



تأثیر مقدار ضرایب هدایت حرارتی مصالح ساختمانی طبق مراجع مختلف در بار حرارتی و انتشار گاز دی اکسید کربن ساختمان

سید اسماعیل ساداتی^۱، نادر رهبر^{۲*}، هادی کارگر شریف آباد^{۲*}، عبدالله خالصی دوست^۲

۱- دانشجوی دکتری مکانیک، 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، rahbar@semnaniau.ac.ir

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>صرفه جویی در انرژی یکی از چالش های امروز است. در سال های اخیر، نگرانی های روزافزون در مورد تأثیرات زیست محیطی مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین اهمیت این موضوع را دو چندان کرده است. در این میان، مصرف انرژی در بخش ساختمان به حدی بالاست که صرفه جویی هر چند ناچیز در این بخش، تأثیر قابل توجهی بر میزان بهره برداری از منابع تجدید ناپذیر خواهد داشت. اندازه گیری میزان دقیق ضریب هدایت حرارتی نقش مهمی در تعیین محاسبات بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان ها با توجه به اقلیم های مختلف دارد. با توجه به گستردگی پارامترهای دخیل در مصرف انرژی، بدون در نظر گرفتن ابزارهای شبیه سازی نمی توان تصمیم گیری درستی در ارتباط با طراحی اجزاء ساختمان داشت. در این تحقیق، میزان مصرف انرژی سالیانه یک ساختمان اداری واقع در اقلیم شهر یزد با استفاده از ضریب هدایت حرارتی آرایه شده در محبت ۱۹ مقررات ملی ساختمان، تکنولوژی ترموالکتریک و کاتالوگ های کارخانه توسط نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی و مقایسه شده است.</p>	<p>مقاله پژوهشی کامل دریافت: ۱۵ تیر ۱۳۹۹ پذیرش: ۲۵ آبان ۱۳۹۹ ارائه در سایت: ۲۵ آبان ۱۳۹۹</p>
	<p>کلیدواژگان ضریب هدایت حرارتی بار سرمایشی و گرمایشی تکنولوژی ترموالکتریک محبت ۱۹ مقررات ملی ساختمان</p>

The effect of the thermal conductivity coefficients of building materials according to different sources on the thermal load and carbon dioxide emissions of the building

Syed Esmaeil Sadati¹, Nader Rahbar^{2*}, Hadi Karger Sharif Abad², Abdollah Khalesi Doost²

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. 123456789 Semnan, Iran, h.kargar@semnaniau.ac.ir، rahbar@semnaniau.ac.ir

Article Information

Original Research Paper
Received 5 July 2020
Accepted 15 November 2020
Available Online 15
November 2020

Keywords

Thermal conductivity coefficient
Cooling and heating load
Thermoelectric technology
Section 19 of the National

ABSTRACT

Energy saving is one of the challenges of today. In recent years, growing concerns about the environmental impacts of energy consumption and global warming has doubled the importance of this issue. Meanwhile energy consumption in construction sector is so high that saving even as little as possible in this section will have significant effect on efficiency rate of no renewable sources. Accurate measurement of thermal conductivity has an important role in determining the calculations of cooling and heating loads of buildings according to different climates. Considering multiple relevant parameters in energy consumption with no application of simulating tools cannot permit reasonable decisions on designing building parts. In this research, the annual energy consumption of an office building located in the

Please cite this article using:

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Syed Esmaeil Sadati, Nader Rahbar, Hadi Karger Sharif Abad, Abdollah Khalesi Doost, The effect of the thermal conductivity coefficients of building materials according to different sources on the thermal load and carbon dioxide emissions of the building, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 11, No. 3, pp. 35-43, 2020 (In Persian)

Building Regulations

climate of Yazd city has been simulated and compared by Design Builder software using the thermal conductivity coefficient presented in topic 19 of the National Building Regulations, Thermoelectric Technology and Factory Catalogs.

۱- مقدمه

مصرف انرژی پیامدهای عمیقی برای حوزه های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کشورها دارد. استفاده کنترل نشده از منابع طبیعی و ذخایر انرژی، تا به حال منجر به تخریب محیط زیست شده که کل زندگی بشر را در معرض خطر قرار داده است. از این رو ذخیره سازی انرژی اهمیت بسیار بالای خود را نشان می دهد. اتلاف انرژی یک خطر محیط زیستی را معرفی کرده است که توجه جهان را به پایداری جلب می کند. در واقع، درصد بالایی از اتلاف انرژی مربوط به ساختمان ها می باشد [۱]. صرفه جویی در انرژی یکی از چالش های امروز است. در سال های اخیر، نگرانی های روزافزون در مورد تأثیرات زیست محیطی مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین اهمیت این موضوع را دو چندان کرده است [۲]. در سال ۲۰۱۲، تقریباً ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی کشور آمریکا شامل ساختمان های تجاری و مسکونی می شود. همچنین در اتحادیه اروپا نیز ساختمان ها مسئول ۴۰ درصد مصرف انرژی نهایی و ۳۶ درصد انتشار دی اکسید کربن می باشند [۳، ۴]. عایق بندی یک عامل مهم در کمک به ثابت نگه داشتن دمای داخلی و کاهش انرژی مورد نیاز برای عادت به سرمایش و گرمایش می باشد. مواد عایق، انتقال حرارت را در اجزای پوشش ساختمان کاهش می دهد، که نه تنها از عوامل کاهش اندازه سیستم تهویه مطبوع است بلکه همواره باعث کاهش هزینه های انرژی می گردد [۵]. تاکنون به دلیل اهمیت عمر ساختمان ها و بالا بودن هزینه نوسازی کامل آن ها عمده تمرکز روی افزایش بازده انرژی در ساختمان های نو بوده است. رشد سریع ساختمان های نو در کشورهای در حال توسعه بخشی از این چالش است، اما نرخ پایین جایگزینی ساختمان های ناکارآمد در کشورهای توسعه یافته به معنی ناکافی بودن ساخت ساختمان های جدید، کم مصرف یا انرژی صفر به عنوان تنها راه حل می باشد. در اروپا، سالانه حدود یک درصد از ساختمان ها نوسازی شده و تنها ۰/۴ - ۱/۲ درصد (در اتحادیه اروپا) از آن ها بازسازی گردیده است [۶]. کرایلی^۱ و همکاران [۷] در تحقیقی با نرم افزار دیزاین بیلدر، نشان دادند که در حالت استفاده از عایق ها در دیوارهای خارجی، سقف و

استفاده از پنجره های دوجداره در یک ساختمان اداری باعث کاهش انرژی مصرفی سالانه از ۷۲/۷۳۶ مگاوات ساعت به ۵۲/۷۱ مگاوات ساعت شده است. تا به امروز تحقیقات فراوانی در زمینه ی کاهش مصرف انرژی صورت گرفته است. مقایسه بین آجر سوراخ دار مربع شکل و استفاده از آجر حاوی مواد تغییر فاز دهنده در دیوارهای خارجی ساختمان های مسکونی الجزایر با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه نشان داد که استفاده از اجزای حاوی مواد تغییر فاز دهنده منجر به کاهش شار گرما به میزان ۸۲،۱ درصد از محیط خارج به محیط داخلی گردیده است [۸]. تأثیرات نصب عایق حرارتی در جدار خارجی یک نمونه ساختمان اداری شبیه سازی شده در چهار اقلیم مختلف کشور ترکیه توسط اسکین و ترکمن^۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیقات نشان داد که با نصب یک ورق عایق حرارتی به ضخامت ۷۵ میلی متر در پوسته خارجی ساختمان حداقل میزان صرفه جویی انرژی بین ۲۳ تا ۳۰ درصد بوده است. همچنین انتخاب رنگ های روشن در پوسته خارجی ساختمان نمونه، در مناطق سردسیر کشور ترکیه در حدود ۴ درصد و نواحی گرمسیر حداقل ۱۰ درصد صرفه جویی انرژی را به همراه داشته است [۹]. کالوگیرو^۳ و همکاران [۱۰] در تحقیقی در قبرس بر روی تأثیر جرم حرارتی و عایق حرارتی بر روی بار سرمایی و گرمایی با شبیه سازی انرژی برای یک مدل ساختمانی با یک دیوار حرارتی (دارای جرم حرارتی سنگین) و سقف دارای عایق پلی استایرن، با هدف بررسی اثر استفاده از جرم حرارتی در دیوارها و همچنین عایق حرارتی در روی سقف بر روی بارهای سرمایی و گرمایی، پی بردند که به کارگیری دیوار با جرم حرارتی سنگین باعث کاهش بار گرمایشی شده و برای دیوارهای نمای جنوبی ساختمان ها استفاده از جرم حرارتی سنگین و همچنین برای سقف نیز به کار بردن عایق پیشنهاد کردند.

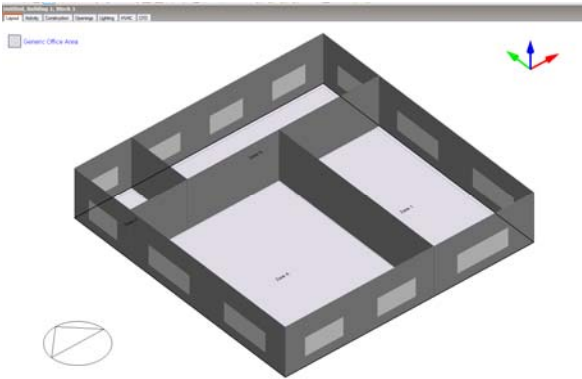
تولید محصولات ساختمانی بخصوص عایق ها دارای فرایند های مختلفی می باشند که می تواند علاوه بر ماده اولیه تشکیل دهنده آن ها تأثیر مستقیم بر میزان ضریب هدایت حرارتی تولیدات داشته باشد. همچنین میزان ضریب هدایت حرارتی

² N. Eskin and H. Turkmen

³ Kalogirou

1 Crawley

حضور افراد به میزان $0/11$ فرد بر متر مربع در نظر گرفته شده است. تعداد دفعات تعویض هوا 2 بار در ساعت می باشد.



شکل ۱ معماری شبیه سازی شده برای ساختمان تحت مطالعه

۲-۳ اندازه گیری هدایت حرارتی مواد عایق با استفاده از تکنولوژی ترموالکترونیک

روشهای مختلفی برای اندازه گیری رسانایی گرمایی وجود دارد که به دو گروه کلی پایدار و ناپایدار تقسیم می شوند [۱۱]. انتخاب یک روش مناسب و عملی برای اندازه گیری هدایت حرارتی مواد به عوامل مختلفی از جمله هندسه، شکل نمونه های آزمایش، حساسیت مواد به انتقال گرما، انجام آزمون اندازه گیری هدایت حرارتی تحت شرایط مختلف محیطی و هزینه مورد نیاز بستگی دارد [۱۳، ۱۴]. در این مقاله، برای اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی برخی از مواد (بلوک AAC، پلی یورتان، پلی استایرن اکستروود شده) که در جدول ۱ نشان داده شده است، از یک دستگاه اندازه گیری رسانایی گرمایی با فناوری ترموالکترونیک استفاده شده است [۱۵]. شکل ۲ قسمتهای مختلف دستگاه ساخته شده و نمودار شمایل آن را نشان می دهد. این سیستم از دو فن و هیت سینک، یک ماژول خنک کننده ترموالکترونیک و یک ماژول ژنراتور ترموالکترونیک تشکیل شده است. این دستگاه برای اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی مواد با هدایت حرارتی پایین استفاده می شود.

عایق ها وابسته به عواملی مانند فشار، دمای عمل آوری، میزان رطوبت دهی و رطوبت گیری، میزان درصد ترکیبات اولیه، زمان عمل آوری مخلوط اولیه و بررسی تمامی مراحل با تجهیزات و ابزار دقیق مناسب دارد. در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضریب هدایت حرارتی مصالح ساختمانی ارائه گردیده است. با توجه به توضیحات مطرح شده در خصوص پارامترهای تاثیرگذار بر ضریب هدایت حرارتی، برخی از ضرایب ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان دارای مغایرت هایی با ضرایب ارائه شده توسط کاتالوگ های محصولات تولیدی می باشد. لذا جهت اهمیت این موضوع یک ساختمان با توجه به اقلیم شهر یزد توسط نرم افزار دیزاین بیلدر^۱ مدلسازی گردید. در این مدلسازی مقایسه بین عایق های مختلف با ضرایب هدایت حرارتی اندازه گیری شده بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکترونیک انجام گرفته است.

۲- تئوری حاکم

۲-۱- اقلیم شهرستان یزد

شهرستان یزد در دره ای خشک و پهناور بین کوه های شیرکوه و خراق، در 15 درجه و 53 دقیقه تا 40 درجه و 54 دقیقه درازای خاوری و 46 درجه و 31 دقیقه تا 15 درجه و 32 دقیقه پهنای شمالی واقع شده است. میانگین بلندی شهرستان یزد از سطح دریا 1200 متر است. بارش اندک همراه با تبخیر شدید، دور بودن از دریا، نزدیکی با کویر خشک و پهناور نمک، رطوبت نسبی کم همراه با گرمای بسیار، از عواملی هستند، که یزد را به گونه یکی از خشک ترین مناطق ایران درآورده است.

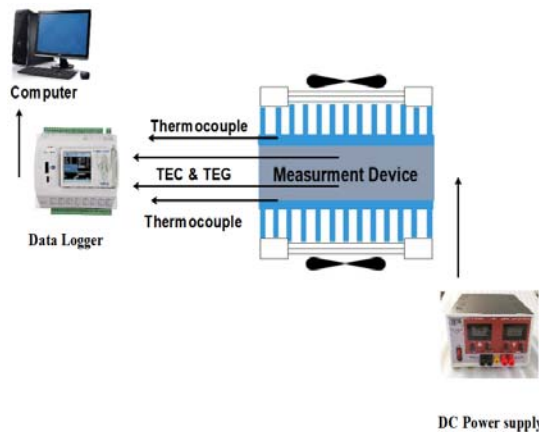
۲-۲- مشخصات ساختمان مدل سازی شده

در این بخش مشخصات ساختمان مدلسازی شده که در این تحقیق بررسی گردیده، نشان داده شده است. در شکل ۱ مدل موجود در نرم افزار را نشان می دهد. ساختمان مدل سازی شده دارای مساحت تقریباً 400 مترمربع و ارتفاع آن هم تراز با محوطه به ارتفاع 4 متر می باشد و از چهار جهت دارای نسبت پنجره به دیوار 20% و فاقد سایه بان می باشد. برنامه زمان بندی استفاده از سیستم های سرمایش و گرمایشی بعلت اداری بودن ساختمان در 6 روز از هفته و از ساعت 8 الی 18 می باشد.

¹ Design Builder

جدول ۱ مشخصات حرارتی دیوارهای خارجی مختلف

جنس دیوارها	ضخامت (m)	چگالی	ضریب هدایت کاتالوگ	ضریب هدایت میحث ۱۹	ضریب هدایت تکنولوژی ترموالکتریک
گرانیت	۰/۰۳	۲۸۰۰	-	۲/۸	-
یورتان	۰/۰۵	۳۳	۰/۰۲۲۵	۰/۰۳	۰/۰۲۵
سفال	۰/۱۵	۱۵۰۰	-	۰/۷۲	-
گچ	۰/۰۱۳	-	-	۰/۴	-
گرانیت	۰/۰۳	۲۸۰۰	-	۲/۸	-
استایرن	۰/۰۵	۲۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲۹
سفال	۰/۱۵	۱۵۰۰	-	۰/۷۲	-
گچ	۰/۰۱۳	-	-	۰/۴	-
گرانیت	۰/۰۳	۲۸۰۰	-	۲/۸	-
استایرن	۰/۰۵	۱۹	۰/۰۳۴	۰/۰۴۴	۰/۰۳۳
سفال	۰/۱۵	۱۵۰۰	-	۰/۷۲	-
گچ	۰/۰۱۳	-	-	۰/۴	-
گرانیت	۰/۰۳	۲۸۰۰	-	۲/۸	-
استایرن	۰/۰۵	۸/۳	۰/۰۴	۰/۰۵۶	۰/۰۳۹
سفال	۰/۱۵	۱۵۰۰	-	۰/۷۲	-
گچ	۰/۰۱۳	-	-	۰/۴	-
گرانیت	۰/۰۳	۲۸۰۰	-	۲/۸	-
هیلکس	۰/۱۵	۵۱۵	۰/۱۲۱	۰/۱۸	۰/۱۱۹
گچ	۰/۰۱۳	-	-	۰/۴	-

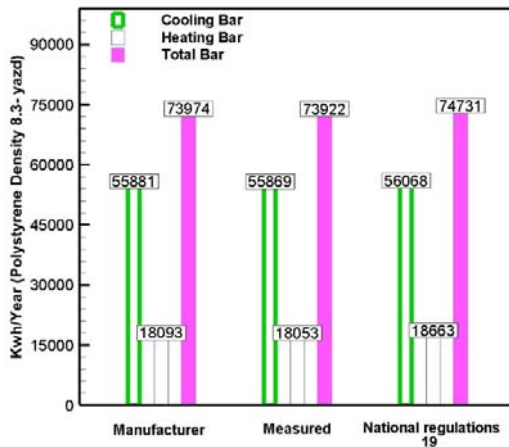


شکل ۲ معماری شبیه سازی شده برای ساختمان تحت مطالعه

۲-۴ مشخصات حرارتی اجزای ساختمان

مشخصات حرارتی اجزای ساختمان که شامل سقف، پنجره ها و جداره های ساختمان می باشد، در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. ضریب هدایت حرارتی کلی سقف نیز ۰/۲۵ وات بر متر مربع کلون می باشد.

ساعت منجر به افزایش مجموع بار سرمایشی و گرمایشی در سال با توجه به اقلیم شهر یزد گردیده است.



شکل ۳ بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۸/۳

در شکل ۴ میزان بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول به ترتیب به میزان ۵۹۲ و ۵۳۴ کیلووات ساعت منجر به افزایش مجموع بار سرمایشی و گرمایشی در سال با توجه به اقلیم شهر یزد گردیده است.

جدول ۲ مشخصات حرارتی پنجره

نوع پنجره	ضریب هدایت حرارتی (W/m ² K)	ضریب جذب خورشید ^۱
دوجداره شفاف ضخامت ۳ میلیمتر و گاز هوا ۱۳ میلیمتر	۱/۹۷	۰/۶۸۷

۲-۵ نرم افزار دیزاین بیلدر

نرم افزار دیزاین بیلدر برای مدل سازی ساختمان از جنبه های مختلف مثل فیزیک ساختمان (مصالح ساختمانی)، معماری ساختمان، سیستم های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی، محاسبه میزان نفوذ هوا، نوع پنجره، دهانه و روشنایی و غیره کاربرد داشته و قابلیت مدل سازی انرژی ساختمان را دارد [۱۶]. این نرم افزار طراحان ساختمان را قادر می سازد تا با مطالعات پارامتریک به تجزیه و تحلیل انرژی یک ساختمان برای به دست آوردن مصرف انرژی کارآمد بپردازند [۱۷].

۳- تشریح روند مدل سازی

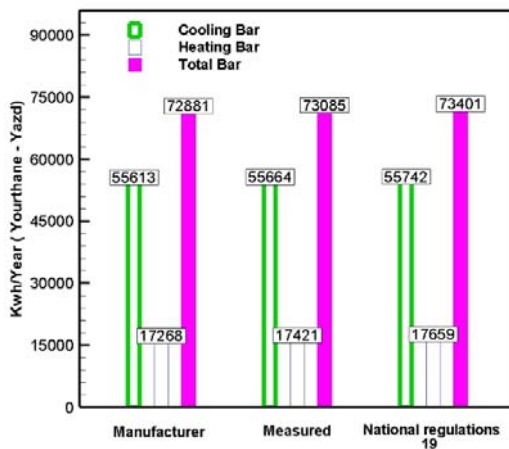
در این بخش با بکار گیری انواع دیوارهای خارجی با مصالح و ضرایب هدایت حرارتی ارائه شده در جدول ۱ در ساختمان مدل سازی شده، به تحلیل بار سرمایش و گرمایش ساختمان و مقایسه در ضرایب هدایت حرارتی ارائه شده مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با ضرایب بدست آمده توسط دستگاه ضریب هدایت حرارتی و کاتالوگ های کارخانه پرداخته خواهد شد.

۳-۱ مقایسه بار سرمایشی و گرمایشی سالیانه با استفاده از ضرایب هدایت حرارتی مختلف

در شکل ۳ میزان بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۸/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک برای اقلیم شهر یزد نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول به ترتیب به میزان ۸۰۹ و ۷۵۷ کیلو وات

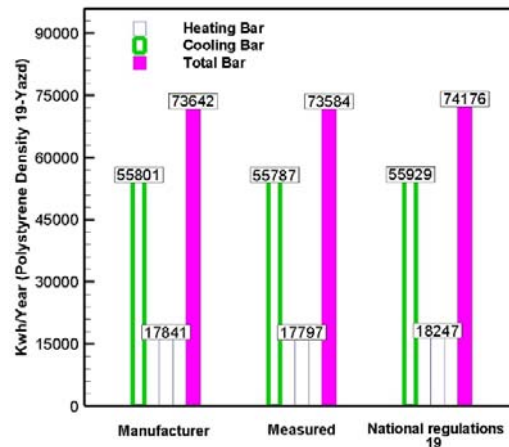
¹ Solar Heat Gain Coefficient

در شکل ۶ میزان بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی یورتان با دانسیته ۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول به ترتیب به میزان ۳۱۶ و ۵۲۰ کیلو وات ساعت منجر به افزایش مجموع بار سرمایشی و گرمایشی در سال با توجه به اقلیم شهر یزد گردیده است.



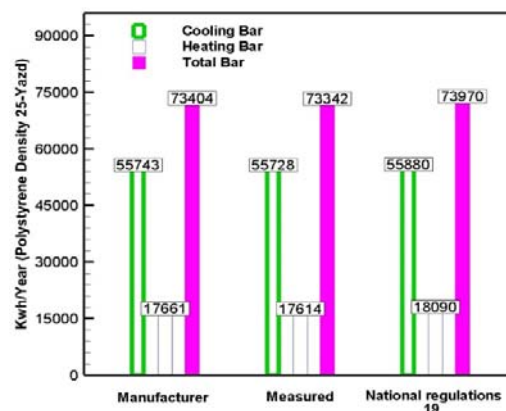
شکل ۶ بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی یورتان

در شکل ۷ میزان بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از بلوک هبلکس با دانسیته ۵۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول به ترتیب به میزان ۲۳۱۲ و ۲۲۲۷ کیلو وات ساعت منجر به افزایش



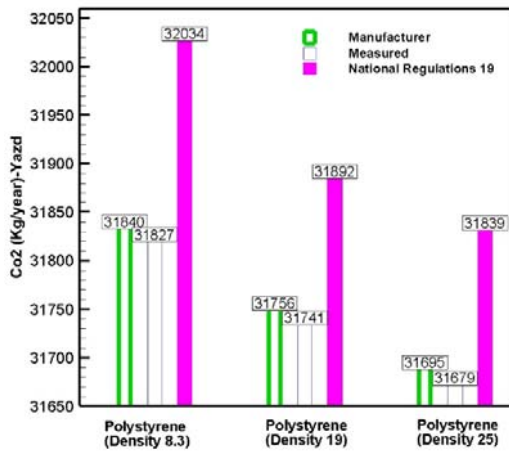
شکل ۴ بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۱۹

در شکل ۵ میزان بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول به ترتیب به میزان ۶۲۸ و ۵۶۶ کیلو وات ساعت منجر به افزایش مجموع بار سرمایشی و گرمایشی در سال با توجه به اقلیم شهر یزد گردیده است.



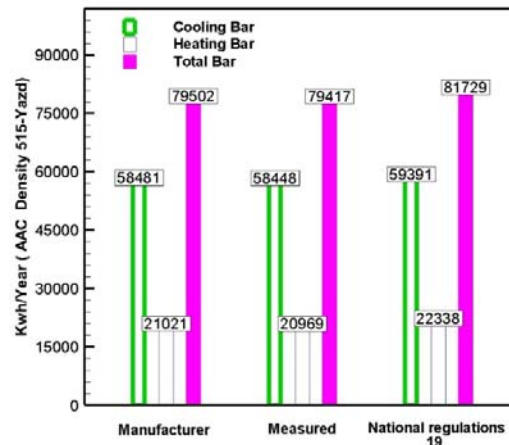
شکل ۵ بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۲۵

مجموع بار سرمایشی و گرمایشی در سال با توجه به اقلیم شهر یزد گردیده است.



شکل ۸ میزان تولید انتشار گاز دی اکسید کربن سالیانه با استفاده از فوم پلی استایرن با چگالی های مختلف

در شکل ۹ میزان تولید انتشار گاز دی اکسید کربن سالیانه با استفاده از فوم پلی یورتان با دانسیته ۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب و بلوک هبلکس با دانسیته ۵۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول برای فوم پلی یورتان به ترتیب به میزان ۸۰ و ۱۳۳ کیلوگرم در سال منجر به افزایش تولید گاز دی اکسید کربن در سال گردیده است. همچنین این مقادیر برای بلوک هبلکس با دانسیته ۵۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب به میزان ۷۱۹ و ۶۹۳ کیلوگرم در سال با توجه به شرایط اقلیم شهر یزد منجر به افزایش تولید گاز دی اکسید کربن گردیده است.



شکل ۷ بار سرمایشی، گرمایشی و مجموع سالیانه استفاده از بلوک هبلکس

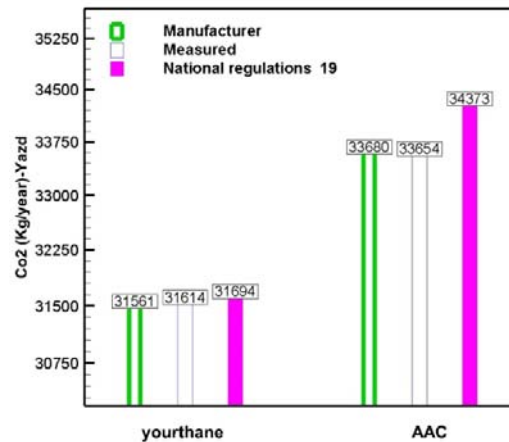
۳-۲ تأثیر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن با استفاده از ضرایب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

در شکل ۸ میزان تولید انتشار گاز دی اکسید کربن سالیانه با استفاده از فوم پلی استایرن با دانسیته ۸/۳، ۱۹، و ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب بر اساس کاتالوگ کارخانه تولیدی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و دستگاه اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی با تکنولوژی ترموالکتریک نشان داده است. همانطور که مشاهده می گردد استفاده از ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضریب هدایت حرارتی اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضریب هدایت حرارتی ارائه شده در کاتالوگ محصول برای فوم پلی استایرن با دانسیته ۸/۳ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب به میزان ۲۰۷ و ۱۹۴ کیلوگرم در سال با توجه به شرایط اقلیم شهر یزد منجر به افزایش تولید گاز دی اکسید کربن در سال گردیده است. همچنین این مقادیر برای فوم پلی استایرن با دانسیته ۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب به میزان ۱۵۱ و ۱۳۶ کیلوگرم در سال و برای فوم پلی استایرن با دانسیته ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب به میزان ۱۶۰ و ۱۴۴ کیلوگرم در سال منجر به افزایش تولید گاز دی اکسید کربن گردیده است.

ضریب هدایت حرارتی لازم می باشد تا بعد از تولید هر عایق به اندازه گیری ضریب هدایت حرارتی آن ها بصورت رندوم پرداخته گردد تا بتوان از ضرایب هدایت حرارتی با درصد خطای کمتر در محاسبات بار سرمایشی و گرمایشی در اقلیم های مختلف استفاده نمود.

۵- منابع

1. Gas, N., E. Disruptions, and E. Beta, *US Energy Information Administration-EIA-Independent Statistics and Analysis*. Natural Gas (Billion Cubic Feet), 2010. **2011**: p. 29.
2. Heydari, A., S.E. Sadati, and M.R. Gharib, *Effects of different window configurations on energy consumption in building: Optimization and economic analysis*. Journal of Building Engineering, 2021. **35**: p. 102099.
3. Atanasiu, B., et al., *Implementing the cost-optimal methodology in EU countries: Lessons learned from three case studies*. 2013.
4. Pérez-Lombard, L., J. Ortiz, and C. Pout, *A review on buildings energy consumption information*. Energy and buildings, 2008. **40**(3): p. 394-398.
5. Kumar, A. and B. Suman, *Experimental evaluation of insulation materials for walls and roofs and their impact on indoor thermal comfort under composite climate*. Building and environment, 2013. **59**: p. 635-643.
6. An, E., *Strategy on Heating and Cooling*. European Commission COM, 2016. **51**.
7. Crawley, D.B., et al., *EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program*. Energy and buildings, 2001. **33**(4): p. 319-331.
8. Hichem, N., et al., *Experimental and numerical study of a usual brick filled with PCM to improve the thermal inertia of buildings*. Energy Procedia, 2013. **36**: p. 766-775.
9. Eskin, N. and H. Türkmen, *Analysis of annual heating and cooling energy requirements for office buildings in different climates in Turkey*. Energy and buildings, 2008. **40**(5): p. 763-773.
10. Kalogirou, S.A., G. Florides, and S. Tassou, *Energy analysis of buildings employing thermal mass in Cyprus*. Renewable Energy, 2002. **27**(3): p. 353-368.
11. Gawin, D.J., J. Kosny, and K. Wilkes, *Thermal conductivity of moist cellular concrete-experimental and numerical study*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers-ASHRAE, 2004.
12. Flynn, D.R. and D.R. Flynn, *Response of high performance concrete to fire conditions: review of thermal property data and measurement techniques*. 1999: National Institute of Standards and Technology Millwood, Va, USA.
13. Franco, A., *An apparatus for the routine measurement of thermal conductivity of materials for building application based on a transient hot-*



شکل ۹ میزان تولید انتشار گاز دی اکسید کربن سالیانه با استفاده از فوم پلی یورتان و بلوک هبلکس

۴- نتیجه گیری

استفاده از مصالح با ضریب هدایت حرارتی دقیق، در ساخت و ساز با توجه به طراحی اقلیمی تأثیر زیادی بر مصرف انرژی ساختمان دارد. انتخاب مصالح از منظر ضریب انتقال حرارت و مقاومت حرارتی بر طراحی ساختمان های انرژی کارآمد موثر است. علاوه بر این چرخه حیات مصالح، انرژی نهفته و کربن نهفته نیز کارایی آنها را تحت تأثیر قرار می دهد. دو ویژگی بسیار موثر بر عملکرد حرارتی بخش غیرشفاف پوسته، ضریب انتقال حرارتی و ظرفیت حجمی حرارتی است. تولید محصولات ساختمانی بخصوص عایق ها دارای فرایندهای مختلفی می باشند که می تواند علاوه بر ماده اولیه تشکیل دهنده آن ها تأثیر مستقیم بر میزان ضریب هدایت حرارتی تولیدات داشته باشد. جهت اهمیت این موضوع مقایسه ای بین ضرایب ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با ضرایب بدست آمده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضرایب موجود در کاتالوگ های کارخانه ها توسط مدلسازی یک ساختمان اداری در شهر یزد با نرم افزار دیزاین بیلدر انجام پذیرفت. مدلسازی ها نشان داد که استفاده از ضرایب مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در مقایسه با ضرایب اندازه گیری شده توسط تکنولوژی ترموالکتریک و ضرایب استفاده شده در کاتالوگ ها تأثیر قابل توجهی در کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان و کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن خواهد داشت. با توجه به توضیحات داده شده در این مقایسه مشخص گردید با توجه به فرایندهای مختلف در تولید عایق ها در کارخانه ها، وجود یک دستگاه اندازه گیری

- wire method*. Applied Thermal Engineering, 2007. **27**(14): p. 2495-2504.
14. Yang, W., et al., *Determination of thermal conductivity, specific heat and thermal diffusivity of borage seeds*. Biosystems engineering, 2002. **82**: p. 169-176.
 15. Seyed Esmail Sadati, n.r., Hadi Kargarsharifabad, *Thermal conductivity measurement device using thermoelectric technology*, in <https://iripo.ssaa.ir>. 2020: IRAN.
 16. www.designbuilder.co.uk/ help, t.r.
 17. Choudhary, S., *Analysis of energy conservation of an institutional building using design builder software*. 2015.