«نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران
دوره ۲۸، شماره۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحه ۱-۹

مقایسه تاثیر مصالح جداره ها بر آسایش حرارتی ساکنین و انتخاب مصالح بهینه در اقلیم سرد کوهستانی (مطالعه موردی شهر تبریز)

صابر جوانی
دانشجو کارشناسی ارشد، انرژی و معماری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
(sabercr۷۲@gmail.com)

فرهاد احمدنژاد
استادیار، گروه معماری وشهرسازی، دانشکدۀ معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
f.ahmadnejad@tabriziau.ac.ir

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۹/۱۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۱۱/۲۹

کلمات کلیدی:
آسایش حرارتی ، مصرف انرژی ساختمان، مصالح جداره ها اقلیم سرد کوهستانی شبیه سازی انرژی

بیان مساله: بیان مساله مصرف بالای انرژی در سکونتگاههای بشری باعث افزایش آلودگیهای محیط شده است بیش از ۴۰ درصد انرژی کشور در ساختمانها مصرف می شود که بخش عمده آن صرف گرمایش، سرمایش و روشنایی فضاهای داخلی می شود. با اتخاذ تدابیری نظیر بهینه سازی عایقکاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان میتوان این روند را کاهش داد در ساختمانهای مسکونی اقلیم سرد که از بیشترین نوسان دما برخوردار بوده اهمیت این موضوع بیشتر به چشم می آید.

سوال تحقیق:استفاده از مصالح (بلوک هبلکس AAC، بلوک لیکا، سفال، آجر) در جداره های داخلی و خارجی چه تاثیری برکاهش مصرف انرژی در بخش های سرمایشی،گرمایشی و آسایش حرارتی ساکنان در ساختمان های مسکونی دارد.

اهداف تحقیق: تعیین مقدار اثر استفاده از (بلوک هبلکس، بلوک لیکا، سفال ، آجر) در جدارهای داخلی و خارجی بر کاهش میزان مصرف انرژی (بار سرمایش و بار گرمایش) و پیدا کردن متریال بهینه باتوجه به آسایش حرارتی ساکنین در ساختمان های مسکونی اقلیم سرد کوهستانی است.

روش تحقیق: در این تحقیق، با استفاده از نرم افزار مدل‌سازی (Openstudio) تحلیل مصرف انرژی در) (Energy Plus یک ساختمان چهارطبقه مسکونی با جهت‌گیری جنوبی (مطابق با گروه ج در مقررات ملی ساختمان) رفتار حرارتی چهار نوع جداره متشکل از مصالح مذکور شبیه‌سازی شده و میزان مصرف انرژی هریک از نمونه ها مورد مقایسه قرار گرفت.

مهم ترین یافته ها و نتیجه گیری تحقیق: باتوجه به شرایط آسایش نشان داده شده در شاخص pmv و نظر به نیاز غالب گرمایش اقلیم سرد کوهستانی تبریز می توان نتیجه گرفت که دیوارهای بلوک هبلکس که با میزان مصرف انرژی (KWh)۲۴۲۵۰,۰۴ (گرمایش و سرمایش) در مدت یک سال دارای عملکردبهتری است. و دیوار ها با بلوک لیکا(KWh) ۲۷۲۵۳,۸۷ در درجه دوم و سفال (KWh) ۳۴۶۳۸,۴۸ و آجر فشاری ٤٦٠٣٧,٧٤((KWh به ترتیب سوم و چهارم در جهت دستیابی به آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی قرار دارند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۱- مقدمه

امروزه مسئله صرفه‌جویی در مصرف انرژی به‌ویژه در بخش ساختمان‌سازی، به یکی از دغدغه‌های اساسی در حوزه پایداری زیست‌محیطی و اقتصادی بدل شده است. به همین دلیل، بسیاری از کشورها اقدام به تدوین آیین‌نامه‌ها و مقرراتی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها کرده‌اند. یکی از عوامل اصلی افزایش بار گرمایشی و سرمایشی در ساختمان‌ها، عدم انطباق معماری با شرایط اقلیمی است که منجر به افزایش قابل توجهی در مصرف انرژی می‌شود. بر اساس آمار وزارت نیرو، بیش از ۴۴ درصد از انرژی اولیه مصرفی کشور صرف گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها می‌گردد که بخش قابل‌توجهی از آن به دلیل ناکارآمدی اجزای پوسته ساختمان، به ویژه جداره‌ها و پنجره‌ها، به هدر می‌رود

در اقلیم‌های سرد و کوهستانی نظیر تبریز، گرمایش داخلی سهم عمده‌ای از مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. اختلاف دمای زیاد بین فضای بیرونی و درونی، بار حرارتی ساختمان را افزایش می‌دهد و در نتیجه، تأمین آسایش حرارتی در این اقلیم‌ها به مصرف بالای انرژی منجر می‌شود. از این رو، یافتن راهکارهایی مؤثر جهت کاهش این مصرف انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است.

یکی از راهکارهای مؤثر و پایدار، طراحی غیرفعال ساختمان است؛ رویکردی که با بهره‌گیری از ویژگی‌های اقلیمی و مصالح ساختمانی مناسب، شرایط آسایش حرارتی را بدون وابستگی به سیستم‌های مکانیکی فراهم می‌آورد (Koch-Nielsen, ۲۰۱۳) در این میان، پوسته حرارتی ساختمان که شامل دیوارها، سقف و کف است، به‌عنوان مرز انتقال انرژی با محیط بیرونی، نقش کلیدی در کاهش یا افزایش مصرف انرژی ایفا می‌کند (Heydari, ۲۰۱٤) .استفاده از مصالحی با خواص حرارتی مناسب می‌تواند به‌طور مؤثری از انتقال حرارت ناخواسته جلوگیری کرده و نوسانات دمایی را کاهش دهد .

(Mohammad, ۲۰۱۳)در معماری سنتی تبریز و سایر نواحی سرد کوهستانی، استفاده از دیوارهای ضخیم خشتی با جرم حرارتی بالانمونه‌ای موفق از طراحی همساز با اقلیم است. اما در معماری معاصر، مصالحی چون بلوک هبلکس (AAC) بلوک لیک(LECA) آجر سفالی و آجر فشاری به‌عنوان جایگزین دیوارهای سنتی مطرح شده‌اند. هر یک از این مصالح دارای ویژگی‌های فیزیکی و حرارتی منحصربه‌فردی هستند که می‌توانند عملکرد حرارتی متفاوتی در ساختمان ایجاد کنند.

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر نوع مصالح مورد استفاده در جداره‌های خارجی بر مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی و آسایش حرارتی ساکنین در اقلیم سرد کوهستانی (نمونه موردی: شهر تبریز) انجام شده است. در این راستا، با استفاده از مدل‌سازی یک ساختمان چهارطبقه مسکونی با جهت‌گیری جنوبی در نرم‌افزارهای OpenStudio) و(EnergyPlus عملکرد حرارتی دیوارها با چهارنوع مصالح شامل آجر فشاری، بلوک سفالی، بلوک هبلکس و بلوک لیکا شبیه‌سازی و تحلیل شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند راهنمای مناسبی برای انتخاب مصالح بهینه و ارتقای بهره‌وری انرژی در طراحی ساختمان‌های مناطق سردسیر کشور باشد.

۲- پرسش‌های تحقیق

پرسش اصلی پژوهش حاضر این است که از میان مصالح متداول مصرفی در دیوارهای ساختمانهای شهرتبریز در شرایط عدم استفاده از تهویه مطبوع و طبیعی همچنین در نظر گرفتن دمای داخلی فضا و نظریه فانگر با کاربری مسکونی کدام یک عملکرد بهینه تری در راستای دستیابی به آسایش حرارتی دارد؟

در میان مصالح متداول مورد استفاده در پوسته خارجی و داخلی ساختمان‌ها، کدام‌یک بیشترین تأثیر را درکاهش نیاز به گرمایش مکانیکی در اقلیم سرد دارند؟

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۳- فرضیه تحقیق

فرضیه اصلی:

در شرایط اقلیم سرد کوهستانی تبریز، در صورت عدم استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع، نوع مصالح جداره‌های خارجی ساختمان تأثیر ویژه بر میزان دستیابی به آسایش حرارتی بر اساس شاخص‌های استاندارد مانند نظریه فانگر دارد.

فرضیه فرعی ۱:

در بین مصالح متداول مورد استفاده در جداره‌های خارجی ساختمان‌های مسکونی تبریز (آجر سفالی، لیکا، هبلکس، آجر فشاری) مصالحی با ظرفیت حرارتی پایین‌تر و ضریب هدایت حرارتی مناسب‌تر (مانند هبلکس و لیکا) عملکرد بهتری در کاهش نیاز به گرمایش مکانیکی دارند.

فرضیه فرعی ۲:

در صورت استفاده از مصالح بهینه در پوسته خارجی ساختمان، می‌توان بدون استفاده از سیستم‌های مکانیکی، شرایط آسایش حرارتی قابل قبولی را در بخش زیادی از ساعات سال در اقلیم سرد تبریز تأمین کرد.

۴-پیشینه تحقیق

در خصوص رفتار و عملکرد حرارتی دیوارهای خارجی ساختمان پژوهشهای متعددی انجام پذیرفته که از جمله میتوان به این موارد اشاره نمود سعادت و همکاران(۱۴۰۲) در مقاله ای با عنوان ارزیابی انرژی، تحلیل اقتصادی و مطالعه محیطی یک ساختمان ایرانی تأثیر مصالح دیوار و شرایط اقلیمی" به بررسی انتخاب مصالح دیوار خارجی در سه اقلیم گرم سرد و نیمه خشک و مدیترنه ای بر پایه ظرفیت حرارتی پرداخته اند. مصالح موردمطالعه بلوک AAC، بلوک LECA و پلی استایرن اکسترود شده است. در روند پژوهش بر اساس شرایط آب و هوایی، انتخاب مناسب مصالح باعث کاهش بار سرمایش و گرمایش سالانه و همچنین دی اکسید کربن به ترتیب تا ۲۳/۲، ۲۶/۴و ۱۸/۵ درصد خواهد بود.

الحازمی (۲۰۰۶) به سنجش میزان انتقال حرارت از طریق بلوکهای دیواری تو خالی به منظور تعیین مناسب ترین حالت عایقکاری حرارتی در ساختمان طی سه حالت مختلف پیکربندی جهت بلوک پرداخته و بلوک معمولی با سه حفره توخالی یکسان ،هوا بلوکی که حفره های آن با پلی استایرن به طور کامل پر شده و در حالت سوم حفره ها با پلی استایرن توخالی را با یکدیگر مقایسه نموده است. نتایج مبتنی بر شبیه سازی در نرم افزار فلوئنت نشان میدهد جاگذاری کامل پلی استایرن در بخشهای توخالی بلوک میتواند تا ۳۶ درصد میزان انتقال حرارت از طریق بلوک را کاهش دهد. جاگذاری پلی استایرن به همراه هوای در گردش در حفره های توخالی فقط ۶ درصد انتقال حرارت را کم می کند. همچنین این پژوهش نشان میدهد با جاگذاری پلی استایرن درون حفره های توخالی بلوک میتوان ۲۵ درصد انتقال حرارت را در کل ساختمان کاهش داد. سیموئز و همکاران(۱۳۹۱) در مقاله با عنوان شبیه سازی تأخیر حرارتی سیستمهای چندلایه با استفاده از روشهای تحلیلی نتایج تحلیلی را با استفاده از محاسبات تحلیلی انتقال حرارت از طریق رسانش و بررسی دو سیستم چهار لایه از مواد عایق حرارتی) چوب پنبه طبیعی (NC) پانلهای پلی استایرن منبسط شده (EPS) تخته فیبر با چگالی متوسط (MDF) به دست آورده اند. برای دستیابی به نتایج تجربی، آزمایش ها در محیط کنترل شده آزمایشگاه در دما (۲۳ درجه) و رطوبت (۵۰ درصد) مطبوع انجام شد. بعد از مقایسه نتایج شباهت بسیاری میان دستاوردهای تجربی و تحلیلی مشاهده شد. نتایج نهایی دستیابی به فرمولی برای مطالعه انتشار شرایط مرزی ناپایدار با دیدگاه محاسبات تأخیری حرارتی ساختمان و (MDF) به عنوان عایقی با کمترین میزان انتشار حرارت را در اختیار قرار میدهد.

پکدوگان و باساران (۱۳۹۶) در مقاله خود با عنوان: عملکرد حرارتی سازه های مختلف دیوار خارجی بر اساس جهت گیری دیوار نمونه های دیوار صلب را در جهت های مختلف جغرافیایی و عایق حرارتی را در شرایط قرارگیری در بیرون داخل میانه دیوار و ساندویچ پنل از جنس عایق پلی استایرن اکسترود شده (XPS)در فصلهای زمستان و تابستان در ۴ شهر ترکیه با ۴ اقلیم متفاوت مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان میدهد که در تابستان ازمیر با هوای گرم در همه جهات کمترین میزان نیاز به عایق حرارتی لازم است.

رمضانیان و بحر کاظمی (۱۳۹۰) چهار نوع دیوار بیرونی ساختمان که دارای مصالح عایق حرارتی از قبیل پشم معدنی و پلی استایرن بوده را انتخاب و پس از بررسی در قالب روش (AHP) نشان داده اند که دیوارهایی خارجی دارای پلی استایرن به عنوان عایق حرارتی از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی رفتار بهتری در مقایسه با دیوارهای حاوی پشم معدنی داشته و در رتبه بالاتری قرار می گیرند. غفاری جباری و همکاران (۱۳۹۲) بیست و پنج نوع مختلف ساختمان را طراحی و توسط نرم افزار شبیه سازی انرژی دیزاین ،بیلدر مدلسازی کرده اند نتایج

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

نشان دهنده آن است که تأثیر عایقکاری نما بر مصرف انرژی بسیار زیاد است و بیشترین اتلاف از طریق عناصر نما اتفاق می افتد. با عایقکاری نما و ایزوله کردن سقف میتوان میزان نیاز به انرژی کل را کاهش داد استفاده از دیوار دو جداره عایقکاری شده پنجره لووای دوجداره و سقف عایقکاری شده به صورت همزمان تا ۴۱ درصد مصرف انرژی کل را کاهش داده است. رودریگوس و همکاران (۱۳۹۸) او در مقاله خود تحت عنوان تأثیر انتقال حرارت بر مصرف انرژی ساختمان های مدیترانه ای با جرم حرارتی متفاوت با در نظر گرفتن این موضوع که جرم حرارتی بالا یک استراتژی سرماین غیر فعال در فصل تابستان است به بررسی آن در خانه های مسکونی کوچک منطقه مدیترانه پرداخته است. نتایج عنوان میکند مقدار جرم حرارتی و نوع اقلیم در کنار هم میتواند نتایج متفاوتی از نظر انتقال حرارتی به دست دهد. دانوسکا و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله با عنوان "عدم قطعیت شبیه سازی انتقال حرارت اجزای ساختمانهای چوبی در اقلیم ایتالیا نقش ضریب هدایت حرارتی" به نقش انتقال حرارت در شرایط پایدار و ناپایدار محیطی برای ساختمانهای چوبی پرداخته است. نتیجه حاصل اینکه انتقال حرارت در شرایط ناپایدار ظرفیت حرارتی نسبت به پایدار ضریب هدایت حرارتی تا ۹ درصد افزایش دارد.

ریلی و کینان (۱۳۹۶) در مقاله خود با عنوان تأثیر جرم حرارتی بر مصرف انرژی ساختمان" به تأثیر جرم حرارتی در اقلیمهای گرم با خنک کننده فعال و اقلیمهای سرد با گرمایش فعال پرداخته است. نتیجه حاصل از این بررسی نشان میدهد که جرم حرارتی بالا در اقلیم گرم باعث کاهش مصرف انرژی و در اقلیم سرد باعث افزایش مصرف انرژی میشود. برن و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله خود تحت عنوان "رفتار حرارتی جدار ساختمان مقاوم سازی شده با عایق حرارتی در دیوار و سقف در شرایط پایدار و ناپایدار تمرکز خود را روی مقاوم سازی دیوار و سقف یک ساختمان جهت دستیابی به بازده انرژی در ایرلند با اقلیم اقیانوسی قرار داده اند در این پژوهش با بررسی مقاومت و تلفات انرژی در سقف و دیوار در شرایط پایدار و ناپایدار این نتیجه حاصل شد که محاسبات پایدار به دلیل عدم وجود مزیت جرم حرارتی در شرایط واقعی قابل قبول نیست. رامین و همکاران (۱۳۹۵) نیز ضخامت بهینه اقتصادی و حرارتی و محیط زیستی عایق دیوار ساختمانها را با استفاده از مدل حل گذرا روش دقیق به جای مدلهای تخمینی روز درجه گرمایش و سرمایش مورد بررسی قرارداده اند در پژوهش، ایشان بار سرمایشی و گرمایشی هر دو به صورت همزمان در بهینه سازی استفاده شده است. آنالیزها نشان میدهد که مصرف سوخت با به کار بردن عایق در ضخامت بهینه به صورت قابل ملاحظه ای کاهش مییابد به گونه ای که در این حالت مقدار آن به کمتر از ۲۵٪ دیوار بدون عایق میرسد.

۵-روش تحقیق

هدف از مدل سازی و شبیه سازی ساختمان ، طراحی یک روند مناسب برای محاسبه تاثیر مصالح جدارها برکاهش انرژی مصرفی ساختمان است. برای این منظور دو پارامتر حرارتی و برودتی بنا که برمیزان مصرف برق یا گاز در گرمایش و سرمایش ساختمان نقش دارد .

و در نتیجه تاثیر ساختار مصالح بر انرژی کل مصرف ساختمان برسی شده است . بدیهی است که پارامتر های دیگر از جمله نحوای هم سایگی، پنجره ها ، و تهویه وغیره نیز بر این میزان م صرف تاثیر خواهد دا شت به همین دلیل مدل انتخابی به صورت پارامتریک ایجاد شده تا در آینده در طی تحقیقات دیگر بتوان تاثیر سایر عوامل را نیز برسی کرد.

فرایند مدل سازی مصرف انرژی از نظر حرارتی شامل سه بخش اصلی پارامتر های ورودی ، محاسبات ، تحلیلی و نتایج خروجی می باشد. این مدل ترکیب چهار بخش اصلی تعریف فیزیکی و ساختمان مورد برسی و شرایط آن محاسبات حرارتی و تعریف پارامتر های ورودی آن و فرایند بهینه سازی و تعریف الگواریتم آن می باشد هدف نهایی این پژوهش یافتن راهی برای کاهش هرچه بیشتر مصرف انرژی دربخشهای،گرمایش سرمایش در ساختمان است. به این منظور تابع هدف به صورتی تنظیم شده است که در نهایت مصرف انرژی در هر دو بخش به کمینه برسد مقدار عددی A در کمترین حالت قرار بگیرد.

$$A= \sum Ec + \sum Eh$$

A=مقدار مصرف انرژی سالیانه (kwh)

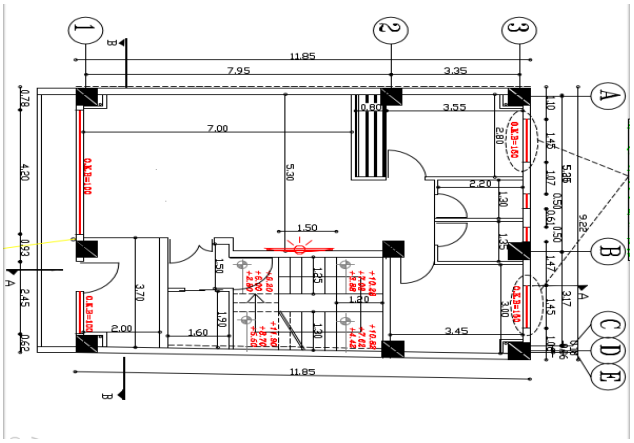
Ec= مقدار مصرف انرژی سالیانه برای سرمایش (kwh)

Eh= مقدار مصرف انرژی سالیانه برای سرمایش (kwh)

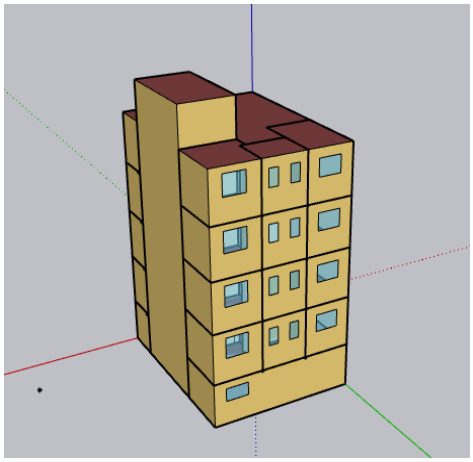
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۱-۵ مدل شبیه سازی

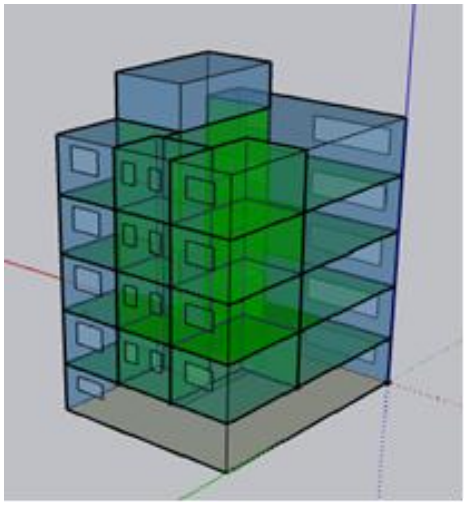
یک ساختمان چهارطبقه مسکونی با جهت‌گیری جنوبی (مطابق با گروه ج در مقررات ملی ساختمان) که به دلایل فنی ، اقتصادی ، و مقرراتی ، بیشترین ساخت را در کشور دارد در نظر گرفته شده است که مشخصات هر طبقه (هر طبقه ۱۱۰متر مربع دوخوابه هر کدام ۱۲ ، پذیرایی ۳۷ و اشپزخانه ۷٫۵ مترمربع) می باشد در نرم افزار (Openstudio) مدل شده رفتار تحلل حرارتی آن (EnergyPlus) صورت گرفته است. در این پژوهش چهار نوع مصالح جداره مطابق با مشخصات جدول ۱ شبیه‌سازی و برسی شده است .



پلان تیپ طبقات



مدل شبیه سازی شده در (Openstudio)



مدل شبیه سازی شده در (Openstudio)

شکل۱- مدل شبیه سازی شده

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۵-۲ مصالح عناصر ساختمانی

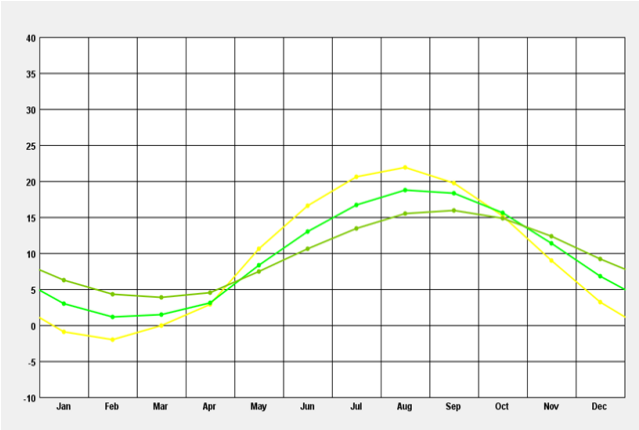
پوسته‌های حرارتی مؤثر، با کنترل انتقال حرارت از طریق دیوارها، سقف و کف، می‌توانند آسایش حرارتی را بدون نیاز به مصرف انرژی مکانیکی تأمین کنند (Mohammad, ۲۰۱۳)در معماری سنتی اقلیم سرد کوهستانی، به‌ویژه در مناطقی مانند تبریز، استفاده از دیوارهای ضخیم خشتی با جرم حرارتی بالا، نمونه‌ای بارز از این نوع طراحی است. این دیوارها به‌دلیل ظرفیت حرارتی زیاد خود، نقش عایق‌های حرارتی طبیعی را ایفا کرده و نوسانات دمایی محیط را کاهش می‌دهند. با این حال، در معماری معاصر، مصالحی نظیر آجر فشاری، بلوک سفالی، بلوک هبلکس ((AAC)و بلوک لیکا (LECA)جایگزین دیوارهای خشتی سنتی شده‌اند. هر یک از این مصالح دارای ویژگی‌های فیزیکی و حرارتی خاصی هستند که می‌تواند بر عملکرد حرارتی ساختمان تأثیرگذار باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی و ارزیابی تأثیر نوع مصالح جداره خارجی ساختمان بر انتقال حرارت و آسایش حرارتی ساکنین در اقلیم سرد کوهستانی انجام شده است.

جدول-۱ مشخصات مصالح

مصالح	Cp J/Kgk	λ w/mk	p Kg/m۳	m
آجر	۸۴۰	۰,۹	۱۷۰۰	۰,۰۲
سفال	۸۴۰	۰,۳۳	۱۳۰۰	۰,۰۲
لیکا	۱۰۰۰	۰,۱۷	۹۵۰	۰,۰۲
هبلکس AAC	۱۰۰۰	۰,۱۲	۵۵۰	۰,۰۲

۵-۳ تعیین برنامه زمان بندی

از جمله پارامتر های موثر در میزان مصرف انرژی حرارتی هر زون حرارتی می توان به برنامه سیستم تاسیساتی سرمایش وگرمایش اشاره کرد. که این برنامه را با ا ستفاده از محدوده آ سایش تطبیقی حیدری در کتاب سازگاری حرارتی در معماری با در نظر گرفتن میانگین دمای خارجی و میزان رطوبت ،نسبی روابطی را برای محاسبه دمای آسایش ارائه کرده است. دمای آسایش ساکنین شهر تبریز توجه به نمودار دما ونمودار رطوبت TOut ۰,۳۱ TComfort -۱۷,۹+mean بدست آمده است. با در نظر گرفتن شرایط آسایش اقلیمی، فرهنگی و سازگاری شهر تبریز حدود آ سایش سالانه را با ا ستفاده از مطالعات ،حیدری در فصل گرم۱۸ درجه سانتیگراد و در فصل سرد ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.



شکل۲- دمای اسایش ساکنین شهر تبریز در ماه های مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۴-۵ اعتبار سنجی اطلاعات آب و هوایی

برای شبیه سازی های انرژی نیاز به اطلاعات کامل آب و هوایی شهر مورد نظر می باشد که این اطلاعات شامل پارامترهای دمای، خشک دمای، تر جهت و سرعت باد،میزان رطوبت نسبی، تعداد روزهای یخبندان ،ساعات آفتابی، درصد پوشش ابر آسمان،جهت وشدت تابش آفتاب وغیره است. این اطلاعات با استفاده از نرم افزار شبیه سازی (ClimateConsultant) اطلاعات هواشناسی مانند epw به دست آمده است وبا استفاده از آمار ۳۰ساله اداره کل هواشناسی شهر تبریزاعتبار سنجی شده است.

۶-یافته های تحقیق

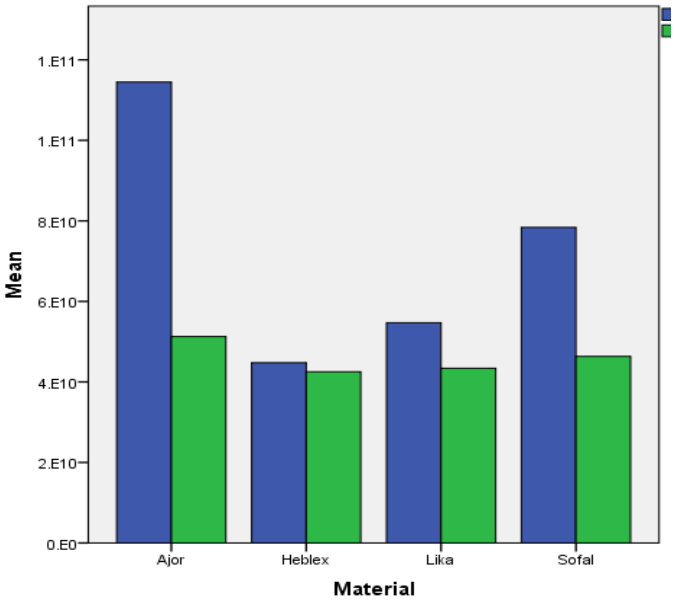
درگام نخست این پژوهش، برمبنای داده های به دست آمده از مدلسازی نرم افزار و نیز فایل های آب و هوایepw شهر تبریز برای ساختمان مسکونی چهار طبقه، اطلاعات مصرف انرژی ساختمان در فصول سرد سال به منظور تامین گرمایش و در فصول گرم سال به منظور تامین سرمایش استخراج گردید. در مرحله شبیه سازی سعی شده کلیه مشخصات مدل های نرم افزاری در انطباق باشرایط واقعی نمونه و منطبق با نقشه های ساخت تعریف شده تا حداکثر انطباق وضع موجود بین نمونه و نیز مدل ها صورت پذیرد. در این مرحله برای هر یک از نمونه ها یک مدل نرم افزاری تهیه شد. در مدل اول کلیه جدارهای داخلی و خارجی بلوک هبلکس، در مدل دوم بلوک لیکا ، مدل سوم سفال و مدل چهارم آجر فشاری در نظر گرفته شد. .نتایج حاصل از مقایسه تطبیقی اعداد و ارقام مدل ساختمان مسکونی با مصالح جدارهای مختلف نشان میدهد که میزان مصرف انرژی سرمایش و گرمایشی سالانه کل ساختمان بجز فضاهای مشاعات طبق جدول ۱ آورده شده است .

جدول ۱-بار سرمایش و گرمایش سالیانه کل ساختمان

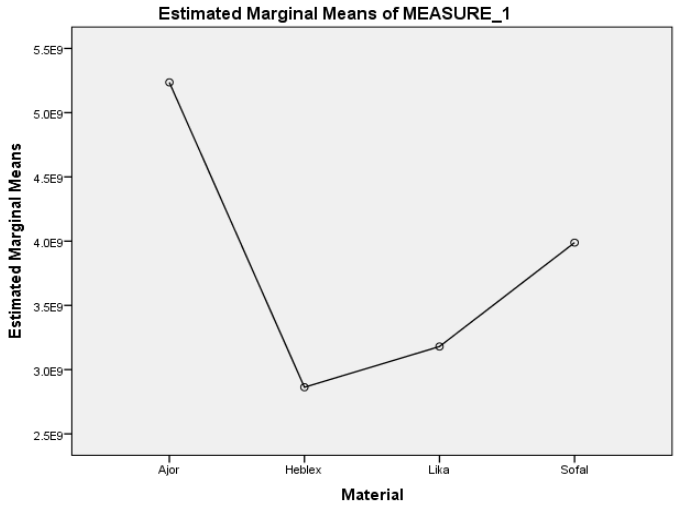
بار سرمایش، گرمایش سالیانه کل ساختمان به غیر از فضاهی مشاعات برحسب (ژول)

Material	Majmue_Kol_ Garmayesh	Majmu_Kol_ Sarmayesh
Lika	٥٤٧٠٨٠٨٤٧٢٩	٤٣٤٠٥٨٦٦٢٤٧
Sofal	٧٨٣٧٦٧٠٣٥٧٧	٤٦٣٢٢٨٢٨٥٧١
Heblex	٤٤٧٨٣١٣٩٢٦٢	٤٢٥١٧٠٣٨٦٧٧
Ajor	١,١٤٤٨٢E+١١	٥١٢٥٣٦٠١١٧٧

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]



شکل۳- بار سرمایش، گرمایش سالیانه کل ساختمان با مصالح (آجر، هبلکس، لیکا، سفال،)



شکل۴- میزان مصرف سالانه انرژی مصالح (اجر هبلکس، لیکا، سفال،)

۷-نتیجه تحقیق

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مصالح متداول در دیوارهای خارجی ساختمان‌های مسکونی شهر تبریز بر آسایش حرارتی ساکنین و میزان نیاز به انرژی گرمایشی و سرمایشی، در اقلیم سرد و کوهستانی انجام شد. تحلیل‌های انجام‌شده با بهره‌گیری از شبیه‌سازی‌های حرارتی در نرم‌افزارهای OpenStudio و EnergyPlus بر اساس سناریوهای یکسانی برای چهار نوع مصالح شامل: بلوک هبلکس(AAC) ، بلوک لیکا، بلوک سفالی و آجر فشاری صورت گرفت.

یافته‌ها حاکی از آن است که انتخاب نوع مصالح به‌کاررفته در جداره خارجی ساختمان تأثیر مستقیمی بر کارایی حرارتی ساختمان و به‌تبع آن بر کاهش مصرف انرژی دارد. بر اساس نتایج شبیه‌سازی، بلوک هبلکس با کمترین میزان انرژی مصرفی برای گرمایش (٤٤٧٨٣١٣٩٢٦٢ ژول) و سرمایش (٤٢٥١٧٠٣٨٦٧٧ ژول)، عملکرد بهینه‌تری نسبت به سایر مصالح از خود نشان داد. پس از آن، مصالح لیکا، سفال و در نهایت آجر فشاری به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. مصالح آجر فشاری با بیشترین میزان انرژی گرمایشی (١,١٤٤٨٢E+١١ ژول) دارای ضعیف‌ترین عملکرد حرارتی بود.

تحلیل نتایج نشان داد که اختلاف مصرف انرژی میان مصالح تا بیش از دو برابر می‌رسد، که این امر اهمیت انتخاب دقیق مصالح را در مراحل اولیه طراحی ساختمان دوچندان می‌سازد. مصالحی چون هبلکس و لیکا با داشتن ضریب هدایت حرارتی پایین، تخلخل بالا، وزن سبک و عملکرد عایق حرارتی مناسب، قادر به تأمین آسایش حرارتی با حداقل اتکا به سیستم‌های مکانیکی هستند. از لحاظ اجرایی دارای سرعت بالا، عایق صوتی و اقتصادی هستند این ویژگی‌ها، علاوه بر کاهش مصرف انرژی، منجر به ارتقای کیفیت زندگی ساکنین و کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]

۸- منابع فارسی و لاتین

[۱] نظری، امیر و کناری، محمد. (۱۳۸۹). تحلیل انرژی حرارتی در ساختمان با تأکید بر اقلیم‌های سرد. فصلنامه علمی-پژوهشی هنرهای زیبا – معماری و شهرسازی، شماره ۴۲.

[۲] رنجبر، علی‌اکبر. (۱۳۹۲). تحلیل عملکرد مصالح نوین در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان در اقلیم سرد. فصلنامه تحقیقات انرژی ایران.

[۳] نگین صادقی – مریم رفیعی - شفیعی دستجردی (۱۳۹۹) بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان از طریق بهینه یابی سطح شفاف پوسته خارج درمقیاس بلوک شهر ی : نمونه موردی بافت فرسوده همت آباد در اصفهان

[٤] ابراهیمی، مریم؛ داوری، حسن. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر نوع دیوار خارجی بر مصرف انرژی در اقلیم سرد. نشریه علمی پژوهش‌های معماری اقلیمی.

[٥] علیزاده، مهدی. (۱۳۹۴). ارزیابی مصالح ساختمانی از منظر مصرف انرژی در اقلیم سرد. فصلنامه معماری پایدار، شماره ۵.

[٦] سازمان نظام مهندسی ساختمان. (۱۳۹۶). مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان: صرفه‌جویی در مصرف انرژی. وزارت راه و شهرسازی.

[۷] سازمان نظام مهندسی ساختمان. (۱۳۹۶). مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان: مصالح و فراورده های ساختمانی

[۸] شیروانی، سارا؛ علی‌اکبری، محمدحسین. (۱۳۹۵). بررسی شاخص‌های آسایش حرارتی در اقلیم سرد ایران. فصلنامه اقلیم و انرژی.

محسنی، مریم. (۱۳۹۷). طراحی غیرفعال در معماری بومی اقلیم سرد ایران. نشریه علمی پژوهشی هنر و محیط زیست.

[۹] بهنام قاسم پور اهنگر – کورش صدیقی – امید جهانیان -مرتضی عباسی (۱۳۹۷)شبیه سازی اتالف انرژی در ساختمان به منظور بهینه سازی گرمایش و کاهش مصرف گاز در اقلیمهای مختلف استان مازندران

[۱۰] Koch-Nielsen, H. (۲۰۱۳). Stay Cool: A Design Guide for the Built Environment in Hot Climates. Earthscan.

[۱۱] Mohammad, A. (۲۰۱۳). Thermal Performance of Building Envelope in Different Climates. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۱۹, ۲۹۳–۳۰۵.

[۱۲] Heydari, A. (۲۰۱٤). Building Envelope Design for Cold Climates: Thermal Mass vs. Insulation. Journal of Building Physics, ۳۸(۲), ۱۳۹–۱٦۰.

[۱۳] ASHRAE. (۲۰۱۷). ASHRAE Handbook - Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

[۱٤] U.S. Department of Energy. (۲۰۲۰). EnergyPlus Engineering Reference: The Reference to EnergyPlus Calculations. Version ۹,٤.

[۱٥] Attia, S., Beltrán, L., De Herde, A., & Hensen, J. (۲۰۱۲). Architect Friendly: A Comparison of Ten Different Building Performance Simulation Tools. Building and Environment, ٤٦(۱۲), ۲٤۸۰–۲٤۹۰.

[۱٦] Fanger, P.O. (۱۹۷۰). Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. McGraw-Hill.

[۱۷] Alwetaishi, M. (۲۰۱۹). Energy Performance Assessment of

[۱۸] Different Wall Systems in Cold Climate Using Simulation Tools. Journal of Building Engineering, ۲٦, ۱۰۰۸۸۹.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-05-18]