
سیستم‌های تبخیری و کولر آبی

ویرایش دوم

نوشته: جی. دی. پالمر
ترجمه: ثمر ترابی کرمانشاه



سرشناسه	پالمر، ج. دی. Palmer, J. D.
عنوان و نام پدیدآور	سیستم‌های تبخیری و کولر آبی / نوشته جی. دی. پالمر؛ ترجمه نمر ترابی کرمانشاه.
وضعیت ویراست	ویراست ۲
مشخصات نشر	تهران: یزدا؛ ماهنامه تهویه و تبرید، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	۱۳۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Evaporative cooling design guidelines manual.
موضوع	سردسازی تبخیری
موضوع	تهویه مطبوع
موضوع	سردسازی و دستگاه‌های سردکننده
شناسه افزوده	ترابی کرمانشاه، نمر، ۱۳۶۱ - مترجم
رده بندی کنگره	۱۳۹۰ س ۹ / پ ۲ / ۷۶۸۷ THV
رده بندی دیویی	۶۹۷/۹۳
شماره کتابشناسی ملی	۲۶۸۰۳۲۸



سیستم‌های تبخیری و کولر آبی

ویرایش سوم

نوشته جی. دی. پالمر
ترجمه: نمر ترابی کرمانشاه

ناشر:	یزدا
چاپ اول:	۱۳۹۰
آماده‌سازی قبل از چاپ:	تشریه حرارت و برودت
مدیر تولید:	محمد پیروزمند
چاپ / صحافی:	یزدا
قطع و تعداد صفحات:	رقعی - ۱۳۲
شمارگان:	۱۱۰۰ نسخه
بها:	۷۵۰۰ تومان

شابک: 978-600-165-194-6



دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران- سیدضیاءالدین، خیابان ارسباران- کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا | تلفن: ۰۲۱-۲۳۸۸۵۶۴۷ (۲۲)

WWW.HVAC.IR

WWW.YAZDAPUB.IR

WWW.KHANETASISAT.IR

توجه: به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ و همچنین قانون ارجح و تکثیر کتب و نشریات و آکسار صوبی مصوب سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای نشر یزدا محفوظ است. نشر و پخش عام یا فسخی از این کتاب بدون اجازه از ناشر، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

فهرست

۹	مقدمه مترجم
۱۱	پیش‌گفتار
۱۳	خلاصه مطالب
۱۷	مقدمه
۱۷	نحوه عملکرد سرمایه‌های تبحری
۱۸	انواع سیستم‌های سرمایه‌ای
۱۹	هزینه‌های کاربردی
۲۰	منابع طبیعی
۲۱	مزایای خنک‌کننده‌های تبحری
۲۳	بخش اول: طراحی سرمایه‌های تبحری
۲۳	انواع سیستم‌ها
۲۳	پیش‌زمینه‌ای راجع به سیستم‌های سرمایه‌های تبحری
۲۶	سرمایش تبحری مستقیم
۲۸	سرمایش تبحری غیرمستقیم
۳۳	سیستم‌های مرکب
۳۴	برج خنک‌کن «سرمایش مستقل»
۳۴	صرفه‌گرسمت آب
۳۶	پیش‌سرمایش کندانسور
۳۶	انتقال مبرد
۳۷	انواع بسترهای تبحری
۳۹	سایکرومتریک
۴۵	الزامات محیطی
۴۷	آب مصرفی در سیستم‌های سرمایه‌های تبحری
۵۱	مشکلات سیستم و رفع آن
۵۱	موارد استفاده
۵۵	سرمایش
۵۶	رطوبت‌زنی
۵۶	کارایی و مصرف انرژی

۵۷	سرمایش تبخیری هوا.....
۵۸	سرمایش تراکمی.....
۵۹	ترکیب سرمایش تبخیری و هوای سرد شده.....
۶۰	مصرف آب.....
۶۵	مقایسه مصرف انرژی و آسایش.....
۶۶	راه‌اندازی اولیه سیستم‌های سرمایش تبخیری.....
۶۸	تعیین ظرفیت سیستم سرمایش تبخیری.....
۶۸	افت دمای هوای مرطوب.....
۷۰	سرعت هوا بر روی بسترهای مرطوب.....
۷۱	معیارهای تعیین ظرفیت سرمایش تبخیری.....
۷۳	اطلاعات موجود در کاتالوگ سازندگان.....
۷۵	کنترل سیستم.....
۷۷	ترموستات در سیستم‌های سرمایش تبخیری.....
۷۷	دمپ‌های اطمینان.....
۷۸	کلیدهای پمپ و سرعت فن.....
۷۹	کنترل انباشتگی و تجمع املاح.....
۸۰	شیوه‌های کنترل رسوبات.....
۸۲	کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها.....
۸۳	کیفیت هوا.....
۸۶	معیارهای آسایش ASHRAE.....
۸۷	استانداردها.....
۸۸	آسایش واقعی.....
۹۰	اهمیت دمپ‌های اطمینان.....
۹۳	الزامات هوای خارجی.....
۹۳	کنترل رطوبت.....
۹۵	توزیع هوای رفت.....
۹۷	اتلاف حرارت.....
۹۷	عایق‌کاری کانال.....
۹۷	دمپ‌های فصلی.....
۹۹	شبکه کانال سیستم سرمایش تبخیری و توزیع‌کننده‌های هوا.....
۱۰۱	فشار استاتیک و سایر الزامات.....
۱۰۳	موارد اقتصادی.....
۱۰۳	تحلیل هزینه‌های دوره بهره‌برداری.....

۱۰۳	آسایش در مقایسه با هزینه
۱۰۴	هزینه کاربری
۱۰۵	شرایط نگهداری
۱۰۷	قابلیت اطمینان
۱۰۸	مقایسه سرمایش تخییری با سرمایش تراکمی
۱۰۸	الزامات تعویض سیستم
۱۰۹	کنترل خوردگی

بخش دوم: کاربری و نگهداری ۱۱۳

۱۱۴	راه اندازی سیستم برای فصل تابستان
۱۱۸	تمیز نمودن شبکه و سیستم توزیع آب
۱۱۹	قطع سیستم در زمستان
۱۲۰	کنترل
۱۲۲	الزامات نگهداری در فواصل معین
۱۲۳	تنظیم سیستم تخییری برای اوج کار
۱۲۳	در واحدهای سرمایش تخییری
۱۲۵	سیستم توزیع هوا
۱۲۶	نکات دیگر
۱۲۸	عیب یابی
۱۲۸	مشکلات سیستم های تخییری و شیوه رفع آن ها

مقدمه مترجم

الکتریکسته در بخش‌های مختلفی از ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ بیشترین کاربرد آن، در زمینه روشنایی و تهویه مطبوع است. در صورتی که در طراحی سیستم‌ها، به مسائل مربوط به حفظ و ذخیره انرژی، نگهداری و عملکرد سیستم نیز توجه شود، انرژی موجود در ساختمان‌ها ذخیره شده و درحالی‌که هزینه‌های استفاده به حداقل می‌رسد میزان بودگی هم کاهش می‌یابد. در بسیاری از مواقع در طی طول عمر ساختمان‌ها، هزینه‌های مربوط به انرژی نسبت به هزینه‌های نصب سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی بالاتر بوده است. بنابراین لازم است نتایج طرح که نشان‌دهنده میزان انرژی مصرفی در مدت عمر مفید یک ساختمان تلقی می‌شود، در هزینه عملکرد یک سیستم خاص لحاظ شود.

در کتابی که پیش‌رو دارید هدف را بر مبنای حفظ و صرفه‌جویی انرژی، کاربرد و استفاده صحیح از سیستم‌های سرمایش تبخیری، تهویه مطبوع و کولرهای آبی، طراحی، کنترل و نگهداری از این سیستم‌ها و آگاه ساختن طراحان مختلف مردم که به‌نوعی با این سیستم‌ها در ارتباط هستند، قرار داده‌ایم. این کتاب در دو بخش کامل و جامع در خصوص طراحی سیستم‌های سرمایش تبخیری و روش‌های کاربری و نگهداری آن‌ها به خوانندگان گرامی ارائه شده است که امیدوارم به‌عنوان راهنما برای استفاده خوانندگان فنی یا غیر متخصص مفید واقع شود.

در انتها از کلیه دوستان و همکاران گرامی در نشر یزدا و به‌ویژه استاد بزرگ، جناب آقای مهندس سلطان‌دوست که با راهنمایی‌های بی‌دریغ مرا در تهیه این کتاب یاری رسانده‌اند و همچنین جناب آقای مهندس دهقان که فرصت ترجمه این کتاب را در اختیارم گذاشتند، نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

نمر ترابی

بهار ۸۸

پیش‌گفتار

این کتاب به سفارش سازمان منابع طبیعی و ذخائر انرژی، بخش مدیریت و حفظ انرژی (EMNRD – ECMD) گردآوری شده است. هدف این سازمان از تهیه این کتاب، حفظ و ذخیره انرژی، طراحی مدارس مجهز با امکانات رفاهی و همچنین صرفه‌جویی در هزینه‌ها در جهت مافع آموزشی است.

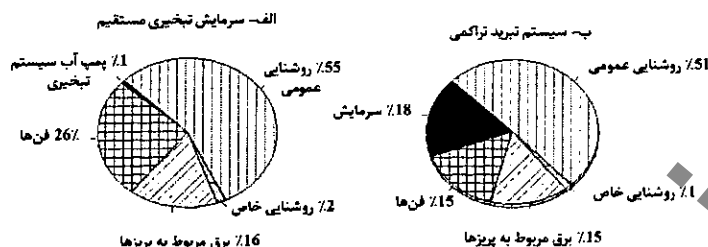
هدف این کتاب راهنما، آگاهی و آموزش به مالکان ساختمان‌ها، مسئولین مدارس، کارکنان، پرسنل نگهداری از تجهیزات مدارس و گروه‌های طراحی این تجهیزات، درخصوص کاربرد صحیح، کنترل، نگهداری و انتظاراتی است که از سیستم‌های سرمایش تبخیری در مدارس و ساختمان‌های تجاری وجود دارد. این راهنما به‌عنوان ابزاری، برای طراحی موفقیت‌آمیز سیستم‌های سرمایش تبخیری مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای مهندسين این امکان را فراهم می‌نماید که طراحی این نوع سیستم‌ها را با اطمینان و اعتماد به اجرا درآورند. همچنین این کتاب می‌تواند، با مرور اجمالی قواعد کلی و تجهیزات سرمایش تبخیری و با ارائه واژه‌های فنی در واژه‌نامه کتاب، به‌عنوان راهنما مورد استفاده مطالعه‌کنندگان غیر فنی و متخصص قرار بگیرد. مرور این کتاب، خصوصياتی از طراحی را ارائه می‌دهد که به‌منظور بهبود اقتصادی عملکرد، آسایش، ظاهر قابل اعتماد، قابلیت استفاده و طول عمر سیستم‌های سرمایش تبخیری مفید واقع می‌شوند.

خلاصه مطالب

الکتریسته در بخش های مختلفی از ساختمان ها مورد استفاده قرار می گیرد؛ بیشترین کاربرد آن، در زمینه روشنایی و تهویه مطبوع است. چنانچه اقدامات مربوط به حفظ و ذخیره انرژی، در مقوله طراحی، نگهداری و عملکرد سیستم نیز دخیل باشد، انرژی موجود در ساختمان ها ذخیره شده و درحالی که هزینه های کاربری به حداقل می رسد، میزان بودجه هم کاهش می یابد. در بسیاری از مواقع در طی طول عمر ساختمان ها، هزینه های مربوط به انرژی نسبت به هزینه های نصب سیستم های سرمایشی و گرمایشی افزایش بیشتری داشته است. لازم است نتایج طرح، که معرف انرژی مصرفی در طول عمر یک ساختمان تلقی می شود، در هزینه عملکرد یک سیستم خاص محاسبه گردد.

در نمودارهای دایره ای اشاره شده در تصویر (۱)، درصد انرژی مصرفی، توسط کلیه تجهیزات الکتریکی، در یک مدرسه نشان داده می شود. در این تصویر به مقایسه خنک کننده تبخیری مستقیم با استفاده از بستر صلب و یک واحد سرمایشی پشت بامی خودکفا با نسبت بازدهی انرژی (EER) $10 \frac{1}{1}$ می پردازیم. الکتریسته مصرفی در دستگاه های تهویه مطبوع، مجموعی از سرمایش فضا (پمپ آب سیستم تبخیری برای سیستم های سرمایش تبخیری و کمپرسور و کندانسور برای سیستم تبرید تراکمی) و فن های تهویه است. در سرمایش، 27٪ از کل استفاده مفید به سرمایش تبخیری و 33٪ به سرمایش تراکمی اختصاص می یابد.

مزیت استفاده از سرمایش تبخیری، معمولاً در قالب مفهوم صرفه جویی در عملکرد قابل مشاهده است. هنگامی که بودجه های مفید و مورد نیاز به طور عمده مورد توجه قرار گیرد، هزینه کاربری عامل مهمی به شمار خواهد رفت. با این وجود



تصویر (۱): مصرف‌کننده‌ی سالیانه الکتریسیته در سرمایه‌گذاری تبخیری مستقیم و سرمایه‌گذاری تراکمی
 دلایل دیگری نیز وجود دارند که موجب می‌شوند سرمایه‌گذاری تبخیری به‌عنوان گزینه متمایزتری برگزیده شود. این دلایل عبارتند از:

■ کیفیت بالای تصفیه‌ی هوای خنک‌کننده‌ها با بستر صلب می‌تواند به کیفیت سالم‌تر هوای درونی و بهبود بازدهی و بهره‌وری منتهی گردد. مقدار و اندازه ذراتی که از هوا خارج می‌شوند از حد فیلترهای معمولی بزرگ‌تر است بنابراین چنین ذراتی با فیلترهای هپا^۱ سنجیده می‌شوند. همچنین این مسئله موجب کاهش هزینه‌های معمول تصفیه هوا می‌شود.

■ اطمینان و ایمنی، ناشی از روش‌های ساده نگهداری است. فن و پمپ گردش آب، تنها بخش‌های متحرک سیستم هستند. قطعات تعویضی به سهولت در دسترس بوده و برای این کار نیازی به پرسنل بسیار ماهر و مجرب نیست.

■ تنوع و گوناگونی انواع خنک‌کننده‌های تبخیری مدرن، با جنس‌های جدید و روش‌های متفاوت کنترل و ساخت، موجب افزایش بازدهی، کاهش مصرف آب و ایجاد سرمایه‌گذاری مفیدتری، نسبت به کولرهای آبی قدیمی استاندارد شده است. چنین خنک‌کننده‌های بسیار موثر و بادوامی، هوا را بهتر تصفیه می‌کنند و کولرهای تبخیری غیرمستقیم که موجب سرمایه‌گذاری هوا بدون افزایش سطح رطوبت درونی می‌شوند، در این رده قرار می‌گیرند. همچنین ترکیبی از سیستم‌های سرمایه‌گذاری تبخیری و سرمایه‌گذاری تراکمی وجود دارد که نسبت به کنترل میکروپروسسورها واکنش نشان داده و در هرنوع شرایط آب و هوایی، راحت و اقتصادی باقی می‌ماند.

۱. HEPA نوعی فیلتر تصفیه هوا که حدود ۹۹.۹۷٪ ذرات بزرگ‌تر از ۰.۳ میکرومتر را از محیط خارج می‌کند.

سرمایش تبخیری همیشه از قانون طبیعت پیروی می‌کند به‌طوری‌که در شرایط آب و هوای گرم و خشک، سیستم تبخیری طراحی و نگهداری شده، به سرمایش محیط می‌پردازد.

راهنمای طراحی سرمایش تبخیری، مزایای این روش را نسبت به سایر شیوه‌های سرمایشی بیان کرده و مطالعه‌کنندگان را در زمینه مقالات طراحی، عوامل اقتصادی و بهره‌وری، تاریخچه و اطلاعات کاربری و نگهداری، راهنمایی و هدایت می‌نماید. همراهی بخش‌های نصب، راه‌اندازی و تعمیر، نگهداری، پرسنل را در بازدهی، آسایش و صرفه‌جویی سرمایش تبخیری یاری می‌دهد.

نحوه عملکرد سرمایش تبخیری

تبخیر، در واقع به تغییر حالت مایعات به حالت گازی اطلاق می‌شود. هنگامی که آب از سطح جسمی تبخیر می‌شود، به دلیل آنکه برای تغییر حالت از مایع به بخار به گرما احتیاج دارد، این گرمای مورد نیاز را از سطح اخذ کرده و در نتیجه سطح، سردتر می‌شود. در یک روز نسبتاً گرم، یک نسیم ملایم و دلچسب باعث خنک شدن ما می‌شود زیرا جریان هوا سریعاً عرق بدن را تبخیر می‌نماید. گرمای لازم برای تبخیر عرق از بدن خود ما گرفته می‌شود، و در نهایت بدن احساس خنکی می‌کند.

هنگامی که هوا از روی سطح آب عبور می‌کند، موجب تبخیر مقداری از آب می‌شود. عمل تبخیر در دمای کم و میزان بخار آب افزایش یافته در هوا صورت می‌گیرد. هر قدر تماس بین مولکول‌های آب و هوا بیشتر باشد، تبخیر بیشتری انجام شده و در نتیجه سرمایش و رطوبت بیشتری را به همراه خواهد داشت. برای عمل تبخیر، به گرما نیاز داریم. Btu یا واحد گرمایی بریتانیایی، واحدی برای اندازه‌گیری گرما است. برای تبخیر یک گالن آب، به 8700 Btu گرما احتیاج است. در سرمایش تبخیری، این گرمای لازم از هوا اخذ شده و عمل سرمایش مانند تبخیر انجام می‌شود.

قانون ساده طبیعت که هنوز هم مؤثرترین شیوه است، از زمان مصر باستان و فرمانروایی ایران، به منظور سرمایش راحت، توسط انسان‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته است. نمونه‌های معروفی از سرمایش تبخیری در گذشته، مانند روش‌های معمار مصری «حسن فتحي» وجود دارد. به این ترتیب که او کوزه‌های سفالی خلل و فرج‌دار را از آب پر می‌نمود و آن‌ها را به صورت عمودی در زمین طوری قرار می‌داد

که روزنه‌ای به سمت خارج و رو به باد داشته و سایر قسمت‌های کوزه نزدیک به سطح کف باشند. استعمال طبیعی این شیوه در باغ‌های ایرانی، در آبی که از فواره‌ها پاشیده می‌شود تا به صورت تبخیری هوا را خنک نماید، به چشم می‌خورد.

انواع سیستم‌های سرمایشی

دو نوع عمده خنک‌کننده‌های تبخیری هوا (EAC) وجود دارند. مردم اکثراً با سرمایش تبخیری مستقیم که در واحدهای مسکونی کاربرد متداول‌تری دارد، آشنایی دارند. پیشرفت‌های ایجادشده در صنعت سرمایش تبخیری، به‌طور چشم‌گیری بهره‌وری و تاثیرات بستر سرمایی را افزایش داده است. تمامی سیستم‌های سرمایش تبخیری، به میزان 100٪ از هوای محیط خارج استفاده می‌نمایند. در این سیستم، جریان الکتریسته، به مصرف موتور فن و پمپ آب می‌رسد.

نوع دیگر سرمایش تبخیری، «غیرمستقیم» خوانده می‌شود زیرا سرمایش تبخیری، از میان یک مبدل حرارتی، که هوای خنک و مرطوب را از هوای اتاق تفکیک می‌نماید، انتقال می‌یابد. خنک‌کننده‌های تبخیری غیرمستقیم (IEAC) را می‌توان به همراه خنک‌کننده‌های مستقیم و یا خنک‌کننده‌های تراکمی، مورد استفاده قرارداد. خنک‌کننده‌های تبخیری غیرمستقیم، الکتریسته را در موتور فن، پمپ آب سیستم تبخیری و موتور فن ثانویه کوچک‌تر، که برای جریان هوای مبدل حرارتی به کاربرده می‌شود، به مصرف می‌رسانند. ترکیب سیستم‌های تبخیری و تراکمی هزینه اولیه بالایی را دربر می‌گیرد، اما حفظ و ذخیره انرژی و آسایش را به همراه دارد. علاوه بر این، چنین سیستم‌های سرمایشی اضافه‌تری، بسیار قابل اطمینان هستند. در حال حاضر واحدهای یکپارچه سرمایش تبخیری مستقیم، سیستم‌های تهویه مطبوع کاملی را ارائه می‌دهند که به خنک‌کننده‌های تبخیری غیرمستقیم، تصفیه، مبدل‌های حرارتی بازایی انرژی برای ذخیره انرژی از هوای گرم زمستان، بخش‌های خشک‌کن و رطوبت‌گیر جهت رفع رطوبت، کنترل گرهای الکترونیکی که انرژی را ذخیره نموده و آسایش و تنوع واحدهای حرارتی یکپارچه را بهبود می‌بخشند، مجهز است. سرمایش، از طریق چرخه تراکم بخار، و متناوباً با تبخیر و متراکم نمودن میردها ایجاد می‌شود. جریان الکتریسته در دستگاه‌های سرمایش تراکمی، در موتور فن، فن

کندانسور، کمپرسور تبرید و سیستم کنترل مصرف می‌شود. این سیستم‌ها، ساعات آرامش بخشی را در طول یک هفته با آب و هوای مرطوب، فراهم می‌نمایند اما هنوز قادر به حفظ این آسایش در 100٪ زمان نیستند. برخلاف سرمایش تبخیری، دستگاه‌های سرمایش تراکمی قادرند رطوبت را از هوا دفع نمایند، اما فرایند رطوبت‌گیری، ظرفیت واحد یکپارچه را به‌منظور پایین آوردن دمای هوای اتاق، کاهش خواهد داد. برخلاف سیستم‌های تبخیری، امکان برگشت هوا تا 80 درصد در سیستم‌های تراکمی وجود دارد. البته مشروط بر اینکه هوای برگشت عاری از آلاینده‌ها و میکروب باشد.

هزینه‌های کاربری

معمولاً بودجه‌های اختصاص یافته به مدارس محدود است؛ اما انتظار می‌رود که بدون توجه به این بودجه اندک، کیفیت آموزشی در فضای یادگیری توأم با آسایش و رفاه، فراهم باشد.

هزینه‌های عملکردی مدارس، به سه گروه تقسیم‌بندی شده‌اند: کل هزینه‌های کاربری، مواد آموزشی و امکانات ورزشی. از میان این سه گروه، هزینه‌های کاربری به واسطه شرایط آب و هوایی، متغیرترین گروه به‌شمار می‌روند. با این وجود، معمولاً همین گروه، یکی از قابل کنترل‌ترین گروه‌ها از بین سایر دسته‌ها محسوب می‌شود. بسیاری از مدارس و ساختمان‌های تجاری با موفقیت توانسته‌اند شیوه‌های متفاوت صرفه‌جویی و حفظ انرژی از قبیل سرمایش تبخیری، تعمیر بازدهی بیشتر تاسیسات روشنایی یا قراردادهای اجرایی ذخیره‌سازی انرژی (ESPC) را به‌کار گیرند. شرکت‌های عضو این قرارداد، اهداف و رویکردهای کلی جهت اجرا و پیاده‌سازی برنامه‌های صرفه‌جویی در انرژی را، با استفاده از بودجه‌های موجود تعیین نموده‌اند. به‌عنوان مثال مناطق بیست‌ونه‌گانه آموزشی «نیومکزیکو» توانستند با به‌کارگیری اهداف این قراردادها، میزان الکتریسیته مصرفی در مدارس را تا حد قابل توجهی کاهش دهند. اما با تغییر سیستم سرمایش تبخیری به تراکمی در حداقل یک مدرسه هزینه برق مصرفی دو برابر افزایش یافت. سازمان منابع طبیعی و مدیریت و حفظ انرژی ایالت «نیومکزیکو»، این هزینه‌ها را برای هر دانش‌آموز در سه منطقه مختلف آموزشی خلاصه نموده است. هزینه‌های کاربری برای هر دانش‌آموز، برای مدارس واقع در مناطق بزرگ، متوسط و کوچک سنجیده می‌شود. چنانچه یک منطقه آموزشی

بتواند با ذخیره انرژی، در هزینه نیز صرفه‌جویی کند، بهتر می‌تواند پول‌های اندوخته شده را صرف امکانات آموزشی نموده و مالیات کمتری را به جامعه تحمیل نماید.

مطالعات صورت گرفته، بر روی هزینه دوره بهره‌برداری سرمایش تبخیری در مقابل سیستم‌های سرمایش تراکمی متمرکز شد و بر طبق گزارشات، در طی یک دوره بیش از 30 ساله، مجموع هزینه فعلی نصب و راه‌اندازی یک خنک‌کننده تبخیری در واحد مسکونی، بین 21.000 تا 25.500 دلار برآورد می‌شود. در حالی که نصب یک واحد تراکمی با اهداف مشابه سیستم قبلی، هزینه‌ای بین 33.000 تا 34.500 دلار را به دنبال خواهد داشت. نتایج این تحلیل‌ها بیان‌گر این موضوع است که گسترش سیستم‌های تهویه مطبوع نسبت به سرمایش تبخیری در این شرایط آب‌وهوایی، به سود مصرف‌کنندگان خواهد بود.

منابع طبیعی

ایالت نیومکزیکو دارای آب‌وهوای خشک و سطح رطوبت پایین است. این به این معناست که بسیاری از مناطق این ایالت می‌توانند جهت سرمایش مراکز آموزشی و ساختمان‌های تجاری خود، از تأثیرات سرمایش تبخیری بهره‌مند گردند.

علاوه بر این، از آنجا که بسیاری از مدارس در طی روزهای بارانی سال تعطیل هستند، بهتر است از سیستم‌های سرمایش تبخیری استفاده نمایند. سطح پایین رطوبت نسبی محیط که در طی ساعات کاری کلاس رخ می‌دهد، موجب تشکیل یک منبع طبیعی پراهمیت برای کاهش میزان هزینه‌های کاربری لازم در سرمایش بسیاری از ساختمان‌ها شده است. این مسئله، به خصوص در زمانی که با روش دیگر سرمایش یعنی سرمایش تراکمی مقایسه شود، بدیهی‌تر به نظر می‌رسد. به دلیل آنکه بسیاری از مناطق در ناحیه نیومکزیکو، به‌طور طبیعی دارای محیط گرم و خشکی هستند، بنابراین، می‌توان این مناطق را به‌عنوان یک منبع طبیعی مورد توجه قرار داد که به‌منظور کاهش مصرف و اوج تقاضای الکتریسیته به‌کار گرفته شود. با این وجود، برخلاف سایر منابع موجود در نیومکزیکو، از قبیل سوخت‌های قابل استخراج، زمین‌های حاصل خیز و مناطق توریستی پر جاذبه، زمینه و امکان استفاده از سرمایش تبخیری برای جایگزینی با سرمایش تراکمی پرهزینه، تقلیل نیافتنی و به راحتی در دسترس است.

اهمیت استفاده از منابع سرمایش تبخیری، فراتر از صرفه‌جویی در هزینه‌های کاربری است.

مزایای خنک‌کننده‌های تبخیری

■ خنک‌کننده‌های تبخیری از یک فن و یک پمپ آب سیستم تبخیری استفاده می‌نمایند. سیستم‌های تراکمی نسبت به سیستم‌های تبخیری حداقل 1.2 تا 1.5 برابر انرژی الکتریسیته مصرف می‌کنند. هزینه‌های کاربری که صرف الکتریسیته موردنیاز سرمایش نمی‌شود، در سایر مخارج ضروری مراکز آموزشی قابل مصرف بوده و به‌منظور تقویت جوامع محلی و ایجاد عدم وابستگی انرژی، مفید واقع می‌شوند.

■ شرایط نگهداری سیستم‌های سرمایش تبخیری نسبت به تجهیزات سرمایش تراکمی، آسان‌تر است. کمربندهای برید، اواپراتورها و کندانسورها باید تحت فشار بالا فعالیت داشته باشند که این امر مستلزم ابزارهای ویژه و پرسنل نگهداری مجرب و تأیید شده است. کاربران خنک‌کننده‌های تبخیری می‌توانند بدون صرف هزینه‌های فراوان و حتی برخی اوقات بدون نیاز به تعهدات نگهداری خاص، حداکثر تأثیرات سرمایش سیستم خود را حفظ نمایند.

■ هزینه دوره بهره‌برداری استفاده از سیستم سرمایش تبخیری در مقایسه با واحد سرمایش تراکمی کمتر است. این هزینه‌ها شامل ارزش پولی از قبیل هزینه اولیه، انرژی، آب، ارزش زمانی و مخارج نگهداری می‌شود.

■ استفاده از سیستم‌های سرمایش تبخیری، موجب ذخیره آب در نیروگاه‌ها می‌شود. در طول فصل تابستان در نیومکزیکو، یک نیروگاه سوخت زغال‌سنگ، با استفاده از برج‌های خنک‌کن تبخیری، حدوداً به ازای هر کیلووات ساعت به 0.950 گالن آب نیاز خواهد داشت. این مقدار هزینه‌های آب موردنیاز معادن، فرایند و حمل زغال‌سنگ مورد استفاده برای تولید برق را دربر نمی‌گیرد. میزان آب مصرفی توسط خنک‌کننده تبخیری، برحسب تن سرمایش در گالن، درجدول (3) ذکر شده است. یک گالن آب برای تهیه تقریباً 0.6 تن سرمایش کافی است.

سیستم سرمایش تبخیری مستقیماً از مواد شیمیایی که برای لایه ازن مضر و زیان‌آور شناخته شده‌اند، استفاده نمی‌نماید. این سیستم مانند تجهیزاتی که از مبردهای فریونی استفاده می‌کنند تأثیرات مخرب زیست‌محیطی ندارد. خنک‌کننده‌های

تبخیری تحت فشار بالا، عمل نمی‌کنند و نیازی به مواد کنترل شده پرهزینه برای راه‌اندازی ندارند.

ساختمان‌هایی که به روش تبخیری خنک می‌شوند، همیشه برای فعالیت و راه‌اندازی به انرژی کمتری نسبت به سیستم‌های سرمایش تراکمی نیاز دارند، (0.5 تا 5 کیلووات در مقایسه با 3 تا 10 کیلووات)، بنابراین سیم‌کشی و سایر اجزاء الکتریکی آن‌ها، هزینه کمتری را در بر خواهد داشت.

استفاده از سیستم‌های تبخیری ضمن صرفه‌جویی در مصرف الکتریسیته موجب کاهش دی‌اکسید کربن ناشی از کار نیروگاه‌ها در اوقات اوج مصرف می‌شود. برخی از شرکت‌های بهره‌برداري، به‌منظور کاهش نیاز به امکانات و تولیدات نسل جدید، فعالانه در صدور و پخش و گسترش استفاده از سیستم‌های سرمایش تبخیری هستند. تعداد ۶ میلیون واحد سرمایشی تبخیری در حال فعالیت در ایالات متحده، به‌طور تخمینی، سالانه موجب صرفه‌جویی در انرژی معادل با 12 میلیون بشکه نفت و کاهش سالانه، 5.4 میلیون پوند تشعشعات دی‌اکسید کربن می‌شود. این مسئله همچنین نیاز به 24 میلیون پوند میرد، که به شیوه قدیمی در سیستم‌های تهویه مطبوع خانگی (سرمایش تراکمی) مورد استفاده قرار می‌گرفت، را مرتفع می‌سازد.

کیفیت مطلوب هوای درونی در خنک‌کننده‌های تبخیری، به‌واسطه استفاده کامل از هوای خارجی و نه هوای برگشتی، توسط این سیستم‌ها است. هوای خارجی و رطوبت افزوده شده به هوای اتاق به‌وسیله خنک‌کننده تبخیری، می‌تواند به بهبود شرایط آسایش، خارج نمودن آلاینده‌هایی که در ساختمان تولید می‌شوند و کاهش شوک الکتریکی ناشی از الکتریسیته ساکن که برای قطعات میکروالکترونیکی زیان‌بخش است، کمک نماید.