



بررسی تاثیر استفاده از فضای خورشیدی بر مصرف انرژی در شرایط اقلیمی تهران و تبریز

سیدعلیرضا ذوالفقاری^{*}، عبدالعظیم زارعی، ابوالفضل فرساد

استادیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرجند
^{*} zolfaghari@birjand.ac.ir, 97175-376

چکیده

این تحقیق به بررسی عملکرد حرارتی یک ساختمان در حالت های بدون فضای خورشیدی و با آن به عنوان یک عامل غیر فعال ساختمان در دو اقلیم مختلف تهران و تبریز پرداخته است. برای این منظور در شبیه سازی و تحلیل ساختمان از نرم افزار دیزاین بیلدر استفاده شده است. نتایج حاکی از آن بودند که یک فضای خورشیدی با شیشه دوجداره و دارای یک برنامه ی زمان بندی در تابستان می تواند عملکرد حرارتی ساختمان را بهبود بخشیده و همچنین در زمستان برای تبریز 16.2% و برای تهران 15.2% و در تابستان به ترتیب برای تبریز و تهران 14.2% و 15.1% موجب کاهش بارهای گرمایشی و سرمایشی شود.

کلید واژگان: سیستم های خورشیدی غیرفعال، فضای خورشیدی، مصرف انرژی

An Investigation on the Effect of Sunspace on Energy Consumption in Climatic Conditions of Tehran and Tabriz

Alireza Zolfaghari^{*}, Abdolazim Zarei, Abolfazl Farsad

Mechanical Engineering Department, University of Birjand, Birjand, Iran
^{*} P.O.B. 97175/376 Birjand, Iran, zolfaghari@birjand.ac.ir

ABSTRACT

This research deals with the thermal performance of a building with and without, a sunspace as a passive element of the building structure, in two different climate types of Tehran and Tabriz. For this purpose, DesignBuilder software is utilized to simulate and analyze the test case. Results indicate that using a double window sunspace with a schedule in summer time can enhance the thermal performance of the building and leads to decrease of about 16.2% in heating load for Tabriz and 15.2% for Tehran. During the summer, this results in lower cooling loads of about 15.1% and 14.2% for Tabriz and Tehran, respectively.

Keywords: Passive solar systems, sunspace, energy consumption

مطالعه کردند. تحقیق دیگری نیز برای اثبات کارآمدی فضاهای خورشیدی صورت گرفته است که به بکارگیری تهویه مناسب هوای فضای خورشیدی منتج شده است [6]. نیاز به یک نگاه کلی و جامع و مقایسه تاثیرات سیستم ذکر شده بر بارهای سرمایشی و گرمایشی و هم در اقلیم های مختلف حس می شود؛ بنابراین در این تحقیق کوشش شده تا با در نظر گرفتن اقلیم های مختلف به تحلیل و بررسی تغییرات بارهای سرمایشی و گرمایشی تحت تاثیر به کارگیری فضای خورشیدی در تابستان و زمستان پرداخته شود.

2- روش تحقیق

این تحقیق بر مبنای مطالعات تئوری و شبیه سازی کامپیوتری یکمک نسخه 4.7 نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است.

ساختمان اصلی یک ساختمان تک ناحیه ای مستطیل شکل (8×6 متر) بدون تقسیمات داخلی و با مواد و مصالح داده شده در جدول 1 می باشد که با همین ساختمان ولی با فضای خورشیدی در سمت جنوبی (شکل 1) مقایسه شده است. فضای خورشیدی به گونه ای طراحی شده است که هوای آن با هوای ساختمان ترکیب نشود. بنابراین حفره یا سوراخی در دیوار آن ایجاد نشده و در نرم افزار به صورت فضای خالی تعریف شده است. ساختمان مذکور در دو اقلیم تهران و تبریز مدل سازی شده است. همچنین

1- مقدمه

انرژی خورشیدی یکی از مهمترین منابع انرژی تجدیدپذیر می باشد. این نوع از انرژی را می توان به دو طریق فعال و غیرفعال در ساختمان بکار برد. یکی از پرطرفدارترین سیستم های غیرفعال خورشیدی "فضای خورشیدی" می باشد. مطالعات اخیر نشان می دهند که اگر فضای خورشیدی به دیوار جنوبی ساختمان اضافه شود می تواند بار گرمایشی آن را کاهش دهد [1]. ایران از میان انرژی های تجدیدپذیر از پتانسیل بالایی در زمینه انرژی خورشیدی برخوردار است تا از سیستم های خورشیدی مثل فضاهای خورشیدی استفاده کند؛ ولی تحقیقات بسیار اندکی در این زمینه در ایران صورت گرفته است. صادقی و همکاران [2] هندسه ها و شکل های مختلف فضای خورشیدی را در اقلیم تهران مورد بررسی قرار دادند تا شکل بهینه ای برای فضای خورشیدی بیابند. ثقفی و یازرلو [3] تاثیرات استفاده از فضای خورشیدی را بر بار گرمایشی و فقط در اقلیم گرم یزد مطالعه نمودند. بلیلان و همکاران [4] نیز فقط تاثیر استفاده از فضای خورشیدی بر میزان مصرف انرژی یک ساختمان در لندن را مورد بررسی قرار دادند تا بر کارایی این فضاها در ساختمان تاکید کرده باشند. گریگ و همکاران [5] هم برای ارائه نمونه بهینه، عملکرد حرارتی چهار فضای خورشیدی با اشکال و ابعاد مختلف را در کشور پرتغال

4-1- بارهای حرارتی

بار گرمایشی سالانه ساختمان در حالت‌های دارای فضای خورشیدی و بدون آن در هر دو اقلیم ذکر شده در جدول 3 آورده شده است. همان‌طور که در جدول نیز دیده می‌شود بار گرمایشی در هر دو اقلیم کاهش یافته است و این کاهش با توجه به تامین دمای بالاتر بر روی جدار جنوبی در اثر بکارگیری فضای خورشیدی در طول زمستان که منجر به کاهش اتلافات گرمایی از این دیوار می‌شود، قابل توجه و منطقی می‌باشد. همچنین بار سالانه سرمایشی نیز بدون فضای خورشیدی و با آن برای اقلیم‌های تهران و تبریز در جدول 4 آمده است. بار سرمایشی نیز بعد از افزودن فضای خورشیدی به ساختمان با کاهش همراه بوده است. در توجه این اتفاق می‌توان چنین استدلال کرد که حضور فضای خورشیدی مانع برخورد بخشی از تابش‌های خورشیدی به دیوار ساختمان می‌شود. با در نظر گرفتن این نکته گرچه دمای فضای خورشیدی در هر دو اقلیم در تابستان به مقداری بالاتر از دمای محیط هم می‌رسد (شکل 2 و 3)، ولی با کاهش میزان تشعشع موجب کاهش دریافت گرما از این جدار می‌شود.

همچنین دمای محیط داخل در "شکل‌های 4 و 5" نشان داده شده است که نشان دهنده‌ی اینست که دمای فضای خورشیدی در طول زمستان بالاتر از دمای داخل ساختمان می‌باشد

جدول 3 مقایسه بار گرمایشی و تاثیر فضای خورشیدی

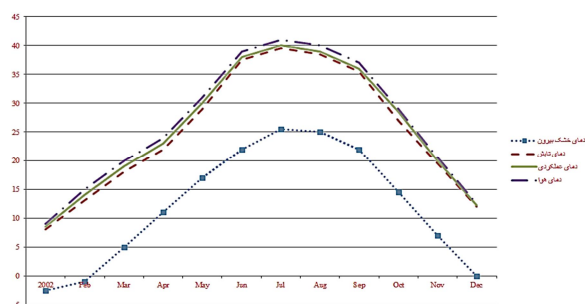
Table 3 Heating load comparison and the effect of sunspace

وضعیت	بار گرمایشی
تبریز بدون فضای خورشیدی	kWh5268
با فضای خورشیدی	kWh4412
درصد کاهش	24%.16
تهران بدون فضای خورشیدی	kWh2972
با فضای خورشیدی	kWh2519
درصد کاهش	23%.15

جدول 4 مقایسه بار سرمایشی و تاثیر فضای خورشیدی

Table 4. cooling load comparison and the effect of sunspace

وضعیت	بار سرمایشی
تبریز بدون فضای خورشیدی	4.kWh507
با فضای خورشیدی	5.kWh428
درصد کاهش	1%.15
تهران بدون فضای خورشیدی	0.kWh1652
با فضای خورشیدی	5.kWh1416
درصد کاهش	2%.14



شکل 2 تغییرات سالانه دمای فضای خورشیدی در تبریز

Fig. 2 Annual variations of sunspace temperature in Tabriz.

شرایط اقلیمی تهران و تبریز در جدول 2 آورده شده است. نتایج بصورت سالانه دریافت شده تا مجموعه‌ای کامل از داده‌ها برای مقایسه بار سرمایشی و گرمایشی در اختیار قرار دهد.

3- اعتبارسنجی

برای تحقیق دقت نتایج نرم‌افزار دیزاین بیلدر یک نمونه آزمایشی (مورد 600 استاندارد اشری 140-2001) آزمایش شد و نتایج بدست‌آمده با نتایج موجود در کتابچه مقایسه شدند و از صحت و دقت نسخه نرم‌افزار اطمینان حاصل گردید.

4- بحث و نتایج

نتایج این تحقیق را میتوان در قالب سه بخش از مهمترین تاثیرات افزودن فضای خورشیدی به ساختمان ارائه نمود:

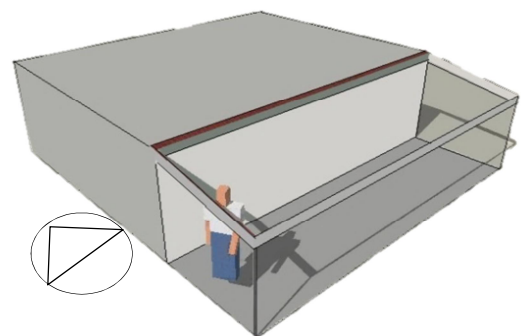
جدول 1 مصالح ساختمان

Table 1 Material of the building (light weight mass)

جنس دیوار	ضخامت (m)	چگالی (kg/m ³)	C _p (J/kg-K)
لایه گچی	0.012	950	840
فایبرگلاس	0.066	12	840
چوب	0.009	530	900

ب) جنس سقف

b) Roof construction	ضخامت (m)	چگالی (kg/m ³)	C _p (J/kg-K)
لایه گچی	0.010	950	840
فایبرگلاس	0.1118	12	840
سطح سقف	0.019	530	900



شکل 1 ساختمان مورد مطالعه با یک فضای خورشیدی بر روی دیوار جنوبی

Fig. 1 The base building carrying a sunspace on its southern wall

جدول 2 شرایط اقلیمی تهران و تبریز

Table 2 Climatic conditions of Tehran and Tabriz.

متوسط دمای زمستانی (°C)	متوسط دمای تابستانی (°C)	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع از سطح دریا (m)
-3.6	38.7	35.68	51	1188.2
-11.2	35.7	37.8	46	1365.5

جدول 5 مقایسه مصرف انرژی و تولید CO₂Table 5 Energy consumption and CO₂ production comparison

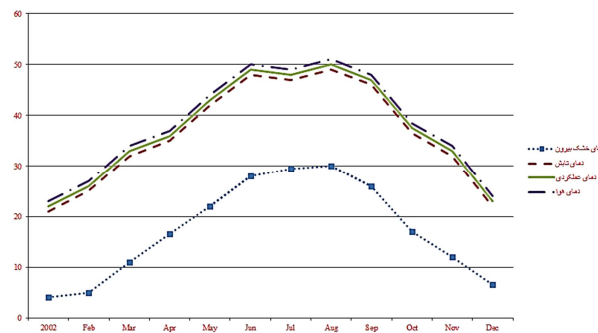
گاز	برق	CO ₂	وضعیت
تبریز			
بدون فضای خورشیدی	9.6197	3.1397	
با فضای خورشیدی	1.5191	2.1196	
درصد کاهش	2.16	1.15	4.14
تهران			
بدون فضای خورشیدی	3.3467	2.367	3.1045
با فضای خورشیدی	7.2963	8.314	5.911
درصد کاهش	2.15	28.14	8.12

5- نتیجه گیری

هدف اصلی این تحقیق اینست که نشان دهد که استفاده از یک فضای خورشیدی با طراحی مناسب در ساختمان می تواند تاثیرات مثبتی بر عملکرد حرارتی ساختمان در تابستان و زمستان و در اقلیم های مختلف داشته باشد. برای این منظور یک ساختمان در اقلیم های تهران و تبریز با فضای خورشیدی و بدون آن طراحی و از لحاظ گرمایی تحلیل شد، و نتایج نشان دادند که به کارگیری یک فضای خورشیدی با دریچه ای که فقط ساعاتی از تابستان باز می شود می تواند هم بار سرمایشی و هم بار گرمایشی ساختمان را بهبود بخشد؛ بنابراین میزان مصرف انرژی ساختمان کاهش یافته و در نتیجه CO₂ کمتری در ساختمان تولید می شود. لازم به ذکر است که میزان کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی در اقلیم تبریز بیشتر بوده که این نشان دهنده عملکرد بهتر فضای خورشیدی در اقلیم های سرد می باشد.

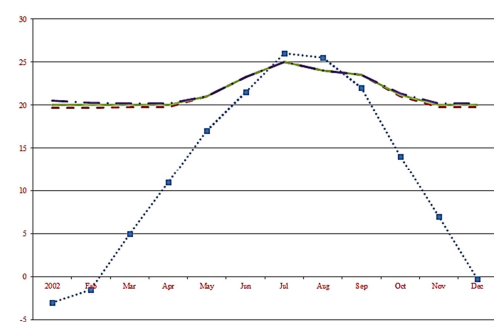
6- مراجع

- [1] S.A. Kalogirou, *Solar Energy Engineering Processes and Systems*, Second Edition, pp. 349-357, Waltham: Academic Press, 2014
- [2] H. Sadeghi, M.K. Jamshidi, A. Rafatjah, An investigation of proper sunspace pattern for a residential building in Tehran, *Proceedings of The 1st International Conference and exhibition on solar energy*, Tehran, Iran, May 19-20, 2014. (in Persian)
- [3] M.J. Saghaei, T. Yazarlou, An investigation of the effect of sunspace on heating load reduction of winter occupied spaces of Yazd's traditional houses, *Proceedings of International Conference science and engineering*, Dubai, UAE, December 1st, 2015. (in Persian)
- [4] L. Balilan Asl, D. Satarzadeh, M. Gane, An investigation of sunspace placement in zero energy building design, *Proceedings of 1st national Conference on clean energy*, Hamedan, Iran, April 25th, 2013. (in Persian)
- [5] G. J. Schoenau, A.J. Lumbis, R.W. Besant, Thermal Performance of Four Sunspaces in a Cold Climate, *Energy and Buildings*, Vol. 14, pp. 273-286, 1990.
- [6] A. Monge-Barrio, A. Sánchez-Ostiz, Energy efficiency and thermal behaviour of attached sunspaces in the residential architecture in Spain. Summer Conditions, *Energy and Buildings*, Vol. 108, pp. 244-256, 2015.



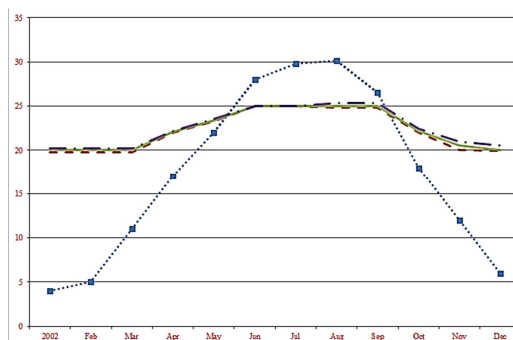
شکل 3 تغییرات سالانه دمای فضای خورشیدی در تهران

Fig. 3 Annual variations of sunspace temperature in Tehran.



شکل 4 تغییرات سالانه دمای داخل ساختمان در اقلیم تبریز

Fig. 4. Annual variations of indoor temperature in Tabriz climatic conditions.



شکل 5 تغییرات سالانه دمای داخل ساختمان در اقلیم تهران

Fig. 5. Annual variations of indoor temperature in Tehran climatic conditions

4-2- مصرف انرژی و تولید CO₂

همان طور که در جدول 5 دیده می شود مصرف انرژی ساختمان و در نتیجه آن تولید CO₂ کاهش می یابد. به دنبال کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی بترتیب مصرف برق و گاز کاهش می یابد.