

توسعه معماری پایدار و نماهای دوپوسته: کاربرد نماهای دوپوسته در کاهش آلودگی‌های محیط زیست و جلوگیری از هدررفت انرژی

چکیده

در مسکن معاصر آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش پیدا کرده است؛ از همین روی توسعه مبحث معماری پایدار با راه‌کارهایی به‌دنبال کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بوده است. در همین راستا، پیشنهادهایی در معماری معاصر غرب ارائه شده و استانداردها و الزاماتی برای ساخت بهینه خانه‌های مسکونی هم‌سو با معماری سبز پیشنهاد شده است. لذا این پژوهش با هدف هموارسازی چنین زمینه‌ای به‌دنبال بررسی اثر نمای دوپوسته در کنترل آلودگی‌های محیطی و کاهش هدررفت انرژی در ساختمان‌های مسکونی عصر معاصر با بررسی نمونه موردی شهر اهواز می‌باشد. ابزار مورد استفاده در این پژوهش نرم‌افزار شبیه‌ساز آلودگی design builder& energy plus می‌باشد. در ابتدا با استفاده از داده‌های اقلیمی منطقه گرمسیری موردنظر و همچنین بررسی ساختمان مورد بحث کار شبیه‌سازی با انرژی پلاس صورت می‌گیرد و سپس با نرم‌افزار دیزاین بیلدر به کار شبیه‌سازی آلودگی و میزان حرکت مسیر باد در ساختمان پرداخته می‌شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد اضافه کردن یک لایه به‌عنوان پوسته دوم در فاصله ۸۰ سانتی‌متری می‌تواند به کاهش مصرف انرژی گرمایشی در زمستان و افزایش مصرف انرژی سرمایشی در تابستان شود. و همچنین با شبیه‌سازی در ضلع جنوبی ساختمان مورد نظر در این فاصله می‌توان بار گرمایشی را ۱۴ درصد و بار سرمایشی را ۷ درصد و در آخر میزان کل مصرف انرژی در ساختمان را ۶ درصد کاهش داد که این امر باعث کاهش هزینه‌ها نیز می‌شود.

اهداف پژوهش:

۱. تبیین راهبردها و راه‌کارهای معمارانه کنترل آلودگی‌های محیطی برای ارتقای کیفیت محیط زندگی در ساختمان‌های مسکونی معاصر.
۲. کنترل آلودگی‌های محیطی حاصل از سوخت‌های فسیلی در ساختمان از طریق بهینه‌سازی تبادل انرژی پوسته ساختمان.

سؤالات پژوهش:

۱. برای کنترل آلودگی‌های محیطی ساختمان‌های مسکونی معاصر در راستای ارتقای کیفیت محیط زندگی چه راه‌کارهای معمارانه‌ای وجود دارد؟
۲. میزان تبادل انرژی پوسته خارجی ساختمان (وضع موجود ساختمان‌ها) چه تأثیری بر میزان آلودگی‌های محیطی ساختمان دارد؟

کلیدواژه‌ها: مصرف انرژی، آلودگی هوا، معماری هوشمند، معماری پایدار، ساختمان‌های مسکونی.

مقدمه

مسکن به عنوان یکی از نیازهای اولیه و اساسی جوامع از یک طرف عامل ارتباط جوامع و محیط بوده و با بهره‌برداری زیاد از منابع طبیعی مثل زمین، انرژی و... تولید آلودگی همراه است. از طرف دیگر، مسکن از نظر اجتماعی و اقتصادی نیز در جامعه اثرات فوق‌العاده زیادی دارد؛ تاجایی که ریشه بسیاری از معضلات اجتماعی ناشی از شرایط مسکن فرض شده و از نظر اقتصادی نیز مسکن در همه جوامع بخش بزرگی از ثروت و دارایی افراد را تشکیل می‌دهد (Krstić, ۲۰۱۹, ۴۳۷). مسکن در دومین اجلاس اسکان بشر، چنین تعریف شده است: «سرپناه مناسب تنها به معنای وجود یک سقف بالای سر هر شخص نیست، سرپناه مناسب یعنی آسایش مناسب، فضای مناسب، دسترسی فیزیکی و امنیت مناسب، امنیت مالکیت، پایداری و دوام سازه‌ها، روشنایی، تهویه و سیستم گرمایی مناسب، زیرساخت‌های اولیه مناسب از قبیل آبرسانی، بهداشت و آموزش، دفع زباله، کیفیت مناسب زیست‌محیطی، عوامل بهداشتی مناسب، مکان مناسب و قابل دسترسی از نظر کار و تسهیلات اولیه است؛ همه این موارد باید با توجه به استطاعت مردم تأمین شود» (Graamans, L, ۲۰۲۰, ۲۶۲). بنابراین، نبود مسکن مناسب، به عنوان مسکنی که کم‌ترین ناسازگاری را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیع‌تر با منطقه و جهان دارد؛ مشکلاتی را برای شهر و ساکنین به وجود می‌آورد. درواقع فضای کافی، دسترسی، امنیت، پایداری سازه، تداوم عمر مفید، بهره‌مندی از نور طبیعی، گرمایش، تهویه، زیرساخت‌ها و خدمات مسکونی، تسهیلات بهداشتی، کیفیت زیست‌محیطی مناسب، روابط اجتماعی همسایگی، نزدیکی به فضای سبز، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و همگی از نشانه‌ها و شاخص‌های مسکن پایدار و سالم هستند (Valitabar, M, ۲۰۱۸). رشد و توسعه شهر و شهرنشینی در کنار ایجاد امکانات و رفاه برای زندگی انسان‌ها، باعث افزایش هرچه بیشتر تخریب‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی شده است. از این‌رو، نظریه‌های مرتبط با این مشکلات شهری در عصر معاصر، با توجه به اثرات منفی رشد شهرها مطرح شد و راه‌کارهایی را برای به حداقل رساندن مسائل شهری مطرح کرده است. از جمله این راه‌کارها، تلاش در جهت ایجاد پایداری در مسکن شهری است.

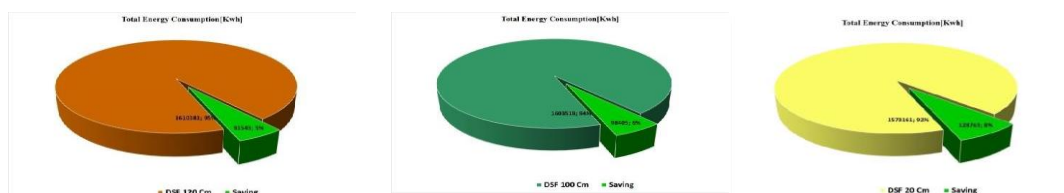
هدف کلی پژوهش حاضر، تبیین راهبردها و راه‌کارهای معمارانه کنترل هدررفت انرژی به منظور کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی جهت ارتقای کیفیت محیط زندگی در ساختمان‌های مسکونی معاصر با بررسی موردی در شهر اهواز می‌باشد.

در این پژوهش، هدف اصلی دستیابی به راه‌کارهایی است که ضمن هم‌سویی با معماری پایدار بتواند باری از روی دوش آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بردارد؛ در این زمینه می‌توان به ایده پوسته چندعملکردی با قابلیت‌های هم‌زمانی از جمله تغییر مشخصات فیزیکی، تابنده، بازتابنده و ابزار انتقال اشاره کرد. تمامی این قابلیت‌ها یا به واسطه نصب عناصر فیزیکی متصل به پوسته هوشمند و یا در سطح نانومتریک به وسیله استفاده از مصالحی که تا اندازه‌ای از ویژگی تغییرپذیری برخوردارند، امکان‌پذیر می‌گردد. پوسته بیرونی بنا مهم‌ترین و تأثیرگذارترین بخش از بنا در کنترل آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی ساختمان است (Romano, R, ۲۰۱۸. ۶۵-۷۶).

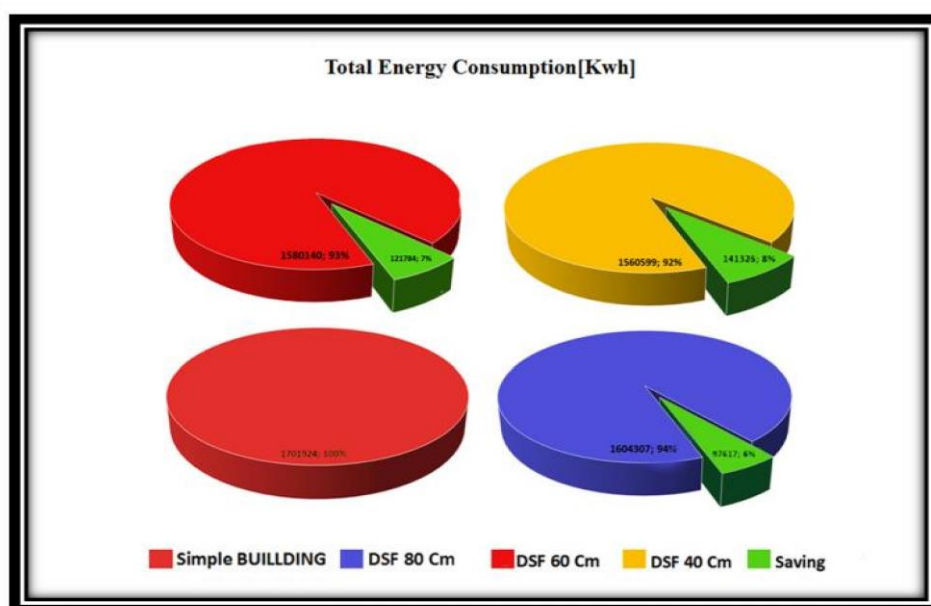
ایده پوسته ساختمان با شخصیت‌های متنوع اولین بار توسط مایکل دیویس در ۱۹۸۱ مطرح شد. امروزه، پوسته هوشمند به پوششی با توانایی تغییر ویژگی‌های ترموفیزیکی تکامل گفته می‌شود که بین شفافیت و مات بودن عوض شده، رنگ و ویژگی‌های بصریش تغییر می‌کند (Gelesz, A, ۲۰۲۰, ۲۲۰). این تغییرات می‌تواند با عناصر فیزیکی متصل به

پوسته هوشمند و یا با مصالحی با ویژگی‌های متنوع نیز به‌وجود آید (Luna-Navarro, A, ۲۰۲۰) امروزه علاوه بر مصالح، استفاده از مکانیزم‌ها و سیستم‌های هوشمند نیز در هوشمندسازی نماها نقش عمده‌ای دارند که هدف این تحقیق کنترل آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در ارتباط و عجین شدن با پوسته ساختمان‌های مسکونی است که ضمن بهره‌گیری از مشخصه‌های پوسته‌های چندعملکردی معمول با قابلیت‌های هم‌زمانی از جمله تغییر مشخصات فیزیکی، تابنده، بازتابنده و ابزار انتقال، بتواند سهمی هم در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی در شهر نیز داشته باشد که ضمن کاستن از آلودگی‌ها بتواند هوای آلوده را با پوسته‌سازی به هوای تمیز تبدیل کرده و به داخل فضاهای سکونتی انتقال دهد.

نتیجه‌گیری



شکل ۴۰: میزان صرفه‌جویی در کل انرژی مصرفی ساختمان (مأخذ: نگارنده)



شکل ۴۱: میزان صرفه جویی در کل انرژی مصرفی ساختمان (مأخذ: نگارنده)

نمودار شکل‌های ۴۰ و ۴۱ میزان مصرف کل انرژی سرمایش و گرمایش را در ساختمان و در حالت‌های مختلف نشان می‌دهد. باتوجه‌به این نمودار مشخص است که میزان صرفه‌جویی انجام شده در کل مصرف انرژی در حالت‌های مختلف نمای دوپوسته چندان با یکدیگر تفاوت نمی‌کند و این میزان برای نمای ۸۰ سانتی‌متری برابر ۶ درصد و برای نماهای ۶۰ و ۴۰ و ۲۰ سانتی‌متری به ترتیب برابر ۷ و ۸ و ۸ درصد می‌باشد. و برای نمای ۱۰۰ سانتی‌متری برابر ۶ درصد و ۱۲۰ سانتی‌متری برابر ۵ درصد می‌باشد.

باتوجه به اینکه میزان صرفه جویی در کل مصرف انرژی در حالت های مختلف تفاوت چندانی با هم ندارند، به طور معمول طراحان نمایی را انتخاب می کنند که قابلیت های دیگری را نیز برایشان ایجاد کند. این اتفاق می تواند با انتخاب نمای ۸۰ سانتی متری تا اندازه قابل قبولی انجام شود؛ چراکه در این حالت ما با یک فضا با عرض ۸۰ سانتی متر روبه رو هستیم که امکان استفاده از آن برای ساکنین بسیار آسان خواهد بود. همچنین تمیز کردن فضای حفره میانی با عرض بیشتر بسیار ساده تر خواهد بود و در نتیجه از تبدیل شدن این فضا به یک فضای مرده جلوگیری می کند. همچنین باید توجه داشت که در صورت تمیز نکردن سطح شیشه یه مرور زمان از کارایی نمای دوپوسته کاسته خواهد شد. بنابراین اضافه کردن یک لایه به عنوان پوسته دوم در فاصله ۸۰ سانتی متری می تواند به کاهش مصرف انرژی گرمایشی در زمستان و افزایش مصرف انرژی سرمایشی در تابستان شود. و همچنین با شبیه سازی در ضلع جنوبی ساختمان مورد نظر در این فاصله می توان بار گرمایشی را ۱۴ و بار سرمایشی را ۷ درصد و در آخر میزان کل مصرف انرژی در ساختمان را ۶ درصد کاهش داد که این امر باعث کاهش هزینه ها نیز می شود.

منابع و مآخذ:

- Abediniangerabi, B., Shahandashti, S. M., Bell, B., Chao, S. H., & Makhmalbaf, A. (۲۰۱۸). Building energy performance analysis of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete (UHP-FRC) façade systems. *Energy and Buildings*, ۱۷۴, ۲۶۲-۲۷۵.
- Ahmed, M. A. A. E. D., & Fikry, M. A. (۲۰۱۹). Impact of glass facades on internal environment of buildings in hot arid zone. *Alexandria Engineering Journal*, ۵۸(۳), ۱۰۶۳-۱۰۷۵.
- Chen, X., Yang, H., & Peng, J. (۲۰۱۹). Energy optimization of high-rise commercial buildings integrated with photovoltaic facades in urban context. *Energy*, ۱۷۲, ۱-۱۷.
- Danesh, M., Escamilla, E., Pariafsai, F., & Ostadalimakhmalbaf, M. (۲۰۱۹). Characteristics of Glazing Layers of Double-Skin Facades and Energy Consumption: A Case Study in Arid Climate of Tehran. In *AEI ۲۰۱۹: Integrated Building Solutions—The National Agenda* (pp. ۲۰۴-۲۱۵). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- Du, H., Huang, P., & Jones, P. (۲۰۱۹). Modular facade retrofit with renewable energy technologies: The definition and current status in Europe. *Energy and Buildings*, ۲۰۵, ۱۰۹۵-۱۰۹۷.
- Gelesz, A., Lucchino, E. C., Goia, F., Serra, V., & Reith, A. (۲۰۲۰). Characteristics that matter in a climate façade: A sensitivity analysis with building energy simulation tools. *Energy and Buildings*, ۲۲۹, ۱۱۰۴۶۷.
- Graamans, L., Tenpierik, M., van den Dobbelsteen, A., & Stanghellini, C. (۲۰۲۰). Plant factories: Reducing energy demand at high internal heat loads through façade design. *Applied Energy*, ۲۶۲, ۱۱۴۵۴۴.
- Graiz, E., & Al Azhari, W. (۲۰۱۹). Energy efficient glass: A way to reduce energy consumption in office buildings in Amman (October ۲۰۱۸). *IEEE Access*, ۷, ۶۱۲۱۸-۶۱۲۲۵.

Hasheminasab, H., Hashemkhani Zolfani, S., Bitarafan, M., Chatterjee, P., & Abhaji Ezabadi, A. (۲۰۱۹). The Role of Façade Materials in Blast-Resistant Buildings: An Evaluation Based on Fuzzy Delphi and Fuzzy EDAS. *Algorithms*, ۱۲(۶), ۱۱۹.

Jalali, Z., Noorzai, E., & Heidari, S. (۲۰۲۰). Design and optimization of form and façade of an office building using the genetic algorithm. *Science and Technology for the Built Environment*, ۲۶(۲), ۱۲۸-۱۴۰.

Juaristi, M., Monge-Barrio, A., Sánchez-Ostiz, A., & Gómez-Acebo, T. (۲۰۱۸). Exploring the potential of smart and multifunctional materials in adaptive opaque façade systems. *Journal of Facade Design and Engineering*, ۶(۲), ۱۰۷-۱۱۷.

Kosorić, V., Huang, H., Tablada, A., Lau, S. K., & Tan, H. T. (۲۰۱۹). Survey on the social acceptance of the productive façade concept integrating photovoltaic and farming systems in high-rise public housing blocks in Singapore. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ۱۱۱, ۱۹۷-۲۱۴.

Kosukhin, M. M., Kosukhin, A. M., & Komarova, K. S. (۲۰۱۸, August). Increasing of the energy efficiency in civilian buildings applying fixed type of facade systems. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. ۱۰۶۶, No. ۱, p. ۰۱۲۰۱۲).

Krstić-Furundžić, A., Vujošević, M., & Petrovski, A. (۲۰۱۹). Energy and environmental performance of the office building facade scenarios. *Energy*, ۱۸۳, ۴۳۷-۴۴۷.

Luna-Navarro, A., Loonen, R., Juaristi, M., Monge-Barrio, A., Attia, S., & Overend, M. (۲۰۲۰). Occupant-Facade interaction: a review and classification scheme. *Building and Environment*, ۱۰۶۸۸۰.

Martinez, A., & Choi, J. H. (۲۰۱۸). Analysis of energy impacts of facade-inclusive retrofit strategies, compared to system-only retrofits using regression models. *Energy and Buildings*, ۱۵۸, ۲۶۱-۲۶۷.

Mifsud, L., Pomponi, F., & Moncaster, A. M. (۲۰۲۰). Comparative life cycle analysis of façade passive systems in the Mediterranean: Comfort, energy, and carbon. *Renewable Energy*, ۱۴۹, ۳۴۷-۳۶۰.

Minaei, M., & Aksamija, A. (۲۰۱۹). A Framework for Performance-Based Facade Design: Approach for Multi-Objective and Automated Simulation and Optimization. *Building Technology Educator's Society*, ۲۰۱۹(۱), ۴۰.

Nalcaci, G., & Nalcaci, G. (۲۰۲۰, June). Modeling and Implementation of an Adaptive Facade Design for Energy Efficiently Buildings Based Biomimicry. In ۲۰۲۰th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid) (pp. ۱۴۰-۱۴۵). IEEE.

Pugsley, A., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D., & Smyth, M. (۲۰۲۰). Vertical Planar Liquid-Vapour Thermal Diodes (PLVTD) and their application in building façade energy systems. *Applied Thermal Engineering*, ۱۷۹, ۱۱۵۶۴۱.

Romano, R., Aelenei, L., Aelenei, D., & Mazzuchelli, E. S. (۲۰۱۸). What is an adaptive façade? Analysis of Recent Terms and definitions from an international perspective. *Journal of Facade Design and Engineering*, ۶, ۶۵-۷۶.

Sánchez, M. N., Giancola, E., Blanco, E., Soutullo, S., & Suárez, M. J. (۲۰۲۰). Experimental validation of a numerical model of a ventilated façade with horizontal and vertical open joints. *Energies*, ۱۳(۱), ۱۴۶.

Santos, R. A., Flores-Colen, I., Simões, N. V., & Silvestre, J. D. (۲۰۲۰). Auto-responsive technologies for thermal renovation of opaque facades. *Energy and Buildings*, ۱۰۹۹۶۸.

Saretta, E., Caputo, P., & Frontini, F. (۲۰۱۹). A review study about energy renovation of building facades with BIPV in urban environment. *Sustainable Cities and Society*, ۴۴, ۳۴۳-۳۵۵.

Shahbazi, Y., Heydari, M., & Haghparast, F. (۲۰۱۹). An early-stage design optimization for office buildings' façade providing high-energy performance and daylight. *Indoor and Built Environment*, ۲۸(۱۰), ۱۳۵۰-۱۳۶۷.

Valitabar, M., Moghimi, M., Mahdavinejad, M., & Pilechiha, P. (۲۰۱۸). Design optimum responsive façade based on visual comfort and energy performance.