بررسی سیستم‌های سرمایش و گرمایش غیرفعال مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر

مصطفی جعفریان[۱*]، امین قبادپور[۲]، مجید خانعلی[۳]، کریم جعفریان[۴]

۱- دانشجوی دکتری رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه تهران و مدرس دانشگاه فنی حرفه‌ای-آموزشکده فنی پسران شیروان

۲- دانشجوی دکتری رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم گرایش انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه تهران

۳- استادیار، عضو هیئت علمی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران

۴- دانشجوی دکتری رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی، دانشگاه صنعتی شاهرود

* ایمیل نویسنده مسئول: m.jafarian@ut.ac.ir

چکیده

امروزه محققان و مهندسان بخش انرژی مطالعات و فعالیت‌های خود را برای کاهش مصرف انرژی افزایش داده‌اند. یکی از بخش‌های پرمصرف انرژی، گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها و تأسیسات کشاورزی می‌باشد که با روی آوردن به سیستم‌های غیرفعال سرمایش و گرمایش، میزان مصرف انرژی را می‌توان کاهش داد. از طرفی هزینه‌های نصب تجهیزات سرمایش و گرمایش که هزینه زیادی را به مصرف کننده تحمیل می‌کند، حذف می‌گردد. بیشتر سیستم‌های سرمایش و گرمایش غیرفعال مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر، به خصوص انرژی خورشیدی هستند. در این مقاله سیستم‌های غیرفعال مختلفی از قبیل دیوار ترومب، سرمایش و گرمایش با انرژی زمین گرمایی، سرمایش تهویه‌ای، سرمایش تبخیری، استفاده از مواد تغییر فاز دهنده مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند و مزایا و معایب هر روش بیان می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی، گرمایش غیرفعال، سرمایش غیرفعال

مقدمه

به طور کلی منابع انرژی را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم بندی نمود که شامل منابع انرژی تجدیدپذیر و منابع انرژی تجدید ناپذیر می‌شوند. انرژی تجدیدپذیر، انرژی است که قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک دوره‌ی زمانی کوتاه، مجدداً تجدید شود. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی خورشید، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی، انرژی زیست توده، انرژی آب‌های پشت سد و جزر و مد دریا و ... می‌شود. انرژی در منابع تجدید ناپذیر از منابع استاتیکی که تنها می‌توانند با دخالت بشر آزاد شوند و تا قبل از آن به صورت ذخیره است، تأمین می‌گردد. سوخت‌های فسیلی از قبیل زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی در این گروه قرار دارند. سوخت‌های فسیلی در حال تمام شدن هستند و ظرف چند دهه آینده باقیمانده نفت مناطق نفت خیز جهان هم به پایان خواهد رسید. مصرف مداوم هر یک از سوخت‌های فسیلی، در دراز مدت مخاطره‌های زیست محیطی مشهود و هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی فزاینده‌ای را به وجود می‌آورد که لزوم گسترش منابع دیگر انرژی را مسلم می‌سازد (مروج، ۱۳۹۱). لذا روی آوردن به منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین سیاست‌های کاهش مصرف انرژی در بخش‌های پرمصرف یک الزام است و باید در برنامه‌ریزی‌های کلان مدیران بخش انرژی لحاظ شود.

در این میان، بخش ساختمان (اعم از ساختمان‌های مسکونی و صنعتی و تأسیسات کشاورزی) از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در بین بخش‌های اقتصادی در کشور محسوب می‌گردد. بر اساس مطالعات انجام شده، مصرف انرژی بخش ساختمان در کشور ایران و کشورهای اروپایی در هر مترمربع به ترتیب ۳۰ و ۶ مترمکعب گاز طبیعی است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۲). به عبارتی مصرف انرژی این بخش در ایران تقریباً ۴ تا ۵ برابر بیشتر از استانداردهای کشورهای اروپایی است. این اختلاف عمدتاً ناشی از طراحی و ساخت نامناسب ساختمان‌ها، مصالح و تجهیزات غیر استاندارد به کار رفته در ساختمان‌ها و انتخاب نامناسب پوشش ساختمان‌ها در پنجره‌ها و سیستم عایق کاری است. انجام اقدامات فوق موجب کاهش سهم تلفات انرژی داخلی از هر یک از اجزای پوسته ساختمان می‌شود؛ به عبارت دیگر با عایق کاری دیوارهای جانبی، سقف و کف، سهم تلفات انرژی داخلی از هر یک از این اجزا نسبت به زمانی که اقدامات بهینه‌سازی صورت نگرفته به ترتیب حدود ۳۵، ۲۵ و ۱۰ درصد کاهش می‌یابد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۲). همچنین با نصب درب‌ها و پنجره‌های استاندارد و دو جداره این سهم حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد کاهش می‌یابد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۲).

بخش عمده مصرف انرژی در ساختمان‌ها و تأسیسات ساختمانی و کشاورزی، مربوط به سیستم‌های گرمایش و سرمایش است. مصرف انرژی برای تهویه مطبوع در ساختمان‌ها، اعم از گرمایش و سرمایش، ارتباط مستقیم با وضعیت آب و هوای منطقه مورد نظر دارد. برای مثال در کشور انگلستان، انرژی مورد استفاده برای گرمایش، در حدود ۵۰ درصد از کل مصرف انرژی در سال ۲۰۰۴ در این کشور بود، در حالی که در شانگهای چین، در تابستان ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی، به تهویه و برودت هوا اختصاص یافته

بود (حسنی لیچایی و همکاران، ۱۳۹۰).

امروزه انرژی تجدیدپذیر خورشیدی دارای دو کاربرد رایج می‌باشند که عبارت است از تبدیل انرژی خورشیدی به جریان برق توسط سلول‌های فتوولتائیک و دیگری تبدیل انرژی خورشیدی به گرما (Gustav *et al*., 2008). کاربرد انرژی خورشیدی برای تولید گرما می‌تواند برای فرآیندهای مختلف کشاورزی مانند خشک کردن محصولات زراعی و باغی، تهیه‌ی آب شیرین تولید آب گرم برای دامداری‌ها، مرغداری‌ها، گلخانه‌ها و از همه مهم‌تر گرمایش و سرمایش تأسیسات و ساختمان‌های کشاورزی استفاده شود.

سیستم‌های گرمایش ساختمان‌ها و تأسیسات کشاورزی به دو نوع سیستم فعال[1] و سیستم غیرفعال[2] تقسیم می‌شوند. سیستم‌های گرمایش فعال از انرژی جانبی برای انتقال هوای گرم شده (توسط خورشید) یا آب از سطوح جمع کننده[3] یا ذخیره‌سازها به داخل ساختمان استفاده می‌کنند. بدیهی است برای استفاده‌ی بهینه از این سیستم‌ها در معماری، باید بررسی و مطالعه لازم برای تعیین بهترین گزینه صورت گیرد (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۰). سیستم‌های غیرفعال، انرژی خورشیدی را بدون استفاده از تجهیزات مصرف کننده انرژی نظیر فن، پمپ یا کنترل کننده، جمع آوری و ذخیره می‌کنند تا در زمان مناسب مورد استفاده قرار گیرد. زمانی که گردآوری انرژی و کاهش هزینه‌های تجهیزات و اجرا جزو اولویت‌های اصلی طراحی محسوب می‌شوند، این سیستم‌ها در میان دیگر سیستم‌های خورشیدی کارآمدترین سیستم‌ها خواهند بود (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۰). سیستم‌های سرمایش نیز با توجه به میزان مصرف انرژی، به دو گروه فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند. به روشی که در آن از تجهیزات مکانیکی از قبیل کمپرسور، کندانسور، اواپراتور و... استفاده می‌شود، روش فعال گفته می‌شود. دسترس پذیری تجهیزات، ایجاد محیط مناسب با کمترین ارتباط با دمای محیط بیرون، از مزیت‌های اصلی روش فعال محسوب می‌شود (میراحمدی گلرودباری و معرفت، ۱۳۹۳). از جمله عیوب اصلی روش فعال این است که تجهیزات مکانیکی به کار برده شده در این روش خود از عوامل مصرف انرژی محسوب می‌شوند، همچنین به علت کاربرد سیال عامل مخرب محیط زیست، مشکلات زیست محیطی هم ایجاد می‌نمایند. روش سرمایش غیرفعال، روشی است که در آن بدون استفاده از تجهیزات مکانیکی پیچیده و پرمصرف، دمای محیط را در شرایط مطلوب (آسایش حرارتی) نگه می‌دارد. این روش با استفاده از دفع حرارت به چاه حرارتی به صورت طبیعی و یا جلوگیری از ورود گرما از چشمه حرارتی به محیط، عمل سرمایش را انجام می‌دهد. این روش با محیط زیست سازگار است و این یک مزیت محسوب می‌شود (Leo Samuel *et al*., 2013).

هدف از این مقاله، بررسی جامع روش‌های مختلف سرمایش و گرمایش غیرفعال برای ساختمان‌ها و تأسیسات مختلف کشاورزی و برشمردن مزایا و معایب هر روش است.

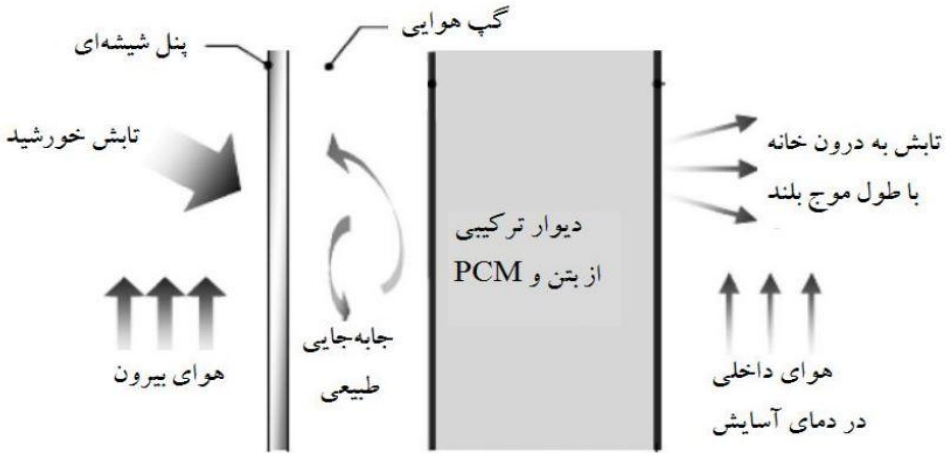
مواد و روش‌ها

[1] active
[2] passive
[3] collectors

۱-دیوار ترومب

دیوار ترومب[1] یا دیوار خورشیدی یکی از روش‌های غیرفعال در گرمایش خورشیدی محسوب می‌شود. این دیوار از مصالح ساختمانی با سطح تیره و یک جدار شیشه‌ای به فاصله کمی از آن تشکیل شده است. این دیوار دارای دریچه‌های هوا در مقاطع ارتفاعی پایین و بالا است. دیوار ترومب برای جذب و ذخیره‌سازی انرژی تابشی خورشید طراحی شده است. ظرفیت گرمایی و ضریب جذب[2] تابشی آن بالاست. دیوار ترومب در پشت یک جدار شیشه‌ای در ضلع جنوبی ساختمان، قرار می‌گیرد. حرارت جذب شده توسط دیوار ترومب در فضای بین دیوار و جداره شیشه‌ای محبوس شده و از طریق انتقال حرارت با روش‌های هدایت حرارتی، جابجایی و تشعشع به هوای داخل منتقل می‌شود. تعبیه دو دریچه در پایین و بالای مقطع ارتفاعی دیوار باعث ایجاد جریان هوا بین این دو قسمت می‌شود. هوای سرد از دریچه پایینی وارد محفظه بین دیوار و جداره شیشه‌ای شده و بر اثر گرمای خورشید گرم می‌شود. هوای گرم شده به دلیل اختلاف چگالی به سمت بالا حرکت کرده و از دریچه بالای دیوار خارج می‌شود (Li *et al.*, 2007).

دیوار خورشیدی جزء روش‌های غیرفعال تهویه مطبوع محسوب می‌شود. ایده اصلی دیوار خورشیدی ابتدا توسط ادوارد مورس[3] ارائه شد. در سال ۱۹۶۰ به عنوان بخشی از ساختمان توسط فلیکس ترومب[4] و جاکویی مایکل[5] به طور کامل تشریح و معرفی شد. در شکل ۱ طرحواره دیوار ترومب نشان داده شده است. این دیوار ترکیبی از بتن و مواد تغییر فاز دهنده (PCM[6]) است.



شکل۱- طرحواره‌ی دیوار ترومب و نحوه عملکرد آن

[1] Trombe wall
[2] Absorption Coefficient
[3] Edward S. Mors
[4] Felix Trombe
[5] Jacques Michel
[6] Phase Change Material

دیوار ترومب معمولاً در جهت آفتاب‌گیر خورشید (قسمت جنوبی در نیم‌کره شمالی) ساخته می‌شود. برای افزایش جذب حرارت از مواد تیره و با ضریب جذب تابشی بالا در طراحی و ساخت آن استفاده می‌شود. دیوار ترومب با بازتابش در محدوده نور فروسرخ باعث پخش مناسب حرارت در اتاق می‌گردد. همچنین ظرفیت حرارتی بالا باعث ذخیره‌سازی حرارت در آن در طول روز و باز پس دهی آهسته حرارت در طول شب می‌شود (Kundakci and Yilmaz, 2012).

۲-سرمایش با استفاده از چاه‌های گرمایی طبیعی

معمولاً در حاشیه ساختمان تأسیسات کشاورزی، چاه‌های گرمایی[1] مانند زمین، هوا و آب وجود دارند، از این پتانسیل می‌توان برای سرمایش ساختمان در فصول گرم سال استفاده نمود.

۳-آسمان به عنوان چاه حرارتی: سرمایش تابشی شبانه

سیستم سرمایش تابشی امروزه برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و همچنین برای ایجاد شرایط مناسب آسایش حرارتی مورد توجه محققان قرار گرفته است (خراسانی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). در این سیستم‌ها، تابش می‌تواند باعث حذف اختلاف دمای ناخواسته و کاهش فاصله بین حداکثر و حداقل دمای هوا در فضای داخل ساختمان شود. همچنین به علت عدم وزش هوا، نارضایتی موضعی کاهش می‌یابد. از مزیت‌های سیستم سرمایش تابشی، کم بودن سر و صدای سیستم، به دلیل عدم وجود تجهیزات مکانیکی دمنده می‌باشد. از معایب این سیستم، این است که فقط قادر به جبران بار برودتی محسوس هستند و بار نهان را نمی‌توانند منتقل کنند و همچنین آب در پانل‌های سقفی میعان می‌شود و به تبع آن چکه می‌کند (ASHRAE Handbook, 2008).

در این سیستم فرآیند سرمایش را می‌توان با استفاده از دمای آسمان که به عنوان جسم سیاه در نظر گرفته می‌شود تصور نمود. سرمایش تابشی شبانه در مناطق خشک عملکرد بسیار خوبی دارد، اما در مناطق مرطوب، به علت نرخ انتقال حرارت پایین تابشی، عملکرد این سیستم ضعیف می‌شود. در طول روز اثر تابشی خورشید، اثر این نوع سرمایش را متوقف می‌کند.

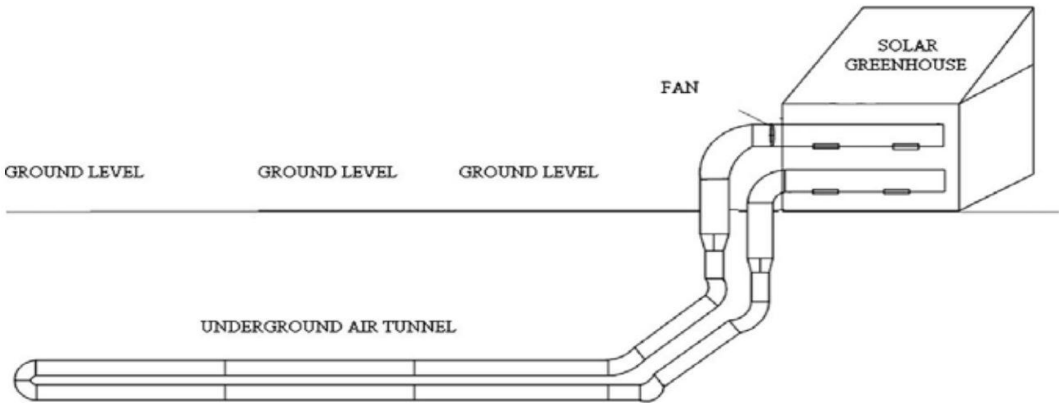
٤-زمین به عنوان چاه حرارتی: سرمایش و گرمایش با انرژی زمین گرمایی

انرژی حرارتی که در پوسته جامد زمین وجود دارد، انرژی زمین گرمایی نامیده می‌شود. مرکز زمین منبع عظیمی از انرژی حرارتی است که به شکل‌های گوناگون از جمله فوران‌های آتشفشانی، آب‌های گرم و یا به واسطه خاصیت رسانایی به سطح آن هدایت می‌شوند. هر چه در عمق زمین حرکت کنیم، دامنه نوسانات دمایی کاهش می‌یابد به طوری که تقریباً در عمق ۴ متری، مقدار دما ثابت است (Bharadwaj and Bansal, 1981). این بدین معنی است که در تابستان دمای زیر زمین کمتر و در زمستان بیشتر از دمای هوای محیط است. در نتیجه از این پتانسیل می‌توان در سرمایش و گرمایش ساختمان استفاده کرد (Sethi and

[1] Thermal sink

.(Sharma, 2008

برای استفاده مـؤثر از ایـن پتانسـیل زمـین، روش‌های متعـددی پیشنهاد شده است. یکی از این روش‌ها لوله‌های دفن شـده در عمـق زمین است. لوله‌ها در عمق زمین مطابق شکل ۲ به صـورت U شـکل قرار گرفته و دو انتهای آن به سـطح زمـین آورده می‌شود. هـوا بـه صورت اجباری به داخل لوله‌ها هدایت شده و پس از تبادل حرارتی بـا زمین دوباره به سطح منتقل می‌شود و می‌توان از انـرژی حرارتـی ذخیره شده در آن برای اهداف گرمایش و یا سرمایش ساختمان یا تأسیسات کشاورزی مثل گلخانه استفاده کرد (محمدی مقرب و همکاران، ۱۳۹۲). در زمستان به دلیل بالا بودن دمای عمق زمین نسبت بـه دمـای هـوای گلخانه انتقال حرارت از خاک به هوا و در تابستان به صـورت عکـس صورت می‌گیرد (Abbaspour-Fard *et al.*, 2011). از جمله معایب این روش می‌توان به هزینه اولیه بالا، وابستگی به اختلالات دمایی آب و هوا و نیاز به فضای افقی زیاد اشاره نمود (Maerefat and haghighi, 2010).



شکل۲- مبدل زمین به هوا برای استفاده از انرژی زمین گرمایی (Ozgener and Ozgener, 2010)

۵-سرمایش تهویه‌ای

تهویه عبارت است از تعویض هوای گرم و مرطوب با هوای تازه. در فرآیند تهویه رقیق کردن هوای داخل ساختمان، باعث افزایش کیفیت هوا و خنک کاری می‌شود. روش‌های غیرفعال از قبیل بادگیر و هواکش خورشیدی نمونه‌هایی از سرمایش تهویه‌ای هستند. از معایب عمده این روش، می‌توان به تحت تأثیر بودن تغییرات دمایی و سرعت باد به ساعات روز و همچنین افزایش تعداد ساختمان‌ها و در نتیجه محدودیت عبور باد از روی ساختمان تحت اثر اشاره کرد.

٦-سرمایش تبخیری

با توجه به اینکه تبخیر ذاتاً یک فرآیند گرماگیر است، از پدیده تبخیر می‌توان به عنوان جاذب گرما به صورت طبیعی استفاده نمود. به این صورت که گرمای نهان لازم برای تبخیر آب توسط گرمای محسوس هوا تأمین می‌شود. روش سرمایش تبخیری، خود به دو روش مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شود. در روش مستقیم با عبور هوا از یک محیط مرطوب، دمای هوا کاهش می‌یابد، در

واقع گرمای موجود در هوا صرف تبخیر آب می‌شود؛ اما در روش غیر مستقیم، بخار هوای ثانویه با استفاده از آب، خنک می‌شود و این بخار هوای خنک شده، وارد مبدل حرارتی می‌شود و بخار هوای اولیه ورودی را خنک می‌کند.

۷-استفاده از سایه

از سایه‌ای که در طول روز با پدیده‌های مختلف طبیعی ایجاد می‌شود، می‌توان به فرآیند سرمایش کمک کرد. ایجاد سقف دوم، سازه ایجاد شده برای پنل‌های فتوولتائیک، از جمله مواردی هستند که می‌توان از سایه آن‌ها استفاده نمود.

۸-استفاده از مواد تغییر فاز دهنده

ذخیره حرارتی در ساختمان، روشی است که برای جبران نوسانات شدید دمای داخل در طراحی در نظر گرفته می‌شود. نحوه عملکرد به این صورت است که اجزاء ساختمان در طول روز انرژی گرمایی را جذب می‌کنند و در طول شب این انرژی گرمایی را آزاد می‌کنند. همچنین اجزاء ساختمان در طول شب بار سرمایی را جذب و در طول روز که دمای محیط گرم می‌شود، بار سرمایی را به صورت تابشی و همرفتی در ساختمان رها می‌سازند.

مواد تغییر فاز دهنده[1] قابلیت جذب و نگه داری مقادیر زیادی انرژی گرمایی را درون خود دارند. ذخیره انرژی گرمایی در این مواد، در طی فرآیند تغییر فاز (تغییر حالت از جامد به مایع یا بالعکس) اتفاق می‌افتد (Dimirbas, 2006). این مواد به هنگام تغییر فاز از جامد به مایع یا از مایع به جامد، این گرما را از محیط جذب نموده و یا به محیط پس می‌دهند (Benard *et al.*,1981). اگر از مواد تغییر فاز دهنده در ساختمان استفاده کنیم، می‌توانیم مقادیر زیادی گرما را با محیط تبادل نموده و از این طریق دمای هوای متعادل‌تری را برای فضای داخل ساختمان ایجاد نماییم. در پژوهش‌هایی که در زمینه کاربرد مواد تغییر فاز دهنده در ساختمان انجام شده، نتایج بسیار خوبی برای کاهش انرژی مصرفی برای سرمایش و گرمایش به دست آمده است (کیان پرور، ۱۳۸۸). طبق نتایج به دست آمده از تحقیقات به‌کارگیری این مواد در ساختمان، نوسانات دمای هوای داخل به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد و همچنین از طریق این سیستم می‌توان انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش را تا ۱۹ درصد کاهش داد (معرفت و کیان، ۱۳۸۸).

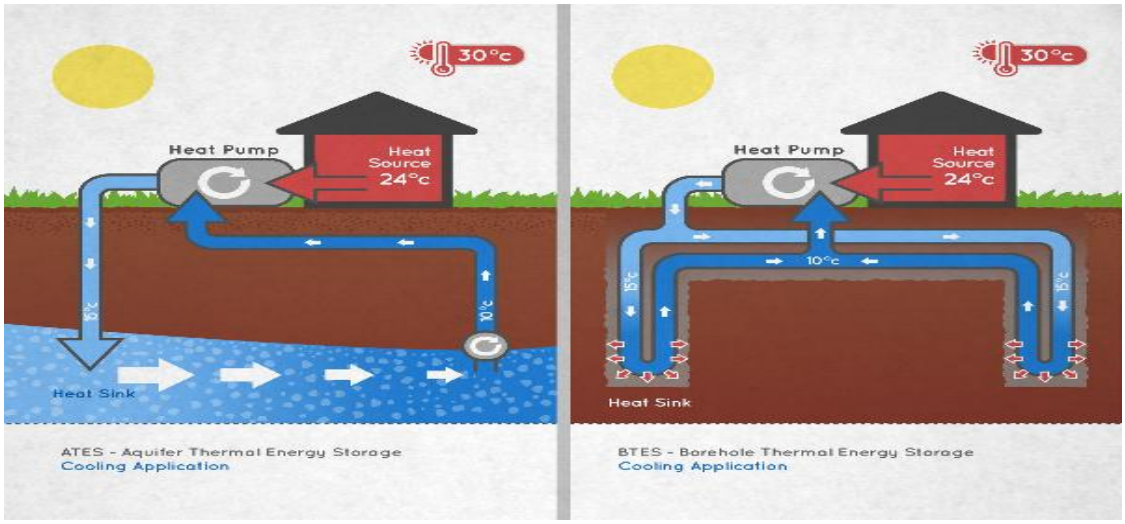
۹-سیستم‌های سرمایش و گرمایش در گلخانه

بسیاری از ساختمان‌ها و تأسیسات کشاورزی از جمله گلخانه‌ها برای تأمین بخشی از روشنایی خود از نور خورشید استفاده می‌کنند، بعضی از گلخانه‌ها از انرژی گرمایی خورشید نیز بهره‌برداری می‌کنند. این گلخانه‌ها انرژی گرمایی خورشید را در طول روز جمع‌آوری نموده و به نحو مقتضی ذخیره می‌کنند تا در طول شب و یا روزهایی که هوا ابری است استفاده کنند.

[1] Phase Change Material

هدف اصلی از احداث یک گلخانه، تولید محصول با عملکرد بالا است، به طوری که بتواند نیاز بازار را در خارج از فصل کشت تأمین کند. اگر سیستم گرمایش یا سرمایش مناسب در گلخانه‌ها به درستی به کار برده شود، نیل به این هدف میسر می‌شود.

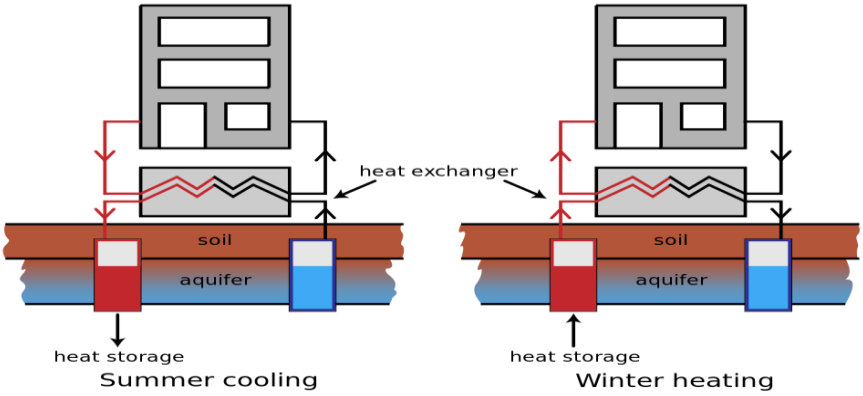
سیستم گرمایش گلخانه در طول روز علاوه بر تأمین نیازهای حرارتی گلخانه، حرارت مازاد را به محل ذخیره‌سازی گرما منتقل می‌کند. حرارت ذخیره شده، در طول شب نیازهای گرمایشی گلخانه‌ای تأمین می‌کند. مهم‌ترین سیستم‌های ذخیره سازی حرارتی در گلخانه عبارتند از: سیستم‌های ذخیره سازی حرارتی زیرزمینی (UTES)[1]، ذخیره سازی حرارتی در سفره آب زیرزمینی(ATES)[2]، ذخیره سازی در چاه(BTES)[3] و ذخیره سازی در مواد تغییر فاز دهنده(PCM)[4] (Cabeza, 2015). نحوه عملکرد ذخیره سازهای حرارتی ATES و BTES در شکل ۳ نشان داده شده است. در سیستم‌های BTES انرژی حرارتی توسط جریان انتقال آب بین حفره های درون زمین جابه‌جا می‌شود.



شکل۳- استفاده از سیستم ذخیره سازی حرارتی در سفره آب زیرزمینی و ذخیره سازی در چاه برای سرمایش (Cabeza, 2015)

سیستم‌های UTES برای ذخیره انرژی حرارتی ناشی از منابع طبیعی و مصنوعی برای کاربردهای فصلی یا روزانه استفاده می‌شوند. سیستم‌های ATES شامل استفاده از سفره زیرزمینی برای گرمایش و سرمایش می‌باشد. در شکل ۴ نحوه عملکرد سیستم ATES در سرمایش تابستانه و گرمایش زمستانه نشان داده شده است.

[1] Underground thermal energy storage
[2] aquifer thermal energy storage
[3] borehole thermal energy storage
[4] phase change materials



شکل٤- استفاده از سیستم ذخیره سازی حرارتی در سفره آب زیرزمینی (Cabeza, 2015)

نتایج و بحث

امروزه اقدامات متعددی در ساختمان‌ها و تأسیسات کشاورزی برای بهینه سازی مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی در ساختمان انجام می‌گیرد که عموماً اهداف زیر را دنبال می‌کنند:

۱- کم کردن وابستگی به سوخت‌های فسیلی و روی آوردن به منابع انرژی تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی

۲- کاهش هزینه های مصرف انرژی توسط کاربران و بهره برداران از ساختمان و تأسیسات کشاورزی

۳- کاهش آلودگی زیست محیطی با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی

۴- حذف هزینه های نصب تجهیزات سرمایش و گرمایش که هزینه زیادی را به مصرف کننده تحمیل می‌کند.

۵- بهبود شرایط آسایش حرارتی

۶- کاهش هزینه های انتقال انرژی

سیستم‌های سرمایش و گرمایش خورشیدی غیرفعال، دارای این مزیت منحصر به فرد هستند که عملکردشان متناسب با زمان (روز و فصل) به نفع سیستم تغییر می‌کند؛ یعنی از سیستمی که در تابستان برای کاربری سرمایش استفاده می‌شود، در زمستان می‌توان برای هدف گرمایش استفاده نمود. همچنین برای طراحی این سیستم‌ها باید فاکتور محیطی که برای آنجا طراحی صورت می‌گیرد، در نظر گرفته شود چون این سیستم‌ها به محیطی که از آن بهره برداری می‌شود به شدت وابسته هستند.

نتیجه‌گیری کلی

طبق تحقیقات انجام شده، سیستم‌های گرمایش و سرمایش فعال به وفور مورد مطالعه قرار گرفته و توسعه داده شده‌اند، اما سیستم‌های گرمایش و سرمایش غیرفعال کمتر مورد مطالعه و تحقیق واقع شده‌اند. در این مقاله با بررسی سیستم‌های سرمایش و گرمایش غیرفعال، نقاط ضعف و قوت هر یک بیان گردیده‌اند. سیستم‌های غیرفعال هزینه بسیار کمتری را نسبت به سیستم‌های

فعال به کاربران تحمیل می‌کنند.

منابع

ترازنامه انرژی، ۱۳۹۲

حسنی لیچایی، ب. آبسواران، ن. ۱۳۹۰. بررسی تکنولوژی سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی برای رسیدن به معماری. اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه، زیباکنار، ایران

خراسانی‌زاده، ح. شیخ‌زاده، ق. صابونچی، ا. بت‌شکن، ه. ۱۳۹۲. مطالعه و مقایسه اثر پانل‌های سرمایش تابشی سقفی و دیواری بر توزیع دما، سرعت و انتقال حرارت در یک اتاق مسکونی. مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس. دوره ۱۳ شماره ۹. صفحه ۱۶۰-۱۴۹

کیان‌پرور، س. ۱۳۸۸. تحلیل کاربرد مواد تغییر فاز دهنده در دیوار اتاق و برآورد میزان تأثیر آن بر کاهش مصرف انرژی گرمایشی در فصل زمستان. دانشکده فنی و مهندسی. دانشگاه تربیت مدرس.

گیلانی، س. محمدکاری، ب. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد گرمایشی گلخانه های خورشیدی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد نمونه‌ی موردی: شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی مهندسی مکانیک مدرس. دوره ۱۱ شماره ۲. صفحه ۱۴۷-۱۵۷

محمدی مقرب، م. عباسپورفرد، م. گلدانی، م. عمادی، ب. ۱۳۹۲. تأثیر سطح گلخانه و درصد پوشش گیاهی بر کار آیی مبدل زمین به هوا در سرمایش گلخانه. نشریه علمی پژوهشی ماشین‌های کشاورزی. جلد ۳، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۲، ص ۲۳-۱۶

مروج، ۱. ۱۳۹۱. طراحی و بهینه سازی سرمایش خورشیدی همراه با ذخیره سازی. دانشکده مهندسی مکانیک. دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

معرفت، م. کیان، س. ۱۳۸۸. به‌کارگیری مواد تغییر فاز دهنده در ساختمان جهت صرفه جویی در انرژی گرمایشی. مجله مهندسی مکانیک. شماره ۶۸، سال هجدهم

میراحمدی گلرودبادی، س. معرفت، م. ۱۳۹۳. مروری بر سیستم‌ها و روش‌های سرمایش غیر فعال. فصلنامه علمی-تخصصی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو. سال اول، شماره ۲. صفحه ۱۴-۱۰

Abbaspour-Fard, M. H., A. Gholami, M. Khojastehpour. 2011. Evaluation of an earth-to-air heat exchanger for the north-east of Iran with semi-arid climate. International Journal of Green Energy, 8: 499-510.

ASHRAE, "ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment", American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering Inc., Atlanta, 2008.

Basak Kundakci Koyunbaba, Zerrin Yilmaz, 2012, The comparison of Trombe wall

systems with single glass, double glass and PV panels, Renewable Energy 45 (2012) 111e118.

Benard, C., Gobin, D., and Gutierrez, M., "Experimental Results of a Latent Heat Solar Roof used for Breeding Chickens", Solar Energy, No. 6, pp. 347–354, (1981).

Cabeza, F. L. 2015. Advances in Thermal Energy Storage Systems, Method and Applications. Woodhead Publishing. Cambridge.

Gustav R., Anne H., Thomas F., Christian P., Felipe T., Reinhard H. (2008) Potentials and prospects for renewable energies at global scale, Energy Policy 36, 4048–4056.

Leo Samuel, D.G. Shiva Nagendra, S.M, and Maiya. M.P. Passive alternative to mechanical air conditioning of building: A reviw,. Building and Environment, 2013,66, (0), pp.54-64

M. Fatih Demirbas, "Thermal Energy Storage and Phase change Materials: an Overview", Energy Sources, part B, 1:85-95, 2006.

Ozgener, L., Ozgener, O. 2010. An experimental study of the exergetic performance of an underground air tunnel system for greenhouse cooling. Journal of Renewable Energy, 35: 2804-2811.

S.S. Bharadwaj, N.K. Bansal, Temperature distribution inside ground for various surface conditions, Build Environ 1981,16:183-92.

Sethi, V. P., Sharma, S. K. 2008. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications, Journal of Solar Energy, 82: 832-859.

Y Li, X Duanmu, Y Sun, J Li and H Jia, 2007, STUDY ON THE AIR MOVEMENT CHARACTER IN SOLAR WALL SYSTEM, Building Simulation 2007.

M. maerefat, and A.P. Haghighi, Passive cooling of buildings by using integrated earth to air heat exchanger and solar chimney, Renewable Energy, 2010,35,(10),pp. 2316-2324.