

تاسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع هوشمند

تاریخ : ۸۱/۹/۱۹

شماره : ۸۱/۲۰۳۷/ت

دبیرخانه محترم همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان

ضمن عرض ادب ، پیرو فراخوان مربوطه در خصوص بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان بدینوسیله اینجانبان تورج بطحایی و امیر حسین محمودی اصل مقاله تحت عنوان بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در تاسیسات حرارتی - برودتی براساس تغییرات دمای محیط بیرون ساختمان را ارائه می نمایند .

لازم به ذکر است طرح مذکور دارای گواهی ثبت اختراع به شماره ۲۸۰۳۰ مورخ ۸۱/۴/۱۳ می باشد که کپی گواهی نامه به انضمام شرح طرح به پیوست می باشد .

همچنین طرح فوق در قالب یک پروژه تحقیقاتی با همکاری آن سازمان محترم شهرداری منطقه ۱۰ تهران در حال اجرا می باشد .

تاسیسات حرارتی مرکزی و تهویه مطبوع هوشمند

“تاسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع هوشمند”

عنوان طرح :

طراحی و ساخت سیستم هوشمند کنترلی جهت بهینه سازی و کاهش مصرف سوخت و انرژی الکتریکی در تاسیسات حرارتی - برودتی با کارکرد مبتنی بر فاکتورهای تغییرات دمای محیط خارج ساختمان و بهینه سازی زمان کارکرد مولدهای حرارتی - برودتی در مکانهایی که افراد حضور پاره وقت دارند مانند ادارات و مدارس .

هدف اجرای طرح :

- اجرای کلان این طرح و کاهش قابل ملاحظه در مصرف سوخت (گاز شهری , گازوئیل) و انرژی الکتریکی نیل به اهداف ذیل را میسر می نماید :
- بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان
- صرفه جویی در مصرف گاز و فراورده های نفتی در جهت کاهش برداشت ذخایر ملی
- کاهش آلودگی محیط زیست
- کاهش مصرف انرژی الکتریکی
- کاهش استهلاک تاسیسات حرارتی - برودتی و افزایش طول عمر اجزاء بدلیل کارکرد بهینه
- کاهش دمای شهر در اثر بهینه سازی مدت زمان کارکرد مولدهای حرارتی
- آسایش بیشتر شهروندان در محیط کار و منازل توسط ایجاد دمای محیطی مطبوع و کنترل شده متناسب با دمای محیط خارج ساختمان
- کاهش هزینه های استخراج , پالایش , انتقال و توزیع شرکت ملی گاز ایران با توجه به وجود سوبسیدهای سنگین
- کاهش هزینه های ظرفیت سازی آتی (ناشی از افزایش جمعیت و توسعه صنعتی)

شرح طرح :

جهت روشن تر شدن موضوع به ذکر یک مثال ملموس پرداخته می شود :

در یک روز سرد زمستانی که موتورخانه مجتمع مسکونی در ماکزیمم پیک کاری خود فعال بوده و دمای آب خروجی دیگها بروی ۸۰ درجه سانتی گراد تنظیم شده است .

در این شرایط اکثر رادیاتورهای واحدهای مسکونی ساختمان روشن می باشد تا گرمایش مناسب و مطبوع ساختمانها تامین گردد . در این حالت بدون در نظر گرفتن راندمان حرارتی تاسیسات مربوطه , گرمای مورد نیاز متناسب با حداکثر سرمای محیط تامین می شود .

با توجه به موقعیت جغرافیایی و تنوع آب و هوایی شهر تهران و تغییرات مکرر درجه حرارت محیط با نرخ و دامنه بالا، در طول فصل سرما بسیار اتفاق افتاده است که طی دو یا سه روز درجه حرارت محیط خارج ساختمان افزایشی قابل توجه در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد و حتی بیشتر داشته باشد. (نمونه دیاگرامهای رسم شده براساس اطلاعات سازمان هواشناسی به پیوست می باشد) تحت این شرایط دمای آب خروجی دیگها ثابت بوده و هیچگونه تغییری در دمای موتورخانه نیامده است و بسیاری از ساکنین واحدهای مسکونی مجتمع جهت کاهش دمای محیط زندگی خود دو گزینه پیش رو دارند:

۱- کاهش دمای محیط زندگی توسط خاموش نمودن و یا کم کردن دمای رادیاتورها و یا کاهش درجه حرارتی تنظیمی در تاسیسات حرارتی که بعلاوه عدم آگاهی فنی، کاهلی و عدم انتقاد به فرهنگ مصرف صحیح سوخت، این مورد به ندرت اتفاق می افتد.

۲- بازکردن پنجره های محل سکونت جهت تعدیل دمای محیط منزل.

واضح است که با انتخاب گزینه اول (به فرض محال خاموش کردن و یا کم کردن رادیاتور توسط همه ساکنین و یا تغییر دائمی درجه حرارت تنظیمی موتورخانه) حجم آب گرم چرخشی در تاسیسات حرارتی مجموعه کمتر شده و طبیعاً مشعلها با تاخیر زمانی بیشتری شروع به کار می کنند و به ظاهر نیازی به تغییر و بهینه سازی در مصرف گاز شهری مشاهده نمی شود ولی با کمی دقت و در نظر گرفتن این اصل که هر چقدر اختلاف دما بین مولد حرارتی و گیرنده (در اینجا دیگهای آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و رادیاتورهای واحدهای مسکونی به عنوان گیرنده) بیشتر باشد اتلاف و پرت انرژی حرارتی نیز بیشتر خواهد بود مضاف بر اینکه کنترل دمای رادیاتورها توسط همگی ساکنین و یا تنظیم دائمی حرارت موتورخانه فرض محالی است و اکثراً عادت به باز کردن پنجره دارند.

با انتخاب گزینه دوم نیز واضح است که مولد حرارتی بصورت دائم و بی دلیل دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد آب گرم چرخشی در تاسیسات را تامین می نماید، در صورتی که بدلیل باز بودن پنجره ها که بسیار شایع می باشد اتلاف انرژی حرارتی فاحشی صورت می پذیرد.

با ارائه مثال فوق نیاز و اهمیت سیستم هوشمند در تاسیسات حرارت مرکزی ساختمانها، در راستای کاهش مصرف انرژی و سوخت آشکار می گردد.

نحوه عملکرد سیستم فوق به صورتی است که بطور خودکار توسط سنسورهای حرارتی مربوطه که در محلهای خروجی آب گرم دیگ، آب گرم مصرفی و محیط خارج ساختمان نصب می باشد، دمای داخل ساختمان و حداقل دمای آب گرم مصرفی در ساعات مختلف شبانه روز در قالب یک معادله کنترل دمایی - زمانی و سایر شرایط پیش بینی شده مبادرت به اعمال فرامین در زمانهای خاص و تعریف شده به مشعل (یا مشعل ها) می نماید و از اتلاف انرژی و مصرف بیهوده گاز شهری جلوگیری می نماید.

با توجه به ماهیت استفاده از تاسیسات حرارت مرکزی در منازل مسکونی و اداری که تامین کننده دو فاکتور گرمایش محیط (فصلی) و آب گرم مصرفی (دائم جهت منازل مسکونی و پاره وقت

جهت ادارات) می باشد طبعا این سیستم کنترل نیز می بایست در همین راستا و بصورت بهینه اقدام به تامین شرایط فوق نماید .

بنابراین اساس عملکرد سیستم کنترلی با دو شرط دمای حداقل آب گرم مصرفی و تعریف یک معادله حرارتی جهت تامین گرمایش محیط می باشد . بدیهی است در فصول سرد سال و در زمان بیداری افراد (ساعت ۵ صبح الی ۱۲ شب) شرط حداقل دمای آب گرم مصرفی می بایست همواره برقرار بوده و در ضمن دمای محیط زندگی نیز در حد مطلوب باشد (۲۱-۲۳) درجه سانتی گراد) و در نیمه شب و هنگام استراحت ساکنین اولویت با شرط معادله حرارتی جهت گرمایش می باشد و دمای آب گرم مصرفی بدلیل عدم مصرف و یا کاهش مصرف ، فاکتور تعیین کننده ای جهت کنترل سیستم نمی باشد . در فصول گرم سال نیز نیازی به سیستم گرمایشی احساس نمی گردد و تنها برقراری شرط آب گرم در زمان بیداری افراد (ساعت ۵ صبح الی ۱۲ شب) لازم می باشد . در مجموع با توجه به وابستگی در آن واحد هر دو شرط فوق الذکر (آب گرم مصرفی - گرمایشی) گاهی برقراری یک شرط بصورت غیر مستقیم باعث برقراری شرط دیگر نیز می شود و بالعکس .

عوامل موثر بر شرایط دمایی مکان مورد استفاده :

در این قسمت عوامل تاثیر گذار بر دمای داخلی محیط ساختمان که به طور مستقیم در تعیین شرایط کنترلی دما دخالت دارند در دو بخش بررسی می شود :

الف) عوامل ذاتی (غیر قابل تغییر)

اصولا عوامل ذاتی مربوط به خصوصیات فیزیکی ساختمان شامل طراحی معماری ، نوع مصالح ، جهت و... بوده و ثابت می باشند . این عوامل شامل اتلاف حرارتی در اثر انتقال حرارت از جدارهای ساختمان و اتلاف حرارتی ناشی از نفوذ و تجدید هوا می باشند که بسته به نوع مصالح بکار رفته و ضریب انتقال حرارت و اتلاف حرارت مربوطه به سه روش هدایت ، وزش و تشعشع صورت می پذیرد . این عوامل برای اکثر ساختمانهای موجود در کشور که از مصالح رایج ساخته شده اند قابل محاسبه بوده و بعنوان فاکتور ثابتی در سیستم کنترل دمای هوشمند در نظر گرفته می شود .

ب) شرایط محیطی (قابل تغییر)

در این بخش شرایط موثر بر سیستم کنترل هوشمند دمایی مورد بررسی قرار می گیرد . شرایط محیطی قابل تغییر شامل تغییرات درجه حرارت محیط ساختمان در روز و شب ، حضور افراد به عنوان مولد و منبع حرارتی ، اتلاف منفی حرارتی ناشی از وسایل موجود در ساختمان می باشد .

تغییرات درجه حرارت محیط خارج ساختمان یک فاکتور بسیار موثر در کنترل دمای بهینه داخل ساختمان می باشد و علاوه بر این تغییرات باید خاطر نشان ساخت بدلیل عامل انتقال حرارت از راه تشعشع در دمای ثابت محیط خارج ، میزان اتلاف حرارتی ساختمان نیز متفاوت می باشد . بعنوان مثال اگر دمای محیط بیرون در شب ۵ درجه سانتی گراد باشد از داخل ساختمان به خارج ساختمان جریان حرارتی و اتلاف انرژی برقرار است . حال در صورتی که دمای ۵ درجه سانتی گراد فوق را در روز و زمان تابش مستقیم خورشید در نظر گرفته شود ، ملاحظه می شود بدلیل انتقال حرارت از راه تشعشع به زمین اطراف ساختمان و جدارهای ساختمان و ایجاد یک مقاومت حرارتی ، اتلاف حرارتی و جریان انتقال حرارت به مراتب کمتر از نیمه شب و در همان دمای ثابت ۵ درجه خواهد بود که این نکته پارامترهای موثر بر کنترل درجه حرارت روزانه (زمان تابش خورشید) محیط داخل ساختمان می باشد .

عامل تعیین کننده دیگری که در کنترل فرآیند موثر می باشد میزان حرارت محسوس و نهان بدن افراد بعنوان مولد حرارتی می باشد به این معنی که در شرایط مختلف خواب ، ایستاده ، نشسته و وضعیتهای گوناگون فعالیت کاری (دائم، عادی، سنگین) بدن ، بعنوان یک مولد حرارتی ، حجم های متفاوتی از انرژی را به محیط اطراف منتقل می نماید . این مقدار انرژی در درجه حرارت های متفاوت محل و برحسب شرایط سنی و نوع فعالیت بین ۳۰۰-۱۰۰ Kcal/hr می باشد .

در نهایت سومین عامل موثر اتلاف حرارتی ناشی از وسایل الکتریکی - گازی موجود در محل به عنوان مولد حرارتی می باشد که شامل الکترو موتورها - اجاق گاز - یخچال - فر - لامپ روشنایی و ... می باشد که بر حسب نوع وسیله و توان آن اتلاف حرارت منفی بوجود آمده قابل توجه و در حدود ۱۰۰-۱۰ Kcal/hr می باشد .

جهت بررسی دقیقتر موضوع بعنوان نمونه چند عدد دیاگرام دمای خشک شبانه روزی دوم نوامبر ۱۹۹۹ و دمای خشک متوسط روزانه همان ماه که در ایستگاه هواشناسی مهر آباد تهران اندازه گیری شده است به پیوست می باشد .

در یک تحلیل اولیه تغییرات دمایی عرضی (روزانه) و طولی (ماهانه) کاملاً واضح می باشد . دیاگرام دمای شبانه روزی دوم نوامبر ۱۹۹۹ گویی اختلاف دمایی معادل ۱۱/۲ درجه سانتی گراد (۲/۸ - ۱۳) می باشد که دمای حداکثر متعلق به ساعت ۱۲ ظهر و دمای حداقل متعلق به ساعت ۳ بامداد است .

همچنین دیاگرام دمای خشک متوسط روزانه ماه نوامبر ۱۹۹۹ دارای دمای حداقل ۲/۸ درجه سانتی گراد و حداکثر ۱۶ درجه سانتی گراد می باشد و با نگاه اجمالی شاهد تغییرات دمایی مکرر در دیاگرامهای فوق می باشیم .

با در نظر گرفتن این تغییرات عرضی - طولی که در پی شبانه روز و همچنین طی روزهای مختلف ماه و فصول متفاوت اتفاق می افتد ماهیت اجرایی پروژه و اهداف قابل دسترسی ذکر شده بیش از پیش روشن می شود .

نحوه عملکرد سیستم :

با بکارگیری سیستم فوق ، مدار کنترل دمای قبلی موتورخانه از مدار خارج شده و بصورت BYPASS و رزرو در حالت STAND BY نگهداری می شود .

در این سیستم یک مدار فرمان الکتریکی جایگزین می شود که توسط اطلاعات ارسالی از سنسورهای حرارتی منصوبه بر روی خروجی آب گرم دیگها و سنسور حرارتی که در محیط داخل و خارج ساختمان نصب شده است و منظور نمودن اختلاف این دو طبق معادله حرارتی تعریف شده دمای موتورخانه را کنترل نموده و در زمانهای مقتضی اقدام به فرمان ON/OFF مشعل (یا مشعلها) می نماید .

جهت بالا بردن ضریب ایمنی سیستم نیز در حافظه آن دمایی ثبت می گردد تا در صورت خرابی هر یک از سنسورهای منصوبه دمای موتورخانه بصورت ثابت مثلاً با دمای 70°C تنظیم شود . البته دمای تعریفی فوق توسط UP/DOWN SWITCH روی مدار قابل تنظیم و کنترل می باشد. در صورتی که سیستم فوق به هر دلیلی دچار خرابی و مشکل شود می توان با استفاده از SELECTOR SWITCH تعبیه شده بر روی دستگاه ، سیستم را به وضعیت قبلی و گذشته خود بر گردانده و کنترل دمای قبلی را که به صورت STAND BY بوده است فعال نمود .

از سایر توانائیهای این سیستم ، می توان به قابلیت نصب تقویم ۱۰ ساله اشاره نمود که از مزایای آن بعنوان مثال در نظر گرفتن ایام تعطیل و اعیاد می باشد . که توسط این توانایی مجموعه قادر است بطور خودکار در زمانهای تعریف شده دمای آب گرم مصرفی (شست و شو و استحمام) را از مدتی قبل بالا برد تا ساکنین با مشکل سردی آب و کاهش دمای آن مواجه نگردند . نرم افزار مورد استفاده قابلیتیهایی نظیر کنترل شرایط دمایی محیط داخل ساختمان بر حسب معادله حرارتی در شب و روز - تعیین حداقل دمای آب گرم مصرفی با تلورانسهای مربوطه را دارا می باشد .

همچنین شرایطی نظیر حداقل و حداکثر زمان کارکرد مولد حرارتی ، حداکثر دمای مجاز سیستم بعنوان مسائل و شرایط ایمنی در نظر گرفته شده است . علاوه بر موارد ایمنی مذکور برای بالاتر رفتن ضریب ایمنی سیستم کلید کنترل دمایی قبلی (آکوستات) نیز در مدار فرمان به صورت سری قرار گرفته و روی دمایی بالا مثلاً 90° درجه تنظیم می شود .

از دیگر قابلیتیهای سیستم مزبور تعیین و شناسایی روزهای هفته می باشد تا در اماکنی نظیر ادارات و مدارس با خاتمه ساعت کاری (همچنین لحاظ نمودن ساعت کاری نیمه وقت پنج شنبه و تعطیلی جمعه) سیستم به حالت غیر فعال رفته و روز بعد مجدداً از چند ساعت قبل از شروع کار عمل پیش گرم محل مورد نظر را آغاز نماید .

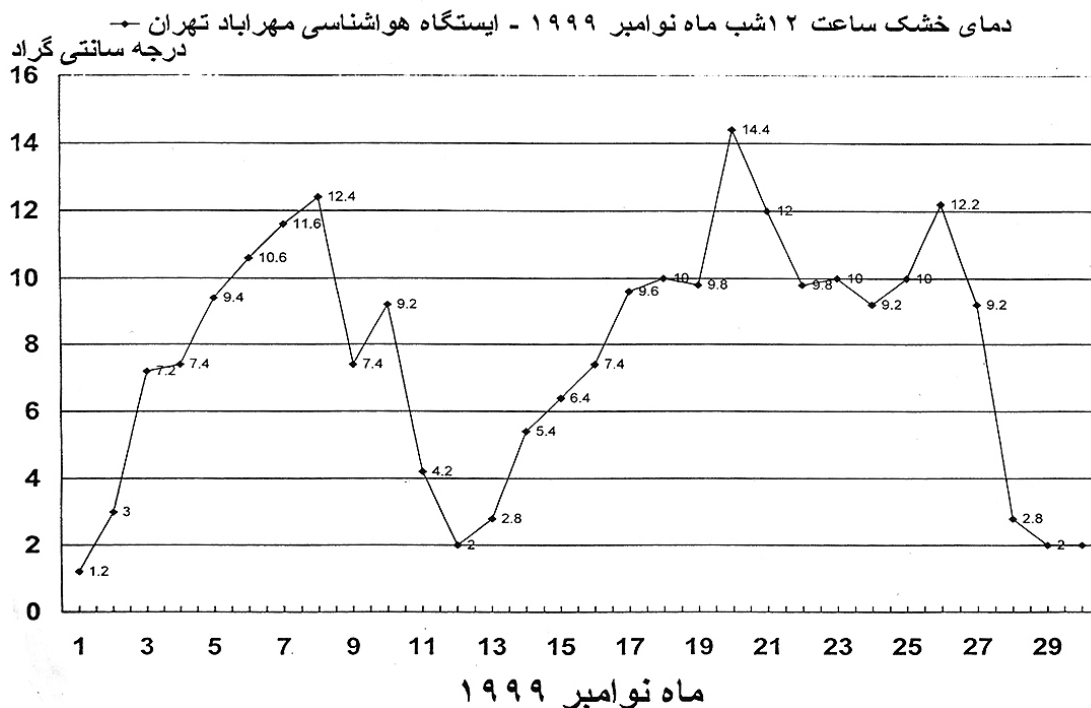
* با اجرای مشابه این طرح جهت تأسیسات برودتی و کنترل بهینه سرمایش محیط کاهش قابل توجهی در مصرف انرژی الکتریکی پدید می آید .

نتیجه گیری :

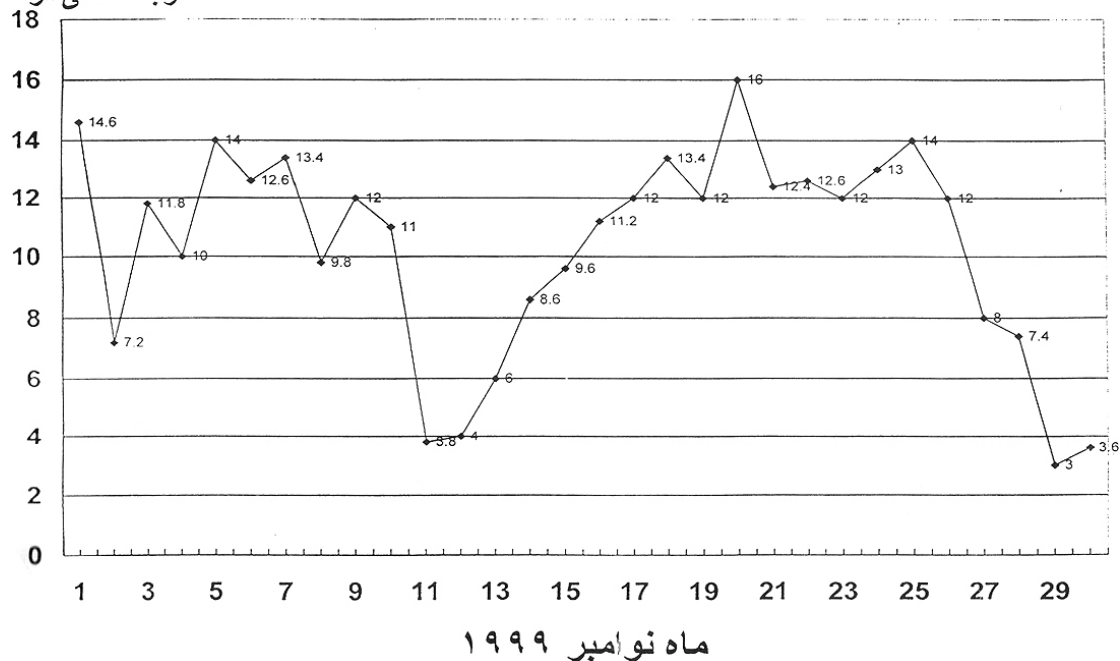
با یک برآورد محتاطانه پیش بینی می شود در صورت اجرای این طرح شاهد کاهش مصرف ۱۵٪ گاز در واحدهای مسکونی و کاهش ۴۰٪ گاز در ادارات باشیم .

با توجه به وجود بیش از یک میلیون واحد مسکونی و تعدا زیادی اداره ، مدرسه ، بیمارستان و ... در شهر بزرگ تهران ، اجرای کلان این طرح که جهت هر مجتمع مسکونی و یا اداره با هزینه ناچیزی قابل اجرا می باشد ، صرفه جویی هنگفت در مصرف گاز و یا فرآورده های نفتی و انرژی الکتریکی و به تبع آن کاهش قابل ملاحظه هزینه های دولت و کاهش آلاینده ها را در پی دارد .

لازم به ذکر است در حال حاضر این طرح به عنوان پروژه ای تحقیقاتی به مدت یکسال در ساختمان اصلی در شهرداری منطقه ۱۰ تهران - اداره آموزش و پرورش منطقه ۱۰ تهران و یک واحد مسکونی در شهرک غرب به صورت موفق آمیز در حال اجرا می باشد .



دمای خشک ساعت ۶ صبح ماه نوامبر ۱۹۹۹ - ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران -
درجه سانتی گراد



دمای خشک شبانه روزی پنجم نوامبر ۱۹۹۹ - ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران -
درجه سانتی گراد

