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 حرراتی 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.

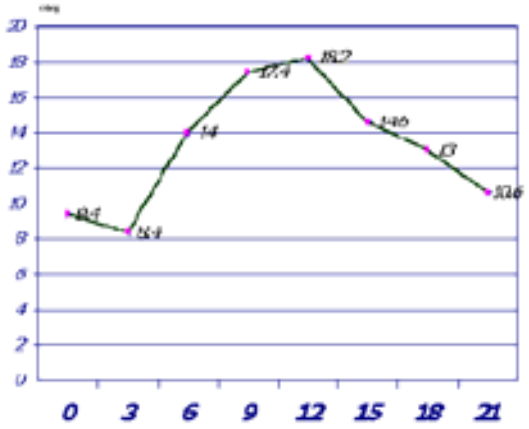
واژه‌های کلیدی: سیستم مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان (BEMS)، آب گرم مصرفی (D.H.W)، دمای محیط خارج ساختمان (Outside Temp)، آب گرم رفت چرخشی در تأسیسات (C.H.W)، آب گرم برگشتی تأسیسات حرارتی (R.H.W)، مشعل پیشرو، مشعل پسرو، پیش راه‌اندازی هوشمند تأسیسات حرارتی، تسریع در خاموشی تأسیسات حرارتی

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

مقدمه

طبق آمار سازمان هواشناسی کشور و تحلیل اطلاعات فوق دامنه تغییرات دمای ۲٤ ساعت شبانه‌روزی ناشی از تابش خورشید بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به عنوان مثال دامنه تغییرات دمای خشک شبانه‌روزی تهران در ۱٤ 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 ۱ـ دمای خشک شبانه‌روزی پنجم نوامبر ۱۹۹۹ ـ ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران

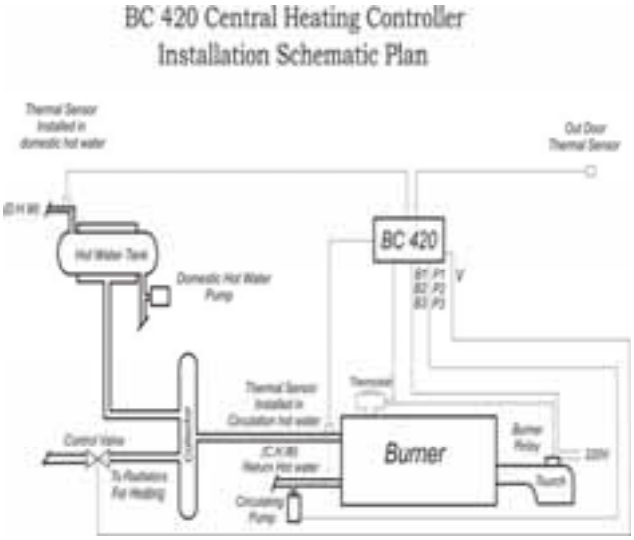
شکل ۲ـ دمای خشک ساعت ۱۲ شب ماه نوامبر ۱۹۹۹ ـ ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

متأسفانه سیستم‌های عمومی و فـراگیر تأسیسات حرارتی موجود در کشور به دلیل بهره‌گیری از تکنولوژی قدیمی فاقد کارآیی 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 ترموسـتات دیـگ می‌بـاشد، تنـظیم مربـوطه باعـث کنـترل دمـای آب گـرم 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 ٤)

هـمان‌گونـه که از اطـلاعات نمـودار شکل شـماره (٤) مـشخص اسـت با گـرم‌شدن دمـای محیط خارج ساختمان، هـیچ‌گـونه پاسـخی در وضـعیت 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!



شکل ۳ـ طرح شماتیک نصب سیستم‌های کنترل هوشمند BC420

نحوه عملکرد و مشخصات سیستم

امـروزه با اسـتفاده از روش‌هـای نـوین کنتـرل و مدیریت هوشمند انرژی در تأسیسات حرارتی ساختمان امکان کنترل تأسیسات حرارتی با رعایت الگوهای صحیح مصرف انرژی میسر می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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.

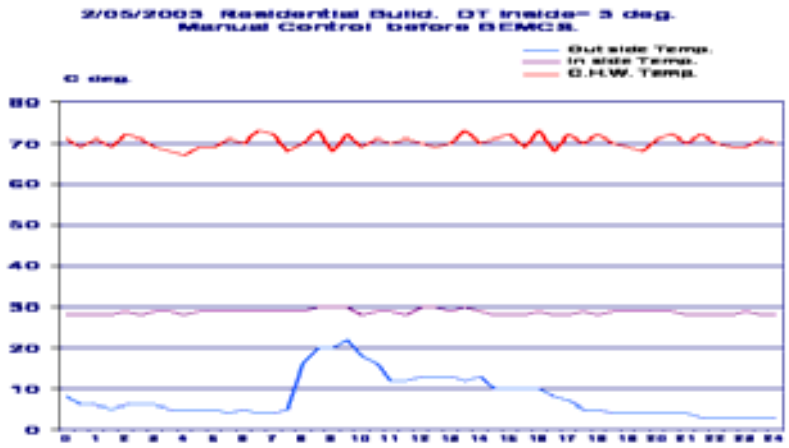
منحنی شکل شماره (۵) تغییر دمای محیط خارج یک ساختمان مسکونی طی یک هفته و پاسخ سیستم کنترل را نمایش می‌دهد. اختلاف سطح بالای این منحنی با خط یکنواخت ۷۵ درجه سانتی‌گراد (عملکرد فرضی کنترل دما توسط ترموستات دیگ) نشانگر میزان انرژی صرفه‌جویی شده می‌باشد.

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 ٦ تا ۲۳:۳۰ دمای آب گرم مصرفی بر روی ٤٦ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود و از ساعت ۲۳:۳۰ تا ٦ صبح که زمان استراحت افراد و عدم استفاده از آب گرم می‌باشد این دما به ٤۳ درجه سانتی‌گراد تقلیل می‌یابد.

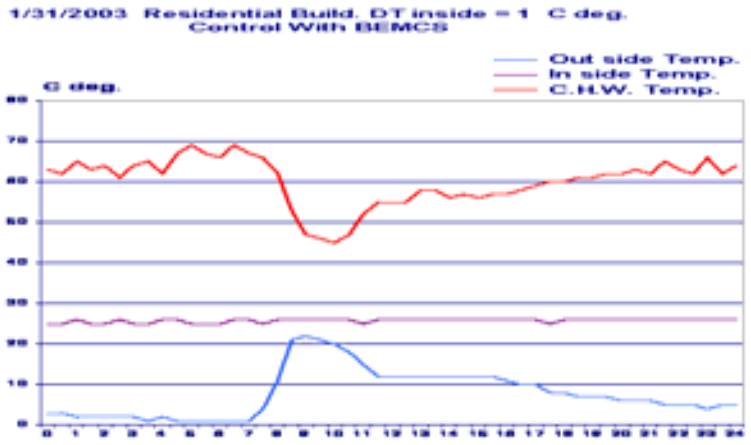
کنترل گرمایش توسط یک منحنی حرارتی انجام می‌شود. در این منحنی دمای آب گرم رفت تأسیسات (آب گرم چرخشی در رادیاتورها) تابعی از درجه حرارت محیط خارج ساختمان می‌باشد و به صورت لحظه‌ای خودکار و هوشمند، متناسب با تغییرات دمای محیط خارج ساختمان کنترل می‌گردد. و باعث ایجاد دمای یکنواخت مناسب در محل زندگی می‌شود 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 ۲٤ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در محدوده آسایش حرارتی می‌باشد. شکل شماره (٦)

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]



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



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

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

شکل ۶ ـ عملکرد سیستم کنترل هوشمند در یک موتورخانه مسکونی به مدت یک هفته از 1/19/2003 تا 1/13/2003

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 کاهش‌یافته 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.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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.

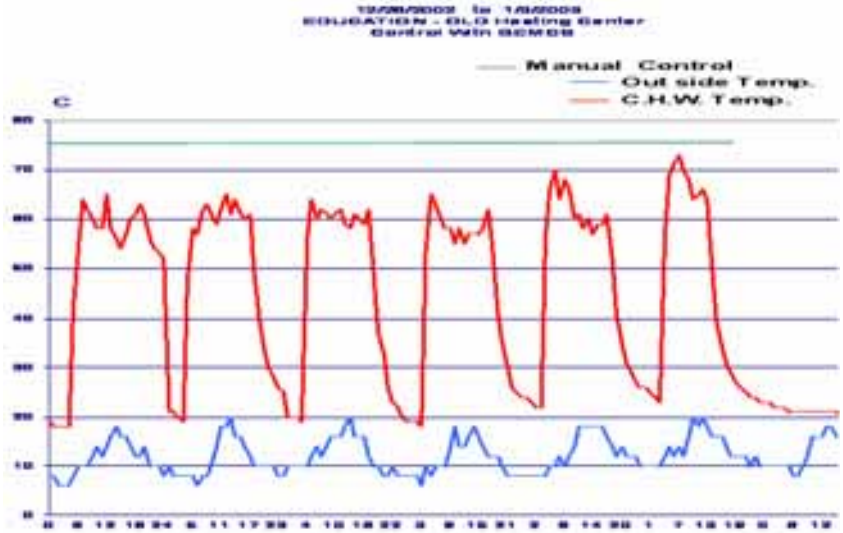
در منحنی‌های شکل شماره (۸) دمای آب گرم رفت چرخشی در تأسیسات حرارتی (C.H.W) و دمای آب گرم مصرفی (D.H.W) و مصرف گاز روزانه متناسب با تغییرات درجه حرارت محیط خارج ساختمان در یک دوره ۲ ماهه از ۸۲/۸/۷ تا ۸۲/۱۰/٦ در یک ساختمان مسکونی واقع در چیذر تهران که تأسیسات حرارتی آن توسط سیستم مدیریت هوشمند انرژی کنترل می‌شود، نمایش داده شده است.

محور عمودی این دیاگرام برحسب درجه سانتی‌گراد و مصرف گاز روزانه ($۳ \times m^3$) مصرف گاز می‌باشد.

خط ثابت ٦۰ بیان‌گر (۱۸۰=٦۰×۳) 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.

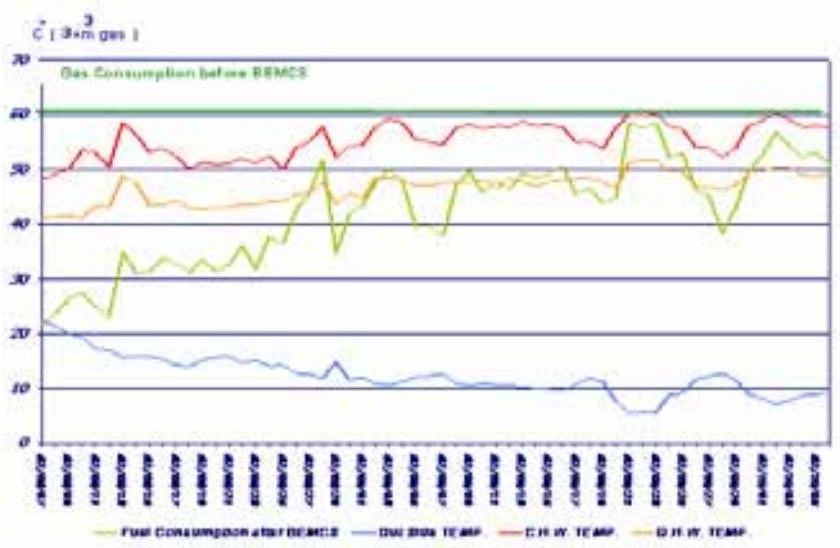
در دیاگرام شکل شماره (۸) دماهای C.H.W، D.H.W و Out Side متوسط دماهای مربوط به هر روز می‌باشند. در سایر منحنی‌ها پاسخ سیستم کنترل به تغییرات درجه حرارت محیط خارج ساختمان مشخص می‌باشد.

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 ۸۲/۱۰/٦ در ساختمان فوق نشان داده شده است.



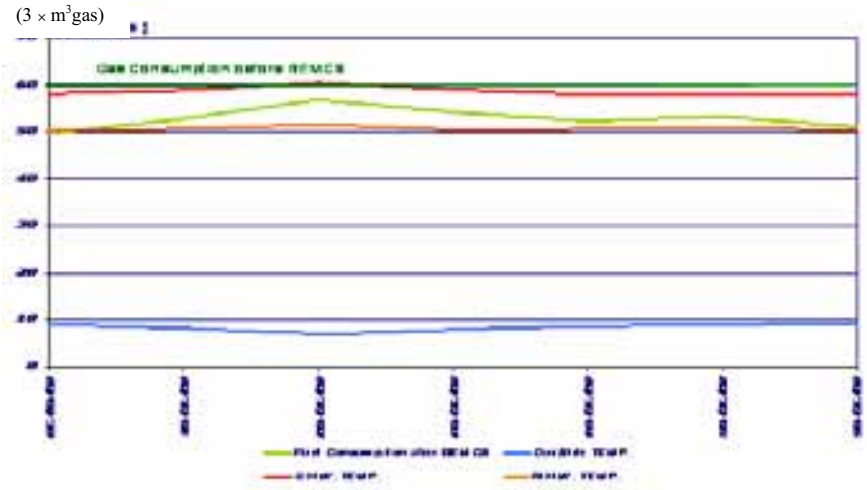
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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



شکل ۸ ـ تحلیل اطلاعات Data Baseهای رژیم حرارتی ساختمان توسط اینترفیس‌های کامپیوتری و نرم‌افزار EMM 3.0

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]



شکل ۹ـ تحلیل اطلاعات Data Base های رژیم حرارتی ساختمان توسط اینترفیس‌های کامپیوتری و نرم‌افزار EMM 3.0

ـ نتایج عملی به دست آمده از نصب سیستم در برخی ساختمان‌های با کاربری مختلف

۱ـ تأسیسات حرارتی آموزش و پرورش کل منطقه ۱۰ تهران، موتورخانه قدیمی

ـ میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۵۷۱۹۲ مترمکعب (سال‌های گذشته، قبل از بهینه‌سازی)

ـ میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۱٤٦٦۳ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)

ـ کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ٤۲۷۲۹ مترمکعب معادل ۷٤/٤٪

۲ـ تأسیسات حرارتی آموزش و پرورش کل منطقه ۱۰ تهران، موتورخانه جدید

ـ میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۵۵٦۱۰ مترمکعب (سال‌های گذشته، قبل از بهینه‌سازی)

ـ میزان مصرف خالص گاز تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۵۰۸۷ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)

ـ کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ٤۰۵۲۳ مترمکعب معادل ۷۲/۸٪

۳ـ تأسیسات حرارتی شهرداری منطقه ۱۰ تهران

ـ میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۱٦۰۰۹۹ مترمکعب (سال‌های گذشته، قبل از بهینه‌سازی)

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

ـ میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۱۲۷۷۹۲ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)
ـ کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۳۲۳۰۷ مترمکعب معادل ۲۰/۱۵٪

٤ـ تأسیسات حرارتی مجتمع مسکونی ـ شهرک غرب
ـ میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۳۹۰۵۹ مترمکعب (سال‌های گذشته، قبل از بهینه‌سازی)
ـ میزان مصرف خالص گاز در تأسیسات حرارتی، سالانه ۲۹۳٦۰ مترمکعب (سال جاری، بعد از بهینه‌سازی)
ـ کل مقدار صرفه‌جویی در مصرف گاز تأسیسات حرارتی ۹٦۹۹ مترمکعب معادل ۲۱/۱۸٪

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

جدول ۱ـ 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 نفت‌خام در سال
آموزش و پرورش منطقه۱۰ موتورخانه جدید	%۷۲/۸	٤٠٥٢٣	۸٥٠۹۸	۲٤۷
آموزش و پرورش منطقه۱۰ موتورخانه قدیم	%۷٤/٤	٤۲۷۲۹	۸۹۷۳۱	۲٦٠
شهرداری منطقه ۱۰ تهران	%۲٠/۱٥	۳۲۳٠۷	٦۷۸٤٥	۱۹۷
مجتمع مسکونی ـ شهرک غرب	%۲۱/۱۸	۹٦۹۹	۲٠۳٦۸	٥۹
جمع	——	**۱۲٥۲٥۸**	**۲٦۳٠۴۲**	**۷٦۳**

ادامه جدول ۱ـ 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 منطقه۱۰ موتورخانه جدید	۱۲/۹۷٦/۳٦٠	٤۳/۹۱٠/٥٦۸	٥٦/۸۷۷/۹۲۸
آموزش و پرورش منطقه۱۰ موتورخانه قدیم	۱۳/٦۷۳/۲۸٠	٤٦/۳٠۱/۱۹٦	٥۹/۹۷٤/٤۷٦
شهرداری منطقه ۱۰ تهران	۱٠/۳۳۸/۲٤٠	۳٥/٠٠۸/٠۲٠	٤٥/۳٤٦/۲٦٠
مجتمع مسکونی ـ شهرک غرب	۳/۱٠۳/٦۸٠	۱٠/٥٠۹/۸۸۸	۱۳/٦۱۳/٥٦۸
جمع	**۴٠/٠۸۲/٥٦٠**	**۱۳۷/۳۲۲/٥۶۴**	**۱۷۷/۴٠٥/۱۲۴**

* هر ۱٦٤/۲ مترمکعب گازطبیعی معادل یک بشکه نفت‌خام می‌باشد.
* مبنای محاسبه وزنی آلاینده‌ها، ۲/۱ کیلوگرم آلاینده به ازای سوختن هر مترمکعب گازطبیعی می‌باشد.
* مبنای محاسبه صرفه‌جویی ریالی، قیمت جهانی گاز به ازای هر مترمکعب گاز مبلغ ۳۲٠ 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:

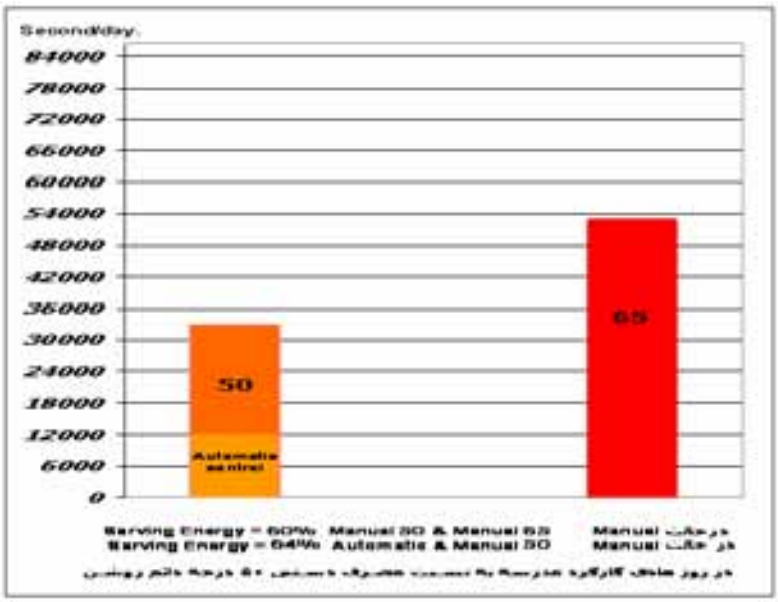
در نمودارهای زیر به ترتیب میزان مصرف انرژی (در زمان روشنی مشعل) برحسب ثانیه در شبانه‌روز به منظور حفظ دمای آب گرم چرخشی در وسایل گرمایشی مدرسه راهنمایی میرحیدری

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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 BC ۴۲۰ 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.

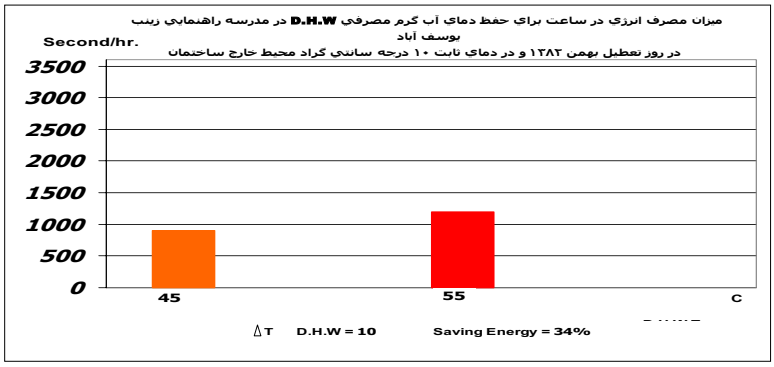
در نمودار دوم همین مقایسه به منظور حفظ دمای آب گرم مصرفی (در حالت عدم مصرف از منبع) و در یک روز تعطیل در مدرسه راهنمایی زینب واقع در منطقه یوسف‌آباد تهران انجام شده است.

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

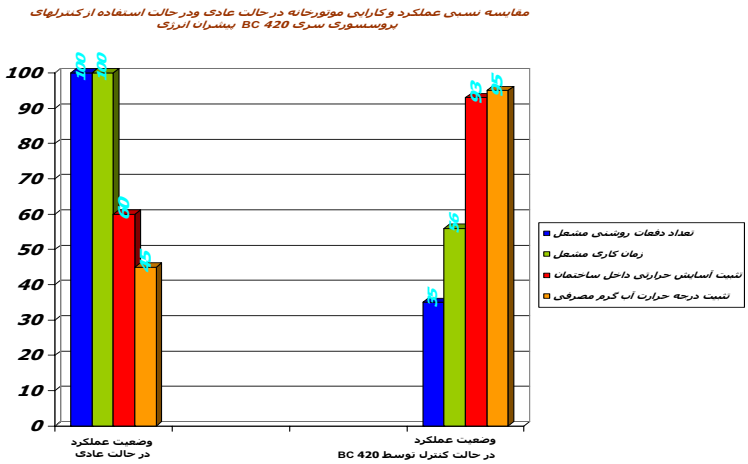


نمودار ۱ـ میزان مصرف انرژی در شبانه‌روز برای حفظ دمای آب گرم چرخشی C.H.W در مدرسه راهنمایی میرحیدری ـ اتوبان کردستان در روز تعطیل و در دمای ثابت ۱۰ درجه سانتی‌گراد محیط بیرون

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]



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



نمودار ۳ـ مقایسه سنی عملکرد و کارآیی موتورخانه در حالت عادی و حالت استفاده کنترل‌های پروفسورهای

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 حیات‌وحش، 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.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

جدول ۲ـ 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 صرفه‌جویی شده سالانه پس از بهینه‌سازی	میزان کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی (تن در سال)
مجتمع آموزشی صادقی زعفرانیه منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۷۵/۸	۴۴/۵۸۱ مترمکعب گاز ۵/۵۷۲/۶۲۵ ریال	۳۳/۷۹۲ مترمکعب گاز ۴/۴۲۴/۰۴۹ ریال	۷۰/۹
دبستان باد بود منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۶۴/۵	۱۸/۷۰۰ مترمکعب گاز ۲/۳۳۷/۵۰۰ ریال	۱۲/۰۶۱ مترمکعب گاز ۱/۵۰۷/۶۸۷ ریال	۲۵/۳
مدرسه راهنمایی بدر منطقه ۱۰	نیمه وقت با خاموشی پاره وقت جمعه	٪۶۱/۵	۲۵/۱۰۰ مترمکعب گاز ۳/۲۶۳/۰۰۰ ریال	۱۵/۴۳۶ مترمکعب گاز ۲/۰۰۶/۶۸۰ ریال	۳۲/۴
موزه حیات‌وحش سازمان حفاظت محیط‌زیست	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۶۰	۳۹/۱۶۵ مترمکعب گاز ۶/۴۶۲/۲۲۵ ریال	۲۳/۴۹۹ مترمکعب گاز ۳/۸۷۷/۳۳۵ ریال	۴۹/۳
آموزش وپرورش منطقه ۱۰ * موتور خانه ۱	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۵۸/۸ *	۶۴/۹۴۰ مترمکعب گاز ۹/۶۶۳/۹۰۰ ریال	۳۸/۱۲۷ مترمکعب گاز ۴/۶۱۵/۱۰۰ ریال	۸۰
آموزش وپرورش منطقه ۱۰ * موتور خانه ۲	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۵۷	۷۵/۱۲۷ مترمکعب گاز ۱۳/۴۴۷/۷۳۳ ریال	۴۲/۸۲۲ مترمکعب گاز ۷/۶۶۵/۲۰۷ ریال	۸۹/۹
موزه هنرهای معاصر تهران	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۵۵/۲	۱۰۸/۹۷۳ مترمکعب گاز ۱۷/۹۸۰/۰۴۵ ریال	۶۰/۱۵۳ مترمکعب گاز ۹/۹۲۵/۲۶۰ ریال	۱۲۶/۳
مدرسه راهنمایی زینب منطقه ۱۰	نیمه وقت روشن با خاموشی جمعه	٪۵۴	۴۹/۶۶۸ مترمکعب گاز ۴/۹۵۸/۵۰۰ ریال	۲۱/۴۲۰ مترمکعب گاز ۲/۶۷۷/۵۹۰ ریال	۴۴/۹
مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی	نیمه وقت با خاموشی پاره‌وقت جمعه	٪۴۸/۷	۱۲۳/۲۹۰ مترمکعب گاز ۲۷/۳۴۴/۹۵۰ ریال	۶۴/۹۶۰ مترمکعب گاز ۱۳/۳۱۶/۹۹۰ ریال	۱۳۶/۴
درمانگاه شریعتی وزارت نفت	نیمه وقت با خاموشی پاره‌وقت جمعه	٪۴۱/۲	۲۵/۹۳۸ مترمکعب گاز ۴/۳۷۹/۷۷۰ ریال	۱۰/۷۱۲ مترمکعب گاز ۱/۷۶۶/۰۴۵ ریال	۲۴/۴
آموزش و پرورش منطقه ۱۲	نیمه وقت با خاموشی جمعه	٪۴۰/۳	۹۲/۳۵۲ مترمکعب گاز ۱۵/۸۸۴/۰۴۴ ریال	۳۷/۲۱۷ مترمکعب گاز ۶/۴۰۱/۴۷۱ ریال	۷۸/۲
هنرستان میصری منطقه ۱۰	نیمه وقت با خاموشی پاره‌وقت جمعه	٪۴۰	۳۳/۷۰۲ مترمکعب گاز ۴/۸۸۶/۷۹۰ ریال	۱۳/۴۸۰ مترمکعب گاز ۱/۹۰۴/۷۱۶ ریال	۲۸/۳
مدرسه زهرا مردانی منطقه ۱۰	نیمه وقت با خاموشی جمعه	٪۳۹/۶	۱۶/۲۱۶ مترمکعب گاز ۶/۱۰۰/۰۵۱۲ ریال	۱۸/۳۰۱ مترمکعب گاز ۲/۴۱۵/۸۰۲ ریال	۳۸/۴
مدرسه میرحیدری منطقه ۱۲	نیمه وقت با خاموشی جمعه	٪۳۹	۲۰/۵۰۰ مترمکعب گاز ۲/۹۴۶/۵۰۰ ریال	۷/۹۹۵ مترمکعب گاز ۱/۰۳۱/۲۵۵ ریال	۱۶/۷
ساختمان شماره ۶ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت تمام هفته	٪۳۶/۸	۳۲/۶۰۰ لیتر گازوئیل ۸/۲۴۷/۸۰۰ ریال	۱۱/۹۹۶ لیترگازوئیل ۳/۰۳۵/۱۹۰ ریال	۶۷
سازمان مسکن و شهر سازی استان تهران	نیمه وقت تمام هفته	٪۳۵/۷	۵۹/۵۶۰ مترمکعب گاز ۱۰/۶۰۱/۶۸۰ ریال	۲۱/۲۶۲ مترمکعب گاز ۳/۷۸۵/۳۴۸ ریال	۴۴/۶
دانشگاه آزاد علوم انسانی واحد شمال	نیمه وقت تمام هفته	٪۳۴	۱۷۴/۴۰۳ مترمکعب گاز ۲۴/۰۶۷/۶۱۴ ریال	۵۹/۲۹۷ مترمکعب گاز ۸/۱۸۲/۹۸۶ ریال	۱۲۴/۵
ساختمان شماره ۳ شهرداری منطقه ۲۲	نیمه وقت تمام هفته	٪۳۱/۷	۴۱/۹۵۰ مترمکعب گاز ۱۰/۶۸۰/۰۰۰ ریال	۱۳/۲۹۸ مترمکعب گاز ۳/۳۸۴/۳۷۹ ریال	۲۷/۹
ساختمان شماره ۲ شهرداری منطقه۲۲	نیمه وقت تمام هفته	٪۲۹/۸	۴۸/۵۰۰ مترمکعب گاز ۱۱/۶۴۰/۰۰۰ ریال	۱۴/۴۵۳ مترمکعب گاز ۳/۴۶۸/۷۲۰ ریال	۳۰/۳
هتل بلوار	تمام وقت روشن بدون خاموشی	٪۲۶/۴	۱۳۷/۰۰۰ مترمکعب گاز ۲۰/۳۷۶/۰۰۰ ریال	۳۶/۱۶۸ مترمکعب گاز ۵/۳۵۲/۸۶۴ ریال	۱۰۳/۷
دبیرستان نیکان منطقه ۲	تمام وقت روشن بدون خاموشی	٪۲۱/۸	۴۷/۱۷۶ مترمکعب گاز ۵/۹۹۱/۲۵۲ ریال	۱۰/۲۸۴ مترمکعب گاز ۱/۴۲۶/۶۸۳ ریال	۲۱/۶
شرکت بازرگانی پتروشیمی	نیمه وقت تمام هفته	٪۲۱/۳	۱۱۲/۱۱۹ مترمکعب گاز ۱۸/۷۰۰/۰۰۰ ریال	۲۴/۰۹۴ مترمکعب گاز ۳/۹۸۲/۷۹۵ ریال	۵۰/۶
سازمان صنایع هوا فضا وزارت دفاع	تمام وقت روشن بدون خاموشی	٪۲۰/۷	۳۵۰/۰۰۰ لیترگازوئیل ۷۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال	۷۲/۴۵۰ لیترگازوئیل ۱۴/۴۹۰/۰۰۰ ریال	۱۵۲/۱
ساختمان مرکزی شهرداری منطقه ۱۰	تمام وقت روشن بدون خاموشی	٪۲۰/۱	۱۱۰/۳۲۲ مترمکعب گاز ۲۹/۹۸۲/۱۷۸ ریال	۲۲/۲۲۶ مترمکعب گاز ۶/۰۲۶/۳۹۸ ریال	۶۷/۷
ساختمان مرکزی دانشگاه خواجه نصیر	نیمه وقت تمام هفته	٪۱۹/۸	۶۱/۲۶۲ مترمکعب گاز ۳۷/۵۳۳/۲۴۰ ریال	۲۱/۹۳۰ مترمکعب گاز ۷/۴۳۱/۵۸۴ ریال	۶۷
ساختمان مرکزی شهرداری منطقه ۲۲	تمام وقت روشن بدون خاموشی	٪۱۸/۵	۶۸/۶۰۰ لیتر گازوئیل ۱۶/۴۲۶/۸۰۰ ریال	۱۲/۶۹۱ لیترگازوئیل ۳/۰۲۰/۴۵۸ ریال	۲۶/۶

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

دیدگاه ملی بهینه‌سازی مصرف سوخت از بعد صرفه‌جویی در مصرف انرژی

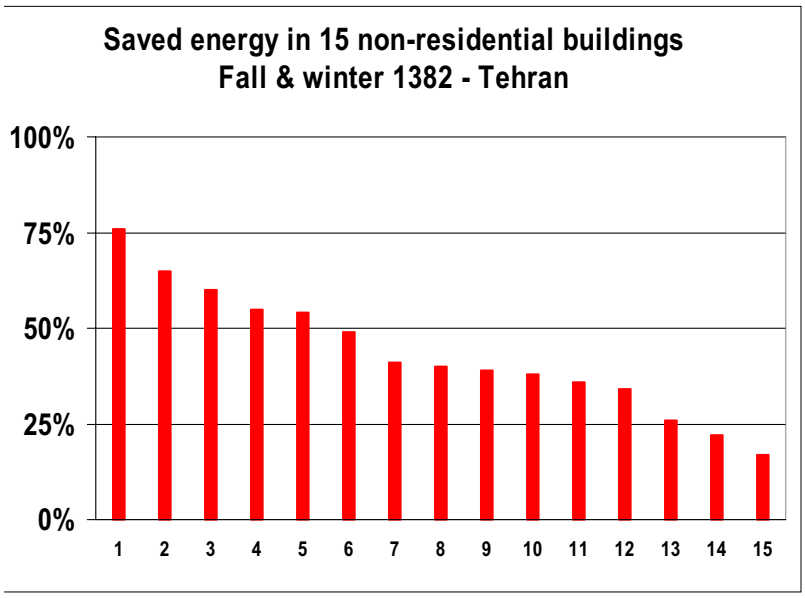
طبق بررسی‌های به عمل آمده حداقل سرانه مصرف گازطبیعی در ساختمان‌ها، ۲۰ مترمکعب به ازای هر مترمربع مساحت ساختمان در سال می‌باشد. بنابراین مصرف کل گاز ساختمانهای اداری با کل بنای مفید ۳/۰۰۰ مترمربع (ادارات متوسط) ۶۰/۰۰۰ مترمکعب در سال می‌باشد.

در صورت استفاده از روش بهینه‌سازی موتورخانه‌های هوشمند و نصب این‌گونه سیستم‌ها در ۲۰/۰۰۰ ساختمان غیر مسکونی و با فرض صرفه‌جویی متوسط سالانه ٤٠٪ (به تأئید سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور) سالانه ٤٨٠/٠٠٠/٠٠٠ مترمکعب گازطبیعی معادل ۲/۹۷۵/۰٤۰ بشکه نفت‌خام در مصرف سوخت کشور صرفه‌جویی می‌گردد.

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

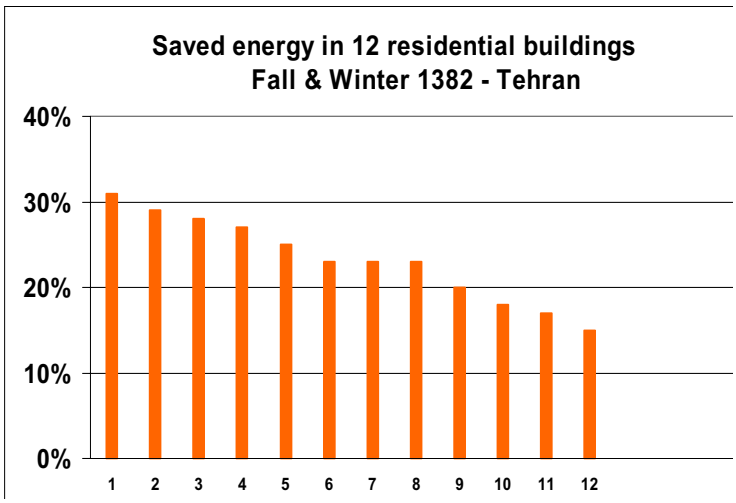
با احتساب قیمت جهانی گاز به ازای هر مترمکعب ۳۲۰ ریال، صرفه‌جویی ریالی حاصله معادل ۱۵۳/٦۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال در سال می‌گردد.

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



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

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]



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

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:

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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

اطلاعات قبوض گاز از ۸۰/۷/۱٤ الی ۸۱/۰۱/۱۹ (دوره قبل از بهینه‌سازی مصرف انرژی)	کل مصرف سوخت سالانه (مترمکعب گاز)	کل مبلغ پرداختی (ریال)	متوسط قیمت هر مترمکعب گاز در دوره (ریال)	در صد صرفه‌جویی در مصرف سوخت سالانه	کاهش تولید آلاینده‌ها (تن در سال)
	٦٤٩٤٠	۹/۱٦۳/۹۰۰	۱٤۱	-----	-----
اطلاعات قبوض گاز از ۸۱/۰۱/۱۹ الی ۸۲/۰۱/۱۷ دوره بهینه‌سازی مصرف انرژی (استفاده از کنترلر هوشمند BC 420)	۲٦۷٦۷	٤/٥٤۸/۸۰۰	۱۷۰	٪٥۸/۸	۸۰

میزان سوخت صرفه‌جویی شده

۳۸۱۳۷ مترمکعب گاز در سال به ارزش ٤/٦۱٥/۱۰۰ ریال به نسبت سال ۱۳۸۰, زمان بازگشت سرمایه در یک نیمه زمستان.

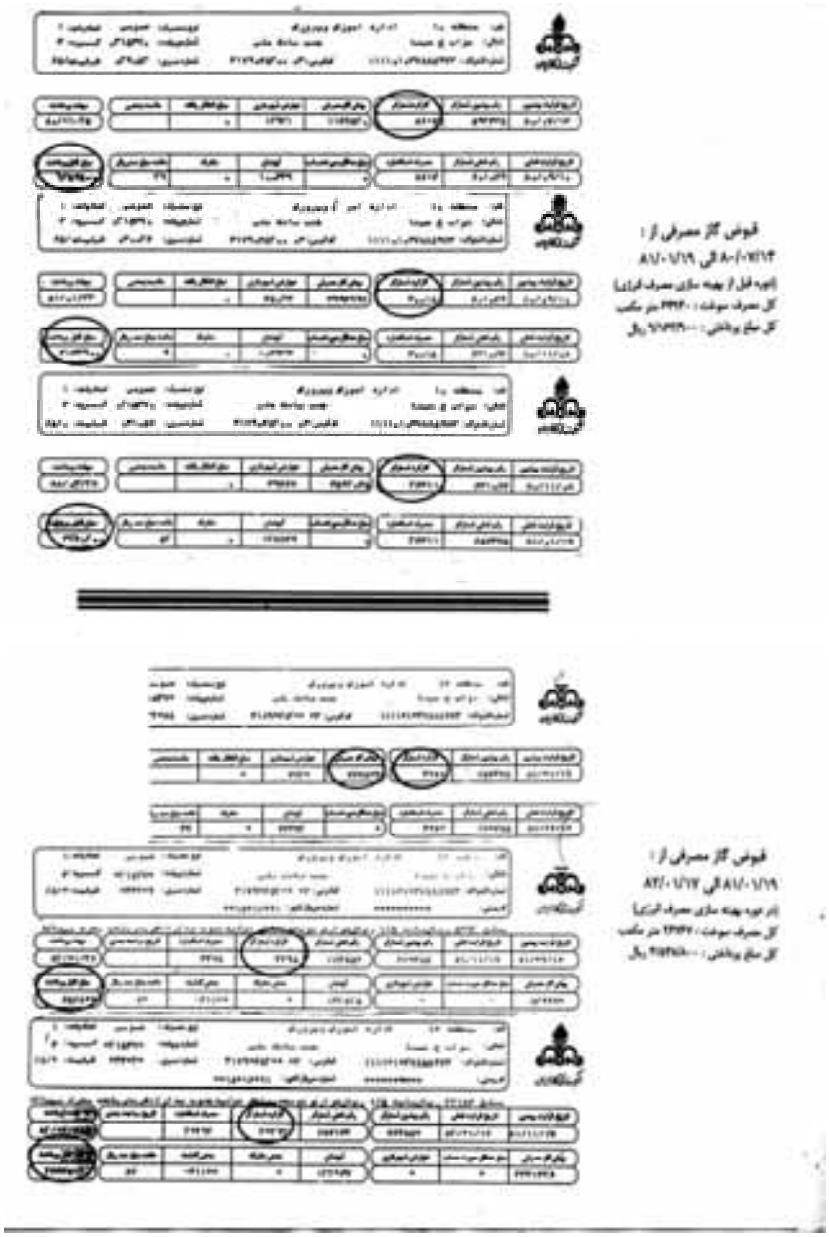
به خاطر داشته باشید:

- 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 لحاظ‌نمودن افزایش سالانه تعرفه‌های بهای گاز شرکت ملی گاز ایران با مبنا قرار دادن مصرف سالانه ٦٤٩٤٠ مترمکعب گازطبیعی 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 می‌گردید.
- 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 اکتروپمپ 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 ٤/۰٥۰/۰۰۰ ریال در سال می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن تعرفه‌های سوخت و انرژی سال ۱۳۸۰ در این اداره جمعاً مبلغ ۸/٦٦٥/۱۰۰ 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 استهلاک تجهیزات حرارتی و افزایش طول عمر تجهیزات می‌گردد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]



قبوض گاز مصرفی از :
۸۰/۰۴/۱۴ الی ۸۱/۰۷/۱۹
(دوره قبل از بهینه سازی مصرف انرژی)
کل مصرف سوخت : ۳۴۴۰ متر مکعب
کل مبلغ پرداختی : ۹/۷۴۴/۰۰۰ ریال

قبوض گاز مصرفی از :
۸۱/۰۷/۱۹ الی ۸۲/۰۷/۱۷
(در دوره بهینه سازی مصرف انرژی)
کل مصرف سوخت : ۲۳۵۲ متر مکعب
کل مبلغ پرداختی : ۶۵۶۸۵۰۰ ریال

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]

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

۱ـ تحلیل اطلاعات ثبت‌شده از رژیم حرارتی ساختمان‌های منتخب توسط اینترفیس‌های کامپیوتری و نرم‌افزار EMM 3.0، شرکت پیشران انرژی.

۲ـ بولتن‌ها و اطلاعات دمایی سالانه شهر تهران، مرکز کامپیوتر ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران.

۳ـ ترازنامه انرژی ۱۳۷۹ ، انتشارات وزارت نیرو.

٤ـ حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، تبرید، دکتر بهمن خستو، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۰.

٥ـ حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، دکتر ستوده تهرانی، انتشارات دهخدا، ۱۳٤۸.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-08]