مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، بهار۱۳۹۷، دوره ۹، شماره ۱، ص‌ص ۴۵-۵۰

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

بررسی تاثیر عایق کاری سقف و دیوار دو جداره در مصرف انرژی ساختمان اداری در شهر گرمسار با نرم‌افزار دیزاین بیلدر

مهدی شاه حسینی[۱]، هادی کارگر شریف آباد[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات انرژی و توسعه پایدار، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

۲- استادیار، مرکز تحقیقات انرژی و توسعه پایدار، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

* سمنان، صندوق پستی ۳۵۱۹۸۱۳۳۶۳، h.kargar@semnaniau.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۱۳ دی ۱۳۹۶

پذیرش: ۲۰ اسفند ۱۳۹۶

ارائه در سایت: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۷

کلیدواژگان

مدلسازی

بهینه‌سازی مصرف انرژی

نرم‌افزار دیزاین بیلدر

ساختمان اداری

چکیده

در جهان امروز امنیت ملی اکثر کشورها به دسترسی مطمئن انرژی وابسته بوده، بر این اساس کاربرد بهینه از آن مورد توجه بسیاری از دولتمردان و محققین بوده است. گسترش مصرف در بخش خانگی ـ تجاری و اتلاف انرژی در جامعه شهری از دلایل بارز رشد سریع شدت مصرف انرژی در اقتصاد ملی به شمار می‌رود. بهمین علت لازم است مصرف انرژی در بخش ساختمان مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله پس از شبیه سازی یک ساختمان اداری در شهر گرمسار با نرم افزار دیزاین بیلدر و اعتبار سنجی آن،، تاثیر پارامترهای عایق کاری سقف و دیوار دو جداره در مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد عایق کاری سقف و استفاده از دیوار دو جداره می تواند تاثیر بسزایی در مصرف انرژی ساختمان داشته باشد.

Investigation of the effect of roof insulation and double wall effect on the energy consumption of office building in Garmsar city with design-builder software

Mahdi Shahhoseiny[1], Hadi Karger Sharif Abad[2*]

1- Department of Mechanical Engineering, **Islamic Azad University**, Semnan, Iran.

2- Energy and Sustainable Development Research Center, Semnan Branch, **Islamic Azad University**, Semnan, Iran

* P.O.B. 3519813363 Semnan, Iran, h.kargar@semnaniau.ac.ir

Article Information

Original Research Paper

Received 3 January 2018

Accepted 11 March 2018

Available Online 5 May 2018

Keywords

Modeling

Optimization of energy

Design builder software

Office building

ABSTRACT

In today's world, the national security of most countries has depended on secure energy access, and therefore the optimum use of it has been the focus of attention of many statesmen and researchers. Expansion of consumption in the household sector and waste of energy in the urban community are among the obvious reasons for the rapid growth of energy consumption in the national economy. For this reason, energy consumption in the building sector needs to be considered. In this paper, after simulating an office building in Garmsar City with Design-Builder Software and validating it, the effect of the roof insulation and double wall parameters on the energy consumption has been investigated. The results show that the roof insulation and the use of a double wall can have a significant impact on building energy consumption.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

Mahdi Shahhoseiny, Hadi Karger Sharif Abad, Investigation of the effect of roof insulation and double wall effect on the energy consumption of office building in Garmsar city with design-builder software, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 9, No. 1, pp. 45-50, 2018 (In Persian)

۱- مقدمه

در جهان امروز امنیت ملی اکثر کشورها به دسترسی مطمئن انرژی وابسته بوده، بر این اساس کاربرد بهینه از آن مورد توجه بسیاری از دولتمردان و محققین بوده است. انرژی لازمه ادامه زندگی و تداوم روند مطلوب حیات اقتصادی، صنعتی، کشاورزی و خدماتی در جوامع می‌باشد و مقدار مصرف سرانه آن شاخصی برای تعیین پیشرفت و توسعه‌یافتگی کشورها می‌باشد. گسترش مصرف در بخش خانگی ـ تجاری و اتلاف انرژی در جامعه شهری، ناکارآئی حمل و نقل و توسعه صنایع از دلایل بارز رشد سریع شدت مصرف انرژی در اقتصاد ملی به شمار می‌رود. انرژی مصرفی در کشور با هزینه‌های بسیار زیادی تولید و عرضه شده و اتلاف آن علاوه بر خسارات مالی جبران‌ناپذیر، زیان‌های غیر قابل انکاری را بر محیط‌زیست وارد می‌نماید. مصرف انرژی بالاتر از حد استاندارد جهانی در کشور که از فرهنگ نادرست مصرف انرژی به دلیل وجود منابع فراوان انرژی و همچنین عدم نظارت صحیح بر مصرف آن صورت می‌گیرد، این انگیزه را به وجود می‌آورد که کلیه متصدیان امر پژوهش برای رهایی از این مشکل بزرگ و بسیار غیرمنطقی تلاش نمایند.

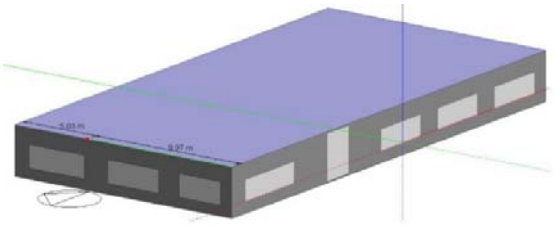
توسط محققین شبیه سازی مصرف انرژی با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر برای ساختمان آموزشی واقع در دانشگاه علم و صنعت تهران مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد با افزایش تعداد جداره های شیشه ها در پوسته خارجی ساختمان، بار حرارتی و برودتی ساختمان به میزان قابل قبولی کاهش خواهد یافت[۱]. شبیه‌سازی حرارتی توسط نرم‌افزار انرژی پلاس[1] و دیزاین بیلدر[2] نشان می‌دهد برای ساختمان‌های اداری در جاکارتا، با استفاده از شیشه‌های دوجداره در نمای ساختمان (دارای ضریب پایین تأثیر جذب گرمای خورشید و ارزش انتقال نوربالا) باعث کاهش ۴۳ درصدی مصرف انرژی سالانه گردیده است[۲]. تاثیرات نصب عایق حرارتی در جدار خارجی یک نمونه ساختمان اداری شبیه سازی شده در چهار اقلیم مختلف کشور ترکیه توسط اسکین و ترکمن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیقات نشان داد که با نصب یک ورق عایق حرارتی به ضخامت ۷۵ میلیمتر در پوسته خارجی ساختمان حداقل میزان صرفه جویی انرژی بین ۲۳ تا ۳۰ بوده است [۳]. مقایسه، تجزیه‌وتحلیل شبیه‌سازی عددی توسط نرم‌افزار فلوئنت[3]، برای حالت استفاده از آجر سوراخ‌دار مربع شکل و استفاده از آجر حاوی مواد تغییر فاز دهنده[4] در دیوارهای خارجی ساختمان‌های مسکونی الجزایر با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه نشان داد که استفاده از اجرهای حاوی مواد تغییر فاز دهنده منجر به کاهش شار گرما به میزان ۸۲/۱ درصد از محیط خارج به محیط داخلی گردیده است [۴]. در مطالعه دیگری نشان داده شده است با تغییر مصالح دیوار از بلوک‌های بتنی توخالی به فوم بتن توسط شبیه‌سازی نرم‌افزار انرژی پلاس، می‌تواند به میزان ۲۸ درصد در مصرف انرژی بهینه‌سازی نمود [۵]. در تحقیقی دیگر با نرم افزار دیزاین بیلدر نشان داده شده است که در حالت استفاده از عایق‌ها در دیوارهای خارجی، سقف و استفاده از پنجره‌های دوجداره در یک ساختمان اداری باعث کاهش انرژی مصرفی سالانه از ۷۲/۷۳۶مگاوات ساعت به ۵۲/۷۱ مگاوات ساعت شده است [۶].

بخش ساختمان در کشورمان به دلیل طراحی و ساخت نامناسب، مصالح و تجهیزات غیراستاندارد و مواد به‌کاررفته در ساختمان‌ها و انتخاب نامناسب پوشش ساختمان‌ها اعم از پنجره‌ها و سیستم عایق‌کاری، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی به میزان ۳۴ درصد در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی کشور است. ازاین‌رو ارائه کارهایی در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش دارای اهمیت بالایی می‌باشد.

۲- مدل سازی انرژی

۲-۱- معرفی ساختمان مورد مطالعه

در این قسمت مشخصات هندسی ساختمان موردنظر که در این تحقیق مدل‌سازی شده است، آورده شده است. موقعیت مکانی ساختمان مدل‌سازی شده در شهر گرمسار می‌باشد. پلان دو بعدی معماری ساختمان مدل‌سازی شده در شکل ۱ نشان داده‌شده است.



شکل ۱ پلان ساختمان مدل‌سازی شده

[1] energy plus Software
[2] Design Builder Software
[3] Feluent
[4] Phase Change Material

ساختمان مدل‌سازی شده، دارای یک طبقه و مساحت کل ۴۵۰ مترمربع که دارای پنجره تک جداره از چهار جهت ساختمان بوده و کد ارتفاعی ساختمان موردنظر هم‌تراز با محوطه و به ارتفاع ۳٫۵ متر می‌باشد.

حالت پایه مشخصات حرارتی اجزای ساختمان و همچنین حالت‌های دیگری که شامل سقف و جداره‌های ساختمان که در اکثر ساختمان‌های شهر گرمسار مورد استفاده قرار می‌گیرد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ مشخصات اجزای ساختمان با وضعیت موجود

موقعیت	مصالح	وزن مخصوص $\frac{kg}{m^3}$	ضریب هدایت حرارت $\frac{w}{mk}$	ضخامت m
پوسته خارجی	گرانیت	۲۳۰۰	۲٫۲	۰٫۰۲۵
	دوغاب سیمان	۲۱۰۰	۱٫۸	۰٫۰۵
	سفال ۱۵	۱۳۰۰	۰٫۴۶	۰٫۱۵
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱٫۱	۰٫۰۲
	گچ	۱۳۰۰	۰٫۵۷	۰٫۰۱
سقف	آسفالت	۲۱۰۰	۰٫۷	۰٫۰۵
	دوغاب سیمان	۲۱۰۰	۱٫۸	۰٫۰۳
	سفال ۱۵	۱۳۰۰	۰٫۴۶	۰٫۳۵
	گچ‌خاک	۱۶۰۰	۱٫۱	۰٫۰۲
	گچ	۱۳۰۰	۰٫۵۷	۰٫۰۱

۳- بررسی تاثیر راهکارهای مختلف

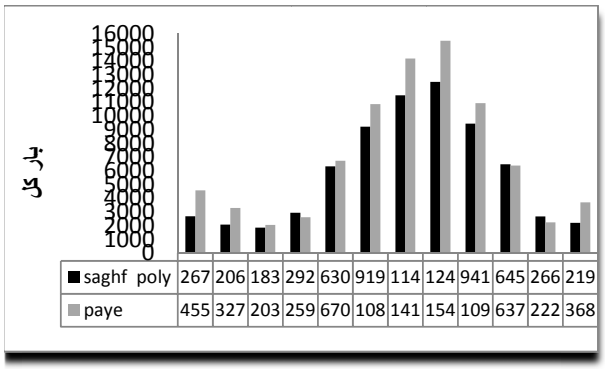
۳-۱- حالت مبنا

یکی از راهکارهای مهم بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان مدل‌سازی شده، بهبود ضریب انتقال حرارت دیوارها و سقف ها و پنجره هل بر اساس شرایط اقلیمی شهر گرمسار می‌باشد. در این بخش با بکار گیری انواع مصالح ارائه شده در جدول ۱ در ساختمان مدل‌سازی شده، به تحلیل بار سرمایش و گرمایش ساختمان پرداخته خواهد شد. همچنین مقایسه ضریب انتقال حرارت هر یک از مصالح استفاده شده بر روی دیوارهای خارجی ساختمان مدل‌سازی شده و ساختمان پایه مدل‌سازی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و تأثیر هریک از آن‌ها بر روی میزان بار سرمایشی و گرمایشی سالیانه و ماهیانه ساختمان مدل‌سازی شده نشان داده خواهد شد و در آخر بهینه‌ترین مصالح در ساختمان مدل‌سازی شده، ازلحاظ میزان مصرف انرژی ارائه خواهد شد.

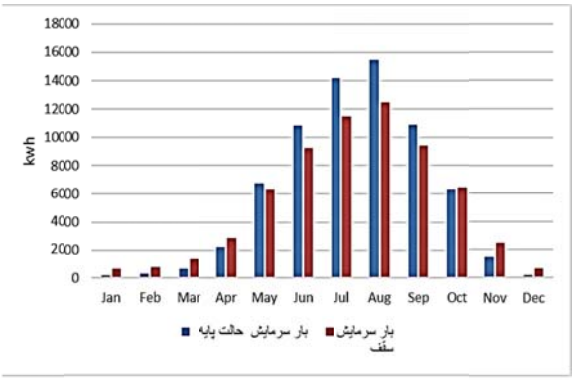
۳-۲- مقایسه مصرف بار سرمایش و گرمایش موردنیاز ساختمان مدل‌سازی شده در حالت‌های مختلف

۳-۲-۱- مقایسه ساختمان با سقف پلی استایرن با ساختمان پایه

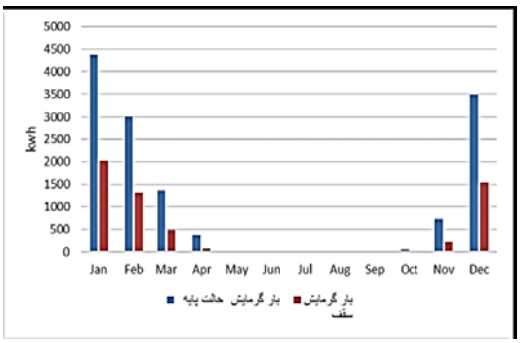
میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل‌سازی شده در حالت ضرایب انتقال حرارت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه به ترتیب به‌صورت ماهیانه و سالیانه در شکل‌های ۲ تا ۷ نشان داده شده است.



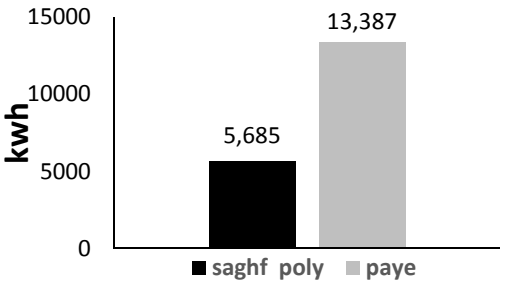
شکل ۲ بار سرمایش و گرمایش ماهیانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه



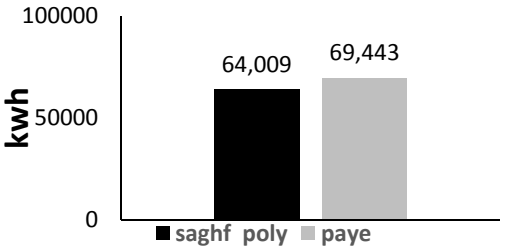
شکل ۳ بار سرمایش ماهانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه



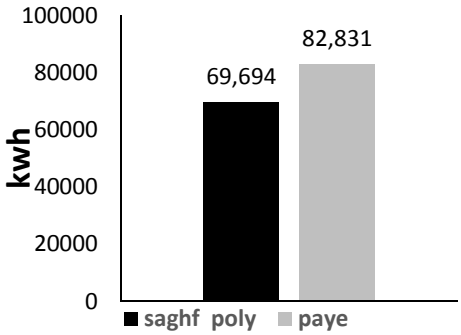
شکل ۴ بار گرمایش ماهانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه



شکل ۵ بار گرمایش سالیانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه



شکل ۶ بار سرمایش سالیانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه

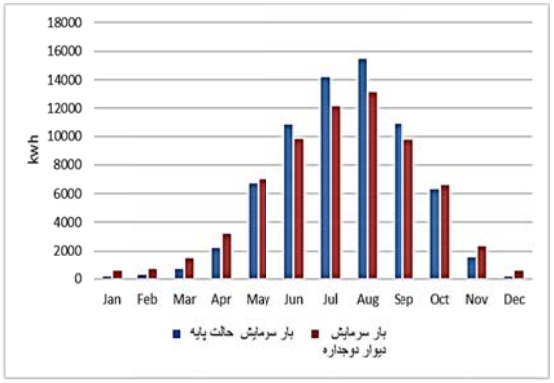


شکل ۷ مجموع بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت ساختمان با سقف پلی استایرن و ساختمان پایه

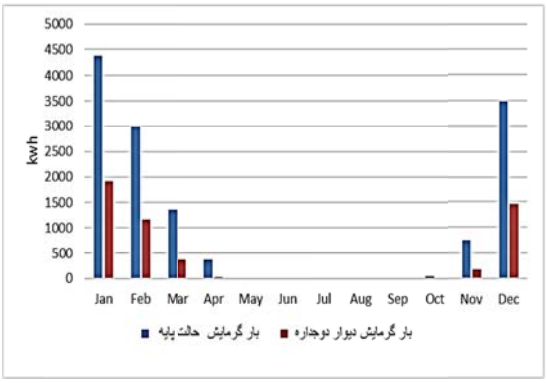
همان‌طور که در شکل ۲ الی ۷ مشاهده می‌شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت ساختمان با سقف پلی استایرن، منجر به کاهش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۷٫۸ و ۵۷٫۸ درصد نسبت به به ساختمان با استفاده از مصالح پایه شده است.

۳-۲-۲- مقایسه ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه

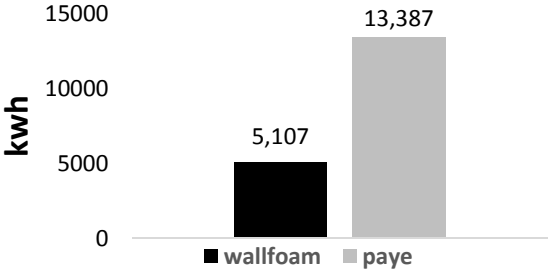
میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل‌سازی شده در حالت ضرایب انتقال حرارت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه به ترتیب به‌صورت ماهیانه و سالیانه در شکل های زیر نشان داده‌شده است.



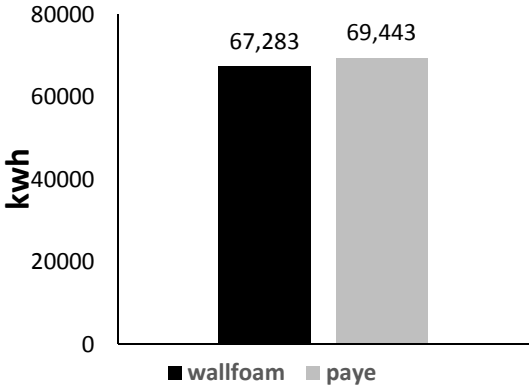
شکل ۸ بار سرمایش ماهیانه در حالت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه



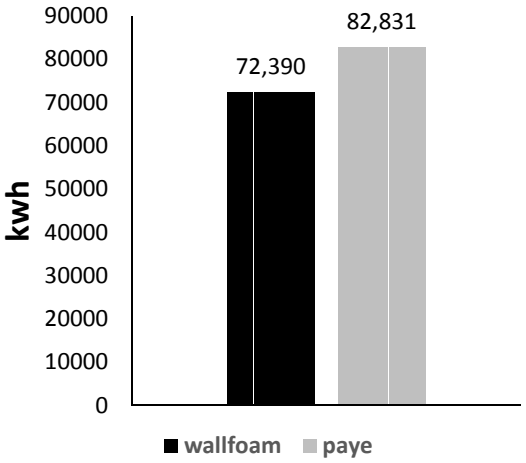
شکل ۹ بار گرمایش ماهیانه در حالت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه



شکل ۱۰ بار گرمایش سالیانه در حالت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه



شکل ۱۱ بار سرمایش سالیانه در حالت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه



شکل ۱۲ مجموع بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت ساختمان با دیوار دوجداره و ساختمان پایه

همان‌طور که در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ مشاهده می‌شود، ساختمان با دیوار دوجداره، طبق جزییات داده شده در جدول مربوطه در قسمت قبل، منجر به کاهش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان حدود ۳,۱ و ۶۲ درصد نسبت به ساختمان با استفاده از مصالح پایه شده است.

۴- جمع‌بندی نتایج

استفاده از مصالح نوین ساختمانی در دیوار و سقف و پنجره، در خصوص استفاده از مصالح با ضریب مقاومت حرارتی مناسب برای جداره‌های خارجی جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها، در ابتدا باعث افزایش هزینه اولیه ساختمان خواهد شد، ولی درنهایت منجر به بهینه‌سازی مصرف انرژی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌طور عمده‌ای خواهد گردید و بازگشت سرمایه اولیه را طی مدت کوتاهی به همراه خواهد داشت. در این تحقیق هر یک از مصالح استفاده‌شده و کاربردی که در ساختمان‌های شهر گرمسار مورداستفاده قرار می‌گیرد بر روی ساختمان مدل‌سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفت و تأثیر هریک از این مصالح بر روی میزان مصرف انرژی سالیانه و ماهیانه ساختمان مدل‌سازی شده نشان داده شد و در آخر بهینه‌ترین حالت ساختمان، ازلحاظ میزان مصرف انرژی ارائه گردید. با توجه به ساختمان مدل‌سازی شده در این تحقیق، گزیده‌ای از نتایج به‌دست‌آمده در زیر ارائه‌شده است:

- کاهش مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان حدود ۳,۱ و ۶۲ درصد در ساختمان با

دیوار دوجداره نسبت به ساختمان با استفاده از مصالح پایه

- کاهش مصرف انرژی سالیانه به میزان ۵۷,۸ درصد در فصل گرما و ۷,۸ درصد در فصل سرما، توسط استفاده از ۱۰ سانتی‌متر بلوک بلوک سفالی و ۵ سانتی متر پلی استایرن و ۱۰ سانتی متر بلوک سفالی در لایه خارجی در سقف در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت ساختمان با دیوار و سقف پایه

۵- مراجع

[1] M .Danesh; H. Snayyan, "'The impact of internal and external layer facade on energy consumption administrative and education builings',Environmental Science and Technology,16:9.1393." (In Persian)

[2] R. Andarini, The role of building thermal simulation for energy efficient building design, *Energy procedia,* Vol. 47, pp. 217-226, 2014.

[3] N. Eskin and H. Turkmen, "Analysis of annual heating and cooling energy requirements for office buildings in different climates in Turkey," Energy Build., vol. 40, no. 5, pp. 763–773, 2008.

[4] N. Hichem, S. Noureddine, S. Nadia, D. Djamila, Experimental and numerical study of a usual brick filled with PCM to improve the thermal inertia of buildings, *Energy Procedia,* Vol. 36, pp. 766-775, 2013.

[5] W. Rattanongphisat, W. Rordprapat, Strategy for energy efficient buildings in tropical climate, *Energy Procedia,* Vol. 52, pp. 10-17, 2014.

[6] D. B. Crawley, L. K. Lawrie, F. C. Winkelmann, W. F. Buhl, Y. J. Huang, C. O. Pedersen, R. K. Strand, R. J. Liesen, D. E. Fisher, M. J. Witte, EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program, *Energy and buildings,* Vol. 33, No. 4, pp. 319-331, 2001.