

سیستم‌های کنترل هوشمند تأسیسات حرارتی ساختمان

تورج بطحایی، امیرحسین محمودی
شرکت پیشران انرژی

چکیده

محدودیت منابع انرژی، آلودگی محیط‌زیست، هزینه‌های هنگفت بالادستی در توسعه منابع انرژی همگی مسائلی است که دولت‌های کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را به خود مشغول کرده است. در این میان اختصاص ۴۰ درصد منابع انرژی به بخش ساختمان، کنترل و بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش را بیش از پیش حائز اهمیت می‌سازد.

وجود الگوهای نادرست مصرف انرژی و شدت بالای آن که در کشور ما به مراتب بیش از متوسط استانداردهای جهانی می‌باشد و تولید و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی یکی از معضلات فرا روی دولت می‌باشد که باعث اهمیت دوچندان ارائه راهکارهای عملی بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در کشور ما می‌گردد. این مهم نگارندگان این مقاله را بر آن داشت تا در اوایل سال ۱۳۸۱ فاز تحقیقاتی طرح "سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان" را در کشور با موفقیت اجرا نمایند. هم‌اکنون تعدادی از این سیستم در ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی با کاربری‌های متفاوت نصب و راه‌اندازی شده است.

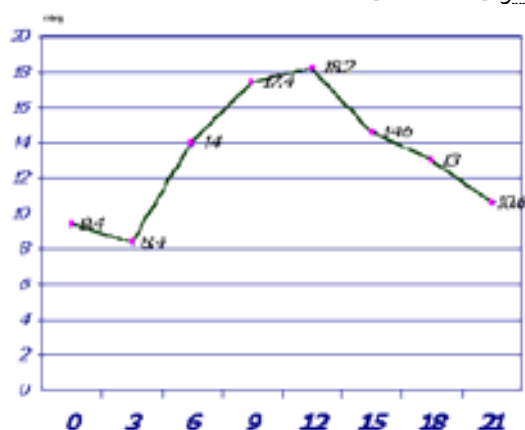
در این مقاله سعی بر آن است تا با ارائه مشخصات طرح فوق، به ویژگی‌های منحصر به فرد روش‌های نوین کنترل تأسیسات حرارتی ساختمان پرداخته شود. استفاده از این سیستم امکان دسترسی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی تا ۲۵ درصد در ساختمان‌های مسکونی و تا ۶۵ درصد در ساختمان‌های غیر مسکونی و اداری را فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان

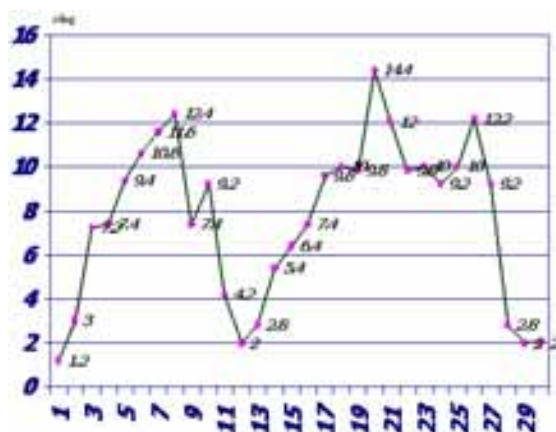
(BEMS)، آب گرم مصرفی (D.H.W)، دمای محیط خارج
ساختمان (Outside Temp)، آب گرم رفت چرخشی در تأسیسات
(C.H.W)، آب گرم برگشتی تأسیسات حرارتی (R.H.W)، مشعل
پیشرو، مشعل پسرو، پیش راه‌اندازی هوشمند تأسیسات حرارتی،
تسریع در خاموشی تأسیسات حرارتی

مقدمه

طبق آمار سازمان هواشناسی کشور و تحلیل اطلاعات فوق دامنه تغییرات دمای ۲۴ ساعت شبانه‌روزی ناشی از تابش خورشید بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به عنوان مثال دامنه تغییرات دمای خشک شبانه‌روزی تهران در ۱۴ آبان سال ۱۳۷۸، حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شکل شماره (۱) علاوه بر آن در طول فصل سرما به دلیل تغییرات آب و هوایی و ورود و خروج جبهه‌های هوای سرد و گرم به داخل کشور، روزهای نسبتاً زیادی هوا گرم می‌شود. شکل شماره (۲) در شکل شماره (۲) دمای خشک ساعت ۱۲ شب آبان و آذر شهر تهران در سال ۱۳۷۸ نشان داده شده است، تغییرات دمای هوا طی دو نوبت و از روزهای اول تا هشتم و از روز دوازدهم تا بیستم به میزان ۱۲ درجه سانتی‌گراد تغییرات داشته است.



شکل ۱- دمای خشک شبانه‌روزی پنجم نوامبر ۱۹۹۹ - ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران

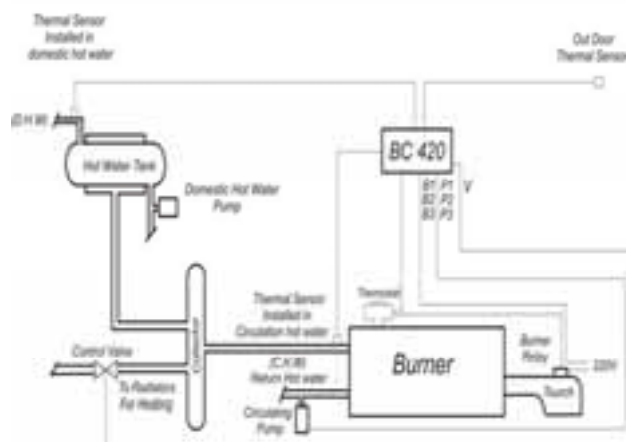


شکل ۲- دمای خشک ساعت ۱۲ شب ماه نوامبر ۱۹۹۹ - ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران

متأسفانه سیستم‌های عمومی و فراگیر تأسیسات حرارتی موجود در کشور به دلیل بهره‌گیری از تکنولوژی قدیمی فاقد کارایی و راندمان لازم در بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی می‌باشند. در حال حاضر اساس کنترل دما در تأسیسات حرارتی ساختمان به روش سنتی و توسط تنظیم درجه حرارت ترموستات دیگ می‌باشد، تنظیم مربوطه باعث کنترل دمای آب گرم چرخشی در تأسیسات (C.H.W) و به تبع آن آب گرم مصرفی (D.H.W) می‌گردد. در این روش هیچ‌گونه کنترل و نظارت دقیقی بر میزان دمای مورد نیاز آب گرم چرخشی در سیستم‌های گرمایشی و آب گرم مصرفی صورت نمی‌گیرد و سیستم قادر به درک و شناسایی مناسب‌ترین وضعیت کنترل رژیم حرارتی ساختمان جهت دسترسی به الگوی صحیح مصرف انرژی توأم با ایجاد محدوده آسایش حرارتی برای ساکنین نمی‌باشد. (شکل شماره ۴)

همان‌گونه که از اطلاعات نمودار شکل شماره (۴) مشخص است با گرم‌شدن دمای محیط خارج ساختمان، هیچ‌گونه پاسخی در وضعیت کنترلی تأسیسات حرارتی دیده نمی‌شود و همچنین دمای داخل ساختمان با اختلاف ۳ درجه سانتی‌گراد بین ۲۷ تا ۳۰ درجه می‌باشد که خارج از محدوده آسایش حرارتی است. در چنین شرایطی معمولاً بازشدن پنجره‌ها راه حل مناسبی برای تعدیل دمای محیط زندگی می‌باشد!

BC 420 Central Heating Controller
Installation Schematic Plan



شکل ۳- طرح شماتیک نصب سیستم‌های کنترل هوشمند BC420

نحوه عملکرد و مشخصات سیستم

امروزه با استفاده از روش‌های نوین کنترل و مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان امکان کنترل تأسیسات حرارتی با رعایت الگوهای صحیح مصرف انرژی میسر می‌باشد.

اصول بهینه‌سازی مصرف انرژی توسط "سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان" اندازه‌گیری دما و دریافت اطلاعات از سنسورهای حرارتی می‌باشد. این سنسورها بر روی مسیر رفت آب گرم مصرفی، کلکتور رفت تأسیسات و محیط خارج ساختمان (ضلع شمالی) نصب می‌شوند. سپس پروسسور سیستم، اطلاعات دریافتی را تحلیل و مطابق پارامترهای کنترلی تنظیم‌شده مشعل یا مشعل‌ها را در زمان‌های مقتضی روشن، و وضعیت آب گرم مصرفی در حالت تابستانی بودن تأسیسات حرارتی و گرمایش و آب گرم مصرفی در حالت زمستانی بودن تأسیسات حرارتی را کنترل می‌نماید.

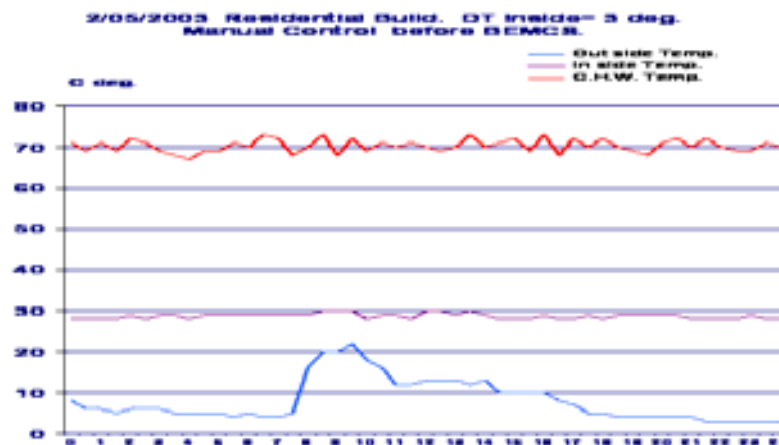
منحنی شکل شماره (۵) تغییر دمای محیط خارج یک ساختمان مسکونی طی یک هفته و پاسخ سیستم کنترل را نمایش می‌دهد. اختلاف سطح بالای این منحنی با خط یکنواخت ۷۵ درجه سانتی‌گراد (عملکرد فرضی کنترل دما توسط ترموستات دیگ) نشانگر میزان انرژی صرفه‌جویی شده می‌باشد.

توسط سیستم کنترل هوشمند تأسیسات حرارتی، دمای آب گرم مصرفی با دو دمای حداقل و در دو زمان متفاوت در طی شبانه‌روز به طور دلخواه تنظیم و کنترل می‌شود به عنوان مثال از ساعت ۶ تا ۲۳:۳۰ دمای آب گرم مصرفی بر روی ۴۶ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود و از ساعت ۲۳:۳۰ تا ۶ صبح که زمان استراحت افراد و عدم استفاده از آب گرم می‌باشد این دما به ۴۳ درجه سانتی‌گراد تقلیل می‌یابد.

۴۵

کنترل گرمایش توسط یک منحنی حرارتی انجام می‌شود. در این منحنی دمای آب گرم رفت تأسیسات (آب گرم چرخشی در رادیاتورها) تابعی از درجه حرارت محیط خارج ساختمان می‌باشد و به صورت لحظه‌ای خودکار و هوشمند، متناسب با تغییرات دمای محیط خارج ساختمان کنترل می‌گردد. و باعث ایجاد دمای یکنواخت مناسب در محل زندگی می‌شود حتی در برخی مواقع ولرم‌بودن رادیاتورها از نظر روانی ساکنین را دچار مشکل می‌نماید. در صورتی که عامل مهم آسایش حرارتی، دمای مطلوب داخل ساختمان می‌باشد نه دمای رادیاتورها!

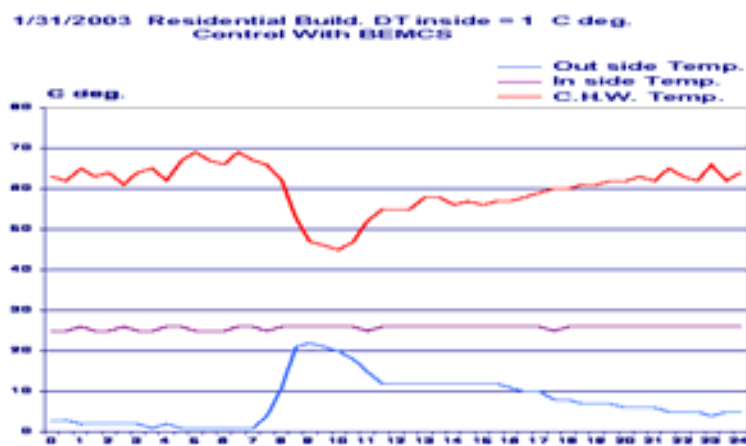
در نمودار شکل شماره (۵) تغییرات دمای آب گرم چرخشی در تأسیسات حرارتی که تابعی از درجه حرارت محیط خارج ساختمان می‌باشد، باعث کنترل دمای داخل ساختمان در محدوده آسایش حرارتی شده است. دمای داخل ساختمان با حداکثر ۱ درجه تغییر ما بین ۲۴ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در محدوده آسایش حرارتی می‌باشد. شکل شماره (۶)



شکل ۴- عملکرد یک موتورخانه عادی در ساختمان مسکونی 2/05/2003 اختلاف دمای داخل ساختمان ۳ درجه سانتی‌گراد

سیستم‌های کنترل... / توزیع بطحایی و ...

۳۶



شکل ۵- عملکرد یک موتورخانه مسکونی با سیستم کنترل هوشمند در تاریخ 1/31/2003 اختلاف دمای داخل ساختمان ۹ درجه سانتی‌گراد

نشریه انرژی ایران / سال نهم / شماره ۲۲ / اردیبهشت ۱۳۸۴



شکل ۶ - عملکرد سیستم کنترل هوشمند در یک موتورخانه مسکونی به مدت یک هفته از

1/13/2003 تا 1/19/2003

۳۷

از نظر اجرایی با استفاده از یک سیستم کنترل هوشمند می‌توان متناسب با میزان گرمای مورد نیاز در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز و همچنین متناسب با تقاضای بار سیستم، تعداد مشعل‌های در سرویس را کم یا زیاد نماید. در این صورت تلفات حرارتی سیستم گرمایشی به شدت کاهش یافته و به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌گردد.

نحوه کلی عملکرد سیستم به این صورت می‌باشد که یک دیگ به عنوان دیگ پیش‌رو در سرویس بوده و در صورت نیاز و طبق پارامترهای کنترلی تعریف‌شده، سایر مشعل‌ها به عنوان مشعل پس‌رو نیاز وارد سرویس می‌شوند.

در صورت استفاده از این سیستم در ادارات و ساختمان‌های غیر مسکونی، علاوه بر آن که سیستم به صورت هوشمند و متناسب با تغییرات درجه حرارت خارج ساختمان با برنامه‌ریزی ساعت کاری اداره در روزهای مختلف، تأسیسات حرارتی را پیش راه‌اندازی و کنترل می‌نماید، در ساعت‌های پایانی کار اداره نیز، تأسیسات حرارتی را زودتر از زمان برنامه‌ریزی‌شده و متناسب با دمای محیط خارج ساختمان به صورت هوشمند غیر فعال می‌نماید. در شکل شماره (۷) پیش راه‌اندازی و تسریع در خاموشی هوشمند تأسیسات حرارتی یک اداره نشان داده شده است.

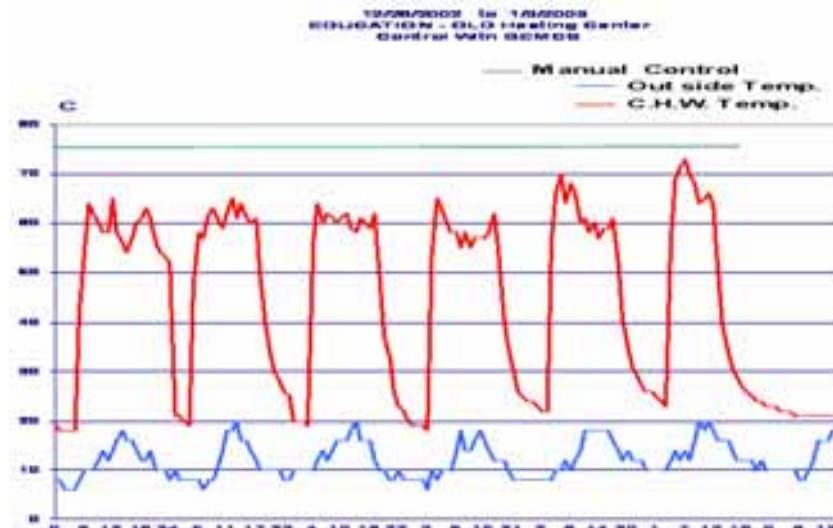
در این نمودار، عملکرد سیستم هوشمند مدیریت انرژی در موتورخانه اداره آموزش و پرورش منطقه ۱۰ تهران نمایش داده شده است. تأسیسات حرارتی برحسب دمای محیط خارج ساختمان در زمان مورد نظر روشن شده و پس از مدت زمانی، دمای آب گرم چرخشی به حالت تعادل می‌رسد و از آن پس مطابق با تغییرات دمای خارج ساختمان کنترل می‌شود.

همان‌گونه که در نمودار مشخص است ساعت کاری اداره از شنبه تا چهارشنبه ۷ الی ۱۷ و پنج‌شنبه‌ها ۷ الی ۱۳ می‌باشد و خاموشی تأسیسات حرارتی این اداره در روز جمعه مشهود می‌باشد. در منحنی‌های شکل شماره (۸) دمای آب گرم رفت چرخشی در تأسیسات حرارتی (C.H.W) و دمای آب گرم مصرفی (D.H.W) و مصرف گاز روزانه متناسب با تغییرات درجه حرارت محیط خارج ساختمان در یک دوره ۲ ماهه از ۸۲/۸/۷ تا ۸۲/۱۰/۶ در یک ساختمان مسکونی واقع در چیدر تهران که تأسیسات حرارتی آن توسط سیستم مدیریت هوشمند انرژی کنترل می‌شود، نمایش داده شده است. محور عمودی این دیاگرام برحسب درجه سانتی‌گراد و مصرف گاز روزانه ($3 \times m^3$) مصرف گاز می‌باشد.

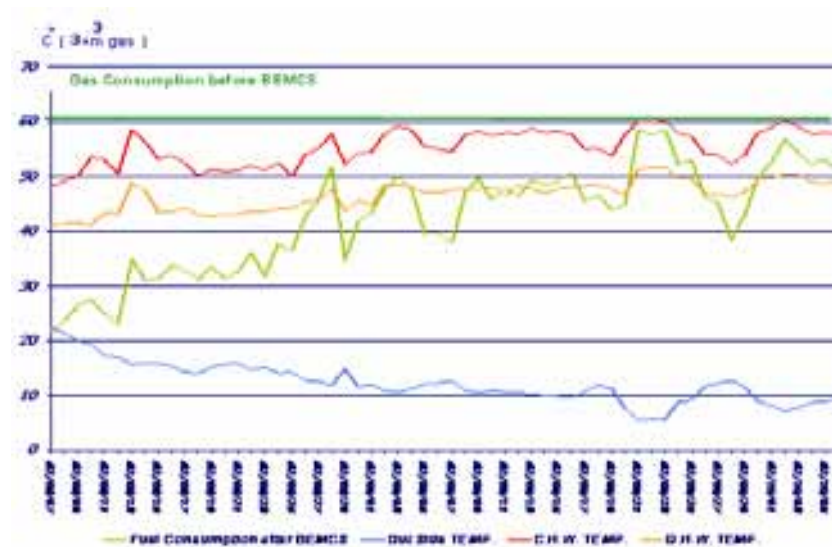
خط ثابت ۶۰ بیان‌گر ($3 \times 60 = 180$) مترمکعب گاز مصرف روزانه سال‌های گذشته قبل از نصب سیستم مدیریت هوشمند می‌باشد. مقادیر زیر این خط ثابت تا منحنی مربوط به مصرف گاز (Fuel Consumption) میزان صرفه‌جویی گاز در شبانه‌روز می‌باشد که به طور متوسط مقدار این صرفه‌جویی ۲۳ درصد است.

در دیاگرام شکل شماره (۸) دماهای C.H.W, D.H.W و Out Side متوسط دماهای مربوط به هر روز می‌باشند. در سایر منحنی‌ها پاسخ سیستم کنترل به تغییرات درجه حرارت محیط خارج ساختمان مشخص می‌باشد.

در منحنی‌های شکل شماره (۸) دمای آب گرم رفت تأسیسات (C.H.W) و دمای آب گرم برگشت تأسیسات (R.H.W) و میزان مصرف گاز شبانه‌روزی متناسب با تغییرات دمای محیط خارج ساختمان طی یک هفته از ۸۲/۹/۳۰ تا ۸۲/۱۰/۶ در ساختمان فوق نشان داده شده است.

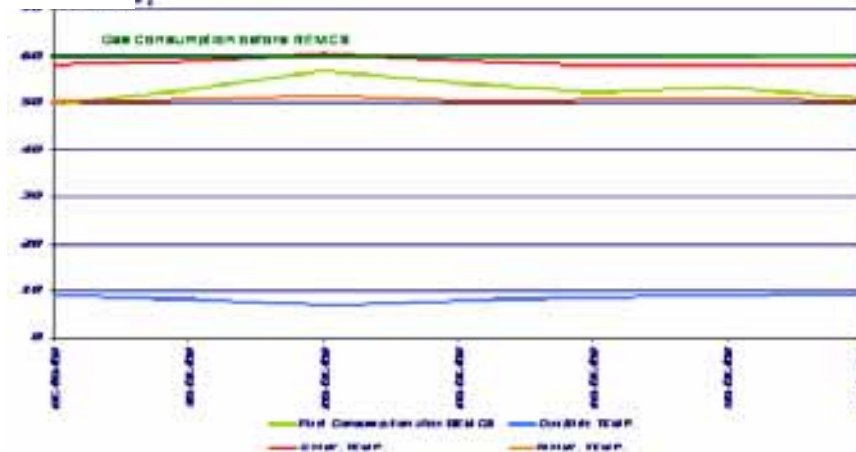


شکل ۷ - عملکرد سیستم کنترل هوشمند در موتورخانه ساختمان غیر مسکونی آموزش و پرورش از 1/3/2003 تا 12/28/2003



شکل ۸ - تحلیل اطلاعات Data Base های رژیم حرارتی ساختمان توسط اینترفیس‌های کامپیوتری و نرم‌افزار EMM 3.0

(3 × m³gas)



شکل ۹- تحلیل اطلاعات Data Base های رژیم حرارتی ساختمان توسط اینترفیس های کامپیوتری و نرم افزار EMM 3.0

سیستم های کنترل... / توجع بطحایی و ...

- ۴- نتایج عملی به دست آمده از نصب سیستم در برخی ساختمان های با کاربری مختلف
- ۱- تأسیسات حرارتی آموزش و پرورش کل منطقه ۱۰ تهران، موتورخانه قدیمی
- میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۵۷۱۹۲ مترمکعب (سال های گذشته، قبل از بهینه سازی)
- میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۴۶۶۳ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه سازی)
- کل مقدار صرفه جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۴۲۷۲۹ مترمکعب معادل ۷۴/۴٪
 - ۲- تأسیسات حرارتی آموزش و پرورش کل منطقه ۱۰ تهران، موتورخانه جدید
- میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۵۵۶۱۰ مترمکعب (سال های گذشته، قبل از بهینه سازی)
- میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۵۰۸۷ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه سازی)
- کل مقدار صرفه جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۴۰۵۲۳ مترمکعب معادل ۷۲/۸٪
 - ۳- تأسیسات حرارتی شهرداری منطقه ۱۰ تهران
- میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۶۰۰۹۹ مترمکعب (سال های گذشته، قبل از بهینه سازی)

نشریه انرژی ایران / سال نهم / شماره ۲۲ / اردیبهشت ۱۳۸۴

- میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۲۷۷۹۲ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)

- کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۳۲۳۰۷ مترمکعب معادل ۲۰/۱۵٪

۴- تأسیسات حرارتی مجتمع مسکونی - شهرک غرب

- میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۳۹۰۵۹ مترمکعب (سال‌های گذشته، قبل از بهینه‌سازی)

- میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۲۹۳۶۰ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)

- کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۹۶۹۹ مترمکعب معادل ۲۱/۱۸٪

جدول ۱- نتایج عملی به دست آمده از نصب سیستم در برخی ساختمان‌های با کاربری مختلف

محل اجرای پروژه	درصد صرفه‌جویی در سال	مقدار صرفه‌جویی مترمکعب در سال	آلاینده‌ها کیلوگرم در سال	معادل بشکه نفت خام در سال
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ موتورخانه جدید	۷۲/۸٪	۴۰۵۲۳	۸۵۰۹۸	۲۴۷
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ موتورخانه قدیم	۷۴/۴٪	۴۲۷۲۹	۸۹۷۳۱	۲۶۰
شهرداری منطقه ۱۰ تهران	۲۰/۱۵٪	۳۲۳۰۷	۶۷۸۴۵	۱۹۷
مجتمع مسکونی - شهرک غرب	۲۱/۱۸٪	۹۶۹۹	۲۰۳۶۸	۵۹
جمع	—	۱۲۵۲۵۸	۲۶۳۰۴۲	۷۶۳

ادامه جدول ۱- نتایج عملی به دست آمده از نصب سیستم در برخی ساختمان‌های با کاربری مختلف

محل اجرای پروژه	صرفه‌جویی ریالی	هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی	جمع (ریال)
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ موتورخانه جدید	۱۲/۹۷۶/۳۶۰	۴۳/۹۱۰/۵۶۸	۵۶/۸۷۷/۹۲۸
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ موتورخانه قدیم	۱۳/۶۷۳/۲۸۰	۴۶/۳۰۱/۱۹۶	۵۹/۹۷۴/۴۷۶
شهرداری منطقه ۱۰ تهران	۱۰/۳۳۸/۲۴۰	۳۵/۰۰۸/۰۲۰	۴۵/۳۴۶/۲۶۰
مجتمع مسکونی - شهرک غرب	۳/۱۰۳/۶۸۰	۱۰/۵۰۹/۸۸۸	۱۳/۶۱۳/۵۶۸
جمع	۴۰/۰۸۲/۵۶۰	۱۳۷/۳۲۲/۵۶۴	۱۷۷/۴۰۵/۱۲۴

- * هر ۱۶۴/۲ مترمکعب گاز طبیعی معادل یک بشکه نفت خام می‌باشد.
 * مبنای محاسبه وزنی آلاینده‌ها، ۲/۱ کیلوگرم آلاینده به ازای سوختن هر مترمکعب گاز طبیعی می‌باشد.
 * مبنای محاسبه صرفه‌جویی ریالی، قیمت جهانی گاز به ازای هر مترمکعب گاز مبلغ ۳۲۰ ریال می‌باشد.

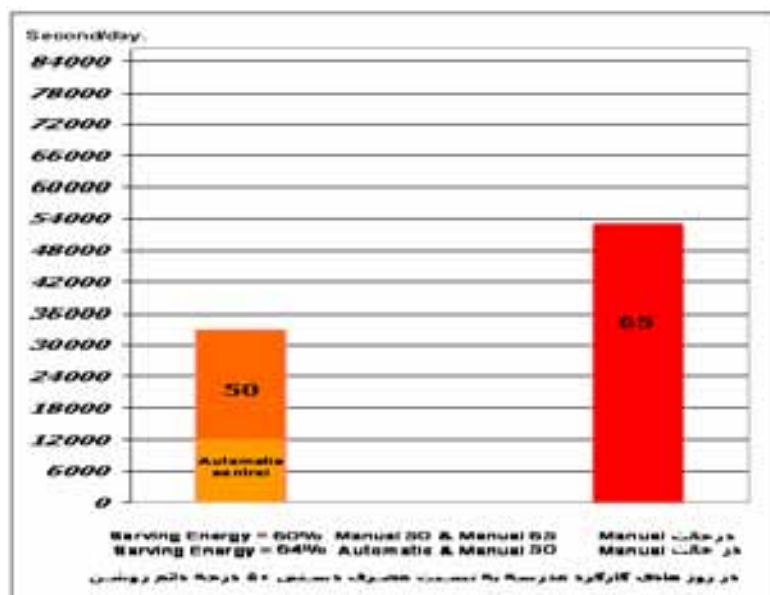
خلاصه‌ای از نتایج ممیزی انرژی انجام شده در سال ۱۳۸۲ بر روی ساختمان‌هایی که سیستم کنترل هوشمند BC 420 در آنها نصب شده است:

در نمودارهای زیر به ترتیب میزان مصرف انرژی (در زمان روشنی مشعل) برحسب ثانیه در شبانه‌روز به منظور حفظ دمای آب گرم چرخشی در وسایل گرمایشی مدرسه راهنمایی میرحیدری

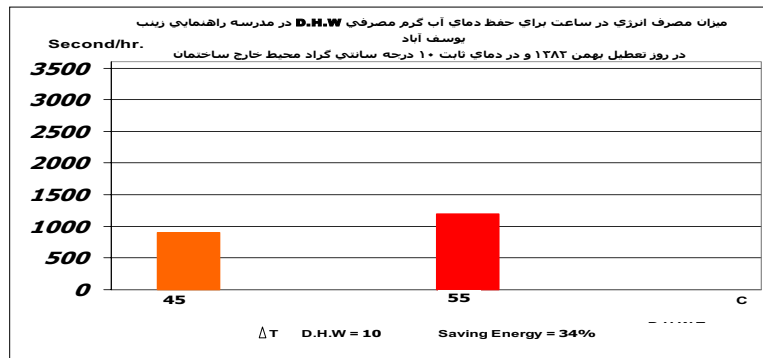
واقع در اتوبان کردستان تهران و در یک روز تعطیل بهمن‌ماه ۱۳۸۲ مقایسه شده است. متوسط دمای محیط خارج ساختمان، ۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. همان‌طور که مشخص است برای حفظ دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد (در حالت کنترل با ترموستات دیگ) ۵۳۰۰۰ ثانیه در شبانه‌روز مشعل‌ها روشن بوده‌اند. با کاهش این دما به ۵۰ درجه سانتی‌گراد (در حالت کنترل با ترموستات دیگ) این زمان به ۳۳۰۰۰ ثانیه کاهش یافته است و در حالت کنترل توسط سیستم هوشمند ۴۲۰ BC و برحسب ساعت کاری مدرسه این زمان به ۱۲۰۰۰ ثانیه در شبانه‌روز کاهش یافته به عبارتی درصد صرفه‌جویی مصرف سوخت بین حالت ۶۵ درجه ترموستات دیگ (روش کنترل عادی) و روش کنترل هوشمند ۷۷٪ می‌باشد.

در نمودار دوم همین مقایسه به منظور حفظ دمای آب گرم مصرفی (در حالت عدم مصرف از منبع) و در یک روز تعطیل در مدرسه راهنمایی زینب واقع در منطقه یوسف‌آباد تهران انجام شده است.

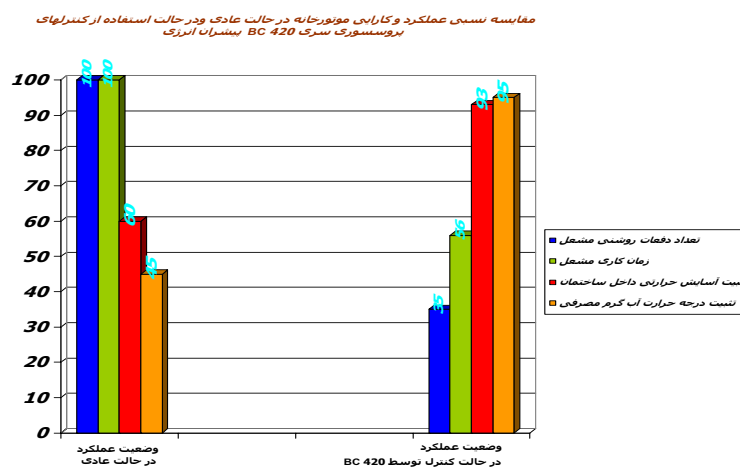
در نمودار بعدی عملکرد، کیفیت و کارایی تأسیسات حرارتی در یک اداره مورد بررسی قرار گرفته است.



نمودار ۱- میزان مصرف انرژی در شبانه‌روز برای حفظ دمای آب گرم چرخشی C.H.W در مدرسه راهنمایی میرحیدری - اتوبان کردستان در روز تعطیل و در دمای ثابت ۱۰ درجه سانتی‌گراد محیط بیرون



نمودار ۲- میزان مصرف انرژی در ساعت برای حفظ‌های آب گرم مصرفی C.H.W در مدرسه راهنمایی زینب یوسف‌آباد



نمودار ۳- مقایسه سنی عملکرد و کارایی موتورخانه در حالت عادی و حالت استفاده کنترل‌های پروسسورهای

نمودارهای زیر نیز نتایج به دست آمده از ممیزی انرژی انجام شده در طرح پایلوت پروژه در تعدادی ساختمان با کاربری‌های مسکونی و غیر مسکونی (با شرایط متفاوت کاربری) را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. در ساختمان‌های غیر مسکونی بیشترین درصد صرفه‌جویی متعلق به مدارس می‌باشد و در یک مورد استثنایی نیز در یک مدرسه واقع در زعفرانیه تهران ۷۵/۸٪ صرفه‌جویی انجام شده است. سایر موارد متعلق به اداراتی از جمله موزه حیات وحش، درمانگاه شریعتی، شرکت بازرگانی پتروشیمی، مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی اداره هوا فضای وزارت دفاع و ... می‌باشند. نتایج کامل این ممیزی انرژی در جدول مربوطه ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج ممیزی انجام شده در طرح پایلوت نصب سیستم‌های کنترل هوشمند سری BC 420
که در ساختمان‌های غیر مسکونی با کاربری‌های متفاوت نصب شده

نام محل	وضعیت کارکرد موتورخانه در زمان بهینه‌سازی	درصد صرفه‌جویی سالانه در مصرف سوخت پس از بهینه‌سازی	هزینه و میزان سوخت مصرفی سالانه قبل از بهینه‌سازی	هزینه و میزان سوخت مصرفی سالانه پس از بهینه‌سازی	میزان کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی (تن در سال)
مجمع آموزشی صادقی زعفرانی منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۷۵/۸٪	۴۴/۵۸۱ مترمکعب گاز ۵/۵۷۲ ریال	۲۲/۹۹۲ مترمکعب گاز ۴/۲۴۴ ریال	۷۰/۹
دبستان یاد بود منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۶۴/۵٪	۱۸/۷۰۰ مترمکعب گاز ۲/۲۳۷ ریال	۱۲/۰۱۱ مترمکعب گاز ۱/۵۰۷ ریال	۲۵/۳
مدرسه راهنمایی بدر منطقه ۳	نیمه وقت روشن با خاموشی پاره وقت جمعه	۶۱/۵٪	۲۵/۱۰۰ مترمکعب گاز ۲/۲۳۰ ریال	۱۵/۴۳۶ مترمکعب گاز ۲/۰۶۸ ریال	۳۲/۴
موزه حیات وحش سازمان حفاظت محیط زیست	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۶۰٪	۳۹/۱۶۵ مترمکعب گاز ۱/۴۱۲ ریال	۲۲/۴۹۹ مترمکعب گاز ۱/۸۷۷ ریال	۴۹/۳
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ * موتورخانه ۱	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۵۸/۸٪ *	۱۴/۹۴۰ مترمکعب گاز ۱/۶۳۲ ریال	۳۸/۱۲۷ مترمکعب گاز ۴/۱۱۵ ریال	۸۰
آموزش و پرورش منطقه ۱۰ موتورخانه ۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۵۷٪	۷۵/۱۲۷ مترمکعب گاز ۱۳/۴۴۷ ریال	۴۲/۸۲۲ مترمکعب گاز ۷/۶۱۵ ریال	۸۹/۹
موزه هنرهای معاصر تهران	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۵۵/۲٪	۸۰/۹۷۲ مترمکعب گاز ۱۷/۹۸۰ ریال	۶۰/۱۵۳ مترمکعب گاز ۹/۹۲۵ ریال	۱۲۶/۳
مدرسه راهنمایی رئیس منطقه ۳ مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۵۴٪	۲۹/۱۱۸ مترمکعب گاز ۴/۹۵۸ ریال	۲۱/۴۲۰ مترمکعب گاز ۲/۷۷۷ ریال	۴۴/۹
درمانگاه شریعتی وزارت نفت	نیمه وقت روشن با خاموشی پاره وقت جمعه	۴۸/۷٪	۲۵/۹۳۸ مترمکعب گاز ۲۷/۳۴۴ ریال	۱۶/۴۹۰ مترمکعب گاز ۲/۴۱۶ ریال	۱۳۶/۴
آموزش و پرورش منطقه ۱	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۴۱/۲٪	۲۵/۹۳۸ مترمکعب گاز ۴/۲۷۹ ریال	۱۶/۴۹۰ مترمکعب گاز ۱/۷۱۲ ریال	۲۴/۴
هنرستان میصری منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی پاره وقت جمعه	۴۰/۳٪	۹۲/۴۵۲ مترمکعب گاز ۱۵/۸۸۴ ریال	۳۷/۲۱۷ مترمکعب گاز ۲/۴۰۷ ریال	۷۸/۲
مدرسه زهرا مردانی منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی پاره وقت جمعه	۴۰٪	۲۳/۷۰۲ مترمکعب گاز ۴/۸۸۶ ریال	۱۳/۴۸۰ مترمکعب گاز ۱/۹۵۴ ریال	۲۸/۳
مدرسه میرحیدری منطقه ۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۹/۶٪	۴۱/۲۱۱ مترمکعب گاز ۶/۱۰۰ ریال	۱۸/۲۰۱ مترمکعب گاز ۲/۴۱۵ ریال	۳۸/۴
ساختمان شماره ۱۶ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۹٪	۲۰/۵۰۰ مترمکعب گاز ۲/۴۱۶ ریال	۷/۹۹۵ مترمکعب گاز ۲/۰۳۱ ریال	۱۶/۷
ساختمان شماره ۱۶ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۶/۸٪	۳۲/۶۰۰ مترمکعب گاز ۸/۲۴۷ ریال	۱۱/۹۹۶ مترمکعب گاز ۲/۰۳۵ ریال	۶۷
ساختمان مسکن و شهر سازی استان تهران	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۵/۷٪	۵۹/۵۲۰ مترمکعب گاز ۱۰/۶۰۱ ریال	۲۱/۶۲۲ مترمکعب گاز ۲/۷۸۵ ریال	۴۴/۶
دانشگاه آزاد علوم انسانی واحد شمال	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۴٪	۱۷۴/۴۰۳ مترمکعب گاز ۲۴/۰۹۷ ریال	۵۹/۲۹۷ مترمکعب گاز ۸/۱۸۲ ریال	۱۲۴/۵
ساختمان شماره ۳ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۳۱/۷٪	۴۱/۹۵۰ مترمکعب گاز ۱۰/۶۸۰ ریال	۱۳/۲۹۸ مترمکعب گاز ۲/۳۸۴ ریال	۳۷/۹
ساختمان شماره ۲ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۲۹/۸٪	۴۸/۵۰۰ مترمکعب گاز ۱۱/۶۴۰ ریال	۱۴/۴۵۳ مترمکعب گاز ۲/۴۸۷ ریال	۳۰/۳
هتل بلوار	تمام وقت روشن بدون خاموشی	۲۶/۴٪	۱۲۷/۰۰۰ مترمکعب گاز ۲۰/۲۲۷ ریال	۳۶/۱۶۸ مترمکعب گاز ۵/۳۵۲ ریال	۱۰۳/۷
دبیرستان نیکان منطقه ۳	تمام وقت روشن بدون خاموشی	۲۱/۸٪	۵۷/۱۷۱ مترمکعب گاز ۵/۹۹۱ ریال	۱۰/۲۸۴ مترمکعب گاز ۱/۴۲۱ ریال	۲۱/۶
شرکت بازگانی پتروشیمی	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۲۱/۳٪	۱۱۲/۱۱۶ مترمکعب گاز ۱۸/۷۰۰ ریال	۲۴/۰۹۴ مترمکعب گاز ۲/۹۸۲ ریال	۵۰/۶
سازمان صنایع هوا فضا وزارت رغای	تمام وقت روشن بدون خاموشی	۲۰/۷٪	۳۵/۰۰۰ مترمکعب گاز ۷/۰۰۰ ریال	۷۲/۴۵۰ مترمکعب گاز ۱۴/۴۹۰ ریال	۱۵۲/۱
ساختمان مرکزی شهرداری منطقه ۱۰	تمام وقت روشن بدون خاموشی	۲۰/۱٪	۱۱۰/۲۲۱ مترمکعب گاز ۲۹/۹۸۲ ریال	۲۲/۲۲۶ مترمکعب گاز ۷/۰۳۷ ریال	۶۷/۷
ساختمان مرکزی دانشگاه خواجه نصیر	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	۱۹/۸٪	۱۱۱/۲۲۱ مترمکعب گاز ۲۷/۵۳۲ ریال	۳۱/۹۳۰ مترمکعب گاز ۷/۴۳۱ ریال	۶۷
ساختمان مرکزی شهرداری منطقه ۲۲	تمام وقت روشن بدون خاموشی	۱۸/۵٪	۶۸/۶۰۰ مترمکعب گاز ۱۶/۲۳۷ ریال	۱۲/۶۹۱ مترمکعب گاز ۲/۰۴۰ ریال	۲۶/۶

دیدگاه ملی بهینه‌سازی مصرف سوخت از بعد صرفه‌جویی در مصرف انرژی

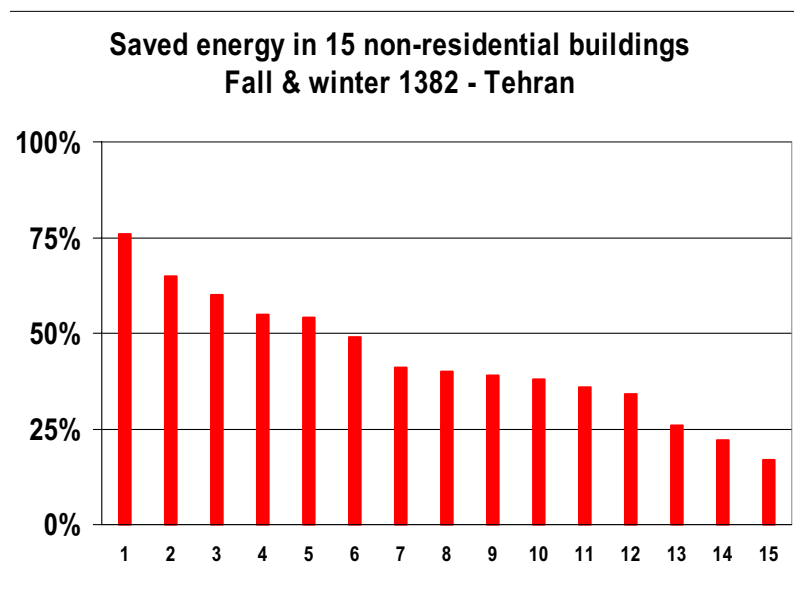
طبق بررسی‌های به عمل آمده حداقل سرانه مصرف گاز طبیعی در ساختمان‌ها، ۲۰ مترمکعب به ازای هر مترمربع مساحت ساختمان در سال می‌باشد. بنابراین مصرف کل گاز ساختمانهای اداری با کل بنای مفید ۳/۰۰۰ مترمربع (ادارات متوسط) ۶۰/۰۰۰ مترمکعب در سال می‌باشد.

در صورت استفاده از روش بهینه‌سازی موتورخانه‌های هوشمند و نصب این‌گونه سیستم‌ها در ۲۰/۰۰۰ ساختمان غیر مسکونی و با فرض صرفه‌جویی متوسط سالانه ۴۰٪ (به تأیید سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور) سالانه ۴۸۰/۰۰۰/۰۰۰ مترمکعب گاز طبیعی معادل ۲/۹۷۵/۰۴۰ بشکه نفت خام در مصرف سوخت کشور صرفه‌جویی می‌گردد.

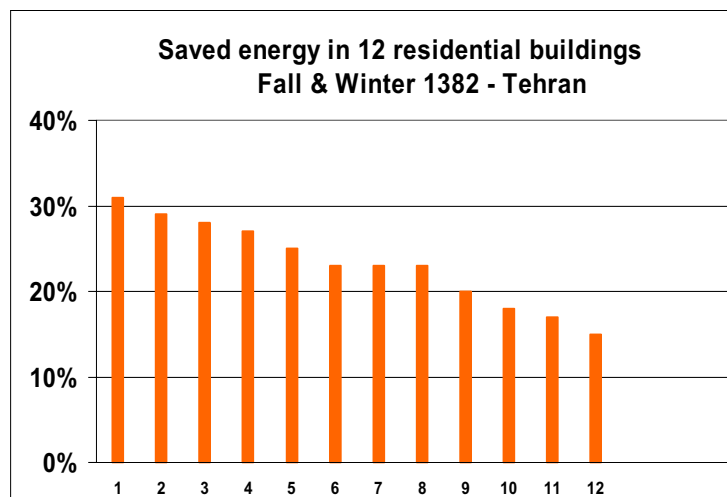
با توجه به مصرف روزانه گاز طبیعی کشور در فصل سرما که بالغ بر ۳۲۰/۰۰۰/۰۰۰ مترمکعب می‌باشد، صرفه‌جویی حاصله معادل مصرف یک و نیم روز کشور است.

با احتساب قیمت جهانی گاز به ازای هر مترمکعب ۳۲۰ ریال، صرفه‌جویی ریالی حاصله معادل ۱۵۳/۶۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال در سال می‌گردد.

همچنین از تولید و انتشار ۱/۰۰۸/۰۰۰ تن گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های مربوطه و هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی حاصله جلوگیری می‌گردد.



نمودار ۴- میزان صرفه جویی در مصرف سوخت ۱۵ ساختمان غیر مسکونی در پاییز و زمستان ۸۲
تهران



نمودار ۵ - میزان صرفه جویی در مصرف سوخت ۱۲ ساختمان مسکونی در پاییز و زمستان ۸۲ تهران ۴۷

نتایج ممیزی انرژی اثرات استفاده از کنترلرهای هوشمند BC 420 پیشران انرژی در تأسیسات حرارتی اداره کل آموزش و پرورش منطقه ۱۰ تهران

پروژه پایلوت سیستم‌های کنترل هوشمند تأسیسات حرارتی ساختمان، از سال ۱۳۸۱ توسط شرکت پیشران انرژی در بیش از ۸۰ ساختمان مسکونی و غیر مسکونی با کاربری‌های متفاوت انجام گیرد.

یکی از ساختمان‌های مجهز به کنترلر هوشمند BC 420 پیشران انرژی، موتورخانه شماره (۱) اداره کل آموزش و پرورش منطقه ۱۰ تهران جهت تحت پوشش قراردادن ۲۰۰۰ مترمربع بنای کل مفید می‌باشد. نتایج ارزیابی و ممیزی انرژی با مقایسه قبوض گاز در دوره‌های قبل و پس از بهینه‌سازی مصرف سوخت، بیانگر صرفه‌جویی سالانه ۵۸/۸٪ در مصرف سوخت این اداره است.

در جدول زیر اطلاعات ممیزی انرژی این اداره مورد بررسی قرار گرفته و به پیوست نیز کپی قبوض گاز در دو دوره مذکور ارائه شده است:

جدول ۳- اطلاعات ممیزی انرژی اداره کل آموزش و پرورش منطقه ۱۰ تهران

کاهش تولید آلاینده‌ها (تن در سال)	در صد صرفه‌جویی در مصرف سوخت سالانه	متوسط قیمت هر مترمکعب گاز در دوره (ریال)	کل مبلغ پرداختی (ریال)	کل مصرف سوخت سالانه (مترمکعب گاز)	اطلاعات قبوض گاز از ۸۰/۷/۱۴ الی ۸۱/۰۱/۱۹ (دوره قبل از بهینه‌سازی مصرف انرژی)
-----	-----	۱۴۱	۹/۱۶۳/۹۰۰	۶۴۹۴۰	اطلاعات قبوض گاز از ۸۱/۰۱/۱۹ الی ۸۲/۰۱/۱۷ دوره بهینه‌سازی مصرف انرژی (استفاده از کنترلر هوشمند BC 420)
۸۰	%۵۸/۸	۱۷۰	۴/۵۴۸/۸۰۰	۲۶۷۶۷	

میزان سوخت صرفه‌جویی شده

۳۸۱۳۷ مترمکعب گاز در سال به ارزش ۴/۶۱۵/۱۰۰ ریال به نسبت سال ۱۳۸۰، زمان بازگشت سرمایه در یک نیمه زمستان. به خاطر داشته باشید:

◀ عملکرد کنترلرهای هوشمند BC 420 مستقل از مساحت بنای ساختمان می‌باشد. ساختمان مورد بررسی، اداره‌ای با متراژ متوسط می‌باشد، بنابراین با نصب این سیستم در ساختمان‌های بزرگتر و با فرض درصد صرفه‌جویی مشابه، زمان بازگشت سرمایه به همان نسبت کاهش یافته و در کسری از دوره سرد سال باز می‌گردد.

◀ در صورت عدم استفاده از کنترلرهای هوشمند BC 420 و لحاظ نمودن افزایش سالانه تعرفه‌های بهای گاز شرکت ملی گاز ایران با مبنا قرار دادن مصرف سالانه ۶۴۹۴۰ مترمکعب گاز طبیعی در سال برای این اداره، هزینه سوخت مصرفی سالانه این واحد در سال ۱۳۸۱ برابر ۱۱/۰۳۹/۸۰۰ ریال و در سال ۱۳۸۲ معادل ۱۲/۲۰۸/۷۲۰ ریال می‌گردد.

◀ از دیگر مزایای استفاده از کنترلرهای هوشمند BC 420، کاهش مصرف انرژی الکتریکی الکتروپمپ‌های سیرکولاسیون و مشعل‌ها است.

به عنوان نمونه تأسیسات حرارتی اداره مورد نظر دارای یک اکترپمپ موتوژن با توان ۱۵ کیلووات در حالت دائم روشن است. در صورت کنترل و استفاده بهینه و صحیح از آن، سالانه ۲۷/۰۰۰ کیلووات در مصرف انرژی الکتریکی صرفه‌جویی می‌گردد. با احتساب قیمت هر کیلووات ۱۵۰ ریال، این صرفه‌جویی معادل ۴/۰۵۰/۰۰۰ ریال در سال می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن تعرفه‌های سوخت و انرژی سال ۱۳۸۰ در این اداره جمعاً مبلغ ۸/۶۶۵/۱۰۰ ریال صرفه‌جویی در هزینه‌ها انجام شده است و به عبارتی زمان بازگشت سرمایه پنج ماه بوده است.

◀ استفاده از کنترلرهای هوشمند BC 420 باعث کاهش استهلاك تجهیزات حرارتی و افزایش طول عمر تجهیزات می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به دامنه گسترده استفاده از تأسیسات حرارتی در ساختمان‌های قدیمی و جدیدالاحداث، یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی استفاده از سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی می‌باشد.

نتایج عملی به دست آمده از نصب سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان و ویژگی‌های منحصر به فرد آن، امکان کنترل دقیق و خودکار تأسیسات حرارتی جهت تأمین مصارف مختلف گرمایی ساختمان با حداکثر راندمان حرارتی و بیشترین میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت و انرژی را امکان‌پذیر می‌نماید.

منابع

- ۱- تحلیل اطلاعات ثبت‌شده از رژیم حرارتی ساختمان‌های منتخب توسط اینترفیس‌های کامپیوتری و نرم‌افزار EMM 3.0، شرکت پیشران انرژی.
- ۲- بولتن‌ها و اطلاعات دمایی سالانه شهر تهران، مرکز کامپیوتر ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران.
- ۳- ترازنامه انرژی ۱۳۷۹، انتشارات وزارت نیرو.
- ۴- حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، تبرید، دکتر بهمن خستو، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۰.
- ۵- حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، دکتر ستوده تهرانی، انتشارات دهخدا، ۱۳۴۸.