

جایزه برتر حوزه بازسازی ساختمان‌های قدیمی

ترجمه: مهندس نیره شمشیری

مدرسه ابتدایی استراوبریج با اجرای یک پروژه بازسازی انرژی که مشخصه آن یک سیستم پمپ حرارتی زمینی جدید است توانسته ۴۴ درصد مصرف انرژی را کاهش داده و امتیاز ENERGY STAR خود را از ۲۳ به ۷۵ ارتقا دهد.

این دبستان که در شهر بیچ در ویرجینیا واقع شده یک پروژه ملی به منظور پایدارسازی در ساختمان‌ها و گسترش آن به بحث آموزش می‌باشد. چنین پروژه بازسازی انرژی که بر سیستم پمپ حرارتی جدید با منبع زمین (GSHP) در دبستان استراوبریج (strawbridge) متمرکز است نشان می‌دهد چگونه مؤسسات می‌توانند ساختمان‌ها را بهینه‌سازی کنند، در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و پایدارسازی انرژی، بهینه‌سازی مالی و برتری آموزشی ایجاد کنند.

توضیح ساختمان

مدرسه ابتدایی استراوبریج یک ساختمان یک طبقه به مساحت ۸۴۹۴۸ فوت مربع (۷۸۹۲ مترمربع) است که در سال ۱۹۹۱ ساخته شده و گنجایش تقریباً ۷۵۰ دانش‌آموز و ۱۰۰ پرسنل را دارد. تیم پروژه در قالب یک قرارداد بازسازی به منظور صرفه‌جویی انرژی، سه تغییر مهم برای ساختمان موجود انجام دادند: ۱) سیستم سرمایش و گرمایش مدرسه را با سیستم پمپ حرارتی زمینی کارآمدتر تعویض کردند؛ ۲) سیستم روشنایی با راندمان بالاتر نصب کردند و ۳) سیستم کنترل مدیریت انرژی (EMCS) را به‌روز کردند. طی جلسات مشاوره روشن شد که این پروژه نه تنها به صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف انرژی می‌رسد بلکه محیط یادگیری جدید و نوینی برای دانش‌آموزان در جوی آرام و راحت‌تر فراهم می‌کند.

سیستم‌های سرمایش و گرمایش قبلی

تا سال ۱۹۹۶، سیستم‌های گرمایش و سرمایش مدرسه از یک سیستم پمپ حرارتی با منبع آب دو لوله‌ای برای گرمایش و سرمایش و چند واحد پشت‌بامی انبساط مستقیم (DX) یکپارچه (RTU) با گرمایش برقی برای سالن ژیمناستیک، کتابخانه، کافه‌تريا و قسمت‌های اداری استفاده می‌کرد.

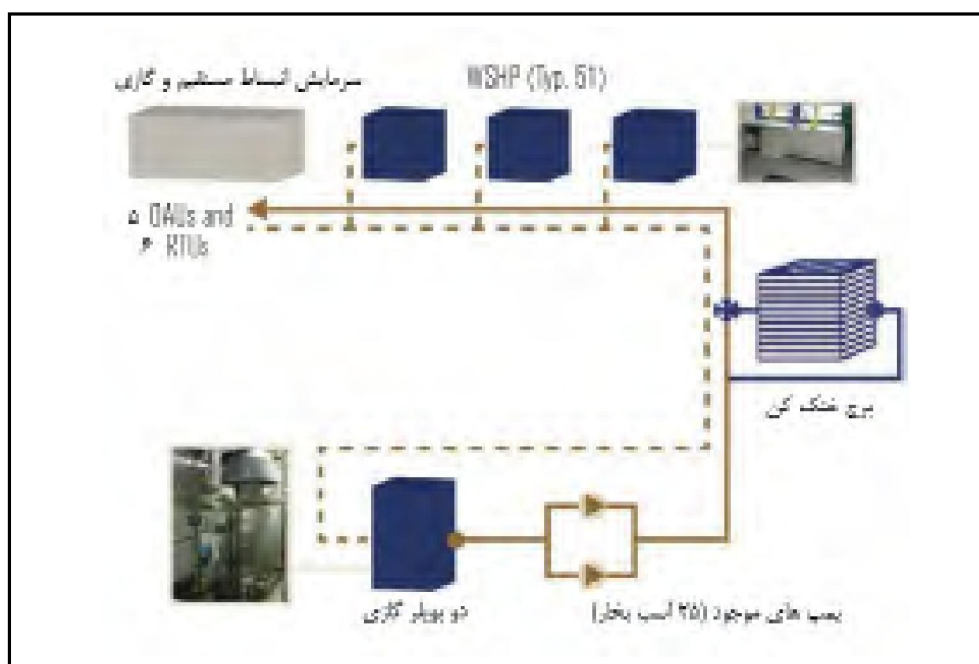
جایزه برتر حوزه بازسازی ساختمان‌های قدیمی

به‌عنوان بخشی از یک پروژه بازسازی در سال ۱۹۹۶-۱۹۹۷، مدرسه ورودی هوای بیرونی به همه پمپ‌های حرارتی آبی (WSHP) را در کلاس‌ها مسدود کرد. همچنین ۵ دستگاه هوای بیرونی (OAU) با کویل‌های DX و تکنولوژی بازیابی انرژی لوله حرارتی نصب کرد. بستن بخش‌های هوای بیرونی سبب شد پمپ‌های حرارتی منبع آبی موجود که هر کدام ۴ تن برودت (۱۲ تا ۱۴ کیلووات) بودند مازاد شوند.

راندمان پایین در فصل تابستان به دلیل دو خنک‌کننده مدار بسته فرسوده بود که با استفاده از دو پمپ به توان ۲۵ اسب بخار (۱۹ کیلووات) هوا را از حلقه کندانسور برمی‌گرداند (شکل ۱a). در زمستان، دو بویلر آب گرم با خروجی ۱۴۴۰۰۰۰ Btu بر ساعت (۴۲۲ کیلووات) آب گرم را برای سیستم پمپ‌های حرارتی منبع آبی تأمین می‌کرد.

بازسازی‌های گرمایش و سرمایش

بازسازی‌های گرمایش و سرمایش که در شکل ۱b نشان داده شده در دو مرحله برای مطابقت با جدول زمانی مدرسه نصب شد. بین ژانویه و مارس ۲۰۱۳، پمپ‌های حرارتی منبع زمینی (۲۷۴ گودال به عمق ۳۰۰ فوت (۹۱ متر)) حفر و یک گنبد هلالی از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته بالا (HDPE) در میدان‌های ورزشی بزرگ پشت مدرسه دفن شد (عکس ۱).



شکل ۱A: پمپ‌های حرارتی منبع آبی سایز بزرگ موجود، واحدهای هوای بیرونی فرسوده و دستگاه‌های پشت‌بامی انرژی زیادی مصرف و چالش‌های نگهداری ایجاد می‌کردند.

جایزه برتر حوزه بازسازی ساختمان‌های قدیمی

بین ژوئن و آگوست ۲۰۱۳، بخش‌های پمپ‌های حرارتی زمینی باقیمانده شامل دو پمپ چاهی جدید به توان ۴۰ اسب بخار (۳۰ کیلووات) (چیدمان تقدم و تأخر (lead-lag)) با موتورهای فرکانس متغیر (VFD) نصب شدند. سائز این سیستم جدید برای بار گرمایش و سرمایش کل مدرسه تعیین شد.

به‌علاوه یک پروژه بام سازی مجزا در مدرسه با دستگاه‌های پشت‌بامی پمپ‌های حرارتی گازی جدید، جایگزین همه دستگاه‌های پشت‌بامی و هوای بیرونی موجود شد. ۵ دستگاه جدید که مشخصه آن‌ها چرخ‌های بازیاب انرژی با راندمان بالا با موتورهای دور متغیر بود به‌جای ۵ دستگاه هوای بیرونی نصب شد. دستگاه بخش‌های اداری با یک سیستم جریان مبرد متغیر و نیز با یک سیستم هوای بیرونی اختصاصی به همراه یک چرخ بازیاب انرژی جایگزین شد.

طرح مبتنی بر یک مدل مخزنی بر پایه آب‌وهواست که با آنالیزهای مهندسی گسترده ایجاد شده است. با تغییر دمای آب رفت سیستم‌های پمپ حرارتی زمینی موجود به دماهای خارجی مختلف و تغییر دمای آب رفت تأسیسات پمپ‌های حرارتی منبع آبی موجود، مهندسان توانستند دمای آب رفت حوزه تغذیه چاه جدید را برآورد کنند. سپس آن‌ها داده‌های راندمان تجهیزات را برای محاسبه انرژی سرمایش و گرمایش جدید و موجود وارد کردند. با این محاسبات، آن‌ها برنامه زمانی زون و نقاط دمای تعیین شده را بهینه کردند تا صرفه‌جویی انرژی به حداکثر برسد. افزایش عملکرد و راندمان انرژی واقعاً جالب‌توجه بود و منجر به کاهش ۴۴ درصدی در مصرف انرژی شد. همین‌طور امتیاز ENERGY STAR از ۲۳ به ۷۵ بهبود یافت.

روشنایی با راندمان بالاتر، سیستم پمپ‌های حرارتی زمینی و حذف دو بویلر گازی بیشترین سهم را در این کاهش داشتند.

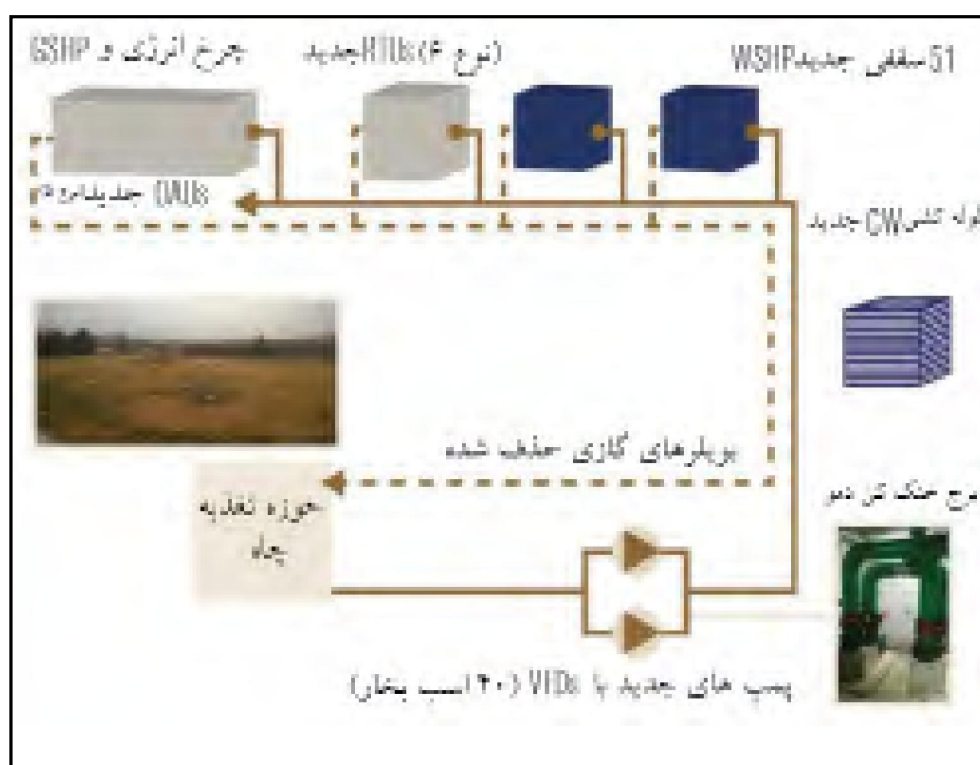
اصلاح کیفیت هوای داخل و آسایش حرارتی

با تکمیل پروژه، نقاط تعیین شده برای دمای هوای فضاهای داخلی ۷۰ درجه فارنهایت (۲۱ درجه سانتی‌گراد) برای گرمایش و ۷۵ درجه فارنهایت (۲۴ درجه سانتی‌گراد) برای سرمایش بود. تنزیل شبانه و زمان‌بندی دستگاه در سیستم کنترل مدیریت انرژی (EMCS) بر اساس زمان‌بندی سکونت مدرسه تعریف شد. یک استراتژی تهویه کنترل تقاضا نیز با استفاده از سنسورهای دی‌اکسید کربن جدید در سطح فضاهای انتخابی اجرا شد: چهار سنسور در سالن ژیمناستیک، دو سنسور در کافه تریا و یک سنسور در کتابخانه.

چندین دستگاه واحد بیرونی با مشکلات مکانیکی رو به رو بوده و با دستگاه‌های جدید عوض شدند که البته تا حد زیادی کیفیت هوای داخلی کلاس‌ها را بهبود بخشیدند.

جایزه برتر حوزه بازسازی ساختمان‌های قدیمی

همین‌طور کنسول‌های پمپ‌های حرارتی آبی کلاس‌های قدیمی که هوا را تنها نزدیک پنجره‌ها به گردش درمی‌آوردند به دلیل سن و سائز زیاد کمپرسورها بی‌تأثیر بودند. عوض کردن این‌ها با سیستم‌های رفت‌وبرگشت سقفی جدید تا حد زیادی توزیع هوا را بهبود بخشیده و سبب عملکرد آکوستیک بهتر شد. همان‌طور که از کاهش ۷۴ درصدی شکایات مشهود بود، سیستم جدید تا حد زیادی آسایش حرارتی را نیز بهبود بخشید. جیم موریس - معاونت انرژی و محیط‌زیست مدارس دولتی بیچ می‌گوید: «قبل از آغاز کار، ۱۰۱ سفارش کاری در مورد دما، رطوبت و سایر شکایات آسایشی وجود داشت که سال گذشته این رقم به ۲۶ مورد رسید».



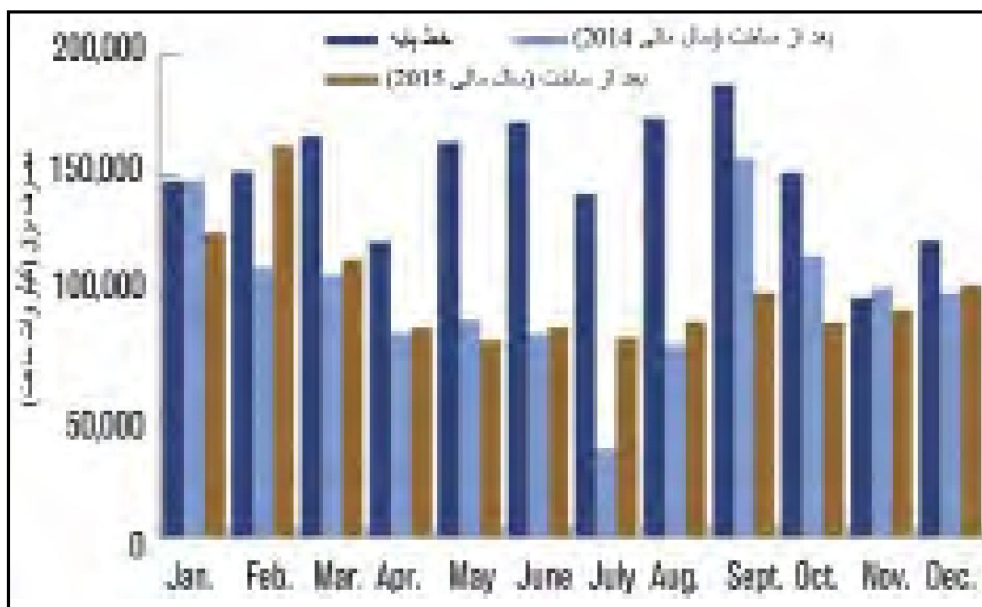
شکل ۱B: ویژگی سیستم HVAC جدید، پمپ‌های حرارتی منبع زمینی با راندمان بالاتر و دستگاه‌های هوای بیرونی است که نیاز به برج‌های خنک‌کن موجود و بویلرهای گازی را از بین می‌برد.

نیاز کمتر به نگهداری و بهره‌برداری

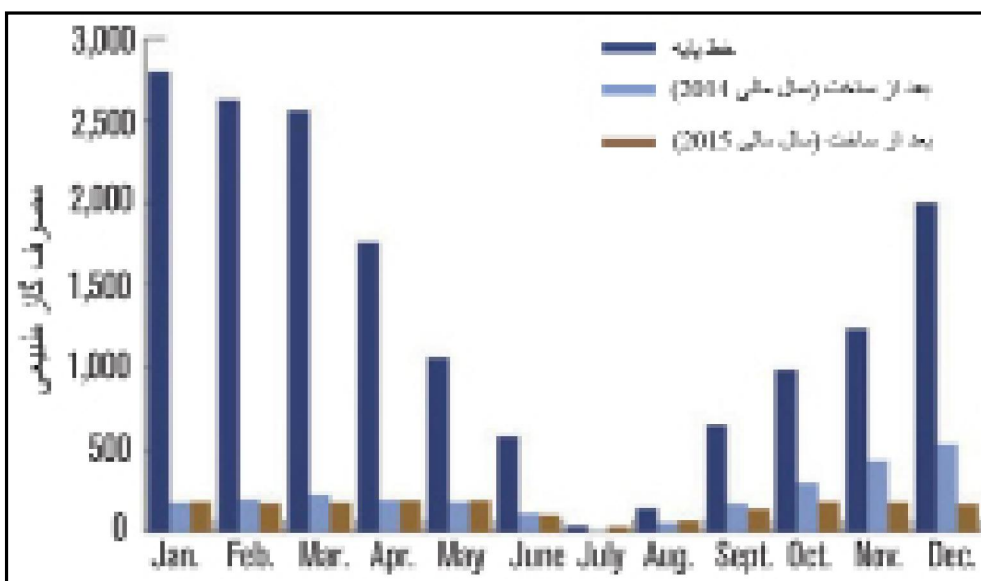
با انجام این پروژه دیگر نیازی به حفظ برج‌های خنک‌کن فرسوده، لوله‌کشی‌های کندانس دارای نشتی و سیستم‌های پمپ‌های حرارتی آبی با اندازه بزرگ نبود. یک شاهد دیگر برای ادعای پایدار بودن تاسیسات مکانیکی این مدرسه، استفاده مدیران از دو بویلر موجود برای سایر مدارس است. پرسنل نگهداری در چهار جلسه آموزشی در مورد سیستم

جایزه برتر حوزه بازسازی ساختمان‌های قدیمی

کنترل مدیریت انرژی شرکت کردند. تیم پروژه قبل از تحویل کار به مالک، جلسات مشاوره گسترده‌ای برای سیستم‌های پمپ‌های حرارتی زمینی، سیستم کنترل مدیریت انرژی جدید و حوزه تغذیه چاه جدید برگزار کردند. به‌علاوه این تیم با بررسی امتیاز ENERGY STAR سالانه به استان نیز کمک کرد.



شکل ۲. روشنایی، EMCS و پمپ‌های حرارتی زمینی سبب کاهش ۳۲ درصدی در مصرف برق در سال مالی ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ شد.



شکل ۳. پمپ‌های حرارتی زمینی و EMCS بیشترین سهم را در کاهش ۸۴ درصدی سال مالی ۲۰۱۴ و ۸۹ درصدی در سال مالی ۲۰۱۵ در مصرف گاز طبیعی داشتند.