مطالعات محیطی هفت حصار شماره پنجاه و یکم/ سال چهاردهم/ بهار ۱۴۰۴
صفحات ۵۶-۳۹

سنجش میزان تاثیر نماهای دو پوسته بر نیازهای انرژی ساختمان‌های مسکونی (در اقلیم شهر کرمانشاه)

سید کیانوش احمدی*، مهدی شعبانیان**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۳/۱۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۵/۲

چکیده

امروزه انرژی، منبع حیات و زندگی مدرن انسان به شمار می‌آید. اما با توجه به رشد جمعیت و پیشرفت فناوری، مصرف انرژی در زندگی به شدت افزایش یافته است و منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوا شده است که مشکلات متعدد برای سلامتی محیط زیست و جوامع بشری به وجود آورده است. به همین دلیل، کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی امری ضروری به نظر می‌رسد. نمای ساختمان به عنوان عامل ارتباط دهنده فضای داخلی و فضای خارجی نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی دارد. لذا یکی از روش های موثر برای کنترل و بهبود کیفیت مصرف انرژی ساختمان و عملکرد حرارتی و در نهایت کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی استفاده از نماهای دوپوسته است. هدف ازاین پژوهش سنجش میزان کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی با استفاده از نماهای دو پوسته دالانی و یکپارچه در سه حالت تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه در اقلیم شهر کرمانشاه می‌باشد.

برای نیل به هدف پژوهش حاضر ابتدا موقعیت جغرافیایی نمونه مشخص گردید.در مرحله بعد داده های آب و هوایی شهر کرمانشاه جمع آوری شد. با استفاده از نرم افزار (Design Builder) نمونه پایه، شبیه‌سازی و سناریوهای موجود مورد تحلیل و سنجش قرار گرفت. صحت نتایج حاصل از شبیه‌سازی با مقادیر مندرج در قبوض برق و گاز سالیانه ساختمان مورد مطالعه، اعتبارسنجی گردید.که میزان اختلاف خروجی نرم افزار نسبت به مقادیر واقعی کمتر از ۱۰ درصد بود.

تأثیر نمای دوپوسته و تهویه هوای بین دوپوسته در ساختمان های مسکونی در اقلیم شهر کرمانشاه را می‌توان از لحاظ مصرف انرژی ساختمان حائز اهمیت دانست زیرا که تأثیر مستقیمی در کاهش مصرف انرژی دراین ساختمان ها داشته است. بررسی و مقایسه مصارف انرژی و رفتار حرارتی پوسته دوم ساختمان، تهویه هوای بین دوپوسته در فصل گرم، بهینه‌ترین حالت مصرف انرژی را برای کل ساختمان رقم زده است.

استفاده از نمای دوپوسته(دالانی)، بیشترین میزان کاهش انرژی گرمایشی را با ۵۴/۵۵ درصد در ماه آپریل داشته است. استفاده از نمای دوپوسته(یکپارچه)، در ماه ژانویه با ۴۰/۸۴درصد پایین‌ترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را دارد. در صورت فعال بودن تهویه طبیعی هوای بین دوپوسته در فصل گرم در اقلیم شهر کرمانشاه، مصرف انرژی کل ساختمان نسبت به سایر حالت‌ها دارای بهینه‌ترین وضعیت می‌باشد. مصارف انرژی کل ساختمان، در نمای دوپوسته دالانی به همراه تهویه طبیعی با ۶۶/۶۳ kWh/m^2 یعنی پایین‌ترین مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. به طور کلی استفاده از پوسته دوم به صورت دالانی و دارای تهویه طبیعی درفصل گرم برای‌این ساختمان کاهش ۱۰/۷۳ درصدی معادل ۸/۰۱ kWh/m^2 را در مصرف انرژی کل نسبت به ساختمان پایه را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی

نمای دوپوسته، ساختمان های مسکونی، اقلیم کرمانشاه، نیازهای انرژی، کاهش مصرف انرژی

* دانشجوی دکتری، گروه معماری، دانشکده هنرومعماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان،ایران. ahmadi.skianoosh@gmail.com
** استادیار،گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان،ایران.(نویسنده مسئول). shaabanianmahdi@iau.ac.ir

ISSN: 2322-5602
©: IAUH
مقاله پژوهشی- مورد پژوهی
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

مقدمه

امروزه انرژی، منبع حیات و زندگی مدرن انسان به شمار می‌آید. اما با توجه به رشد جمعیت و پیشرفت فناوری، مصرف انـرژی در زنـدگی بـه شدت افزایش یافته استاین مصرف افزایشی علاوه بر استفاده زیاد از منابع انرژی غیرتجدیدپذیر، منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوا شده است که مشکلات متعدد برای سلامتی محیط زیست و جوامع بشری به وجود آورده اسـت. از جملـه‌ایـن مسـائل و مشـکلات محدودیت و پایان‌پذیر بودن منابع فسیلی و اثرات زیست‌محیطی ناشی از سـوزاندن‌ایـن منـابع، ضـرورت صـرفه‌جـویی در مصـرف انـرژی بـا بهینه‌سازی مصرف آن و نیز جایگزینی منـابع دیگـر انـرژی بخصـوص انـرژی‌هـای تجدیدپـذیر را آشـکار نمـوده اسـت) Gonzalez et al, 2002,626-637). آژانس بین المللی انرژی اعلام کرده است که تا سال ۲۰۲۵، منابع نفت دنیا به پایان می‌رسد و پس ازاین زمـان، قیمـت نفت افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند(Cronshaw, 2015,571-585). از آنجایی که نگرانی‌ها در مـورد تغییـرات آب و هـوا و امنیـت انـرژی همچنان افزایش می‌یابد، علاقه فزآینده‌ای به ترویج اقدامات صرفه‌جویی و کارایی انرژی در بخش مسکونی افزایش یافته اسـت) Gonzalez et al, 2002, 626-637). اقلیم شهر کرمانشاه در شرق استان کرمانشاه بین ۲۳ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۲۴ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شـمالی و ۴۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۴۷ درجه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است(مطالعات جامع توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی اسـتان کرمانشاه، ص۲۹). در سطح شهرستان کرمانشاه، تاثیر فاکتور عرض جغرافیایی به مراتب کمتر از ارتفاع است و تفاوت موجود بین شمالی ترین و جنوبی ترین نقطه آن اختلاف زیاد و قابل توجهی را در پارامترهای مرتبط با تابش خورشید نظیر ساعات آفتابی به وجود نمـی‌آورد. رژیـم آب و هوایی شهرستان کرمانشاه را سیستم های کم فشار مدیترانه‌ای تشکیل می‌دهند. با استفاده از تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه اقلـیم هـای خشـک سرد، نیمه خشک معتدل، نیمه خشک سرد و نیمه مرطوب سرد را در سطح شهرستان می‌توان مشاهده کرد. بنابراین هماهنگ کردن ساختمان و محیط مسکونی انسان با شرایط و عوامل اقلیمی به دلیل گرانی انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است (ملک حسـینی و ملکـی، ۴،۱۳۸۹). لـذا کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی در اقلیم کرمانشاه امری ضروری به نظر می‌رسد. نمای ساختمان بـه عنـوان عامـل ارتبـاط دهنده فضای داخلی و فضای خارجی نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی دارد. لذا یکی از روش های موثر بـرای کنترل و کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی استفاده از نماهای دوپوسته است. نماهای دو پوسته یا نماهای مبتنی بر سیسـتم دو پوسته در ساختمان های مسکونی، یکی از روش هـای پیشـرفته و مـوثر بـرای بهبـود کیفیـت سـاختمان و عملکـرد حرارتـی آنهـا محسـوب می‌شوند.این نوع نماها می‌توانند تاثیرات مثبتی بر ساختمان داشته باشند. مطابق تعریف مؤسسه تحقیقات ساختمانی بلژیک، نمای دوپوسته بـه نمایی اطلاق می‌شود که از احداث حداقل دو پوسته داخلی و خارجی، با فاصله‌ای بیست تا دویست سانتی‌متـری، موسـوم بـه فضـای حائـل و پوسته خارجی اغلب از جنس شیشه سخت شکل گرفته باشد. پوسته داخلی عمدتا بخشی شیشه و بخش دیگـر نمـای کـدر (غیرشفاف)اسـت. همچنین‌این فضا را می‌توان به روش طبیعی یا مکانیکی تهویه کرد(BBRI, 2002). نماهای دو پوسته بـه چهـار دسـته کلـی ۱- نماهـای دو پوسته یکپارچه ۲- نماهای دو پوسته دالانی(هر طبقه مجزا) ۳- نماهای دو پوسته با محفظه های یکپارچه عمودی(بسته شدن میان اتاق های مجاور یا شفت). ۴-نمای دو پوسته جعبه‌ای تقسـیم بنـدی مـی‌شـوند(Rundle, 2011; Gratia and Herde, 2004; Gratia and Herde, 2007; Kragh, 2002;).این پژوهش سعی دارد، تاثیر نماهای دوپوسته یکپارچه و دالانی را با سه نوع تهویه طبیعی،مکانیکی و بدون تهویه در یک ساختمان مسکونی در اقلیم شهر کرمانشاه را از طریق نرم افزار (Design Builder) شبیه‌سـازی کـرده و میـزان کـاهش یـا افـزایش مصرف انرژی را بر اساس متغیرهای بیان شده، تحلیل کند. مدل مورد بررسی، یک ساختمان پایه با مصالح رایج در ساخت ابنیه و همچنین بـا توجه به مطالعات میدانی انجام شده در سطح شهر کرمانشاه و تمرکز ساخت و ساز به دلیل موارد اقتصادی از جمله ارزش افزوده املاک دراین منطقه از شهر و همچنین میزان فراوانی ساختمان های ساخته شده در قالب ساختمان های با شش طبقه روی طبقه همکف (پارکینگ) نسبت به ساختمان های دیگر، و نیز در دسترس بودن آن جهت گردآوری اطلاعات و بالا رفتن دقت خروجی داده های نـرم افـزار،این سـاختمان بـه عنوان نمونه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. یافته های‌این پژوهش می‌تواند راهنمایی برای طراحـی و انتخـاب نـوع تهویـه مناسـب در نماهای دوپوسته در اقلیم شهر کرمانشاه باشد. هدف ازاین پژوهش سنجش میزان کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی با استفاده از نماهای دو پوسته دالانی و یکپارچه در سه حالت تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه در اقلیم شهر کرمانشاه می‌باشد. بدین منظـور روش اجرای‌این پژوهش، مدل سازی با استفاده از نرم افزار شبیه‌سازی (Design Builder) و همچنین تحلیل میزان کاهش مصـرف انـرژی بـر اساس نماهای دوپوسته دالانی و یکپارچه در سه حالت تهویه طبیعی، مکـانیکی و بـدون تهویـه مـی‌باشـد. صـحت سـنجی نتـایج حاصـل از شبیه‌سازی بر اساس مقادیر مندرج در قبوض برق و گاز سالیانه ساختمان مورد مطالعه می‌باشد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

پیشینه پژوهشی

در سوابق تجربیات مربوط به استفاده از الگوی نماهای دوپوسته، اولین بار در سال ۱۸۴۹ به گردش مکانیکی هوای گرم و سرد بین لایه های شیشه ساختمان موزه صنعتی بروکسل در زمستان و تابستان اشاره شده است. در ۱۹۰۳ کارخانهای در آلمان برای بهره گیری هرچه بیشتر از نور روز و پرهیز از سرما و بادهای شدید منطقه، و ساختمان بانکی در اتریش، و به دنبال آن ساختمانهای متعددی در روسیه و پاریس ازاین روش سود جستند. سالهای بعد تا اواخر دهه ۱۹۷۰ پیشرفت قابل ملاحظهای در بهره گیری ازاین نماها پدید نیامد. پس از آن و به ویژه از دهه ۱۹۹۰ به بعد، در پاسخ به مسئله انرژی، تعداداین ساختمانها به طور فزایندهای رشد کرد (Uuttu, 2001).

تحقیقات محدودی درایران تأثیر نماهای دوپوسته را بر مصرف انرژی ساختمان ارزیابی کرده اند. یکی ازاین تحقیقات (قنبران و حسین پور ۱۳۹۲) گزینه های مختلف نمای دوپوسته را روی یک ساختمان اداری در تهران شبیه‌سازی کرده و استفاده از نمای دوپوسته را منجر به کاهش ۱۶ تا ۲۰درصد مصرف انرژی در ساختمان دانسته اند.(قنبران و حسین پور ۱۳۹۲).

نتایج شبیه‌سازی میر رشید ومیر سعیدی نشان می‌دهد که سامانه دیوار ترومب می‌تواند در گرمایش در اقلیم مورد نظر مفید باشد ولی در بهبود شرایط سرمایشی ساختمان نقش کم تری دارد که با توجه به مسایل اقتصادی و فنی باید درباره نقش‌این سامانه در کاهش مصرف انرژی مطالعه بیش تری انجام گیرد.(میر رشید و میر سعیدی ۱۳۹۹، ۲۸۱-۲۹۴).

در پژوهشی که حافظی، تحصیل دوست، زمردیان در باب فرایند دستیابی به نمای دوپوستهی دارای بهره وری مناسب انرژی، در یک ساختمان اداری در شهر تهران انجام داده اند نتایج حاکی از آن است که کاهش مصرف منابع انرژی ناشی از استفاده از نمای دوپوسته دراین ساختمان بین kWh/m2 ۵۴-۲۸ معادل ۷. ۷۹٪ تا ۸۰٪ کاهش ارزیابی شد (حافظی، تحصیل دوست، زمردیان، ۱۳۹۵، ۱۰۱-۱۱۰).

نتایج تحقیقی مشابه از (Hoseggen et al, 2008) با بررسی شبیه‌سازی ساختمان به عنوان ابزار کمکی در تصمیم گیری مطالعه موردی: با یا بدون نمای دو پوسته نشان می‌دهد که در طراحی نمای دوپوسته، تا ۲۰٪ از هزینه انرژی گرمایشی ساختمان را کاهش می‌دهد (Hoseggen, 2008, 821-827).

در پژوهشی دیگر (Gratia,& Deherde,2004)، تهویه طبیعی در نمای دو پوسته را مورد مطالعه و بررسی قرار داده اند که نتایج آن نشان می‌دهد که اگر نمای دوپوسته در جهت جنوبی بنا قرار گیرد و تهویه نشود، در صورتی که از لووراستفاده نشود، دمای حفره میانی ممکن است تا ۴۷ درجه سانتیگراد بالا رود که در صورت وجود لوورهااین دما تا ۵۲ درجه سانتیگراد نیز بالا خواهد رفت. با توجه به اثر گلخانه‌ای که موجب‌ایجاد شرایط نامناسب در ساختمان می‌گردد، توجه به تهویه حفره میانی اهمیت بالایی خواهد داشت(Gratia et al, 2004, 1139-1152).

جدول ۱- پیشینه داخلی مقالات مرتبط با موضوع

پژوهشگر	عنوان پژوهش	تاریخ	نتایج پژوهش
حسین پور و قنبران	بررسی رفتار حرارتی نماهای دو پوسته در اقلیم تهران	۱۳۹۲	به منظور بررسی کارایی‌ایده نمای دوپوسته در اقلیم شهر تهران, یک ساختمان اداری در گزینه های مختلف با و بدون نمای دوپوسته مدل‌سازی و عملکرد انرژی آن به وسیله نرم‌افزار شبیه‌سازی EQUEST شبیه‌سازی شده است بر اساس نتایج شبیه‌سازی، استفاده از نمای دوپوسته در مقایسه با نمای تک پوسته, منجر به کاهش ۱۶ الی ۲۰٪ مصرف انرژی سیستم HVAC ساختمان می‌گردد.
میر رشید و میر سعیدی	بررسی میزان تاثیرسامانه دیوار ترومب بر آسایش حرارتی در اقلیم معتدل و مرطوب(نمونه موردی ساختمان مسکونی در گنبدکاووس)	۱۳۹۹	نتایج‌این شبیه‌سازی نشان می‌دهد که سامانه دیوار ترومب می‌تواند در گرمایش در اقلیم مورد نظر مفید باشد ولی در بهبود شرایط سرمایشی ساختمان نقش کمتری دارد که با توجه به مسایل اقتصادی و فنی باید درباره نقش‌این سامانه در کاهش مصرف انرژی مطالعه بیش تری انجام گیرد.
حافظی، تحصیل‌دوست، زمردیان	فرایند دستیابی به نمای دوپوسته‌ی دارای بهره وری مناسب انرژی، نمونه موردی یک ساختمان اداری در تهران	۱۳۹۵	نتایج نشان‌دهنده‌ی کاهش نیاز به گرمایش و نیز بهبود شرایط فضای داخلی در دوره‌ی سرمایش است. کاهش مصرف منابع انرژی ناشی از استفاده از نمای دوپوسته دراین ساختمان بین ۲۸-۵۴ kWh/m^2 معادل ۷. ۷۹٪ تا. ۸۰٪ کاهش ارزیابی شد. همچنین بیشترین تأثیر استفاده از گونه های مختلف نمای دوپوسته در کاهش بار سرمایشی است؛ اگرچه در تمام گونه های آن موجب افزایش بار روشنایی می‌شود.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

نتایج شبیه‌سازی(Hensen, Bartak,& Drkal, 2002) نشان می‌دهدکه شبیه‌سازی نمای دوپوسته شامل بررسی عوامل چون دما و نوسانات جریان هوا است که با تحلیل مناسب با توجه به شرایط خاص پروژه، می‌تواند بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان را کاهش دهد(Hensen,et al, 2002, 1251-1259).

جدول ۲- پیشینه خارجی مقالات مرتبط با موضوع

عنوان مقاله/کتاب	سال	نویسندگان	نتایج پژوهش
Building simulation as an assisting tool in decision making. Case study: With or without a double skin façade	۲۰۰۸	Hoseggen, Wachenfeldt, & Hanssen,	نتایج‌این مقاله نشان می‌دهد که در طراحی نمای دوپوسته، می‌تواند تا ۲۰٪ از هزینه انرژی گرمایشی ساختمان را کاهش دهد. (Hoseggen, 2008, 821-827).
Natural ventilation in a double skin façade	۲۰۰۴	Gratia,& Deherde	نتایج نشان می‌دهد که اگر نمای دوپوسته در جهت جنوبی بنا قرار گیرد و تهویه نشود، در صورتی که از لووراستفاده نشود، دمای حفره میانی ممکن است تا ۴۷ درجه سانتیگراد بالا رود که در صورت وجود لوورها این دما تا ۵۲ درجه سانتیگراد نیز بالا خواهد رفت. با توجه به اثر گلخانه‌ای که موجب‌ایجاد شرایط نامناسب در ساختمان می‌گردد، توجه به تهویه حفره میانی اهمیت بالایی خواهد داشت. (Gratia, 2004, 1139-1152).
Modeling and Simulation of a Double-Skin Façade System	۲۰۰۲	Hensen, Bartak,& Drkal,	نتایج نشان می‌دهد که شبیه‌سازی نمای دوپوسته شامل بررسی عوامل چون دما و نوسانات جریان هوا است که با تحلیل مناسب با توجه به شرایط خاص پروژه، می‌تواند بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان را کاهش دهد. (Hensen, 2002, 1251-1259).

مبانی نظری

شهرستان کرمانشاه در شرق استان کرمانشاه بین ۲۳ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۲۴ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۴۷ درجه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. شهرستان کرمانشاه یک شهر بزرگ به نام کرمانشاه دارد که مرکز استان می‌باشد. این شهرستان در ناحیه‌ای کوهستانی بین فلات‌ایران و جلگه بین النهرین واقع شده است و ارتفاع پست ترین نقطه آن از سطح دریا ۱۴۰۰ متر است. دو رشته کوه پراو در شمال و کوه سفید در جنوب شهر کرمانشاه را احاطه نموده و مهمترین ارتفاعات از نظر تاثیرگذاری بر اقلیم محل می‌باشند. کوه پراو به طول تقریبی ۶۲ کیلومتر از جهت شمال شرق گسترش دارد و سدی در مقابل جریانات باران زای غربی‌ایجاد کرده است. بلندترین نقطه پراو در حدود ۳۳۵۷ متر ارتفاع دارد که می‌توان به تاثیر آن در شرایط آب و هوایی کرمانشاه پی برد. کوه سفید با طول ۴۴ کیلومتر در جنوب شهر واقع شده است و بلندترین قلعه کوه سفید نیز ۲۸۵۰ متر ارتفاع دارد، در سطح شهرستان کرمانشاه، تاثیر فاکتور عرض جغرافیایی به مراتب کمتر از ارتفاع است و تفاوت موجود بین شمالی ترین و جنوبی ترین نقطه آن اختلاف زیاد و قابل توجهی را در پارامترهای مرتبط با تابش خورشید نظیر ساعات آفتابی به وجود نمی‌آورد. رژیم آب و هوایی شهرستان کرمانشاه را سیستم های کم فشار مدیترانه‌ای تشکیل می‌دهند. با استفاده از تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه اقلیم های خشک سرد، نیمه خشک معتدل، نیمه خشک سرد و نیمه مرطوب سرد را در سطح شهرستان می‌توان مشاهده کرد. بطور کلی شهر کرمانشاه در اقلیم نیمه خشک استپی خنک قرار دارد. میانگین دمای سالانه شهر کرمانشاه در حدود ۱۴سانتی‌گراد و میزان بارش سالانه این شهر ۴۵۶/۸ میلی‌متر است.(جدول ۳)

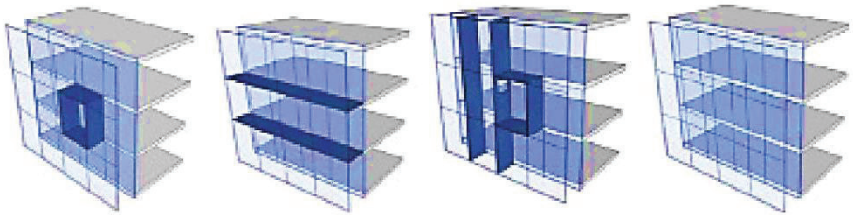
جدول ۳- میانگین دمای سالانه شهر کرمانشاه (منبع: وبگاه Weather Bais)

دما (C°)	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
گرم‌ترین	۱۴	۲۰	۲۵	۲۸	۳۴	۴۰	۴۳	۴۳	۳۷	۳۴	۲۵	۲۰
میانگین گرم‌ترین‌ها	۳	۷	۱۳	۱۹	۲۵	۳۲	۳۶	۳۶	۳۱	۲۴	۱۶	۸
میانگین سردترین‌ها	-۴	-۲	۳	۸	۱۲	۱۷	۲۲	۲۰	۱۷	۱۲	۵	۱
سردترین	-۲۱	-۲۷	-۱۴	-۴	۲	۷	۱۱	۲	۰	-۲	-۹	-۹

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

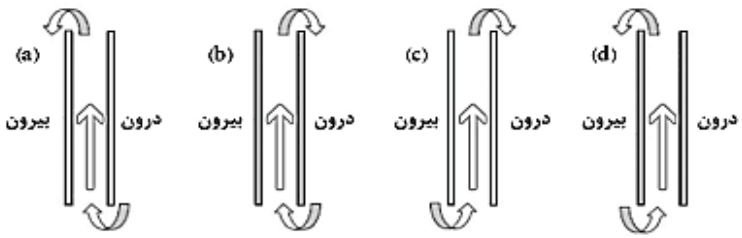
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

در سطح شهرستان کرمانشاه، تاثیر فاکتور عرض جغرافیایی به مراتب کمتر از ارتفاع است و تفاوت موجود بین شمالی ترین و جنوبی ترین نقطه آن اختلاف زیاد و قابل توجهی را در پارامترهای مرتبط با تابش خورشید نظیر ساعات آفتابی به وجود نمی‌آورد. رژیم آب و هوایی شهرستان کرمانشاه را سیستم های کم فشار مدیترانه‌ای تشکیل می‌دهند. با استفاده از تقسیم بندی اقلیمی آمبرژه اقلیم های خشک سرد، نیمه خشک معتدل، نیمه خشک سرد و نیمه مرطوب سرد را در سطح شهرستان می‌توان مشاهده کرد. .به همین دلیل، کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی در اقلیم کرمانشاه امری ضروری به نظر می‌رسد. نمای ساختمان به عنوان عامل ارتباط دهنده فضای داخلی و فضای خارجی نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی دارد. لذا یکی از روش های موثر برای کنترل و کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی استفاده از نماهای دوپوسته است. نماهای دو پوسته یا نماهای مبتنی بر سیستم دو پوسته در ساختمان های مسکونی، یکی از روش های پیشرفته و موثر برای بهبود کیفیت ساختمان و عملکرد حرارتی آنها محسوب می‌شوند.این نوع نماها می‌توانند تاثیرات مثبتی بر ساختمان داشته باشند. مطابق تعریف مؤسسه تحقیقات ساختمانی بلژیک، نمای دوپوسته به نمایی اطلاق می‌شود که از احداث حداقل دو پوسته داخلی و خارجی، با فاصله‌ای بیست تا دویست سانتی‌متری، موسوم به فضای حائل و پوسته خارجی اغلب از جنس شیشه سخت شکل گرفته باشد. پوسته داخلی عمدتا بخشی شیشه و بخش دیگر نمای کدر (غیرشفاف)است. همچنین‌این فضا را می‌توان به روش طبیعی یا مکانیکی تهویه کرد(BBRI, 2002). عوامل مؤثر بر کارایی نماهای دوپوسته مشتمل بر کاربری و نوع بنا، ساختار جداره خارجی، نسبت و تعداد لایه‌های سطوح شفاف، عمق فضای حائل و جانمایی سایبان‌ها در داخل آن (Gratia and Herde, 2004, 1139-1152) و همچنین عمق فضای حائل(Torres et al 2007, 198-200) و تهویه آن(Manz et al;2004, 1023-1033) و نیز پیکره‌بندی‌این فضا بر کارایی آن تأثیرگذار است(Poirazis, 2006, 34). ازجمله ویژگی‌ها نماهای دو پوسته عبارتنداز:۱- ارتباط نزدیک فضای داخل با محیط خارج از طریق بدنه شفاف(Baldinelli, 2009, 1107-1118). ۲-ایجاد جذابیت بصری، دریافت نور روز بیشتر، شکل خارجی و نمای یکپارچه شیشه‌ای(Gratia and Herde, 2007, 364-373) ۳- عملکرد مفید آن از دیدگاه بهبود همسازی اقلیمی و کاهش مصرف منابع انرژی(Fallahi et al:2010, 1499-1509). اگرچه افزایش سطوح شیشه‌ای افزایش حرارت ناشی از اثر گلخانه‌ای را نیز به همراه دارد (Gratia and Herde, 2004, 1139-1152). بنابراین بر اساس نوع هندسه فضای حائل و همچنین عوامل تاثیر گذار (مانند پیکربندی، الگوی تهویه و سایبان ها)، نماهای دو پوسته به چهار دسته کلی ۱- نماهای دو پوسته چند طبقه‌ای یا یکپارچه ۲- نماهای دو پوسته دالانی(بسته شدن بین طبقات و یکپارچگی افقی). ۳) نماهای دو پوسته با محفظه های یکپارچه عمودی(بسته شدن میان اتاق های مجاور یا شفت). ۴-نمای دو پوسته جعبه‌ای (بسته شدن هم زمان افقی و عمودی فضای حائل در تراز هر طبقه روی دیوار های اتاق ها) تقسیم بندی می‌شوند(Rundle, 2011; Gratia and Herde, 2004; Gratia and Herde, 2007; Kragh, 2002;)(تصویر ۱).



تصویر ۱- از راست به چپ یکپارچه، شفت، دالانی و جعبه‌ای(تحصیل دوست، ۱۳۹۵)

از سوی دیگر بر مبنای منبع تهویه فضای حائل شامل چهار حالت ترکیبی از تأمین هوا (از داخل یا خارج) به نقطه تخلیه هوا (به داخل یا خارج)، گونه‌بندی نماهای دوپوسته به چهار حالت طرح می‌شود. همچنین دو حالت دیگر که طبقه‌بندی جدیدی برای‌این نماها به همراه دارد، موضوع روش تهویه است که ممکن است به‌صورت تحت فشار (مکانیکی) یا طبیعی اتفاق افتد.(تصویر ۲) (Poirazis ,2006,34).



تصویر ۲- گونه بندی بر مبنای روش تهویه(معرفت، عظیمی و دیگران، ۱۳۸۹)

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

روش تحقیق

این پژوهش به طور کلی با رویکرد کمی و با روش جمع آوری اطلاعات در بستر مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام شده است. و از نظر نوع کاربرد نتایج، در قالب پژوهش های کاربردی می‌باشد. نوع تحقیق از نظر گردآوری داده ها به صورت شبه آزمایشی و در روش تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار (Design Builder) استفاده شده است.دراین پژوهش در جهت بررسی میزان کاهش مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی با استفاده از نماهای دو پوسته در اقلیم شهر کرمانشاه، از روش شبیه‌سازی استفاده شده است. دراین راستا به منظور بررسی سوالات و فرضیه های تحقیق به کمک ابزار شبیه‌سازی، تاثیر گونه های مختلف نماهای دو پوسته(دالانی و یکپارچه) بر اساس سه نوع تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه، بر مصرف انرژی ساختمان های مسکونی مورد سنجش قرار می‌گیرد.که مراحل آن در ادامه بیان می‌شود. مرحله اول این تحقیق، جمع آوری اطلاعات بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از ابزار فیش برداری است. که‌این اطلاعات شامل، اطلاعات آب و هوایی شهر کرمانشاه، و اطلاعات ساختمان مورد مطالعه است. اطلاعات آب و هوایی شهر کرمانشاه، به صورت یک فایل اطلاعاتی از سوابق آب و هوایی، در طی ۲۰ سال گذشته شهر کرمانشاه گردآوری شده است، که به عنوان بانک اطلاعات آب و هوایی شبیه‌سازی استفاده شده است. مرحله دوم با استفاده از مطالعات میدانی و اسنادی، اطلاعات فیزیکی ساختمان از قبیل، پلان های معماری، سازه، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی و اطلاعات سایت و جهت گیری ساختمان، ساختار نمای ساختمان، مشخصات مصالح، جداول زمانی بهره برداری از ساختمان جمع‌آوری شده و بر مبنای استاندارد های متداول طراحی گردید. در خصوص مشخصات فیزیکی مصالح نیز اطلاعات بر اساس استانداردهای داخلی و خارجی و هم‌چنین مشخصات ارائه شده توسط تولیدکنندگان جمع‌آوری شد. مرحله سوم نرم افزار شبیه‌سازی به کار گرفته شده دراین تحقیق، نرم افزار(Design Builder)در نظر گرفته شده است.این نرم افزار، ابزاری حرفه‌ای با کاربری آسان است که با استفاده از قدرت تحلیل آن با اعمال هزینه‌های ناچیز و معقول در طراحی می‌توان به تغییراتی بزرگ در مصرف انرژی در بنا دست یافت. در مرحله چهارم این پژوهش، نماهایی دوپوسته به عنوان متغیر مستقل و میزان مصرف انرژی سالانه به عنوان متغیر وابسته در گونه های ساختمانی با نمای دوپوسته دالانی و یکپارچه و بر اساس سه نوع تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه مدنظر قرار گرفت که بر مبنای تغییرات متغیرهای مستقل، میزان کاهش یا افزایش مصرف انرژی در ساختمان مورد نظر مورد بررسی و مقایسه قرارگرفت. در مرحله پنجم با استفاده از خروجی داده‌های نرم‌افزار تاثیر نماهای دو پوسته بر کاهش مصرف انرژی کل ساختمان به صورت ماهانه و سالیانه در قالب نمودارهایی ارائه گردیده است. درمرحله ششم نمودارهای ارائه شده مورد مقایسه قرار گرفت و نتیجه گیری پایانی ارائه گردید.

شبیه‌سازی: جهت بررسی میزان کاهش مصرف انرژی در نمای دوپوسته ساختمان، یک نمونه پایه با نمای تک‌پوسته بر اساس نمونه مورد مطالعه با مصالح متداول، حاصل از مطالعات میدانی، طراحی و شبیه‌سازی گردید. سپس دو گزینه نمای دوپوسته جهت مقایسه میزان مصرف انرژی طراحی و شبیه‌سازی شد. نمونه پایه بر اساس فرضیات و سوألات تحقیق طراحی شده است. به‌این منظور ساختمانی مسکونی با توجه به بررسی‌های انجام شده و میزان فراوانی آن در منطقه مورد مطالعه، با پلان مستطیل شکل با توجه به وضع موجود ساختمان در شش طبقه مسکونی بر روی پیلوت(پارکینگ)در طبقه همکف شبیه سازی گردید. هر طبقه از ساختمان، دارای ۲۳۵ متر مربع مساحت می‌باشد. مصارف مختلف انرژی از قبیل روشنایی، تجهیزات و... بر اساس پیش‌فرض‌های نرم‌افزار با توجه به کاربری‌های تعریف شده پیش‌بینی شده است.

مشخصات فیزیکی گزینه‌های شبیه‌سازی: دراین مرحله متغیرهای مستقل تحقیق که شامل مسائل مربوط به ساختار فیزیکی نما در بخش های شفاف و غیر شفاف است، با توجه به وضع موجود ساختمان مورد مطالعه بر اساس استانداردهای ساختمانی رایج در کشورمان انتخاب گردید. سپس دو گزینه مختلف از نمای دوپوسته(دالانی و یکپارچه)، در سه حالت تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه مورد بررسی قرار گرفت. در گزینه اول پوسته داخلی مشابه نمای تک‌جداره نمونه پایه طراحی گردید، این پوسته به گونه‌ای طراحی شده است که در بخش‌های غیرشفاف مشابه گزینه پایه باشد و یک پوسته اضافی در فاصله ۱۰۰ سانتی‌متری به صورت یکپارچه و سرتاسری روی پوسته داخلی قرار گرفت. و میزان تاثیر آن در هر سه حالت تهویه مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. در گزینه دوم پوسته داخلی مشابه نمای تک‌جداره نمونه پایه طراحی گردید و یک پوسته اضافی در فاصله ۱۰۰ سانتی متری به صورت دالانی برای هر طبقه به صورت مجزا روی پوسته داخلی ساختمان قرار گرفت و میزان تاثیر آن در هر سه حالت تهویه مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت.

ساختمان پایه با نمای تک‌پوسته: برای انجام شبیه‌سازی، تجزیه‌وتحلیل نتایج و همچنین مقایسه مصارف انرژی، از یک ساختمان مسکونی شش طبقه ساخته شده در شهر کرمانشاه تحت عنوان ساختمان پایه با ضوابط و استانداردهای و مصالح متداول مورد استفاده در شهر

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

کرمانشاه بهره گرفته شده است. با توجه به مطالعات انجام شده در سطح شهر کرمانشاه و تمرکز ساخت و ساز به دلیل موارد اقتصادی از جمله ارزش افزوده املاک در این منطقه از شهر و همچنین میزان فراوانی ساختمان های ساخته شده در قالب ساختمان های با شش طبقه روی طبقه همکف (پارکینگ) نسبت به ساختمان های دیگر، و نیز در دسترس بودن آن جهت گردآوری اطلاعات و بالا رفتن دقت خروجی داده‌های نرم‌افزار، این ساختمان به عنوان نمونه موردی مطالعه انتخاب گردید. جهت‌گیری ساختمان پایه بر اساس تقسیم‌بندی بلوک‌های شهری جهت شمالی است و تنها از طریق جبهه جنوبی با معبر در ارتباط است. در قسمت سیستم روشنایی مصنوعی ساختمان مرجع از لامپ‌های کم‌مصرف LED استفاده شده است. جدول (۴) مصالح مورداستفاده در ساختمان با مقاومت‌های حرارتی به کار گرفته شده را نشان می‌دهد. همچنین جدول (۵) اطلاعات استفاده شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر را برای شبیه‌سازی مصارف انرژی و نیز بررسی رفتار حرارتی پوسته دوم برای ساختمان پایه را به نمایش گذاشته است.

جدول ۴- مصالح استفاده شده در ساختمان پایه

نوع پوسته	محل اجرا	نوع مصالح (از خارج به داخل)	ضخامت مصالح (cm)	ضخامت جداره (cm)	مقاومت حرارتی (m^2K/W)(R-Value)
دیوار	جداره پیرامونی	اندود سیمان و سیمان سفید	۳	۲۶	۰/۶۶۵
		بلوک بتنی	۲۰		
		اندود گچ	۳		
	جداره نمای جنوبی	سنگ نما	۲	۳۰	۰/۷۰۰
		دوغاب	۵		
		بلوک بتنی	۲۰		
		اندود گچ	۳		
	دیوار داخلی	اندود گچ	۲/۵	۱۰	۰/۴۶۶
		سفال	۵		
		اندود گچ	۲/۵		
	بام (سقف)	ایزوگام	۱	۳۵	۱/۲۷۰
		بتن سبک (شیب بندی)	۶		
		بتن	۵		
		سقف سازه‌ای	۲۰		
		اندود گچ	۳		
کف	بین طبقات	اندود گچ	۳	۳۲	۱/۰۴۵
		سقف سازه‌ای	۲۰		
		بتن	۵		
		ملات ماسه سیمان	۳		
		سرامیک پرسلان	۱		
	در تماس با هوا (سقف پیلوتی)	کامپوزیت	۲	۳۱	۰/۶۲۳
		سقف سازه	۲۰		
		بتن	۵		
		ملات ماسه سیمان	۳		
		سرامیک پرسلان	۱		
	در تماس با زمین	بتن کف‌سازی	۱۰	۱۴	۰/۵۱۵
		ملات ماسه سیمان	۳		
		سرامیک	۱		

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

جدول ۵- اطلاعات استفاده شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر برای ساختمان پایه

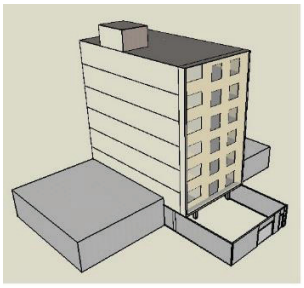
فرم	مستطیل با ۲۰/۸۰ متر طول و ۱۲/۵۰ متر عرض جهت‌گیری شمالی ارتفاع سقف: ۳/۴۰ متر
کاربری	مسکونی تراکم افراد:۰/۰۲۷ نفر در هر مترمربع نرخ لباس: زمستان ۱ و تابستان ۰/۵ نوع فعالیت: نشستن، خوابیدن، کار سبک و...
پوسته	مطابق با جدول شماره (۳)
روشنایی مصنوعی	نوع روشنایی: لامپ کم‌صرف LED چگالی روشنایی: ۲/۵۰ وات بر مترمربع در هر ۱۰۰ لوکس
بازشو	جبهه جنوبی ساختمان پنجره دوجداره دو شیشه شفاف ۳ میلی‌متر یک‌لایه گاز هوا ۱۳ میلی‌متر
سیستم تأسیسات	گرمایش: پکیج سرمایش: اسپیلت دمای شروع به کار سیستم سرمایشی: ۲۷ درجه سانتی‌گراد دمای شروع به کار سیستم گرمایشی: ۲۱ درجه سانتی‌گراد

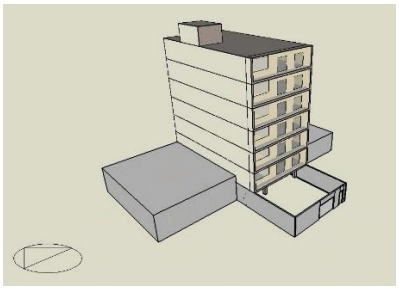
معرفی گزینه اول نمای دو پوسته(دالانی):(نمای دوپوسته برای هر طبقه مجزا):در گزینه اول نمای دوپوسته، از یک پوسته با شرایط یکسان از نظر مصالح جداره‌های شفاف و غیرشفاف با ساختمان پایه استفاده شده است. لازم به ذکر است برای انجام شبیه‌سازی رفتار حرارتی پوسته دوم ساختمان و مصرف انرژی حاصل از آن، فاصله‌ای یکسان به اندازه یک متر از نمای اصلی ساختمان به صورت دالانی و مجزا از طبقات دیگر، برای نمای دوم در شبیه‌سازی‌ها استفاده شده است. در نمای دوپوسته در نظر گرفته شده برای هر طبقه سه حالت مختلف برای دستیابی به بهینه‌ترین مصرف انرژی در نظر گرفته شده که در حالت اول هوای بین دو پوسته به صورت مبحوس بوده و ارتباطی با هوای بیرون ندارد. در حالت دوم هوای بین دو پوسته با تهویه طبیعی از طریق دریچه ها با هوای بیرون در ارتباط بوده و تعویض هوا به صورت طبیعی انجام می‌پذیرد. حالت سوم به مانند حالت دوم بوده با این تفاوت که تعویض هوای بین دوپوسته ساختمان از طریق تهویه مکانیکی انجام می‌شود. علت تعویض هوای بین دو پوسته به صورت طبیعی و مکانیکی، جلوگیری از افزایش مصرف انرژی در فصل گرم از طریق تبادل حرارت بین ساختمان و نمای دوپوسته است.

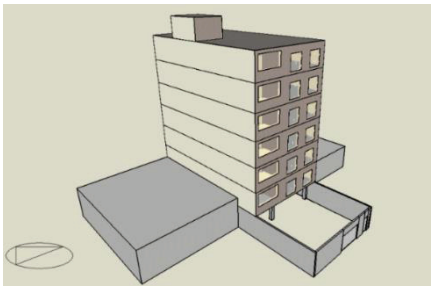
معرفی گزینه دوم نمای دوپوسته:(نمای دوپوسته یکپارچه):در گزینه دوم نمای دوپوسته، از یک پوسته با شرایط یکسان از نظر مصالح جداره‌های شفاف و غیرشفاف با ساختمان پایه استفاده شده است. لازم به ذکر است برای انجام شبیه‌سازی رفتار حرارتی پوسته دوم ساختمان و مصرف انرژی حاصل از آن، فاصله‌ای یکسان به اندازه یک متر از نمای اصلی ساختمان به صورت یکپارچه و سرتاسری در تمام طبقات، برای نمای دوم در شبیه‌سازی‌ها استفاده شده است. در نمای دوپوسته در نظر گرفته شده برای هر طبقه سه حالت مختلف برای دستیابی به بهینه‌ترین مصرف انرژی در نظر گرفته شده که در حالت اول هوای بین دو پوسته به صورت مبحوس بوده و ارتباطی با هوای بیرون ندارد. در حالت دوم هوای بین دو پوسته با تهویه طبیعی از طریق دریچه ها با هوای بیرون در ارتباط بوده و تعویض هوا به صورت طبیعی انجام می‌پذیرد. حالت سوم به مانند حالت دوم بوده با این تفاوت که تعویض هوای بین دوپوسته ساختمان از طریق تهویه مکانیکی انجام می‌شود. علت تعویض هوای بین دو به صورت طبیعی و مکانیکی، جلوگیری از افزایش مصرف انرژی در فصل گرم از طریق تبادل حرارت بین ساختمان و نمای دوپوسته است. (تصویر ۳)

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

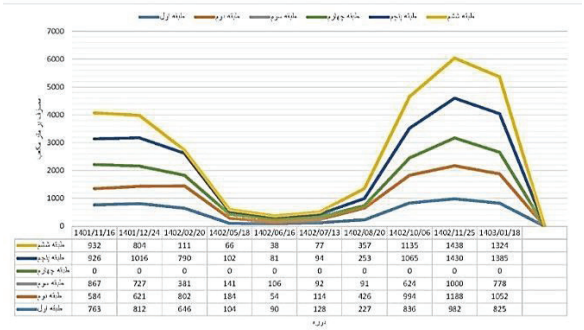

نمای دو پوسته یکپارچه

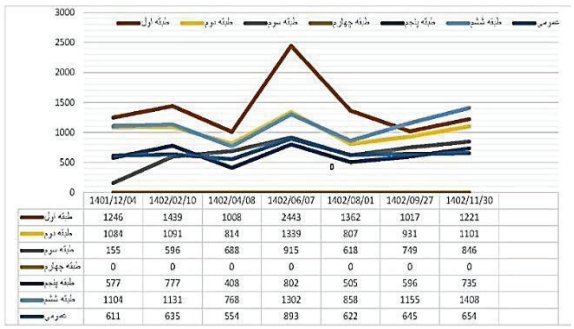

ساختمان دو پوسته دالانی

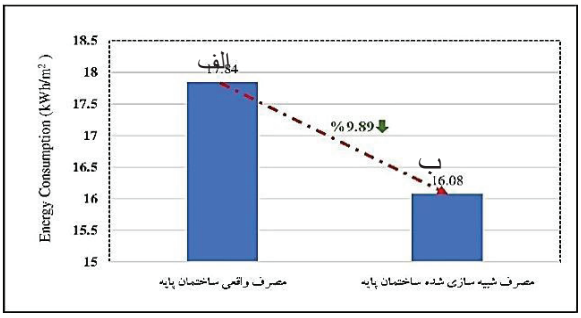

ساختمان پایه

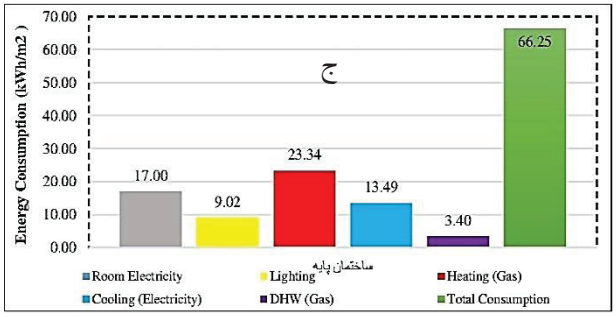
تصویر ۳- نمای سه بعدی از شبیه‌سازی ساختمان های مرجع و دو پوسته دالانی و یکپارچه

اعتبارسنجی نرم‌افزار (Design Builder) در شبیه‌سازی انرژی: در حال حاضر، یکی از جامع‌ترین برنامه‌های شبیه‌ساز انرژی در ساختمان، نرم‌افزار با نام تجاری (Design Builder) می‌باشد. یکی از دقیق‌ترین روش‌های اعتبار سنجی نرم‌افزارهای انرژی در ساختمان، مقایسه نتایج شبیه‌سازی با مقادیر واقعی حاصل از ممیزی ساختمان‌ها می‌باشد. دراین روش، محققان نه‌تنها به دنبال اعتبارسنجی فرآیند فیزیکی مدل بوده، بلکه به دنبال تبیین رفتار کاربران نیز هستند(Polly et al, 2012). برای بررسی اعتبار نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی روش‌های مختلفی در تحقیقات معرفی شده است در این پژوهش با بررسی سوابق مصرف برق و گاز مصرفی سالیانه ساختمان نمونه، مقادیر واقعی مصرف انرژی محاسبه شده است. (تصاویر۴ و ۵). مجموع مقادیر واقعی دوره ای قبوض برق و گاز مصرفی بر مبنای کیلووات ساعت، کل مصرف انرژی سالیانه ساختمان را تشکیل می‌دهد(تصویر۶ الف). و (تصویر۶ ب) کل مصرف انرژی شبیه سازی شده سالیانه ساختمان در را نشان می‌دهد. (تصویر۶ ج) مصارف انرژی در بخش‌های مختلف ساختمان مسکونی پایه را نشان می‌دهد. برای تبدیل هر مترمکعب گاز طبیعی kwhT از ضریب ۱۰/۴ استفاده شده است. معمولاً نتایج شبیه سازی مصرف انرژی یک ساختمان در نرم افزارهای مختلف، حتی زمانی که شبیه سازی توسط یک فرد واحد انجام شده باشد،به علت بعضی از پارامترهای نامشخص، مقادیر شبیه سازی، با مقادیر واقعی اختلاف دارد. بااین حال روند مصرف انرژی شبیه‌سازی شده در طول، سال با مقادیر واقعی تا حدودی مشابهت دارد و درصد اختلاف آن در حد مجاز می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که میزان اختلاف خروجی نرم‌افزار نسبت به مقادیر واقعی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد(تصویر ۶).


تصویر ۴- میزان مصرف واقعی انرژی گاز در ساختمان مورد مطالعه


تصویر ۵- میزان مصرف واقعی انرژی برق در ساختمان مورد مطالعه



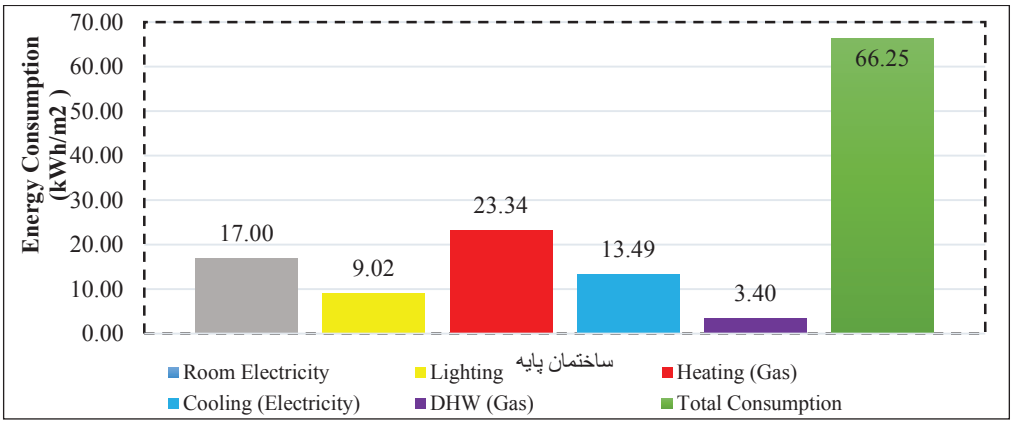


تصویر۶- مقایسه کل مصرف انرژی سالیانه ساختمان بر اساس مقادیر واقعی و شبیه‌سازی

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

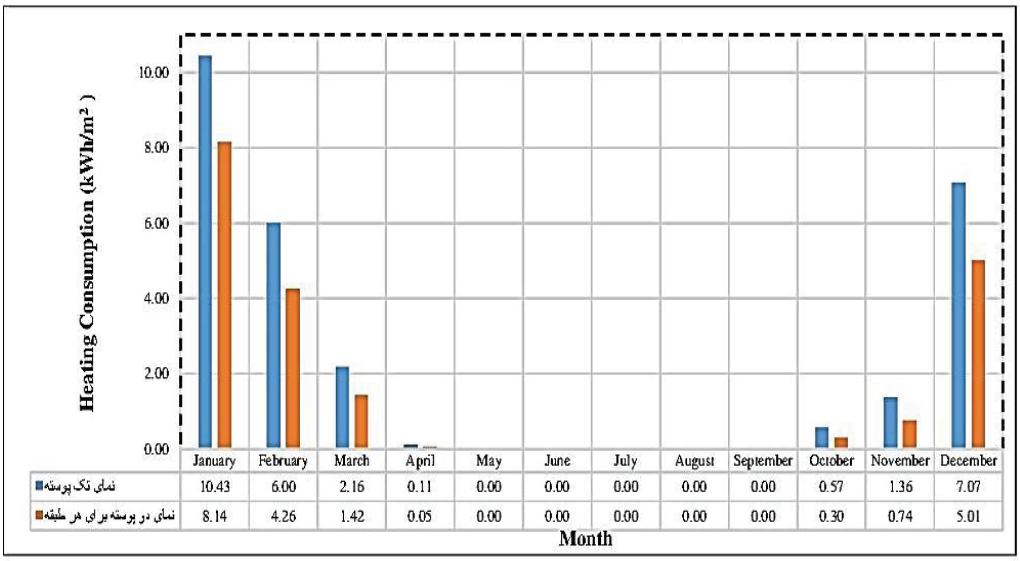
یافته‌های تحقیق

یافته های ساختمان پایه با نمای تک‌پوسته: (تصویر ۷) مصارف انرژی در قسمت‌های مختلف ساختمان پایه را نشان داده است. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده انرژی مصرفی ساختمان پایه در قسمت‌های مختلف به تفکیک شامل موارد زیر است: ۹/۰۲ KWh/m^2 انرژی برای روشنایی مصنوعی معادل ۱۳/۶۲ درصد از انرژی کل مصرفی، ۲۳/۳۴ KWh/m^2 برای گرمایش فضاها معادل ۳۵/۲۳ درصد از انرژی کل مصرفی، ۲۰/۳۶ KWh/m^2توسط سیستم سرمایشی معادل ۲۰/۳۶ درصد از انرژی کل مصرفی، ۳/۴۰ KWh/m^2 برای آب‌گرم مصرفی معادل ۵/۱۳ درصد از انرژی کل مصرفی و در نهایت ۱۷/۰۰ KWh/m^2 تجهیزات معادل ۲۵/۶۶ درصد از انرژی کل مصرفی ساختمان. مصرف انرژی کل ساختمان پایه نیز برابر با ۶۶/۲۵ kWh/m^2 بوده است.



تصویر ۷- مصارف انرژی در بخش‌های مختلف ساختمان مسکونی مرجع (منبع: خروجی نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر)

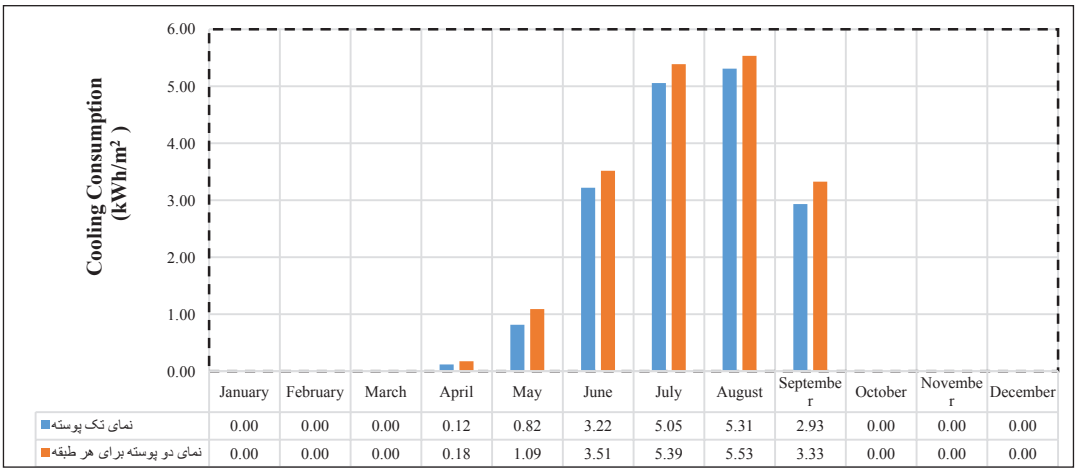
یافته های گزینه اول نمای دو پوسته(دالانی):(نمای دوپوسته برای هر طبقه):نتایج شبیه‌سازی مصرف انرژی گرمایشی نمای تک‌پوسته و دوپوسته برای هر طبقه (دالانی)حاکی از آن است که استفاده از نمای دو پوسته در ماه‌هایی از سال که نیاز به گرمایش ساختمان وجود دارد، در اثر تابش نور خورشید دمای هوای بین این دوپوسته افزایش پیدا کرده و از طریق جداره نمای اصلی به داخل ساختمان راه یافته و موجب کاهش بار گرمایشی مورد نیاز فضای داخلی شده است. در نتیجه مصرف انرژی گرمایشی روندی کاهشی داشته است. با توجه به (تصویر ۸) در صورت استفاده از نمای دوپوسته برای هرطبقه ماه آپریل بیشترین میزان کاهش انرژی گرمایشی را با ۵۵/۵۴ درصد داشته و ماه ژانویه با ۲۱/۹۶ درصد کم‌ترین کاهش مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است.



تصویر ۸- مصرف انرژی گرمایشی برای نمای تک پوسته و دوپوسته برای هر طبقه به تفکیک ماه‌های سال

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

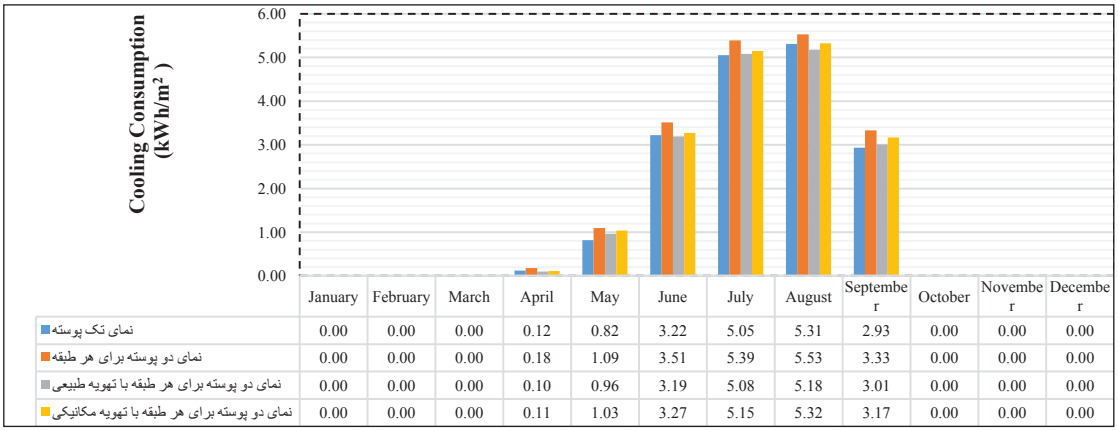
استفاده از نمای دوپوسته در ماه‌هایی که برای کاهش دمای هوای داخلی ساختمان نیاز به سرمایش دارد، موجب افزایش بار سرمایشی ساختمان شده است. در فصل گرم به دلیل تابش حداکثری نور خورشید به ساختمان، دمای هوای بین دوپوسته افزایش یافته و به مانند حالت قبل از طریق جداره نمای اصلی وارد فضای داخلی ساختمان شده و دمای هوای داخل ساختمان از شرایط آسایش خارج می‌شود. در نتیجه سیستم سرمایشی ساختمان با توان بیشتری کار کرده و منجر به افزایش مصرف انرژی در قسمت سرمایش می‌شود. با توجه به (تصویر ۹) در صورت استفاده از نمای دوپوسته برای هر طبقه در تمام ماه‌های فصل گرم افزایش مصرف انرژی سرمایشی را شاهد بوده به‌نحوی که ماه آپریل با ۵۰/۰۰ درصد بیشترین میزان افزایش مصرف انرژی سرمایشی را داشته است.



	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
نمای تک پوسته	0.00	0.00	0.00	0.12	0.82	3.22	5.05	5.31	2.93	0.00	0.00	0.00
نمای دو پوسته برای هر طبقه	0.00	0.00	0.00	0.18	1.09	3.51	5.39	5.53	3.33	0.00	0.00	0.00

تصویر ۹- مصرف انرژی سرمایشی برای نمای تک پوسته و دوپوسته برای هر طبقه به تفکیک ماه‌های سال

همانطور که بیان شد در فصل گرم به دلیل تابش حداکثری خورشید به ساختمان و گرم شدن هوای بین نمای دوپوسته و نیز عدم تخلیه این هوای محبوس شده، میزان مصرف انرژی سرمایشی ساختمان ۹/۰۵ درصد افزایش یافته است. برای کاهش این میزان انرژی سرمایش اضافه شده به ساختمان در هنگام استفاده از نمای دوپوسته برای هر طبقه می‌بایست هوای بین دوپوسته در فصل گرم تهویه شود که‌این تهویه به صورت طبیعی یا مکانیکی انجام شده است. (تصویر ۱۰) نتایج مصرف انرژی حاصل از اضافه شدن تهویه در فصل گرم را نشان می‌دهد. مطابق این نمودار در صورت استفاده از تهویه طبیعی میزان افزایش مصرف انرژی سرمایشی از ۹/۰۵ درصد به ۰/۴۰ درصد رسیده که کاهش چشمگیر ۸/۶۵ درصدی را داشته است. همچنین در صورت استفاده از تهویه به صورت مکانیکی میزان افزایش مصرف انرژی سرمایشی از ۹/۰۵ درصد به ۳/۴۴ درصد رسیده که کاهش ۵/۶۱ درصدی را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان با به‌کارگیری تهویه هوای بین دوپوسته در فصل گرم از افزایش میزان نیاز ساختمان به سرمایش اضافه تا حد زیادی جلوگیری کرد.



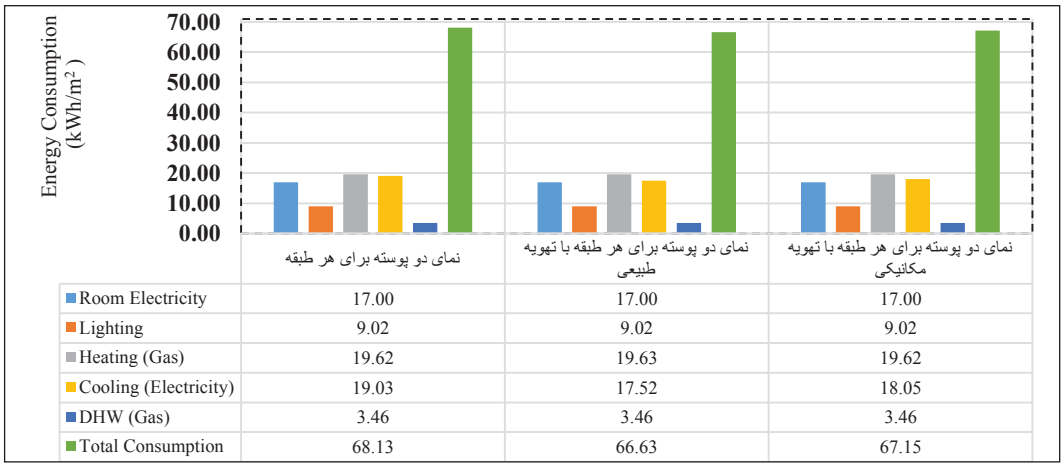
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
نمای تک پوسته	0.00	0.00	0.00	0.12	0.82	3.22	5.05	5.31	2.93	0.00	0.00	0.00
نمای دو پوسته برای هر طبقه	0.00	0.00	0.00	0.18	1.09	3.51	5.39	5.53	3.33	0.00	0.00	0.00
نمای دو پوسته برای هر طبقه با تهویه طبیعی	0.00	0.00	0.00	0.10	0.96	3.19	5.08	5.18	3.01	0.00	0.00	0.00
نمای دو پوسته برای هر طبقه با تهویه مکانیکی	0.00	0.00	0.00	0.11	1.03	3.27	5.15	5.32	3.17	0.00	0.00	0.00

تصویر ۱۰- مصرف انرژی سرمایشی در فصل گرم برای نمای تک پوسته و دوپوسته برای هر طبقه در صورت تهویه هوای بین دوپوسته

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

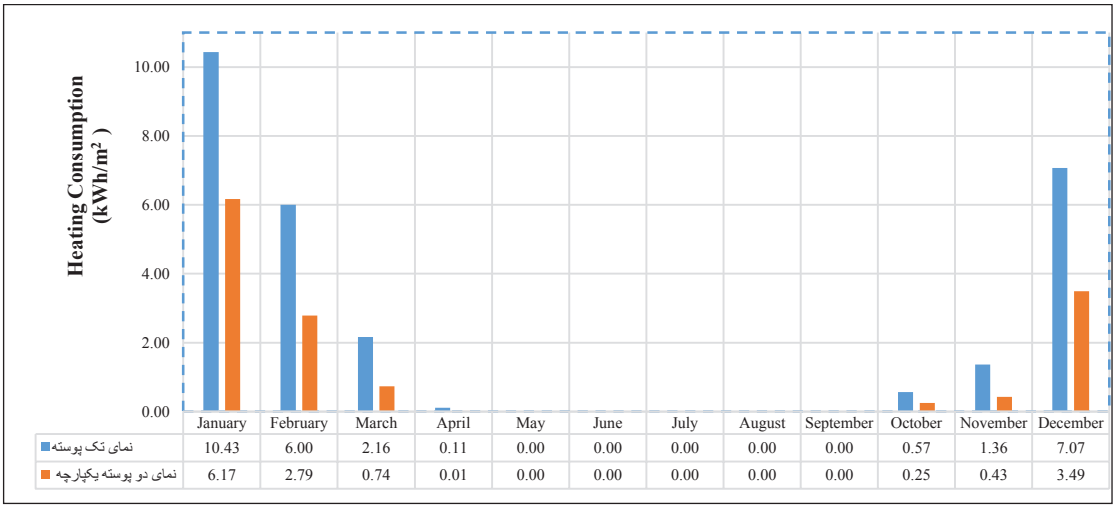
(تصویر ۱۱) نتایج حاصل از شبیه‌سازی کل مصارف انرژی برای نمای دوپوسته در نظر گرفته شده برای هر طبقه را نشان می‌دهد، بر اساس‌این نمودار مصارف انرژی تجهیزات، روشنایی و آب‌گرم مصرفی ساختمان در هر سه حالت یکسان بوده است. در قسمت مصرف انرژی برای گرمایش ساختمان تفاوت چندانی بین حالت‌های مختلف وجود نداشته و ساختمان دارای ۱۹/۶۲ kWh/m^2 نیاز گرمایشی است. در قسمت مصرف انرژی برای سرمایش ساختمان نمای دوپوسته برای هر طبقه که دارای تهویه طبیعی است مصرف انرژی سرمایشی را ۷/۹۳ درصد معادل ۱/۵۱ kWh/m^2 نسبت به نمای دوپوسته به صورت مجزا و بدون تهویه کاهش داده است. همچنین در قسمت مصرف انرژی کل که حاصل از مجموع مصارف انرژی در قسمت‌های مختلف است، نمای دوپوسته برای هر طبقه به صورت مجزا به همراه تهویه طبیعی در فصل گرم با ۶۶/۶۳ kWh/m^2 کاهش ۲/۲۰ درصدی مصرف انرژی را نسبت حالت بدون تهویه داشته است.



	نمای دو پوسته برای هر طبقه	نمای دو پوسته برای هر طبقه با تهویه طبیعی	نمای دو پوسته برای هر طبقه با تهویه مکانیکی
Room Electricity	17.00	17.00	17.00
Lighting	9.02	9.02	9.02
Heating (Gas)	19.62	19.63	19.62
Cooling (Electricity)	19.03	17.52	18.05
DHW (Gas)	3.46	3.46	3.46
Total Consumption	68.13	66.63	67.15

تصویر ۱۱- مصارف انرژی در قسمت‌های مختلف نمای دوپوسته دالانی

یافته های گزینه دوم نمای دو پوسته(یکپارچه): نتایج شبیه‌سازی مصرف انرژی گرمایشی نمای تک‌پوسته و دوپوسته یکپارچه حاکی از آن است که استفاده از نمای دو پوسته در ماه‌هایی از سال که نیاز به گرمایش ساختمان وجود دارد به مانند استفاده از نمای دوپوسته برای هر طبقه، در اثر تابش نور خورشید دمای هوای بین این دوپوسته افزایش پیدا کرده و از طریق تبادل حرارت با جداره نمای اصلی به داخل ساختمان راه یافته و موجب کاهش بار گرمایشی مورد نیاز فضای داخلی شده است. در نتیجه مصرف انرژی گرمایشی روندی کاهشی داشته است. با توجه به)تصویر ۱۲) در صورت استفاده از نمای دوپوسته یکپارچه ماه آپریل بیشترین میزان کاهش انرژی گرمایشی را با ۹۰/۹۱ درصد داشته و ماه ژانویه با ۴۰/۸۴ درصد پایین‌ترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را به خود اختصاص داده است.

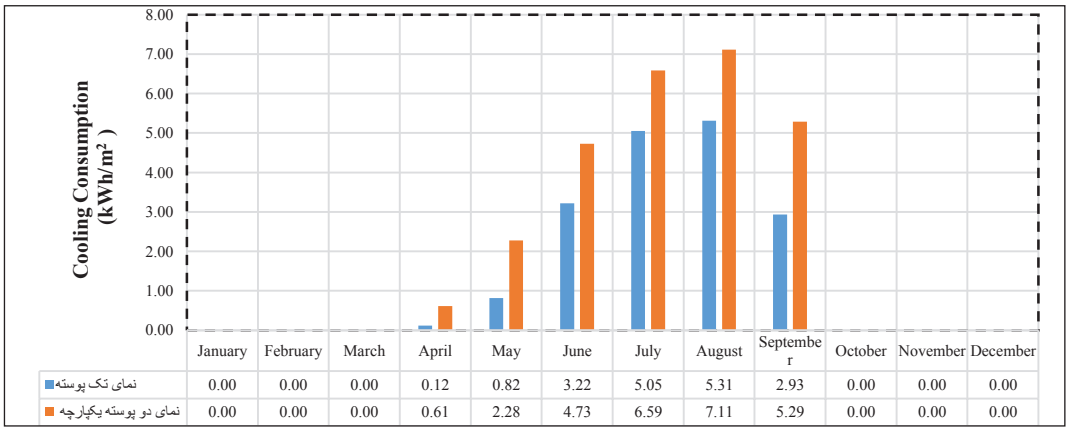


	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
نمای تک پوسته	10.43	6.00	2.16	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	1.36	7.07
نمای دو پوسته یکپارچه	6.17	2.79	0.74	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.43	3.49

تصویر ۱۲- مصرف انرژی گرمایشی برای نمای تک پوسته و دوپوسته یکپارچه به تفکیک ماه‌های سال

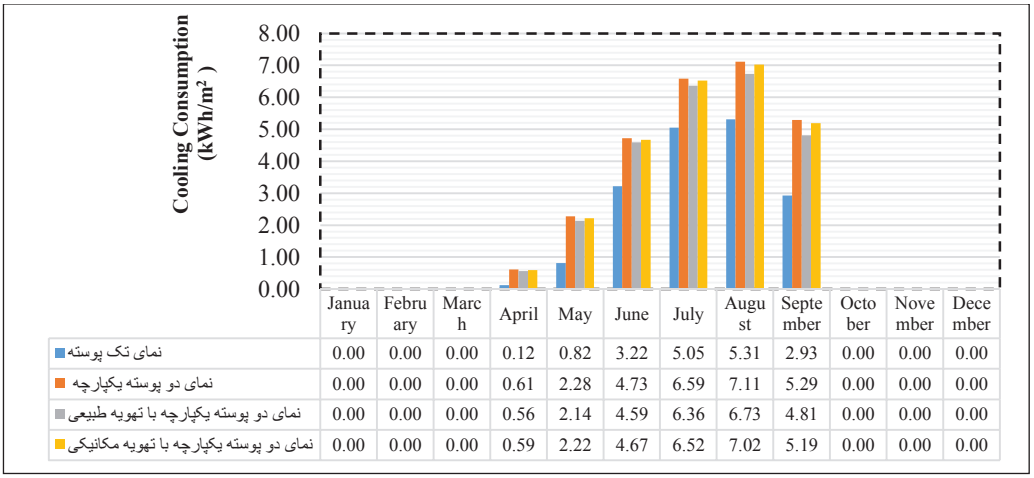
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

به‌کارگیری نمای دوپوسته در فصل گرم که ساختمان نیاز به سرمایش برای کاهش دمای هوای داخلی دارد، موجب افزایش بار سرمایشی ساختمان شده است. همانند نمای دوپوسته برای هر طبقه(دالانی)، در نمای دوپوسته یکپارچه نیز در فصل گرم به دلیل تابش حداکثری نور خورشید به ساختمان، دمای هوای بین دوپوسته افزایش یافته و به مانند حالت قبل از طریق جداره نمای اصلی وارد فضای داخلی ساختمان شده و دمای هوای داخل ساختمان از شرایط آسایش خارج می‌شود. در نتیجه سیستم سرمایشی ساختمان باید با توان بیشتری کار کرده که‌این عمل منجر به افزایش مصرف انرژی در قسمت سرمایش ساختمان می‌شود. با توجه به (تصویر ۱۳) در صورت استفاده از نمای دوپوسته یکپارچه، ماه آپریل افزایش چشمگیر ۸۰/۳۳ درصدی را در میزان مصرف انرژی سرمایشی را در بین سایر ماه‌های فصل گرم به ثبت رسانده است.



تصویر ۱۳– مصرف انرژی سرمایشی برای نمای تک پوسته و دوپوسته یکپارچه به تفکیک ماه‌های سال

همانطور که بیان شد در فصل گرم به دلیل تابش حداکثری خورشید به ساختمان و گرم شدن هوای بین نمای دوپوسته و نیز عدم تخلیه‌این هوای محبوس شده، میزان مصرف انرژی سرمایشی ساختمان ۵۲/۴۴ درصد در فصل گرم برای حالت نمای دوپوسته یکپاچه افزایش یافته است. برای کاهش‌این میزان انرژی سرمایش اضافه شده به ساختمان در هنگام استفاده از نمای دوپوسته یکپارچه می‌بایست هوای بین دوپوسته در فصل گرم تهویه شود که‌این تهویه به صورت طبیعی یا مکانیکی انجام شده است.(تصویر ۱۴) نتایج مصرف انرژی حاصل از اضافه شدن تهویه در فصل گرم را نشان می‌دهد. مطابق‌این نمودار در صورت استفاده از تهویه طبیعی میزان افزایش مصرف انرژی سرمایشی از ۵۲/۴۴درصد به ۴۴/۳۶ درصد رسیده که کاهش ۸/۰۸ درصدی را داشته است. همچنین در صورت استفاده از تهویه به صورت مکانیکی میزان افزایش مصرف انرژی سرمایشی از ۵۲/۴۴ درصد به ۵۰/۲۰ درصد رسیده که کاهش ۲/۲۴ درصدی را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان با به‌کارگیری تهویه هوای بین دوپوسته در فصل گرم از افزایش میزان نیاز ساختمان به سرمایش اضافه تا حدی جلوگیری کرد.

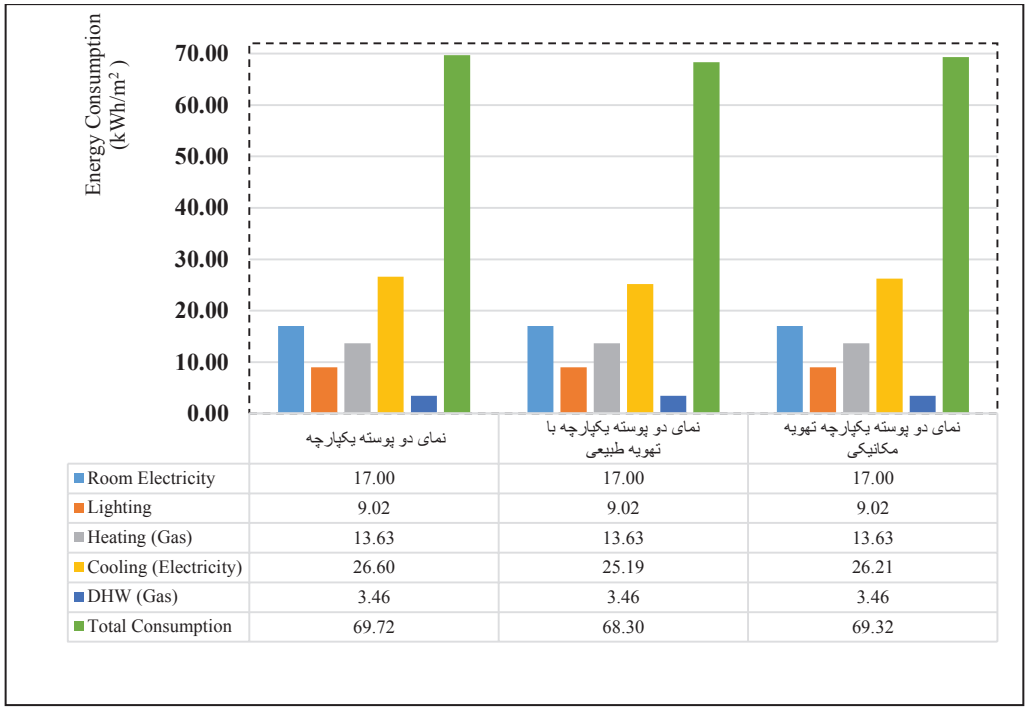


تصویر ۱۴– مصرف انرژی سرمایشی در فصل گرم برای نمای تک پوسته و دوپوسته یکپارچه در صورت تهویه هوای بین دوپوسته

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

در بررسی رفتار حرارتی و مصرف انرژی ساختمان با نمای دوپوسته یکپارچه به مانند نمای دوپوسته برای هر طبقه، سه حالت مختلف بـدون تهویه، با تهویه طبیعی و با تهویه مکانیکی شبیه‌سازی شد. مطابق (تصویر ۱۵) مصرف انرژی در سه قسـمت تجهیـزات، روشـنایی و آب‌گـرم مصرفی در هر سه حالت یکسان بوده است. در قسمت مصرف انرژی برای گرمایش ساختمان تفاوتی بین حالت‌های مختلـف وجـود نداشـته و ساختمان دارای ۱۳/۶۳ kWh/m^2 نیاز گرمایشی است و در قسمت مصـرف انـرژی بـرای سـرمایش سـاختمان اسـتفاده از تهویـه طبیعـی بـا ۲۵/۱۹ kWh/m^2 بهینه‌ترین مصرف را به ثبت رسانده است. در قسمت مصرف انرژی کـل نمـای دوپوسـته بـه صـورت یکپارچـه بـرای کـل ساختمان به همراه تهویه طبیعی در فصل گرم نیز با ۶۸/۳۰ kWh/m^2 و ۲/۰۴ درصد کاهش نسبت به حالت بدون تهویـه، کمتـرین مصـرف انرژی را داشته است.



	نمای دو پوسته یکپارچه	نمای دو پوسته یکپارچه با تهویه طبیعی	نمای دو پوسته یکپارچه تهویه مکانیکی
Room Electricity	17.00	17.00	17.00
Lighting	9.02	9.02	9.02
Heating (Gas)	13.63	13.63	13.63
Cooling (Electricity)	26.60	25.19	26.21
DHW (Gas)	3.46	3.46	3.46
Total Consumption	69.72	68.30	69.32

تصویر ۱۵- مصارف انرژی در قسمت‌های مختلف نمای دوپوسته یکپارچه طراحی شده برای ساختمان

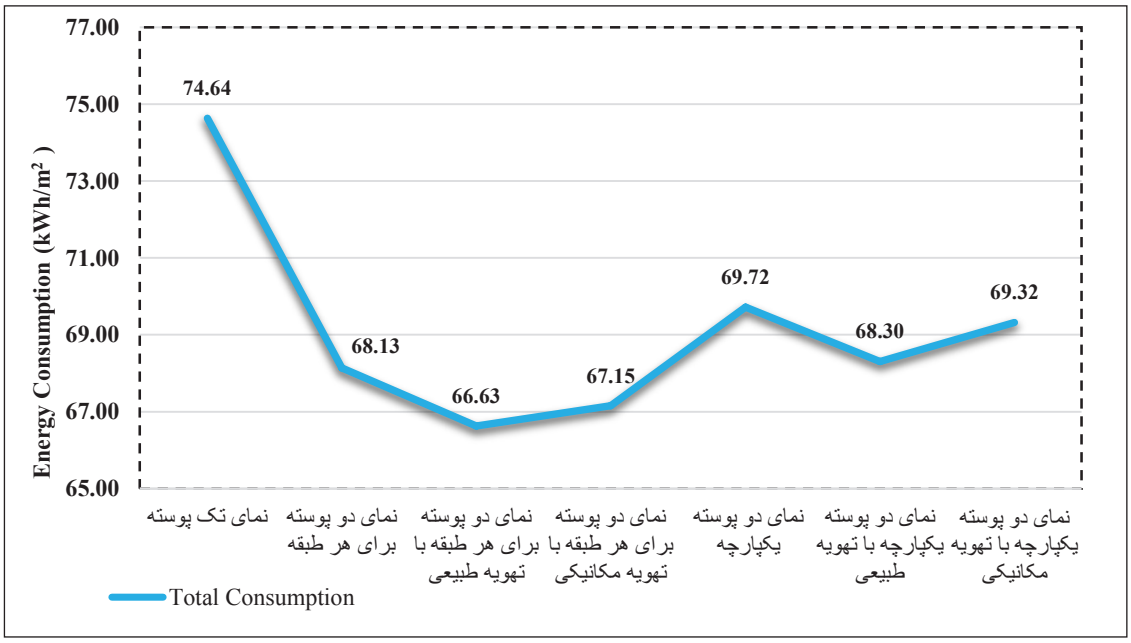
یافته‌های اعتبارسنجی نرم‌افزار (Design Builder) در شبیه‌سازی انرژی: بررسی اعتبار نرم‌افزارهای شبیه‌سـازی انـرژی دراین پژوهش با بررسی سوابق مصرف برق و گاز مصرفی سالیانه ساختمان نمونه بر اساس مقادیر واقعی مصرف انرژی محاسبه شده نشان می‌دهـد که میزان اختلاف خروجی نرم‌افزار نسبت به مقادیر واقعی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد(تصویر۱۶).

تصویر ۱۶- مقایسه کل مصرف انرژی سالیانه ساختمان بر اساس مقادیر واقعی و شبیه‌سازی

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

مقایسه مصارف انـرژی نماهـای تـک پوسـته و دوپوسـته: در بررسـی و مقایسـه مصـارف انـرژی و رفتـار حرارتـی پوسـته دوم ساختمان، نتایج حاکی از آن بود کـه بـرای نمـای دوپوسـته بـه صـورت دالانـی و یکپارچـه در صـورت فعـال بـودن تهویـه طبیعـی هـوای بـین دوپوسـته در فصـل گـرم، مصـرف انـرژی کـل سـاختمان نسـبت بـه سـایر حالـت‌هـا بهینـه‌تـرین حالـت را رقـم زده اسـت. مطـابق (تصویر ۱۷) که مصـارف انـرژی کـل بـرای نمـای تـک و دوسـته طراحـی شـده بـرای سـاختمان را نمـایش مـی‌دهـد، در ایـن بـین نمـای دوپوسـته مجـزا بـرای هـر طبقـه بـه همـراه تهویـه طبیعـی بـا $66/63\ kWh/m^2$ پـایین‌تـرین مصـرف انـرژی را بـه خـود اختصـاص داده است. نتایج این شبیه‌سازی نشان مـی‌دهـد کـه اسـتفاده از پوسـته دوم بـه صـورت مجـزا بـرای هـر طبقـه و دارای تهویـه طبیعـی درفصـل گـرم بـرای‌ایـن سـاختمان کـاهش ۱۰/۷۳ درصـدی معـادل $8/01\ kWh/m^2$ را در مصـرف انـرژی کـل نسـبت بـه سـاختمان پایـه داشـته است.



تصویر ۱۷- مصارف انرژی در قسمت‌های مختلف نمای تک‌پوسته دوپوسته طراحی شده برای ساختمان

(جدول ۶) مصرف انرژی سرمایشی(C) و گرمایشی (H) برای نمای تک پوسته، دو پوسته دالانی و دوپوسته یکپارچه به تفکیک ماه های سال بر اساس سه نوع تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مصرف انرژی سرمایشی(C) و گرمایشی (H) برای سه نوع نما بر اساس سه نوع تهویه به تفکیک ماه های سال

نوع پوسته			تک‌پوسته	دوپوسته دالانی			دوپوسته یکپارچه		
نوع تهویه			تهویه طبیعی	تهویه طبیعی	تهویه مکانیکی	بدون تهویه	تهویه طبیعی	تهویه مکانیکی	بدون تهویه
ماه‌های سال	Jan.	H	10.43	-	-	8.14	-	-	6.17
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Feb.	H	6.00	-	-	4.26	-	-	2.79
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mar.	H	2.16	-	-	1.42	-	-	0.74
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Apr.	H	0.11	-	-	0.05	-	-	0.01
		C	0.12	0.10	0.11	0.18	0.56	0.59	0.61

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

نوع پوسته		تک‌پوسته	دوپوسته دالانی			دوپوسته یکپارچه		
نوع تهویه		تهویه طبیعی	تهویه طبیعی	تهویه مکانیکی	بدون تهویه	تهویه طبیعی	تهویه مکانیکی	بدون تهویه
May	H	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
	C	0.82	0.96	1.03	1.09	2.14	2.22	2.28
Jun.	H	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
	C	3.22	3.19	3.27	3.51	4.59	4.67	4.73
Jul.	H	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
	C	5.05	5.08	5.15	5.39	6.36	6.52	6.59
Aug.	H	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
	C	5.31	5.18	5.32	5.53	6.73	7.02	7.11
Sep.	H	0.00	-	-	0.00	-	-	0.00
	C	2.93	3.01	3.17	3.33	4.81	5.19	5.29
Oct.	H	0.57	-	-	0.30	-	-	0.25
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	H	1.36	-	-	0.74	-	-	0.43
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	H	7.07	-	-	5.01	-	-	3.49
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

بحث و نتیجه‌گیری

نماهای دو پوسته در ساختمان‌های مسکونی، یکی از روش‌های پیشرفته و موثر برای بهبود کیفیت مصرف انرژی ساختمان محسوب می‌شوند. نسبت و تعداد لایه‌های سطوح شفاف، عمق فضای حائل و تهویه آن، جانمایی سایبان‌ها، و نیز پیکره‌بندی این فضا، از جمله عوامل مؤثر بر کارایی نماهای دوپوسته در کاهش مصرف انرژی می‌باشند. در این پژوهش از نرم‌افزار شبیه‌سازی(Design Builder) استفاده شده است. در شبیه‌سازی، عواملی چون صحت‌سنجی روش شبیه‌سازی و انتخاب ویژگی‌ها و مسائل مربوط به ساختار فیزیکی نما در بخش های شفاف و غیر شفاف ساختمان پایه با نمای تک پوسته، و همچنین متغیرها و پارامترهای تاثیرگذار نماهای دوپوسته در اقلیم مورد مطالعه باعث افزایش دقت در نتایج شبیه سازی شده است. نتایج به دست آمده در این پژوهش برای نماهای دوپوسته یکپارچه و دالانی بر اساس سه نوع تهویه طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه در مقایسه با نماهای تک پوسته متداول در شهر کرمانشاه در راستای اهداف پژوهش، منجر به نتایج ذیل گردید:

۱- استفاده از نمای دوپوسته(دالانی)، بیشترین میزان کاهش انرژی گرمایشی را با ۵۴/۵۵ درصد در ماه آپریل داشته است.

۲- استفاده از نمای دوپوسته(یکپارچه)، در ماه آپریل بیشترین میزان کاهش انرژی گرمایشی را با ۹۰/۹ درصد داشته و ماه ژانویه با ۴۰/۸۴ درصد پایین‌ترین کاهش مصرف انرژی گرمایشی را دارد. مصرف انرژی کل در این نما به همراه تهویه طبیعی در فصل گرم با kWh/m^2 ۶۸/۳۰ و ۲/۰۴ درصد کاهش، کم‌ترین مصرف انرژی را نسبت به حالت بدون تهویه، داشته است.

۳- با توجه به نتایج مصرف انرژی در سه قسمت تجهیزات، روشنایی و آب‌گرم مصرفی در هر دو نوع نمای دو پوسته (دالانی و یکپارچه)و در هر سه حالت تهویه(طبیعی، مکانیکی و بدون تهویه) یکسان بوده است.

۴- در قسمت مصرف انرژی برای گرمایش ساختمان تفاوتی بین حالت‌های مختلف زیادی وجود نداشته و ساختمان دارای kWh/m^2 ۱۳/۶۳ نیاز گرمایشی است و در قسمت مصرف انرژی برای سرمایش ساختمان با استفاده از تهویه طبیعی با kWh/m^2 ۲۵/۱۹ بهینه‌ترین مصرف را به ثبت رسانده است.

۵- در صورت عدم تهویه فضای بین دو پوسته (دالانی و یکپارچه) درماه‌های فصل گرم(به دلیل تابش حداکثری خورشید به ساختمان وگرم شدن هوای بین نمای دوپوسته و انتقال آن از طریق تبادل حرارت با جداره نمای اصلی به داخل ساختمان)،

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]
[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

مصرف انرژی سرمایشی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین برای کاهش مصرف انرژی سرمایشی باید هوای بین دوپوسته در فصل گرم تهویه شود. در صورت استفاده از تهویه طبیعی، کاهش چشمگیر ۸/۶۵ درصدی و با استفاده از تهویه به صورت مکانیکی، کاهش ۵/۶۱ درصدی در نماهای دو پوسته دالانی و همچنین در صورت استفاده از تهویه طبیعی کاهش ۸/۰۸ درصدی و در صورت استفاده از تهویه به صورت مکانیکی، کاهش ۲/۲۴ درصدی در نماهای دو پوسته یکپارچه مشاهده می‌شود. در نتیجه با به‌کارگیری تهویه هوای بین دوپوسته به صورت تهویه طبیعی در فصل گرم از افزایش میزان نیاز ساختمان به سرمایش اضافه تا حد زیادی جلوگیری می‌گردد.

۶- اساس نتایج اعتبار سنجی نرم‌افزار میزان اختلاف خروجی نرم‌افزار نسبت به مقادیر واقعی کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد.

بنابراین با توجه به نتایج مصارف انرژی و رفتار حرارتی نماهای دو پوسته، در صورت فعال بودن تهویه طبیعی هوای بین دوپوسته در فصل گرم، مصرف انرژی کل ساختمان نسبت به سایر حالت‌ها بهینه‌ترین حالت را رقم زده است. در این بین نمای دوپوسته دالانی با تهویه طبیعی با $۶۶/۶۳\ kWh/m^2$ پایین‌ترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. نتایج این شبیه‌سازی نشان می‌دهد که استفاده از پوسته دوم دالانی و دارای تهویه طبیعی برای‌این ساختمان در اقلیم شهر کرمانشاه، کاهش ۱۰/۱۷۳درصدی معادل $۸/۰۱\ kWh/m^2$ را در مصرف انرژی کل نسبت به ساختمان پایه داشته است.

منابع

- حافظی، محمدرضا، زمردیان، زهرا، تحصیل دوست، محمد (۱۳۹۵). فرایند دستیابی به نمای دوپوسته‌ی دارای بهره‌وری مناسب انرژی، نمونه موردی یک ساختمان اداری در تهران، مطالعات معماری ایران، ۵ (۱۰): ۱۰۱-۱۱۰.
- قنبران، عبدالحمید، حسین پور، امین (۱۳۹۲). بررسی رفتار حرارتی نماهای دو پوسته در اقلیم تهران، معماری و شهرسازی پایدار، ۱ (۲): ۴۳-۵۳.
- مطالعات جامع توسعه اقتصادی ـ اجتماعی و فرهنگی استان کرمانشاه، بخش یکم، ۲۹.
- معرفت، مهدی، عظیمی، عزیز، واسطی، سیدهاشم، صابونی، محمدارمین (۱۳۸۹). تحلیل یک سوله صنعتی با نمای دوپوسته در تهران. همایش ملی تهویه وبهداشت صنعتی، تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- ملک حسینی، عباس، ملکی، علیرضا (۱۳۸۹). اثرات اقلیم بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک، آمایش محیط ۱۱: ۱۳۳-۱۳۵
- میررشید، نگین، میرسعیدی، لیلا (۱۳۹۹). بررسی میزان تاثیرسامانه دیوار ترومب بر آسایش حرارتی در اقلیم معتدل و مرطوب(نمونه موردی ساختمان مسکونی در گنبد کاووس)، علم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲ (۶): ۲۸۱-۲۹۴.
- BBRI, B. (2002). Source book for a better understanding of conceptual and operational aspects of active façades. *Department of Building Physics, Indoor Climate and Building Services, Belgian Building Research Institute*.
- Baldinelli, G. (2009). Double skin façades for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system. *Building and environment*, *44*(6), 1107-1118.
- Cronshaw, I. (2015). World Energy Outlook 2014 projections to 2040: natural gas and coal trade, and the role of China. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, *59*(4), 571-585.
- Fallahi, A., Haghighat, F., & Elsadi, H. (2010). Energy performance assessment of double-skin façade with thermal mass. *Energy and Buildings*, *42*(9), 1499-1509.
- González-Torres, M., Pérez-Lombard, L., Coronel, J. F., Maestre, I. R., & Yan, D. (2022). A review on buildings energy information: Trends, end-uses, fuels and drivers. *Energy Reports*, *8*, 626-637
- Gratia, E., & De Herde, A. (2004). Natural cooling strategies efficiency in an office building with a double-skin façade. *Energy and buildings*, *36*(11), 1139-1152.
- Gratia, E., & De Herde, A. (2007). The most efficient position of shading devices in a double-skin facade. *Energy and buildings*, *39*(3), 364-373.
- Gratia, E., & De Herde, A. (2004). Natural ventilation in a double-skin facade. *Energy and buildings*, *36*(2), 137-146.
- Hensen, J., Bartak, M., & Drkal, F. (2002). Modeling and simulation of a double-skin facade system. *ASHRAE transactions*, *108*(2), 1251-1259.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

- Høseggen, R., Wachenfeldt, B. J., & Hanssen, S. O. (2008). Building simulation as an assisting tool in decision making: case study: with or without a double-skin façade?. *Energy and buildings*, *40*(5), 821-827.
- Kragh, M. K. (2001). Monitoring of advanced facades and environmental systems. In *The whole life performance of facades*.
- Manz, H., Schaelin, A., & Simmler, H. (2004). Airflow patterns and thermal behavior of mechanically ventilated glass double façades. *Building and Environment*, *39*(9), 1023-1033.
- Poirazis, H. (2006). Double skin façades: a literature review. *A report of IEA SHC Task*, *34*
- Polly, B., Kruis, N., & Roberts, D. (2011). *Assessing and improving the accuracy of energy analysis for residential buildings* (No. NREL/TP-5500-50865; DOE/GO-102011-3243). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Rundle, C. A., Lightstone, M. F., Oosthuizen, P., Karava, P., & Mouriki, E. (2011). Validation of computational fluid dynamics simulations for atria geometries. *Building and Environment*, *46*(7), 1343-1353.
- Torres, M., Alavedra, P., Guzmán, A., Cuerva, E., Planas, C., Clemente, R., & Escalona, V. (2007). Double skin façades–cavity and exterior openings dimensions for saving energy on mediterranean climate.
- Uuttu, S. (2001). Study of current structures in double-skin facades.
- Weather bais websitehttps://www.meteoblue.com/en/weather/week/bais_philippines_1728772

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]

Measuring the impact of two-shell facades on the energy needs of residential buildings in the region of Kermanshah

Seyed Kianoosh Ahmadi, *Ph.D. student, Department of Architecture, College of Art and Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.*
Mahdi Shaabanian[*]**,** *Assistant Professor, Department of Architecture, College of Art and Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.*

Received: 2024/6/3 *Accepted: 2024/7/23*

Introduction: Today, energy is the source of life and modern human life. However, due to population growth and technological progress, energy consumption in life has increased drastically and has led to the emission of greenhouse gases and climate changes, which have caused many problems for the health of the environment and human societies. For this reason, reducing energy consumption in residential buildings seems essential. The facade of the building, as a connecting factor between the interior and the exterior, plays an important role in reducing energy consumption in residential buildings. Therefore, one of the effective methods to control and improve the quality of building energy consumption and thermal performance and ultimately reduce energy consumption in residential buildings is the use of double-layer facades. The purpose of this research is to measure the amount of energy consumption reduction in residential buildings using two-shell and integrated facades in three modes of natural ventilation, mechanical ventilation and no ventilation in the climate of Kermanshah city.
Methodology: To achieve the goal of the current research, first the geographical location of the sample was determined. In the next step, the weather data of Kermanshah city was collected. Using Design Builder software, the basic sample, simulation and existing scenarios were analyzed and measured. The accuracy of the simulation results was validated with the values listed in the annual electricity and gas bills of the building under study. The difference between the software output and the actual values was less than 10%.
Results: consumption because it has a direct effect on reducing energy consumption in these buildings. Investigating and comparing the energy consumption and thermal behavior of the second shell of the building, air conditioning between the two shells in the hot season has determined the most optimal mode of energy consumption for the whole building.
Conclusion: The findings show that design ability and creativity are essential and vital skills for the development and progress of any industry and profession. One of the strategies used to strengthen design ability is the use of constructivist educational model in design workshops. This model is known as a very effective approach to develop and improve the design process. which can strengthen design ability and allow designers to respond creatively and innovatively to design issues and challenges and also encourages designers to use creative and innovative approaches in design and look for new solutions and continuous improvement.
Keywords: double facade, residential buildings, Kermanshah climate, energy needs, reducing energy consumption

* Corresponding Author's E-mail: shaabanianmahdi@iau.ac.ir

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-07-05]

[DOI: 10.61186/hafthesar.14.51.39]