علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره دو ، تابستان ۹۳

طراحی الگوریتم دستورالعمل نرم افزاری ممیزی انرژی در مجتمع های مسکونی

مجتبی رضائیان باجگیران [۱*]

mo_re855@stu-mail.um.ac.ir

محسن کهرم [۲]

تاریخ دریافت:۹۲/۳/۱۳ تاریخ پذیرش:۹۲/۱۲/۱۰

چکیده

زمینه و هدف

انجام ممیزی انرژی در ساختمان ها با کاربری های مختلف از جمله مواردی است که در جهت صرفه جویی و کاهش مصرف انرژی هر چه بیش تر مورد توجه قرار گرفته است. انجام ممیزی در هر کاربری روش خاص خود را می طلبد، از جمله در بخش ساختمان های مسکونی.از آن جای که فن اوری به کار گرفته شده در مصارف انرژی در ساختمان ها درکشورهای مختلف متفاوت است و به منظور عرضه یک روش ملی در انجام این امر، ضروری است که دستورالعمل خاصی که متناسب با شرایط کشور باشد، تهیه گردد.

روش بررسی

انجام ممیزی در سال های گذشته در مراکز مختلف صنعتی یا آموزشی انجام پذیرفته و امری بدیع و تازه نیست. حتی ممیزی انرژی دستور العمل هایی دارد که موجود می باشد، لکن هدف از انجام این پروژه تهیه یک چک لیست نرم افزاری است که به صورت قدم به قدم کاربران بتوانند از آن برای انجام ممیزی در مجتمع های مسکونی استفاده نمایند و این چک لیست بر اساس داده ها و محاسباتی که انجام می پذیرد، در خروجی توصیه های لازم را ارایه می نماید.

یافته ها و نتایج

در واقع این تحلیل نرم افزاری بر اساس اندازه گیری انجام یافته محاسبات حرارتی، اتلاف و غیره را انجام می دهد و بر اساس آن ارایه طریق می نماید. در ضمن به منظور حصول اطمینان از کارآمدی آن این دستور العمل در یک ساختمان مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته و ممیزی انرژی آن ارایه شده است.

واژه های کلیدی: ممیزی انرژی، نرم افزار ممیزی انرژی، مجتمع مسکونی، بهینه سازی مصرف.

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی گروه مهندسی مکانیک* (مسئول مکاتبات)

۲- استاد دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده مهندسی گروه مهندسی مکانیک

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مصرف انرژی در چند دهه اخیر به طور سرسام آوری افزایش یافته است. این افزایش از یک طرف نشان دهنده رشد اقتصادی و به گردش افتادن بیش تر چرخ های صنعت و در پی آن جابه جا شدن کالاهای صنعتی به نقاط مختلف می باشد. از طرف دیگر شاید به دلیل قیمت ارزان انرژی، صاحبان صنایع و مصرف کنندگان خصوصی کشور در پی صرفه جویی و استفاده منطقی از این نعمت خدادادی نبوده اند. استفاده منطقی از انرژی در رئوس اصلی کار کشورهای فاقد انرژی فسیلی قرار گرفت و بر آن شدند که در یکی از مراکز اصلی مصرف انرژی، یعنی ساختمان های مسکونی، مسئله بهینه کردن مصرف انرژی را جدی بگیرند. بدین ترتیب این مسئله مطرح شد و چندین سال است که کشورهایی مانند آلمان، سوئد، ایتالیا، انگلیس و ... قوانین خاصی در امر ساختمان سازی و به کار بردن عایق های حرارتی، روش گرمایش و سرمایش و ساختار کلی ساختمان در جهت بهینه کردن مصرف انرژی در آن تدوین نموده اند که لازم الاجرا می باشد. اجرای این موارد نتایج جالبی به دنبال داشته است، به طوری که موفق شده اند با به کارگیری این قوانین تا حدود ۳۰ ٪ در مصرف انرژی صرفه جویی نمایند.(۱)با توجه به ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۲ مصرف انرژی در بخش خانگی ایران حدود ۳۶٪ کل مصرف انرژی می باشد که صرفه جویی حدود ۳۰٪ در آن رقم بسیار قابل توجهی خواهد بود (۲).

با این که کشور ما از صادرکنندگان انرژی فسیلی به کشورهای مختلف است، هنوز ارزش واقعی آن از مصرف کنندگان وصول نمی شود. لذا مصرف کنندگان در پی صرفه جویی و یا استفاده منطقی از آن نیستند. جهت جلوگیری از روند مصرف بی رویه انرژی در کشور از طرف دولت جمهوری اسلامی ایران باید اقدامات اساسی به صورت قوانین همگانی صورت بگیرد. یکی از این اقدامات، کنترل ساختار ساختمان های جدید مسکونی می باشد که باید تحت شرایط معینی که در آن کاهش مصرف انرژی مدنظر باشد، صورت بگیرد(۳).

لزوم نیاز به یک نرم افزار

نیاز سازمان ها و شرکت های مربوط به بخش انرژی و همچنین نیاز جامعه مهندسان به وجود یک نرم افزار در بخش انرژی به دلایل زیر مشهود می باشد:

۱. از چندین سال پیش نیاز به یک نرم افزار جامع و فراگیر در سازمان ها و شرکت های مربوط به بخش انرژی (از جمله سازمان مسکن و شهر سازی و سازمان بهینه سازی مصرف سوخت و غیره ...) مشهود است به طوری که همیشه جهت یکپارچگی محاسبات و ارایه دفترچه های محاسباتی در پروژه های بزرگ تر از ۲۰۰۰ متر مربع را مشروط به ارایه محاسبات نرم افزاری کرده است (همانند رعایت آیین نامه ۲۸۰۰ در محاسبات سازه ای ساختمان ها) که البته نبود نرم افزاری معتبر این امکان را فراهم نمی کرد .

۲. نیاز مهندسان طراح در کشور بهطوری است که گاهی در بعضی از استان ها گروه متخصصان رشته تاسیسات سازمان های نظام مهندسی با تشکیل گروه کاری خواسته اند اقدام به طراحی نرم افزار مشابه نمایند یا به خرید نرم افزار از کشورهای خارجی روی آورند، ولی به دلایل بسیار متعدد این طریق امکان پذیر نبوده و نیاز به نرم افزار همچنان در جامعه مشهود است و مهندسان جهت محاسبات (خصوصاً بارهای سرمایش) از شیت فرم های دستی برای این منظور استفاده می نمایند که به محاسبات سر انگشتی اطلاق می گردد.

۳. خارج شدن از روش های محاسبات دستی (سر انگشتی) و یکپارچگی محاسبات در کل کشور این امکان را برای جامعه مهندسان خصوصاً بخش تاسیسات فراهم می سازد که دانش فنی در به کار گیری مصالح مطلوب و استفاده از سایه بان ها و بررسی بهینه سازی مصرف انرژی و بالا بردن فرهنگ

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از فن اوری های جدید نرم افزاری و ... در ساختمان بالا رود.

۴. در نتیجه یکپارچگی محاسبات و کنترل های مربوط از طرف کارفرماها و کارشناسان بسیار راحت و دقیق می باشد و بررسی اصلا حات مورد نیاز چه از باب اشکالات محاسباتی و چه از باب رعایت بخشنامه ها (مقررات ملی و صرفه جویی انرژی) راحت و دقیق می باشد.

۵. افزایش سرعت در انجام محاسبات و قابلیت تغییر سریع در روند انجام پروژه که نیاز ما را به مراجع، جداول و نمودارها برطرف می کند(۴).

در این پروژه سعی بر آن است تا یک چک لیست نرم افزاری تهیه شده که به صورت قدم به قدم کاربران بتوانند از آن برای انجام ممیزی انرژی در مجتمع های مسکونی استفاده کنند و در نهایت بر اساس داده ها و محاسباتی که انجام می پذیرد به صورت گزارشی توصیه های لازم را ارایه نماید.

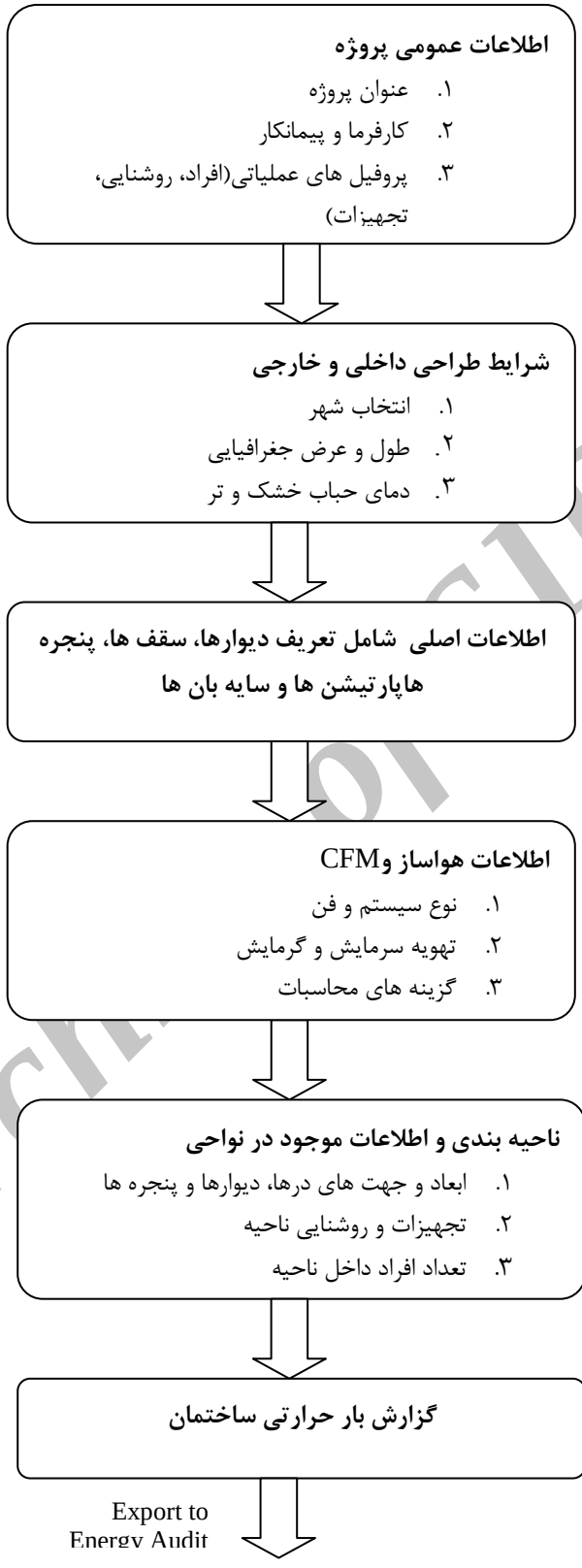
در انتها نرم افزار موجود در مورد ساختمان شماره یک بیمه دانا اجرا شده است و گزارش های مربوط آورده شده است.

مواد و روش ها

در این مرحله الگوریتم ممیزی نرم افزاری انـرژی در یـک سـاختمان مسـکونی در شـکل ۱ ارایـه شـده اسـت. ایـن الگوریتم می تواند به عنوان مبنای محاسـبات گـام بـه گـام در ممیزی انرژی مورد استفاده قرار گیرد و دغدغـه هـای نیـاز بـه ممیزی نرم افزاری را برطرف نماید.

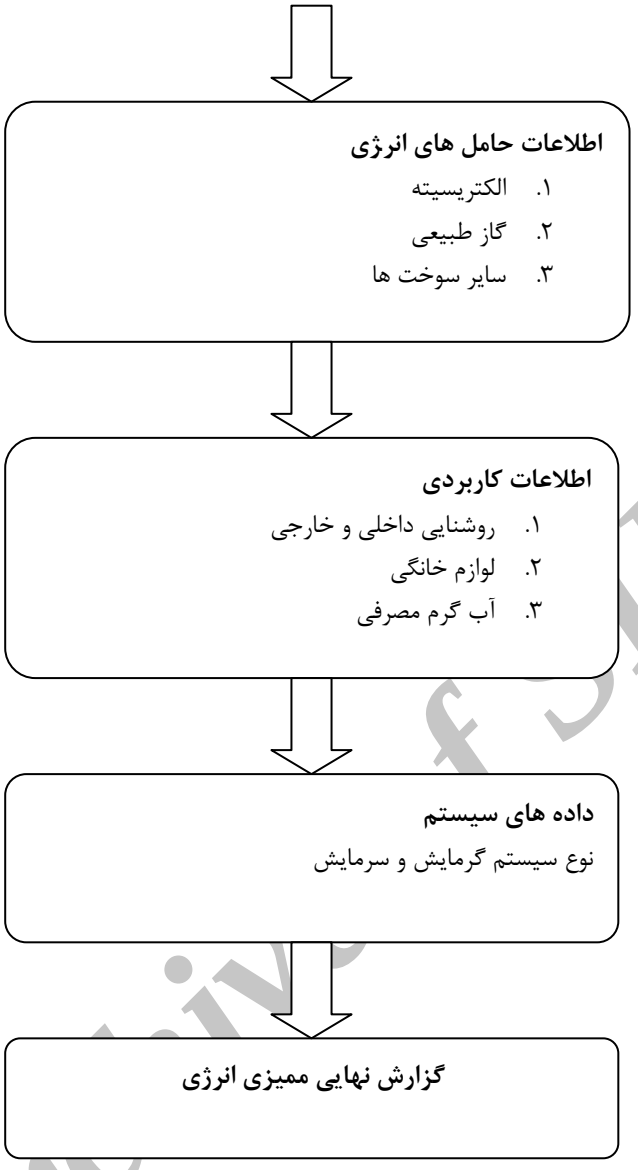
Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- الگوریتم ممیزی نرم افزاری انرژی

با استفاده از نرم افزارهای مربوط طبق الگوریتم ارایه شده ساختمان شماره یک بیمه دانا ممیزی انرژی گردید. در شکل ۲ نمای شمالی ساختمان نشان داده شده است.

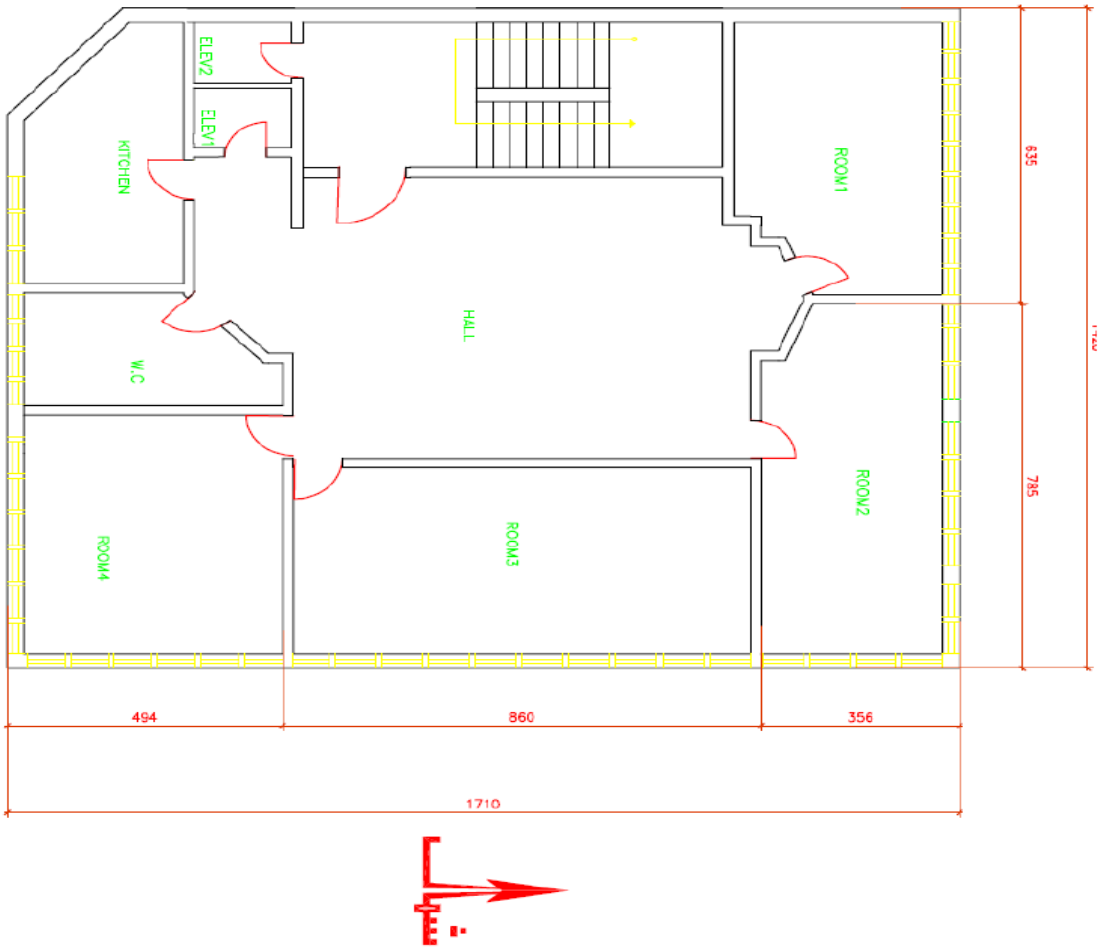
در این مرحله داده های مربوط به مصارف ساختمان شامل قبوض مصرفی برق و گاز ساختمان در یک دوره دو ساله و همچنین لیست تجهیزات ساختمان در هر طبقه جمع اوری گردیده است.

در شکل ۳ پلان داخلی ساختمان نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲- نمای شمالی ساختمان (۵)



شکل ۳- پلان داخلی ساختمان (۵)

www.SID.ir

نتایج

راهکارهای بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی حرارتی شامل موارد زیر می باشد:

خاموش کردن سیستم های گرمایش و سرمایش در ساعات غیر اداری و روزهای تعطیل و آخر هفته

با بررسی وضع موجود مشخص گردید که کلیه سیستم های گرمایش(دیگ های آب گرم و پمپ های سیر کولاسیون) در تمام طول شبانه روز و تمامی ایام هفته روشن نگه داشته می شود. این در حالی است که با برنامه ریزی مشخص قبلی می توان ساعات کارکرد سیستم گرمایش و سرمایش را به حداقل رسانده و در نتیجه مصرف انرژی مربوط به این سیستم ها را تا حد امکان کاهش داد. در عین حال پیشنهاد اصلی در خاموش نگه داشتن تاسیسات سرمایش و گرمایش توسط نصب یک سیستم کنترل هوشمند و قابل برنامه ریزی روی تابلوی اصلی برق موتورخانه و یا حداقل توسط مسئولان و کارکنان پیمانکار تاسیسات ساختمان می باشد. این امر باید در روز اداری یک ساعت قبل از پایان ساعت کار و حدود دو ساعت قبل از ورود کارکنان در ساعات اولیه صبح انجام پذیرد. این کار باعث می شود تا سیستم گرمایش حدود ۱۲ ساعت در روز خاموش بماند.

نصب کنترل ترموستاتیک مرکزی دما

به منظور کنترل درجه حرارت داخل و در نتیجه تامین نیاز بار گرمایشی بهینه ساختمان باید تاثیر عوامل محیطی مانند تغییرات درجه حرارت محیط، سرعت باد، انرژی تابش خورشید در ساعات مختلف روز حس گردد. این امر توسط نصب سنسور هوای خارج ممکن می باشد. این سنسور نسبت به تغییرات لحظه ای درجه حرارت محیط حساس بوده و به سیستم کنترل ترموستاتیک مرکزی که وظیفه تنظیم درجه حرارت و دبی آب گرم خروجی از دیگ را بر عهده دارد، فرمان لازم را داده و در نتیجه نیاز گرمایشی ساختمان به طور لحظه ای تنظیم می گردد. در صورت فقدان سیستم کنترل ترموستاتیک مرکزی درجه حرارت اتاق ها کاملا متغیر بوده و امکان بیش از حد گرم شدن فضاها وجود دارد. در این شرایط کارکنان عموما اقدام به باز نمودن پنجره ها کرده و اتلاف انرژی را از طریق تعویض هوا تشدید می نمایند. طبق برآوردهای تخمینی افزایش یک درجه سانتی گراد دمای محیط منجر به ۱۰ ٪ افزایش مصرف انرژی حرارتی و سوخت خواهد شد، لذا با توجه به اندازه گیری های انجام گرفته اگر درجه حرارت اتاق ها در حدود ۱۹ تا ۲۰ درجه سانتی گراد تنظیم و کنترل گردد در مقایسه با وضع موجود که حدود ۲۳ تا ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد ۳۰ تا ۴۰ ٪ از مصرف انرژی حرارتی کاسته خواهد شد.

تنظیم مشعل های دیگ آب گرم موتورخانه

اندازه گیری های انجام یافته نشان می دهد که درصد هوای اضافی احتراق تا حدودی زیاد می باشد و این امر منجر به افزایش مصرف سوخت و تلفات انرژی از طریق گازهای خروجی از دودکش می شود، با تنظیم هوای اضافه در مشعل ها و کنترل نسبت سوخت به هوا در محدوده استوکیومتریک می توان مقدار مصرف سوخت را در مشعل کاهش داد.

سایر راهکارها را می توان به راهکارهای بدون هزینه، کم هزینه و پر هزینه تقسیم بندی کرد:

راهکارهای بدون هزینه

تنظیم برنامه منظم تعمیر و نگهداری (PM) در مورد تاسیسات سرمایشی، گرمایشی و روشنایی شامل:

- بازدید مرتب و تنظیم دوره ای مشعل های دیگ های آب گرم
- سرویس مشعل ها و تمیز نمودن نازل های پاشش سوخت
- سرویس و رسوب زدایی دیگ های آب گرم در تعمیرات دوره ای
- کنترل پمپ ها جهت جلوگیری از نشتی آب گرم
- بازدید منظم و تمیز نگه داشتن لامپ ها و فیکسچرهای قاب های روشنایی
- آموزش افراد مجرب (تکنسین ها و مسئولان تاسیسات) تحت عنوان مدیر انرژی ساختمان به منظور رعایت موارد فوق
- بازدید و کنترل اتاق ها بعد از وقت اداری به منظور حصول اطمینان از خاموش بودن چراغ ها، کولر های

Archive of SID

www.SID.ir

گازی، رایانه ها و همچنین بستن درها و پنجره ها و کرکره های اتاق ها

- حداکثر استفاده از روشنایی طبیعی روز در فضاها و اتاق ها

راهکارهای کم هزینه

- اصلاح ضریب قدرت (حذف توان راکتیو) با وارد نمودن خازن های موجود در پست اصلی ساختمان
- درزبندی و هوابندی پنجره ها با استفاده از نوارهای مخصوص
- عایق کاری لوله های آب گرم موتورخانه (مسیرهایی که فاقد عایق کاری می باشد)
- استفاده از ماشین های اداری کم مصرف با بازده بالا

راهکارهای پر هزینه

- عایق کاری حرارتی سقف (پشت بام)
- عایق کاری حرارتی دیوارهای خارجی
- نصب سیستم کنترل ترموستاتیک مرکزی مجهز به سنسورهای هوای خارج در موتورخانه
- نصب ترموستات تنظیم درجه حرارت آب گرم روی مسیر تغذیه پمپ آب گرم ساختمان

در جدول ۱ موارد و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی آورده شده است.

جدول ۱- راهکارهای بهینه سازی مصرف

پیشنهادهای بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان	براورد پتانسیل صرفه جویی انرژی				براورد اقتصادی بر پایه تعرفه های داخلی انرژی		
	سوخت		برق				
	مقدار صرفه جویی مترمکعب در سال	ارزش صرفه جویی ریال در سال	مقدار صرفه جویی کیلووات ساعت در سال	ارزش صرفه جویی ریال در سال	میزان سرمایه گذاری لازم ریال	ارزش کل صرفه جویی ریال در سال	زمان بازگشت سرمایه سال
خاموش کردن سیستم های سرمایش و گرمایش در ساعات غیر اداری و روزهای تعطیل	۹۳۶۰	۱۸۷۲۰۰۰۰	۱۱۴۲۴	۱۵۴۲۲۴۰۰	بدون هزینه	۳۴۱۴۲۴۰۰	-
نصب کنترل ترموستاتیک مرکزی دما	۳۴۵۰	۶۹۰۰۰۰	-	-	۱۲۰۰۰۰۰۰	۶۹۰۰۰۰۰	۱/۸
نصب درهای شیشه ای	۴۳۵۰	۸۷۰۰۰۰۰	-	-	۲۵۰۰۰۰۰۰	۸۷۰۰۰۰۰	۲/۸
تنظیم مشعل های دیگ اب گرم موتورخانه	۲۵۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	-	-	کم هزینه	۵۰۰۰۰۰۰	-
کاهش روشنایی به میزان توصیه شده	-	-	۵۵۶۰	۷۵۰۶۰۰۰	بدون هزینه	۷۵۰۶۰۰۰	-
بهینه سازی انرژی در ماشین های اداری	-	-	۱۹۴۵۰	۲۶۲۵۷۵۰۰	کم هزینه	۲۶۲۵۷۵۰۰	-
مجموع	۱۹۶۶۰	۳۹۳۲۰۰۰۰	۳۶۴۳۴	۴۹۱۸۵۹۰۰	۳۷۰۰۰۰۰۰	۸۸۵۰۵۹۰۰	-

Archive of SID

www.SID.ir

بحث نتیجه گیری و پیشنهاد

تحلیل نرم افزاری ممیزی انرژی مبحثی نو در کشور ما می باشد که تا کنون توجه زیادی به آن نشده است، از این رو در این مقاله سعی بر آن بوده است، تا با بررسی و تحلیل نقاط ضعف و قوت این روش وهمچنین ارایه یک الگوریتم کاربردی بتوان خلا موجود در این زمینه را پر نمود. از این نتایج می توان به عنوان یک راهبرد واحد، سریع و جامع در مبحث ممیزی انرژی مجتمع های مسکونی استفاده نمود. همچنین داده های مربوط به نتایج این تحقیق می تواند مورد استفاده سازمان های IFCO، SABA و . . . قرار گیرد.

مبحثی که در سال های اخیر در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته، بحث ساختمان های هوشمند می باشد که به وسیله یک سیستم مرکزی هوشمند و سنسورهایی که در نقاط مختلف ساختمان کار گذاشته می شود، با توجه به شرایط مختلف، مصرف انرژی ساختمان را کنترل و بهینه می نماید. از جمله نرم افزارهایی که در زمینه ساختمان های هوشمند مورد استفاده قرار می گیرد نرم افزار BMS[1] می باشد. پیشنهادی که برای ادامه این تحقیق می شود ترکیب نرم افزارهای ممیزی انرژی با BMS می باشد که می تواند به طور کامل مصرف انرژی ساختمان را مدل، بهینه و مدیریت نماید.

منابع

۱. باقری، محمد، «انجام ممیزی انرژی اولین قدم برای بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع کشور»، سال ۱۳۸۱

۲. رضائیان باجگیران، مجتبی و همکاران، «جایگاه تحلیل نرم افزاری در ممیزی انرژی در بخش ساختمان»، فصلنامه انسان و محیط زیست، پائیز ۱۳۸۹

۳. سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، بخش ساختمان، http://ifco.ir/building/building_index.asp

۴. سعید امیری،محمد نقاش زادگان،«ساخت نرم افزار کامپیوتری Iran Tahvieh برای محاسبه بار حرارتی و برودتی با توجه به خصوصیات اقلیمی ایران» سازمان بهینه سازی مصرف سوخت .

۵. رضائیان باجگیران، مجتبی، «طراحی نرم افزار دستورالعمل ممیزی انرژی در بخش ساختمان» ، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۶.

1- Building Management System

Archive of SID

www.SID.ir