دیوار جدید گرمایش و سرمایش طبیعی

زهرا قیابکلو[1]
دانشیار دانشکدهٔ معماری پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران

کلیدواژگان: گرمایش و سرمایش طبیعی، دیوار حرارتی، شبیه‌سازی حرارتی ساختمان، حرارت و برودت تبخیری، سیستم غیر فعال.

چکیده

محدود بودن منابع فسیلی و آلودگی‌های ناشی از استفاده از این‌گونه منابع، جوامع اندیشمند را بدان واداشته که از انرژی‌های نو به جای منابع فسیلی استفاده کنند. امروزه بعضاً به سبب ضعف در طراحی ساختمان‌ها، درصد قابل ملاحظه‌ای از انرژی‌های اولیه صرف گرم کردن، خنک کردن، و نوررسانی آن‌ها می‌شود. با اندکی توجه به اصول طراحی منطبق با اقلیم و به کارگیری انرژی‌های تجدید شونده، می‌توان مصرف انرژی را در بناها تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. ایدهٔ پیشنهادی این مقاله، سیستمی را ارائه می‌کند که می‌تواند جایگزین دیوار جنوبی نمای ساختمان‌ها شود. بر اساس این ایده در طول زمستان حرارت تا هنگام غروب در دیوار ذخیره شده و پس از غروب خورشید انرژی ذخیره‌شده شروع به بازتاب می‌کند. در طول تابستان نیز با استفاده از برودت تبخیری همراه تهویهٔ عبوری می‌توان شرایط مطلوبی را فراهم کرد. این ایده که برای اولین بار در جهان ارائه می‌شود، نسبت به سیستم‌های قدیمی فلیکس‌ترومب[2] که در سال ۱۹۶۶ در فرانسه پیشنهاد شده مزایا و کارکردهای بهتری دارد.

مقدمه

امروزه با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی برای سرمایش و گرمایش ساختمان‌های مسکونی و تجاری ـ که عمدتاً با نیروی الکتریسیته و گاز طبیعی حاصل می‌شود ـ و نیز آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از به کار گرفتن این انرژی‌ها، توجه به کاربرد انرژی خورشیدی و انرژی باد را که منابع نامحدود دارند و آلوده‌کننده نیز نیستند، افزون کرده است. گرچه از انرژی خورشید و باد در بخش‌های مختلف همچون تولید الکتریسیته، صنعت و... می‌توان استفاده کرد، در این نوشته استفاده از آن قابلیت‌های این انرژی‌ها در بخش ساختمان ـ که عمده‌ترین مصرف‌کنندهٔ انرژی به شمار می‌رود ـ مقصود است.

ذخیره کردن انرژی تابشی خورشید در زمستان و توزیع حرارت حاصل از آن در مواقع نیاز و همچنین بهره‌گیری از باد همراه خنک‌سازی تبخیری در ماه‌های گرم سال، پایه و اساس سیستم پیشنهادی است که موجب کاهش هزینه‌ها و آلودگی و ایجاد آسایش در زندگی روزمره خواهد شد.

1. ghiabaklou@ut.ac.ir
2. Felix Trombe

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

پرسش‌های تحقیق

۱. عوارض ناشی از کمبود رطوبت نسبی کدام اند؟
۲. کدام‌یک از روش‌های غیر فعال گرمایش و سرمایش برای اقلیم گرم و خشک مناسب‌تر است؟
۳. چگونه می‌توان از حرارت و برودت تبخیری غیر فعال استفاده کرد؟

در شیوهٔ غیر فعال، ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که گرمایش، سرمایش و نوررسانی در آنها حتی‌المقدور طبیعی و همساز با اقلیم تأمین شود و به این سبب نیز «Passive System» نامیده می‌شود که در آن‌ها برخلاف سیستم‌های مکانیکی، برای سرد و گرم کردن ساختمان به فعالیت خاصی نیاز نیست یا خیلی کم است. این‌گونه بناها را ساختمان‌های کارآمد از لحاظ صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌نامند.

معضلات ناشی از کاهش رطوبت نسبی

یکی از معضلات مناطق خشک، کمبود رطوبت نسبی و در نتیجه بروز مشکلات فیزیولوژیکی در بدن انسان است. این مسئله در تابستان به طور طبیعی و در زمستان نیز با گرم کردن فضای داخلی و در نتیجه خشک شدن هوا به وجود می‌آید. از همین رو است که پزشکان اغلب روشن کردن دستگاه بخور را در فضای زندگی توصیه می‌کنند.

بخش اعظم بدن انسان از آب تشکیل شده است. در آب و هوای خشک، هنگامی‌که سطح رطوبت نسبی پایین‌تر از ۴۰٪ است، رطوبت از بدن بیرون کشیده شده و در محیط آزاد می‌شود. در این صورت اگر بدن آب زیادی را از دست بدهد، بافت‌ها خشک شده و پوست خاصیت ارتجاعی خود را از دست می‌دهد. درد مفاصل و ماهیچه‌ها، خشکی و خارش چشم، پوست و حساسیت‌های پوستی، درد و سوزش گلو، خون‌ریزی بینی، ناراحتی‌های تنفسی چون آسم، برونشیت، سینوزیت و ایجاد الکتریسیتهٔ ساکن و شوک حاصل از آن، و کاهش سطح تمرکز از جمله عوارض خشکی هوا به شمار می‌روند. در سیستم پیشنهادی با توجه به افزایش رطوبت نسبی محیط، تمامی عوارض ذکر شده از میان می‌روند.[۳]

علاوه بر روش‌های متعدد تخمین محدودهٔ آسایش حرارتی که تا کنون ارایه شده اند، یکی از ساده‌ترین روش‌ها برگرفته از مطالعاتی است که توسط سازمان هواشناسی آمریکا انجام شده و مبنای آن دمای خشک و تر محیط است. بر این اساس، شاخصی تک‌عددی بر مبنای دما و رطوبت[۴] قابل محاسبه است. این شاخص نمایانگر احساس آسایش یا عدم آسایش افراد در محیط است.[۵]

معادلهٔ ۱ روش محاسبهٔ این شاخص تک‌عددی را برای ایام گرم سال نشان می‌دهد. بر این مبنا عدد ۷۰ نشانگر این است که غالب افراد در محیط

3. J. H., Richards, and C. Marriott, *Effect of relative humidity on the rheologic properties of bronchial mucus*. pp. 484-486.
4. Temperature-Humidity Index.
5. E. C., Thom, and J. F. Bosen, *The discomfort index, Weatherwise*, pp.57-60.

www.SID.ir

مفروض احساس آسایش می‌کنند. عدد ۷۵ نشان می‌دهد که نیمی از افراد احساس آسایش می‌کنند و عدد ۸۰ نارضایتی غالب افراد از محیط را بیان می‌کند.

معادله ۱: ITH=0.4 (DBT + WBT) + 15

در این معادله: ITH= شاخص دما و رطوبت،

DBT= دمای خشک (F°)،

WBT= دمای تر (F°) است.

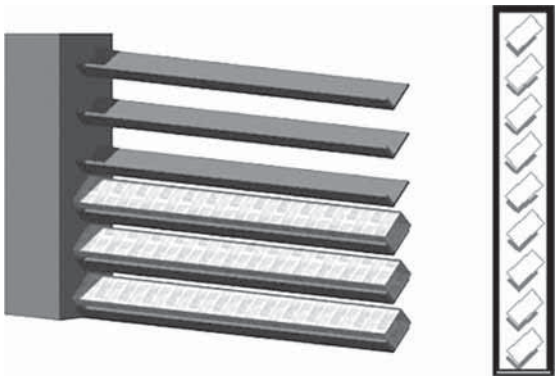
رابطهٔ فوق برای شهری مانند تهران در ایستگاه پارک شهر با متوسط دمای خشک تابستانی (97°F) ۳۶/۱۱ °C و متوسط دمای تر (97°F) ۲۱/۴۸ °C، عدد ۸۲/۳۲ را نشان می‌دهد که نمایانگر نارضایتی اغلب افراد از دما و رطوبت محیط است.

ITH=0.4 (97 + 71.31) + 15=82.32

شرح و توصیف سیستم پیشنهادی

سیستم پیشنهادی متشکل است از یک دیوار آجری خاص که بین دو سطح شیشه (پنجره) محصور شده است. یک لولهٔ آب به صورت افقی روی بالاترین ردیف آجرها قرار می‌گیرد تا عمل رطوبت‌زنی از طریق نازل‌های روی لولهٔ آب به صورت قطره‌ای یا اسپری روی آجرها انجام پذیرد. آب اضافی که با تنظیم صحیح، بسیار ناچیز خواهد بود، در کف سیستم داخل یک ناودان جمع شده و می‌تواند به مصارف دیگر (از قبیل آبیاری فضای سبز یا فلاش‌تانک‌های سرویس‌های بهداشتی) برسد یا توسط یک پمپ بسیار کوچک دوباره روی دیوار ریخته شود. البته قابل ذکر است که میزان مصرف انرژی پمپ مذکور در مقابل انرژیی که از کل سیستم به دست می‌آید، بسیار ناچیز است که آن را هم می‌توان از طریق سیستم‌های برق خورشیدی یا فتوولتاییک‌ها تأمین کرد.

مقطع و پرسپکتیو شماتیک دیوار پیشنهادی در «ت ۱» نشان داده شده است؛ در این دیوار آجرهایی به ابعاد ۵×۱۰×۲۲ س‌م به صورت مایل با زاویهٔ ۴۵ درجه روی نبشی‌هایی موازی



ت ۱. شماتیکی از مقطع و پرسپکتیو سیستم.[۶]

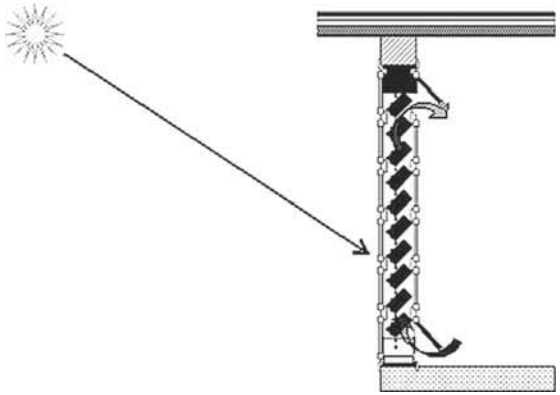
به ابعاد ۷/۵×۱۵ س‌م و ضخامت ۴ مم که به دو ستون عمودی طرفین جوش داده می‌شوند، قرار می‌گیرند. تعداد ۹ ردیف موازی آجر در ارتفاع ۲ متر در مقطع دیده می‌شود. بیشتر ۹ ردیف آجر در ارتفاع مفروض، موجب کم شدن فاصلهٔ بین نبشی‌ها شده و در نتیجه دید را مختل می‌کند و کمتر از آن نیز موجب کم شدن حجم کلی ذخیره‌کننده خواهد شد. فاصلهٔ لبهٔ آجر از شیشه‌ها که دوجداره هستند، ۴ الی ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شده که با این حساب ضخامت کل سیستم در حدود ۳۰ سانتی‌متر خواهد بود.

محاسبات اولیه نشانگر آن است که مقدار انرژی جذب‌شده توسط سطوح دیوار پیشنهادی شیاردار ـ که در آن آجرها مایل تعبیه شده اند ـ کمتر از سطح یک دیوار سادهٔ پر نیست و آن به سبب زاویهٔ برخورد کوچک‌تر نور خورشید با سطوح مایل است که موجب بالا رفتن میزان جذب کلی نسبت به یک دیوار عمودی می‌شود. مهم‌ترین ویژگی این سیستم سادگی اجرا، کم هزینه بودن، و بازدهی بالای آن است.

همان‌گونه که در «ت ۲» دیده می‌شود، در زمستان تابش مستقیم خورشید از طریق لایهٔ شیشه‌ای بیرونی به دیوار، موجب گرم شدن دیوار و در نتیجه تبخیر رطوبت سطحی آن می‌شود. هوای گرم که امواج مادون قرمز تولید می‌کند، با برخورد به شیشه دیگر قادر به فرار به سمت بیرون نخواهد شد و در نتیجه هوای گرم و مرطوب از طریق باز کردن دریچهٔ بالایی پنجرهٔ

۶. همهٔ تصویرهای مقاله توسط نگارنده تهیه و ترسیم شده‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

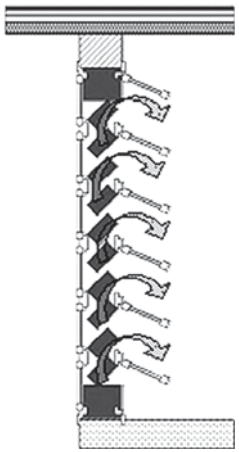


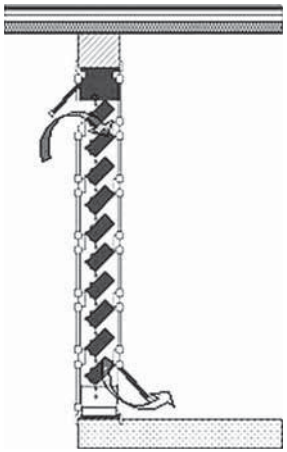
درونی به سمت داخل اتاق حرکت کرده و به واسطهٔ پدیدهٔ «همرفت» موجب گرم شدن فضای داخلی می‌شود. هوایی که در اتاق چرخیده و خنک شده مجدداً از طریق دریچهٔ پایینی وارد چرخهٔ سیستم می‌شود.

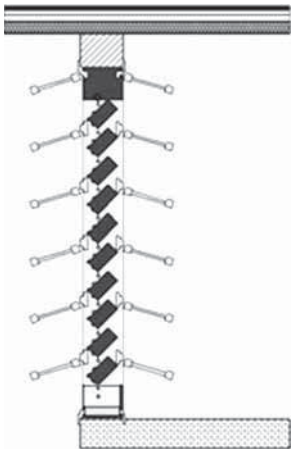
شب‌هنگام همان‌گونه که در «ت ۳» دیده می‌شود، وقتی که خورشید غروب می‌کند، با باز کردن کامل پنجرهٔ درونی و قطع سیستم آب‌چکانی، دیوار گرم‌شده در طول روز به‌تدریج از طریق پدیدهٔ تشعشع، حرارت ذخیره‌شده را به درون اتاق ساطع می‌کند.

در «ت ۴» نحوهٔ استفاده از این سیستم در فصل تابستان دیده می‌شود. در روزهای تابستانی به علت بیشتر شدن زاویهٔ ارتفاع خورشید، وجود یک پیش‌آمدگی ساده در بالای سیستم پیشنهادی موجب آن می‌گردد که تشعشعات خورشیدی به دیوار نتابد. با باز کردن دریچهٔ بالایی پنجرهٔ بیرونی، هوای خشک وارد سیستم شده و پس از عبور از لابه‌لای منافذ دیوار، مرطوب و خنک شده از دریچهٔ زیرین وارد فضای داخلی می‌شود. این امر مستلزم آن است که در سوی دیگر ساختمان نیز پنجره‌ای باز باشد تا این تهویه به راحتی صورت پذیرد.

روش دیگر خنک کردن در فصل گرما در«ت ۵» نشان داده شده است. در این روش هر دو پنجره‌های بیرونی و درونی به صورت هم‌زمان در وضعیت کاملاً باز قرار می‌گیرند تا تهویهٔ طبیعی به صورت تهویهٔ عبوری انجام پذیرد. بدیهی است که در این صورت نیز هوای گرم و خشک بیرون در تماس با مصالح خنک و مرطوب حرارت خود را از دست داده و هوای مطلوب وارد فضای داخلی خواهد شد.







ت ۲. (بالا) عملکرد سیستم در روز زمستانی.
ت ۳. (پایین، راست) عملکرد سیستم در شب زمستانی.
ت ۴. (پایین، میان) روش اول: استفاده از سیستم در تابستان.
ت ۵. (پایین، چپ) روش دوم: استفاده از سیستم در تابستان.

Archive of SID
www.SID.ir

شبیه‌سازی سیستم

در ایـن بخش به منظور بررسـی وضعیت دمایـی و رطوبتی‌ای که با اجرای دیوار پیشـنهادی به دسـت خواهد آمد، از نرم‌افزار شبیه‌سازی رفتار حرارتی سـاختمان (TAS)[۷] استفاده شده است. این نرم‌افزار علاوه بر محاسبات انتقال حرارت از طریق هدایت و تشعشع، قادر است این محاسبات را برای تهویهٔ طبیعی نیز انجام دهد. همچنین از طریق تغییر دمای نهان سیستم مذبور می‌توان انتقال حرارت از طریق تبخیر را نیز محاسبه کرد.

برای سـهولت در انجام شبیه‌سـازی، ابعاد و اندازه‌هایی به عنوان مبنای محاسبات در نظر گرفته شده اند:

دیوار پیشـنهادی به مسـاحت ۷ متر مربـع در ضلع جنوبی اتاقی به ابعاد ۲/۷×۴×۶ متر فرض گردیده است. به منظور ایجاد سـایه‌اندازی در تابستان، سایه‌بانی به عمق یک متر بالای دیوار پیشـنهادی در نظر گرفته شده است. پنجرهٔ شمالی نیز مساحتی معادل ۲۰٪ مسـاحت دیوار پیشنهادی یعنی ۱/۴ متر مربع دارد. اتاق در طبقهٔ همکف در نظر گرفته شـده و تنها از سـمت دیوار شمالی و جنوبی و سقف با فضای بیرون در ارتباط است.

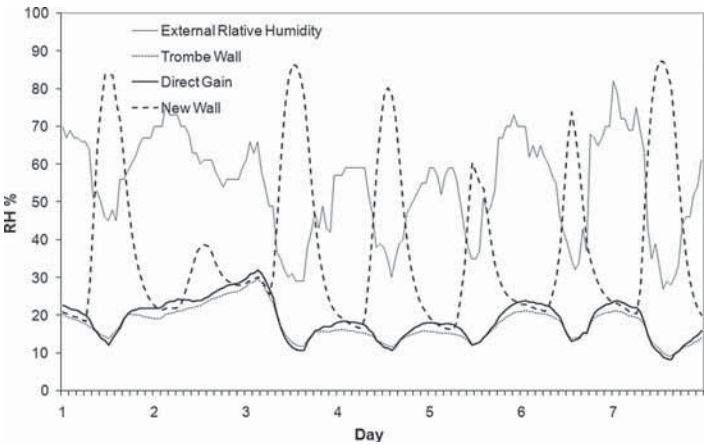
نتایج شبیه‌سازی در زمستان

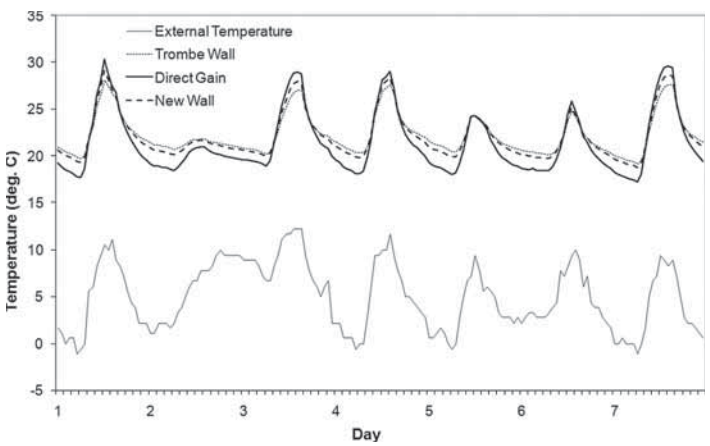
در «ت ۶» نتایـج به‌دسـت‌آمده برای سـه اسـتراتژی مختلف گرمایش غیر فعال مقایسـه شده اند. سـه روش مذکور عبارت اند از: جذب مستقیم، دیوار ترومب معمول، و دیوار پیشنهادی.

همان گونه که در تصویر ۶ مشاهده می‌شود، در روش جذب مستقیم، دمای اتاق در طول روز بیش از سایر روش‌ها بوده و به عکس در طول شـب کمتر از سایر روش‌ها است و این به علت جـرم حرارتی انـدک و اتلاف انرژی از پنجره‌ها اسـت. این در حالی اسـت که دو روش دیگر تقریباً دارای رفتار حرارتی مشابه در طول روز و شب هستند.

بدون اسـتفاده از روش‌های تبخیری، به سـبب گرم شدن هـوای داخلی توسـط هر سیسـتم حتی روش‌هـای غیر فعال، رطوبت نسبی داخلی کمتر از رطوبت نسبی هوای بیرون خواهد شـد. همان‌گونه که در «ت ۷» دیده می‌شـود، تبخیر حاصله از سیستم پیشنهادی توسط تابش در طول ساعات آفتابی زمستانی موجب بالا رفتن رطوبت نسبی اتاق می‌شود. بدین ترتیب متوسط رطوبت نسبی با استفاده از روش مذکور به ۳۸/۶٪ می‌رسد و این در حالی اسـت که این مقدار برای دیوار ترومب ۷٫۱۷٪ و برای جذب مستقیم ۱۸/۹٪ است.

7. Thermal Analysis Software.





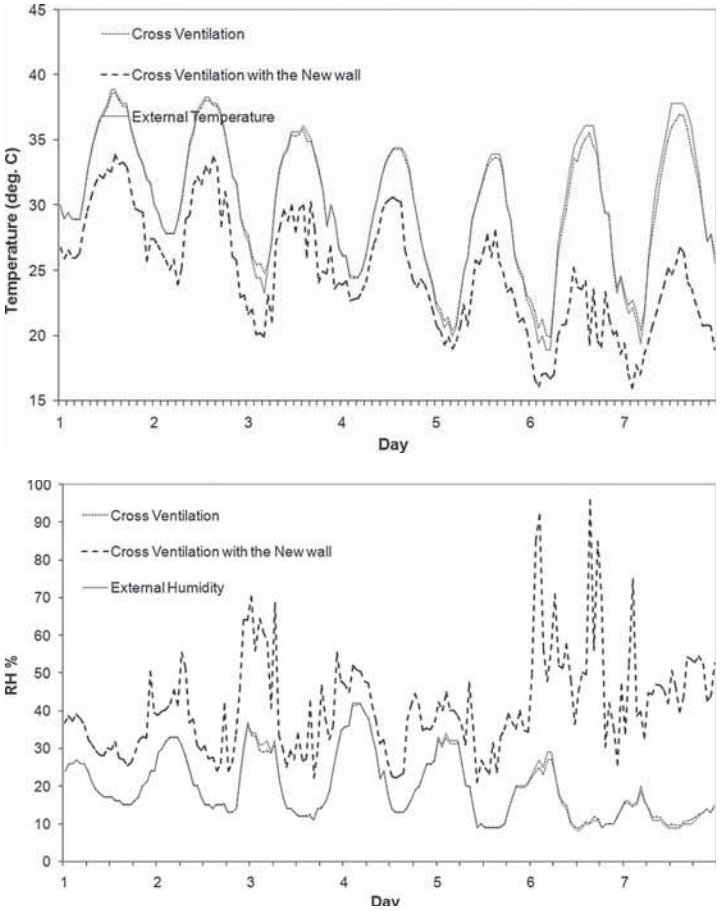
ت ۶. (راسـت) تأثیـر سـه روش مختلـف گرمایش غیـر فعال بر دمای داخلی در زمستان.
ت ۷. (چـپ) تأثیـر سـه روش مختلـف گرمایش غیـر فعال بر رطوبت نسبی داخلی در زمستان.

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج شبیه‌سازی در تابستان

همان‌گونه که در «ت ۸» مشاهده می‌شود، نتایج شبیه‌سازی برای تابستان حاکی از آن است که در روش جذب مستقیم، با استفاده از تهویهٔ صرفاً عبوری، دمای داخلی به مراتب بیشتر از زمانی است که دیوار پیشنهادی همراه تبخیر به کار گرفته شود.

همچنین نتایج شبیه‌سازی در شکل «ت ۹» نشان می‌دهد که متوسط رطوبت نسبی با استفاده از روش ارائه‌شده برابر است با ۴۱/۳٪ که دو برابر روش تهویهٔ صرفاً عبوری است.



ت ۸. (بالا) تأثیر دیوار پیشنهادی بر دمای داخلی اتاق در تابستان.
ت ۹. (پایین) تأثیر دیوار پیشنهادی بر رطوبت نسبی داخلی اتاق در تابستان.

نتیجه‌گیری

هدف از خلق چنین سیستمی ایجاد برودت تبخیری از طریق تهویهٔ طبیعی در فصل تابستان و بهره‌مندی از مزایای تابش خورشیدی در فصل زمستان به منظور ایجاد آسایش حرارتی در طول سال است. مهم‌ترین دستاوردهای این پدیده را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

- با در نظر گرفتن سلامت فیزیولوژیکی، این سیستم می‌تواند به لحاظ مقدار حرارت و رطوبت محیطی راحت ایجاد کند.
- این سیستم در ساختمان‌های آموزشی، اداری و مسکونی و هر فضای دیگری است که تهویه در آن ضروری است، قابل اجرا است.
- یکی دیگر از مزایای این سیستم کاهش هزینهٔ مصرف الکتریسیته با استفاده از نور طبیعی است است که خود موجب کاهش هزینهٔ خنک‌سازی نیز خواهد شد.
- از دیگر مزایای این سیستم بهره‌مندی از منابع پاک و رایگان تجدیدشونده است که هیچ‌گونه اثر مخرب بر محیط زیست ندارد.
- این سیستم در مقایسه با دیوار ترومب معمولی امکان ارتباط با طبیعت و بهره‌مندی از مناظر بیرون را به دست می‌دهد.

از آنجایی که طرح ارائه‌شده در مرحلهٔ پیشنهاد است، ممکن است بسیار پرسش‌برانگیز و دارای نقایص و اشکالات زیادی باشد که نیازمند مطالعات آتی بیشتری در این زمینه است.

منابع و مآخذ

Richards, J. H. and C. Marriott, "*Effect of relative humidity on the rheologic properties of bronchial mucus*". in American Review of Respiratory Disease, no. 109, (1974), pp. 484-486.

Thom, E. C. and J. F. Bosen, *The discomfort index, Weatherwise*, (April 1959), pp. 57-60.

Archive of SID
www.SID.ir