نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صفحه ۱۹۱ – ۱۶۱

بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان از طریق بهینه‌یابی سطح شفاف پوسته خارجی در مقیاس بلوک شهری: نمونه موردی بافت فرسوده همت‌آباد در اصفهان

[۱] نگین صادقی *، [۲] مسعود شفیعی دستجردی، [۳] مریم رفیعی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹ / ۵ / ۵

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹ / ۳ / ۵

کلمات کلیدی:
بهینه یابی، مصرف انرژی، سطح شفاف، پوسته خارجی، بافت فرسوده.

چکیده

پرداختن به موضوع انرژی در معماری معاصر ایران در کلیه مراحل برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره برداری بسیار اهمیت دارد و تلاش در جهت هماهنگی و تعامل ساختمان با محیط اطراف، همواره یکی از مبانی پایداری ساخت و ساز است. بخش ساختمان یکی از عمده‌ترین بخش‌های مصرف کننده انرژی در کشور است و بخش زیادی از سطوح شهرها را بافت‌های فرسوده تشکیل می‌دهند و اتلاف حرارت به ویژه از پوسته خارجی ساختمان‌های فرسوده یکی از عوامل مؤثر در افزایش مصرف انرژی است. این در حالی است که در طرح‌های بازآفرینی بافت‌های فرسوده، موضوع انرژی جایگاه چندانی در کشور ندارد. توجه به پوسته خارجی ساختمان، فراتر از کارکرد بصری و زیبایی‌شناختی می‌تواند در رابطه با ایجاد شرایط آسایش ساکنین و میزان مصرف انرژی، بسیار تأثیرگذار باشد. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف بهینه‌یابی سطوح شفاف پوسته خارجی با توجه به میزان مصرف انرژی در بلوک شهری بافت فرسوده همت‌آباد انجام شده است. در این مقاله نخست وضع موجود بلوک شهری همت‌آباد از بافت فرسوده شهر اصفهان مدل‌سازی گردید سپس طرح مصوب محدوده مورد نظر با اعمال ضوابط مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان مدل‌سازی گردید. در ادامه، مصرف انرژی دو طرح پیشنهادی، یکی در انطباق با هندسه زمین و دیگری از طریق بارگذاری توده منطبق با رون اصفهان محاسبه شد و به منظور بهینه‌یابی سطح شفاف پوسته خارجی، شبیه‌سازی و تحلیل مدل گردید و برای اولین‌بار در مقیاس بلوک شهری میزان دقیق سطح شفاف هر جبهه از ساختمان‌های بافت فرسوده همت‌آباد تعیین گردید. بهینه‌یابی سطح شفاف پوسته خارجی درگزینه دوم توانست به میزان ۳۱۹/۷ کیلووات ساعت بر مترمربع نسبت به وضع موجود، ۱۳/۴۲ کیلووات ساعت بر مترمربع نسبت به طرح مصوب و ۰/۳۶ کیلووات ساعت بر مترمربع نسبت به گزینه پیشنهادی اول مصرف انرژی در بلوک شهری همت‌آباد را کاهش دهد و نسبت به سایر گزینه‌ها (وضع موجود، طرح مصوب و گزینه پیشنهادی اول) در اولویت قرار گیرد.

۱. دکتری شهرسازی. استادیار، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)
ne.sadeghy@khuisf.ac.ir
۲. کارشناس ارشد معماری و شهرسازی. مربی، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دولت آباد، اصفهان، ایران
masoud.shafie.da@gmail.com
۳. کارشناس ارشد معماری. پردیس علوم و تحقیقات ایلام، ایلام، ایران karshiv2489@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

۱. مقدمه

انرژی به‌عنوان یک نیاز اساسی برای توسعه تمام بخش‌های اصلی اقتصاد کشورها (کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، تجاری و مسکونی) مطرح است. رویکرد طراحی انرژی‌محور به طراحان و کارفرمایان کمک می‌کند تا از لحاظ اقتصادی هزینه‌های عملیاتی ساختمان را کاهش دهند و آسایش ساکنان ساختمان را بهبود بخشند. در این میان بخش عظیمی از سرمایه‌های کشور صرف مصرف انرژی در بخش ساختمان می‌شود که سهم بافت‌های فرسوده شهری با توجه به وسعت قابل توجه بافت‌های فرسوده شهری در کشور، ضرورت توجه به منافع بلندمدت و رویکردهای اصلاحی در مراحل تصمیم سازی تا اجرایی را دوچندان می‌کند.

مداخلات سازمان‌ها و نهادها در بافت‌های فرسوده شهری بدون توجه به میزان مصرف انرژی در شهرهای ایران در حال وقوع است و بر اساس مطالعات انجام شده توسط شرکت بازآفرینی شهری ایران، مساحت بافت ناکارآمد شهری بیش از ۱۴۰ هزار هکتار است که ۳۰ درصد از جمعیت کشور در آن ساکن هستند [۷].

این پژوهش با در نظر گرفتن جایگاه طراحی شهری و اهمیت آن در ابعاد برنامه‌ریزی و طراحی و تصمیم‌گیری حوزه ساختمان به‌عنوان جایگزین روش‌های انفرادی و غیرمنسجم موجود، تلاش دارد تا با شبیه سازی ایده طراحی جایگزین و پیشنهاد سطح شفاف پوسته ساختمانی، تأثیرات این تغییرات را در میزان تقاضای انرژی ساختمان مورد تحلیل قرار دهد. از این رو این پژوهش بر آن است تا با مقایسه گزینه‌های دیگر طراحی (دو گزینه) با طرح مصوب محدوده همت‌آباد در شهر اصفهان از طریق بهینه‌یابی سطح شفاف پوسته خارجی، بررسی نقادانه‌ای به طرح‌های بازآفرینی به لحاظ میزان مصرف انرژی انجام دهد.

۲. مبانی نظری

ویژگی بازشوها به‌ویژه پنجره‌ها بر میزان نیاز به گرمایش و سرمایش یک ساختمان تأثیر قابل توجهی می‌گذارد. بسیاری از محققان، در سال‌های اخیر، با هدف ایجاد شرایط بهینه و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و آسایش ساکنان به این موضوع پرداخته‌اند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

به‌عنوان یکی از تحقیقات پیشرو، مطالعات فرانسیسکو[1] (۱۹۷۷) تأثیر مقدار WWR[2] و نوع الگوریتم منتخب برای محاسبه نور طبیعی را بر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی مورد مطالعه قرار داده است[۲]. (بررسی تأثیر تناسبات پنجره به سطح دیوار (WWR) به‌عنوان یکی از سنجه‌های اساسی مؤثر بر میزان مصرف انرژی ساختمان، از دهه۱۹۸۰ مورد توجه قرار گرفت.) که در تحقیقات بعدی، این معیار به‌عنوان شاخصه بهینه یابی مورد استفاده قرار گرفته است.

کازانسماز و همکاران[3] (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر متقابل فرم ساختمان و عملکرد حرارتی آن در ازمیر ترکیه می‌پردازد و نهایتاً اعمال تغییرات فرم مانند تناسبات سطح شفاف – حجم فضا، جهتگیری توده ساختمانی و عایق کاری مناسب را تا حدود ۵۰ درصد در تغییرات مصرف انرژی مؤثر می‌داند[۸].

منتظر کوهساری و همکاران[4] (۲۰۱۵) در مقاله ای با بررسی عوامل حرارتی و روشنایی در ساختمان‌های مسکونی در مناطق معتدل و مرطوب (شهر رشت) با استفاده از نرم افزار انرژی پلاس و رادیانس، تأثیر ویژگی‌های پنجره (عرض ، ارتفاع و موقعیت بازشو) را بر میزان مصرف انرژی برای گرمایش، سرمایش و مصرف انرژی روشنایی به طور جداگانه بررسی می‌کنند و به ترتیب تاثیر ارتفاع، عرض و موقعیت بازشو را با بیشترین تأثیر اعلام می‌کنند [۹].

هاشمی و همکاران[5] (۲۰۱۵) با استفاده از نرم افزارهای تحلیلی– مقایسه‌ای ویژگی‌های کالبدی پوسته ساختمان در اقلیم‌های مختلف را در جهت دستیابی به ساختمان‌های کم مصرف و صفر انرژی مورد بررسی قرار می‌دهند و تأثیر سطح شفاف ساختمان و تناسبات WWR را بسیار قابل توجه می‌دانند [۵].

گرانادیرو و همکاران[6] (۲۰۱۳) با شبیه‌سازی مدل مصرف انرژی در نرم افزار دیزاین بیلدر، عوامل مؤثر کالبدی ساختمان بر مصرف انرژی را بررسی کرده و مصالح بکار رفته، سطح بازشوها، فرم و کشیدگی ساختمان را مهمترین عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بیان می‌دارد [۳].

1. Francisco
2. Wall-Window Ratio
3. Kazanasmaz, et al.
4. Montaser Koohsari, et al.
5. Hamdy, et al.
6. Granadeiro, et al.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

گرینینگ و همکاران[1] (۲۰۱۳) با مطالعات قیاسی ابعاد/مساحت گشودگی‌ها و بازشوها در رابطه با مقادیر دریافت و هدر رفت میزان انرژی به دنبال کشف حالت بهینه تعادل آن می‌باشد، لذا بهینه یابی، جانمایی و مساحت مناسب پنجره‌ها از نظر رفتار حرارتی بررسی شده است [۴].

یلدیز و همکاران[2] (۲۰۱۱) و بکتاش و آکسوی[3] (۲۰۰۵) با تجزیه و تحلیل انرژی به کمک نرم افزار انرژی پلاس، ابعاد بهینه پنجره را برای ساختمان‌های مسکونی و آموزشی ترکیه (استانبول و ازمیر) در اقلیم سرد، مورد تحلیل قرار می‌دهند و با بررسی گزینه های جهت گیری، مساحت و انواع شیشه ساختمان بیان می‌دارند که با پیش بینی ویژگی‌های بازشو در حالت بهینه، تا ۲۰ درصد قادر به کاهش مصرف انرژی است [۱۲ ، ۱].

حاسونه و همکاران[4] (۲۰۱۰) پنجره ساختمان‌های متعدد را در جهات مختلف آپارتمان‌های عمان مورد بررسی قرار داده و با شبیه‌سازی میزان تقاضای انرژی هر یک در نرم افزار دیزاین بیلدر، با تأکید بر میزان شفافیت و نوع مواد و مصالح شیشه، به پیشنهاد ابعاد به صرفه و اقتصادی در آن اقلیم پرداخته‌اند [۶].

ماری و همکاران[5] (۲۰۰۶) با شبیه سازی ساختمانی با عناصر کاملاً عایق بندی شده و پنجره سه جداره ، به این نتیجه رسیدند که حداقل مساحت پنجره به دیوار (WWR) باید ۱۰٪ در نظر گرفته شود و محاسبات نور و انرژی با لحاظ آن اعمال گردد [۱۰].

یو و همکاران[6] (۲۰۰۸) با مطالعه انرژی سرمایشی مورد نیاز ساختمان‌ها در چین، جهت‌گیری پنجره‌ها و سایه بان مناسب را پیش‌بینی کرده و کاهش میزان مصرف برق مورد نیاز جهت سرمایش و گرمایش را به مقدار ۸ و ۳۵ درصد محاسبه کرده‌اند [۱۳].

پرسان و همکاران[7] (۲۰۰۶) با بررسی بازشوها و تأثیر آن بر میزان مصرف انرژی در گوتنبرگ، به بررسی رابطه متقابل ابعاد و جهت‌گیری پنجره در ارتباط با دمای فضاهای داخلی پرداخته و تاثیر ویژگی‌های پنجره را بر تقاضای سرمایش در تابستان، بیش از تقاضای گرمایش در زمستان اعلام می‌دارد.

1. Grynninga, et al.
2. Yildiz, et al.
3. Bektas, B. and T. Aksoy
4. Hassouneh, et al.
5. Mari , et al.
6. Yu, et al.
7. Person, Roos et al.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

پیشنهاد این پژوهش برای تأمین دمای مناسب و آسایش داخل ساختمان به‌ویژه کاهش گرمای بیش از حد تابستان، کاهش سطح بازشوها در جبهه جنوبی و افزایش سطح بازشوها در جبهه شمالی است [۱۰].

نلسن و اسوندسن[1] (۲۰۰۳) نوع و ابعاد بازشوها و پنجره‌ها و تأثیر آن بر دستیابی به نور طبیعی و آسایش اقلیمی و میزان تقاضای انرژی گرمایشی و سرمایشی را با استفاده از محاسبات ریاضی و به‌صورت تحلیل نمودار روند، مورد بررسی قرار می‌دهد و بر تأثیر سطح شیشه پنجره و ویژگی‌های فریم آن بر میزان مصرف انرژی تأکید دارد [۱۱].

بختیاری و فیاض (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «قابلیت‌ها و محدودیت‌های بهینه سازی انرژی در مرحله طراحی معماری» پارامترهای مربوط به بهینه سازی را شامل توانایی بهینه سازی سرمایش و گرمایش، روشنایی، تهویه طبیعی و سیستمهای تهویه مطبوع می‌داند [۱۴].

توکلی و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی اثر رفتار ساکنان بر مقدار مصرف انرژی، نمونه موردی مجموعه مسکونی شهید پاکدل در شهر اصفهان» فراتر از تأثیر مسایل بهسازی شهری به رفتار متصرفین بنا به‌عنوان عامل مؤثر بر مصرف انرژی پرداخته و بیان می‌دارد که اصلاح رفتار می‌تواند مقادیر قابل توجهی صرف جویی در مصرف برق فراهم آورد [۱۶].

ناصری و مهرگان (۱۳۹۶) در بررسی تاثیرات خصوصیات فیزیکی ساختمان‌ها بر میزان مصرف انرژی در شهر خرم آباد، با شبیه‌سازی در نرم افزار اکوتکت، به جهت‌گیری و درصد بهینه شفافیت در ساختمان با توجه به عملکرد حرارتی می‌پردازد [۲۰].

قنبران و حسین پور (۱۳۹۵) در جهت بهینه‌سازی میزان انرژی در ساختمان‌های آموزشی شهر تهران، با شبیه سازی در نرم افزار اکوتکت به بررسی متغیرهای مؤثر منجمله سطح شفاف پرداخته و ضمن حفظ کیفیت فضای آموزشی، سطح بهینه پنجره در فضای آموزشی تهران را برابر ۱۲درصد سطح کلاس اعلام کرده که می‌تواند به کاهش میزان مصرف انرژی تا ۵۵٪ بیانجامد [۱۹].

حیدری و هاشمی (۱۳۹۳) با مطالعه بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد با استفاده از نرم افزار اکوتکت و بررسی بار سرمایشی و گرمایش ساختمان‌ها، به تأکید بر جانمایی

1. Nielsen and Svendsen

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

فضاهای داخلی با توجه به ویژگی‌های نورگیری در جهات مختلف می‌پردازد و پیشنهاداتی را در این خصوص ارایه می‌کنند [۱۷].

پورحجار و غیابی (۱۳۹۳) به رابطه بازشوها و مصرف انرژی در ساختمان‌های بلندمرتبه اداری در تهران پرداخته اند و با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت و شبیه سازی، اعلام می‌دارند که با توجه به رابطه خطی نسبت بازشو و مصرف انرژی، با کاهش ۲۰٪ سطح بازشودر جهات کنترل شده، کاهش میزان مصرف انرژی تا ۱۷٪ امکان پذیر است [۱۵].

سینگری و عبدلی ناصر (۱۳۹۱) پوسته بیرونی ساختمان‌های مدرن و سنتی و مصرف انرژی را در اقلیم سرد شهر تبریز مورد بررسی قرار داده و پیشنهاداتی در خصوص اولویت نورگیری، ابعاد، جهت نورگیری، تناسبات، پس رفتگی و سمت کشیدگی پنجره‌ها ارائه می‌کنند [۱۸].

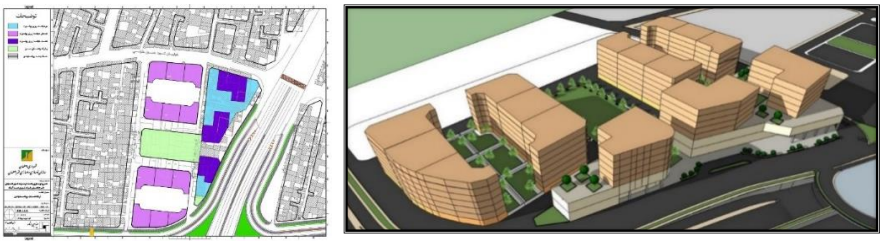
اگر چه مطالعات متعددی در رابطه با ویژگی‌های بازشوها و گشودگی‌ها و مصرف انرژی در ساختمان‌ها در اقلیم‌های مختلف انجام گرفته است، اکثر این مطالعات در مقیاس بنا و یک قطعه ساختمانی انجام شده است. در پژوهش حاضر، بهینه‌سازی سطح شفاف پوسته خارجی در مقیاس یک بلوک و در محدوده بافت فرسوده شهری انجام شده است. با توجه به اهمیت و سطح قابل توجه بافت فرسوده کلان شهرها و تصمیمات و طرح‌های در حال تصمیم‌گیری، به نظر می‌رسد مقایسه گزینه های مختلف طراحی با در نظر گرفتن عامل مؤثر سطوح شفاف در رابطه با انرژی مصرفی می‌تواند تاثیر قابل توجهی در اصلاح تصمیم گیری، طراحی و ساخت و ساز داشته باشد.

۳. روش تحقیق

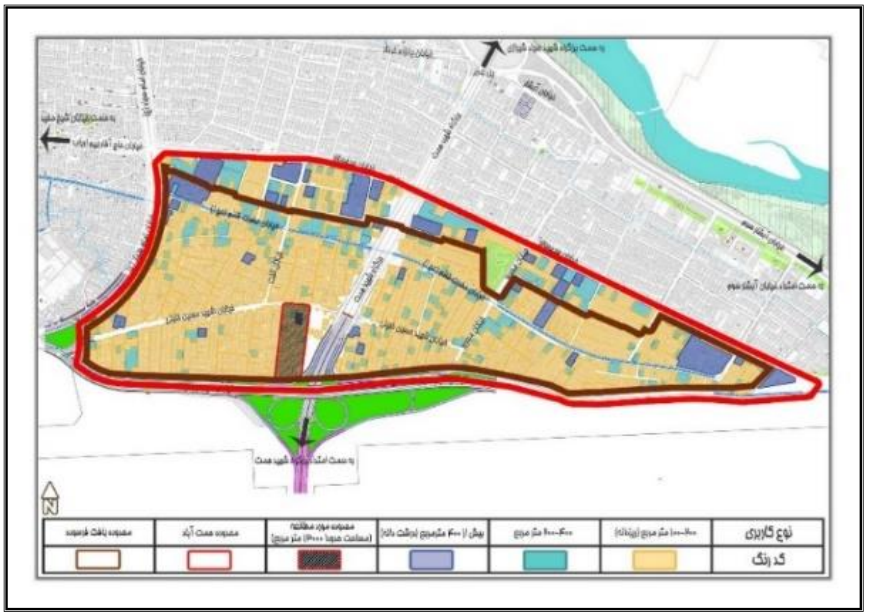
روش تحقیق با در نظر گرفتن هدف «کاربردی» و از جنبه ماهیت و راهبرد «مدلسازی و شبیه‌سازی» بر پایه استدلال عقلانی است. با تعریف متغیرهای پژوهش در حوزه توده گذاری و ایده طراحی، با هدف سنجش رابطه سطح شفاف پوسته خارجی با سه الگوی بارگذاری توده و فضا (۱. تفکیک رایج و ملاک عمل شهرداری، ایده حیاط مرکزی: ۲.منطبق با هندسه زمین، ۳. منطبق با جهت اقلیمی) در مقیاس یک بلوک شهری در بافت فرسوده، شبیه سازی در حالت‌های مختلف تعریف شده انجام و میزان انرژی مصرفی در هر حالت مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفته است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

با دستیابی به گزینه بهینه بارگذاری زمین، مدلسازی با هدف بهینه یابی سطح شفاف جداره با تنظیمات مختلف در نماهای چهار جبهه اصلی (از صفر تا هفتاد در صد با افزایش ده درصدی) انجام می‌شود تا میزان بهینه سطوح شفاف جداره مشخص شود. مقایسه میزان مصرف انرژی در هر حالت و مقایسه گزینه‌ها، جهت استدلال و نتیجه گیری منطقی استفاده می‌شود.



شکل ۱. طرح مصوب



شکل ۲. بافت فرسوده همت‌آباد ، وضع موجود – دانه بندی بافت

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۳. بلوک مورد نظر در بافت فرسوده همت آباد، تعداد طبقات – وضع موجود

٤. توصیف داده‌ها

برای محاسبه مصرف انرژی در ساختمان‌های مورد پژوهش، موارد زیر رعایت شده است:

متوسط تعداد افراد هر واحد مسکونی چهار تا پنج نفر در نظر گرفته شده است، که با توجه به تعداد افراد ساکن در ساختمان تأثیر متابولیسم بدن انسان در نیاز به انرژی فضاها به وسیله ی نرم افزار دیزاین بیلدر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به عملکرد ساختمان مسکونی، متوسط میزان روشنایی هر ساختمان بر حسب لوکس، در نظر گرفته شده است و زمان استفاده از این میزان روشنایی از ساعت ۷ صبح تا ۲۴

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

نیمه شب می‌باشد که با توجه به زمان مورد نظر، میزان روشنایی هر فضا با استفاده از نور توأمان طبیعی و مصنوعی تأمین می‌گردد.[۱]

سیستم سرمایش و گرمایش ساختمان‌های وضع موجود در حالت کلی و رایج از نظر مصرف انرژی[۲]، که از پیش فرض‌های نرم افزار دیزاین بیلدر می‌باشد، قرار گرفته است در این حالت بازدهی سیستم سرمایشی ۸۵ درصد و بازدهی سیستم گرمایشی ۶۲ درصد می‌باشد. سیستم سرمایش و گرمایش ساختمان‌های طرح مصوب فن کوئل با بازدهی ۹۵ درصد می‌باشد. لازم به ذکر است که با توجه به افزایش استفاده از انرژی‌های پاک، در آینده نه چندان دور استفاده از سوخت‌های فسیلی از جمله گاز طبیعی حذف خواهد شد و پروژه‌ها در راستای استفاده از انرژی‌های پاک طراحی خواهند شد[۳]. این سیستم تأسیساتی در تمام شبانه روز بنا به ضرورت، با توجه به اقلیم اصفهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. دمای آسایش برای شروع به کار دستگاه‌های گرمایش ۱۲ تا ۲۱ درجه سانتیگراد و برای سرمایش ۲۴ تا ۲۸درجه سانتیگراد می‌باشد.

در زمینه مصالح ساختمانی دیوارها، سقف، کف و غیره با توجه به این که در ساختمان‌های مختلف از مصالح متفاوتی استفاده می‌شود و تلاش پژوهشگر بر قابل تعمیم بودن نتایج حاصل از پژوهش به کلیه ساختمان‌های منطقه می‌باشد، لذا از یک حالت کلی پایه بدون عایق[۴] که از پیش فرض‌های نرم افزار دیزاین بیلدر است و ضریب انتقال حرارتی نزدیکی به ساختمان‌های موجود عایق نشده در ایران دارد، برای کلیه دیوارها، سقف‌ها، بام و... در مدلسازی وضع موجود منطقه استفاده شده است.

---

۱. با توجه به کاربری ساختمان که مسکونی می‌باشد، ساختمان به صورت مداوم در تمام طول سال مورد استفاده کاربر است بنابراین تحقیق به صورت سالیانه صورت گرفته و نتایج مصرف انرژی به صورت سالیانه و بر اساس آخرین اطلاعات اقلیمی موجود در نرم افزار DesignBuilder ارائه شده است.

زیربنای واحدها بر اساس زیربنای مندرج در مطالعات طرح مصوب بین ۹۰ تا ۱۲۰ متر مربع در نظر گرفته شده است و بعد خانوار بر اساس مطالعات طرح مصوب که با توجه به مطالعات میدانی بوده منظور گردیده است، شایان ذکر است طبق سرشماری سال ۹۵ بعد خانوار در اصفهان ۳/۴ می‌باشد.

2. General energy code

۳. استفاده از سیستم تاسیساتی VRF و VRV نمونه ای از این سیستم هاست که تنها با استفاده از انرژی برق سرمایش و گرمایش ساختمان را تامین می‌نماید.

4. Unisulated Wall, Heavyweight

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

برای تعیین میزان ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارهای خارجی و شیشه‌ها، در ساختمان‌های طرح مصوب، دیوارهای خارجی ساختمان‌ها با عایق در نظر گرفته شده است که معادل ۱/۰۱ وات بر مترمربع درجه کلوین است.

برای انطباق طرح مصوب با مقررات ملی ساختمان، مراحل زیر بر اساس مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان طی شده است: در گونه بندی نیاز سالانه انرژی محل استقرار ساختمان، مناطق به سه گونه مناطق دارای نیاز سالانه انرژی کم، مناطق دارای نیاز سالانه انرژی متوسط و مناطق دارای نیاز سالانه انرژی زیاد گونه بندی می‌شوند. شهر اصفهان در گونه ی مناطق دارای نیاز سالانه انرژی متوسط قرار می‌گیرد. همچنین ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی نیز به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند:

گروه۱: ساختمان‌های ملزم به صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی.

گروه۲: ساختمان‌های ملزم به صرفه جویی متوسط در مصرف انرژی.

گروه۳: ساختمان‌های ملزم به صرفه جویی کم در مصرف انرژی.

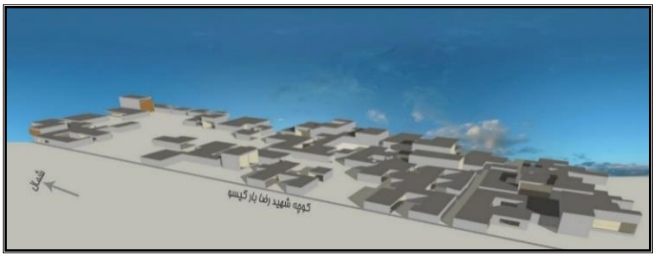
گروه۴: ساختمان‌های بدون نیاز به صرفه جویی در مصرف انرژی.

که ساختمان‌های مورد نظر در گروه دوم یعنی ساختمان‌های ملزم به صرفه جویی متوسط در مصرف انرژی قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه برای محاسبه ی میزان ضریب انتقال حرارتی ساختمان‌ها، از دو روش تجویزی و کارکردی استفاده می‌شود، به دلیل جامع تر بودن روش کارکردی، برای تعیین میزان ضریب انتقال حرارت مرجع دیوارهای خارجی، بام و سطوح شفاف از این روش و بر اساس اطلاعات ذکر شده بالا، استفاده شده است. بر این اساس میزان ضریب انتقال حرارت مرجع دیوار در ساختمان‌های غیرمستقل ۱/۰۱W/m2k و میزان ضریب انتقال حرارت مرجع شیشه ساده تک جداره در حالت عمودی و با هر ضخامت ۵/۸ W /m2k می‌باشد که در شیشه‌های ساختمان‌های وضع موجود در نظر گرفته شد. همچنین شیشه‌های ساختمان طرح مصوب از نوع دوجداره ۶ میلیمتری با ۱۳ میلیمتر لایه هوا در نظر گرفته شده است. در این حالت ضریب انتقال حرارتی شیشه‌های طرح پیشنهادی ۲/۶۶۵ وات بر مترمربع درجه کلوین می‌باشد. پوسته خارجی ساختمان‌های دو طرح پیشنهادی متشکل از بلوک‌های هبلکس با ضریب انتقال حرارتی ۰/۳۴۲ وات بر مترمربع درجه کلوین استفاده شد. نگارندگان مصرف انرژی در وضع موجود بلوک

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

مورد نظر را معادل ۴۱۸/۶۹ کیلووات ساعت بر مترمربع، انرژی مصرفی در طرح مصوب را ۱۱۳/۰۴کیلووات ساعت بر مترمربع محاسبه نمودند.



شکل ۴. سه بعدی وضع موجود محدوده مورد مطالعه همت‌آباد



شکل ۵. مدلسازی سه بعدی طرح مصوب در محدوده مورد مطالعه

ردیف	عنوان	ویژگی	پلان
۱	طرح پیشنهادی اول	الگوی حیاط مرکزی با توجه به هندسه زمین	
۲	طرح پیشنهادی دوم	الگوی حیاط مرکزی با توجه به رون اصفهان	

شکل ۱. بررسی دو طرح پیشنهادی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

پس از استخراج داده‌های انرژی مصرفی در ساختمان‌های وضع موجود و طرح مصوب، مراحل زیر جهت دستیابی به اهداف پژوهش مورد شبیه‌سازی انرژی قرار گرفت:

- بررسی و تحلیل میزان مصرف انرژی در گزینه اول(حیاط مرکزی[۱] منطبق بر هندسه زمین) با افزایش سطح شفاف در نماهای چهار جبهه اصلی.
- بررسی و تحلیل میزان مصرف انرژی در گزینه دوم(حیاط مرکزی منطبق بر جهت اقلیمی) با افزایش سطح شفاف در نماهای چهار جبهه اصلی.

در ادامه، نتایج حاصل از هریک از مراحل فوق ارائه گردیده است: در هریک از دو گزینه پیشنهادی ابتدا سطح شفاف ضلع شمالی، شرقی و غربی صفر در نظر گرفته‌شد سپس از صفر تا هفتاد درصد با افزایش ده درصدی، در هریک از جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی بهینه‌سازی گردید تا در نهایت بتوان سطح شفاف بهینه را معرفی کرد.

۵. نتایج اجرای مدل

۵-۱. شبیه‌سازی انرژی گزینه اول و بهینه‌سازی سطح شفاف در هریک از جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی



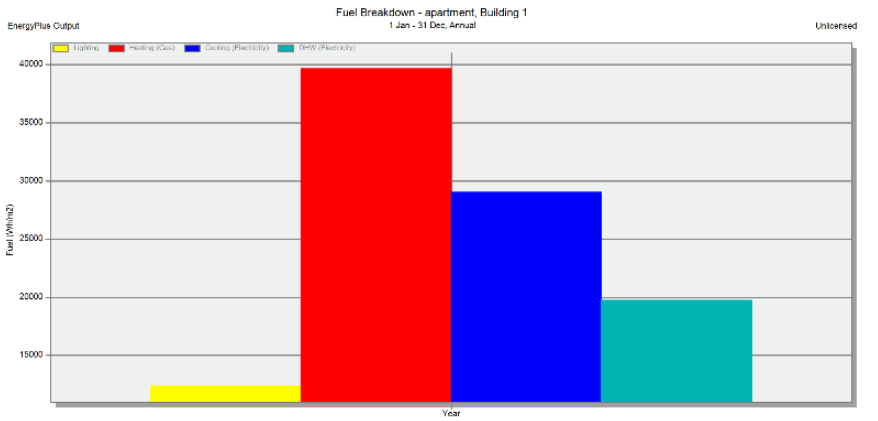
شکل ۲. مدلسازی سه بعدی ساختمان¬های طرح پیشنهادی اول

۱. الگوی حیاط مرکزی بر اساس ضوابط و مقررات طرح تفصیلی شهر اصفهان طراحی شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

ـ مرحله اول از گزینه اول

در این مرحله در سفت‌کاری پوسته خارجی ساختمان‌های طرح پیشنهادی اول با پوسته بیرونی متشکل از بلوک هبلکس در شرایط یکسان با طرح مصوب از نظر سطح شفاف، نوع شیشه‌ها و... مدلسازی گردید و نتایج مطابق شکل زیر مشاهده گردید.



جدول۱. انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف ساختمان‌های طرح پیشنهادی اول، با بلوک هبلکس در پوسته خارجی ساختمان‌ها

آب گرم مصرفی(برق) (Kwh/m^2)	سرمایش(برق) (Kwh/m^2)	گرمایش(گاز) (Kwh/m^2)	روشنایی(برق) (Kwh/m^2)	انرژی سالیانه (Kwh/m^2)
۱۹/۷۴	۲۹/۰۱	۳۹/۶۷	۱۲/۳۸	100/80

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در این حالت بیشترین و کمترین میزان مصرف انرژی در بخش‌های گرمایش و سرمایش است و میزان انرژی سالیانه آن معادل ۱۰۰.۸۰کیلووات ساعت بر مترمربع است که به میزان ۱۲/۲۴کیلووات ساعت بر مترمربع کمتر از طرح مصوب است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه اول با تغییر سطح شفاف در ضلع جنوبی

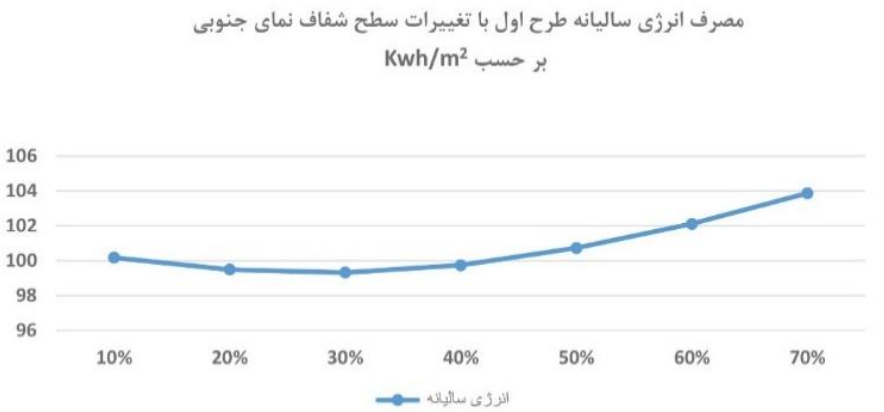
در این مرحله میزان سطح شفاف در سه ضلع شمالی، شرقی و غربی صفر در نظر گرفته شده و در کل مراحل پژوهش ساختمان فاقد سایبان است. پس از مدلسازی ضلع جنوبی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

جدول ۲. میزان مصرف انرژی، در طرح اول با تغییرات سطح شفاف در نمای جنوبی

سطح شفاف در ضلع جنوبی	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪
انرژی سالیانه (Kwh/m^2)	۱۰۰/۱۹	۹۹/۵۰	۹۹/۳۳	۹۹/۷۵	۱۰۰/۷۴	۱۰۲/۱۲	۱۰۳/۸۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۳. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح اول با تغییر سطح شفاف نمای جنوبی

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰٪ سطح شفاف دارای میزان متوسطی است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان کاهش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا ۳۰درصد است، به کمترین میزان خود یعنی ۹۹/۳۳ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد و با افزایش سطح شفاف، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش پیدا می‌کند. مطالعه‌ی اثر سطح پنجره‌های جنوبی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای جنوبی، برای به حداقل

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

رساندن انرژی مصرفی، ۳۰ درصد می‌باشد جهت ادامه مدلسازی‌ها سطح شفاف ۳۰ درصد مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه اول دارای ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی با تغییر سطح شفاف در ضلع شمالی

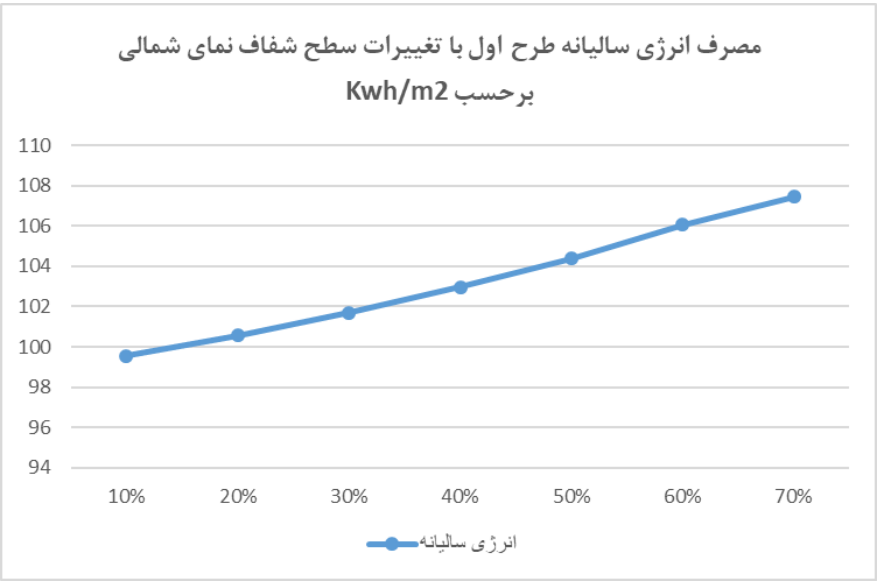
بعد از مدلسازی ضلع شمالی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

جدول۳. میزان مصرف انرژی، در طرح اول با ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و تغییرات سطح شفاف در نمای شمالی

سطح شفاف در ضلع شمالی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۵۵	۱۰۰/۵۶	۱۰۱/۷۰	۱۰۲/۹۸	۱۰۴/۳۹	۱۰۶/۰۵	۱۰۷/۴۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۴. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح اول
دارای ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، با تغییر سطح شفاف نمای شمالی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰٪ سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است، به بیشترین میزان خود می‌رسد. بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای شمالی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش می‌یابد.

مطالعه اثر سطح پنجره‌های شمالی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای شمالی، برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰درصد می‌باشد. جهت ادامه مدلسازی‌ها سطح شفاف۳۰ درصد در نمای جنوبی و ۱۰درصد در نمای شمالی مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه اول دارای۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی با تغییر سطح شفاف در ضلع شرقی:

بعد از مدلسازی ضلع شرقی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

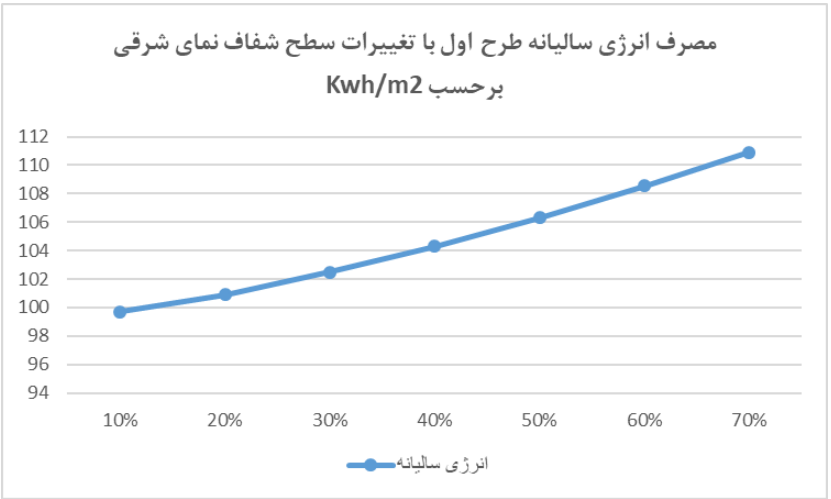
جدول ۱. میزان مصرف انرژی، در طرح اول با۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی و تغییرات سطح شفاف در نمای شرقی

سطح شفاف در ضلع شرقی	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۶۹	۱۰۰/۹۱	۱۰۲/۴۹	۱۰۴/۲۹	۱۰۶/۳۲	۱۰۸/۵۳	۱۱۰/۹۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۵. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح اول دارای ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد در نمای شمالی، با تغییر سطح شفاف نمای شرقی

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰٪ سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است به بیشترین میزان خود می‌رسد بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای شرقی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش پیدا می‌کند.

مطالعه اثر سطح پنجره‌های شرقی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای شرقی، برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰ درصد می‌باشد. جهت ادامه مدلسازی‌ها سطح شفاف ۳۰ درصد در نمای جنوبی، ۱۰ درصد در نمای شمالی و ۱۰ درصد در نمای شرقی مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه اول دارای۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰ درصد سطح شفاف در نمای شمالی و ۱۰ درصد سطح شفاف در نمای شرقی با تغییر سطح شفاف در ضلع غربی

بعد از مدلسازی ضلع غربی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

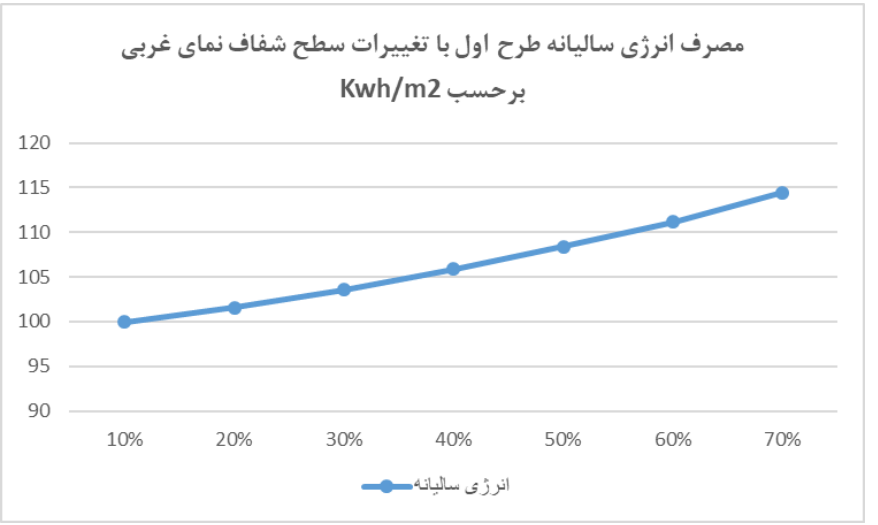
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

جدول ۲. میزان مصرف انرژی، در طرح اول با ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰ درصد سطح شفاف در نمای شمالی و ۱۰ درصد سطح شفاف در نمای شرقی و تغییرات سطح شفاف در نمای غربی

سطح شفاف در ضلع غربی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۹۸	۱۰۱/۵۶	۱۰۳/۵۸	۱۰۵/۸۷	۱۰۸/۴۰	۱۱۱/۱۴	۱۱۴/۴۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۶. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح اول دارای ۳۰ درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰درصد در نمای شمالی و ۱۰درصد در نمای شرقی، با تغییر سطح شفاف نمای غربی

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰درصد سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است به بیشترین میزان خود می‌رسد بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای غربی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش پیدا می‌کند.

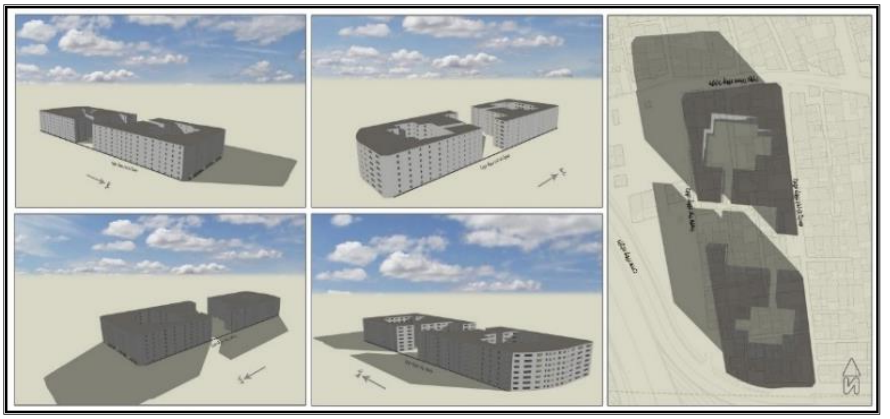
مطالعه اثر سطح پنجره‌های غربی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای غربی، برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰درصد می‌باشد. بنابراین سطح شفاف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

بهینه در طرح اول،۳۰ درصد در نمای جنوبی، ۱۰درصد در نمای شمالی، ۱۰درصد در نمای شرقی و ۱۰درصد در نمای غربی می‌باشد.

میزان مصرف انرژی سالیانه طرح پیشنهادی دوم ۹۹/۹۸ کیلووات ساعت بر مترمربع محاسبه گردید که ۱۳/۰۶ کیلووات ساعت بر مترمربع کمتر از طرح مصوب سازمان نوسازی و بهسازی شهرداری اصفهان می‌باشد.

۵-۲. شبیه‌سازی انرژی گزینه دوم و بهینه سازی سطح شفاف در هریک از جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی

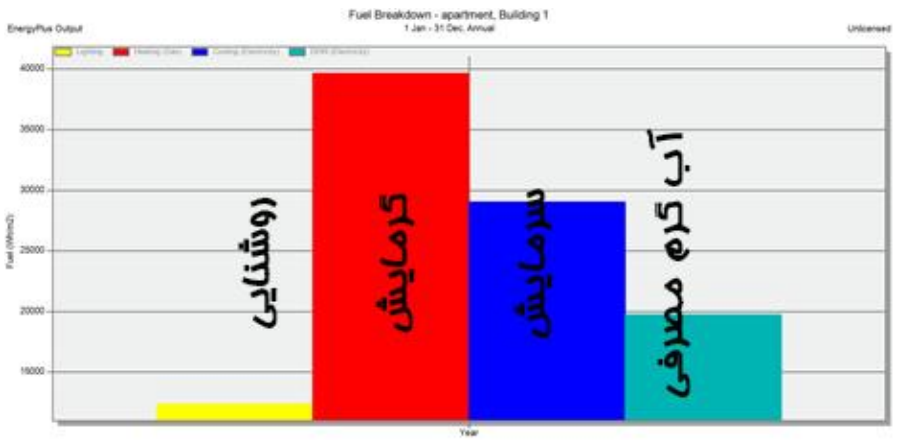


شکل ۷. مدلسازی سه بعدی ساختمان‌های طرح پیشنهادی دوم

۵-۲-۱. مرحله اول از گزینه دوم

در این مرحله در سفت‌کاری پوسته خارجی ساختمان‌های طرح پیشنهادی دوم نیز از بلوک‌های هبلکس استفاده شد و سایر شرایط ساختمان با طرح مصوب یکسان است. نتایج مطابق شکل زیر مشاهده گردید.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۸. انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف ساختمان‌های طرح پیشنهادی دوم، با بلوک هبلکس در پوسته خارجی ساختمان‌ها

در این حالت بیشترین و کمترین میزان مصرف انرژی در بخش‌های گرمایش و سرمایش است و میزان انرژی سالیانه آن معادل ۱۰۲/۸۰ کیلووات ساعت بر مترمربع است که به میزان ۲ کیلووات ساعت بر مترمربع بیشتر از طرح پیشنهادی اول و ۱۰/۲۴ کیلووات ساعت بر مترمربع کمتر از طرح مصوب است.

۵-۲-۲. شبیه‌سازی انرژی گزینه دوم و بهینه‌سازی سطح شفاف در هریک از جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی

در این مرحله فرض برآن است که فقط نمای جنوبی دارای سطح شفاف باشد، بنابراین ابتدا سه جبهه از ساختمان‌ها بدون سطح شفاف در نظر گرفته شده و تنها در ضلع جنوبی در هر مرحله ده درصد، سطح شفاف در نظر گرفته شده است سپس سطح شفاف به میزان ۱۰درصد در هر مرحله، در ضلع‌های شمالی، شرقی و غربی افزایش یافته‌است و میزان مصرف انرژی برای بخش روشنایی، گرمایش و سرمایش و در نهایت کل انرژی مصرفی برای هر مرحله محاسبه شده است. همچنین ساختمان فاقد سایبان است. در ادامه به نتایج حاصل از هر بخش پرداخته شده است.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه دوم با تغییر سطح شفاف در ضلع جنوبی

بعد از مدلسازی ضلع جنوبی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

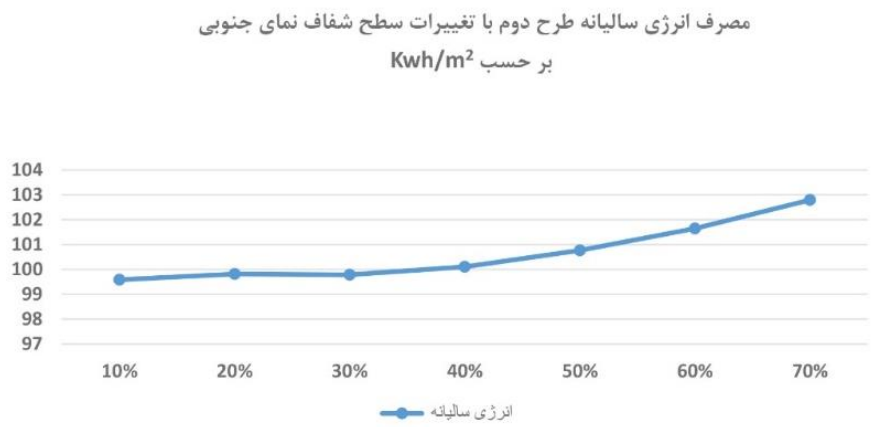
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

جدول ۶. میزان مصرف انرژی، در طرح دوم با تغییرات سطح شفاف در نمای جنوبی

سطح شفاف در ضلع جنوبی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۵۹	۹۹/۸۲	۹۹/۷۹	۱۰۰/۱۱	۱۰۰/۷۷	۱۰۱/۶۵	۱۰۲/۸۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۹. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح دوم با تغییر سطح شفاف نمای جنوبی

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ٪۱۰ سطح شفاف دارای کمترین میزان است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد. مطالعه‌ی اثر سطح پنجره‌های جنوبی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای جنوبی برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی در این طرح پیشنهادی، ۱۰درصد می‌باشد. جهت ادامه مدلسازی‌ها سطح شفاف ۱۰درصد مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی با تغییر سطح شفاف در ضلع شمالی

بعد از مدلسازی ضلع شمالی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

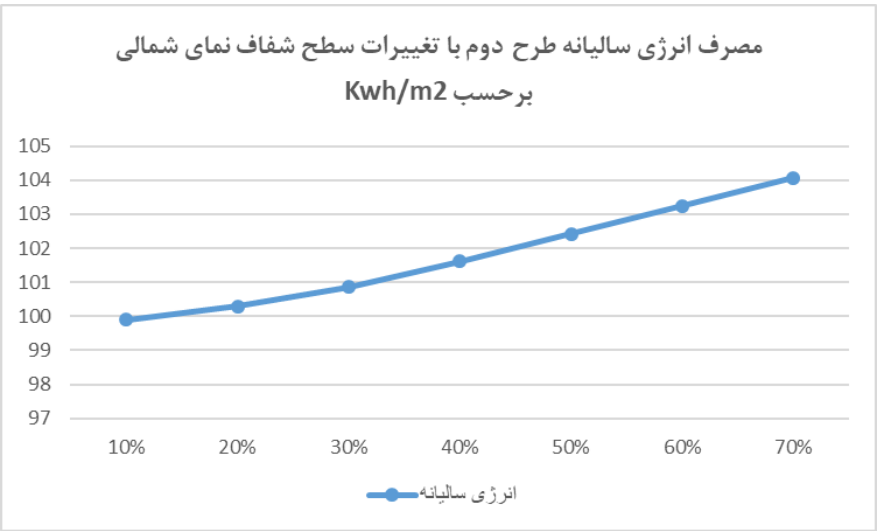
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

جدول ۳. میزان مصرف انرژی، در طرح دوم با ۱۰درصد سطح شفاف
در نمای جنوبی و تغییرات سطح شفاف در نمای شمالی

سطح شفاف در ضلع شمالی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۸۹	۱۰۰/۲۹	۱۰۰/۸۵	۱۰۱/۶۱	۱۰۲/۴۲	۱۰۳/۲۴	۱۰۴/۰۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۱۵. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف
در نمای جنوبی، با تغییر سطح شفاف نمای شمالی

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰درصد سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است به بیشترین میزان خود می‌رسد. بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای شمالی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش می‌یابد.

مطالعه اثر سطح پنجره‌های شمالی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه‌ی سطح شفاف نمای شمالی، برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰درصد می‌باشد. جهت ادامه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

مدلسازی‌ها سطح شفاف ۱۰درصد در نمای جنوبی و ۱۰درصد در نمای شمالی مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی با تغییر سطح شفاف در ضلع شرقی

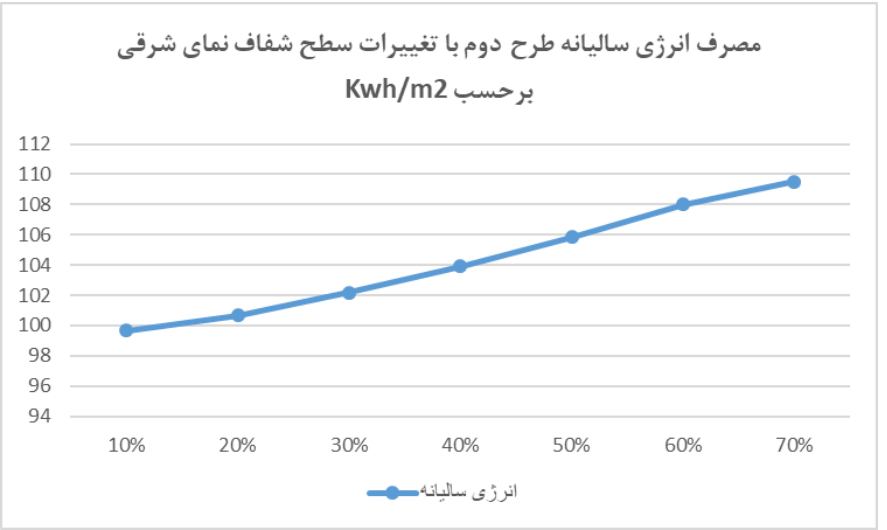
بعد از مدلسازی ضلع شرقی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

جدول ۸. میزان مصرف انرژی، در طرح دوم با ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی و تغییرات سطح شفاف در نمای شرقی

سطح شفاف در ضلع شرقی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۶۶	۱۰۰/۶۸	۱۰۲/۱۶	۱۰۳/۹۲	۱۰۵/۸۵	۱۰۷/۹۹	۱۰۹/۵۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.



شکل ۱۶. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی و ۱۰درصد در نمای شمالی، با تغییر سطح شفاف نمای شرقی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ٪۱۰ سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است به بیشترین میزان خود می‌رسد. بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای شرقی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش پیدا می‌کند.

مطالعه اثر سطح پنجره‌های شرقی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه سطح شفاف نمای شرقی، برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰درصد می‌باشد. جهت ادامه مدلسازی‌ها سطح شفاف ۱۰درصد در نمای جنوبی، ۱۰درصد در نمای شمالی و ۱۰درصد در نمای شرقی مورد بهینه‌سازی قرار خواهد گرفت.

- بررسی میزان مصرف انرژی ساختمان‌های گزینه دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شرقی با تغییر سطح شفاف در ضلع غربی

بعد از مدلسازی ضلع غربی و افزایش ده درصدی سطح شفاف نما، نتایج زیر مشاهده گردید.

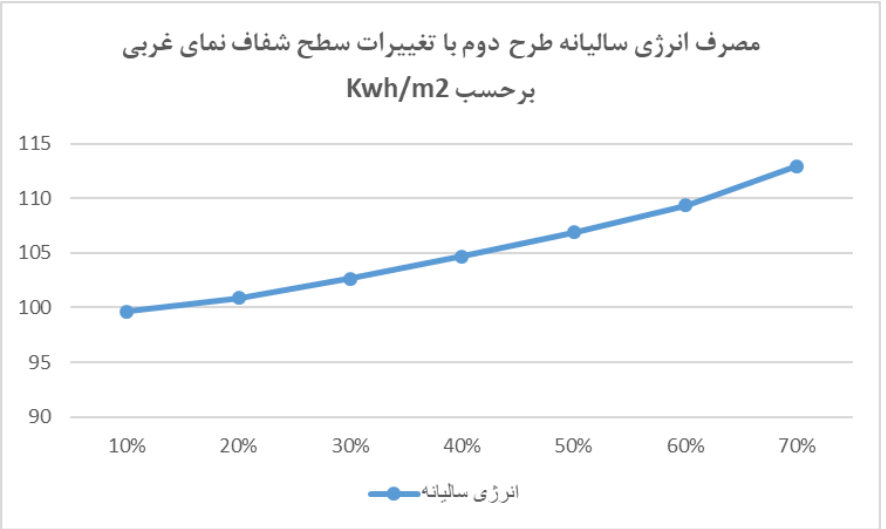
جدول ۹. میزان مصرف انرژی، در طرح دوم با ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شمالی و ۱۰درصد سطح شفاف در نمای شرقی و تغییرات سطح شفاف در نمای غربی

سطح شفاف در ضلع غربی	٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰
انرژی سالیانه(Kwh/m^2)	۹۹/۶۲	۱۰۰/۸۸	۱۰۲/۶۳	۱۰۴/۶۶	۱۰۶/۹۰	۱۰۹/۳۳	۱۱۲/۹۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در زمینه انرژی کل مصرفی، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۱۰. میزان انرژی کل مصرفی در ساختمان‌های طرح دوم دارای ۱۰درصد سطح شفاف در نمای جنوبی، ۱۰درصد در نمای شمالی و ۱۰درصد در نمای شرقی، با تغییر سطح شفاف نمای غربی

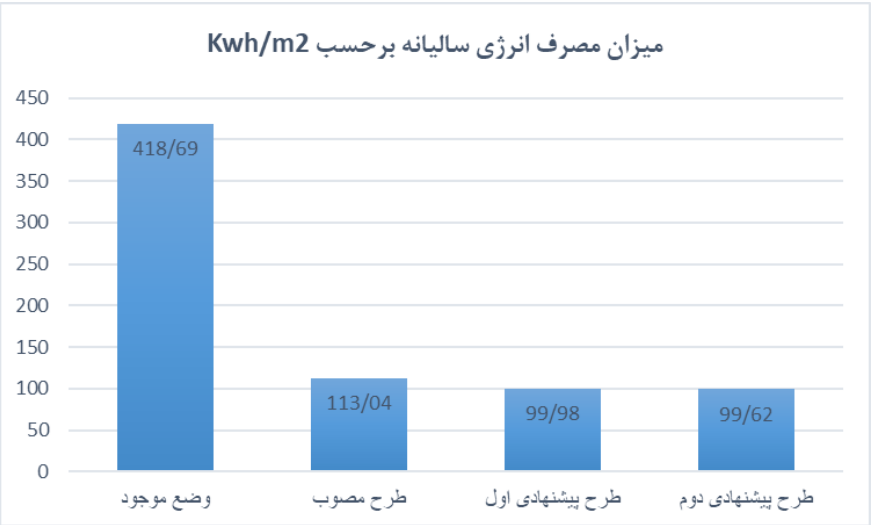
بر اساس این نمودار میزان انرژی مصرفی کل با ۱۰درصد سطح شفاف دارای کمترین مقدار است که با افزایش سطح شیشه‌ها این میزان افزایش می‌یابد تا میزان مصرف انرژی در زمانی که شفافیت بنا هفتاد درصد است به بیشترین میزان خود می‌رسد بنابراین با افزایش سطح شفاف نمای غربی، میزان مصرف انرژی کل پیوسته افزایش پیدا می‌کند. مطالعه‌ی اثر سطح پنجره‌های غربی بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها نشان می‌دهد که میزان بهینه‌ی سطح شفاف نمای غربی برای به حداقل رساندن انرژی مصرفی، ۱۰درصد می‌باشد.

با کاهش میزان مصرف انرژی در این مرحله، میزان مصرف انرژی سالیانه طرح پیشنهادی دوم ۹۹/۶۲ کیلووات ساعت بر مترمربع محاسبه گردید که ۱۳/۰۲ کیلووات ساعت بر مترمربع کمتر از طرح مصوب سازمان نوسازی و بهسازی شهرداری اصفهان می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

- بررسی مقایسه‌ای میزان مصرف انرژی در وضع موجود، طرح مصوب و گزینه اول و دوم

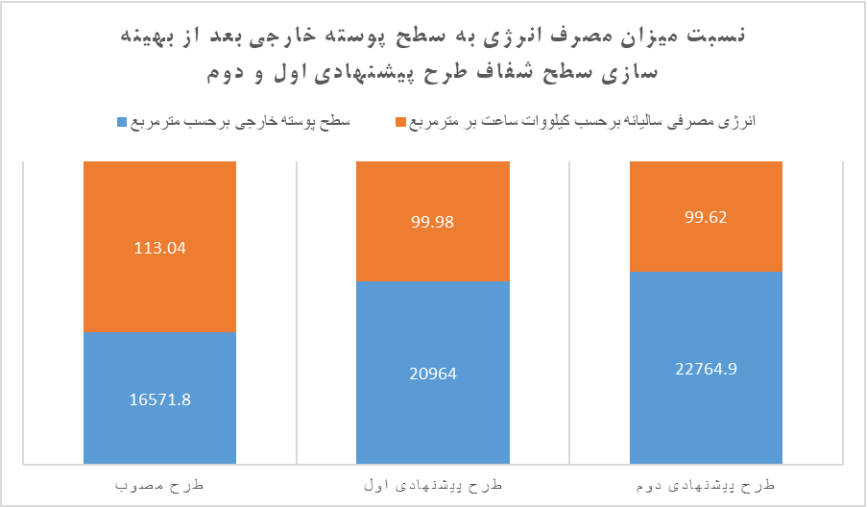
با توجه به نمودار زیر، مشاهده می‌گردد که مصرف انرژی در ساختمان‌های وضع موجود بسیار بالا می‌باشد و این ساختمان‌ها نیاز به تجدید نظر اساسی در مصرف انرژی دارند. بیشترین میزان مصرف انرژی به ترتیب در ساختمان‌های وضع موجود، طرح مصوب، طرح پیشنهادی اول و دوم، مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۱. بررسی مقایسه‌ای میزان مصرف انرژی در وضع موجود، طرح مصوب و طرح پیشنهادی اول و دوم

در جهت بررسی میزان مصرف انرژی در هریک از مراحل فوق با نسبت درصد بین سطح پوسته‌ها و مصرف نهایی انرژی سالیانه پس از بهینه‌سازی سطح شفاف پوسته بیرونی طرح پیشنهادی اول و دوم، می‌توان نمودار زیر را ترسیم نمود. لازم به ذکر است که مدلسازی طرح مصوب بر اساس مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان انجام شده است و تجربه نشان داده که در اجرای این دست پروژه‌ها معمولاً در زمینه انرژی، جزییات اجرایی نادیده انگاشته می‌شود و از همین رو میزان مصرف انرژی در طرح مصوبی که قرار بر اجرای آن وجود دارد به مراتب بیشتر خواهد بود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]



شکل ۱۹. نسبت میزان سطح پوسته بیرونی در مجاورت هوای آزاد و مصرف انرژی سالیانه طرح مصوب و طرح پیشنهادی اول و دوم پس از بهینه سازی سطح شفاف پوسته بیرونی در طرح پیشنهادی اول و دوم

پس از بهینه سازی سطح شفاف پوسته خارجی طرح پیشنهادی اول و دوم، میزان مصرف انرژی در دو طرح پیشنهادی به نسبت سطح پوسته خارجی، به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. بنابراین چنانچه سطح شفاف پوسته خارجی بهینه سازی گردد مصرف انرژی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه نتایج در دو طرح پیشنهادی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است و نتایج کاملاً مشابه به دست آمده است می‌توان سطح شفاف بهینه در ساختمان‌های بلوک مورد مطالعه را ۱۰درصد در نمای جنوبی، ۱۰درصد در نمای شمالی، ۱۰درصد در نمای شرقی و ۱۰درصد در نمای غربی تعیین کرد. همچنین مشاهده گردید که در محدوده بافت‌های فرسوده می‌توان از طریق طراحی با ایده حیاط مرکزی (حیاط اندر حیاط) و جهت اقلیمی (رون اصفهان) در اقلیم گرم و خشک، مصرف انرژی را نیز به طور مؤثری کاهش داد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

جدول ۱۰. بررسی مقایسه‌ای وضع موجود، طرح مصوب، گزینه پیشنهادی اول و دوم

	وضع موجود	طرح مصوب	طرح پیشنهادی اول	طرح پیشنهادی دوم
	بافت فرسوده	سازمان نوسازی و بهسازی اصفهان	الگوی حیاط مرکزی متناسب با هندسه زمین	الگوی حیاط مرکزی متناسب با رون اصفهان
نسبت مصرف انرژی به سطح پوسته خارجی		A	A ۰.۹	A ۰/۸۳
میزان بهینه سطح شفاف در ۴ جبهه			جنوبی ۳۰٪ شمالی ۱۰٪ شرقی ۱۰٪ غربی ۱۰٪	جنوبی[1] ۱۰٪ شمالی ۱۰٪ شرقی ۱۰٪ غربی ۱۰٪
میزان مصرف انرژی نهایی	۴۱۸/۶۹	۱۱۳/۰۴	۹۹/۹۸	۹۹/۶۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

٦. نتیجه گیری و پیشنهادات

در طی چند دهه گذشته مطالعات گسترده‌ای در خصوص صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان انجام گرفته است. بهینه سازی انرژی ساختمان به معنای حذف یا کاهش استانداردهای آسایش محیطی نیست، بلکه کاهش مصرف انرژی جهت دستیابی به آسایش، کیفیت هوا و سایرکیفیات محیطی است. با وجود پیشرفت‌های اخیر در محاسبه و مدلسازی انرژی ساختمان‌ها در مقیاس جهانی، به نظر می‌رسد نرم‌افزارهای موجود بایستی به عوامل کیفی دیگری نظیر الزامات عملکردی مجهز گردند. سنجش بهره‌وری انرژی در ساختمان بایستی با توجه به عوامل محیطی و محلی مانند بوم منطقه، اقلیم و صنعت مرسوم ساختمانی در هر محل برآورد شود. بهره‌گیری از این حوزه دانشی می‌تواند به برنامه‌ریزان و سیاستمداران در جهت ارتقای بهره‌وری سیستم ساخت و ساز کشور کمک کرده و به کاهش هزینه، کاهش اتلاف، افزایش هدفمندی و افزایش مدت و میزان کارایی ساختمان‌ها و محلات و ارتقای آسایش

۱. میزان بهینه سطح شفاف برای نماهای ساختمان در تحلیل دیزاین بیلدر تعیین می‌گردد. در مرحله بعد بایستی درصد سطح شفاف را برای تامین کیفیات عملکردی با اعمال سایبان، شیشه کم‌مصرف، عمق مناسب پنجره و... افزایش داد و میزان مصرف انرژی را کنترل کرد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

و رضایت شهروندان بیانجامد. بافت‌های فرسوده در ایران سطوح زیادی از شهرها را به خود اختصاص می‌دهند که نیازمند برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و طراحی جهت اصلاح و ارتقای زندگی و بهره‌گیری از پتانسیل‌های مداخله در آن است و توجه به نقاط عطفی مانند بهره‌وری انرژی در حوزه ساختمان می‌تواند تأثیرات عمده‌ای بر پایداری و پاسخگویی طرح‌ها داشته باشد. در نگاه انتقادی، مداخلات در بافت‌های فرسوده شهری به لحاظ موضوعات و مسایل انرژی بیانگر معضلاتی است که در صورت عدم اصلاح، تأثیرات منفی آن در حوزه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی گریبان‌گیر نسل آینده خواهد بود.

در پژوهش حاضر در گام نخست، بارگذاری توده و فضا در سه حالت (وضع موجود، تطابق با هندسه زمین و جهت‌گیری اقلیمی) اعمال و تأثیر آن بر میزان مصرف انرژی ساختمان مورد تحلیل قرار گرفت. سپس نحوه اعمال ایده طراحی (کانسپت) بر میزان مصرف انرژی مطالعه و مقایسه شد. نهایتاً سعی در تحلیل تأثیر سطوح متفاوت شفافیت در نما بر میزان مصرف انرژی ساختمان است. نتایج بیانگر آنست که در مقایسه با وضع موجود بافت فرسوده همت‌آباد، طرح مصوب[۱] با ۷۳٪، گزینه پیشنهادی اول ۷۶/۱٪ و گزینه پیشنهادی دوم ۷۶/۲٪ کاهش مصرف انرژی روبروست. در پاسخ به سئوال اول پژوهش، سطح شفاف پوسته خارجی گزینه اول در جبهه جنوبی ۳۰ درصد و در جبهه‌های شمالی، شرقی و غربی هر کدام ۱۰ درصد و در گزینه دوم در چهار جبهه هر کدام ۱۰ درصد از طریق مدلسازی تعیین شد. البته میزان سطح شفاف ۱۰ درصدی که برای نماهای ساختمان به عنوان درصد بهینه سطح بازشو محاسبه شد در مرحله بعد بایستی این میزان با فاکتورهای معماری دیگر نیز سنجیده شود که خود نیاز به پژوهش دیگری دارد. به عنوان مثال می‌توان درصد سطح شفاف را با اعمال سایبان، شیشه کم‌مصرف، عمق مناسب پنجره و... افزایش داد و میزان مصرف انرژی را کنترل کرد. در پاسخ به سئوال دوم پژوهش، کمترین میزان مصرف انرژی مربوط به گزینه دوم با الگوی حیاط مرکزی و منطبق با رون اصفهان معادل ۹۹/۶۲ کیلووات ساعت بر مترمربع محاسبه شد.

---

۱. یادآور می‌شود که مشخصات پوسته‌های خارجی طرح مصوب به صورت ساخت متداول و رایج بوده ولی با توجه به الزامات مقررات ملی ساختمان، مصرف انرژی طرح مصوب بر اساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان محاسبه شد. بنابراین اختلاف میزان مصرف انرژی در طرح مصوب (با مشخصات موجود و مغایر با مبحث ۱۹) با طرح پیشنهادی به میزان قابل توجهی بالاتر خواهد بود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

منابع

[۱] بختیاری، وحید و ریما فیاض (۱۳۹۸). "قابلیت‌ها و محدودیت‌های ابزارهای بهینه‌سازی انرژی در مرحله طراحی معماری"، نشریه انرژی ایران، دوره ۲۲، شماره ۱.

[۲] پورحجار، علی‌حسین و محمدمهدی غیابی (۱۳۹۳). "رابطه مصرف انرژی و نسبت بازشو در ساختمان‌های بلند مرتبه اداری"، دوفصلنامه معماری و شهرسازی پایدار.

[۳] توکلی، الهه؛ زمردیان، زهراسادات؛ تحصیل دوست، محمد و محمد رضا حافظی (۱۳۹۸). "ارزیابی نحوه رفتار بر مقدار مصرف انرژی: نمونه موردی مجموعه مسکونی شهید پاکدل در شهر اصفهان"، نشریه انرژی ایران، دوره ۲۲، شماره ۳.

[۴] حیدری، شاهین و فاطمه هاشمی گلپایگانی (۱۳۹۳). بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد.، صص ۵۶.

[۵] سینگری، مریم و ناصیر سروناز عبدلی (۱۳۹۱). "مقایسه تطبیقی پوسته‌های بیرونی بناهای مسکونی در بافت‌های سنتی و مدرن شهر تبریز با رویکرد پایداری"، مطالعات شهر ایرانی اسلامی. شماره ۷.

[۶] قنبران، عبدالحمید و محمد امین حسین پور (۱۳۹۵). "بررسی عوامل مؤثر در بهره‌وری انرژی در فضاهای آموزشی در اقلیم شهر تهران"، فصلنامه نقش جهان، شماره ۳-۶.

[۷] ناصری، آیت و آرش مهرگان (۱۳۹۶). "بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی ساختمان‌های مسکونی بر میزان مصرف انرژی، مطالعه موردی شهر خرم آباد"، نشریه معماری و شهرسازی ایران، دوره ۸، شماره ۱۴.

[8] Bektas B. and T. Aksoy (2005). “Energy Performance of Window Systems of Buildings in Cold Climate Regions”. Science and Engineering Journal of F rat University, 17(3), pp. 499-508.

[9] Francisco A. (1977). “Day Lighting as a Factor in Optimizing the Energy Performance of Buildings”, Energy and Building, No. 1, pp. 175-182.

[10] Granadeiro V. et al. (2013). "Building Envelope Shape Design in early stages of the Design Process: Integrating Architectural Design Systems and Energy Simulation”. Automation in Construction, No. 32, pp. 2-196 .

[11] Grynninga S., Gustavsena A., Time B. and B.P. Jelle (2013). “Windows in the Buildings of Tomorrow: Energy Losers or Energy Gainers?”, Energy and Buildings, No. 61, pp. 185–192.

[12] Hashemi S.S.G. et al. (2015). "Performance of Green Roofs with Respect to Water Quality and Reduction of Energy Consumption in Tropics: a Review”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, No. 52, pp. 669-679.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]

[13] Hassouneh K., Alshbou A. and A.A. Salaymeh (2010). Influence of Windows on the Energy Balance of Apartment Buildings in Amman, Energy Conversion and Management, No. 51, pp. 1583-1591.
[14] Kazanasmaz et al. (2016). "Three Approaches to Optimize Optical Properties and Size of a South-facing Window for Spatial Daylight Autonomy". Building and Environment, No. 102, pp. 243-256.
[15] Koohsari M., Fayaz A. and B. Mohammad Kari (2015). "The Influence of Window Dimensions and Location on Residential Building Energy Consumption by Integrating Thermal and Lighting Analysis in a Mild and Humid Climate". MAGNT Research Report (ISSN. 1444-8939), 3(4). pp. 187-194.
[16] Mari LP., Arne R. and W. Maria (2006). "Influence of Window size on the Energy Balance of Low Energy Houses". Energy and Building, No.38, pp.181-188.
[17] Nielsen T.R. and S. Svendsen (2003). "Optimization of Buildings with Respect to Energy and Indoor Environment
[18] Yildiz Y., Ozbalta T.G. and Z.D. Arsan (2011). "Impact of Window-to-Wall Surface Area for Different Window Glass Types and Wall Orientations on Building Energy Performance: A Case Study for a School Building Located in zmir, Turkey". Megaron, 6(1), pp. 30-38.
[19] Yu J. et al. (2008). "Low-energy Envelope Design of Residential Building in hot Summer and cold Winter Zone in China". Energy and Buildings, 40(8), pp.1536-1546.
[20] https://www.irna.ir/news/83147213// 97/10/4

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12]