J. Energy Conversion
Volume: 9, Issue: 1, 2022: 73-87

نشریه علمی-تخصصی تبدیل انرژی (JEED)
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص: ۷۳- ۸۷

DOR: xx.xxxx.x.xxxxxxxx.xxxx.x.x.x.x

تحلیل میزان نور و انرژی دریافتی از نمای متحرک در یک ساختمان اداری در تهران

اشکان خطیبی[1و*]، پری علوی[1]

*۱- دکترای معماری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران، Ashkan.Khatibi@iauz.ac.ir
۲- دکترای معماری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران، pari.alavi@iauz.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۸، بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۰

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بکارگیری نمای متحرک در راستای کاهش انرژی مصرفی ساختمان، به بررسی عملکرد حرارتی و روشنایی یک ساختمان اداری در اقلیم تهران می‌پردازد. برای این منظور میزان نور و انرژی دریافتی از چهار مدل نمای تک پوسته، دوپوسته تمام شیشه، دوپوسته با سایبان و نمای متحرک در ساختمان با بهره‌گیری از شبیه‌سازی و مدل‌سازی محاسبه‌شده و مقادیر به‌دست‌آمده به‌منظور تعیین مناسب‌ترین نما، مورد مقایسه تطبیقی قرار می گیرد. نرم‌افزارهای مورداستفاده برای مدل‌سازی پوسته‌ها، نرم‌افزار راینو و افزونه گرس هاپر و برای تحلیل‌های اقلیمی، افزونه دیوا و eQUEST می‌باشد. یافته‌ها، نشان می‌دهد ساختمان با نمای متحرک عملکرد نور و انرژی بهتری نسبت به سایر پوسته‌ها دارد. به طوری که نمای متحرک با توانایی کاهش ۳۳/۳٪ میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی نسبت به نمای تک پوسته بیشترین صرفه جویی را به همراه دارد. بررسی وضعیت خیرگی نیز مؤید عملکرد بهتر نمای متحرک نسبت با سایر نماها می‌باشد. از این رو بهره‌گیری از طراحی هوشمند و ترکیب آن با طراحی اقلیمی می‌تواند راهکاری مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی باشد که میزان نور و انرژی دریافتی از خورشید را کنترل نموده و با کاهش هدررفت نور و انرژی و کنترل خیرگی آسایش محیطی کاربران را فراهم می‌نماید.

* **عهده‌دار مکاتبات:** Ashkan.Khatibi@iauz.ac.ir

کلمات کلیدی: انرژی مصرفی، اقلیم گرم و خشک، نمای متحرک، ساختمان اداری، نمای دو پوسته

۱- مقدمه

یکی از موارد مهم در طراحی ساختمان تأمین آسایش حرارتی است. انسان به تجربه آموخته است که می‌تواند به کمک معماری، فضای اطراف خود را در شرایط مناسب نگه دارد، هرچند در این زمینه همیشه موفق نبوده است و سرپناه او گاه موجب ناراحتی شده است[۱] اما محققان همواره در پی دستیابی به راه‌حل‌هایی مناسب برای گرمایش و سرمایش ساختمان بوده اند که هزینه و آسیب کمتر برای محیط‌زیست داشته باشد، لذا با ارزیابی آسایش حرارتی ساختمان‌ها سعی در رفع نواقص آن و ارائه بهترین عملکرد در فرایند طراحی ساختمان دارند. اولین گام برای رسیدن به ارتقاء بهره‌وری در طراحی آگاهی از میزان انرژی مورداستفاده در بناست تا با مدیریت و مداخله در طراحی بتوان مصرف انرژی را به گونه ای کاهش داد که هزینه سنگینی بر ساکنین اعمال نگردد. یکی از این راهکارها استفاده از تکنولوژی‌های جدید و هوشمندانه است که در معماری پایدار مطرح می گردد. با تکیه‌بر اصل طراحی پایدار که ساختمان را جزئی کوچکی از طبیعت پیرامون می داند، و بر اساس گفته

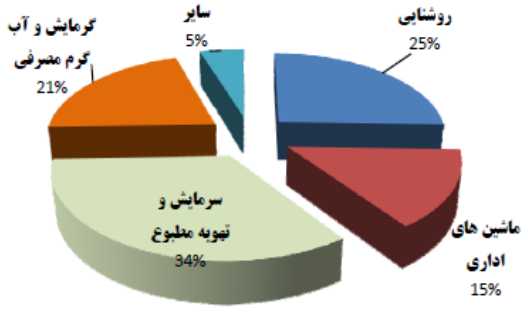
نحوه استناد به این مقاله: اشکان خطیبی و پری علوی. تحلیل میزان نور و انرژی دریافتی از نمای متحرک در یک ساختمان اداری در تهران. مهندسی مکانیک تبدیل انرژی. ۱۴۰۱; ۹ (۱) : ۷۳-۸۷

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

ریچارد راجرز، که ساختمان‌ها مانند پرندگانی هستند که در زمستان پرهای خود را پوش داده و خود را با شرایط جدید محیط وفق می‌دهند و مطابق آن سوخت‌وسازشان را تنظیم می‌کنند[۲]، می‌توان طراحی و ساخت و ساز بناها را بر پایه اصول طراحی اقلیمی به سمت هوشمندسازی سوق داد تا هر ساختمان ضمن تطبیق اجزای خود با محیط بتواند آسایش محیطی را برای کاربران فراهم نماید.

بررسی‌ها پیرامون میزان مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری نشان می‌دهد در ایران، سیستم سرمایش و تهویه مطبوع با میزان ۳۴٪ بیشترین سهم و بخش روشنایی و سیستم گرمایشی و سرمایشی به ترتیب با ۲۵٪ و ۲۱٪ رتبه‌های بعدی میزان سهم انرژی مصرفی یک ساختمان اداری را به خود اختصاص داده‌اند (شکل شماره ۱). این میزان مصرف علیرغم تابش نور روز نسبتاً بالای ایران در ساعات کاری مشاهده می‌شود. در مقیاس جهانی نیز، حدود ۳۰ درصد مصرف انرژی الکتریکی کاربری‌های اداری صرف روشنایی فضاها می‌گردد[۳] و این در حالی است که شهر تهران به‌طور میانگین در طول سال معادل ۳۰۲۵ ساعت بهره از نور طبیعی دارد که درصد بالایی از مساحت ساختمان از آن محروم‌اند[۴]



شکل ۱- تراز مصرف انرژی الکتریکی در یک ساختمان اداری[۵]

تحقیقات شبیه‌سازی زیادی در زمینه‌ی بررسی رفتار نماها انجام پذیرفته است. تحلیل رفتار مصرف انرژی، خصوصاً در دفاتر اداری با سیستم تهویه مطبوع، به دلیل عوامل تأثیرگذار متعددی ازجمله اقلیم، خصوصیات فیزیکی ساختمان، سیستم تهویه مطبوع و مداخلات کاربران، بسیار پیچیده است. عملکرد انرژی ساختمان نیز وابسته به طراحی بافت ساختمان، الگوی بهره‌برداری از ساختمان، جداول زمانی بهره‌برداری از ساختمان و شرایط غالب اقلیمی است[۶]

مطالعات متعددی بر روی نماهای دوپوسته انجام‌شده است که مناسب بودن این ایده را از طریق شبیه‌سازی نمای دوپوسته بررسی می‌نماید. بخش عمده این مطالعات با موضوع آسایش حرارتی و صرفه‌جویی انرژی، عموماً در اقلیم‌های سرد اروپایی و شمال آمریکا انجام‌گرفته است. هوسگن (۲۰۰۸) ؛ با شبیه‌سازی نمای تک پوسته و دوپوسته با استفاده از نرم‌افزار ESP-r نشان می‌دهد که در طراحی نمای دوپوسته، می‌توان تا ۲۰ ٪ از هزینه انرژی گرمایش ساختمان را کاهش داد[۷]. سلکوویتز (۲۰۰۱) ؛ نیز در تحقیق خود به این نتیجه می‌رسد که سیستم‌های شیشه‌ای پیشرفته می‌توانند در ترکیب با ایده نمای دوپوسته ضمن محافظت از ساختمان در برابر اشعه مزاحم آفتاب، باعث بهبود کیفیت هوا، کاهش بار سرمایش و گرمایش و هزینه‌های بهره‌برداری از ساختمان گردد [۸]. هنسن و همکاران (۲۰۰۲)؛ نیز پس از بررسی عواملی چون دما و نوسانات جریان هوا به این نتیجه می‌رسند که با تحلیل مناسب این عوامل و ارائه راه‌حل‌های مناسب با توجه به شرایط خاص پروژه، می‌توان بار سرمایش و گرمایش ساختمان را کاهش داد [۹]. در مطالعه‌ی گراتیا و هرده (۱۳۹۴)؛ با عنوان اثر گلخانه‌ای در نماهای دوپوسته عواملی که اثر گلخانه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهند بررسی‌شده است. این عوامل سطح تابش خورشید، جهت‌گیری و استفاده از ابزار سایه‌انداز، نسبت پنجره به دیوار در نمای داخلی، سرعت باد، رنگ ابزار سایه‌انداز و نمای داخلی و بازشوها در نمای دوپوسته هستند که با توجه به اثر گلخانه‌ای که موجب ایجاد شرایط نامناسب در ساختمان می‌گردد، توجه به تهویه حفره میانی اهمیت بالایی خواهد داشت[۱۰].

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

در ایران نیز، هاشمی و همکاران (۱۳۹۰)؛ در مطالعه‌ای با عنوان «رفتار حرارتی نمای دوپوسته دارای تهویه در اقلیم گرم و خشک» به بررسی عملکرد ساختمان دیوان عدالت اداری در اقلیم گرم و خشک تهران می‌پردازند. این مطالعه نشان می‌دهد در طول روزهای گرم تابستان دمای داخل حفره از دمای خارج به‌مراتب گرم‌تر می‌شود که البته این مشکل را می‌توان با ایجاد تهویه شبانه تا حدودی رفع کرد[۱۱]. در سال ۱۳۹۲، نصراللهی و هادیان پور؛ در تحقیقات خود پیرامون مبحث پایداری انرژی در ساختمان‌ها، طراحی یک پوسته کارآمد در ساختمان را مؤثرترین راه در کاهش انرژی در فضاها معرفی می‌کنند [۱۲]. قنبران و حسین پور(۱۳۹۲)؛ نیز با پیشنهاد ایده استفاده از نماهای دوپوسته در فضاهای اداری به بررسی کارایی ایده خود می پردازند. آن ها با استفاده از روش شبیه سازی عملکرد انرژی یک ساختمان اداری را در اقلیم شهر تهران، در حالت استفاده از نمای تک پوسته و دوپوسته مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی های انها نشان داد که استفاده از نمای دوپوسته در مقایسه با نمای تک پوسته منجر به کاهش ۱۶ الی ۲۰٪ مصرف انرژی سیستم تهویه ساختمان می گردد [۱۳]. در تحقیق دیگری تراز و همکاران (۱۳۹۴)؛ با بهره‌گیری از روش تجربی و شبیه‌سازی نما میزان کارآمدی یک نمونه نمای متحرک را در شهر تهران موردبررسی قرار می‌دهند. نتیجه به‌دست‌آمده از این تحقیق مؤید این مطلب است که با استفاده از سیستم مدولار در نمای ساختمان، امکان کنترل هوشمند نور ورودی به داخل ساختمان بر اساس تغییر فصول امکان‌پذیر است و همچنین می‌توان در میزان بهره‌وری از انرژی مصرفی برای ساختمان صرفه‌جویی کرد[۱۴]. شکری هراتی (۱۳۹۵) در پایان‌نامه خود با بررسی مزایا و معایب انواع شیوه‌های حرکتی پانل‌های متحرک نما، به طراحی نمایی متحرک در راستای کنترل نور خورشید در یک ساختمان اداری می‌پردازد. در این راستا ضمن محاسبه زوایای مناسب پانل‌های متحرک نما برای شرایطی که میزان روشنایی استاندارد (۳۰۰ - ۷۰۰ لوکس) را تأمین کند و درعین‌حال موجب خیرگی چشم نگردد. مکانیسم مناسب حرکتی و کنترلی نمای متحرک را برای فضای موردنظر تعیین می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد که مفصل پنوماتیک گزینه مناسبی برای تحرک پانل‌ها بوده و به‌طوری‌که قابلیت نوری پانل‌ها در نرم‌افزار هانی بی برای ساعات اداری در طول یک ماه ۱۲۰ زاویه تعیین می‌گردد [۱۵]. فدایی اردستانی و همکاران (۱۳۹۷) با بهره‌گیری از معیارهای ارزیابی ایستا و پویا و تأکید بر دو هدف دریافت نور روز مناسب و عدم خیرگی شرایط نور روز و خیرگی فضاها و تأثیر طراحی سایبان‌های ثابت و متحرک بر شرایط آسایش بصری با استفاده از اندازه‌گیری میدانی و شبیه‌سازی در کلاس‌های درس دانشگاه شهید بهشتی می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد جهت‌گیری شمال شرقی برای کلاس‌ها و طراحی سایبان متحرک برای کلاس‌های جنوبی بهترین شرایط آسایش بصری را ایجاد می‌نماید و استفاده از سایبان ثابت به دلیل کاهش شدید نور ورودی نمی‌تواند موجب کاهش خیرگی گردد [۱۶].

با عنایت به این میزان مصرف انرژی در کاربری‌های اداری؛ نویسندگان تحقیق حاضر، با تأکید بر نقش پوسته ساختمان در تأمین آسایش حرارتی کاربران به بررسی عملکرد نور و انرژی یک ساختمان اداری در اقلیم تهران می‌پردازند. هدف آن‌ها از این تحقیق، تعیین مناسب‌ترین پوسته به‌منظور کاهش مصرف انرژی و تأمین شرایط مطلوب آسایش و راحتی در ساختمان‌های اداری است. برای دستیابی به این اهداف عملکرد نور و انرژی ساختمان موردمطالعه در چهار حالت فرضی نمای تک پوسته، نمای دوپوسته تمام شیشه و دارای سایبان و نمای متحرک در نرم‌افزارهای مربوطه شبیه‌سازی‌شده و موردبررسی قرار می‌گیرد.

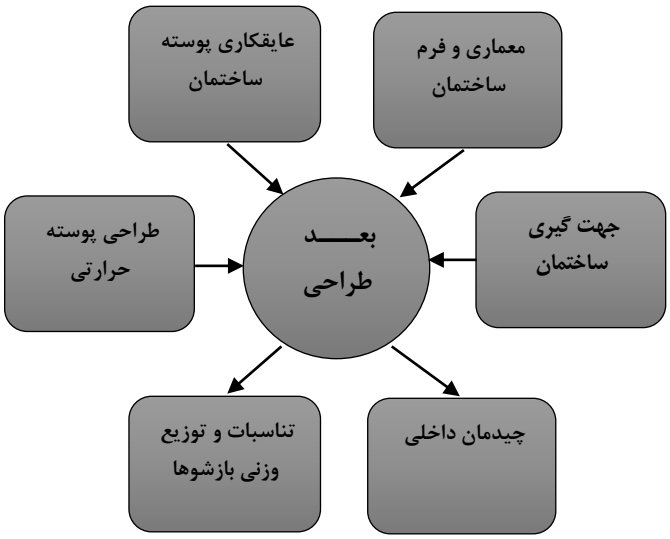
۲- مبانی نظری

با عنایت به اینکه سازگاری و هماهنگی ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی و همچنین صرفه‌جویی در مصرف انرژی در هر اقلیم از اهداف عمده طراحی اقلیمی است و تحقق بخشیدن به این اهداف نیازمند توجه به اصول طراحی اقلیمی است. شناسایی عوامل مؤثر در کاهش مصرف انرژی امری ضروری به نظر می‌رسد. چراکه حتی رفتارها و عادات روزانه کاربران ساختمان‌ها نیز می‌تواند بر مصرف انرژی ساختمان‌ها اثرگذار باشد. تنظیم دمای فضاهای داخلی، جلوگیری از افزایش و یا کاهش بی‌دلیل دمای فضاها تنظیم، روشن و خاموش کردن به‌موقع سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، استفاده از سیستم‌های حرارتی و برودتی تنها در زمان‌ها و فضاهای موردنیاز، باز و بسته کردن به‌موقع در و پنجره‌ها ، تنظیم صحیح پرده‌ها و سایبان‌های متحرک در زمان‌های مناسب، از عمده رفتارهای مؤثر در میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها می‌باشد [۱۷]، همان‌گونه

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

که در شکل شماره (۲) مشاهده می‌گردد؛ عمده عوامل مؤثر بر میزان مصرف انرژی ساختمان در بعد طراحی، عبارت‌اند از: معماری، فرم و جهت‌گیری ساختمان، طراحی و عایق‌کاری پوسته ساختمان، نسبت بازشوها به جداره و مشخصات و عملکرد پنجره‌ها و چیدمان داخلی فضاها.



شکل ۲- عوامل مؤثر در میزان مصرف انرژی در ساختمان از بعد طراحی

پوسته‌ها و نماهای ساختمانی به‌عنوان یکی از پارامترهای تعیین‌کننده در میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها با اتلاف انرژی در فصل سرما می‌توانند موجب افزایش مصرف انرژی در ساختمان شده و در فصل گرما محل مناسبی برای ورود انرژی تابشی خورشید و افزایش مصرف انرژی توسط سیستم سرمایشی باشند[۱۸]. علاوه بر این، پوسته‌ها به‌عنوان عناصر تأمین‌کننده نور طبیعی در ساختمان‌ها نقش بسزایی در تعیین میزان انرژی مصرفی سیستم روشنایی ایفا می‌کنند. ازآنجاکه پوسته ساختمان مرز فضای قابل‌کنترل داخل و فضای غیرقابل‌کنترل بیرون است و دقیقاً محلی است که بخش زیادی از اتلاف انرژی در این بخش اتفاق می‌افتد. بنابراین با کنترل میزان اتلاف و گذردهی انرژی پوسته خارجی نما می‌توان تا حد زیادی مصرف انرژی یک ساختمان را کاهش داد. انواع نماهای مورد بررسی در این تحقیق مطابق شکل شماره (۳) عبارتند از:

الف- نمای پایه : مدل پایه در این تحقیق، نمای تک پوسته با مصالح متداول طراحی است که برای جلوگیری از خطر سقوط قطعات شیشه جنس این نمای تک پوسته شیشه لمینیت ۶ +۴ در نظر گرفته شده است.

ب- نمای دوپوسته : نمای دو پوسته یک نمای انعطاف پذیری است که از دو جداره مختلف و یک حفره هوای میانی تشکیل شده است. جداره خارجی این نما، عمدتاً از جنس شیشه دارای جرم حرارتی بوده در حالی که جداره داخلی آن ممکن است از هر جنسی باشد. حفره میانی آن وظیفه تولید اثر گلخانه ای در زمستان و تهویه طبیعی ساختمان را در تابستان بر عهده دارد[۱۷]. این نوع نماها به‌عنوان یک سیستم غیرفعال خورشیدی عمل نموده و در سرمای زمستان بار گرمایشی ساختمان را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد و در گرمای تابستان با افزایش دمای حفره میانی بار سرمایشی ساختمان و انرژی مصرفی سرمایشی را افزایش می‌دهد. این نوع نماها به دو صورت؛ دارای سایبان و به‌صورت دیوارهای شیشه‌ای شفاف در نمای ساختمان‌ها به کار می‌روند[۱۹]. نوع اول این نماها بیشتر برای مناطقی با تابش زیاد آفتاب و تنها برای ایجاد سایه‌اندازی، کنترل و بهره‌گیری از نور روز استفاده می‌شود اما از نوع دوم برای ایجاد عایق حرارتی در زمستان‌ها و با افزودن سیستم سایه‌اندازی برای کنترل تابش خورشید در تابستان‌ها بهره‌گیری می‌شود.

ج- نمای متحرک : نماهای متحرک درواقع نوعی پوسته زنده هستند که قابلیت ابراز کردن، ارتباط و پاسخگویی متقابل را دارند به گونه ای که حتی در شرایط عدم حضور کاربر نیز با تطبیق هوشمندانه خود بیشترین کارایی را در ساختمان فراهم می نمایند. از این رو آنها را نماهای با کارایی بالا نیز می نامند که برای کنترل و بهبود چهار متغیر عمده زیست‌محیطی

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

در ساختمان به کار می‌رود: ۱) کنترل انرژی حرارتی خورشید؛ ۲) کنترل میزان نور خورشید؛ ۳) کنترل میزان تهویه، و۴) تولید انرژی [۲۰]. نماهای متحرکی که نور خورشید را کنترل می‌کند، بسیار شبیه به نماهایی هستند که حرارت خورشید را کنترل می‌کنند اما دارای چند سیستم دیگر مانند سیستم پیچیده عنبیه در انستیتوی عرب و یا پنجره‌های الکتروکرومیک هستند. سیستم‌هایی مانند کرکره‌ها و پیش‌آمدگی‌های متحرک علاوه بر کنترل میزان نور روز می‌توانند انرژی حرارتی را هم به‌خوبی کنترل کنند؛ اما برخلاف سیستم‌هایی که میزان حرارت خورشید را کنترل می‌کنند، محل قرارگیری آن‌ها در داخل یا خارج ساختمان کنترل تأثیر کمی بر میزان کنترل نور دارد. سیستم‌های کرکره‌ای با کنترل میزان نور بسیار تطبیق‌پذیر هستند و می‌توانند نور ورودی به داخل ساختمان را به‌خوبی کنترل کنند[۲۱]. سیستم‌های پیش‌آمده نیز دارای توانایی‌هایی بالای برای کنترل نور روز هستند اما میزان کنترل نور بسته به موقعیت ساختمان و شرایط زمانی، روزانه و سالیانه دارد.

الف- نمای تک پوسته ب- نمای دو پوسته تمام شیشه ج – نمای دو پوسته با سایبان د- نمای متحرک

شکل ۳- انواع نماهای موردمطالعه

۳- روش تحقیق

این تحقیق که با استفاده از شبیه‌سازی و مدل‌سازی کامپیوتری تهیه شده است یک مطالعه تطبیقی و تحلیلی است. جمع‌آوری اطلاعات اولیه ان اعم از اطلاعات آب و هوایی منطقه و مشخصات ساختمان اداری موردمطالعه با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی انجام پذیرفته است. اطلاعات آب و هوایی شهر تهران به‌صورت یک فایل اطلاعاتی با فرمت EPW حاوی سوابق آب و هوایی شهر تهران در سی سال گذشته است که به‌عنوان بانک اطلاعات آب و هوایی جهت استفاده در مدل‌سازی انرژی ساختمان مورداستفاده قرار می‌گیرد. مشخصات ساختمان اداری نیز از قبیل اطلاعات سایت و جهت‌گیری ساختمان، پلان معماری، ساختار نما و مشخصات مصالح ساختمان بر مبنای استانداردهای متداول طراحی گردآوری گردید و در خصوص مشخصات فیزیکی مصالح نیز اطلاعات بر اساس استانداردهای داخلی و خارجی و همچنین مشخصات ارائه‌شده توسط تولیدکنندگان جمع‌آوری شد. در مرحله بعد چهار مدل نمای تک پوسته، دوپوسته تمام شیشه‌ای، سایبان دار و نمای متحرک به‌عنوان نمونه‌های مطالعاتی تعیین و سپس در نرم‌افزار راینو و گرس هاپر مدل‌سازی شد. بررسی رفتار حرارتی پوسته‌های پیشنهادی، با استفاده از افزونه دیوا و eQUEST برای شبیه‌سازی ساختمان در شرایط اقلیمی شهر تهران انجام پذیرفت. ازآنجاکه تحلیل‌ها و خروجی‌های Diva به‌عنوان تابع هدف مسئله بهینه‌سازی تعریف گردیده‌اند، لینک کردن و برقراری ارتباط بین این تحلیل‌ها و الگوریتم مولد فرم پانل‌ها در گرس هاپر به کمک افزونه Honey Bee میسر گردید. متغیر مستقل این تحقیق گونه‌های مختلف نما و متغیر وابسته، میزان مصرف انرژی سالانه به‌منظور سرمایش و گرمایش در یک ساختمان اداری در اقلیم تهران می‌باشد. در پایان برای آگاهی از میزان تأثیرگذاری نماهای پیشنهادی آنالیزهای نور و انرژی حرارتی هرکدام با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

۳-۱- فرایند شبیه‌سازی

ساختمان موردمطالعه یک مجموعه اداری- خدماتی چهار طبقه مستقر در زعفرانیه تهران می‌باشد که طبقه همکف آن دارای کاربری خدماتی است. موقعیت قرارگیری و پلان معماری این ساختمان همراه با فضای موردمطالعه در شکل شماره (۴) ارائه‌شده است. این اتاق در ضلع جنوبی ساختمان قرارگرفته است. انتخاب این فضا به دلیل نزدیک بودن به ابعاد، اندازه استاندارد جهانی (استاندارد گرافیک جهانی معماری) قابلیت تعمیم به سایر فضاها را دارد و امکان مقایسه نتایج را با نمونه‌های مشابه در اختیار محققان و طراحان قرار می‌دهد.

شکل ۴- پلان و سایت پلان ساختمان موردمطالعه

برای تعیین مدل‌های پیشنهادی ابتدا نمای تک پوسته که در اکثریت نماها رواج دارد، به‌عنوان مدل پایه انتخاب شد. ازآنجاکه امروزه برپایی نماهای سرتاسر شیشه‌ای در ساختمان‌های اداری، بسیار متداول شده است، بهترین راهکار برای استفاده از نماهای تمام شیشه به‌کارگیری نماهای دوپوسته است. این نوع نما به عنوان راه حلی مناسب در طراحی ساختمان های اداری در طی ۲۰ سال گذشته مطرح گردیده است[۲۰] . نوع دیگری از نماهای دو پوسته، نماهای دارای سیستم سایبانی برای کنترل میزان نور دریافتی از خورشید است. این دو نوع سیستم نمای دوپوسته به‌عنوان مدل‌های دوم و سوم انتخاب شدند. آخرین‌مدل پیشنهادی بکارگیری نمای متحرک بود. این سیستم که یک سیستم دینامیک مدولار است می تواند بر روی نمای ساختمان نصب شده و ضمن کاهش مصرف انرژی شرایط آسایش را برای ساکنین فراهم نماید. جدول شماره (۱) شبیه‌سازی مدل‌های پیشنهادی را نشان می‌دهد.

۴- بررسی یافته‌ها

۴-۱- یافته‌های میدانی

با عنایت به انتخاب نمونه مطالعاتی در اقلیم شهر تهران، برای انجام تمام مراحل شبیه‌سازی از اطلاعات آب و هوایی ایستگاه سینوپتیک شمیرانات واقع در شمال تهران در ارتفاع ۱۴۱۵ متری از سطح دریا (TMY_2) استفاده‌شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد حداکثر دمای ثبت‌شده در تهران ۳۹/۴ درجه و حداقل آن ۷/۴- درجه سانتی‌گراد و میانگین ماهیانه حداکثر ۲۹ و حداقل ۰/۱ درجه می‌باشد. از دیگر عوامل اصلی تأثیرگذار در دریافت نور میزان ابری بودن و گرفتگی آسمان به‌صورت ماهیانه است که بررسی‌ها نشان می‌دهد آسمان تهران در طول سال ۶۷٪ صاف، ۲۴٪ نیمه‌ابری و ۹٪ ابری است.

شبیه سازی تحلیل ها بر روی یک فضای اداری با زیربنای ۲۲۰ متر که متشکل از ۵ فضای مجزای اداری است، انجام پذیرفته است. این فضا با ابعاد ۵ در ۳ متر و ارتفاع ۲/۸۰ متری دارای پنجره‌ای به ابعاد ۲۳۰×۱۶۰ می‌باشد که از کف اتاق ۱۰۰ سانتیمتر فاصله دارد. نورگیری فضا از سمت جنوب اتاق بوده و پنجره‌ها به‌صورت چهار قسمت در نظر گرفته‌شده که دو

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

قسمت کناری ثابت و دو قسمت میانی متحرک می‌باشند. شیشه پنجره به‌صورت شفاف، تک جداره و با انتقال‌پذیری ۶۰ درصدی نور مرئی تعریف‌شده است. جنس جداره‌های داخلی و سقف، با گچ به رنگ سفید و کف فضا نیز با مصالح سرامیک به رنگ خاکستری، شبیه‌سازی‌شده است.

۴-۲- یافته‌های تحلیلی

اولین مرحله تحلیل حرارتی، تعیین مصرف انرژی سالیانه ساختمان شامل میزان بار سرمایشی، روشنایی الکتریکی و بار گرمایشی در نماهای موردمطالعه بود. اگرچه پیش‌بینی عملکرد انرژی در نماهای دوپوسته، موضوع پیچیده‌ای است. فرآیند حرارتی و روند جریان هوا به هندسه، خواص حرارتی، فیزیکی و اجزای مختلف نما بستگی دارد[۲۲]. بااین‌حال محاسبه میزان انرژی مصرفی موردنیاز برای سرمایش و گرمایش می‌تواند تا حدی عملکرد انرژی آن را مشخص سازد. فرایند تحلیل حرارتی با انجام محاسبات بر روی نمای تک پوسته آغاز شد. در مرحله بعد تمامی آنالیزها به‌جای نمای تک پوسته، برای نمای دوپوسته؛ یک‌بار برای نمای دو پوسته از نوع تمام شیشه‌ای و بار دیگر در حضور سایبان تکرار شد تا اثر هم‌زمان نمای دوپوسته و سایبان در کاهش مصرف انرژی سالیانه و میزان بهره‌وری انرژی ساختمان اداری موردنظر ارزیابی گردد. درنهایت با انجام محاسبات بر روی نمای متحرک تحلیل حرارتی نماهای موردمطالعه پایان پذیرفت. در این تحقیق انرژی مصرفی برای نماهای موردمطالعه به‌صورت ماهانه جمع‌آوری و سپس میزان پاسخ حرارتی آن‌ها از طریق یک فرایند شبیه‌سازی مکرر با استفاده از مدل‌سازی انرژی eQuest محاسبه گردید. به دلیل حجم بالای عملیات شبیه‌سازی، از ارائه آنالیزهای تفکیکی انجام‌شده برای انرژی الکتریکی (خنک‌کننده) و گاز (گرمایش) ساختمان در فرایند تحلیل حرارتی خودداری شده و تنها به ارائه نمودار سالیانه مصرف انرژی اکتفا می‌شود. جدول شماره (۱) نتایج شبیه‌سازی انرژی‌های مصرفی ساختمان اداری مذکور را در نماهای موردمطالعه به‌صورت سالیانه نشان می‌دهد. مطابق این جدول، در مورد میزان مصرفی سالیانه انرژی ها شامل سرمایش، الکتریکی روشنایی و گرمایش، عملکرد نماهای دوپوسته بهتر از تک پوسته و نماهای با سایبان متحرک بهتر از سایبان ثابت است. نمای متحرک با کاهش تقریبی ۴۳۴۵۸۵ (Kwh) مصرف انرژی سالیانه (معادل ۳۱/۳٪) نسبت به نمای تک پوسته بهترین میزان بهره‌وری را داشته است.

جدول ۱- نتایج شبیه‌سازی انرژی‌های مصرفی برای ساختمان اداری در نماهای موردمطالعه

مدل پیشنهادی – انرژی مصرفی	بار سرمایشی سالیانه(Kwh)	بار الکتریکی روشنایی سالیانه (Kwh)	بار گرمایشی سالیانه(Kwh)	مصرف انرژی سالیانه(Kwh)
نمای تک پوسته	۱۲۸۰۴۰	۲۷۱۳۳۴	۹۸۹۴۱۰	۱۳۸۸۷۸۴
نمای دوپوسته تمام شیشه‌ای	۹۲۰۰۲	۱۹۴۹۵۲	۷۰۹۸۱۰	۹۹۶۷۶۴
نمای دوپوسته با سایبان	۸۶۱۸۰	۱۸۲۶۱۵	۶۸۹۸۱۰	۹۵۸۶۰۵
نمای متحرک	۸۵۴۶۰	۱۸۱۰۸۹	۶۸۷۶۵۰	۹۵۴۱۹۹

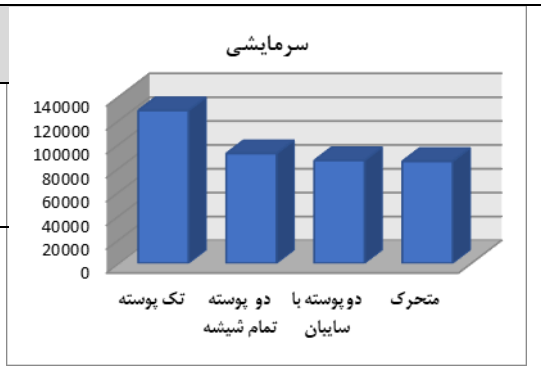
مقادیر به دست آمده از جدول فوق به‌منظور مقایسه تطبیقی در قالب یک نمودار سالیانه تهیه شد. برای جلوگیری از درصد خطای بالا در اندازه‌گیری میزان انرژی مصرفی، تحلیل‌ها به‌صورت ساعتی انجام گرفت. تغییرات انرژی‌های مصرفی ساختمان در نماهای موردمطالعه در جدول شماره (۲) مشاهده می‌گردد.

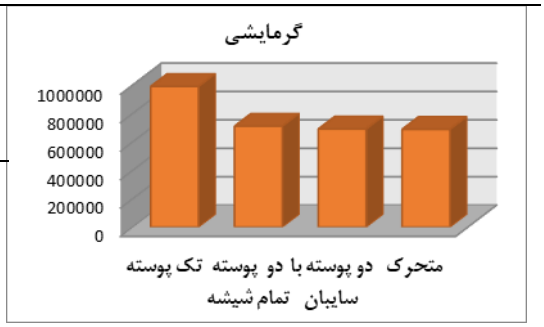
[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

جدول ۲- نمودار مقایسه‌ای میزان انرژی مصرفی (گرمایشی و سرمایشی) و تغییرات آن بین مدل‌های موردمطالعه

مدل/مقادیر	تک پوسته	دوپوسته تمام شیشه	دوپوسته با سایبان	پوسته متحرک
درصد کاهش انرژی مصرفی سرمایشی	X	۲۸/۱	۳۲/۷	۳۳/۳
کاهش انرژی مصرفی سرمایشی (Kwh)	X	۳۶۰۳۸	۴۱۸۶۰	۴۲۵۸۰
درصد کاهش انرژی مصرفی سرمایشی	X	۲۸/۳	۳۰/۳	۳۳/۳
کاهش انرژی مصرفی گرمایشی (KBTU)	X	۲۸۰۳۰۵	۲۹۹۶۰۰	۳۰۱۷۶۰





نتایج حاصله نشان می دهد استفاده از نمای دو پوسته به جای نمای تک پوسته می تواند انرژی مصرفی سرمایشی و گرمایشی را تا حدود ۲۸ ٪ کاهش دهد. چنانچه نمای دو پوسته از نوع با سایبان باشد این مقدار کاهش در گرمایشی به ۳۲/۷ ٪ و در سرمایشی ۳۰/۳ ٪ خواهد رسید. نمای متحرک نیز با توانایی کاهش ۳۳/۳٪ میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی بیشترین کاهش را به دنبال خواهد داشت. نتایج این تحلیل نشانگر عملکرد مناسب و بهینه نمای متحرک در کاهش میزان انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی است.

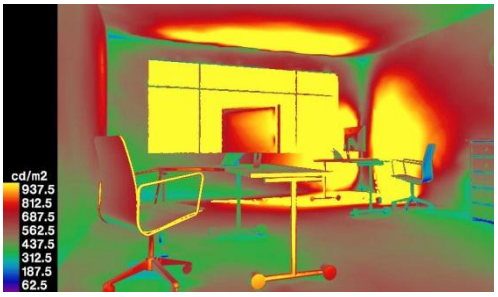
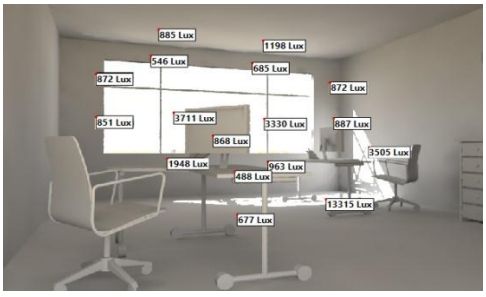
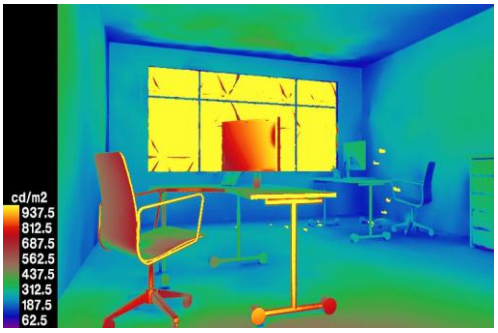
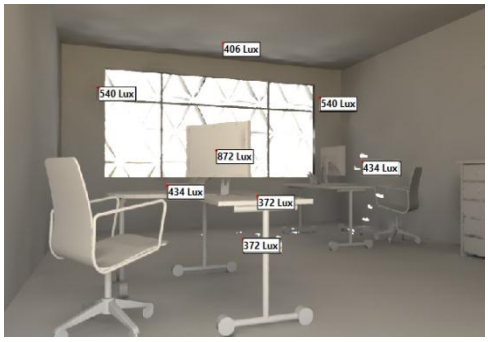
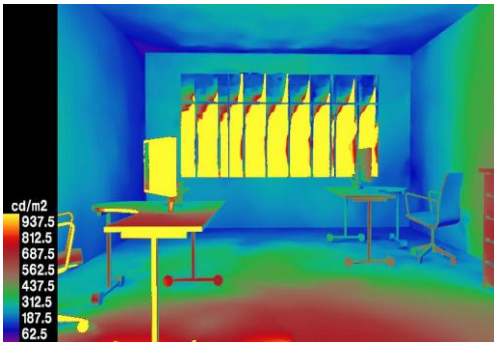
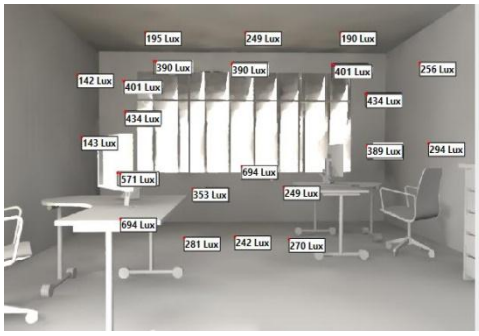
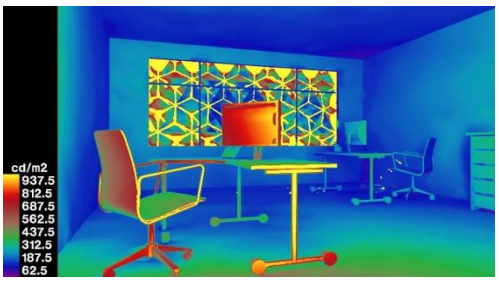
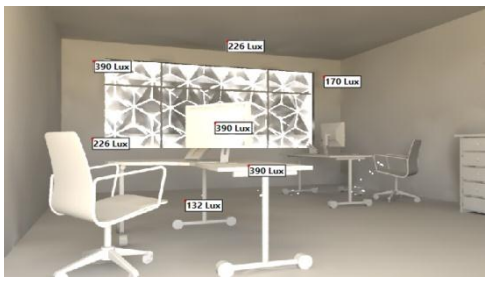
به‌منظور بررسی عملکرد حرارتی فضاهای داخلی، یکی از اتاق‌های اداری تعیین و ابعاد دقیق اتاق، بازشوی سطح خارجی، بازشوی داخل فضا و همچنین مصالح جداره‌ها برداشت شد. شبیه‌سازی حجم کلی اتاق موردنظر به انضمام جزئیات موجود آن توسط افزونه Diva که مربوط به اندازه‌گیری استاندارد نوری است، انجام پذیرفت. پس از انجام تنظیمات و واردکردن داده های مورد نیاز، نتایج شبیه سازی میزان ورود نور و خیرگی در فضا در حالت به‌کارگیری هریک از مدل‌های موردمطالعه در جدول شماره (۳) ارائه گردید. همان‌طور که در جدول مذکور مشاهده می‌گردد، در آنالیز نمونه اول یعنی نمای تک پوسته رنگ غالب محدوده زرد- نارنجی می باشد که نشانگر میزان خیرگی بالا و ورود نور غیراستاندارد به فضاست.

هرچه میزان رنگ زرد نارنجی کمتر شده و به سمت رنگ سبز- آبی گرایش پیدا می کند در واقع میزان خیرگی نور کاسته شده و به مطلوبیت نور وروشنایی فضا افزوده می شود. بنابراین در در مرحله بعد که این محدوده به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته و رنگ سبز- آبی جایگزین آن شده است به معنی کاهش خیرگی نور در حالت بکارگیری نمای دوپوسته است. استفاده از سایبان در نمونه سوم نیز، با تغییر رنگ از محدوده زرد- نارنجی به محدوده سبز- آبی همراه بوده است که این امر نشان‌دهنده کاهش میزان خیرگی در حالت استفاده از سایبان است. درنهایت در حالت استفاده از نمای متحرک به دلیل قابلیت

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

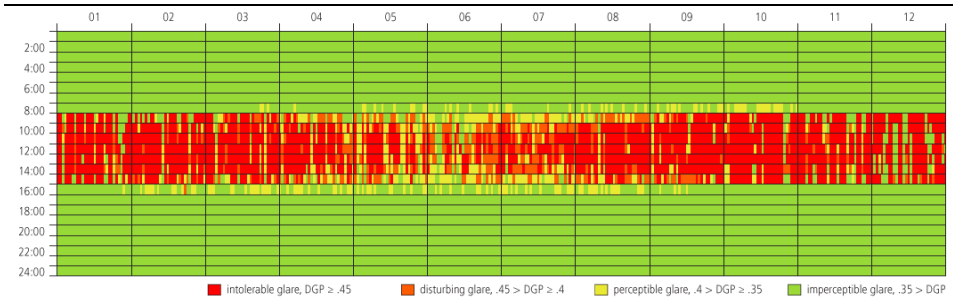
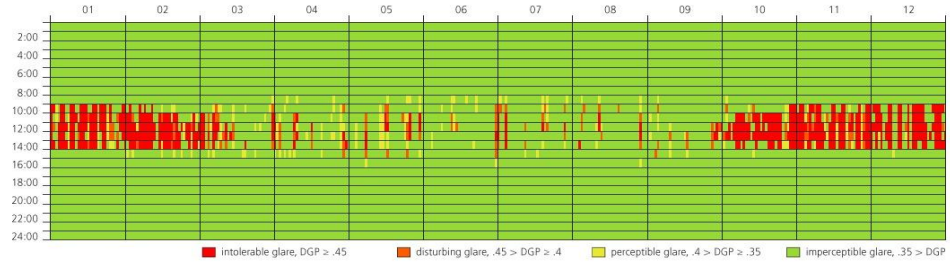
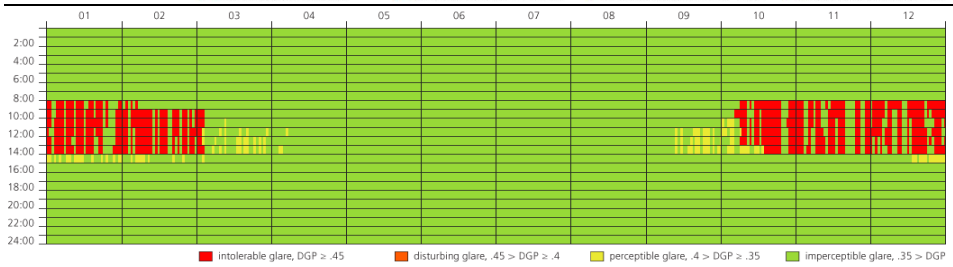
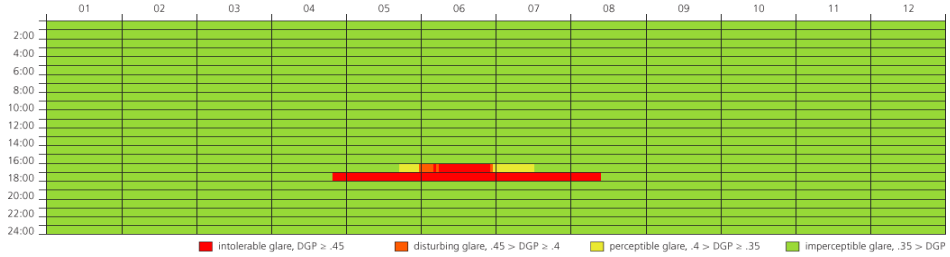
نما در کنترل نور دریافتی، خیرگی در فضا به حداقل رسیده و روشنایی مطلوب برای فضا فراهم می گردد که رنگ غالب سبز-آبی در فضای شبیه سازی شده موید همین مطلب است.

جدول ۳- مقایسه آنالیز نور روز در حالت به‌کارگیری مدل‌های موردمطالعه

مدل پیشنهادی	Falsecolor	مدل شبیه‌سازی
نمای تک پوسته		
نمای دوپوسته تمام شیشه		
نمای دوپوسته با سایبان		
نمای متحرک		

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

جدول ۴- مقایسه آنالیز خیرگی در حالت به‌کارگیری مدل‌های پیشنهادی

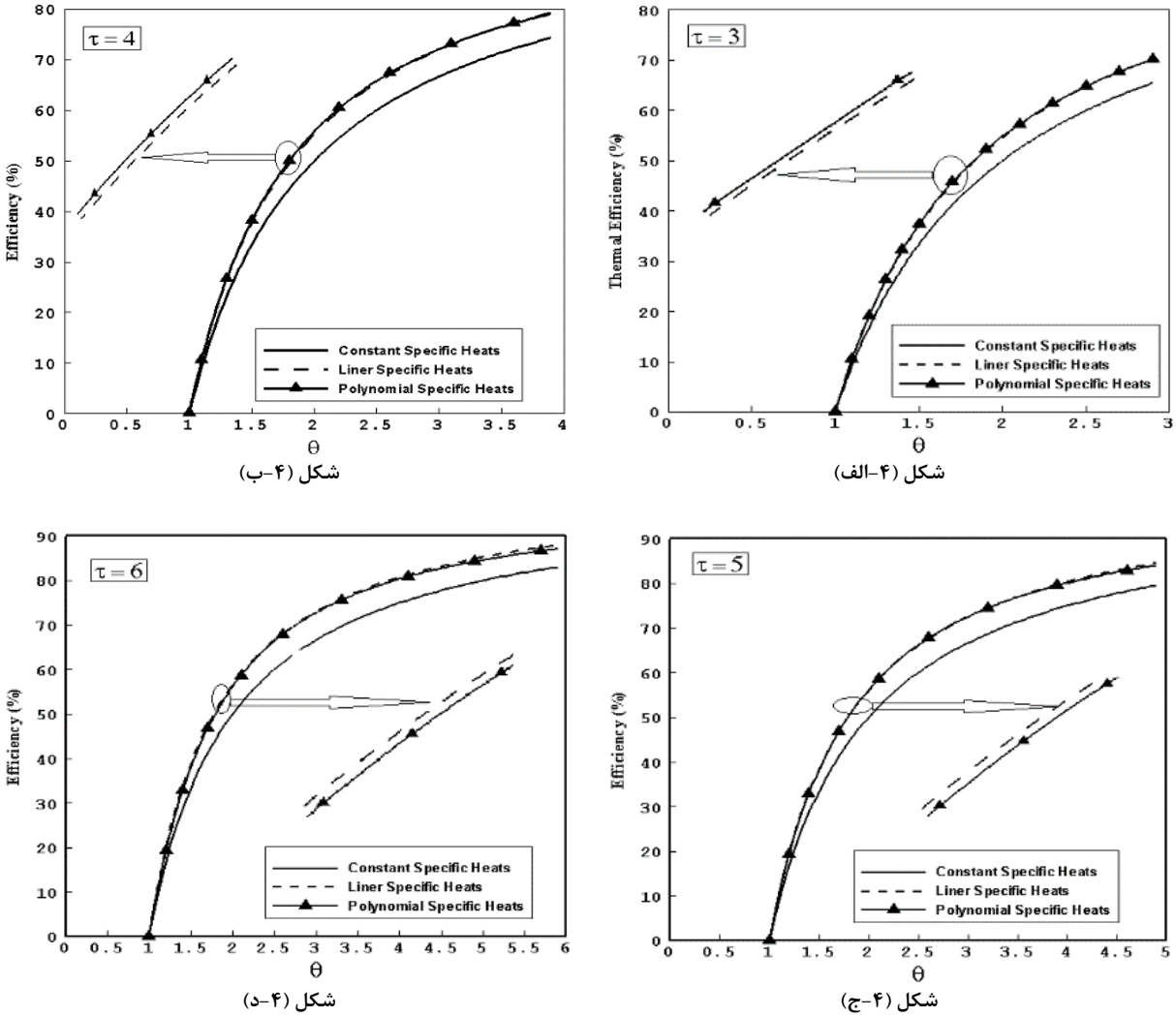
مدل پیشنهادی	داده‌های افزونه **Diva** برای آنالیز خیرگی
نمای تک پوسته	
نمای دوپوسته تمام شیشه	
نمای دوپوسته با سایبان	
نمای متحرک	

در ادامه روند تحقیق، میزان خیرگی نور روز به‌صورت ماهانه در چهار مدل مطالعاتی (نمای تک پوسته، نمای دوپوسته تمام شیشه و با سایبان و نمای متحرک)؛ موردبررسی قرار گرفت و نتایج کار در قالب نمودارهایی بر اساس پارامتر DGP ارائه شد، بازه DGP بین ۰/۳۵ الی ۰/۴۵ در نوسان است که به میزان خیرگی در فضای موردنظر اشاره دارد. در این محاسبات چنانچه مقادیر DGP پایین‌تر از ۰/۳۵ باشد، احتمال خیرگی نور روز نامحسوس خواهد بود. اگر این مقدار بین ۰/۳۵ تا ۰/۴۰ باشد، وضعیت روشنایی قابل‌درک بوده و میزان خیرگی در آن قابل‌تحمل است. میزان DGP در مقادیر بین ۰/۴۰ تا ۰/۴۵ نامطلوب بوده و هر فضایی که شامل این میزان DGP باشد، در محدوده نور مزاحم قرار دارد و درنهایت هرچقدر میزان DGP بیشتر از عدد ۰/۴۵ باشد، خیرگی برای کاربران غیرقابل‌تحمل خواهد بود. همان‌طور که در جدول شماره (۴) مشاهده می‌گردد، در محدوده ساعات کاری ۸-۱۶ در تمامی ماه‌های سال میزان احتمال خیرگی نور روز در حالت اول (نمای تک پوسته)، بین بازه ۰/۳۵ الی ۰/۴۵ قرار دارد. این مقادیر در اوایل تیرماه تا اواسط آبان به بازه ۰/۳۵ الی ۰/۴۰ محدود می‌گردد. در حالت دوم؛ در ساعات کاری ۹-۱۵ فصل بهار و زمستان میزان احتمال خیرگی نور روز بیشتر از ۰/۴۵ است که این مقدار از اواسط خرداد تا اویل دی‌ماه در محدوده ۰/۳۵ الی ۰/۴۰ قرار می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر در حالت استفاده از نمای دوپوسته

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

خیرگی تا حد زیادی نسبت به حالت نمای تک پوسته کاهش می‌یابد. در حالت سوم، یعنی استفاده از سایبان در سیستم نمای دوپوسته میزان خیرگی در ساعات ۸-۱۴ ماه‌های فروردین و اردیبهشت بین بازه ۰/۳۵ الی ۰/۴۵ قرار دارد. این مقادیر از آغاز خردادماه تا پایان آذرماه به بازه پایین‌تر از ۰/۳۵ تغییریافته و رفته‌رفته به سمت انتهای سال یعنی از اواسط دی‌ماه تا پایان اسفندماه مجدداً در محدوده ۰/۳۵ الی ۰/۴۵ قرار می‌گیرد. در حالت چهارم؛ یعنی سیستم نمای متحرک محاسبات در حالتی انجام گرفت که پانل‌های نما به‌صورت بسته بود. محاسبات نشان می‌دهد میزان خیرگی نور روز در این حالت به میزان قابل‌توجهی در تمامی ماه‌های سال و ساعت‌های کاری کاهش پیدا می‌کند؛ به‌طوری‌که تنها در ساعات کاری ۱۷-۱۸ فصل تابستان احتمال خیرگی در فضا وجود دارد. این میزان که در بازه ۰/۳۵ الی ۰/۴۵ قرار دارد از اواخر تیرماه شروع‌شده و تا اواسط آبان ادامه دارد. در مابقی ساعات روز در ماه‌های سال خیرگی در حالت نامحسوس بوده و آسایش بصری و روشنایی فضا در محدوده بسیار مطلوب قرار دارد.



شکل (۴-ب) شکل (۴-الف)

شکل (۴-د) شکل (۴-ج)

شکل ۴- منحنی تغییرات راندمان حرارتی سیکل برحسب θ

در جدول شماره ۱، حافظه کامپیوتری و زمان محاسباتی مورد نیاز جهت تحلیل ترمودینامیکی سیکل مورد نظر در سه حالت مختلف با یکدیگر مقایسه شده که حالت اول با ضرایب گرمائی ویژه ثابت کمترین زمان محاسباتی و حافظه

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

کامپیوتری را به خود تخصیص داده و حالت سوم با ضرایب گرمائی چند جمله‌ای، نیازمند بیشترین زمان محاسباتی و حافظه‌ی کامپیوتری می‌باشد.

جدول ۱- زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری مورد نیاز

نوع ضریب گرمائی	زمان محاسباتی *(Min)*	حافظه کامپیوتری *(MB)*
مقدار ثابت	۱۰	۱۶
تابع خطی دما	۱۷	۲۲
تابع چند جمله ای دما	۲۱	۳۵

۵- نتیجه گیری

در شرایط اقلیمی گرم و خشک، حفظ ساختمان از دریافت نور و انرژی گرمایی خورشید ، از اقدامات اولیه در جهت ایجاد آسایش حرارتی ساکنان و کاربران محسوب می شود. تحقیق حاضر گویای این مطلب است که قبل از ورود به مرحله ساخت وساز و نیز می‌توان با استفاده از مدل‌سازی انرژی ساختمان، طرح هایی ارائه داد که با کنترل میزان نور و انرژی دریافتی از خورشید ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان آسایش حرارتی کاربران را نیز تامین کند. ساختمان هایی که تحت تأثیر طراحی معماری خود و استفاده از هوشمندسازی نیاز کمتری به انرژی‌های مصرفی در سیستم سرمایش، گرمایش و روشنایی داشته باشد و میزان کل مصرف انرژی سالانه آن به حداقل ممکن کاهش یابد. تاکید اصلی این تحقیق بر روی عنصر نما به عنوان یکی از عوامل مهم در تعیین میزان مصرف انرژی بود. برای محسوس‌تر بودن موضوع، عملکرد نمای یک ساختمان اداری برای چهار پوسته پیشنهادی ازلحاظ میزان مصرف انرژی ماهانه و سالانه در شرایط اقلیمی تهران شبیه‌سازی شد. مقایسه مقادیر به دست آمده از تحلیل‌ها نشان داد که استفاده از نمای متحرک از مزیت چشمگیری نسبت به نماهای معمولی و نیز نماهای دوپوسته متداول برخوردار است. نمای متحرک که باهدف افزایش جذب انرژی خورشیدی در فصل زمستان و کاهش جذب آن در تابستان به‌کاربرده می‌شود با قابلیت تنظیم اجزای تشکیل دهنده خود مانند جهت چرخش، میزان باز و بسته شدن میزان نورو حرارت وارده به داخل ساختمان را کنترل می کند. نتایج محاسبات و بررسی های انجام شده موید یافته های مطالعات پیشین بوده و حاکی از کاهش ۳۳ درصدی میزان مصرف انرژی ساختمان در حالت بکارگیری نمای متحرک است. همچنین یافته های تحقیق نشان می دهد با بهره گیری از نمای متحرک می‌توان میزان خیرگی نور را تا ۸۰ درصد کاهش داد. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان چنین بیان کرد که بهره‌گیری از طراحی هوشمند و ترکیب آن با طراحی اقلیمی می‌تواند راهکاری مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در اقلیم‌های متفاوت باشد. با استفاده از طراحی و تکنولوژی هوشمند سازی در ساختمان می‌توان بخشی از نما را به‌عنوان سایبان متحرک در نظر گرفت که با توجه به شرایط محیطی اقلیم موردنظر میزان نور و انرژی دریافتی از خورشید را کنترل نموده و با کاهش هدر رفت نور و انرژی و کنترل خیرگی آسایش محیطی کاربران را فراهم می‌نماید.

مراجع

[۱] راز جویان، محمود (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

[2] R. Rogers, Action for Sustainability, A (Japanese Architecture), (2005), 60,129.

[3] W. M. C. Lam, Perception and Lighting as Formgiver for Architecture, (Van Nostrand Reinhold, New York). (1992).

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

[۴] حیدری، شاهین و جهانی نوق، مجید (۱۳۹۳). سازگاری حرارتی درمعماری نخستین قدم درصرفه جویی مصرف انرژی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

[۵] گزارش سازمان بهره وری انرژی، (۱۳۹۵). عملکرد بخش برق و انرژی، وزارت نیرو. https://isn.moe.gov.ir

[6] W., Ding, H., Yuji, Y. Tokiyoshi, Natural ventilation performance of a double skin façade with a solar chimney. Energy and buildings. (2005), 37,411-418.

[7] R., Hoseggen, , B.J., Wachenfeldt, S.O. Hanssen. Building simulation as an assisting tool in decision making. Case study: With or without a double skin façade, Energy and buildings. (2008), 40,821-827.

[8] S. E. Selkowitz, Integrating Advanced Facades into High Performance Buildings. In: 7th International Glass Processing Days. Tampere, Finland, June 18-21. (2001).

[9] J. Hensen, M., Bartak, F. Drkal. Modeling and Simulation of a Double-Skin Façade System. ASHRAE Transactions . (2002). 108.

[10] E., Gratia, A. Deherde, Natural ventilation in a double skin façade, Energy and buildings. (2004), 36,137-146.

[11] Hashemi N, Fayaz R, Sarshar M. Thermal behaviour of a ventilated double skin facade in hot arid climate. Energy Build. (2010). 42(10):1823-32.

[۱۲] نصراللهی، فرشاد، هادیان پور ، محمد (۱۳۹۲). بررسی عملکرد حرارتی پوسته های دوجداره ساختمان جهت کاهش گرمایش بیش از حد این پوسته ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی ، دانشگاه ایلام.

[۱۳] قنبران، عبدالحمید؛ حسین پور، امین (۱۳۹۲). بررسی رفتار حرارتی نماهای دوپوسته در اقلیم شهر تهران، نشریه معماری و شهرسازی پایدار ،۱(۲)، ۴۳-۵۳.

[۱۴] تراز، معصومه؛ تقی زا، کتایون؛ عزیزی قهرودی، مهرداد (۱۳۹۴). تحلیلِ انرژی و میزان کارآمدی یک نمونه نمای متحرک در شهر تهران، نشریه علمی- پژوهشی نقش‌جهان، ۲(۵)، ۵۵-۶۴.

[۱۵] شکری هراتی، آزاده .(۱۳۹۴). طراحی نمای متحرک درراستای کنترل نور خورشید در ساختمان اداری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: ماریا کردجمشیدی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه مازندران - دانشکده هنر و معماری.

[۱۶] فدایی اردستانی، محمدعلی؛ ناصری مبارکی، حیدر؛ آیت الهی، محمدرضا؛ زمردیان، زهرالسادات. (۱۳۹۷)، ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس‌های درس با استفاده از شاخص‌های پویا مطالعه دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، نشریه علمی- پژوهشی صفه، ۲۸(۸۳)،۴۰-۲۵.

[۱۷] رستم زاد، سحر؛ فیضی، محسن؛ صنایعیان، هانیه؛ خاک زند، مهدی. (۱۴۰۰). طراحی پارامتریک نمای متحرک باهدف ارتقاء بهره‌وری روشنایی و آسایش بصری (بررسی موردی: ساختمان‌های اداری تهران)، نامه معماری و شهرسازی، ۱۳(۳۱)، ۱۰۰-۸۵.

[۱۸] محمدی، فیروزه؛ مفیدی شمیرانی، سید مجید؛ طاهباز، منصوره. (۱۳۹۹). بررسی و تحلیل کارایی شاخص‌های پویای ارزیابی عملکرد نور روز (کفایت نور روز و روشنایی مفید نور روز) از طریق تحلیل حساسیت (مورد مطالعاتی: کلاس درس ابتدایی در تهران). نشریه علمی- پژوهشی معماری و شهرسازی آرمان‌شهر. ۱۳(۳۱)، ۱۴۵-۱۵۶.

[19] F. Nasrollahi, Energy Efficient Architecture for Tehran, IFHPWorld Congress 2009, Berlin, Germany. (2009).

[20] H. Poirazis, Double Skin Façades for Office Buildings. Report No EBD-R-04/3Lund University .(2004).

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

[21] R. ,Hansanuwat, Kinetic facades as environmental control systems: Using kinetic facades to increase energy efficiency and building performance in office buildings. Thesis Master of building Science, University of southern California. (2010).

[۲۲] رسولی، مسعود؛ شهبازی، یاسر؛ متینی، محمدرضا (۱۳۹۸). عملکرد سایه‌اندازهای کرکره‌ای افقی و قائم متحرک در نمای دوپوسته ساختمانهای اداری؛ ارزیابی و شبیه‌سازی پارامتریک، نشریه نقش‌جهان،۲(۹)، ۱۳۵-۱۴۴.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]

چکیده انگلیسی

Analysis of light and energy received from a Kinetic facade in an office building in Tehran

Ashkan Khatibi *, Pari Alavi

Department of Architecture, Islamic Azad University Zanjan branch, Zanjan, Iran.

Received: March 2022 Accepted: June 2022

Abstract

Climatic design and providing thermal comfort is one of the most important items in the design and architecture of buildings. The present study emphasizes the role of the building shell in controlling the amount of light and energy received from the sun. Also, reducing the energy consumption of the building examines the thermal and lighting performance of an office building in the climate of Tehran. The purpose of this study is the proper use of sunlight and the use of natural light in office buildings in order to improve the quantitative and qualitative efficiency of daylight in the design phase. To achieve this goal, the amount of light and energy received from four models of single-shell facade, two-shell all-glass facade, two-shell with canopy and Kinetic facade has been calculated and the obtained values have been compared comparatively with each other in order to determine the most suitable view in order to optimize energy consumption. The method used in this research is quantitative with the use of simulation and modeling. The software used for shell modeling is Rhino software and Grace Hopper plugin and for climate analysis, Diva plugin and eQUEST. The operation was carried out on the shell of the southern front of the study building. Findings from studies and simulations show that the condition of the building in the case of using a single-shell facade is unfavorable in terms of thermal comfort and glare of light. While the building with a moving facade has better light performance and energy than other shells. So that the kinetic facade with the ability to reduce the amount of cooling and heating energy consumption by 33.3% compared to the single-shell facade has the most savings. The results of light glare in the studied shells also confirm the better performance of the kinetic shell than other shells. Therefore, in a general conclusion, it can be stated that: Utilizing intelligent design and combining it with climate design can be a good way to optimize energy consumption in different climates.

Key words: Energy consumption, Hot and dry climate, kinetic facade, Office building, Two-shell façade

*corresponding author: Ashkan.Khatibi@iauz.ac.ir

Cite this article as: Ashkan.Khatibi, Pari Alavi. Analysis of light and energy received from a Kinetic facade in an office building in Tehran. Journal of Energy Conversion, 2022, 9(1), 73-87.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1401.9.1.3.4]