی جدارهٔ خارجی مستلزم دسترسی به اطلاعات خاصی مانند ویژگی‌های مصالح و محیط است. چنین اطلاعاتی یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ عملکرد انرژی ساختمان است.

جاینگ و همکاران (۲۰۲۰) میزان دریافت انرژی خورشیدی در دیوارهای دارای نماهای آجری و چوبی را به‌صورت تجربی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج ایشان از تأثیر قابل‌توجه جنس نمای ساختمان بر میزان مصرف انرژی ساختمان حکایت داشت. اولوسو و همکاران (۲۰۱۱) اثرات ذخیره انرژی خورشیدی در جدارهٔ خارجی ساختمان را بر کاهش مصرف انرژی در اقلیم سرد مورد بررسی قرار دادند. هیون و همکاران (۲۰۱۷) به تحلیل تجربی میزان تأثیر ضریب انعکاس خورشیدی نماهای رنگ‌شده بر بار حرارتی ساختمان پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که اگر نمای خارجی ساختمان با رنگ خاکستری پوشش داده شود، بار گرمایشی ساختمان نسبت به حالت نمای پوشش داده شده با رنگ سفید کاهش و بار سرمایشی آن افزایش می‌یابد. (مادالاناو و همکاران، ۲۰۱۵). با استفاده از شبیه‌سازی عددی به تحلیل میزان اثرات جنس نمای خارجی ساختمان بر میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان در اقلیم میلان ایتالیا پرداختند و ایشان در بررسی‌های خود، نماهای بتنی، نماهای آلومینیمی، نماهای شیشه‌ای و نماهای دارای پوشش گیاهی را مورد مطالعه قرار دادند. همچنین پاترینا بحار همکاران (۲۰۱۹) تأثیر استفاده از پوشش‌های گیاهی بر روی جدار خارجی ساختمان را به‌صورت عددی و تجربی بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پوشش‌های گیاهی موجب کاهش جذب انرژی خورشیدی و کاهش بار تابستانه می‌شود، این درحالی است که این امر می‌تواند بار زمستانه ساختمان را افزایش دهد (اسوترنگ و همکاران، ۲۰۱۶). در پژوهشی نشان دادند که با انتخاب مصالح مناسب برای نمای ساختمان می‌توان از رخداد میعان در سیستم‌های سرمایش سقفی در اقلیم شهر جلوگیری کرد. طبق این تحقیقات می‌توان دریافت که طراحی جداره ساختمان می‌تواند نقش مهمی در میزان مصرف انرژی ساختمان‌های بلندمرتبه داشته باشد.

محققان بر این باورند که انطباق ناکافی به دلیل پیچیدگی تبادل داده بین طراحی جدارهٔ خارجی و شبیه‌سازی انرژی ساختمان، مانع از استفاده مؤثر از تحلیل‌های عملکرد انرژی در مرحله طراحی اولیه می‌شود. بهره‌وری از منابع انرژی در ساختمان‌های جدید می‌تواند با اتخاذ رویکردی یکپارچه بر طراحی جداره ساختمان تأثیر بگذارد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان راه‌کار مناسبی برای استخراج داده‌هایی مانند نور روز یا انرژی در مناطق مختلف است. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شامل نمایش دیجیتالی مشخصات فیزیکی و عملکردی یک ساختمان است. به‌عنوان یک منبع مشترک اطلاعات در مورد امکانات قابل‌اعتماد یک ساختمان برای تصمیم‌گیری در طول چرخهٔ عمر آن از ابتدا تا انتها استفاده می‌شود. براساس بررسی ادبیات تحقیق، پتانسیل‌های اصلی و ارزش افزوده پذیرش فناوری مدل‌سازی اطلاعات

ساختمان در بخش انرژی مورد پذیرش بوده است که می‌توان به تجزیه‌وتحلیل عملکرد ساختمان (پارک و همکاران، ۲۰۱۸)، طراحی یکپارچه و تجزیه‌وتحلیل عملکرد ساختمان (رمجای و همکاران، ۲۰۲۰)، کمک به انجام تجزیه‌وتحلیل عملکرد ساختمان در طراحی مراحل اولیه (ساواروس،۲۰۲۰)، بهبود کیفیت طراحی و کاهش مصرف منابع (شین و همکاران،۲۰۱۵)، بهره‌وری انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (سالمون و همکاران، ۲۰۱۳)، کاهش مصرف انرژی و منابع (بوسینگ و همکاران،۲۰۱۵)، بهبود کیفیت طراحی و بهره‌وری انرژی (ون و چنگ، ۲۰۱۷)، بهبود کیفیت طراحی و بهره‌وری انرژی (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۳) و بهبود کیفیت طراحی و بهره‌وری انرژی (چوی و همکاران، ۲۰۱۲) اشاره نمود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نقش مهمی در بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی دارد و در کنار طراحی جدارهٔ خارجی ساختمان از این سیستم می‌توان به‌منظور افزایش کارایی انرژی بهره گرفت، موضوعی که در تحقیقات قبلی کم‌تر بدان توجه شده است و نقش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در بهبود الگوهای انرژی کارا جدارهٔ خارجی ساختمان مسکونی موردتوجه نبوده است که این شکاف تحقیقاتی در این پژوهش پوشش داده خواهد شد.

نتیجه‌گیری

صنعت ساختمان‌سازی یکی از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در بین بخش‌های اقتصادی در کشور محسوب می‌گردد و مدیریت و کاهش مصرف انرژی یکی از ضرورت‌های اصلی بخش انرژی به‌شمار می‌رود. طراحی و ساخت نامناسب، مصالح و تجهیزات غیراستاندارد، مواد به‌کار رفته در ساختمان‌ها و انتخاب نامناسب پوشش ساختمان‌ها مانند پنجره‌ها و سیستم عایق‌کاری از مهم‌ترین عوامل شدت بالای مصرف انرژی در ساختمان‌ها است. انجام اقدامات فوق موجب کاهش سهم تلفات انرژی داخلی از هر یک از اجزای پوسته ساختمان می‌شود. کارایی مصالح با پارامترهای مقاومت حرارتی، ضخامت و چگالی تعیین می‌گردد. ممکن است در نگاه اول انتظار برود هرچه مقاومت حرارتی دیوار بالاتر باشد مصرف انرژی آن کم‌تر خواهد بود. ولیکن با تغییر ضخامت لایه‌ها و تغییر چگالی مواد اینرسی حرارتی آن تغییر کرده و در انتقال حرارت مصالح نیز تأثیر خواهد گذاشت. از این‌رو، برای درنظر گرفتن تمام پارامترهای مؤثر در تبادل حرارت، استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که قابلیت مدل‌سازی لایه‌های ساختمانی به تفکیک را نیز دارد، کمک شایانی به برآورد دقیق‌تر و جامع‌تر انرژی خواهد کرد. تأثیر کاهش مصرف انرژی به ازای استفاده از روش‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های چند طبقه و در طول عمر آن‌ها رقم بالایی را منجر می‌شود. به همین دلیل در صورت درنظر گرفتن صرفه‌جویی هزینه‌های اضافی ناشی از مصرف انرژی بیشتر، هزینه بالاتر اولیه برای خرید و اجرای مصالح با عملکرد انرژی را توجیه می‌نماید.

منابع و مآخذ:

بردباری، محمدجواد؛ رستگار، محمد و سیفی، علیرضا. (۱۳۹۹). «بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان با درنظرگرفتن عدم قطعیت‌ها». مهندسی و مدیریت انرژی، ۱۰ (۲)، ۲۶-۳۹.

خرد رنجبر، محمد، (۱۳۹۰). «مدیریت انرژی با بهینه‌سازی پوسته خارجی ساختمان». همایش منطقه‌ای عمران و معماری (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، آمل، ۷۷-۵۶.

رسئولی، محسن؛ رهبر، نادر. (۱۳۹۸). «مدل‌سازی مصرف انرژی ساختمان آمفی‌تئاتر دانشگاه آزاد سمنان، با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر». مهندسی مکانیک و ارتعاشات،۱۰(۱)،۱۴-۲۳.

قرمزی، میترا؛ نصراللهی، فرشاد. (۱۳۹۸). «اثر تیپولوژی ساختمان در کاهش مصرف انرژی مدارس شهر اصفهان». نشریه انرژی ایران، ۲۲ (۲)، ۵-۲۱.

سنی، هومن؛ اسدی بروجنی، خشایار و عبدالله، اردشیر. (۱۳۹۵). «بررسی جنبه‌های ایمنی در ساخت‌پذیری با استفاده از فرایند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان». دومین کنفرانس مصالح و سازه‌های نوین در علم مهندسی عمران، شیراز، شرکت پنداراندیش رهپو.

Bucoń, R.; Tomczak, M. (۲۰۱۸). Decision-making model supporting the process of planning expenditures for residential building renovation. Technol. Econ. Dev. Econ. ۲٤, ۱۲۰۰–۱۲۱٤.

Carlo Iapige De G., & Andrea, M,. & P, P. (۲۰۲۰). "Joint Analysis of Cost and Energy Savings for Preliminary Design Alternative Assessment," Sustainability, MDPI, vol. ۱۲(۱۸), ۱-۱۸.

Caruso, G., Kämpf, J.H. (۲۰۱٥). Building shape optimisation to reduce air-conditioning needs using constrained evolutionary algorithms. Solar Energy ۱۱۸, ۱۸٦–۱۹٦

Cho, S.-H.; Kang, J.-S.K.; Choi, G.-S. (۲۰۱٦). Energy Performance Evaluation of External Insulation System for Post Remodeling in Apartment Buildings. In Proceedings of the SAREK ۲۰۱٦ Summer Annual Conference, Seoul, Korea, ٥–۷, pp. ۱۷٦–۱۷۸.

Choi, I.Y.; Cho, S.H.; Kim, J.T. Energy consumption characteristics of high-rise apartment buildings according to building shape and mixed-use development. Energy Build. ۲۰۱۲, ٤٦, ۱۲۳–۱۳۱.

Das, M., Cheng, J. C., & Kumar, S. S. (۲۰۱٥). Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange. Visualization in Engineering, ۳(۱), ۱-۲۰.

Deuble, M.P.; de Dear, R.J. (۲۰۱۲). Mixed-mode buildings: A double standard in occupants' comfort expectations. Build. Environ. ۲۰۱۲, ٥٤, ٥۳–٦۰.

Ding, L., Zhou, Y., & Akinci, B. (۲۰۱٤). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from ۳D to computable nD. Automation in Construction, ٤٦, ۸۲-۹۳.

Elnabawi MH. (۲۰۲۰). Building Information Modeling-Based Building Energy Modeling: Investigation of Interoperability and Simulation Results. Front. Built Environ. ٦:٥۷۳۹۷۱.

Hyun Hong, J.; Jun Yeom, D.; Ji Choi, S.; Suk Kim, Y. (۲۰۱۷). A Study of the Decision Support Model to Select an Appropriate Alternative Plan in Apartment Remodeling. J. Archit. Inst. Korea Struct. Constr, ۳۳, ٤۱–٥۰

Jin, R., Zhong, B., Ma, L., Hashemi, A., and Ding, L. (۲۰۱۹). Integrating BIM with building performance analysis in project life-cycle. Autom. Constr. ۱۰٦:۱۰۲۸٦۱.

Junpeng, Fu. & Jiuju, C. (۲۰۲۰). "Parametric Study on the Flow Profiles of Vertical Sinter Cooling Bed Using the DEM and Taguchi Method for Waste Heat Recovery," Energies, MDPI, vol. ۱۳(۱۹), ۱-۳٤.

Kim, J., Ryu, J., & Choo, S. (۲۰۱۳). An Analysis on Effectiveness of BIM-based Area Calculation Method for Improving Quality of Korean Apartment Housing. J. Korean Hous. Assoc, ۲٤, ٤٥–٥۲.

Kota, S., Haberl, J. S., Clayton, M. J., and Yan, W. (۲۰۱٤). Building Information Modelling (BIM)-based daylighting simulation and analysis. Energy Build. ۸۱, ۳۹۱–٤۰۳.

Osello, A., Cangialosi, G., Dalmasso, D., Di Paolo, A., Turco, M. L., and Piumatti, P. (۲۰۱۱). "Architecture data energy efficiency simulations: BIM interoperability standards," in Proceedings of Building Simulation ۲۰۱۱: ۱۲th conference of International Building Performance Simulation Association (Sydney, NSW), ۲۲۱۰–۲۲۱۷.

Red,. M., & Nasrollahi, F. (۱۳۹۸). The effect of building typology in reducing energy consumption of schools in Isfahan. Iranian Journal of Energy. ۲۲ (۲): ۲۱-٥.