Archive of SID

مجله مهندسی مکانیک مدرس، مهر 1395، دوره 16، شماره 13، ویژه‌نامه مجموعه مقالات کنفرانس، ص‌ص 245-247

مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین‌المللی تهویه‌مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
بیرجند، دانشگاه بیرجند، 6 و 7 مهر 1395
مهندسی مکانیک مدرس
mme.modares.ac.ir

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
* بیرجند، صندوق‌پستی 376-97175، zolfaghari@birjand.ac.ir

چکیده

این تحقیق به بررسی عملکرد حرارتی یک ساختمان در حالت‌های بدون فضای خورشیدی و با آن به‌عنوان یک عامل غیر فعال ساختمان در دو اقلیم مختلف تهران و تبریز پرداخته است. برای این منظور در شبیه‌سازی و تحلیل ساختمان از نرم‌افزار دیزاین بیلدر استفاده شده است. نتایج حاکی از آن بودند که یک فضای خورشیدی با شیشه دوجداره و دارای یک برنامه‌ی زمان‌بندی در تابستان می‌تواند عملکرد حرارتی ساختمان را بهبود بخشیده و همچنین در زمستان برای تبریز 16.2% و برای تهران 15.2% و در تابستان به‌ترتیب برای تبریز و تهران 15.1% و 14.2% موجب کاهش بارهای گرمایشی و سرمایشی شود.

کلید واژگان: سیستم‌های 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

1- مقدمه

انرژی خورشیدی یکی از مهمترین منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد. این نوع از انرژی را می‌توان به دو طریق فعال و غیرفعال در ساختمان بکار برد. یکی از پرطرفدارترین سیستم‌های غیرفعال خورشیدی "فضای خورشیدی" می‌باشد. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که اگر فضای خورشیدی به دیوار جنوبی ساختمان اضافه شود می‌تواند بار گرمایشی آن را کاهش دهد [1]. ایران از میان انرژی‌های تجدیدپذیر از پتانسیل بالایی در زمینه انرژی خورشیدی برخوردار است تا از سیستم‌های خورشیدی مثل فضاهای خورشیدی استفاده کند؛ ولی تحقیقات بسیار اندکی دراین زمینه در ایران صورت گرفته‌است. صادقی و همکاران [2] هندسه‌ها و شکل‌های مختلف فضای خورشیدی را در اقلیم تهران مورد بررسی قرار دادند تا شکل بهینه‌ای 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 ارایه نمونه بهینه، عملکرد حرارتی جهار فضای خورشیدی با اشکال و ابعاد مختلف را در کشور پرتغال 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 اقلیم‌های مختلف حس می‌شود؛ بنابراین در این تحقیق کوشش شده تا با درنظرگرفتن اقلیم‌های مختلف به تحلیل و بررسی تغییرات بارهای سرمایشی و گرمایشی تحت تاثیر به‌کارگیری فضای خورشیدی در تابستان و زمستان پرداخته شود.

2- روش تحقیق

این تحقیق برمبنای مطالعات تئوری و شبیه‌سازی کامپیوتری بکمک نسخه 4.7 نرم‌افزار دیزاین بیلدرانجام شده‌است.

ساختمان اصلی یک ساختمان تک ناحیه‌ای مستطیل شکل (8×6× 2.7 متر) بدون تقسیمات داخلی و با مواد و مصالح داده شده در جدول 1 می‌باشد که با همین ساختمان ولی با فضای خورشیدی در سمت جنوبی (شکل 1) مقایسه شده است. فضای خورشیدی به‌گونه‌ای طراحی شده‌است که هوای آن با هوای ساختمان ترکیب نشود. بنابراین حفره یا سوراخی در دیوار آن ایجاد نشده و در نرم‌افزار به‌صورت فضای خالی تعریف شده است. ساختمان مذکور در دو اقلیم تهران وتبریز مدل‌سازی شده است. همچنین

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:
Please cite this article using:
A.Zolfaghari, A.Zarei, A.Farsad, An Investigation on the Effect of Sunspace on Energy Consumption in Climatic Conditions of Tehran and Tabriz, *Modares Mechanical Engineering, Proceedings of the Second International Conference on Air-Conditioning, Heating and Cooling Installations*, Vol. 16, No. 13, pp. 245-247, 2016 (in Persian فارسی)

www.SID.ir

Archive of SID

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 2001-140) 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)

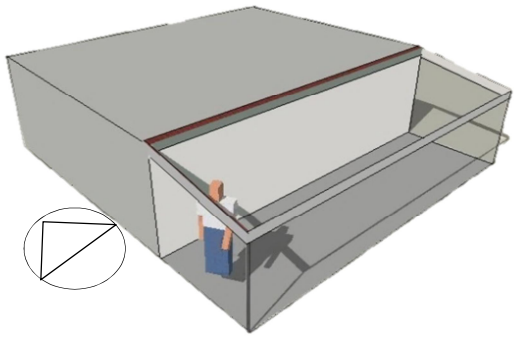
الف) جنس دیوار

جنس	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

جنس	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)
تهران (مهر آباد)	-3.6	38.7	35.68	51	1188.2
تبریز	-11.2	35.7	37.8	46	1365.5

4-1- بارهای حرارتی

بار گرمایشی سالانه ساختمان در حالتهای دارای فضای خورشیدی و بدون آن در هر دو اقلیم ذکرشده 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 توجیه 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 توجیه این اتفاق می‌توان چنین استدلال کرد که حضور فضای خورشیدی مانع برخورد بخشی از تابش‌های خورشیدی به دیوار ساختمان می‌شود. با در نظرگرفتن این نکته گرچه دمای فضای خورشیدی در هر دو اقلیم در تابستان به مقادیری 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

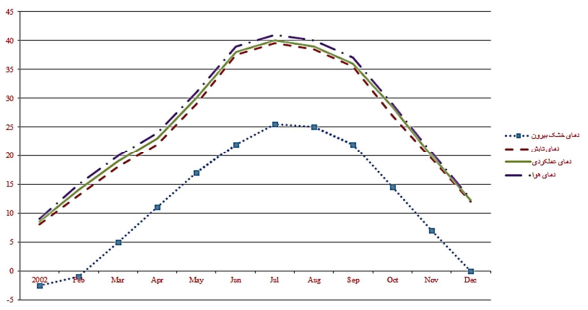
Table. 3 Heating load comparison and the effect of sunspace

	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

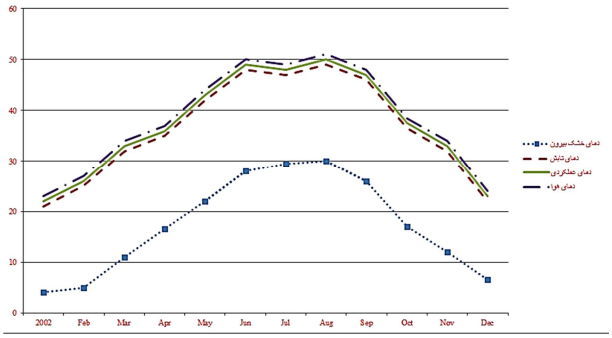


شکل 2 تغییرات سالانه دمای فضای خورشیدی در تبریز

Fig. 2 Annual variations of sunspace temperature in Tabriz.

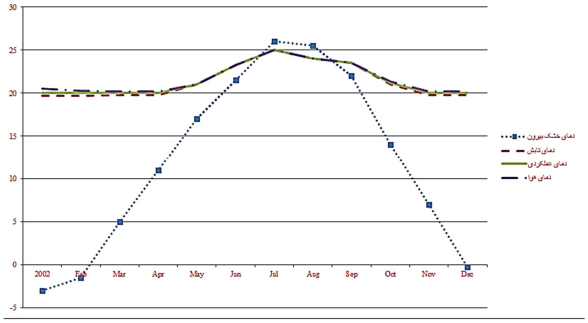
www.SID.ir

Archive of SID



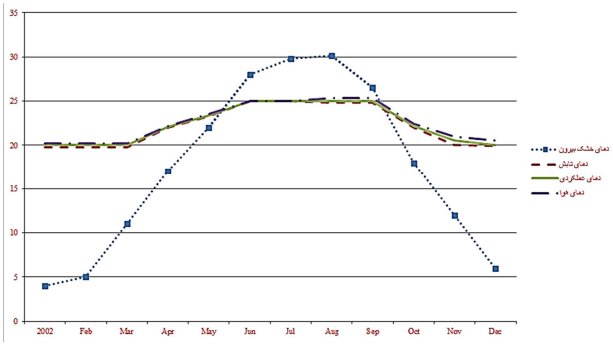
شکل 3 تغییرات سالانه دمای فضای خورشیدی در تهران

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 CO_2

همان‌طور که در جدول 5 دیده می‌شود مصرف انرژی ساختمان و در نتیجه آن تولید CO_2 کاهش می‌یابد. به‌دنبال کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی بترتیب مصرف برق و گاز کاهش می‌یابد.

جدول 5 مقایسه مصرف انرژی و تولید CO_2

Table 5 Energy consumption and CO_2 production comparison

	وضعیت	CO_2	برق	گاز
تبریز	بدون فضای خورشیدی	3.1397	2.112	9.6197
	با فضای خورشیدی	2.1196	2.95	1.5191
	درصد کاهش	4.14	1.15	2.16
تهران	بدون فضای خورشیدی	3.1045	2.367	3.3467
	با فضای خورشیدی	5.911	8.314	7.2963
	درصد کاهش	8.12	28.14	2.15

5- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق اینست که نشان دهد که استفاده از یک فضای خورشیدی با طراحی مناسب در ساختمان می‌تواند تاثیرات مثبتی بر عملکرد حرارتی ساختمان در تابستان و زمستان و در اقلیم‌های مختلف داشته باشد. برای این منظور یک ساختمان در اقلیم‌های تهران و تبریز با فضای خورشیدی و بدون آن طراحی و از لحاظ گرمایی تحلیل شد؛ و نتایج نشان دادند که به‌کارگیری یک فضای خورشیدی با دریچه‌ای که فقط ساعاتی از تابستان باز می‌شود می‌تواند هم بار سرمایشی و هم بار گرمایشی ساختمان را بهبود بخشد؛ بنابراین میزان مصرف انرژی ساختمان کاهش یافته و در نتیجه CO_2 کمتری در ساختمان تولید می‌شود. 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 اقلیم‌های سرد می‌باشد.

6- مراجع

[1] S.A. Kalogirou, *Solar Energy Engineering Processes and Systems*, Second Edittion, pp. 349-357, Waltham: Academic Press, 2014

[2] H. Sadeghi, M.K. Jamshidi, A. Rafatjah, An investigation of proper sunspace pattern for a residetial building in Tehran, *Proceedings of The 1st International Conference and exhibition on solar energy*, Tehran, Iran, May 19-20, 2014. (in Persian فارسی)

[3] M.J. Saghafi, T. Yazarlou, An investigation of the effect of sunspace on heating load reduction of winter occupated spaces of Yazd's traditional houses, *Proceedings of International Conference science and engineering*, Dubai, UAE, December 1st, 2015. (in Persian فارسی)

[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 فارسی)

[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.

www.SID.ir