

February 24, 2008

تأثير نوع شیشه پنجره بر مصرف انرژی و - 4
شرايط آسايش حرارتي در سيستم سرمایش تابشي
سوقفي

Alireza Zolfaghari
Amir Omidvar
Mehdi Maerefat

تأثیر نوع شیشه پنجره بر مصرف انرژی و شرایط آسایش حرارتی در سیستم سرمایش تابشی سقفی

سید علیرضا ذوالفقاری

دانشجوی دکتری مکانیک - دانشگاه تربیت مدرس
 a.zolfaghari@modares.ac.ir

امیر امیدوار

دانشجوی دکتری مکانیک - دانشگاه تربیت مدرس
 omidvar@modares.ac.ir

مهدی معرفت

دانشیار بخش مهندسی مکانیک - دانشگاه تربیت مدرس
 maerefat@modares.ac.ir

چکیده

در این مقاله اثرات نوع شیشه پنجره بر عملکرد سیستم سرمایش تابشی سقفی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که شیشه‌های با روکشهای کم گسیل و انعکاسی اثرات مطلوبتری حتی نسبت به شیشه‌های چند جداره بر عملکرد سیستم سرمایش تابشی سقفی دارند. نتایج بدست آمده حاکی از آنست که می‌توان با انتخاب بهینه شیشه پنجره، بیشینه بار برودتی ساختمان را تا حدود ۴۷٪ در فضاهای مسکونی و ۴۲٪ در فضاهای اداری کاهش داد. همچنین از این طریق می‌توان ضمن کنترل رخدادهای میعان، درصد ناراضیاتی حرارتی افراد در معرض تابش آفتاب را از ۹۰٪ به حدود ۳۰٪ کاهش داد.

کلمات کلیدی: شیشه پنجره، سرمایش تابشی سقفی، آسایش حرارتی، مصرف انرژی

مقدمه

به طور کلی سیستمهای تهویه مطبوع به دو دسته سیستمهای جابه‌جایی و تابشی تقسیم بندی می‌شود. سیستمهای سرمایش و گرمایش جابه‌جایی از وزش هوای سرد یا گرم برای سرمایش و گرمایش بهره می‌برند. در حالیکه سیستمهای تابشی با خنک یا گرم نمودن سطحی وسیع مانند یکی از سطوح جانبی اتاق، سهم سازوکار تابش را در فرآیند انتقال حرارت افزایش می‌دهند. در سیستمهای تابشی به دلیل عدم وزش هوا، ناراضیاتی حرارتی موضعی کاهش یافته و همچنین عملکرد تابشی اینگونه سیستمها باعث از بین رفتن گرادایان دمای نامطلوب در داخل ساختمان می‌گردد. بنابراین انتظار می‌رود که سیستمهای تابشی شرایط آسایش حرارتی مطلوبتری را در ساختمان فراهم نمایند [۱]. ایجاد شرایط آسایش حرارتی مطلوب در کنار صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان از جمله عوامل مهمی است که نظر مهندسان تأسیسات را به سمت استفاده از سیستمهای سرمایش تابشی سقفی سوق داده است. اما علیرغم تمام ویژگیهای مثبتی که برای سیستمهای سرمایش سقفی ذکر شد، میعان یکی از مرسوم‌ترین و اساسی‌ترین معایب این سیستمهاست [۲]. بطوریکه با افزایش بار برودتی ساختمان احتمال وقوع پدیده میعان افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر یکی از مهمترین عواملی که موجب افزایش بار برودتی ساختمان در فصل گرم سال می‌گردد، پنجره و نفوذ تابشهای خورشیدی از طریق آن است. تحقیقات نشان داده است که نوع شیشه پنجره می‌تواند تأثیر بسزایی در مصرف انرژی و شرایط آسایش حرارتی ساختمان داشته باشد [۳]. همچنین استفاده از شیشه مناسب موجب بهبود شرایط آسایش حرارتی ساختمان،

کاهش عوامل ناراضیاتی حرارتی و کاهش احتمال وقوع پدیده میعان خواهد شد.

در این تحقیق اثرات نوع شیشه پنجره بر شرایط آسایش حرارتی و مصرف انرژی سیستم سرمایش سقفی در حالت نفوذ تابش آفتاب به فضای اتاق مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسیها برای ۱۳ نوع شیشه مختلف اعم از یک، دو و سه جداره که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است، انجام پذیرفته است.

فضای نمونه

در تحقیق حاضر اتاقی مکعب شکل با ابعاد ۳ متر در نظر گرفته شده است. پنجره‌ای مربعی به ضلع ۱ متر بصورت متقارن بر روی دیوار خارجی نصب شده است و سایر دیوارها بعنوان دیوار داخلی در نظر گرفته شده است. جدار خارجی ساختمان توسط نمای سنگ مرمریت سفید با ضریب جذب تابشی ۰/۴۶ پوشش داده شده است. دمای هوای خارج ۲۷ درجه سانتیگراد است و هوای اتاق در هر ساعت، یکبار توسط هوای تازه‌ای با دمایی معادل دمای هوای خارج، جایگزین می‌شود. ضمناً کلیه محاسبات برای شرایط آب و هوایی شهر تهران و برای نیمه مردادماه یعنی بحرانی‌ترین شرایط بر عملکرد سیستمهای سرمایشی صورت گرفته است.

جدول ۱. مشخصات شیشه‌های نصب شده بر روی پنجره.

ID	مشخصات شیشه پنجره	SHGC	U
۱	شیشه یک جداره (۳ میلیمتر) شفاف [۴]	۰/۸۲	۶/۱۹
۲	شیشه یک جداره (۳ میلیمتر) شفاف [۵]	۰/۷۶	۶/۵۹
۳	شیشه یک جداره رنگی (خاکستری) [۴]	۰/۵۹	۶/۱۹
۴	شیشه یک جداره انعکاسی [۴]	۰/۵۵	۶/۱۹
۵	شیشه یک جداره رنگی (سبز یا آبی) [۴]	۰/۵۰	۶/۱۹
۶	شیشه لایه‌ای شفاف [۴]	۰/۴۵	۶/۰۲
۷	شیشه متورق شفاف و کم گسیل [۴]	۰/۳۸	۴/۳۲
۸	شیشه دو جداره شفاف [۵]	۰/۵۶	۶/۵۹
۹	شیشه دو جداره کم گسیل و با SHGC زیاد [۵]	۰/۵۳	۲/۱۰
۱۰	شیشه دو جداره شفاف و کم گسیل [۴]	۰/۳۸	۱/۷۶
۱۱	شیشه دو جداره کم گسیل و با SHGC کم [۵]	۰/۳۰	۱/۹۳
۱۲	شیشه دو جداره رنگی (سبز یا آبی) کم گسیل [۴]	۰/۲۲	۱/۷۶
۱۳	شیشه سه جداره کم گسیل با SHGC متوسط [۵]	۰/۴۰	۱/۰۲

روند حل

در این تحقیق از کد کامپیوتری (EBSim (Energy & Building Simulator) استفاده شده است. این کد توسط نگارندگان مقاله در گروه انرژی در ساختمان دانشگاه تربیت مدرس تدوین و توسعه یافته است. کد EBSim این توانایی را دارد که به مدلسازی سازوکارهای تبادل حرارت از ساختمان و میزان مصرف انرژی در شرایط پایا و ناپایا بپردازد و با توجه به ایجاد شرایط آسایش حرارتی ساکنین، شرایط بهینه حرارتی برای ساختمان را تعیین نماید. در این کد از رویکرد عددی حجم محدود برای حل معادلات حاکم (پیوستگی، مومنتم و انرژی) برای فضای داخل و اطراف ساختمان بهره جسته شده است. همچنین شبکه حل در کد مذکور به گونه‌ای انتخاب می‌شود که عدم وابستگی جواب به سبب شبکه حفظ شود. ضمن آنکه سعی شده است تا در این کد، مدلسازی کاملی از سازوکارهای تبادل حرارت (هدایت، جابه‌جایی، تابش) و نیز ذخیره حرارت ارائه شود تا مدلسازی شرایط حرارتی ساختمان بصورت سه‌بعدی و وابسته به زمان میسر شود. همچنین کد یاد شده این توانایی را داراست که با تعیین هندسه ساختمان و محوطه اطراف آن و نیز تعیین خواص حرارتی اجزای بکار رفته در آن به تحلیل میزان بار وارده بر طبقات مختلف و یا کل ساختمان بپردازد. این کد بارها مورد استفاده قرار گرفته و صحت نتایج آن به تأیید رسیده است [۷و۶].

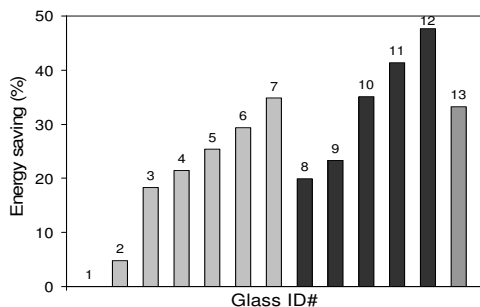
نتایج

ضریب کلی انتقال حرارت شیشه در واقع بیانگر میزان حرارت عبوری از شیشه بر پایه سازوکارهای همرفت و هدایت است. با چند جداره کردن شیشه می‌توان ضریب کلی انتقال حرارت شیشه را بطور چشمگیری کاهش داد. در حالیکه ضریب گذر حرارت تابشی (SHGC) مبین میزان حرارت تابشی عبوری از شیشه نسبت به کل حرارت تابشی به آنست. برای کاهش ضریب گذر حرارت تابشی شیشه از پوشاندن شیشه با روکشهای کم گسیل و انعکاسی استفاده می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که SHGC شیشه نسبت به ضریب کلی انتقال حرارت آن نقش تعیین‌کننده‌تری بر عملکرد سیستم سرمایش تابشی سقفی بخصوص مصرف انرژی و آسایش حرارتی دارد. بطوریکه استفاده از شیشه یک جداره با SHGC کمتر نسبت به شیشه چند جداره با SHGC بالاتر از مزیت بیشتری در تابستان برخوردار خواهد بود. بنابراین استفاده از شیشه‌های با روکشهای کم گسیل و انعکاسی به منظور بهبود شرایط آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی در فصل گرم سال اکیداً توصیه می‌شود.

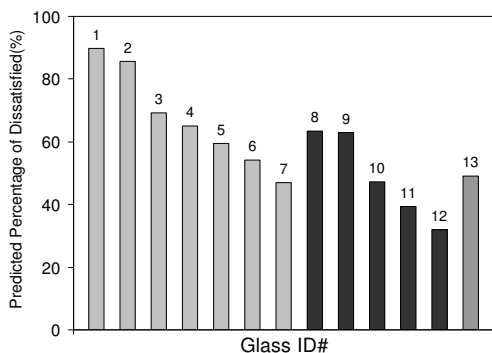
شکل (۱) نشان می‌دهد که با انتخاب بهینه شیشه پنجره می‌توان از میزان بار برودتی ساختمان به مقدار قابل توجهی کاست. به نحوی که از این طریق می‌توان بیشینه بار برودتی ساختمان را تا حدود ۴۷٪ کاهش داد. همچنین مطابق شکل (۲)، از این طریق می‌توان شرایط آسایش حرارتی را برای افراد در معرض تابش آفتاب بهبود بخشید و درصد نارضایتی این افراد را از حدود ۹۰٪ به حدود ۳۰٪ کاهش داد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که استفاده از شیشه‌های با روکشهای کم گسیل و انعکاسی تأثیرات مطلوب چشمگیری بر عملکرد سیستم سرمایش تابشی سقفی خواهد داشت. با کاهش بار برودتی ساختمان از طریق انتخاب بهینه شیشه پنجره، دمای مجاز برای سقف سرد جهت ایجاد شرایط آسایش حرارتی افزایش خواهد یافت. نتایج نشان می‌دهد که با انتخاب شیشه مناسب می‌توان تا 6°C دمای پانل سرد افزود. بطوریکه حتی در شرایط



شکل ۱. میزان صرفه‌جویی در بیشینه بار برودتی به ازای نوع شیشه.



شکل ۲. درصد نارضایتی افراد در معرض تابش آفتاب به ازای نوع شیشه.

نفوذ آفتاب به فضای ساختمان می‌توان با دمای سقف حدود 21°C در شرایط مسکونی و 16°C در شرایط اداری و در بحرانی‌ترین شرایط عملکرد سیستمهای سرمایشی نیز شرایط آسایش حرارتی را در اتاق فراهم آورد. افزایش دمای مجاز برای سقف سرد نیز باعث خواهد شد تهیه آب مورد نیاز برای پانل سرمایشی با سهولت بیشتری انجام پذیرد. از طرفی افزایش دمای مجاز برای سقف سرد موجب فاصله گرفتن دمای سقف سرد از دمای نقطه شبنم می‌شود که این امر امکان ایجاد شبنم بر روی پانل سرمایش تابشی را به شدت کاهش خواهد داد. به بیان دیگر با انتخاب مناسب شیشه پنجره تا حد زیادی می‌توان از محدودیت سیستم سرمایش تابشی سقفی کاست.

مراجع

- 1- Kitagava, K. et al., 1999, Effect of humidity and small air movement on thermal comfort under a radiant cooling ceiling by subjective experiments, Energy and Buildings, 30, 185-193.
- 2- Jeong, J.W., and Mumma, S.A., 2004, Simplified cooling capacity estimation model for top insulated metal ceiling radiant cooling panels”, Applied Thermal Engineering, 24, 2055-2072.
- 3- Chaipinunt, S., Phueakphongsuriya, B., and Khopkorn, N., 2005, Performance rating of glass windows and glass windows with films in aspect of thermal comfort and heat transmission, Energy and Buildings, 37, 725-738.
- 4- www.efficientwindows.com
- 5- www.gjames.com.au
- ۶- مهدی معرفت، سید علیرضا ذوالفقاری و امیر امیدوار، ۱۳۸۵، طراحی مناسب نما و پوسته خارجی ساختمان، روشی مؤثر برای جلوگیری از رخداد میعان در سیستمهای سرمایش تابشی سقفی، نشریه انرژی ایران، سال ۱۰، شماره ۲۶.
- ۷- سید علیرضا ذوالفقاری، ۱۳۸۵، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی.