فصلنامه علمی – ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۲۵-۵

بررسی عددی و تجربی برافروختگی نماهای شیشه‌ای در ساختمان‌های اداری در اقلیم گرم و خشک

[۱]فرشاد غیبی، [۲]روح الله موسوی*، [۳]حمید اسکندری

تاریخ دریافت:
۱۳۹۵/۸/۱

تاریخ پذیرش:
۹۶/۱۱/۱۵

کلمات کلیدی:
آسایش حرارتی،
اقلیم،
ساختمان‌های اداری،
نمای شیشه‌ای،
تهویه طبیعی،
نمای دوپوسته

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی وضعیت آسایش حرارتی یک ساختمان اداری، با نمای تمام شیشه‌ای، در اقلیم گرم و خشک، در قسمت جنوب و جمع بندی معایب ساختمان در برابر اتلاف حرارت و در نهایت ارائه یک طرح ایده‌آل با راهکار مناسب می‌باشد. برای رسیدن به هدف ابتدا عوامل موثر بر اتلاف انرژی ساختمان مذکور مورد بررسی و بعد از آن تست درجه حرارت به صورت برداشت تجربی به وسیله دماسنج انجام گرفت و سپس به وسیله شبیه‌سازی با نرم‌افزار انرژی‌پلاس به تحلیل و بررسی وضعیت انرژی در ساختمان پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهند که عامل اصلی اتلاف حرارت ساختمان، جبهه جنوبی ساختمان که دارای نمای شیشه‌ای در برابر تابش مستقیم آفتاب می‌باشد است. لذا پس از بررسی، مطالعات و شبیه‌سازی انجام شده، نتایج نشان داد که پوسته‌ی نمای ساختمان‌های از این دست به داشتن مشکلاتی چند از قبیل آسایش حرارتی، تهویه طبیعی و خیرگی شناخته می‌شوند. به خصوص در ساختمان‌هایی با پوسته‌ی براق که در نواحی گرم و خشک قرار دارند. بنابراین پس از بررسی راه‌حل‌های مختلف، چرخش ۱۸۰ درجه‌ای ساختمان مد نظر قرار گرفت به طوری که نمای شیشه‌ای سمت جنوب که دارای وضعیت نامطلوبیست به سمت شمال که فاقد تابش خورشید است، انتقال داده شود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در اقلیم گرم جهت جلوگیری از برافروختگی ساختمان نباید در جبهه جنوب از نمای شفاف با درصد بالا استفاده گردد. در نتیجه بار دیگر شبیه‌سازی ساختمان مذکور بعد از چرخش ۱۸۰ درجه انجام گردید که نتایج شبیه‌سازی ساختمان بعد از چرخش نشان داد که اتلاف حرارت در جبهه جنوبی ساختمان که عامل اصلی اتلاف حرارت بود به حد معمول رسیده است.

۱. کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد یاسوج farshadgheybi@yahoo.com
۲. استادیار، دانشگاه یاسوج (نویسنده مسئول) moosavi@yu.ac.ir
۳. مربی، دانشگاه یاسوج eskandari@yu.ac.ir

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۱. مقدمه

نماهای تماما شیشه‌ای از دوران معماری مدرن در بناها به کار گرفته شدند. شفافیت عمده ترین دلیل استفاده از نمای شیشه‌ای می‌باشد [۱]. استفاده از نماهای شیشه‌ای به دلیل شفافیت و ارتباط بصری که با بیرون دارد همواره مورد توجه بوده است [۲]. هدف از اجرای نماهای تماما شیشه، کاهش بار مرده ساختمان، سرعت بخشیدن به اجرا، تامین دید یکپارچه از مناظر بیرون برای ساکنان داخل، ایجاد حس ادغام محیط خارج و داخل، سبکی و ظرافت در ساختمان از دید یک ناظر شهری و نمایش زندگی درون ساختمان از بیرون، به دنبال روشن و خاموش شدن چراغ‌های داخلی در طول شبانه روز بود. اما نماهای تماما شیشه به علت ضخامت کم و مقاومت هدایت حرارتی اندک مشکلات هدایت حرارتی فراوانی را برای ساکنان به وجود می‌آورند [۳و۴]. نماهای شیشه‌ای عامل ایجاد پدیده گلخانه‌ای است که باعث افزایش بسیار زیاد حرارت در ساختمان‌های اداری می‌شود. همین امر موجب افزایش مصرف انرژی جهت دستیابی به دمای آسایش شده است. در نتیجه هزینه ساختمان بالا می‌رود که آلودگی محیط زیست را نیز در پی دارد [۵]. در صورتی که در این قبیل از نماها به اقلیم محل احداث پروژه و جهت‌یابی ساختمان با توجه به اقلیم و همچنین ایجاد سایه‌بان مناسب توجه نشده باشد، در اثر تابش آفتاب به درون طی اوقات گرم و معتدل سال، دمای داخل از حد آسایش خارج می‌شود و بر بار برودتی ساختمان افزوده می‌گردد. لذا جهت جایگزین نمودن انرژی اتلاف شده تا رسیدن به حد آسایش ناچار به استفاده هرچه بیشتر از انرژی و سوخت‌های فسیلی هستیم. درنتیجه باعث مشکلات روزافزون زیست محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی خواهد شد [۶].

در شرایط کنونی آلودگی اکوسیستم محیط زمین و استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی که باعث شرایط گلخانه‌ای زمین شده است باید از راه‌های جایگزین که با تمهیداتی جهت همگام‌سازی معماری با اقلیم به صورت معماری پایدار وجود دارد مورد توجه و استفاده قرار گیرد. ایجاد این نوع از معماری پایدار نه تنها باعث بهبود کیفیت زندگی می‌شود، بلکه باعث ارتباط خوب با محیط زیست نیز می‌شود. معماری پایدار است که نیازهای ساکنان را با پایین‌ترین آسیب به محیط اطراف و حداقل انرژی مصرفی فراهم آورد [۹-۷]. نتایج تحقیقات نصراللهی و هادیان پور [۱۰] نشان می‌دهد که پوسته ساختمان‌ها در طراحی فضاها می‌توانند نقش موثری در کاهش مصرف انرژی داشته باشند، از

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

این رو طراحی یک پوسته کارآمد در ساختمان‌ها با توجه به مباحث مطرح شده در حوزه پایداری، برای به حداقل رساندن دفع گرما در زمستان و جذب گرما در تابستان می‌تواند بسیار موثر می‌باشد. نماهای دوپوسته به عنوان یک راهکار مناسب برای رسیدن به این هدف، قابل توجه می‌باشند. نتایج تحقیقات نصراللهی و مامی‌زاده [۱۱] نشان داد که پوسته‌های ساختمانی به عنوان یک عامل جداکننده بین فضای داخل و خارج، نقش موثری در کاهش مصرف انرژی به عهده دارند، حال ایجاد یک جداره حرارتی کارآمد در ساختمان با طراحی و تکنولوژی پایدار، برای به حداقل رساندن دفع گرما در زمستان و جذب گرما در تابستان بسیار موثر می‌باشد.

بنابراین در همین راستا این پژوهش تلاش می‌کند با ارائه‌ی راهکاری مناسب مشکلات برافروختگی ساختمان‌های دارای نمای شیشه‌ای در اقلیم گرم را برطرف نماید. لذا چرخش ۱۸۰ درجه‌ای ساختمان مد نظر قرار گرفت به طوری که نمای شیشه‌ای سمت جنوب که دارای وضعیت نامطلوبیست به سمت شمال که فاقد تابش خورشید است انتقال داده می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در اقلیم گرم و خشک جهت جلوگیری از برافروختگی ساختمان نباید در جبهه جنوب از نمای شفاف با درصد بالا استفاده گردد.

معرفی ساختمان مورد مطالعه

ساختمان مورد مطالعه واقع در شمال شهر شیرازشامل دو ساختمان ۹ طبقه و ۱۴ طبقه که با یکدیگر در ارتباطند می‌باشند. ساختمان ۹ طبقه دارای نمای پوسته شیشه‌ای و ساختمان ۱۴ طبقه دارای نمای سنگی می‌باشد که نمای شیشه‌ای در جهت جنوب و نمای سنگی در جهت شمال ساختمان می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۱. نمای سه بعدی و سایت پلان

نوع کاربری: ساختمان اداری در شیراز

نوع سازه: بتنی

تعداد طبقات: نه طبقه و چهارده طبقه

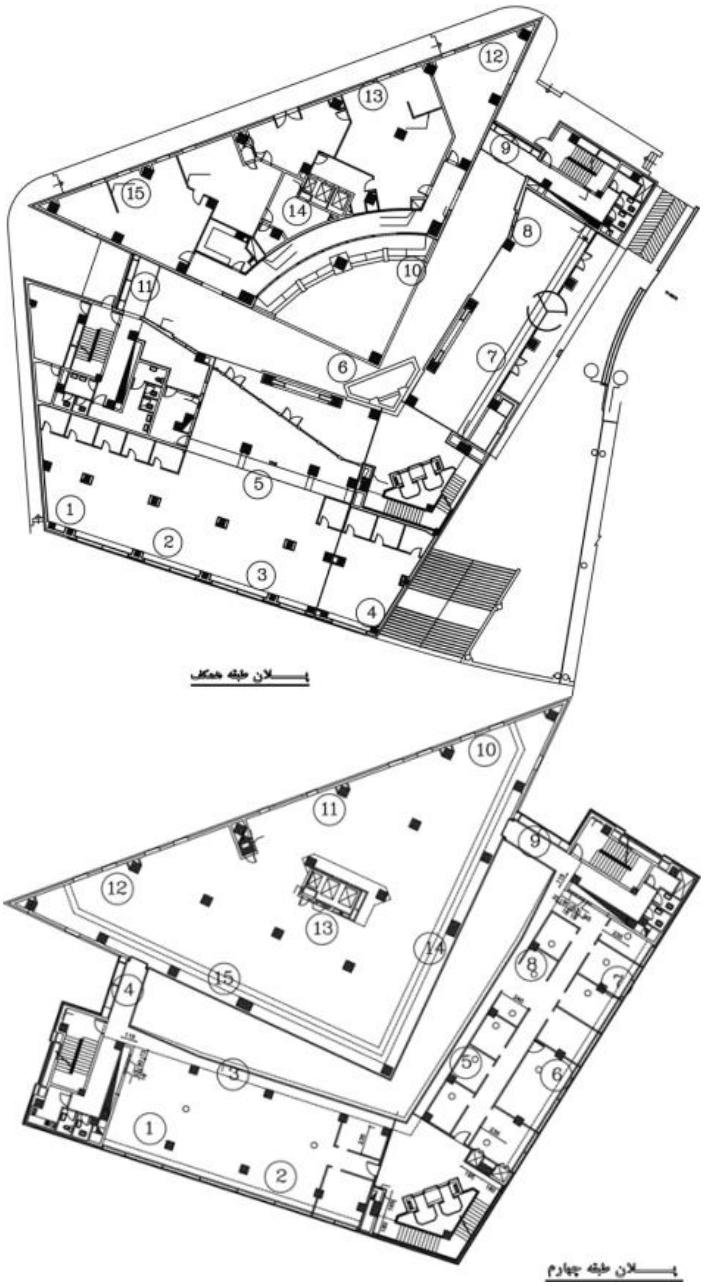
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۲. تصویر سه بعدی ساختمانهای مورد مطالعه

ساختمان نه طبقه دارای نمای کاملا شیشه‌ای و ساختمان چهارده طبقـه دارای نمـای سـنگی گرانیـت روی شاسی فلزی می‌باشد. شکل (۳) پلان‌های طبقات همکف و چهارم (تیپ) را نشان می‌دهد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۳. پلان‌های طبقات مرکز منطقه‌ای

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

سیستم تاسیسات

سیستم مورد استفاده به صورت سیستم سرمایش و گرمایش مرکزی می‌باشد. این سیستم تشکیلات بزرگی را شامل می‌شود که قسمت‌های اصلی آن موتورخانه و هواسازها می‌باشد که موتورخانه در تراز زیرزمین و هواسازها در طبقات واقع شده‌اند. ساختمان اداری مذکور در جبهه جنوبی دارای نمای کاملا شیشه‌ای و در جبهه شمالی دارای نمای سنگی به صورت خشکه چین می‌باشد. نمای شیشه‌ای در قسمت جنوبی از باب چشم‌اندازی که ساختمان مرکز نسبت به شهر دارد قابل قبول است و می‌توان آن را یکی از محاسن ساختمان در نظر گرفت اما به دلیل اقلیم گرم و خشک، مشکلات عمده‌ای را به وجود می‌آورد که به شرح آن می‌پردازیم:

در طول روز که خورشید به ساختمان می‌تابد به دلیل اقلیم و زاویه خورشید در سمت جنوب ساختمان در فصول گرم شهر شیراز، گرمای ناشی از تابش خورشید در جبهه جنوبی به نمای شیشه‌ای تابیده و در داخل ساختمان به دام می‌افتد که منجر به حالت گلخانه‌ای می‌شود. بنابراین برای جبران دمای اتلاف شده ناشی از تابش خورشید، موتورخانه باید با حداکثر قدرت کار کند تا آسایش حرارتی به وجود آورد. باتوجه به حالت پدید آمده همزمان کارمندان مستقر در جبهه شمالی ساختمان که دارای نمای سنگی است به دلیل فعالیت بیش از حد موتورخانه جهت پایین آوردن دمای جبهه جنوبی ساختمان احساس سرما می‌کنند. در زمستان هم عکس قضیه فوق اتفاق می‌افتد.

۲. روش تحقیق

در این تحقیق به بررسی وضعیت آسایش حرارتی ساختمان مرکزی از دید انرژی پرداخته شده است و سپس معایب ساختمان در برابر اتلاف حرارت دسته‌بندی و راهکار مناسب ارائه شده است. برای رسیدن به هدف، ابتدا عوامل موثر بر اتلاف انرژی ساختمان مذکور مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله ی بعد برداشت‌های تجربی تست اندازه‌گیری دمای هوا انجام گرفت. پس از بررسی وضعیت انرژی، ساختمان مورد مطالعه به وسیله شبیه سازی با نرم افزار EnergyPlus مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و راهکار مناسب ارائه شد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۳. برداشت‌های میدانی

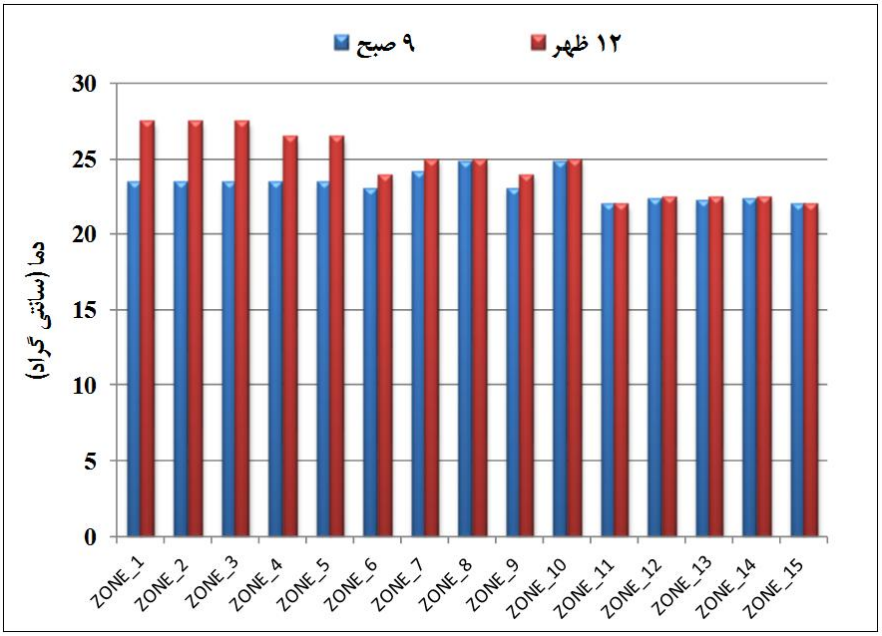
برداشت‌های میدانی انجام شده این تحقیق توسط دستگاه دماسنج TES1365Datalogging طی ۳ روز و دو مرحله مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تست‌های تجربی در June سال ۲۰۱۴ در تاریخ‌های ۱، ۱۵ و ۳۰ انجام گرفته است. چون ساختمان فقط در ساعات اداری مورد استفاده قرار می‌گرفت لذا برداشت‌ها در ساعت‌های ۹ و ۱۲ صورت گرفته است. تست‌ها در روز تعطیل و در زمان خاموش بودن موتورخانه مرکزی و تاسیسات گرمایشی و سرمایشی انجام گرفته است. به دلیل داشتن طبقات متعدد و تیپ، سه تراز همکف و چهارم و نهم برای گرفتن تست مورد بررسی قرار گرفت که در هر تراز بنا به شرایط از ۱۵ نقطه تست گرفته شده است.

نتایج برداشت‌های میدانی

آنالیز تست درجه حرارت در طبقه همکف

همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌کنید درجه حرارت در ساعت ۹ صبح در جبهه جنوبی ساختمان (بین نقاط ۱ تا ۵) در حد مطلوبی قرار دارد. بنابراین نمودار بدون تغییر به صورت افقی می‌باشد. در جبهه شرقی (بین نقاط ۶ تا ۱۰) به دلیل این که خورشید از سمت شرق طلوع می‌کند و ساختمان در آن سمت دارای جداره شیشه ایست، درجه حرارت بالا رفته و نمودار سیر صعودی گرفته است. در جبهه شمالی ساختمان (بین نقاط ۱۱ تا ۱۵) به دلیل اینکه ساختمان در این ناحیه دارای نمای سنگیست و در تمام طول سال از تابش خورشید بهره‌مند نیست، نمودار سیر نزولی گرفته و درجه حرارت رو به کاهش است. درجه حرارت در ساعت ۱۲ و در جبهه جنوبی به دلیل اینکه ساختمان در این سمت دارای جداره شیشه‌ایست و خورشید به حالت عمودی با این ناحیه درآمده، به یکباره افزایش یافته و در بقیه جبهه‌ها درجه حرارت در ساعت ۱۲ تغییر قابل توجهی نسبت به درجه حرارت در ساعت ۹ ندارد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

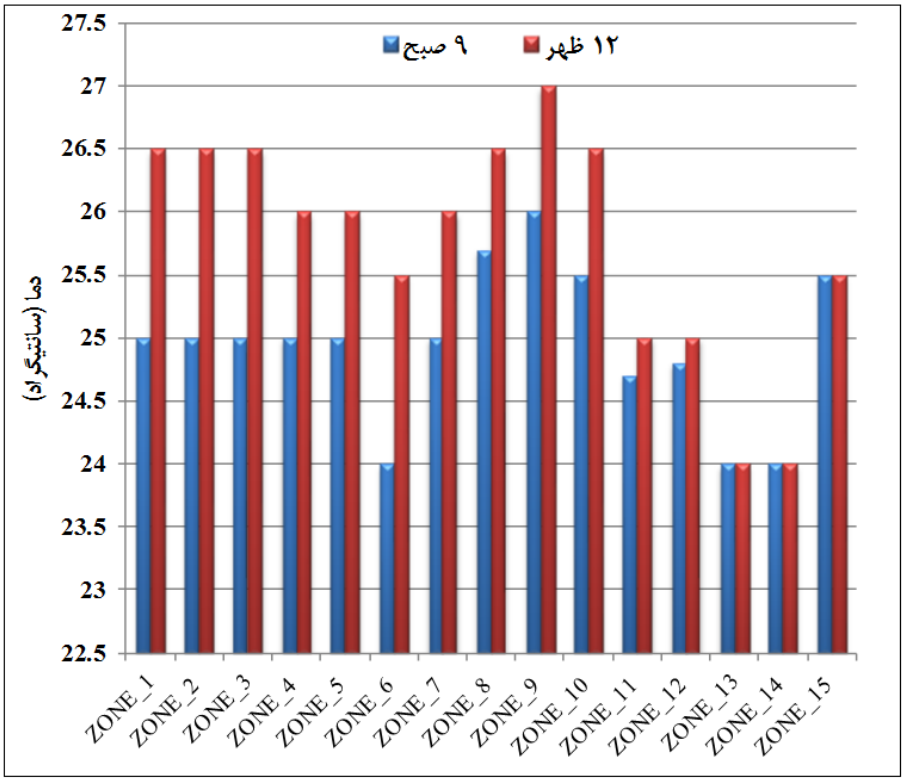


شکل ۴. مقایسه تست درجه حرارت در ساعات ۹ و ۱۲ در طبقه همکف

آنالیز تست درجه حرارت در طبقه چهارم

همان طور که در شکل ۵ مشاهده می‌کنید، سیر افزایش یا کاهش درجه حرارت در ساعات مختلف روز در تراز طبقه چهارم مطابق با تراز همکف می‌باشد. با این تفاوت که دما در این تراز در نقاطی که ساختمان دارای جداره شیشه‌ای است افزایش داشته است و در نقاطی که ساختمان دارای جداره سنگی است تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

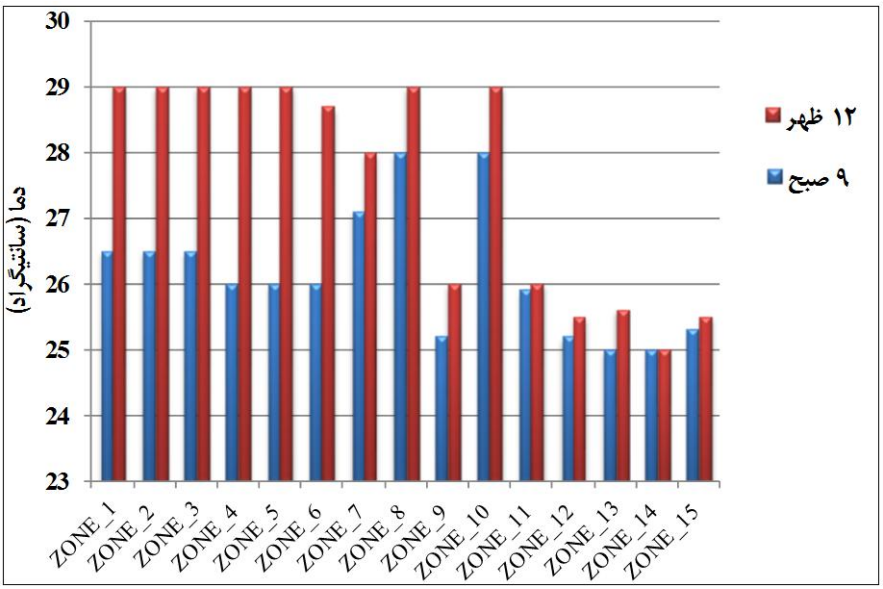


شکل ۵. مقایسه تست درجه حرارت در ساعات ۹ و ۱۲ در طبقه چهارم

آنالیز تست درجه حرارت در طبقه نهم

با توجه به شکل ۶، دما در تراز طبقه نهم در ساعات مختلف روز در قیاس با طبقات پایین تر افزایش قابل توجهی داشته و مهم‌ترین دلیل وجود نورگیری است که از طبقه نهم تا طبقه همکف ادامه می‌یابد و در طبقه نهم با پوششی از جنس شیشه مسقف می‌شود. در نقاط مختلف طبقه نهم در جبهه‌هایی از ساختمان که جداره شیشه‌ایست درجه حرارت به ۳۰ درجه هم می‌رسد اما در جبهه‌هایی از ساختمان که جداره سنگی است درجه حرارت نسبت به سایر طبقات در نقاط مشابه تغییری نمی‌کند.

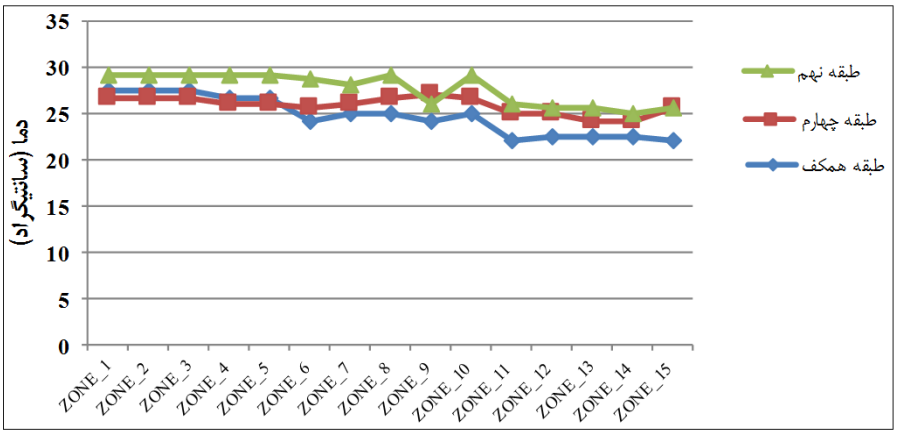
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۶. مقایسه تست درجه حرارت در ساعات ۹ و ۱۲ در طبقه نهم

آنالیز مقایسه‌ای تست درجه حرارت سه تراز همکف و چهارم و نهم

با توجه به شکل ۷، در مقایسه دمای سه تراز همکف و چهارم و نهم در ساعت ۱۲ ظهر این نتیجه به دست آمده که دمای فضاهای سمت جنوب ساختمان که دارای نمای شیشه‌ایست با بالا رفتن ارتفاع دما هم افزایش می‌یابد یعنی هرچه طبقات را بالاتر می‌رویم با افزایش دما مواجه هستیم.



شکل ۷. مقایسه تست درجه حرارت سه تراز همکف و چهارم و نهم در ساعت ۱۲

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

باتوجه به اینکه با بالا رفتن ارتفاع دما هم افزایش می‌یابد بنابراین دلیل اصلی بالا رفتن دما در طبقات بالاتر سقف شیشه‌ای وید وسط ساختمان می‌باشد که با مصالح شفاف پوشیده شده است. بدین صورت که خورشید تابیده به سقف طبقه نهم پس از عبور از سقف شیشه‌ای وارد فضا شده و انرژی گرمایی در فضا به دام افتاده و به دلیل وجود وید وسط ساختمان انرژی گرمایی به طبقات نفوذ پیدا کرده و به دلیل اینکه هوای گرم سبک تر و در بالا قرار می‌گیرد، احساس گرمای بیشتری در طبقات بالاتر می‌شود.

همان طور که مشاهده شده است در فضاهایی از ساختمان که جداره شیشه‌ای به عنوان جدا کننده خارجی در نظر گرفته شده به محض مواجهه با خورشید به طرز قابل توجهی با افزایش دما و روشنایی روبه‌رو شده است که این افزایش دما و روشنایی به علت شدت تابش بیشتر در طبقات بالاتر افزایش یافته است که این پدیده همان پدیده گلخانه‌ای شدن است. گرمای ناشی از تابش خورشید در فضا به دام افتاده و باعث گرم شدن فضای داخلی شده که یکی از معایب بزرگ در ساختمان‌های نمای شیشه ای در این اقلیم به حساب می‌آید. گرچه که شدت روشنایی حاصله به میزان زیادی باعث روشن شدن فضاهای داخلی شده است.

شبیه‌سازی در نرم‌افزار انرژی‌پلاس

برای سنجش صحت اطلاعات برداشت شده، ساختمان مورد نظر با تمام فضاها و طبقات در نرم افزار انرژی پلاس شبیه سازی شده است. ساختمان متشکل از دو ساختمان ۹ طبقه و ۱۴ طبقه که با یکدیگر در ارتباطند، می‌باشند. ساختمان ۹ طبقه دارای نمای پوسته شیشه‌ای و ساختمان ۱۴ طبقه دارای نمای سنگی می‌باشد که نمای شیشه‌ای در جهت سمت جنوب و نمای سنگی در جهت سمت شمال ساختمان می‌باشد. اطلاعات آب و هوایی از نرم افزار انرژی پلاس را اطلاعات آب و هوایی شهر شیراز انتخاب شده است. فضاهای داخلی ساختمان به طور جداگانه زون بندی شده و شروع به گرفتن تست درجه حرارت از کلیه زون ها با استفاده از نرم افزار انرژی پلاس شده است شبیه ساز ی ها در یک روز نمونه در فصل گرم تیرماه انجام شد. بر اساس داده‌های آب و هوایی نر م افزار انرژی پلاس برای شهر شیراز، متوسط دمای هوا در ساعات اداری در این روز ۳۳ درجه سلسیوس، سرعت باد در محیط ۱/۸ متر بر ثانیه و تابش خورشیدی ۶۵۰ وات بر متر مربع است. در جدول ۱ پارامترهای استفاده شده در محاسبات انرژی پلاس مشاهده می‌گردد. انرژی پلاس نرم افزار جدیدی برای شبیه سازی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

مصرف انرژی ساختمان است که براساس ترکیبی از برنامه‌های DOE و BLAST عمل می‌کند. این برنامه محاسبه تغییرات مصرف انرژی ساختمان را در زمان‌های کوتاه تر از یک ساعت انجام می‌دهـد و تحلیل و محاسبات بر اساس تعادل حرارتی در کل ناحیه شبیه سازی صورت می‌گیرد. البتـه بـرای ایـن منظور لازم است داده‌های آب و هوایی مربوط به بازه زمانی مورد نظر به برنامه داده شود. لذا اطلاعات آب و هوایی به کار گرفته شده که در این تحقیق، اطلاعات آب و هوایی شهر شیراز از نرم افزار انـرژی پلاس می‌باشد.

جدول ۱. پارامترهای استفاده شده در محاسبات انرژی پلاس

دمای تعیین شده برای ترموستات	حداقل ۱۸ درجه سانتی گراد			سیستم ایده آل HVAC
	حداقل ۲۶ درجه سانتی گراد			
برنامه زمانبندی استفاده از فضا در تمامی طول سال	۰:۰۰ _ ۸:۰۰			۰ درصد حضور استفاده کنندگان
	۸:۰۰ _ ۱۴:۰۰			۱۰۰درصد حضوراستفاده کنندگان
	۱۴:۰۰ _ ۱۷:۰۰			۱۰۰درصد حضوراستفاده کنندگان
	۱۷:۰۰ _ ۲۴:۰۰			۰ درصد حضور استفاده کنندگان
تعداد ساکنان ساختمان	۲۲۰ نفر	حرارت ناشی از فعالیت یک فرد	۰:۰۰ _ ۸:۰۰	72 W/m^2
			۸ _ ۱۶	150W/m^2
			۱۶ _ ۲۴	99W/m^2
پارامترهای تعیین کننده در شرایط	ضریب لباس			زمستان 1(clo)
				تابستان 0.6 (clo)

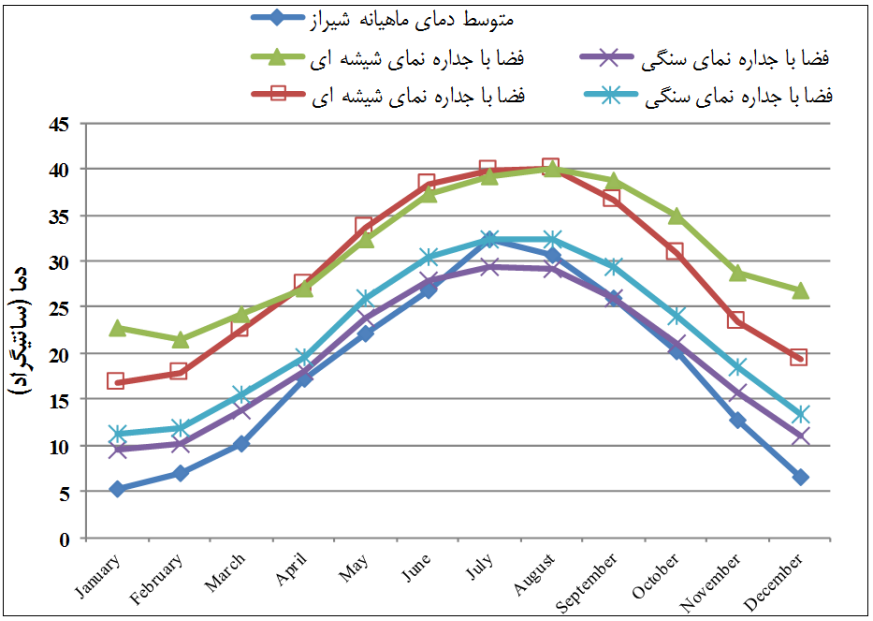
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

آسایش	رطوبت	60 (%)
	سرعت حرکت هوا	0.5 (m/s)
سطح روشنایی	۲۰۰ وات	
پارامترهای تعیین کننده میزان تعویض هوای زون	میزان یا درصد تعویض هوا	زمستان 1 (ach)
		تابستان 1.5 (ach)
	میزان حساسیت جریان هوا	0.25 (ach)

تحلیل سالیانه دمای هوای دو جبهه متفاوت ساختمان با متوسط دمای شهر شیراز

بعد از شبیه سازی ساختمان اداری مورد نظر در نرم افزار انرژی‌پلاس، درجه حرارت به دست آمده از شبیه‌سازی عددی مربوط به فضای کلیه زون‌ها به طور ماهیانه و روزانه با نتایج تجربی مقایسه گردید که مشخص شد تفاوت در حدود پنج درصد است که منطقی به نظر می‌رسد. با توجه به شکل ۸ پس از مقایسه دمای هوای داخلی فضاهای دارای جداره شیشه‌ای با جداره سنگی در طول سال با دمای متوسط ماهیانه شهر شیراز، مشخص شد که فضاهایی که پشت جداره شیشه‌ای قرار گرفته اند در طول سال نسب به فضاهایی که پشت جداره سنگی قرار گرفته اند نوسانات بیشتری دارند. همچنین در فضاهای پشت جداره شیشه‌ای در فصل تابستان نمودار به طور ناگهانی سیر صعودی به خود گرفته و نشان از بالا رفتن بیش از حد معمول دمای هوا می‌باشد. در نهایت مشخص گردید که در طول یک سال فضاهای جبهه جنوبی که دارای نمای شیشه می‌باشند دارای دمای بالاتری نسبت به فضاهای جبهه شمالی و دمای متوسط ماهیانه شهر شیراز می‌باشند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

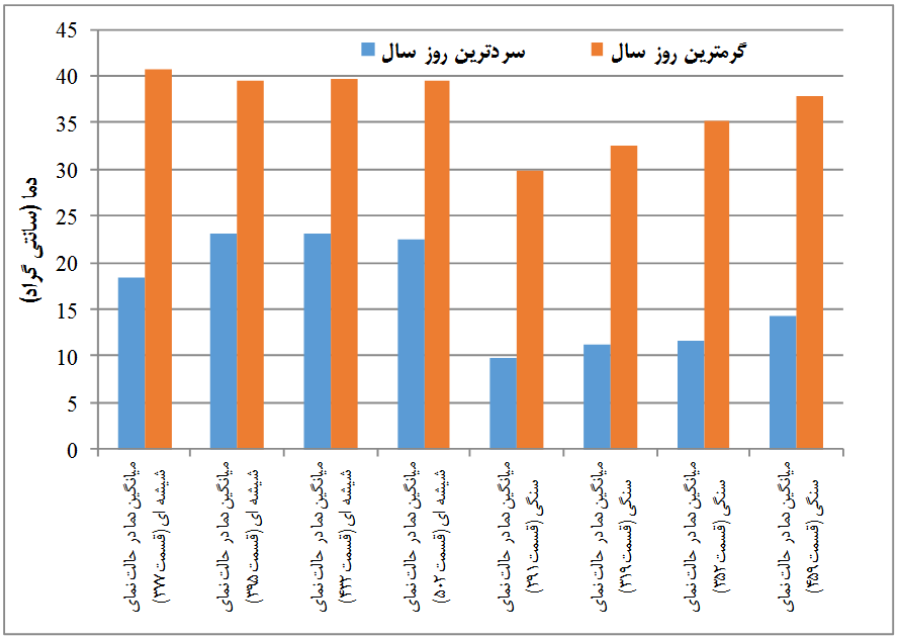


شکل ۸. مقایسه دمای داخلی فضاهای دارای جداره شیشه‌ای (جنوب)
با فضاهای دارای جداره سنگی (شمال) در طول سال

تحلیل روزانه دمای هوای سردترین روز با گرم ترین روز سال در دو جبهه متفاوت ساختمان

در این حالت سعی بر آن بود تا دمای هوای دو جبهه مخالف را یعنی نمای شیشه‌ای و نمای سنگی در سردترین روز سال و گرم‌ترین روز سال با یکدیگر مقایسه کنیم. همان طور که در شکل ۹ مشاهده می‌کنید دمای هوای گرم‌ترین روز سال در جبهه با نمای شیشه‌ای به ۴۱ درجه می‌رسد و همچنین در سردترین روز سال دمای هوا نسبت به جبهه با نمای سنگی شدت بیشتری دارد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

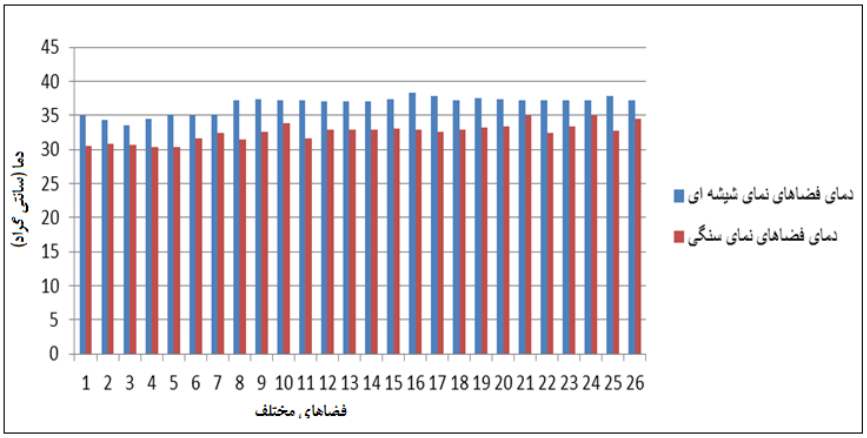


شکل ۹. تحلیل روزانه دمای هوا ی سردترین روز با گرم ترین روز سال در دو جبهه متفاوت ساختمان

تحلیل میانگین دمای ماهانه فضاهای داخلی سمت نمای شیشه‌ای(جنوب) با نمای سنگی (شمال)

همان طور که در شکل۱۰ مشاهده می‌شود میانگین دمای هوا در جبهه جنوبی در فضاهای انتخابی به واسطه نمای شیشه‌ای از شدت بالایی برخوردار است و برخلاف آن میانگین دمای هوا در فضاهای انتخابی جبهه شمالی به واسطه نمای سنگی از شدت پایین‌تری برخوردار است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۱۰. مقایسه دمای فضاهای داخلی سمت نمای شیشه ای(جنوب) با نمای سنگی(شمال)

٤. بحث و تحلیل یافته‌ها

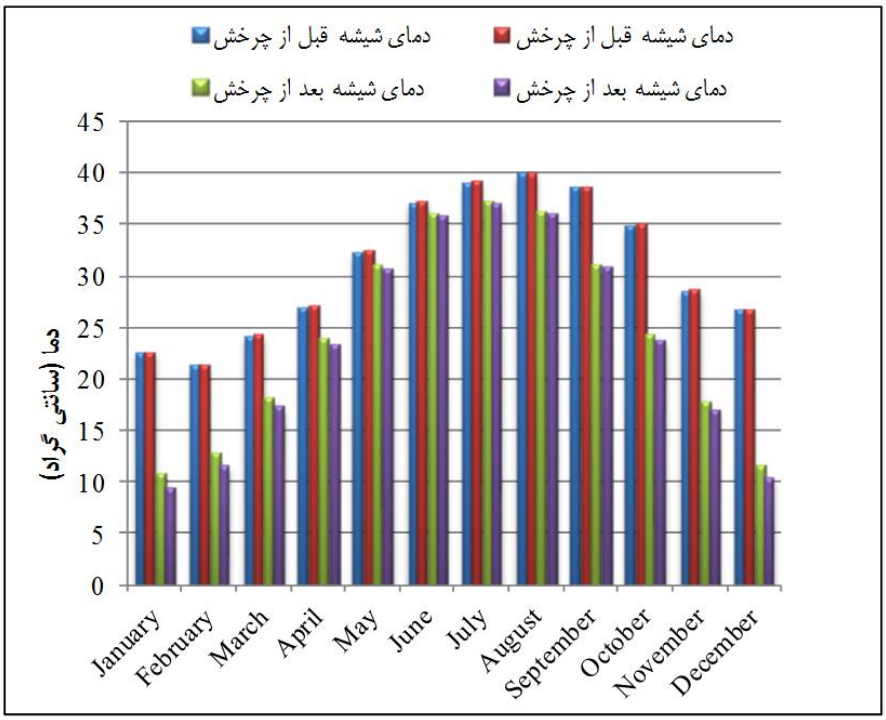
در ارتباط با ساختمان‌های اداری این گونه که دارای نمای سنگی و نمای تماما شیشه‌ای یعنی نمای مات و شفاف هستند بعد از تحلیل و بررسی پیشنهاد می‌شودکه با توجه به اقلیم شهر شیراز که نمای جبهه جنوبی دائما و در تمام فصول از سال در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار می‌گیرد نمای شفاف نباید در جبهه رو به جنوب قرار گیرد. چون همان طور که در نمودارها مشخص شده است حرارت ناشی از تابش آفتاب بعد از عبور از نمای شفاف به فضا نفوذ کرده و انرژی گرمایی در فضا به دام می‌افتد و پدیده گلخانه‌ای روی می‌دهد. در نتیجه بعد از چرخش ۱۸۰ درجه‌ای ساختمان با توجه به تحلیل‌هایی که صورت گرفت مشخص شد که نمای مات در جبهه جنوبی مناسب می‌باشد و نمای شفاف باید در جبهه شمالی که فاقد نفوذ خورشید به درون فضا است قرار گیرد.

نتایج بعد از چرخش ساختمان

با توجه به شکل ۱۱ بعد از مقایسه دمای هوای فضاهای پشت جداره شیشه‌ای در حالت موجود و حالت شبیه‌سازی شده بعد از چرخش ۱۸۰ درجه‌ای مشخص شد که هریک از زون‌ها بعد از چرخش نسبت به زون مشابه در حالت عادی با کاهش دما رو به رو است. طبق نمودار دمای هوا در فضاهای پشت جداره شیشه‌ای در زمستان نسبت به حالت قبل، از تعادل حرارتی برخوردار است و دمای هوا در تابستان در کلیه قسمت‌های ساختمان از تعادل حرارتی برخوردار است و اختلاف دما در قسمت‌های مختلف

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

ساختمان اندک است. به طور مثال دمای هوا با توجه به نتایج قبل از چرخش در کلیه فضاهای پشت جداره شیشه‌ای در ماه‌های فصل سرد هم با افزایش دما همراه بود اما بعد از چرخش طبق نمودار مشخص گردید که دما در فصل سرد در این فضاها سیر نزولی داشته است.

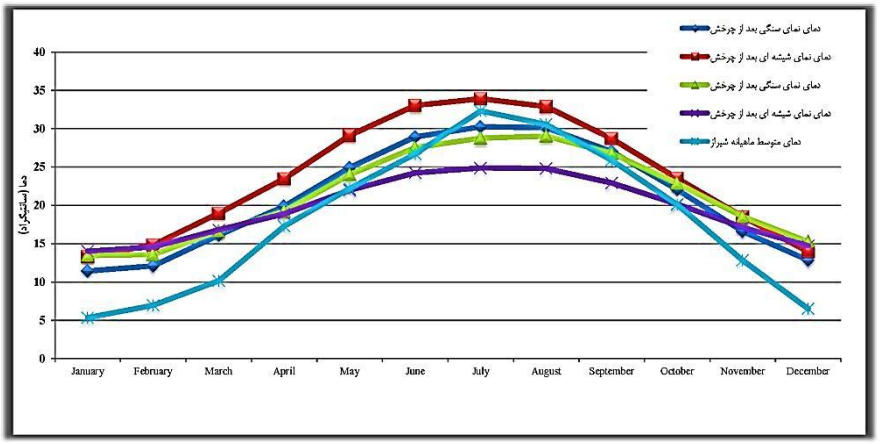


شکل ۱۱. مقایسه نمای شیشه‌ای در حالت موجود با حالت چرخش ۱۸۰ درجه‌ای

با توجه به شکل ۱۲ پس از مقایسه دمای هوای داخلی فضاهای دارای جداره شیشه‌ای با جداره سنگی در طول سال با دمای متوسط ماهیانه شهر شیراز بعد از چرخش، مشخص شد که فضاهایی که پشت جداره شیشه‌ای قرار گرفته‌اند درطول سال نسب به فضاهایی که پشت جداره سنگی قرار گرفته‌اند نسبت به حالت قبل دارای تعادل حرارتی هستند. بدین معنی که دمای هوا در فضاهای سمت نمای شیشه‌ای در فصل‌های گرم و سرد سال پایین‌تر آمده است و دمای هوا در فضاهای سمت نمای سنگی اندکی افزایش داشته در نتیجه روی نمودار خطوط مربوط به نماهای شیشه‌ای با نمای سنگی در یک محدوده قرار گرفته است و طبق نمودار دمای هوا در ماه‌های سرد سال نسبت به ماه‌های گرم سال از

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

تعادل حرارتی مناسبی نسبت به حالت قبل از چرخش برخوردارند. در نهایت مشخص گردید کـه دمـای هوا در فضاهای سمت جداره شیشه‌ای حدوداً ۲۰ درصد پایین تر از حالت قبل شده است و برافروختگی دمایی درون فضاهای سمت جداره شیشه‌ای کنترل شده و آسایش حرارتی برقرار گردیده است.



شکل ۱۲. مقایسه دمای داخلی فضاهای دارای جداره شیشه‌ای (جنوب)
با فضاهای دارای جداره سنگی (شمال) پس از چرخش ۱۸۰ درجه‌ای

۵. نتیجه گیری و ارائه راهکار

هدف این تحقیق بررسی وضعیت آسایش حرارتی ساختمان مرکزی منطقه‌ای، که یک سـاختمان اداری با نمای تمام شیشه‌ای در قسمت جنوب می‌باشد و جمع بندی معایب ساختمان در برابر اتلاف حرارت و ارائه یک طرح ایده‌آل با راهکار مناسب می‌باشد. برای رسیدن به هـدف ابتـدا عوامـل مـوثر بـر اتـلاف انرژی ساختمان مذکور مورد بررسی قرار گرفت و بعد از آن تست درجـه حـرارت بـه صـورت برداشـت تجربی به وسیله دماسنج انجام شد و سپس به وسیله شبیه‌سازی با نرم‌افزار انرژی‌پـلاس بـه تحلیـل و بررسی وضعیت انرژی در سـاختمان پـرداختیم. نتـایج نشـان داد کـه عامـل اصـلی اتـلاف حـرارت در ساختمان مورد مطالعه، جبهه جنوبی ساختمان است که دارای نمای شیشه‌ای در برابـر تـابش مسـتقیم آفتاب است، با توجه به اینکه خورشید در تمام فصول در اقلیم گرم و خشک بر جبهه جنوبی می‌تابد، لذا نور خورشید تابیده به دیوار شیشه‌ای پس از عبور و راهیابی به فضای درونی، انرژی گرمـایی در فضـای داخلی به دام می‌افتد و حالت گلخانه‌ای روی می‌دهد و همین امر باعث بالا رفتن دمای فضاهای داخلی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

سمت جبهه جنوب ساختمان می‌گردد. همزمان جبهه شمالی ساختمان که هم دارای دیـوار بـا مصـالح عایق حرارتی مناسبی است و در تمام فصول فاقد تـابش خورشـید اسـت از آسـایش حرارتـی مناسـبی برخوردار است. نتیجتا در فصل تابستان کارمنـدان واقـع در فضـاهای جبهـه جنـوب احسـاس گرمـا و کارمندان واقع در فضاهای جبهه شمال ساختمان احساس آسایش می‌کنند. در نتیجه موتورخانه باید بـا حداکثر توان کار کند تا انرژی اتلاف شده در جبهه جنوب را باز گرداند و دمای آسایش برای کارمنـدان واقع در این قسمت ساختمان را تامین کند در این صورت کارمندان واقع در جبهه شمالی که در شـرایط مطلوب آسایش حرارتی بودند احساس سرما می‌کنند. پس از بررسی راه‌حل‌های مختلف مشـخص شـد که ساختمان باید کلا در محل خودش به صورت افقی ۱۸۰ درجه چرخانده شود. با ایـن کـار فضـاهای سمت نمای شیشه‌ای از سمت جنوب که دارای وضعیت نامطلوبیست به سمت شـمال کـه فاقـد تـابش خورشید است انتقال داده می‌شود. بنابراین نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در اقلیم گرم و خشک جهت جلوگیری از مصرف انرژی ساختمان نباید در جبهه جنوب از نمای شـفاف بـا درصـد بـالا استفاده گردد و فضاهای سمت نمای سنگی که دارای وضعیت مطلوبیست بهتر اسـت در جبهـه رو بـه تابش (جنوب) قرار گیرد.

منابع

[۱] افشین مهر، وحید، عارف، فهیمه (۱۳۹۲)، "بهینه یابی تهویـه‌ی طبیعـی در نماهـای دوپوسـته در اقلیم گرم و خشک جهت کاهش استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع و در نتیجه کاهش مصـرف انرژی"، اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار.

[۲] سراج، فاطمه، دانش، محمد مهدی (۱۳۹۳)، "تاثیر تعداد جداره‌های لایـه درونـی و بیرونـی نماهـای دوپوسته بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌های اداری و آموزشی"، علوم و تکنولوژی محیط زیست.

[۳] مسندی، مریم و همکاران (۱۳۸۹)، "شبیه‌سازی بام‌ها، راهکار بررسـی دقیـق تـاثیرات دمـایی در محیطی مجازی"، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی.

[۴] نصراللهی، فرشاد. هادیان پور، محمد (۱۳۹۲)، "بررسی عملکرد حرارتی پوسته‌های دو جداره سـاختمان جهت کاهش گرمایش بیش از حد این پوسته ها"، پایان نامه، دانشکده فنی، دانشگاه ایلام.

[۵] نصراللهی، نازنین. مامی زاده، جعفر (۱۳۹۰)، "ارائه الگو معماری و پیشنهاد پوسته‌های همسـاز بـا اقلیم با رویکرد تامین آسایش حرارتی در اقلیم گرم و خشک"، پایان نامه، دانشگاه ایلام.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

[6] Baldinelli, G. (2009), "Double skin facade for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system" *Building and Environment*. vol. 44, pp. 1107-1118.
[7] Dickson A. (2004), "Modelling Double-Skin Facades. MSc Energy Systems & the Environment, Department of Mechanical Engineering", University of Strathclyde, Glasgow UK.
[8] Gratia, E., Deherde, A. (2007), "The most efficient position of shading devices in a double-skin façade", *Energy and Buildings*. vol. 39, pp. 364-373.
[9] Poirazis, H. (2004), *Double Skin Façades for Office Buildings*. Lund University.
[10] Saelens, D. (2002), *Energy Performance Assessments of Single Storey Multiple-Skin Facades*. PhD thesis, Laboratory for Building Physics, Department of Civil Engineering, Catholic University of Leuven, Belgium.
[11] Shameri M.A., Alghoul A.M., Sopian K., Fauzi M., Zian M., Elayeb O. (2011), "Perspectives of double skin façade systems in buildings and energy saving" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. vol. 15, pp. 1468-1475.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]