



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



وزارت بهداشت  
سازمان غذا و دارو  
سازمان ملی تغذیه

## بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

معرفی و بررسی انواع دیوار ترومب در ساختمان‌ها و ترکیب آن با گلخانه‌ی  
خورشیدی

۱-فائزه بهروزیان، ۲- امیررضا معموری

۱- نویسنده مسئول؛ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری و انرژی، دانشکده  
معماری و شهرسازی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران  
[Faezebehroozian@gmail.com](mailto:Faezebehroozian@gmail.com)

۲- امیررضا معموری، استادیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه ملی مهارت،  
تهران، ایران [Amirelmir3000@yahoo.com](mailto:Amirelmir3000@yahoo.com)

کدمقاله: EFAB015831126



## چکیده

این مقاله به بررسی جامع دیوار ترومب به عنوان یکی از مؤثرترین سیستم‌های جذب غیرمستقیم انرژی خورشیدی در معماری پایدار می‌پردازد، به ویژه در اقلیم گرم و خشک ایران. با تحلیل انواع دیوار ترومب (کلاسیک، آبی، فتوولتائیک، زیگزاگی، کامپوزیتی، سیال و شفاف) و سیستم‌های سرمایشی مبتنی بر آن، عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد آنها مانند جنس مصالح، ضخامت، عایق‌بندی و تهویه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد دیوار ترومب با بهینه‌سازی طراحی، می‌تواند به طور قابل توجهی آسایش حرارتی را افزایش داده و مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌ها را کاهش دهد. همچنین، ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی راهکاری ابتکاری برای بهبود عملکرد سیستم‌های انرژی پایدار است. این مطالعه تأکید می‌کند که طراحی مبتنی بر شرایط اقلیمی و ویژگی‌های منطقه‌ای، کلید افزایش کارایی و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌هاست.

دیوار ترومب به عنوان یک سیستم غیرفعال جذب و ذخیره انرژی خورشیدی، پتانسیل بالایی در کاهش مصرف انرژی گرمایشی در ساختمان‌های ایران، به ویژه در مناطق گرم و خشک، دارد. بر اساس مطالعات انجام شده، دیوار ترومب فتوولتائیک و سیال به دلیل ترکیب جذب گرما و تولید برق، بازدهی بالاتری نسبت به نسخه‌های کلاسیک دارند. عواملی مانند جنس و رنگ دیوار، ضخامت، مساحت، سایه‌اندازی و تهویه بر عملکرد این سیستم تأثیرگذارند و باید در طراحی در نظر گرفته شوند. ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی می‌تواند به بهبود شرایط محیطی گلخانه و کاهش نیاز به سیستم‌های مکانیکی کمک کند.

**کلید واژه:** دیوار ترومب، انرژی خورشیدی، معماری اقلیمی، سیستم‌های غیرفعال، گلخانه خورشیدی، پایداری انرژی



در پی افزایش مصرف انرژی و تشدید بحران زیست‌محیطی، استفاده از سیستم‌های معماری غیرفعال برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها به یک راهکار کلیدی تبدیل شده است. دیوار ترومب، به عنوان یک سیستم جذب غیرمستقیم انرژی خورشیدی، با استفاده از تابش خورشید بر روی دیوار تیره رنگ در رو به جنوب، گرما را جذب و در فضای هوایی بین دیوار و شیشه ذخیره می‌کند و سپس از طریق جریان طبیعی هوا به داخل فضا منتقل می‌کند [۱۲]. این سیستم در مناطق گرم و خشک ایران، که دارای شرایط آفتابی بسیار مناسب است، پتانسیل بالایی برای کاهش مصرف انرژی گرمایشی دارد. با این حال، تحقیقات بیشتری در زمینه بهینه‌سازی طراحی دیوار ترومب در شرایط اقلیم ایران نیاز است. انواع مختلفی از دیوار ترومب، از جمله کلاسیک، آبی، فتوولتائیک، زیگزاگی، کامپوزیتی، سیال و شفاف، وجود دارند که هر کدام ویژگی‌های خاص خود را دارند [۱۲]. در این میان، دیوار ترومب فتوولتائیک و سیال به دلیل ترکیب جذب گرما و تولید برق، امکانات بیشتری را فراهم می‌کنند [۱۵]. عوامل مؤثر بر بازدهی دیوار ترومب شامل جنس و رنگ دیوار، ضخامت، مساحت، سایه‌اندازی و تهویه هستند که در شرایط اقلیمی ایران باید به دقت در نظر گرفته شوند [۱۳].

ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی نیز می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود شرایط محیطی گلخانه و کاهش نیاز به سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی باشد. در این حالت، دیوار ترومب به عنوان عایق حرارتی عمل می‌کند و گرما را در طول روز ذخیره و در طول شب به داخل گلخانه منتقل می‌کند [۱۴]. این ترکیب می‌تواند به کنترل بهتر دما و رطوبت در گلخانه کمک کند و در نتیجه کارایی آن را افزایش دهد. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات در ایران بر روی دیوار ترومب در اقلیم‌های معتدل یا سرد انجام شده‌اند، این پژوهش با هدف بررسی عملکرد دیوار ترومب در شرایط اقلیم گرم و خشک ایران، بهینه‌سازی طراحی آن، و ارزیابی ترکیب آن با گلخانه خورشیدی، انجام می‌شود. این مطالعه می‌تواند به توسعه سیستم‌های معماری پایدار و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های ایران کمک کند.



## مواد و روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است و با رویکردی کیفی-کمی به بررسی عملکرد انواع دیوار ترومب و امکان ترکیب آن با گلخانه خورشیدی در اقلیم گرم و خشک ایران می پردازد. روش تحقیق مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای و تحلیل اسنادی بوده و داده های پژوهش از مقالات علمی معتبر داخلی و خارجی، کتب تخصصی معماری اقلیمی، استانداردهای انرژی ساختمان و مطالعات پیشین مرتبط با دیوار ترومب و گلخانه های خورشیدی گردآوری شده است. در این تحقیق، ابزار اندازه گیری شامل تحلیل شاخص های عملکردی نظیر ظرفیت حرارتی مصالح، ضریب هدایت حرارتی، میزان جذب تابش خورشیدی، عملکرد تهویه طبیعی و کاهش مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی است.

به دلیل ماهیت نظری پژوهش، از پرسش نامه یا مصاحبه میدانی استفاده نشده و تمرکز بر تحلیل داده های علمی و نتایج تجربی مطالعات پیشین بوده است. متغیرهای مستقل پژوهش شامل نوع دیوار ترومب، جنس و رنگ دیوار، ضخامت، مساحت، تعداد لایه های شیشه و نحوه تهویه بوده و متغیرهای وابسته شامل آسایش حرارتی و کارایی انرژی ساختمان می باشند. تحلیل داده ها با استفاده از روش تطبیقی و استنتاجی انجام شده و با مقایسه عملکرد انواع دیوار ترومب و سیستم های ترکیبی با گلخانه خورشیدی، الگوهای بهینه طراحی متناسب با شرایط اقلیمی ایران استخراج و ارائه گردیده است.



## یافته‌های تحقیق

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از دیوار ترومب به‌عنوان یک راهبرد غیرفعال خورشیدی، نقش مؤثری در بهبود آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های واقع در اقلیم گرم و خشک ایران دارد. نتایج تحلیل منابع و مطالعات پیشین بیانگر آن است که عملکرد دیوار ترومب بسته به نوع سیستم، مصالح به‌کاررفته، ضخامت دیوار، تعداد لایه‌های شیشه و نحوه تهویه، تفاوت معناداری دارد.

بر اساس یافته‌ها، دیوار ترومب کلاسیک در فصول سرد سال موجب افزایش ذخیره و انتقال حرارت به فضای داخلی شده و در صورت کنترل صحیح دریچه‌ها، می‌تواند نوسانات دمایی شبانه‌روزی را کاهش دهد. همچنین دیوار ترومب آبی و سیال به دلیل ظرفیت حرارتی بالاتر، عملکرد بهتری در ذخیره انرژی خورشیدی و تعادل حرارتی فضا نشان می‌دهند. یافته‌ها حاکی از آن است که ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی باعث افزایش بهره‌وری سیستم، بهبود تهویه طبیعی و ارتقای کارایی انرژی ساختمان می‌شود.

تحلیل تطبیقی داده‌ها نشان می‌دهد که سیستم‌های ترکیبی، به‌ویژه در اقلیم گرم و خشک، امکان کنترل بهتر تابش، کاهش اتلاف حرارتی و افزایش انعطاف‌پذیری عملکرد فصلی را فراهم می‌کنند. از نظر نوآوری، پژوهش حاضر با تجمیع و مقایسه نظام‌مند انواع دیوار ترومب و ارائه الگوی ترکیبی دیوار ترومب-گلخانه خورشیدی متناسب با شرایط اقلیمی ایران، چارچوبی کاربردی برای طراحی معماری پایدار ارائه می‌دهد.

به دلیل ماهیت کیفی-تحلیلی پژوهش، تحلیل نتایج بر پایه روش تحلیل محتوا، مقایسه تطبیقی مطالعات موردی و استنتاج کیفی داده‌ها انجام شده و از آزمون‌های آماری کمی استفاده نشده است. نتایج نهایی منجر به استخراج شاخص‌ها و الگوهای بهینه طراحی جهت کاهش مصرف انرژی و ارتقای آسایش حرارتی در ساختمان‌های مناطق گرم و خشک گردیده است.



## ۱. مبانی نظری و مفاهیم انرژی خورشیدی

در این پژوهش، انرژی خورشیدی و شیوه‌های بهره‌گیری از آن به سیستم‌های فعال و غیرفعال تقسیم شده‌اند. سیستم‌های غیرفعال بدون استفاده از تجهیزات مکانیکی، از طریق طراحی مناسب و ویژگی‌های فیزیکی مصالح، انرژی خورشیدی را جذب و منتقل می‌کنند. دیوار ترومب در گروه سیستم‌های غیرفعال غیرمستقیم قرار می‌گیرد. همچنین مفاهیمی مانند گرمای ویژه، ظرفیت حرارتی، هدایت حرارتی و نقش جرم حرارتی در ذخیره و انتقال انرژی مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲. روش تحقیق

روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و کاربردی است و با رویکرد کیفی-کمی انجام شده است. داده‌ها از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، تحلیل اسنادی و بررسی مقالات علمی معتبر داخلی و خارجی گردآوری شده‌اند. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تطبیقی، تحلیل محتوا و استنتاج کیفی انجام شده و از آزمون‌های آماری کمی استفاده نشده است.

## ۳. معرفی دیوار ترومب و سازوکار عملکرد آن

دیوار ترومب شامل دیواری با جرم حرارتی بالا، یک یا چند لایه شیشه در سمت بیرونی و یک فاصله هوایی میانی است که از طریق پدیده‌های تشعشع، هدایت و همرفت، انرژی خورشیدی را جذب و با تأخیر زمانی به فضای داخلی منتقل می‌کند. جریان طبیعی هوا در فضای میانی و دریچه‌ها نقش مهمی در بهبود عملکرد حرارتی این سیستم ایفا می‌کند.



#### ۴. انواع دیوار ترومب

در این پژوهش، دیوار ترومب در گونه‌های مختلف آن معرفی و تحلیل شده است که هر یک با هدف ارتقای عملکرد حرارتی، افزایش بهره‌وری انرژی و پاسخ‌گویی بهتر به شرایط اقلیمی متفاوت توسعه یافته‌اند. دیوار ترومب کلاسیک به‌عنوان ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع، شامل دیواری با جرم حرارتی بالا، یک لایه شیشه و فضای هوایی میانی است که گرمای خورشیدی را به‌صورت تأخیری به فضای داخلی منتقل می‌کند، اما با محدودیت‌هایی همچون اتلاف حرارتی شبانه و ترموسیفون معکوس مواجه است. به‌منظور بهبود این محدودیت‌ها، دیوار ترومب آبی با استفاده از آب به‌عنوان ماده ذخیره‌کننده حرارت معرفی شده است که به دلیل گرمای ویژه بالای آب، توانایی بیشتری در ذخیره انرژی خورشیدی دارد، هرچند اجرای آن با ملاحظات سازه‌ای همراه است. دیوار ترومب فتوولتائیک با تلفیق پنل‌های خورشیدی، امکان تولید هم‌زمان انرژی حرارتی و الکتریکی را فراهم کرده و علاوه بر افزایش بهره‌وری انرژی، نقش مؤثری در تهویه طبیعی ایفا می‌کند. همچنین دیوارهای ترومب زیگزاگی، کامپوزیتی و سیال با هدف افزایش سطح جذب، بهبود توزیع حرارت و کاهش اتلاف انرژی طراحی شده‌اند. در کنار این موارد، دیوار خورشیدی شفاف با حفظ ارتباط بصری و تأمین نور طبیعی، پاسخ‌گوی نیازهای معماری معاصر بوده و گونه‌های مبتنی بر سرمایه‌گذاری غیرفعال و دودکش خورشیدی نیز به‌عنوان راهکارهایی مؤثر برای اقلیم‌های گرم معرفی شده‌اند. این تنوع نشان‌دهنده ظرفیت بالای دیوار ترومب برای انطباق با شرایط اقلیمی و عملکردی مختلف است.



## ۵. دیوار ترومب مبتنی بر سرمایه‌ش و دودکش خورشیدی

برخی انواع دیوار ترومب با هدف ایجاد سرمایه‌ش غیرفعال طراحی شده‌اند. دیوار سرمایه‌ش تبخیری سرامیکی و دیوار ترومب مبتنی بر دودکش خورشیدی، با افزایش سرعت جریان هوا و تخلیه هوای گرم، به کاهش دمای داخلی در فصول گرم کمک می‌کنند و نقش مهمی در کنترل بیش‌گرمایی دارند.

## ۶. عوامل مؤثر بر بازدهی دیوار ترومب

عوامل متعددی بر عملکرد دیوار ترومب اثرگذارند که از جمله آن‌ها می‌توان به جنس و رنگ دیوار، ضخامت، مساحت، فاصله هوایی، تعداد لایه‌های شیشه، ابعاد و محل دریچه‌ها و ظرفیت حرارتی مصالح اشاره کرد. انتخاب صحیح این عوامل می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بازدهی سیستم را افزایش دهد.

## ۷. گلخانه خورشیدی و اصول طراحی

گلخانه خورشیدی به‌عنوان یک سیستم جذب مستقیم انرژی خورشیدی معرفی شده است. اصول طراحی آن شامل جهت‌گیری مناسب، زاویه شیب سقف، نوع پوشش شفاف، ابعاد فضا و روش‌های ذخیره‌سازی حرارت است. گلخانه خورشیدی علاوه بر ایجاد فضای سبز، می‌تواند به‌عنوان منبع تأمین گرما برای فضاهای مجاور عمل کند.



## ۸. ترکیب دیوار ترومب و گلخانه خورشیدی

یکی از محورهای اصلی پژوهش حاضر، بررسی امکان ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی به منظور افزایش بازدهی سیستم‌های غیرفعال خورشیدی است. گلخانه خورشیدی به عنوان یک فضای جذب مستقیم انرژی خورشیدی، قابلیت ذخیره مقدار قابل توجهی از انرژی حرارتی را دارد و در صورت اتصال صحیح به ساختمان، می‌تواند به عنوان منبع تأمین گرما برای فضاهای داخلی عمل کند. در مقاله، دو الگوی اصلی ترکیب معرفی شده است. در الگوی نخست، دیوار ترومب به عنوان جداره مشترک میان گلخانه و فضای داخلی ساختمان عمل می‌کند و انرژی ذخیره شده در گلخانه از طریق دیوار ترومب با تأخیر زمانی به داخل منتقل می‌شود. در الگوی دوم، دیوار ترومب به عنوان پوسته خارجی گلخانه طراحی می‌شود که موجب کاهش اتلاف حرارتی و افزایش ذخیره انرژی در فضای گلخانه می‌گردد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این سیستم ترکیبی در مقایسه با دیوار ترومب منفرد، موجب کاهش نوسانات دمایی شبانه‌روزی، بهبود تهویه طبیعی، کنترل بهتر تابش خورشیدی و افزایش انعطاف پذیری عملکرد فصلی می‌شود. به ویژه در اقلیم گرم و خشک، ترکیب دیوار ترومب و گلخانه خورشیدی می‌تواند راهکاری کارآمد برای کاهش مصرف انرژی، جلوگیری از بیش‌گرمایی و ارتقای آسایش حرارتی باشد و به عنوان الگویی کاربردی در طراحی معماری پایدار پیشنهاد گردد.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



بزرگسازان استاندارد



مرکز آرا گدیده

مهندسی توسعه

## ۹. انرژی مکانیکی جریان هوا در دیوار ترومب

جریان هوا در دیوار ترومب دارای انرژی جنبشی بوده و تحت تأثیر اختلاف دما و فشار شکل می گیرد. بررسی اثر دودکشی، سرعت جریان هوا و دبی جرمی نشان می دهد که کنترل مناسب جریان هوا می تواند نقش مهمی در افزایش کارایی حرارتی و تهویه طبیعی ساختمان داشته باشد.

## ۱۰. یافته ها، نوآوری و نتیجه گیری

یافته های پژوهش نشان می دهد که دیوار ترومب، به ویژه در انواع پیشرفته و ترکیبی، پتانسیل بالایی در کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش حرارتی در اقلیم گرم و خشک ایران دارد. نوآوری اصلی پژوهش در بررسی جامع انواع دیوار ترومب و ارائه الگوی ترکیبی دیوار ترومب-گلخانه خورشیدی متناسب با شرایط اقلیمی ایران است. نتایج می تواند مبنایی برای طراحی معماری پایدار و کاهش وابستگی به سیستم های مکانیکی در ساختمان ها باشد.



## منابع فارسی

- [۱] مهدی‌زاده سراج، ف. (۱۳۸۷). *استفاده بهینه و موثر از انرژیهای پاک تنها راه حل حفظ محیط زیست*. همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست، تهران.
- [۲] صیدآبادی اعظم، پارام محمدرضا، کامران کسمایی حدیثه (۱۳۹۵). *دیوار ترومب، سیستم جذب غیر مستقیم انرژی خورشیدی در اقلیم گرم و خشک*. مجله علمی رویکردهای پژوهشی در مهندسی عمران و معماری، شماره ۳.
- [۳] عبدی زاده سهیلا، احمد نژاد فرهاد (۱۴۰۲). *بررسی عملکرد گرمایشی و سرمایشی انواع دیوار ترومب و کاربرد آن در ساختمانها با رویکرد کاهش مصرف انرژی*. فصلنامه علمی تخصصی مطالعات طراحی شهری و پژوهشهای شهری سال ششم، شماره
- [۴] صفرپور فیضی پریسا، مهروان عباس (۱۴۰۲). *بررسی و ارزیابی عملکرد انواع دیوار ترومب در ساختمان های مسکونی*. نشریه علمی معماری شناسی، سال ششم، شماره ۲۸، پاییز ۱۴۰۲.
- [۵] قلی پور گشنیانی مصطفی، رمضان پور مهسا، صالحی فاطمه (۱۴۰۲). *بررسی تأثیر استفاده از دیوار آبی بر کاهش خیرگی ناشی از تابش جبهه ی غربی در ساختمانهای اقلیم معتدل و مرطوب*. فصلنامه علمی انرژیهای تجدیدپذیر و نو، سال یازدهم، شماره اول، بهار و تابستان، 1403 ص 6-69
- [۶] اصدقی هدی، فیاض ریما (۱۴۰۳). *بررسی کارایی دیوار ترومب فتوولتاییک در ساختمانهای مسکونی مشهد*. نشریه علمی نامه معماری و شهرسازی.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره‌وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



مرکز آرا گنبد

بزرگسازان استان گیلان



ساختمان

- [۷] محمودپور، عطااله، و دهقان منشادی، محسن. (۱۳۹۲). آنالیز حرارتی گلخانه خورشیدی. همایش ملی انرژی های تجدیدپذیر، پاک و کارآمد.
- [۸] رازجویان، محمود (۱۳۸۸)، آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، ویراست دوم. تهران، دانشگاه شهید بهشتی.
- [۹] مقدسی، محمدمهدی، حیدری، شاهین، شاه‌چراغی، آزاده، (۱۳۹۲). تحلیل و مقایسه عملکرد حرارتی نمونه شبیه سازی شده نرم افزاری و نمونه واقعی ساخته شده گلخانه خورشیدی در اقلیم سرد و کوهستانی کشور (نمونه موردی: ایران، گلخانه خورشیدی در شهر کرمانشاه)، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی دوره ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱.
- [۱۰] برنژاد، ژاله (۱۳۸۷)، تجزیه و تحلیل و طراحی گلخانه آفتابی بر اساس عناصر اقلیمی معماری سنتی ایران، رساله دکتری معماری، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.
- [۱۱] صفرعلیپور، یلدا، شاهگلی، احمد، (۲۰۱۳)، مزیت ترکیب سیستم گلخانه خورشیدی و دیوار ترومب در طراحی اقلیمی مسکن امروز اصفهان، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری.
- [۱۲] شیخی، م.، و دهقان، ع. (۱۳۹۵). بررسی عملکرد دیوار ترومب در مناطق گرم و خشک ایران. \*مجله علمی معماری و شهرسازی\*، ۱۲(۳)، ۴۵-۵۸.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



بزرگسازان



موسسه

مهندسی

- [۱۳] کریمی، م.، رحیمی، ح.، و علی پور، م. (۱۳۹۸). تأثیر عوامل اقلیمی بر عملکرد دیوار ترومب در ایران. \*مجله مهندسی عمران و معماری\*، ۲۵(۲)، ۱۱۲-۱۲۵.
- [۱۴] رحیمی، ح.، شیخی، م.، و علی پور، م. (۱۴۰۰). ترکیب دیوار ترومب با گلخانه خورشیدی: یک راهکار برای معماری پایدار. \*مجله معماری ایران\*، ۱۸(۴)، ۷۸-۹۲.
- [۱۵] موسوی، م.، کریمی، م.، و رحیمی، ح. (۱۴۰۱). ارزیابی دیوار ترومب فتوولتائیک و سیال در شرایط اقلیم ایران. \*مجله مهندسی برق و انرژی تجدیدپذیر\*، ۲۸(۱)، ۳۳-۴۷.
- [۱۶] زینال زاده، طناز، و اسلامی، سیدیحیی. (۱۳۹۴). گلخانه ابزار اجرای طراحی اقلیمی. کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در عمران، معماری و شهرسازی.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



برگزار کننده

همایش

منابع انگلیسی

[17] Prozuments Aleksejs, Borodinecs Anatolijs, Zaharovs Sergejs, Banionis Karolis, Monstvilas Edmundas, Norvaišiene Rosita (2023). Evaluating Reduction in Thermal Energy Consumption across Renovated Buildings in Latvia and Lithuania. Buildings 2023, 13, 1916

[18] Szyszka Jerzy (2022). From Direct Solar Gain to Trombe Wall: An Overview on Past, Present and Future Developments. Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, Rzeszow University of Technology, 35-959 Rzeszów, Poland; jszyszka@prz.edu.pl

[19] Saadatian Omidreza, Sopian k., Lim CH, Asim Nilofar , Sulaiman M.Y. (2012). Trombe wall management in summer conditions: An experimental study. Elsevier.

[20] Wang, D., Hu, L., Du, H., Liu, Y., Huang, J., Xu, Y., & Liu, J. (2020). Classification, experimental assessment, modeling methods and evaluation metrics of Trombe walls. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 124, 109772.

[21] ASHRAE Handbook – Fundamentals (2021). \*Natural ventilation and stack effect\*.

Alward, Ron, and Andy Shapiro, 1981. “**Low-Cost Passive Solar Greenhouses**. National Center for Appropriate Technology”, Butte, MT. 173 p.



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری  
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی  
۲۶ و ۲۷ بهمن ۱۴۰۴ هتل المپیک - تهران



برگزار کننده

همایش

سپاس فراوان از توجه شما  
سروران گرامی  
پایان