

# بهسازی چیلرهای آب-خنک با استفاده از کمپرسورهای بدون روغن



چندی پیش، بخشداری ساندیگو در آمریکا، با هدف کاهش مصرف و تقاضای برق، تصمیم گرفت سامانه‌ی HVAC مجتمع Juvenile Hall را بهسازی کند. این مجتمع که دارای مساحت ۱۳۶۰۰۰ فوت مربع بود، از یک مرکز کارآموزی با مساحت ۶۵۸۰۷ فوت مربع و یک محوطه‌ی تفریحات به مساحت ۵۲۴۰۵ فوت مربع تشکیل شده بود و سامانه‌هایی به شرح زیر در آن به خدمت گرفته شده بود:

- یک چیلر سانتریفوژ برقی ۳۰۰ تن ۸ ساله که دارای یک راه‌انداز فرکانس متغیر بود (چیلر اصلی).
- یک چیلر سانتریفوژ برقی ۴۵۰ تن ۸ ساله که دارای یک راه‌انداز فرکانس متغیر بود.

● سامانه‌ی توزیع آب سرد اولیه/ثانویه/ثالث

● دو هواساز حجم هوا متغیر کانال‌کشی دوقلو که به مرکز کارآموزی جوانان سرویس می‌دادند.

● سه هوارسان حجم هوا متغیر تک کاناله که به محوطه‌ی تفریحی سرویس می‌دادند.

● بیست و نه هواساز سقفی صد در صد هوای بیرون با حجم ثابت که به

سالن جوانان سرویس می‌دادند.

● یک سامانه‌ی مدیریت انرژی

## عملکرد سامانه‌ها قبل از بهسازی

عملکرد چیلر ۴۵۰ تن در طول دو هفته‌ی اول اکتبر ۲۰۰۵ مورد پایش قرار گرفت (شکل ۱). در حالی که دمای آب سرد خروجی در  $46^{\circ}\text{F}$  نگاه داشته شده بود، دمای آب ورودی به کندانسور بر اساس دمای حباب تر هوای بیرون تنظیم مجدد (ریست) شد و در دماهای  $65^{\circ}\text{F}$  و  $72^{\circ}\text{F}$  مورد مطالعه قرار گرفت. این چیلر در شرایط مذکور به شکلی پایدار بین ظرفیت‌های ۰.۷۱ و ۲.۰ کیلووات بر تن و با متوسط  $0.935$  کیلووات بر تن کار کرد.

## مشکلات

هر دو چیلر مشکلات عملیاتی زیادی را از خود به نمایش گذاشته بودند (مصرف بالای انرژی، ضربه قوچ و مشکل در ترتیب راه‌اندازی چیلرها و ورود خودبه‌خودی سایر چیلرها به مدار). همچنین به دلیل توزیع اولیه/ثانویه/ثالث، در جداکننده‌ها و شیرهای سه طرفه، اختلاط قابل ملاحظه‌ای به وقوع می‌پیوست و زیر بار بردن کامل هر یک از چیلرها را بسیار مشکل می‌ساخت (نشانه‌ی بارز کم

جدول (۱) مقدار صرفه جویی های سالانه بر اساس تحلیل های مهندسی و شبیه سازی بار به طور ساعتی

Tonnage	Estimated annual electricity savings, kilowatt-hours	Peak-demand reduction, kilowatts	Estimated annual cost savings	Implementation cost	Incentives	Cost after incentives	Simple payback, years
TT300 and TT400 retrofit							
750	535,211	61	\$67,000	\$360,000	\$74,930	\$285,070	4.3
All-variable-speed-plant retrofit							
750	327,600	37	\$42,000	\$186,000	\$51,000	\$135,000	3.2
Total	862,811	98	\$109,000	\$546,000	\$125,930	\$420,070	3.9

(که معمولاً در پاییز، زمستان و بهار بین ۲۰ تا ۴۰ تن تغییر می کند) را می توان به طور موثر و پربازدهی اداره کرد. چیلر ۴۵۰ تن می تواند با مصرف تنها ۶.۸ کیلووات، ۳۰ تن سرمایه ایجاد کند.

### نرخ صرفه جویی

انتظار می رفت که این نوسازی ها موجب شود که سالانه بین ۶۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ دلار در هزینه های مصرف برق صرفه جویی شود. علاوه بر این انتظار می رفت که با اجرای روش کنترل سرعت تمام متغیر حلقه ی هارتمن (جداساز حذف شده و بر روی همه ی پمپ های کندانسورها، پمپ های آب سرد و بادزن های برج خنک کن، راه اندازهای فرکانس متغیر نصب شد)، صرفه جویی های کل پروژه به ۱۰۹۰۰۰ دلار در سال برسد. (جدول ۱)

### جمع بندی

- مزیت های نوسازی سامانه ی HVAC مجتمع سالن های ژانوبل شامل موارد زیر می شود:
- عملکرد بارهای کم به طور چشمگیری بهبود یافت (مصرف انرژی ۷۰ تا ۹۰ درصد کاهش یافت)
- حذف اختراهای خیزش دما (lift) و ضربه قوچ
- خودکار شدن ترتیب راه اندازی چیلرها و کاهش عملیات نگهداری و زحمت متصدی ها
- افزایش بازده و کاهش وابستگی به روغن های خارجی
- ساده شدن ایجاد تغییر جریان در اواپراتور و کندانسور
- کاهش قابل ملاحظه ی سروصدا

بودن اختلاف دما). اداره ی ایالتی انرژی ساندیگو با مشاهده ی کارکرد کم بازده چیلرها و مستندسازی مشکلات مختلف عملیاتی، بخشداری را متقاعد کرد که هر دو این ماشین ها را با کمپرسورهای سانترفوژ بدون روغن دانفوس توربوکور (Danfoss Turbocon) بهسازی کند. به همین منظور سه کمپرسور ۹۰ تن از نوع TT۳۰۰ بر روی چیلر ۳۰۰ تن و سه کمپرسور ۱۵۰ تن TT۴۰۰ بر روی چیلر ۴۵۰ تن نصب شدند.

### فن آوری به کار گرفته شده در کمپرسورها

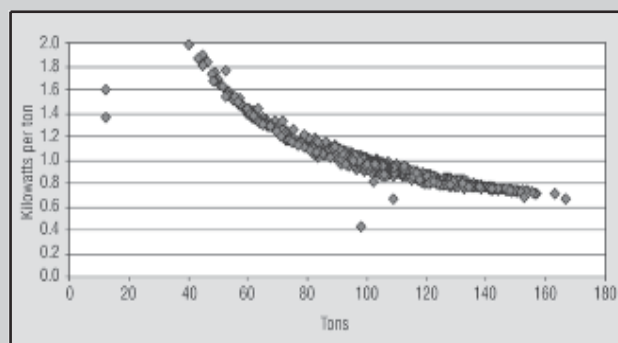
این کمپرسورها از مبرد R-۱۳۴a استفاده می کنند که برای محیط زیست بی خطر می باشد و یاتاقان های آن ها

از نوع مغناطیسی و سامانه ی راه انداز از نوع مستقیم است. علاوه بر این ها، با توجه به این که وزن هر کدام از این کمپرسورها ۲۶۵ پوند است، از سایر کمپرسورهای معمولی ۸۰ درصد سبک تر بوده و در همین حال یاتاقان های مغناطیسی و سامانه ی راه انداز مستقیم موجب کاهش سروصدا و ارتعاش می شوند. محور روتور کمپرسور و پروانه ها در مرحله ی تراکم، بر روی یک بالشتک مغناطیسی شناور می شوند و یک راه انداز فرکانس متغیر موجب می شود بازده در بارهای جزئی افزایش یابد.

### عملکرد بعد از بهسازی

داده های عملکرد از اکتبر ۲۰۰۵ تا ژانویه ی ۲۰۰۶ جمع آوری شدند (شکل ۲). دمای آب کندانسور در ۷۵ °F و در همان حال دمای آب سرد در ۴۵ °F نگاه داشته شدند. بازده متوسط چیلر ۴۵۰ تن، ۰.۳۲۴ کیلووات بر تن بود. بارهای کم شبانه

شکل (۱) بازده کاری چیلر ۴۵۰ تن با راه انداز فرکانس متغیر قبل از بهسازی



شکل (۲) بازده کاری چیلر ۴۰۰ TT بعد از بهسازی

