فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز
سال پنجم، شماره ۲ (پیاپی: ۱۵)، تیر ۱۳۹۸
ISSN: 2476-5368

انطباق‌پذیری مجتمع مسکونی با سامانه سرمایشی ایستا، تراس چهار طرفه، در اقلیم Cs؛ بندر انزلی

همراز محمدیانی صیاد[1]*، عبدالباقی مرادچله[2]، محمدامین بوزکند[3]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۲۴
کد مقاله: ۸۱۲۰۳

چکـیده

امروزه کاهش مصرف انرژی در فضای داخلی ساختمان جهت رسیدن به آسایش حرارتی ساختمان به چالشی برای طراحان تبدیل‌شده که موجب طراحی ساختمان‌هایی متکی‌به‌خود گردیده است. سامانه ایستا یکی از کارآمدترین روش‌های تأمین آسایش حرارتی در ساختمان بدون نیاز به سوخت فسیلی است. در ابنیه سنتی گیلان راهکارهای مختلفی جهت مقابله با عوامل جوی صورت گرفته است که امروزه بسیاری از این عناصر کارکرد خود را از دست داده‌اند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تراس‌ها به‌عنوان یکی از المان‌های ابنیه سنتی گیلان که تأثیر زیادی در کاهش دما فضای داخلی دارد، می‌باشد به‌گونه‌ای که تراس‌ها در واحدهای امروزی ایجاد گردد. عملکرد خرد اقلیمی این تراس‌ها موجب کاهش میزان مصرف انرژی در فضا داخلی خانه‌های مسکونی گردد. روش تحقیق در این مقاله، در ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای بوده که به بررسی شرایط اقلیمی و محاسبات اقلیمی اولیه پرداختیم و سپس به شبیه‌سازی نرم‌افزاری در نرم‌افزار اکودیزاینر انجام شد و تأثیر ارتفاع بر قرارگیری تراس به میزان کاهش انرژی فضا داخل پرداختیم که نتایج حاصل نشان می‌دهد، علاوه بر اینکه دما را در فصول گرم ۱ الی ۳ درجه خنک‌تر و در فصول سرد ۱ الی ۱/۵ درجه گرم‌تر می‌نماید، وجود تراس در طبقات بالاتر در میزان تأثیر بر حرارت داخل نیز تأثیرگذار است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژگـان کلـیدی: سامانه ایستا، آسایش اقلیمی، تراس، گیلان

۱- کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاداسلامی واحد گنبدکاووس (نویسنده مسئول)
۲- دکتری معماری دانشگاه آزاداسلامی واحد گنبدکاووس
۳- استادیار دانشگاه آزاداسلامی واحد گنبدکاووس

۱- مقدمه

در اقلیم معتدل و مرطوب گیلان، تراس یکی از عوامل کنترل میزان اعتدال و برودت می‌باشد که دورتادور بنا را احاطه کرده است و در واقع این منطقه شاهد معماری برون گراست (آلپاگونو،۱۳۸۴) در گیلان هم مانند سایر نقاط ایران بنا از یک سلول تک اتاقی شکل گرفته که در مرحله توسعه یافتگی یک فضا زیستی نیمه محصور در قسمت جنوبی بنا ایجاد شده بعد از آن الگوی مسکن در این استان از حالت واحد تک اتاقی نیز تغییر یافته و با استفاده از طبقات این شرایط در هر طبقه تکرار می‌شود (دانشور ۸۹-خاکپور ۸۵) در این پژوهش، پس از مرور پیشینه پژوهش‌های انجام شده مدل مرجع (خانه شیکیلی) جهت انجام شبیه‌سازی ها تعریف شده سپس مدل های پیشنهادی در نرم‌افزار اکودیزاینر مورد شبیه‌سازی قرار گرفته و در نهایت نتایج حاصله مورد بررسی واقع شده است.

روند این پژوهش با این پرسش طی شد که آیا تراس ها بر کاهش میزان دما داخل تأثیرگذارند؟ و این چه میزان تاثیری بر آسایش حرارتی محیط داخل دارند؟

پژوهش‌های مشابهی در مورد این موضوع صورت گرفته که تأثیر تراس بر اکوستیک، جذب نور خورشید، اثر تراس بر آسایش حرارتی فضا داخل بنا بود در مطالعات صورت گرفته در این راستا این سوال پدید آمد که آیا وجود تراس در ارتفاعات مختلف تاثیری بر دمای محیط داخل دارد یا خیر؟

در پژوهش حاضر با بررسی نمونه سنتی ابتدا به مدل‌سازی و بررسی نتایج درنمونه با تراس و بدون تراس با مصالح سنتی پرداختیم پس از آن نتایج را در نمونه‌ای با مصالح مدرن بررسی کردیم و پس از آن تأثیر ارتفاع تراس بر حرارت داخل شبیه‌سازی شد که نتایج حاصل شده نشانه اهمیت وجود تراس در بنا بود.

۲- مبانی نظری پژوهش

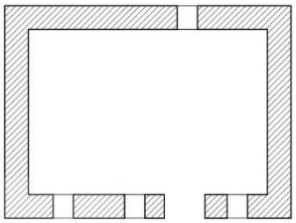
در پژوهش‌های مختلف تأثیر تراس در بهینه‌سازی مصرف انرژی بررسی‌شده است. در تحقیقی از تراس به‌عنوان پل حرارتی در ساختمان‌های U شکل تورنتو استفاده کردند که در نتایج مدل‌سازی نشان داد که با به وجود آمدن شکاف حرارتی تراس انتقال گرما به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد و دمای سطح داخلی کف در شرایط طراحی معمولی زمستان برای تورنتو بسیار افزایش می‌یابد، با توجه به عملکرد حرارتی اجزای بالا و پایین تراس در ساختمان U شکل ۹ تا ۱۸ درصد بهبود در کاهش مصرف انرژی مشاهده شده از سوی دیگر کاهش انتقال حرارت از طریق اسکلت تراس، مصرف انرژی فضایی می‌تواند به میزان ۵ تا ۱۳ درصد کاهش یابد و مصرف خنک‌کننده فضایی کمتر از ۱ درصد کاهش یابد. (Ge,2013) در مطالعات صورت گرفته بین ساختمان‌هایی با سیستم گرمایشی مرکزی و خانه‌های تراس دار مشاهده شد که خانه‌های تراس دار از گرمایش و سرمایش بهتری برخوردار می‌باشند تا خانه‌هایی با سیستم گرمایشی مرکزی. (Yoshino, 2006) در بررسی نمونه‌ای دیگر برای جهت کاهش حرارت دما داخل منزل به طراحی تراس در کنار نشیمن به‌عنوان فضا الحاقی پرداختند که طی مدل‌سازی صورت گرفته که در نتیجه آن دما هوا بین ۲۲٪ تا ۳۹٪ کاهش یافته در نتیجه وجود تراس حدود ۱,۳٪ از انرژی های بخش مسکونی کل کشور کره را کاهش می‌دهد (Song, 2012) در ایران نیز به طراحی تراس پله کانی در اقلیم سرد و کوهستانی پرداختند که طی نتایج حاصله با افزایش دما در تراس در زمستان و کاهش دما در تابستان مواجه بودیم (یزدان پناه، ۱۳۹۵) تأثیر تراس به میزان مصرف انرژی و محیط زیست را نشان می‌دهد، در این پژوهش به مدل‌سازی یک تراس در فضا نشیمن یک خانه مسکونی پرداخته شده و عملکرد انرژی با استفاده از مجموعه داده های آب و هوایی معمولی شهر مدل‌سازی شده که به تحلیل شرایط در جهتگیری تراس و شیشه پنجره نیز پرداخته اند که در نتیجه حاصل شده ساختمانها در جهتگیری های مختلف صرفه جویی در مصرف انرژی قابل‌توجهی در سیستم تهویه مطبوع به علت اثر سایه اندازی تراس ارائه داده اند. طبق آمار بدست آمده درساختمان ها با تراس جنوب غربی و پنجره ای با شیشه روشن بالاترین در صد صرفه جویی به چشم می خورد. (Chan, 2010) نمونه‌ای دیگر که در ایران بررسی‌شده به تحلیل بنا های سنتی کناره دریای خزر پرداخته که مهمترین عامل اقلیمی یعنی کوران و جریان هوا را در تراس های شبیه‌سازی کرده تا میزان بهینگی را در ایوان ها بدست آورد که بیشترین میزان بهینگی در ایوان های شمالی و جنوب غربی در تیر ماه و خرداد بوده و کمترین آن در ایوان شرقی در فصل زمستان بوده است (بوزکند، ۱۳۹۴)

در پژوهشی جهت جذب انرژی خورشیدی بیشتر در جداره های جنوبی، در اول تیر ماه و اوایل دی ماه ساعت ۱۲,۳۰ ظهر عملکرد جذب خورشید را در ۳ مدل تراس باز، محصور و بدون تراس مورد بررسی قرار داده اند که در شهر تبریز محاسبات حاکی از آن است که در فصل تابستان با توجه به گرمای زیاد و نیاز کمتر به دریافت انرژی گرمایی، تراس بیرون زده (باز) از لحاظ بهره گیری از حداقل میزان انرژی خورشیدی، مناسب بهره گیری می‌باشد اما با توجه به سرمای شدید در فصل زمستان نیاز به بهره گیری از بیشترین میزان انرژی وجود دارد و تراس فرو رفته بیشترین میزان انرژی خورشید را در ساعت ۱۲,۳۰ ظهر دریافت می‌کند

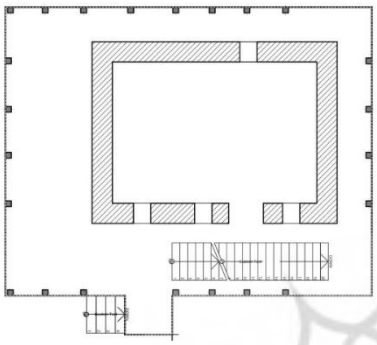
و مناسبترین شکل تراس می‌باشد. (یوسفی، ۱۳۹۶) این تحقیق با چند شبیه‌سازی انجام شده که در مورد اول فرم اولیه ساختمان سنتی گیلان با مصالح سنتی در ۲ حالت تراس دار و بدون تراس بررسی‌شده است.

فاز اول پژوهش: شبیه‌سازی عملکرد حرارت در فضا داخلی ساختمان سنتی: ازاین‌رو در این پژوهش با بررسی شرایط اقلیمی به مدل‌سازی نمونه سنتی در دو حالت تراس دار و بدون تراس پرداخته و شرایط محیط را با هم مقایسه کردیم.

الف- نمونه اول: بررسی خانه سنتی: این نمونه متشکل از یک اتاق ۱۰ در ۱۰ است که با اخلاف از سطح زمین (مطابق با خانه‌های شیکیلی) بنا شده است؛ که خانه در حالت اول بدون تراس و در حالت دوم با تراسی به عمق دو متر در دورتادور بنا احاطه شده است. انتخاب فرم اولیه خانه‌های شکیلی به دلیل بررسی دقیق‌تر دما در محیط داخل صورت گرفته است همچنین تراس ها مطالق با فرم نمونه اصلی دورتادور را احاطه می‌کند.



شکل ۱- نمونه سنتی بدون تراس ترسیم شده با نرم‌افزار آرشیکد (منبع نگارنده)



شکل ۲- نمونه سنتی با تراس ترسیم شده با نرم‌افزار آرشیکد (منبع نگارنده)

در شبیه‌سازی نمونه‌های مورد بررسی فوق در نرم‌افزار اکودیزاینر اولین روز از آخرین ماه هر فصل مورد بررسی قرار گرفت که نتایج زیر حاصل شد.

شکل ۳- بررسی دما روزانه در بنا سنتی با تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

شکل ٤- بررسی دما روزانه در بنا سنتی بدون تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

طبق نتایج جدول فوق میانگین دما داخلی در فصول سرد سال ۰٫۵ درجه گرم‌تر از حالت بدون تراس است و در فصول گرم ۱ درجه خنک‌تر از فضای بیرون می‌باشد.

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	10959	5.1 07:00 Jan. 01	0	0.0 --	2.8 06:00 Feb. 26	48.5 16:00 Aug. 09
All Thermal Blocks:	**10959**	**5.1 07:00 Jan. 01**	**0**	**0.0 --**		

Number of Used Hours in Year:		
Heating:	2351	hrs
Cooling:	0	hrs

Unmet Load Hours in Year:		
Heating:	1736	hrs
Cooling:	2620	hrs

شکل ۵- بررسی دما محیط داخلی در نمونه تراس دار؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	10478	5.1 07:00 Jan. 01	0	0.0 --	3.0 06:00 Feb. 26	47.6 16:00 Aug. 09
All Thermal Blocks:	**10478**	**5.1 07:00 Jan. 01**	**0**	**0.0 --**		

Number of Used Hours in Year:		
Heating:	2384	hrs
Cooling:	0	hrs

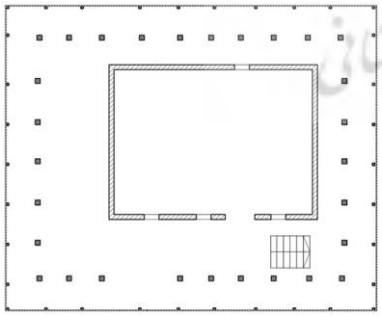
Unmet Load Hours in Year:		
Heating:	1519	hrs
Cooling:	2609	hrs

شکل ٦- بررسی دما محیط داخلی در نمونه بدون تراس؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

طبق نتایج حاصل از جداول فوق در نمونه تراس دار در طول سال ۲۷۱ ساعت کمتر از وسایل خنک‌کننده استفاده می‌شود و ۱۱ ساعت کمتر از وسایل سرمایشی نسبت به نمونه بدون تراس.

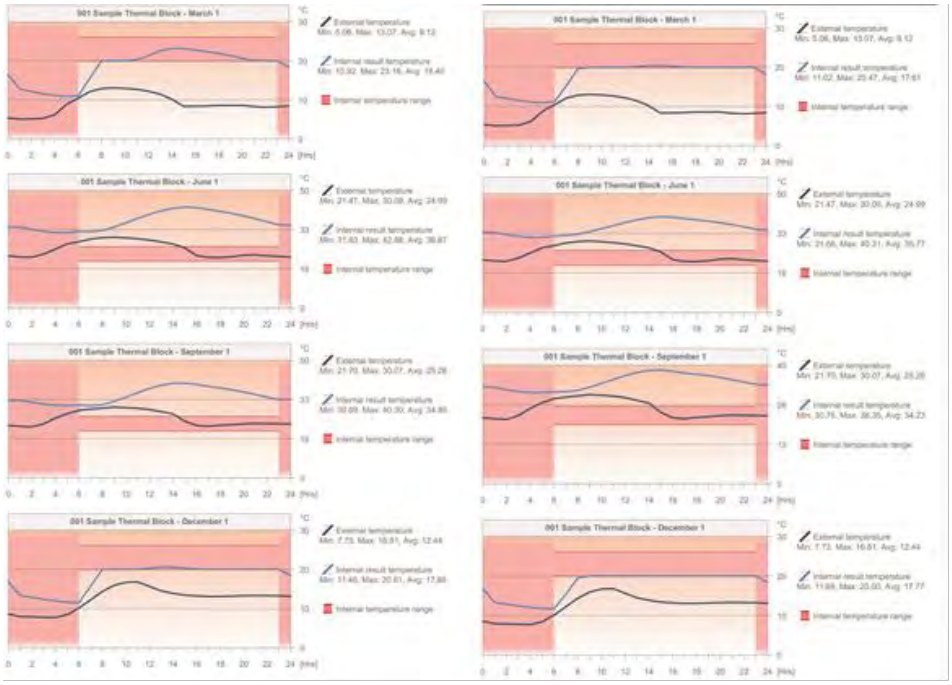
نمونه دوم: بررسی خانه مدرن: این نمونه همان فرم نمونه قبلی می‌باشد که به جای مصالح سنتی در بنا از سنگ و سیمان استفاده شده که همچنان در دو حالت مشابه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تأثیر مصالح بر عملکرد تراس مشخص گردد. در واقع سوالی که در این بخش مطرح شد این است که آیا تراس ها با وجود تأثیر مصالح از حالت سنتی به مدرن باز هم کارایی لازم را ایفا میکنند؟

شکل شماره ۷- نمونه مدرن بدون تراس ترسیم شده با نرم‌افزار آرشیکد (منبع نگارنده)



شکل شماره ۸- نمونه مدرن با تراس ترسیم شده با نرم‌افزار آرشیکد (منبع نگارنده)

در شبیه‌سازی نمونه‌های مورد بررسی در شرایط کاملاً مشابه صورت می‌گیرد.



شکل ۹- بررسی دما روزانه در بنا مدرن با تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

شکل ۱۰- بررسی دما روزانه در بنا مدرن بدون تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

طبق نتایج جدول فوق میانگین دما داخلی در فصول سرد سال ۲ درجه گرم‌تر از حالت بدون تراس است و در فصول گرم ۱ درجه خنک‌تر از فضای بیرون می‌باشد که نسبت به مصالح سنتی گرمای بیشتری را حفظ می‌کند.

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	22583	15.3 07:00 Jan. 01	7782	3.0 10:00 Aug. 07	5.1 06:00 Feb. 27	42.3 15:00 Aug. 09
All Thermal Blocks:	22583	**15.3 07:00 Jan. 01**	7782	**3.0 10:00 Aug. 07**		

Number of Used Hours in Year:
Heating: **2369** hrs
Cooling: **2724** hrs

Unmet Load Hours in Year:
Heating: **537** hrs
Cooling: **2283** hrs

شکل ۱۱- بررسی دما محیط داخلی در نمونه تراس دار؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	11089	15.3 07:00 Feb. 26	8163	3.0 10:00 Aug. 07	5.6 06:00 Feb. 26	44.7 15:00 Aug. 09
All Thermal Blocks:	11089	**15.3 07:00 Feb. 26**	8163	**3.0 10:00 Aug. 07**		

Number of Used Hours in Year:
Heating: **2101** hrs
Cooling: **2961** hrs

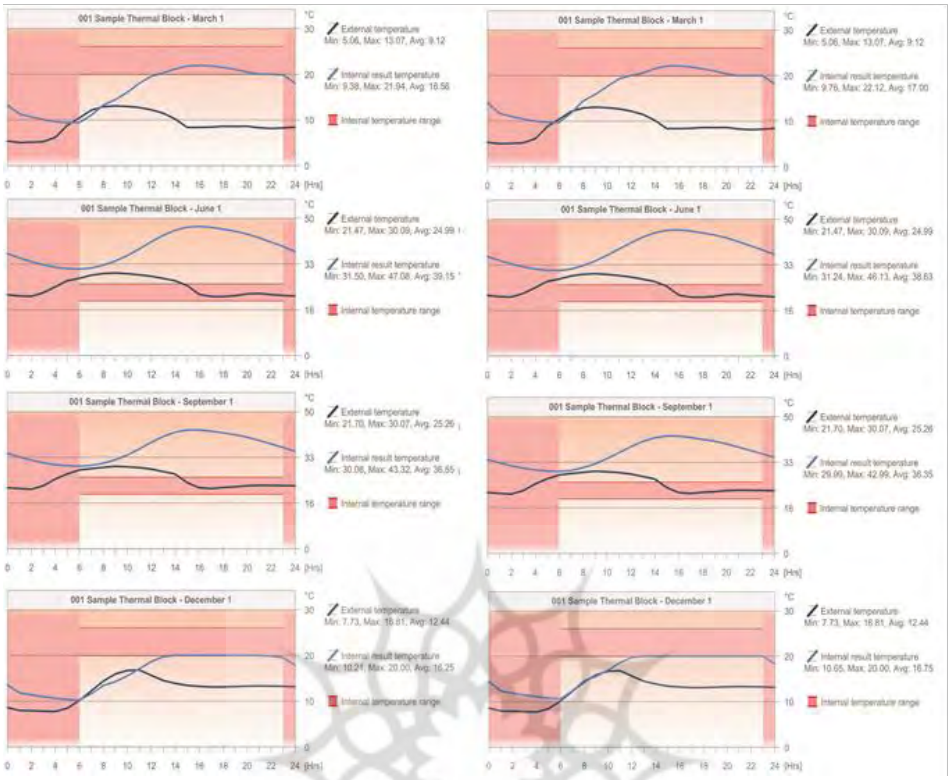
Unmet Load Hours in Year:
Heating: **165** hrs
Cooling: **2351** hrs

شکل ۱۲- بررسی دما محیط داخلی در نمونه بدون تراس؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

طبق نتایج حاصل از جداول فوق در نمونه تراس دار در طول سال ۳۷۲ ساعت بیشتر گرمایش دارد نسبت به خانه بدون تراس می‌باشد

فاز دوم پژوهش: تأثیر ارتفاع بر اثرگذاری تراس

ازاین‌رو در این پژوهش با شرایط اقلیمی و پلان مشابه به مدل‌سازی تراس در دو ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر و ۳,۷۰ سانتی‌متر پرداختیم (تیپ واحدهای مسکونی در ناحیه مورد بررسی به علت نزدیکی به دریا نهایتاً دوطبقه روی پیلوت می‌باشد.)



شکل ۱۳- بررسی دما روزانه در طبقه دوم مجاور تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

شکل ۱٤- بررسی دما روزانه در طبقه اول مجاور تراس؛ آنالیز شده با نرم‌افزار اکودیزاینر

طبق نتایج حاصل از آنالیز، میانگین دما داخلی در فصول سرد سال در طبقه دوم ۰,۵ درجه گرم‌تر از طبقه اول مجاور تراس است و در فصول گرم سال طبقه دوم مجاور تراس ۰,۵-۱ درجه خنک‌تر از فضای داخلی طبقه اول می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	10959	5.1 07:00 Jan. 01	0	0.0 --	2.8 06:00 Feb. 26	48.5 16:00 Aug. 0
All Thermal Blocks:	**10959**	**5.1 07:00 Jan. 01**	**0**	**0.0 --**		

Number of Used Hours in Year:

Heating:	2351	hrs
Cooling:	0	hrs

Unmet Load Hours in Year:

Heating:	1736	hrs
Cooling:	2620	hrs

شکل ۱۵- بررسی دما محیط داخلی در فضا مجاور تراس طبقه اول؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

Thermal Block	Heating Demand		Cooling Demand		Internal Temperature	
	Yearly [kWh]	Hourly Peak [kW]	Yearly [kWh]	Hourly Peak [kW]	Min. [°C]	Max. [°C]
001 Sample Thermal Block	10125	5.1 07:00 Jan. 01	0	0.0 --	3.4 06:00 Feb. 26	47.8 16:00 Aug. 09
All Thermal Blocks:	10125	5.1 07:00 Jan. 01	0	0.0 --		

Number of Used Hours in Year:
Heating: 2308 hrs
Cooling: 0 hrs

Unmet Load Hours in Year:
Heating: 1460 hrs
Cooling: 2650 hrs

شکل ۱۶- بررسی دما محیط داخلی در فضا مجاور تراس طبقه دوم؛ نتایج حاصل از نرم‌افزار اکودیزاینر

در مطالعات صورت گرفته نتیجه حاصله بیان‌کننده آن است که با افزایش ارتفاع میزان تأثیرگذاری تراس بر گرمایش فضا داخل کاهش می‌یابد و میزان سرمایش در طبقات افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر در ابتدا بر اساس پرسش اول آنالیزها صورت گرفت که نتایج آن مشخص نمود که تراس تأثیر مستقیم و قابل‌توجهی در کاهش مصرف انرژی در فضا داخل دارد. بر همین اساس بار دیگر این آنالیز با نمونه‌ای کاملاً مشابه از بنا ساخته‌شده با بتن صورت گرفت که نتایج حاکی از آن بود که باوجودآنکه بودن تراس بازهم موجب کاهش استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی می‌شود نوع مصالح بکار رفته در ساختمان نیز بسیار تأثیرگذار است.

در مدل‌های آنالیز شده با شرایط یکسان همواره با وجود تراس ساعات استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی کاهش یافت ضمن آنکه وجود تراس در نمونه‌ای که با مصالح سنتی آنالیز شد حدود ۵۰۰ ساعت کمتر نیاز به وسایل گرمایشی و سرمایشی وجود دارد نسبت به نمونه مشابه با مصالح مدرن. همچنین در شرایط وجود تراس کاهش میانگین دما داخلی ۰,۵ الی ۲ درجه‌ای نسبت به محیط بیرون قابل‌رؤیت است که این خود باعث بهبود آسایش حرارتی انسان می‌شود.

در بخش دوم پژوهش به بررسی نتایج تأثیر ارتفاع تراس پرداخته شد که نتایج حاصل نشان می‌دهد که ارتفاع گرفتن تراس باعث کاهش اثربخشی آن نسبت به تراس طبقه اول می‌شود. ضمن آنکه برای بررسی دقیق‌تر میزان و نحوه‌ی کنترل اثرگذاری تراس در طبقات نیاز به انجام مطالعاتی در آینده است.

منابع

۱. آلپاگونولو، آ. (۱۳۸۴). معماری بومی (ع. م. س. افسری، Trans.): موسسه علمی فرهنگی فضا
۲. بوزکند، محمدامین. (۱۳۹۴). بررسی میزان بهینه گی آسایش انسانی به لحاظ زمانی–مکانی در ایوان چهار طرفه خانه‌های سنتی دریای خزر. اولین همایش ملی مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی.
۳. خاکپور، م. (۱۳۸۴). مسکن در جوامع روستایی گیلان. هنر های زیبا، ۶۳(۲۲).
۴. خاکپور، م. (۱۳۸۵). ساخت خانه‌های شیکیلی در گیلان. هنر های زیبا، ۲۵
۵. دانشور، ک و مهلبانی، ی. گ. (۱۳۸۹). تأثیر اقلیم بر شکل گیری عناصر معماری سنتی گیلان. آرمانشهر، ۴
۶. یزدان پناه، ف.، & حیدری، ع. ا. (۱۳۹۵). تأثیر تراس در مجتمع مسکونی بر کاهش مصرف انرژی ساختمان در اقلیم سرد و کوهستانی. اولین همایش ملی اندیشه ها و فناوری های نو در معماری.
۷. یوسفی، م.، سارا مصری، وحید صوفی. (۱۳۹۶). تأثیر شکل بالکن بر میزان دریافت انرژی خورشیدی در سمت جنوبی ساختمان ها (مطالعه موردی:شهر تبریز). چهارمین کنفرانس ملی معماری و شهر سازی.
8. Chan, A. L. S., & Chow, T. T. (2010). Investigation on energy performance and energy payback period of application of balcony for residential apartment in Hong Kong. Energy and Buildings, 42(12), 2400-2405. doi:10.1016/j.enbuild.2010.08.009
9. Ge, H., McClung, V. R., & Zhang, S. (2013). Impact of balcony thermal bridges on the overall thermal performance of multi-unit residential buildings: A case study. Energy and Buildings, 60, 163-173. doi:10.1016/j.enbuild.2013.01.004
10. Song, D., & Choi, Y.-J. (2012). Effect of building regulation on energy consumption in residential buildings in Korea. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1), 1074-1081. doi:10.1016/j.rser.2011.10.008

11. Yoshino, H., Yoshino, Y., Zhang, Q., Mochida, A., Li, N., Li, Z., & Miyasaka, H. (2006). Indoor thermal environment and energy saving for urban residential buildings in China. Energy and Buildings, 38(11), 1308-1319. doi:10.1016/j.enbuild.2006.04.006

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی