وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه بناب

Journal of Cold Climate Architecture and Environment
Winter 2025 Vol 1 Issue 1
ISSN (Online): …..-…..
https://ccae.ubonab.ac.ir

Research Paper

Analysis of the Impact of Different Building Block Layout Patterns on Heating Load Consumption in Cold Climates (Case Study: Tabriz City)

1. **Hafez Asadzadeh:** Department of Architecture & Ubranism, Tabriz Islamic Art University
2. **Masoumeh Ahmadi :** Faculty of Architecture, Urbanism and Art, Urmia University, Urmia, Iran
3. **Javad Ahmadi*:** Department of Architecture & Ubranism, Tabriz Islamic Art University

A R T I C L E I N F O

Received:2025/04/01
Accepted:2025/06/15
PP: 22-33

Scan the QR code below to access and read this article.

Keywords: Sustainable development, building block layout, Building heating load , Energy consumption optimization, Cold climate

Abstract

Optimizing energy consumption in the building sector is one of the most important strategies for achieving sustainable development. In this context, the layout of building blocks plays a crucial role in managing energy use, especially in cold climates. This study aims to analyze the impact of different building block layout patterns on heating energy demand in the cold climate of Tabriz city. The research was conducted using numerical simulation with EnergyPlus software. By keeping independent variables constant such as the thermo-physical properties of materials and environmental conditions and parametrically varying geometric factors like the arrangement of blocks (compact, detached, and semi-detached), the study examined how these layouts affect overall energy consumption in building complexes. Hourly climatic data from Tabriz were utilized for the simulations. Results showed that the semi-detached block layout improved energy performance by 8.76 % compared to the detached arrangement. Moreover, the compact layout performed best among the examined scenarios, achieving a 16% improvement over the detached layout. These findings can guide the optimal design of residential neighborhoods in cold climates, contributing significantly to reducing energy consumption and enhancing economic efficiency.

Citation: Asadzade. H., Ahmadi. M., Ahmadi. J. (2025). Analysis of the Impact of Different Building Block Layout Patterns on Heating Load Consumption in Cold Climates (Case Study: Tabriz City). *Journal of Cold Climate Architecture and Environment*,Vol 1, No 1, PP: 22-33.

* **Email:** j.ahmadi@tabriziau.ac.ir

Journal of Cold Climate Architecture and Environment
Winter 2025 Vol 1 Issue 1
ISSN (Online): …..-…..
https://ccae.ubonab.ac.ir

Extende Abstract

Introduction

Optimizing energy consumption in buildings is a key strategy for sustainable development, particularly in cold climates where heating demands constitute a major portion of annual energy use.The spatial layout of building blocks significantly influences energy efficiency by affecting heat loss, solar gains, and natural ventilation. Despite previous studies, there is limited research focusing on local climatic conditions of cold regions in Iran, such as Tabriz.

This study aims to analyze the impact of different building block layouts on the annual heating load in cold climates, using Tabriz as a case study. The research identifies layout configurations that minimize heating energy demand, providing guidance for energy-efficient urban design.

Methodology

A parametric numerical simulation approach was employed using EnergyPlus (version 23.1.0). Three building block layouts—compact (cube-shaped), semi-detached, and detached—were modeled. All building materials, physical properties, and environmental conditions were kept constant to isolate the effect of layout on heating demand. Climate data for Tabriz, including temperature, solar radiation, humidity, and wind speed, were integrated into the simulation. Thermal zones were defined for each block, and annual heating loads were calculated for comparison

Results and Discussion

The findings indicate that the building layout strongly affects heating energy demand. The detached layout exhibited the highest heating load due to increased exposed surface area, while the semi-detached layout reduced the heating load by 8.76% compared to the detached arrangement. The compact (cube-shaped) layout achieved the best performance, lowering the heating load by 16 % relative to the detached configuration. These results highlight the potential for significant energy savings solely through strategic layout planning, without changing construction materials or increasing costs.

Conclusion

Careful consideration of building block layout can substantially enhance energy efficiency in cold climates. Compact arrangements reduce heat loss, improve solar gain utilization, and optimize natural ventilation. These findings offer practical guidance for architects, urban planners, and policymakers aiming to develop energy-efficient and sustainable residential neighborhoods in cold regions.

فصلنامه معماری و محیط اقلیم سرد
زمستان ۱۴۰۴، دوره ۱، شماره ۱
شاپا الکترونیکی: ۰۰۰۰-۰۰۰۰
https://ccae.ubonab.ac.ir
وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه بناب

مقاله پژوهشی

تحلیل تأثیر الگوهای مختلف چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد (مورد مطالعه: شهر تبریز)

۱. اسدزاده، حافظ[۱]: دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
۲. احمدی، معصومه[۲]: دانشکده هنر، معماری و شهرسازی، دانشگاه ارومیه
۳. احمدی، جواد*: دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۱/۱۲
تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۰۳/۱۵
شماره صفحات: ۳۳-۲۲

برای مطالعه این مقاله کد زیر را اسکن کنید

واژه‌های کلیدی:
چیدمان بلوک‌های ساختمانی، بار حرارتی ساختمان، بهینه‌سازی مصرف انرژی، اقلیم سرد تبریز

چکیده

بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان یکی از مهم‌ترین راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار به شمار می‌رود. در این راستا، چیدمان بلوک‌های ساختمانی نقش مهمی در مدیریت مصرف انرژی، به ویژه در اقلیم‌های سرد، ایفا می‌کند. پژوهش حاضر با هدف تحلیل تأثیر الگوهای مختلف چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد شهر تبریز انجام شده است. این مطالعه به روش شبیه‌سازی عددی و با استفاده از نرم افزار انرژی پلاس صورت گرفته و در آن با ثابت نگه داشتن متغیرهای مستقلی همچون مشخصات ترموفیزیکی مصالح و شرایط محیطی، و اعمال تغییرات بصورت پارامتریک متغیر هندسی همچون چیدمان قرارگیری بلوک‌ها (فشرده، منفصل و نیمه منفصل)، میزان تاثیر این متغیر در میزان مصرف انرژی در بلوک های ساختمانی پرداخته است. این شبیه سازی از داده های اقلیمی شهر تبریز بصورت ساعتی بهره گرفته است. با توجه به نتایج، چیدمان نیمه‌منفصل بلوک‌ها موجب بهبود عملکرد به میزان ۸/۷۶ درصد نسبت به حالت منفصل(نمونه مرجع) شد؛ همچنین، چیدمان بلوک‌ها به صورت فشرده، بهترین عملکرد را در میان حالت‌های بررسی‌شده نشان داد و موجب بهبود ۱۶درصدی نسبت به حالت منفصل(نمونه مرجع)گردید. یافته‌های این تحقیق می‌تواند به طراحی بهینه محله‌های مسکونی در اقلیم‌های سرد کمک نموده و نقش موثری در کاهش مصرف انرژی و ارتقاء بهره‌وری اقتصادی ایفا نماید.

استناد: اسدزاده، حافظ؛ احمدی، معصومه؛ احمدس، جواد، علی‌اکبر. (۱۴۰۴). تحلیل تأثیر الگوهای مختلف چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد (مورد مطالعه: شهر تبریز). *فصلنامه معماری و محیط اقلیم سرد*، ۱(۱)، صفحات: ۲۲-۳۳

پست الکترونیکی: j.ahmadi@tabriziau.ac.ir

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار و مقابله با تغییرات اقلیمی مطرح شده است (شفیع‌آبادی و حق‌پرست، ۱۴۰۳). با توجه به این که ساختمان‌ها بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند، اهمیت به‌کارگیری رویکردهای مؤثر برای کاهش این مصرف دوچندان شده است (Du et al., 2025). در این راستا، نحوه چیدمان بلوک‌های ساختمانی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در مدیریت انرژی، توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. آرایش فیزیکی بلوک‌ها می‌تواند از طریق بهینه‌سازی تهویه طبیعی، میزان تابش خورشیدی دریافتی و کاهش اتلاف حرارت، نقش مهمی در کاهش نیاز به سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی ایفا کند (حسینی و همکاران، ۱۴۰۲).

این مسئله در اقلیم‌های سرد مانند تبریز که بار گرمایشی ساختمان‌ها سهم عمده‌ای از مصرف انرژی سالیانه را تشکیل می‌دهد، از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. در صورت انتخاب الگوهای نامناسب در چیدمان بلوک‌ها، مصرف انرژی گرمایشی به طور قابل توجهی افزایش یافته و در نتیجه هزینه‌های اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی تشدید می‌شود. از این رو، طراحی آرایش‌های بهینه برای بلوک‌های ساختمانی در مناطق سردسیر، یکی از اولویت‌های اساسی در برنامه‌ریزی شهری پایدار محسوب می‌شود(Ghouchani & Kharman, 2024).

با وجود مطالعاتی که به طور کلی به رابطه بین آرایش بلوک‌ها و مصرف انرژی پرداخته‌اند، همچنان شکاف تحقیقاتی قابل توجهی در بررسی‌های تطبیقی دقیق با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی بومی، به ویژه در مناطق سردسیر ایران همچون تبریز، مشاهده می‌شود. بسیاری از پژوهش‌های پیشین ویژگی‌های اقلیمی خاص این مناطق و نیازهای بومی مرتبط با مصرف حرارتی را به صورت دقیق مد نظر قرار نداده‌اند. این خلأ پژوهشی، لزوم انجام مطالعات هدفمندتر و مبتنی بر داده‌های واقعی اقلیمی را بیش از پیش آشکار ساخته است.

در همین راستا، تحقیق حاضر با هدف تحلیل تطبیقی تأثیر چیدمان‌های مختلف بلوک‌های ساختمانی بر مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد تبریز انجام شده است. این مطالعه تلاش دارد با تمرکز بر الگوهای مشخص چیدمان، شامل آرایش فشرده (مکعب)، منفصل (جدا از هم)، ونیمه‌منفصل ، و تحلیل رفتار حرارتی آن‌ها، الگوهایی را که منجر به بهینه‌سازی مصرف انرژی گرمایشی می‌شوند شناسایی و معرفی نماید.

که در همین راستا این تحقیق به دنبال پاسخگویی به سوالات اساسی زیر می‌باشد:

۱. چیدمان بلوک‌های ساختمانی در اقلیم سرد تبریز چه تأثیری بر میزان مصرف بار حرارتی ساختمان ها دارد؟

۲. کدام الگوهای چیدمان می‌توانند مصرف انرژی گرمایشی را بهینه کنند؟

۲- پیشینه تحقیق

چیدمان و طراحی بلوک‌های مسکونی تأثیر مستقیمی بر عملکرد حرارتی ساختمان‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی و بهبود شرایط محیطی در شهرها دارد. در اقلیم‌های سرد، مانند تبریز، بهینه‌سازی چیدمان بلوک‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف انرژی، بهبود شرایط حرارتی داخلی و افزایش بهره‌وری انرژی شود. بررسی‌های انجام‌شده در این زمینه از اهمیت طراحی هوشمندانه بلوک‌های مسکونی برای بهبود شرایط انرژی در اقلیم‌های مختلف حکایت دارد.

مطالعه‌ای توسط منتظری و همکاران (۱۳۹۷) در شهر یزد، که دارای اقلیم گرم و خشک است، به بررسی تأثیر شکل کالبدی بلوک‌های شهری بر خرداقلیم فضاهای باز شهری پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان داد که طراحی مناسب بلوک‌ها می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود شرایط حرارتی فضاهای باز شهری و کاهش نیاز به سرمایش در فصول گرم داشته باشد. این یافته‌ها بر اهمیت توجه به فرم و چیدمان بلوک‌ها در کاهش مصرف انرژی در فصول گرم و سرد تأکید دارند و می‌توانند در طراحی برای اقلیم‌های سرد نیز مفید واقع شوند.

در تحقیق دیگری که توسط سیاحی و همکاران (۱۴۰۳) انجام شد، به بررسی گونه‌شناسی بلوک‌های مسکونی شهر زنجان پرداخته و نشان داده شد که چینش بلوک‌ها در مقیاس شهری می‌تواند تأثیر چشمگیری بر بارهای حرارتی ساختمان‌ها و عملکرد انرژی آن‌ها داشته باشد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که طراحی صحیح بلوک‌ها می‌تواند مصرف انرژی را کاهش داده و به بهبود شرایط حرارتی ساختمان‌ها کمک کند. از سوی دیگر، توجه به چیدمان بلوک‌ها می‌تواند به بهبود شرایط میکروآب‌وهوایی شهری و افزایش بهره‌وری انرژی کمک کند.

در مطالعه‌ای دیگر، در شهر ووهان چین به بررسی تأثیر فرم بلوک‌ها بر مصرف انرژی ساختمان‌ها و پتانسیل خورشیدی پرداخته‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که فرم و چینش بلوک‌ها به‌طور مستقیم بر مصرف انرژی تأثیر دارند. انتخاب فرم بهینه بلوک‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف انرژی و بهبود شرایط میکروآب‌وهوایی شهری شود. این نتایج اهمیت توجه به شکل و موقعیت بلوک‌ها را در بهینه‌سازی مصرف انرژی و استفاده بهینه از منابع طبیعی مانند انرژی خورشیدی در نظر دارد(Du et al., 2025).

در تحقیقی دیگر، به بررسی تأثیر چندین عامل طراحی در مصرف انرژی ساختمان‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از شبیه‌سازی‌های پیچیده نشان دادند که استفاده از طراحی بهینه بلوک‌ها و توجه به موقعیت آن‌ها نسبت به خورشید می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی و بهبود شرایط حرارتی داخلی ساختمان‌ها داشته باشد. همچنین، طراحی بهینه می‌تواند به کاهش نیاز به گرمایش و سرمایش در ساختمان‌ها کمک کند(Li et al., 2024).

در مطالعه‌ای مشابه، خوشبخت و همکاران (۱۴۰۱) بر تأثیر هندسه بلوک‌های شهری در میزان تقاضای انرژی گرمایشی و سرمایشی در اقلیم سرد ایران تأکید کرده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که هندسه متعارف بلوک‌های مسکونی می‌تواند تأثیر زیادی بر میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها داشته باشد و طراحی مناسب می‌تواند موجب بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی شود. این مطالعه نشان می‌دهد که طراحی بلوک‌ها باید با توجه به ویژگی‌های اقلیمی انجام گیرد تا شرایط بهینه حرارتی در ساختمان‌ها فراهم گردد.

همچنین در تحقیقی که هدف از آن پیش‌بینی تأثیر الگوی چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر شرایط حرارتی ساختمان و مصرف انرژی سالانه ساختمان بود(Sorayaei et al., 2023).

نتایج نشان داد که مصرف انرژی ارتباط مستقیمی با شرایط حرارتی ساختمان دارد. الگوی چیدمان بلوک‌ها به صورت مرکزگرا با عمق متوسط (مصرف سالانه: ۵۲۷۱۸ وات‌ساعت بر مترمربع) و الگوی خطی با طول کوتاه (مصرف سالانه: ۵۴۱۲۷ وات‌ساعت بر مترمربع) می‌توانند به عنوان گزینه‌های بهینه از نظر مصرف انرژی در نظر گرفته شوند. همچنین تغییر جهت‌گیری بلوک‌های خطی، مصرف انرژی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (به میزان ۱۰.۷ درصد در مقایسه با الگوی خطی کوتاه). در الگوهای گسسته نیز به‌کارگیری استراتژی‌هایی مانند عایق‌کاری دیوارهای خارجی برای جلوگیری از اتلاف حرارت ضروری است.

مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر مورفولوژی بلوک‌های اداری بر مصرف انرژی در اقلیم گرم‌تابستان و سردزمستان چین انجام شد. نتایج نشان داد که طراحی مورفولوژی بلوک می‌تواند به ترتیب موجب کاهش حدود ۲۳٪ در بار سرمایش، ۲۸٪ در بار گرمایش و بهبود ۲۳٪ در روشنایی طبیعی ساختمان شود(Xu et al., 2023).

در پژوهشی با هدف ایجاد یک ابزار پیش‌بینی و بهینه‌سازی یکپارچه برای ارزیابی تأثیر پارامترهای طراحی بلوک شهری (مورفولوژی ساختمان، جهت‌گیری و چیدمان) بر عملکرد سیستم‌های PV و مصرف انرژی، از ترکیب یادگیری عمیق و شبیه‌سازی فیزیکی استفاده شد. نتایج نشان داد که طراحی مناسب فرم و چیدمان ساختمان‌ها می‌تواند سایه‌اندازی را کاهش دهد، قابلیت سیستم PV را افزایش دهد، راندمان PV را بهبود بخشد و همزمان مصرف انرژی ساختمان را کاهش دهد (Wang et al., 2025).

این مطالعه با هدف بررسی و ارائه یک خوشه‌بندی سیستماتیک از سطوح مختلف شدت ادغام شکل، اصول طراحی فضا و الگوریتم‌ها، وضعیت فعلی بهینه‌سازی شکل ساختمان با رویکرد پایداری را بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که اصلاحات در پارامترهای طراحی هندسه و به‌ویژه تکنیک‌های تولید شکل، پتانسیل قابل‌توجهی برای بهینه‌سازی فراهم می‌کنند. با این حال، یافته‌ها همچنین نشان می‌دهند که بهینه‌سازی شکل ساختمان هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد (Kistelegdi et al., 2022).

قاسمی و همکاران (۱۴۰۲) با هدف بررسی تأثیر توزیع ارتفاع ساختمان‌های یک مجتمع مسکونی بر مصرف انرژی برای سرمایش و گرمایش مطالعه‌ای انجام دادند. نتایج شبیه‌سازی انرژی نشان داد که توزیع ارتفاع بلوک‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر مصرف انرژی داشته باشد و در حالت بهینه، چیدمان مناسب موجب کاهش سالانه حدود۲۸٪ در بار سرمایش و ۱۳٪ در بار گرمایش می‌شود.

در پژوهشی با هدف کاهش مصرف انرژی برای بارهای گرمایشی و سرمایشی در ساختمان‌های مسکونی شهر معان، واقع در منطقه مدیترانه‌ای صحرای اردن با اقلیم سرد، مطالعه‌ای انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که کل مصرف انرژی ۱۱۸۶ کیلووات‌ساعت در سال بوده که به ۳۵۳ کیلووات‌ساعت در سال برای بار سرمایش و ۸۳۳ کیلووات‌ساعت در سال برای بار گرمایش تقسیم شده است(Albatayneh, 2021).

در تحقیقات دیگری که در اقلیم‌های گرم و مرطوب صورت گرفته است، حسینی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی بهینه‌سازی چیدمان بلوک‌ها در جزیره کیش پرداخته‌اند. آن‌ها نشان دادند که چیدمان مناسب بلوک‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف انرژی و بهبود شرایط حرارتی در ساختمان‌ها شود. این تحقیق بر اهمیت بهینه‌سازی طراحی بلوک‌ها در اقلیم‌های مختلف تأکید دارد و نشان می‌دهد که توجه به ویژگی‌های اقلیمی می‌تواند در کاهش مصرف انرژی و بهبود راحتی حرارتی مؤثر باشد.

این تحقیقات نشان می‌دهند که طراحی و چیدمان بلوک‌ها می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر مصرف انرژی و شرایط حرارتی داخلی ساختمان‌ها داشته باشد. به‌ویژه در اقلیم‌های سرد، طراحی بهینه بلوک‌ها می‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی، بهبود شرایط حرارتی داخلی ساختمان‌ها و بهینه‌سازی مصرف منابع انرژی طبیعی مانند انرژی خورشیدی شود.

۳- مواد و روش تحقیق

این تحقیق از نوع کاربردی و به روش شبیه‌سازی عددی انجام شده است. تحقیقات کاربردی با هدف یافتن راهکارهای عملی برای حل مسائل واقعی انجام می‌شوند و در این پژوهش نیز تلاش شده است با بهره‌گیری از ابزارهای شبیه‌سازی عددی، رفتار حرارتی ساختمان‌ها در شرایط اقلیمی واقعی مورد بررسی قرار گیرد. روش شبیه‌سازی عددی این امکان را فراهم می‌کند که تأثیر متغیرهای مختلف بر عملکرد ساختمان بدون نیاز به ساخت مدل‌های فیزیکی، به دقت تحلیل گردد. در این راستا، هدف اصلی، بررسی و مقایسه تأثیر چیدمان‌های مختلف بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد تبریز می‌باشد. برای انجام تحلیل‌ها، از نرم‌افزار EnergyPlus نسخه ۲۳.۱.۰ استفاده شده است. بار حرارتی ساختمان‌ها به عنوان متغیر وابسته در این پژوهش در نظر گرفته شده است، در حالی که چیدمان بلوک‌های ساختمانی به عنوان متغیر مستقل مطرح شده‌اند.

به منظور افزایش دقت مقایسه بین حالت‌های مختلف چیدمان، تمامی شرایط محیطی، فیزیکی و مصالح ساختمانی در تمام مدل‌های شبیه‌سازی شده ثابت فرض گردیده است. این اقدام با هدف حذف اثر متغیرهای مداخله‌گر و تمرکز بر تاثیر مستقیم نحوه چیدمان بلوک‌ها بر بار حرارتی انجام شده است. همچنین برای شبیه‌سازی دقیق رفتار حرارتی ساختمان، بهره‌گیری از داده‌های اقلیمی معتبر ضروری است. در این تحقیق، داده‌های اقلیمی شهر تبریز شامل دما، رطوبت، تابش خورشید و سرعت باد از فایل‌های استاندارد استخراج و در نرم‌افزار شبیه‌سازی وارد شده است. جدول زیر مراحل استفاده از این داده‌ها را نشان می‌دهد.

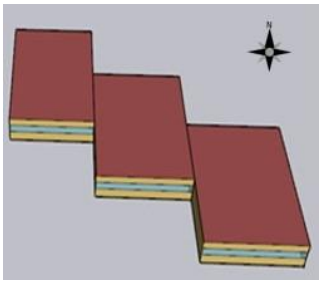
جدول ۱- فرآیند به‌کارگیری داده‌های اقلیمی در شبیه‌سازی حرارتی ساختمان

(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

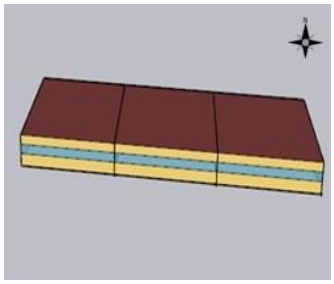
مرحله	توضیحات
۱. دریافت داده‌های اقلیمی	دریافت فایل های معتبر Weather Data مربوط به تبریز

۲. ورود به نرم‌افزار شبیه‌سازی	وارد کردن این داده‌ها به نرم‌افزار جهت شبیه‌سازی حرارتی
۳. نتایج بهینه‌تر	پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار حرارتی ساختمان و افزایش اعتبار نتایج

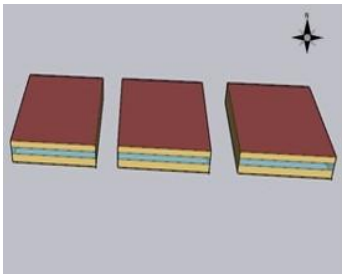
در این پژوهش ابتدا سه الگوی متفاوت با توجه به شکل های زیر از چیدمان بلوک‌های ساختمانی شامل چیدمان فشرده۱ (مکعب)، چیدمان منفصل۲ (جدا از هم) و چیدمان نیمه‌منفصل۳ براساس شکل های ۱و۲و۳ در محیط نرم‌افزار EnergyPlus مدل‌سازی گردید. در این فرآیند، پارامترهای هندسی هر چیدمان به طور دقیق تعریف شده و مشخصات مصالح ساختمانی مطابق با استانداردهای ملی ایران و اشری به صورت یکسان برای هر مدل لحاظ گردید. برای هر یک از چیدمان‌های طراحی شده، میزان بار حرارتی سالیانه مورد نیاز جهت تأمین شرایط آسایش حرارتی داخلی محاسبه شد. پس از به دست آمدن نتایج شبیه‌سازی، تحلیل تطبیقی بر اساس مقایسه مقادیر بار حرارتی صورت گرفت. در نهایت، الگوی بهینه چیدمان که منجر به کمترین میزان مصرف انرژی گرمایشی گردید، شناسایی و معرفی شد. این نتایج می‌تواند مبنایی برای طراحی‌های آینده در اقلیم‌های مشابه به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها فراهم آورد.



شکل۳: چیدمان نیمه منفصل



شکل۲: چیدمان فشرده (مکعب)



شکل۱: چیدمان منفصل(جدا از هم)

با توجه به شکل های ۱و۲و۳ در حالت جدا از هم، سه بلوک با ابعاد ۱۴×۱۵ به صورت مستقل و با فاصله‌ای مشخص از یکدیگر قرار می‌گیرند. در حالت نیمه‌منفصل، سه بلوک با همان ابعاد در کنار هم قرار می‌گیرند، به طوری که بلوک‌های کناری نسبت به یکدیگر به میزان نصف طول بلوک بیرون زدگی دارند. در نهایت، در حالت فشرده، سه بلوک به طور کامل در کنار هم و چسبیده به یکدیگر قرار می‌گیرند.

در این تحقیق به منظور دستیابی به نتایج دقیق و امکان‌پذیر ساختن مقایسه منصفانه بین حالات مختلف چیدمان بلوک‌های ساختمانی، برخی پارامترهای مدل‌سازی به صورت مفروض و ثابت در نظر گرفته شده‌اند. این مفروضات شامل ابعاد و ویژگی‌های هندسی بلوک‌ها، مشخصات بازشوها، و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و حرارتی مصالح ساختمانی می‌باشد. تمامی این مفروضات مطابق استانداردها و دستورالعمل‌های رایج در شبیه‌سازی انرژی ساختمان، به ویژه منابع ASHRAE انتخاب شده‌اند تا نتایج این پژوهش از قابلیت تعمیم و اعتبار علمی بالایی برخوردار باشد.

1.Compact Layout
2. Detached Layout
3. Staggered Layout

به‌طور مشخص، مفروضات اصلی این پژوهش عبارتند از:

- ابعاد هندسی، نحوه کشیدگی و نسبت پنجره به دیوار در وجوه مختلف ساختمان.
- ترتیب لایه‌های تشکیل‌دهنده اجزای ساختمانی شامل دیوارهای خارجی و داخلی، سقف، کف و پنجره‌ها.
- ویژگی‌های ترموفیزیکی مصالح به‌کاررفته شامل ضریب هدایت حرارتی، چگالی و ظرفیت حرارتی ویژه.

جدول‌های زیر این مفروضات را به تفصیل نشان می‌دهند.

جدول ۲: پارامترها و شرایط مدلسازی شبیه‌سازی(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

شماره	عنوان	جزئیات / مقدار
۱	ابعاد هر بلوک	۱۵ × ۱۴ متر
۲	ارتفاع هر بلوک	۳ متر
۳	کشیدگی بلوک‌ها	جهت شمالی- جنوبی
۴	تعداد طبقات هر بلوک	یک طبقه
۵	تعریف هر بلوک در نرم‌افزار	به عنوان یک zone حرارتی مستقل
۶	نسبت پنجره به دیوار (جبهه جنوبی)	۳۰ درصد
۷	نسبت پنجره به دیوار (جبهه شمالی)	۱۰ درصد

با توجه به جدول برای شبیه‌سازی حرارتی، مدل ساختمان بر اساس ویژگی‌های هندسی و کالبدی مشخصی تعریف گردید. هر بلوک ساختمانی با ابعاد ۱۵ در ۱۴ متر و ارتفاع ۳ متر در نظر گرفته شد. کشیدگی بلوک‌ها در راستای شمالی-جنوبی تنظیم گردید تا بیشترین تطابق با شرایط تابش خورشیدی و الگوی اقلیمی منطقه حاصل شود. ساختمان‌ها به‌صورت یک‌طبقه طراحی شده و هر بلوک به‌عنوان یک ناحیه حرارتی مستقل (Thermal Zone)در نرم‌افزار تعریف گردید. این مقادیر با هدف انعکاس شرایط رایج در طراحی اقلیمی منطقه و همچنین بررسی اثر جهت‌گیری و بازشوها بر عملکرد حرارتی ساختمان انتخاب شده است. چنین رویکردی موجب افزایش دقت شبیه‌سازی و قابلیت اعتماد به نتایج به‌دست‌آمده می‌گردد.

جدول ۳: ترتیب لایه‌های مصالح در اجزای ساختمانی (از داخل به بیرون)
(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

شماره	جزء ساختمانی	ترتیب لایه‌ها (از داخل به بیرون)
۱	دیوار خارجی	آجر ← عایق حرارتی ← لایه سیمان ← گچ
۲	دیوار داخلی (مجاور بلوک‌ها)	گچ ← آجر ← گچ
۳	سقف	آسفالت ← بتن سازه‌ای ← عایق حرارتی ← لایه سیمان ← گچ
۴	کف	بتن مگر ← بتن سازه‌ای کف ← عایق حرارتی ← لایه سیمان ← گچ

۵	پنجره (دو جداره)	شیشه ۶ میلی‌متر ← هوای ۸ میلی‌متر ← شیشه ۶ میلی‌متر

در مدل‌سازی شبیه‌سازی، اجزای اصلی ساختمان با توجه به لایه‌های متداول و عملکرد حرارتی آن‌ها تعریف گردید. دیوارهای خارجی از داخل به بیرون شامل لایه گچ، آجر، عایق حرارتی و در نهایت پوشش سیمانی در نظر گرفته شد تا ضمن تأمین مقاومت حرارتی مناسب، از اتلاف انرژی جلوگیری شود. دیوارهای داخلی میان بلوک‌ها ساده‌تر بوده و از ترکیب گچ، آجر و مجدداً لایه گچ تشکیل شدند. برای سقف، ترکیب چندلایه‌ای شامل گچ، لایه سیمان، عایق حرارتی، بتن سازه‌ای و در نهایت آسفالت در سطح بیرونی به کار گرفته شد که هم نقش باربری و هم نقش حفاظتی در برابر شرایط بیرونی را ایفا می‌کند. کف ساختمان نیز با لایه‌های گچ، سیمان، عایق حرارتی، بتن سازه‌ای و بتن مگر طراحی گردید تا انتقال حرارت از طریق زمین به حداقل برسد. در نهایت، برای بازشوها پنجره‌های دوجداره با ساختار شیشه ۶ میلی‌متری، لایه هوای ۸ میلی‌متری و شیشه ۶ میلی‌متری لحاظ شد که به‌عنوان یک راهکار مؤثر در کاهش بار حرارتی و بهبود عملکرد انرژی ساختمان عمل می‌کند.

جدول ۴: ویژگی‌های ترموفیزیکی مصالح مورد استفاده مطابق(ASHRAE)

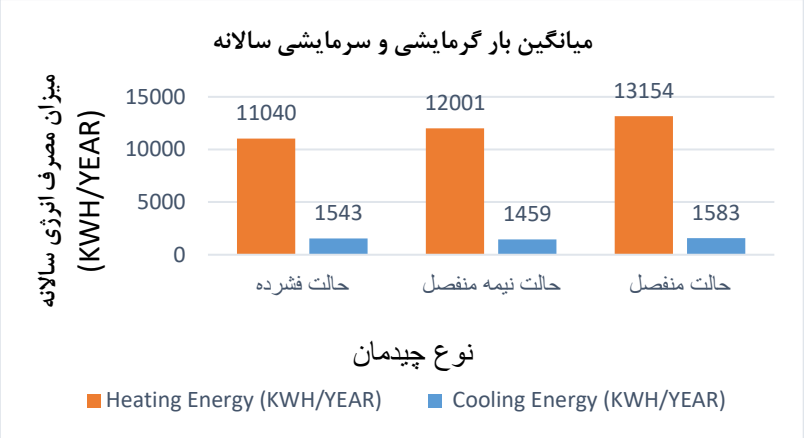
(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

مصالح	ضریب هدایت حرارتی λ (W/m·K)	چگالی ρ (kg/m³)	ظرفیت حرارتی ویژه (J/kg·K)
آجر	۰/۷۲	۱۹۲۰	۸۴۰
عایق حرارتی (پلی‌استایرنXPS)	۰/۰۳۵	۳۰	۱۴۰۰
لایه سیمان / اندود	۰/۹۳	۱۸۰۰	۸۴۰
گچ	۰/۴۸	۹۵۰	۱۰۹۰
بتن سازه‌ای	۱/۷۵	۲۳۰۰	۸۸۰
آسفالت	۰/۷۵	۲۳۰۰	۹۲۰
بتن مگر	۱/۴۰	۲۱۰۰	۸۸۰
شیشه(6mm)	۰/۷۸	۲۵۰۰	۷۵۰

در فرآیند مدل‌سازی، خصوصیات ترموفیزیکی مصالح مورد استفاده بر اساس داده‌های مرجع استاندارد (ASHRAE) تعیین گردید. برای اجزای بنایی، آجر با ضریب هدایت حرارتی نسبتاً بالا (W/m·K۰/۷۲) و چگالی ۱۹۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب لحاظ شد که نقش اصلی در بار حرارتی پوسته ساختمان دارد. به منظور کاهش انتقال حرارت، لایه عایق حرارتی پلی‌استایرن (XPS)با ضریب هدایت بسیار پایین (W/m·K۰/۰۳۵) و ظرفیت حرارتی ویژه بالا در ترکیب جداره‌ها به کار گرفته شد. سایر مصالح از جمله لایه سیمان با هدایت حرارتی W/m·K۰/۹۳ ، گچ با ظرفیت حرارتی ویژه ۱۰۹۰ J/kg·K و بتن سازه‌ای با هدایت ۱/۷۵ W/m·K به‌گونه‌ای انتخاب شدند که هم مقاومت مکانیکی و هم عملکرد حرارتی ساختمان را تأمین نمایند. در لایه‌های بیرونی، آسفالت و بتن مگر به‌عنوان مصالح سنگین با چگالی بالا در نظر گرفته شد و برای بازشوها شیشه دوجداره با ضریب هدایت ۰/۷۸ W/m·K به کار رفت. این ترکیب مصالح امکان تحلیل دقیق انتقال حرارت و ظرفیت حرارتی اجزای مختلف ساختمان را فراهم کرده و نقش مؤثری در صحت نتایج شبیه‌سازی ایفا می‌کند.

٤- یافته‌های تحقیق

هدف این پژوهش، تحلیل تأثیر چیدمان‌های مختلف بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد تبریز است. با توجه به اهمیت کاهش مصرف انرژی در طراحی شهری پایدار، تلاش شد تا با مقایسه الگوهای چیدمان مختلف، بهینه‌ترین الگو از نظر مصرف انرژی گرمایشی شناسایی شود. در این راستا، سه چیدمان شامل الگوی، چیدمان فشرده (مکعب)، چیدمان منفصل (جدا از هم)، و چیدمان نیمه‌منفصل تحت شرایط ثابت مصالح، ویژگی‌های فیزیکی و داده‌های اقلیمی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی گردیدند. نمودار ۱ میانگین بار سرمایش سالانه برای سرمایش و گرمایش را در کل سال نمایش می دهد.



نمودار۱: میانگین بار گرمایشی و سرمایشی سالانه برحسب(KWH/YEAR)

(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که آرایش فضایی بلوک‌های ساختمانی تأثیر چشمگیری بر عملکرد حرارتی و میزان مصرف انرژی دارد. در میان الگوهای بررسی‌شده، چیدمان بلوک‌ها به‌صورت منفصل (قرارگیری جدا از یکدیگر) ضعیف‌ترین عملکرد را از خود نشان داد و بیشترین میزان بار گرمایشی را به همراه داشت. این وضعیت به دلیل افزایش سطح تبادل حرارتی با محیط بیرونی و اتلاف انرژی از جداره‌ها رخ می‌دهد. در مقایسه، چیدمان نیمه‌منفصل با کاهش سطح تماس بلوک‌ها با محیط خارجی، موجب بهبود عملکرد حرارتی به میزان ۸،۷۶ درصد نسبت به حالت منفصل شد. علاوه بر این، چیدمان بلوک‌ها به صورت فشرده (مکعبی) بهترین عملکرد را به دست آورد و توانست بار گرمایشی را حدود ۱۶،۰۷ درصد نسبت به حالت منفصل کاهش دهد.

این نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد که حتی بدون تغییر در جنس مصالح یا افزایش هزینه‌های ساخت، تنها با انتخاب درست نحوه‌ی استقرار و چیدمان ساختمان‌ها می‌توان به صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف انرژی گرمایشی دست یافت. چیدمان فشرده با محدود کردن سطوح در تماس با شرایط اقلیمی بیرونی، نه‌تنها اتلاف حرارت را کاهش می‌دهد، بلکه به دلیل افزایش تراکم، امکان استفاده بهینه‌تری از تابش خورشید و تهویه طبیعی را نیز فراهم می‌سازد.

به طور کلی، نتایج این پژوهش اهمیت انتخاب استراتژیک چیدمان بلوک‌ها را در طراحی شهری و معماری نمایان می‌سازد. چنین رویکردی می‌تواند به‌عنوان راهکاری کم‌هزینه و کارآمد برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، به‌ویژه در اقلیم‌های سرد، مورد استفاده قرار گیرد. این یافته‌ها می‌تواند برای معماران، طراحان شهری و حتی سیاست‌گذاران در راستای توسعه‌ی شهرهای پایدار و انرژی‌کارآمد الهام‌بخش و راهگشا باشد.

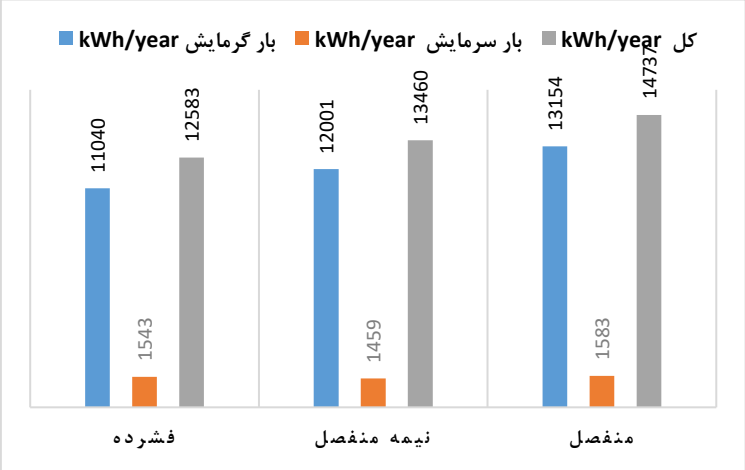
۵- بحث

۵-۱ تاثیر چیدمان بر صرفه جوبی مصرف انرژی

در سال‌های اخیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها به عنوان یکی از اولویت‌های اصلی طراحی شهری و معماری پایدار مطرح شده است. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر الگوهای مختلف چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر میزان مصرف بار حرارتی در اقلیم سرد تبریز بود. با توجه به بحران انرژی و اهمیت کاهش اتلاف حرارتی، تحلیل دقیق فرم آرایش ساختمان‌ها می‌تواند راهکارهای مؤثری برای بهینه‌سازی مصرف انرژی ارائه دهد.

در این راستا، سه الگوی متفاوت شامل فشرده (مکعب)، نیمه‌منفصل و منفصل (جدا از هم) شبیه‌سازی و مقایسه شدند تا بهینه‌ترین الگو از منظر کاهش بار حرارتی شناسایی گردد.

همچنین براساس نتایج به‌دست آمده، الگوی فشرده (مکعب) با بار حرارتی ۱۱۰۴۰کیلووات‌ساعت، کمترین میزان مصرف انرژی را در میان سه چیدمان دارا بوده است. این یافته نشان می‌دهد که ایجاد فاصله مناسب بین بلوک‌های ساختمانی و دسترسی بهتر به تابش خورشید و تهویه طبیعی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش نیاز به گرمایش مکانیکی داشته باشد. در مقابل، چیدمان‌های نیمه‌منفصل و منفصل به دلیل آرایش نامناسب، میزان مصرف بار حرارتی بیشتری را ایجاد کرده‌اند که به ترتیب برابر با ۱۲۰۰۱ و ۱۳۱۵۴ کیلووات‌ساعت بوده است. نمودار ۲ میزان کل بار مصرفی بر حسب کیلووات ساعت در سال را نمایش می دهد.



نمودار۲: کل بار مصرفی سالانه برای چیدمان های مورد بررسی
(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که چیدمان‌های متراکم‌تر، نظیر چیدمان مکعب، به دلیل دریافت بهتر تابش خورشیدی و کاهش سایه‌اندازی متقابل، منجر به عملکرد حرارتی بهینه‌تری می‌شوند. در مقابل، در آرایش‌های غیر متراکم‌تر مانند نیمه منفصل و منفصل ، افزایش سایه‌اندازی و کاهش بهره‌مندی از نور خورشید، مصرف انرژی گرمایشی را افزایش داده است. این نتایج اهمیت طراحی آگاهانه فرم و آرایش بلوک‌ها را در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان‌ها به خوبی برجسته می‌کند.

با توجه به شکل ۲، حالت چیدمان فشرده در حدود۸/۷۶ درصد نسبت به نیمه منفصل در حدود ۱۶ درصد نسبت به نمونه کامل منفصل باعث کاهش مصرف انرژی شده است. این درصورتی است که صرفاً با در نظرگیری چیدمان به عنوان یک پارامتر طراحی در مراحل اولیه، می توان تا حد زیادی در مصرف انرژی پیش از ساخت و اجرا صرفه جویی کرد.

۵-۲ تاثیر چیدمان بر میزان کاهش انتشار دی اکسید کربن

به منظور سنجش اثر صرفه‌جویی انرژی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، میزان کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از کاهش مصرف گاز طبیعی محاسبه گردید. از آنجا که تأمین گرمایش در اقلیم سرد تبریز عمدتاً با سوخت گاز طبیعی انجام می‌شود، کاهش بار حرارتی ساختمان‌ها به‌طور مستقیم موجب کاهش مصرف این سوخت و در نتیجه کاهش انتشار CO_2 خواهد شد. به

منظور محاسبه میزان کاهش انتشار دی اکسید کربن ناشی از صرفه جویی در مصرف گاز بر اساس معادله زیر استفاده شد (IPCC Guidelines):

$$\text{(کاهش تولید گاز دی اکسید کربن)}\ CO_2\ (kg) = EF \times \Delta V \qquad (۱)$$

بر اساس این معادله :

EF : ضریب انتشار (برای گاز طبیعی براساس شرکت ملی گاز ایران ۱.۹ کیلوگرم CO_2 به ازای هر مترمکعب)

ΔV : میزان کاهش مصرف گاز (مترمکعب)

برای بررسی تأثیر چیدمان بلوک‌های ساختمانی بر مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، حالت منفصل (جدا از هم) به عنوان حالت پایه در نظر گرفته شد و دو حالت دیگر، یعنی نیمه‌منفصل و فشرده (مکعبی)، نسبت به آن مقایسه گردیدند.

به منظور ارائه مقایسه‌ای شفاف و قابل فهم، بار حرارتی سالیانه محاسبه‌شده برای هر حالت(kWh) به مترمکعب معادل گاز طبیعی تبدیل شد تا تأثیر واقعی چیدمان بلوک‌ها بر مصرف انرژی و انتشار CO_2 به‌وضوح مشخص شود.

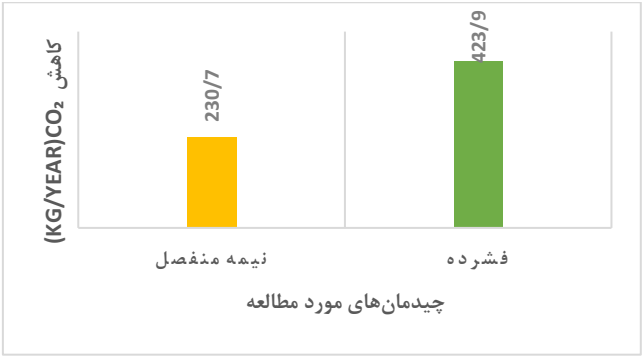
جدول ۵ میزان گاز مصرفی برای سه نوع چیدمان آورده شده است.

جدول۵ : تبدیل بار حرارتی به مترمکعب گاز

(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

چیدمان	بار حرارتی سالیانه(kWh)	مصرف گاز معادل(m^3)
منفصل (پایه)	۱۳۱۵۴	۱۳۹۱
نیمه‌منفصل	۱۲۰۰۱	۱۲۷۰
فشرده	۱۱۰۴۰	۱۱۶۸

با توجه به جدول ۵، میزان کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید برای سه نوع چیدمان بررسی شده مورد محاسبه گردید. نمودار ۳ میزان (درصد) کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید بر اساس کاهش بار مصرفی را نمایش می دهد.



نمودار۳: کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن بر اساس میزان

(مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

تحلیل نتایج نشان می‌دهد که چیدمان بلوک‌های ساختمانی تأثیر قابل توجهی بر مصرف گاز طبیعی و در نتیجه انتشار دی‌اکسیدکربن دارد:

- حالت نیمه‌منفصل با کاهش حدود ۱۲۱ مترمکعب مصرف گاز در سال، انتشار CO_2 را تقریباً ۲۳۰ کیلوگرم کاهش می‌دهد. این نشان‌دهنده بهبود متوسط در بهره‌وری انرژی نسبت به حالت پایه است.

- حالت فشرده (مکعبی) بیشترین صرفه‌جویی را داشته و با کاهش حدود ۲۲۳ مترمکعب گاز، انتشار CO_2 را به میزان تقریباً ۴۲۴ کیلوگرم در سال کاهش می‌دهد. این امر نشان‌دهنده عملکرد بهینه چیدمان فشرده در کاهش اتلاف حرارتی و بهبود بهره‌وری انرژی است.

این نتایج به روشنی اهمیت انتخاب استراتژیک چیدمان بلوک‌ها در کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. حتی تغییر جزئی در چیدمان، مانند استفاده از حالت نیمه‌منفصل، می‌تواند تأثیر ملموسی بر مصرف انرژی و محیط زیست داشته باشد.

به طور کلی، چیدمان فشرده با بیشترین کاهش مصرف انرژی و انتشار CO_2، بهترین گزینه برای طراحی بلوک‌های ساختمانی در اقلیم سرد تبریز محسوب می‌شود و می‌تواند راهنمایی مهم برای طراحی شهری پایدار باشد.

بنابراین این تحقیق به وضوح به پرسش‌های اصلی پژوهش پاسخ داده است؛ چیدمان بلوک‌های ساختمانی تأثیر مستقیمی بر میزان مصرف بار حرارتی دارد و چیدمان مکعب به عنوان کاراترین الگو برای اقلیم سرد تبریز شناسایی شد. یافته‌های این پژوهش علاوه بر پیامدهای علمی، پیامدهای اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی نیز دارد. کاهش مصرف انرژی به معنای کاهش هزینه‌های خانوارها و در نتیجه بهبود سطح رفاه اقتصادی است. از سوی دیگر، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی به حفظ محیط زیست و مقابله با تغییرات اقلیمی کمک می‌کند و در مجموع می‌تواند زندگی سالم‌تر و پایدارتر برای شهروندان فراهم آورد.

همچنین مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که یافته‌های این مطالعه با روند کلی تحقیقات قبلی همخوانی دارد. این پژوهش‌ها نیز بر اهمیت نقش چیدمان بلوک‌های ساختمانی در بهینه‌سازی مصرف انرژی تأکید داشته‌اند. با این وجود، تحقیق حاضر با تمرکز بر اقلیم خاص تبریز و تحلیل دقیق‌تر تطبیقی بین الگوهای مختلف چیدمان، گامی فراتر برداشته و دیدگاه عمیق‌تری نسبت به شرایط بومی ارائه داده است.

با وجود این دستاوردها، تحقیق حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز بوده است. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها، فرض ثابت بودن ویژگی‌های مصالح ساختمانی، سیستم‌های گرمایشی و داده‌های آب و هوایی سالانه بود، در حالی که در واقعیت این عوامل ممکن است دستخوش تغییراتی شوند. همچنین اثرات فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی که ممکن است بر تصمیمات طراحی شهری تأثیرگذار باشند، در این مطالعه لحاظ نشده است.

بر این اساس، برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود که تحلیل‌های مشابه در سناریوهای مختلف تغییرات اقلیمی و با در نظر گرفتن مصالح نوین با ویژگی‌های حرارتی متفاوت انجام شود. همچنین بررسی تأثیرات ترکیبی عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بر انتخاب الگوهای چیدمان، و گسترش تحلیل در مقیاس‌های بزرگ‌تر شهری، می‌تواند ابعاد جدیدی از این مسئله مهم را روشن سازد و راهکارهای کارآمدتری برای توسعه شهری پایدار ارائه دهد.

٦- نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش به روشنی نشان داد که آرایش و چیدمان بلوک‌های ساختمانی، یکی از عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی مصرف انرژی در اقلیم‌های سرد به شمار می‌آید. به طور کلی، چیدمان‌های فشرده‌تر مانند الگوی مکعبی، به دلیل کاهش سطوح تبادل حرارتی با محیط بیرون، کارایی بیشتری در کاهش نیازهای گرمایشی ساختمان‌ها دارند. در مقابل، چیدمان‌های بازتر، با افزایش اتلاف انرژی، عملکرد ضعیف‌تری را از خود نشان می‌دهند.

حالت چیدمان فشرده در حدود۸/۷۶ درصد نسبت به نیمه منفصل در حدود ۱۶/۰۸ درصد نسبت به نمونه کامل منفصل باعث کاهش مصرف انرژی شده است. این درصورتی است که صرفاً با در نظرگیری چیدمان به عنوان یک پارامتر طراحی در مراحل اولیه، می توان تا حد زیادی در مصرف انرژی پیش از ساخت و اجرا صرفه جویی کرد. براساس نتایج مربوط به میزان کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید کربن حالت فشرده (مکعبی) بیشترین صرفه‌جویی را داشته و با کاهش حدود ۲۲۳ مترمکعب گاز، انتشار CO_2 را به میزان تقریباً ۴۲۴ کیلوگرم در سال کاهش می‌دهد. این امر نشان‌دهنده عملکرد بهینه چیدمان فشرده در کاهش اتلاف حرارتی و بهبود بهره‌وری انرژی است. این نتایج نشان می‌دهد که توجه به فرم و نحوه آرایش ساختمان‌ها در مراحل اولیه طراحی شهری می‌تواند تأثیر بسزایی در ارتقای بهره‌وری انرژی و تحقق اهداف پایداری داشته باشد. انتخاب مناسب الگوهای

چیدمان نه تنها موجب صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی می‌شود، بلکه از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و ارتقاء کیفیت زندگی ساکنان نیز حائز اهمیت است. در نهایت، توجه به این گونه ملاحظات در طراحی شهری آینده، می‌تواند به ایجاد محیط‌هایی کارآمدتر، پایدارتر و انسان‌محورتر کمک نماید.

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.
تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

منابع فارسی

حسینی، صنایعیان، هانیه؛ خاک زند. (۱۴۰۲). کاهش مصرف انرژی از طریق بهینه‌سازی چیدمان بلوک‌ها در اقلیم گرم و مرطوب (مطالعه موردی جزیره کیش). نشریه علمی اندیشه معماری، ۷(۱۴): ۲۳۲-۱۲۱.

خوشبخت، یاسر؛ مدی، حسین؛ آزموده، مریم. (۱۴۰۱). بررسی هندسی متعارف بلوک‌های شهری در میزان تقاضای انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌های مسکونی در اقلیم سرد ایران؛ مطالعه موردی: شهر همدان. معماری سبز، ۱۹(۶): ۱۰-۱.

سیاحی، مظاهریان؛ زمانی. (۱۴۰۴). گونه شناسی بلوک‌های مسکونی شهر زنجان با هدف ارزیابی عملکرد بارهای حرارتی. نقش جهان- مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی، ۱۴(۲): ۱۳۸-۱۱۹.

شفیع‌آبادی، گلناز؛ حق‌پرست، فرزین. (۱۴۰۳). بررسی تاثیر ریخت شناسی و چیدمان بلوک های مسکونی کوتاه مرتبه بر عملکرد حرارتی ساختمان؛ نمونه موردی: اقلیم سرد بجنورد. معماری سبز، ۴۵(۱۰): ۴۴-۳۳.

منتظری، مرجان؛ جهانشاهلو، لعلا؛ ماجدی، حمید. (۱۳۹۷). تأثیر شکل کالبدی بلوک‌های شهری بر خرداقلیم فضاهای باز شهری در اقلیم گرم و خشک؛ مطالعه موردی: شهر یزد، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۶(۲۲): ۸۴-۶۳

References

Albatayneh, A. (2021). Optimising the parameters of a building envelope in the East Mediterranean Saharan, cool climate zone. *Buildings, 11*(2), 43

Du, L., Wang, H., Bian, C., & Chen, X. (2025). Impact of block form on building energy consumption, urban microclimate and solar potential: A case study of Wuhan, China. Energy and Buildings, 328, 115224.

Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K., (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.

Ghasemi Sangi, Z., Tarkashvand, A., & Sanaeian, H. (2023). Investigation of the height distribution effect of residential complex blocks on optimization of cooling and heating loads (Tehran, District 9). Journal of Renewable Energy and Environment, 10(3), 1–12.

Ghouchani, M., & Kharman, H. T. (2024). Optimizing passive strategies for energy demand reduction in cold climate residential buildings: A case study in Tabriz, Iran. ICONARP International Journal of Architecture and Planning, 12(1), 211–233.

Hosseini, F., Sanaeian, H., & Khakzand, M. (2023). Reducing energy consumption through optimization of building block layout in hot and humid climates: Case study: Kish Island. [In Persian]

Khoshbakht, Y., Medi, V., & Azmoodeh, A. (2020). Investigating the conventional geometry of urban blocks on heating and cooling demand of residential buildings in cold climates of Iran: Case study: Hamadan. Green Architecture, 19(6), 1–10. [In Persian]

Kistelegdi, I., Horváth, K. R., Storcz, T., & Ercsey, Z. (2022). Building geometry as a variable in energy, comfort, and environmental design optimization—A review from the perspective of architects. Buildings, 12(1), 69.

Li, G., Sun, C., Sang, M., Chen, S., Li, J., Han, Y., & Xu, S. (2024). The synergistic effect of multiple design factors on building energy consumption of office blocks: A case study of Wuhan, China. Journal of Building [Incomplete citation].

Montazeri, M., Jahanshahloo, L., & Majedi, H. (2017). The impact of urban block form on microclimate of open urban spaces in hot and arid climates: Case study: Yazd. [In Persian]

Sayahi, A., Mazaherian, M., & Zamani, A. (2024). Typology of residential blocks in Zanjan city for evaluating thermal load performance. Naqh-e Jahan – Theoretical Studies and New Technologies in Architecture and Urbanism, 14(2), 119–138. [In Persian]

Shafie-Abadi, G., Haghparast, V., & Farzin, A. (2024). The effect of morphology and layout of low-rise residential blocks on building thermal performance: Case study: Cold climate of Bojnord. Green Architecture, 45(10), 33–44. [In Persian]

Sorayaei, Z., Rostami, R., & Mozaffari Ghadikolaei, F. (2023). The effect of building blocks layout on indoor thermal comfort and energy consumption of buildings in the humid subtropical climate of the Caspian Coast. Space Ontology International Journal, 12(3), 43–57.

Wang, R., Huang, Y., Zhang, G., Yang, Y., & Dong, Q. (2025). Optimizing urban block morphology for energy efficiency and photovoltaic utilization: Case study of Wuhan. Buildings, 15(7), 1118.

Xu, S., Li, G., Zhang, H., Xie, M., Mendis, T., & Du, H. (2023). Effect of block morphology on building energy consumption of office blocks: A case of Wuhan, China. Buildings,13(3), 768.