مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، زمستان ۱۳۹۶، دوره ۸، شماره ٤، ص‌ص ١٤-١٩

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

بررسی تاثیر تعویض پنجره با شیشه‌های دو جداره بجای تک جداره در ساختمان اداری در اقلیم سمنان به کمک نرم‌افزار دیزاین بیلدر

افشین فتحعلیان[1]، هادی کارگر شریف آباد[2*]

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: ۲۶ مهر ۱۳۹۶

پذیرش: ۲۸ آذر ۱۳۹۶

ارائه در سایت: ۲۰ دی ۱۳۹۶

کلیدواژگان

بهینه‌سازی مصرف انرژی

نرم‌افزار دیزاین بیلدر

ساختمان اداری

شیشه دو جداره

چکیده

علت اصلی اتلاف انرژی در بناهای کشور، علاوه بر طراحی نادرست در سبک شهر سازی بکارگیری مصالح نامناسب در اجزای مختلف ساختمان می‌باشد. در نتیجه می‌توان با اجرای برخی راهکارهای ساده از اتلاف مقدار قابل توجهی انرژی تجدید ناپذیر جلوگیری کرد. در این تحقیق، ، بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری واقع در اقلیم شهرستان سمنان با پیشنهاد جایگزینی پنجره با شیشه‌های دوجداره کم‌گسیل در جدار خارجی بجای پنجره تک جداره با وضعیت موجود توسط نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده حاکی از صرفه جویی انرژی سالیانه بمیزان ۱۲درصد در بار سرمایشی، ۲ درصد در بار گرمایشی و ۱۱ درصد در بار کلی ساختمان نمونه بوده است.

Investigating the effect of replacing a double glass window with single window in an office building in the Semnan climate with Designbuilder software

Afshin Fathalian[1], Hadi Karger Sharif Abad[2*]

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

2- Department of Mechanical Engineering, Semnan Branch, **Islamic Azad University**, Semnan, Iran

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

Article Information

Original Research Paper

Received 18 October 2017

Accepted 19 December 2017

Available Online 1 January 2018

Keywords

Optimization of energy

Design builder software

Office building

Double glazing

ABSTRACT

The main cause of the energy dissipation in buildings in the country, in addition to design style of employment in the town of Bad materials in different parts of the building. It can be simple solutions to the implementation of some of the loss of a significant amount of renewable energy. In this study , optimize energy consumption in an administrative building in Semnan province climate in a bid to replace the window glass - with the designated low dispatch in foreign wall instead of single - walled window with the situation by simulator design builder software was investigated. Results of energy - saving by 12 percent annually in the coolant load, 2 percent in heating load and 11 percent of the total sample building in loads.

Please cite this article using:

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Afshin Fathalian, Hadi Karger Sharif Abad, Investigating the effect of replacing a double glass window with single window in an office building in the Semnan climate with Designbuilder software, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 8, No. 4, pp. 14-19, 2018 (In Persian)

۱- مقدمه

در کشور ما اتلاف انرژی بطور قابل ملاحظه ای بالاتر از استانداردهای جهانی می‌باشد. مهمترین دلیل مصرف بالای انرژی، وضعیت نامطلوب در بخش ساختمان بوده است. پنجره به‌عنوان جدار خارجی نور گذر، تاثیر قابل توجهی بر میزان مصرف انرژی و آسایش حرارتی در هر ساختمان داراست. در فصول سرد سال حدود یک سوم تلفات حرارتی از طریق پنجره‌ها صورت می‌گیرد. همچنین در فصول گرم سال جذب حرارت دریافتی از نور خورشید، نقش قابل ملاحظه‌ای در بار سرمایشی ساختمان دارد. اثرات حرارتی جدارهای نور گذر در ساختمان به مشخصات و جهت پنجره‌ها، وضعیت تابش خورشید و شرایط آب و هوایی بستگی دارد[1]. لازم به ذکر است که انرژی تابشی خورشید و زاویه برخورد آن با سطوح ساختمان در زمان‌های مختلف سال متفاوت می‌باشد. در سالهای اخیر از برنامه‌های شبیه‌سازی با قابلیت‌های مختلف برای ارزیابی و مقایسه عملکرد سیستم‌های ساختمانی استفاده شده است[2].

با استفاده از شبیه سازی انرژی در فرایند طراحی، امکان ارزیابی تمامی گزینه ها و تصمیمات مختلف طراحی به روش-های نسبتا یکپارچه امکان پذیر است. بکارگیری نرم‌افزارهای شبیه ساز قبل از احداث ساختمان و یا ایجاد تغییرات در آن بعد از ساخت، بهینه ترین روش تحلیل و بررسی بوده است[3]. از این میان، نرم افزار با نام تجاری دیزاین بیلدر[1] یکی از جامع‌ترین برنامه‌های شبیه‌ساز انرژی در ساختمان می‌باشد.

۱-۲- اشاره به مراجع

مطالعات صورت گرفته توسط بیدختی و کامیابی در مناطق کویری دارای اقلیم گرم و خشک همچون شهر سمنان مشخص نمود که فضای داخلی ساختمان با افزایش ابعاد پنجر ها ، علی رقم تامین نور مناسب بدلیل جذب حرارت بیشتر از نور خورشید، گرمتر خواهد شد. بنابراین اندازه پنجره ها می‌بایست در حدی انتخاب شود که در مجموع میزان حرارت مبادله شده بین فضای داخلی و خارجی ساختمان بهینه گردد[4]. شبیه سازی انرژی توسط اسکین و ترکمن در یک نمونه ساختمان اداری با شرایط اقلیمی متفاوت در شهرهای مختلف کشور ترکیه مورد بررسی قرار گرفت. مشخص گردید درصورت جایگزینی پنجره آلومنیمی معمولی با شیشه دوجداره شفاف به جای شیشه تک جداره شفاف با پنجره ای به‌همان جنس، بین ۱۳ تا ۱۶ درصد در میزان مصرف انرژی صرفه جویی صورت گرفته است[5]. اثرات کاربرد پنجره های پیشرفته با شیشه سه جداره در مقایسه با نوع دو جداره موجود در ساختمان اداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز با استفاده از نرم افزار شبیه ساز انرژی پلاس توسط ابراهیم‌پور و کریم‌وند مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه تحلیل نشان می‌دهد که در فصول سرد سال حدود ۴ درصد و فصول گرم سال حدود ۳ درصد مصرف انرژی را کاهش یافته است[6]. عاصم ومومن یک نمونه ساختمان اداری واقع در کشور کویت را با استفاده از نرم افزارشبیه ساز انرژی پلاس از نظر نوع شیشه بکار رفته مورد مطالعه قرار دادند. بکار بردن شیشه های کم گسیل انعکاسی به‌دلیل کاهش جذب حرارت خورشید و نوردهی مناسب فضای داخلی، سالیانه حدود ۴۰ درصد کاهش بار روشنایی ساختمان را به‌همراه داشته است[7]. تأثیرات پنجره با شیشه‌های دو جداره کم گسیل در یک ساختمان مسکونی در اقلیم تهران مورد ازریابی قرارد گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از این نوع پنجره در مقایسه با نوع تک جداره به‌میزان ۱۲ درصد کاهش مصرف انرژی سالیانه را به‌دنبال داشته است. همچنین میزان رضایت-مندی افراد با در نظر گرفتن موقعیت مکانی و شرایط اقلیمی کلان شهر تهران، از ۴۰ درصد تا بیش از نود درصد افزایش یافته است[8]. کرالا و دوستان به تجزیه و تحلیل پل حرارتی و تاثیر آن در یک هتل شبیه سازی شده با کمک نرم افزار دیزاین بیلدر در هشت منطقه با شرایط آب و هوایی متفاوت در کشور برزیل پرداختند. ارزیابی صورت گرفته نشان داد که با در نظر گرفتن حدود ۴۰ درصد نسبت فضای اشغال شده توسط پنجره با دیوار حامل آن، علاوه بر کاهش بارکل ساختمان به میزان ۱۰ درصد، استفاده حداکثری از انرژی روزانه نور خورشید را به همراه خواهد داشت. در صورتیکه اگر از نسبت ۶۰ درصد سطح اشغال پنجره را داشته باشیم، نتیجه افزایش مصرف انرژی خواهد بود[9].

۲- مراحل بهینه سازی انرژی

۲-۱- معرفی نرم افزارهای اصلی و جانبی

دیزاین بیلدر، برنامه جامع شبیه‌سازی انرژی در ساختمان نمونه بوده است. موتور شبیه سازی این نرم‌افزار انرژی پلاس است که توسط انجمن انرژی آمریکا[2] در سال ۲۰۱۱ میلادی توسعه یافته و به عنوان یکی از معتبرترین نرم‌افزارهای شبیه سازی انرژی،

[1] Design Builder Software

[2] American Energy Association

معرفی شده است[10]. این نرم افزار برای شبیه سازی ساختمان از جنبه‌های مختلف مثل فیزیک ساختمان (مصالح ساختمانی)، معماری ساختمان، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و غیره کاربرد داشته و قابلیت تجزیه و تحلیل همه جنبه‌های ساختمان را دارد. لازم به ذکر است که نتایج شبیه سازی‌ها برای کل سال، برای ماه‌های مختلف و نیز بصورت روزانه و ساعتی و برای کل ساختمان، طبقات مختلف و نیز تک-تک فضاهای ساختمان قابل استخراج می‌باشد، و در نهایت امکان استخراج نتایج بصورت نمودار و یا پوشه های اکسل که می‌تواند برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

در این تحقیق از متونرم[1] به‌عنوان نرم افزار جانبی جهت دریافت اطلاعات آب و هوایی شهرهای مختلف با اقلیم های متفاوت، طی یک بازه‌ی بیست ساله استفاده شده است[11]. این نرم افزار جامع جهت مشخص کردن شرایط اقلیمی یک منطقه ، از موءلفه هایی نظیر، میزان تابش خورشید، دمای هوا، رطوبت نسبی، ارتفاع از سطح دریا، فشار هوا، سرعت و جهت باد و غیره برخوردار می‌باشد. فایل اقلیمی مورد قبول در نرم افزار دیزاین بیلدر با پسوند ای پی دبلیو بوده و داده های دیگر کاربردی ندارد[12].

۲-۲- مشخصات ساختمان نمونه با وضعیت موجود

در این تحقیق یک ساختمان اداری واقع در شهر سمنان انتخاب شده است. این ساختمان از نظر هندسی دارای سه طبقه تقریبا هم‌شکل ولیکن با فضاهای داخلی متفاوت می باشد(شکل ۱). مساحت کف هر طبقه در حدود ۲۴۰ متر مربع بوده و با استفاده از نقشه های ساختمانی، در نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی شده است. نمای شبیه‌سازی شده انرژی در هر طبقه ساختمان، با توجه به کاربرد هر یک از نواحی، بصورت مجزا ترسیم شده و در نهایت طبقات روی هم قرار گرفته و شکل کلی ساختمان ایجاد می‌گردد. مشخصات اجزای خارجی و داخلی ساختمان مورد تحقیق در جدول۱ آمده است.

شکل ۱ نمای ساختمان مورد تحقیق

جدول ۱ مشخصات اجزای ساختمان با وضعیت موجود

جنس لایه	دانسیته	ضریب هدایت	ضخامت
از داخل به خارج	کیلوگرم برمترمکعب	وات برمترکلوین	سانتیمتر
دیوار خارجی			
نازک‌کاری	۱۳۰۰	۰/۶	۳
آجر فشاری	۱۹۰۰	۱	۳۰
ملات سیمان	۱۸۶۰	۰/۷۲	۵
سنگ مرمریت	۲۵۰۰	۲	۲
بام ساختمان			
نازک‌کاری	۱۳۰۰	۰/۶	۲
آجرسفال	۱۹۰۰	۱	۱۰
نخاله پودری	۸۸۰	۱/۴۴	۱۰
ملات سیمان شن و ماسه آسفالت	۱۸۶۰ ۱۹۵۰ ۲۳۳۰	۰/۷۲ ۲ ۱/۱۵	۵ ۳ ۴
کف زمین			
سرامیک ملات سیمان سنگ لاشه	۱۹۲۰ ۱۸۶۰ ۲۲۰۰	۱/۸۰ ۰/۷۲ ۱/۸۳	۱ ۴ ۳۰
درب خارجی			
درب شیشه‌ای درب‌آلومنیمی درب آهنی	۱۴۰ ۲۸۰۰ ۷۹۰۰	۰/۰۵ ۱۶۰ ۷۲	۰/۶ ۴ ۳
جدار نور گذر			
پنجره آلومنیمی	۲۸۰۰	۱۶۰	۳
دیوار جداکننده			
نازک‌کاری آجرسفال نازک‌کاری	۱۳۰۰ ۱۹۰۰ ۱۳۰۰	۰/۶۰ ۱ ۰/۶۰	۳ ۱۰ ۳
جدار بین طبقات			

[1] Meteonorm Software

نازک‌کاری	۱۳۰۰	۰/۶۰	۲
آجرسفال	۱۹۰۰	۱	۱۰
نخاله پودری	۸۸۰	۱/۴۴	۱۰
ملات سیمان	۱۸۶۰	۰/۷۲	۵
موزائیک	۲۱۵۰	۲/۹۰	۳

مشخصات پنجره‌های خارجی ساختمان دارای چهار چوب آلومینیم با شیشه های تک جداره در جدول۲ بیان شده است.

جدول ۲ مشخصات پنجره با شیشه تک جداره شفاف

مشخصه پنجره	مقدار
ضریب عبور نور خورشید در تابش عمود	۰/۷۸
ضریب انعکاس نور در تابش عمودی رو به تابش	۰/۰۷
ضریب انعکاس نور در تابش عمودی پشت به تابش	۰/۰۷
ضریب عبور نور مرئی در تابش عمود	۰/۸۸
ضریب عبور نور مرئی در تابش عمود رو به تابش	۰/۰۸
ضریب عبور نور مرئی در تابش عمود پشت به تابش	۰/۰۸
ضریب عبور فروسرخ در تابش مستقیم	۰
ضریب گسیل نیم‌کروی فرو سرخ رو به تابش	۰/۸۴
ضریب گسیل نیم‌کروی فرو سرخ پشت به تابش	۰/۸۴

۲-۳- انواع فعالیت براساس برنامه زمانبندی ساختمان نمونه

فضاهای موجود در این شبیه سازی شامل قسمت‌های اتاق‌کار اداری، آبدارخانه، نگهبانی، پست امداد، راهرو، بایگانی، سرویس بهداشتی و نمازخانه می‌باشد. در یک ساختمان با کاربری اداری متناسب با نوع فعالیتی که در هر قسمت وجود دارد، یک برنامه زمان‌بندی مخصوص به خود بکار رفته است. ساختمان نمونه بطور معمول از روز شنبه تا چهارشنبه هر هفته و از ساعت ۷ صبح الی ۱۶ عصر دارای فعالیت مستمر می‌باشد. در فضای با کاربری اداری به ازای هر مترمربع از کف اتاق ۰/۱۱ فرد به عنوان بیشترین تعداد حاضر در ساختمان، تعیین گردیده است. درصد حضور این افراد شامل کارمندان و مراجعه کنندگان به‌صورت ساعتی در یک روز غیر تعطیل ثابت و طبق جدول ۳ فرض شده است.

ساختمان اداری مورد مطالعه از بخاری دودکش‌دار گازسوز با بازده ۵۰ درصد به عنوان سیستم گرمایشی، آبگرمکن گازسوز با بازده ۵۰ درصد بعنوان سیستم آب گرم مصرفی و از اسپلیت با ضریب عملکرد ۲/۸۸ به‌عنوان سیستم سرمایشی استفاده می‌نماید. ساختمان شبیه‌سازی شده با وضعیت موجود، دارای سایبان‌های داخلی از نوع پرده کرکره ای افقی با ۵۰ درصد بازشو بوده است. کاربری بهینه از سایبان‌های داخلی سبب کاهش مصرف انرژی در فصول گرم سال شده است. بدین ترتیب که ازجذب حرارت اضافی ناشی از تابش نور خورشید در فصول گرم سال جلوگیری بعمل آورده است. در نتیجه باعث کاهش بار سرمایشی ساختمان شده است.

جدول ۳ درصد حضور افراد بصورت ساعتی در یک‌روز غیر تعطیل

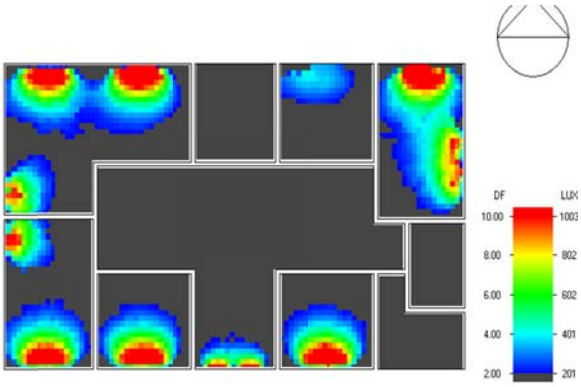
بازه ساعتی	درصد حضور افراد
۲۴ تا ۷	۰
۷ تا ۸	۲۵
۸ تا ۹	۵۰
۹ تا ۱۴	۷۵
۱۴ تا ۱۶	۱۰۰
۱۶ تا ۲۴	۵

۲-۴- کاربرد پنجره با شیشه‌های دو جداره

یکی از روشهای منطقی و کم هزینه جهت بهینه سازی مصرف انرژی در نمونه‌های ساخته شده ، بکارگیری پنجره با شیشه‌های دوجداره[1] کم گسیل در جدار خارجی ساختمان بوده است. در ساختمان مورد مطالعه بجای شیشه‌های تک جداره شفاف با ضخامت ۳ میلی متر از شیشه‌های دو جداره کم گسیل با همان ضخامت بکار رفته است. ولیکن فضای بین دو شیشه دارای گاز بی اثر آرگون می‌باشد. یکی از خاصیت های این گاز خنثی، ضریب انتقال حرارت بسیار پایین آن بوده است. همچنین بجای پنجره با فریم از جنس آلومنیم معمولی از فریم یو پی وی سی استفاده شده است. در شکل ۲ میزان روشنایی عبوری از جدار نور گذر طبقه همکف ساختمان شبیه‌سازی شده در ساعت سه

[1] Double glazing clear

عصر یک روز گرم تابستان بر حسب لوکس نشان داده شده است.

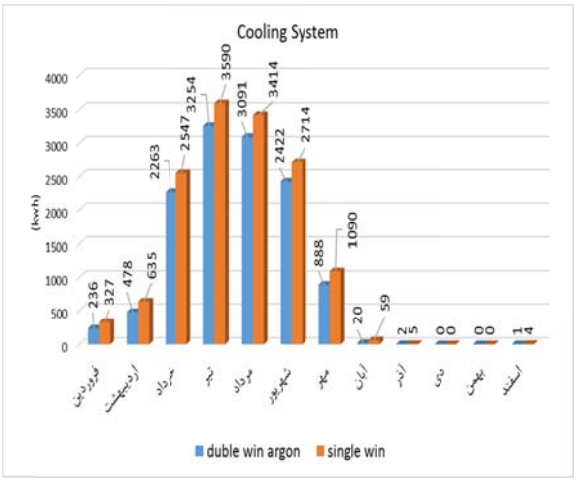


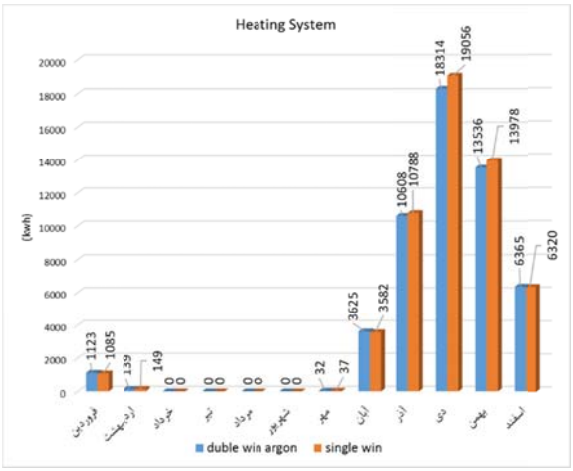
شکل ۲ روشنایی عبوری از جدار نور گذر با وضعیت موجود

۳- بررسی نتایج حاصل از بهینه‌سازی با وضعیت موجود

۳-۱- مقایسه بار گرمایشی و سرمایشی سالیانه

نتایج حاصل از جایگزینی پنجره با فریم از جنس یو پی وی سی با شیشه‌های دوجداره کم گسیل شفاف دارای گاز پرکننده آرگون بجای پنجره تک جداره موجود از جنس آلومنیوم در شکل ۳ مقایسه گردیده است. پیشنهاد ارائه شده حاکی از صرفه جویی سالیانه بمیزان ۱۲درصد در بار سرمایشی، ۲درصد در بار گرمایشی نمونه شبیه‌سازی شده است.

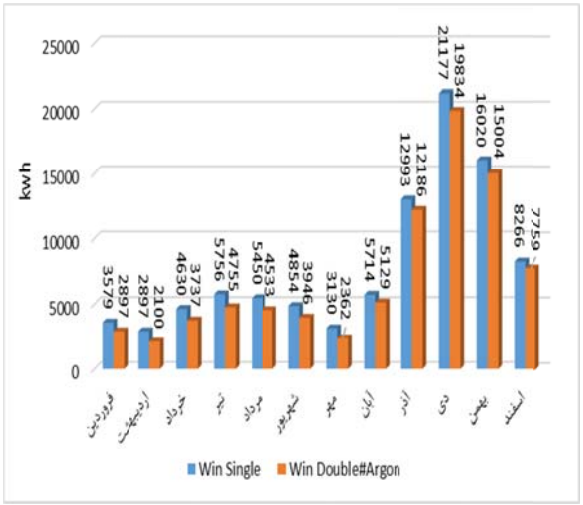




شکل ۳ مقایسه بار سرمایشی و گرمایشی حالت بهینه با وضع موجود

۳-۲- مقایسه بار کلی سالیانه ساختمان نمونه

در شکل ۴ نمودار مصرف انرژی کلی سالیانه ساختمان نمونه با وضعیت موجود با حالت پیشنهادی جایگزینی پنجره دوجداره با بازده بالای انرژی بجای نوع تک جداره کم بازده مقایسه گردیده است. نتایج حاکی از صرفه جویی سالیانه بمیزان۱۱ درصد در بار کل انرژی ساختمان نمونه بوده است.



شکل ۴ مقایسه بار کلی سالیانه حالت بهینه شده با وضعیت موجود

۴- جمع‌بندی نتایج

در این تحقیق، بهینه‌سازی مصرف انرژی در یک ساختمان اداری واقع در اقلیم شهرستان سمنان با پیشنهاد جایگزینی پنجره با شیشه‌های دوجداره کم‌گسیل در جدار خارجی بجای پنجره تک جداره با وضعیت موجود توسط نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده حاکی از صرفه جویی

انرژی سالیانه بمیزان ۱۲درصد در بار سرمایشی، ۲ درصد در بار گرمایشی و ۱۱ درصد در بار کلی ساختمان نمونه بوده است.

۵- مراجع

[1] G. G. Ballocco, M. A.Forastriere and G.C.Righini, "'Exprimental result of transparent, reflective and absorbing properties of some buillding material', Energy and Building; *Vol. 32, 2000, pp. 315-321."*

[2] J. Michael; Witte; H. Robert; Henninger, "'Testing and validation of new building energy simulation program', Seventh International IBPSA Conference Rio de Janeiro, Brazil, August *13-15, 2001."*

[3] J. Michael;H. Robert, "Testing and Validation of New Building Energy Simulation Program, Energy and Buildings, *Vol. 33,* No. 4, 2001, *pp. 319-331."*

[4] A. Beydokhti; S. Kamyabi, "'Evaluation of Thermal Comrort of Semnan.' In National Development Conference stable in science geography,architecture and urban planning,15."

[5N. 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.

[6] A. Ebrahimpour;Y. karimvand, "Improving energy efficiency suitable methods in a university building in tabriz,Journal of Mechanical Engineering Modares,*1391:104."*

[7] E. O. Assem and A. A. Al-Mumin, "Code compliance of fully glazed tall office buildings in hot climate," *Energy Build.*, vol. 42, no. 7, pp. 1100–1105, 2010.

[8] D. Farzin; S. Moslehi; M. Marefat; A. Azimi;, "Effect of glass windows of residential buildings thermal comfort and reduce energy consumption for heating and cooling."Inthird International Conference of Heating , Refrigerating and Air-Conditioning,5."

[9] Cunha; E .Grala; B. E. Gioielli, "Analysis of Thermal Bridge Impact in Hotel building for the Eight Brazilian Bioclimatic Zones,Journal of Civil Engineering and Architecture *9.393-400.2015."*

[10] "Software, Energyplus.2011.'Energyplus Engineering Document help. 'in The US Department of Energy." .

[11] A. Ebrahimpour; M. Maerefat;, "'A method for generation of typical meteorological year', Energy Conversion and Management, *Vol.51,* No.3, *pp. 410-417, 2010*."

[12] *Meteonorm handbook theory part 1, 2, the Swiss federal office of energy, 2003.* .