Archive of SID

علوم و فن آوری محیط زیست ، دوره دهم، شماره سه، پاییز ۸۷

ارایه راهکارهای اجرایی و مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان های عمومی

جعفر نوری[۱]
عبدالرضا کرباسی[۲]
هستی برقعی پور [۳]
علیرضا طاهری[۴]

تاریخ دریافت:۸۴/۹ /۲۷ تاریخ پذیرش:۸۴/۱۲/۷

چکیده

با توجه به این که بخش ساختمان یکی از بخش های اصلی مصرف کننده انرژی است و با عنایت به مصرف بالای انرژی در بخش ساختمان های عمومی، مطالعه ای جهت ارایه راهکارهای اجرایی و مدیریتی به منظور کاهش مصرف انرژی الکتریکی در یک ساختمان آموزشی نمونه انجام پذیرفت. بدین منظور ابتدا تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت و از میان آن ها تجهیزات عمده مصرف کننده انرژی برای اندازه گیری انتخاب گردید. زمان های فعالیت تجهیزات مختلف پس از تکمیل فرم های جمع آوری اطلاعات استخراج شد و در نهایت اطلاعات اندازه گیری شده تجزیه و تحلیل گردید و مشخص شد که بیشترین مصرف انرژی الکتریکی مربوط به بخش روشنایی و موتورهای الکتریکی فن کوئل ها می باشد. در ادامه با تجزیه و تحلیل کلیه موارد فوق راهکارهای اجرایی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی ارایه گردید و مشخص شد جهت بهینه‌سازی زمان، ساعات و میزان استفاده از انرژی در ساختمان مورد مطالعه نیاز به تدوین سیستمی برای شناخت مسایل و معضلات انرژی است که بر اساس سازمانی تعیین شده فعالیت نماید. با توجه به این که در ساختمان مربوطه هیچ واحدی تحت عنوان مدیریت انرژی وجود ندارد که مصرف انرژی را در ساختمان مورد نگرش قرار دهد، پیشنهاد گردید سیستم جمع‌آوری اطلاعات عمده و اساسی تجهیزات انرژی‌بر توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری و همچنین سیستم جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل و اجرای سیستماتیک اطلاعات انرژی تهیه و تدوین گردد. با انجام این سیستم علاوه بر ارایه یک سیستم مدیریتی و ایجاد یک سیستم اطلاعاتی کامل، کلیه راهکارهای مدیریتی و اجرایی جهت بهینه سازی و صرفه جویی انرژی در ساختمان مورد مطالعه ارایه گردید.

واژه های کلیدی: راهکارهای اجرایی و مدیریتی، مدیریت انرژی، بهبود مصرف انرژی الکتریکی و ساختمان های عمومی

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۴- مدیر عامل شرکت پترو پایدار انرژی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از مهم ترین ویژگی های تمدن فعلی جهان، استفاده گسترده از انرژی الکتریکی است. در طول چند دهه اخیر مصرف برق در فعالیت های مختلف جامعه گسترش چشم گیری یافته و امروزه زندگی بدون برق و دستگاه های الکتریکی غیر قابل تصور است. در الگوی مصرف انرژی در کشور بخش ساختمان یکی از مراکز اصلی مصرف‌کننده انرژی می‌باشد. بنابراین با توجه به مصرف بالای انرژی در ساختمان های عمومی، بهینه سازی مصرف انرژی و ارایه راهکارهای مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی ضروری به نظر می رسد. یکی از مناسب‌ترین راه‌ها جهت بهینه سازی مصرف انرژی سیستم مدیریت انرژی است. این سیستم بر کلیه سطوح ساختمان به منظور کاهش هزینه‌ها و صورت حساب‌های انرژی نظارت و اشراف داشته و موجب شفاف سازی فعالیت‌های مختلف مرتبط با میزان مصرف انرژی شده و نتایج مطلوبی را در جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان به دنبال دارد. در واقع سیستم مدیریت انرژی بهینه‌سازی زمان و ساعات و میزان استفاده انرژی را در ساختمان در پی دارد. بنابراین جهت تشخیص اتلاف بی رویه انرژی و بهبود مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان های عمومی، در این مطالعه مصرف انرژی الکتریکی در یک ساختمان آموزشی برآورد شده و راهکارهای اجرایی و مدیریتی جهت کاهش مصرف ارایه گردیده است.

شناسایی و بررسی کلیه تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی در ساختمان مورد مطالعه

جهت بررسی تجهیزات مصرف کننده انرژی در ساختمان مورد مطالعه ابتدا کلیه تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که سیستم های تهویه مطبوع، سیستم های روشنایی و تجهیزات برقی از مصرف کنندگان عمده انرژی الکـتریکی در ساختمان مذکور می باشد. در جدول ۱ اجزای مصرف‌کننده انرژی الکتریکی در سیستم‌های تهویه مطبوع (سیستم‌های گرمایش و سرمایش)، در جدول ۲ وضعیت روشنایی ساختمان مورد مطالعه از لحاظ نوع و تعداد چراغ‌های به کار رفته در ساختمان به تفکیک کلیه طبقات و در تمام اتاق‌های ساختمان و در جدول ۳ تعداد تجهیزات برقی و توان مصرفی آن‌ها به تفکیک کلیه طبقات و در تمام اتاق‌های ساختمان نشان داده شده است(۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اجزای مصرف کننده انرژی الکتریکی در سیستم‌های تهویه مطبوع در ساختمان مورد مطالعه(۴)

دستگاه	تعداد دستگاه‌ها	واحدهای فعال	ساعت کارکرد واحد در روز	تعداد روزکاری در سال	جزء مصرف‌کننده انرژی الکتریکی	توان مصرفی هر جزء kW	انرژی مصرفی (m^3/h و kW)
پمپ اپراتور	۴	۲	۱۶	۹۰	الکتروموتور (۴ عدد)	۷/۵	۲۱۶۰۰kWh
پمپ برای برج خنک کن	۴	۲	۱۶	۹۰	الکتروموتور (۴ عدد)	۲۲	۶۳۳۶۰kWh
پمپ عمودی برای آتش نشانی	۳	-	-	-	الکتروموتور (۲ عدد)	۳	-
پمپ (تهیه آب گرم مصرفی ساختمان)	۴	۲	۳/۶۵	۳۶۰	الکتروموتور (۴ عدد)	۰/۷۵	۱۹۷۱kWh
پمپ جهت ذخیره آب	۳	۱	۲	۳۴۵	الکتروموتور (۳ عدد)	۱۱	۷۵۹۰kWh
چیلر	۳	۴	۱۶	۹۰	کمپرسور (۱۲ عدد)	۱۷/۵	۱۰۰۸۰۰kW
بویلر	۳	۲ ۱	۳/۶۵ ۰/۱۶	۱۲۰ ۲۱۰	الکتروموتور (۱ عدد)	۵/۵	۳۱۰/۰۵m^3/h ۱۵۵/۰۳ m^3/h
برج خنک‌کن	۳	۱۰	۱۶	۹۰	الکتروموتور(۲۴ عدد)	۵/۵	۵۹۴۰۰kWh
اگزوز فن	۴		۱۱	۲۸۰	الکتروموتور	۶	۱۸۴۸۰kWh
فن‌کوئل‌ها	-		-	-	الکتروموتور	۰۴۵۱۴ ۰/۵	kWh ۱۴۷۳۰۱/۷۹

جدول ۲- سیستم روشنایی در ساختمان مورد مطالعه(۲)

ردیف	سیستم روشنایی	تعداد	انرژی مصرفی(kWh)
۱	فلورسنت (۴۰ وات)	۲۷۰۰	۳۰۱۱۸۰/۸
۲	فلورسنت (۲۰ وات)	۳۹۲	۲۰۲۸۶/۷۸
۳	گازی (۱۶۰ وات)	۶۵	۳۲۶۹۳/۰۸
۴	گازی (۲۵۰ وات)	۴	۷۰۰
۵	گازی (۱۵۰ وات)	۴	۱۴۸/۳۲
۶	رشته ای (۱۰۰ وات)	۱۶۲	۱۸۹۸۱/۹
۷	رشته ای (۶۰ وات)	۳۷۶	۸۰۳۰۴
۸	هالوژن	۱۰	۱۲۸۴
۹	پروژکتور	۲۳	۱۲۸۱۹/۵

www.SID.ir

Archive of SID

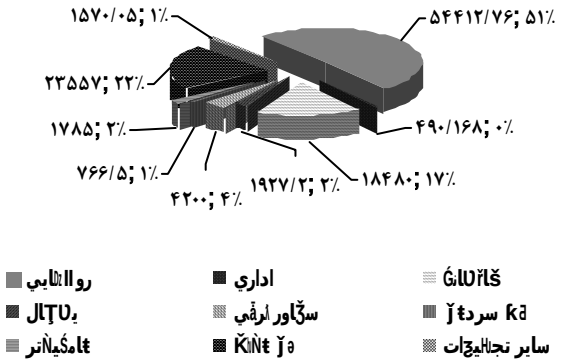
جدول ۳- تجهیزات برقی مصرف کننده انرژی در ساختمان مورد مطالعه (۴)

وسیله	تعداد	انرژی مصرفی (kWh)	وسیله	تعداد	انرژی مصرفی (kWh)
دستگاه کپی	۲۱	۱۳۶۴/۸۷۸	سوئیچر	۲	۲۶۲۸
کامپیوتر	۲۲۹	۶۱۳۲۰/۳۲	پول شمار	۳	۳۹/۹
حشره‌کش برقی	۲	۸۰۶/۴	بخاری برقی	۱۳	۶۳۸۴
یخ ساز	۱	۳۳۰	ساعت سقفی	۷	۱۸۳/۹۶
پرینتر	۵۰	۳۱۸۴/۸۸۳۱	دستگاه کارت	۱	۵۶
یخچال	۳۳	۵۹۰۱/۲	تابلوی راهنمای طبقات	۱	۱۴۵/۶
سماور برقی	۱۰	۱۴۰۰۰	تله فکس	۹	۱۳۱/۱۲
آب سرد کن	۲۰	۵۰۰۰/۵	ضبط صوت و رادیو	۹	۱۷۲۲/۲۸
تلویزیون	۱۱	۵۸۲/۱۰۶	Over head	۱۱	۲۷۳
فن کوئل	-	۱۳۷۹۳۴/۷۹	opak	۴	۵۷۱/۲
هواکش	۱۲	۵۳۷/۶	دستگاه اسلاید	۴	۱۰۷/۸
دستگاه‌های مصرف کننده برق در چاپخانه	-	۱۸۴۸۰	ویدئوپروژکتور	۹	۲۰۸۲/۰۲
دستگاه PAGE و رادیو به همراه ۴۶ عدد بلندگو در طبقات	۱	۲۴/۸۵	VCD , DVD-VHS	۳	۷/۳۷۵
دستگاه افزایش اعتبار	۱	۱۳۴/۴	پنکه	۸	۳۳۱/۸
کنترلر مرکزی	۱	۱۴۰	Deak	۱	۷/۷۱۹
چاپگر	۶	۲۰۹۵/۳۸	Flasher	۱	۶۲۲/۵
Switching work group		۱۶۸۰	ترنر	۶	۲۲۴/۱
فکس و پرینتر	۲	۱۶۸/۷۸۴	هواساز	۱	۳۶۵۲
ماشین حساب برقی	۱	۴/۳۱۲	Mixer Montarbo	۱	۷۴/۷
Receiver	۱	۱۳۴۴	کولرگازی	۱	۲۲۸۳/۲
آسانسور	۳	۲۶۸۴۵/۲	-	-	-

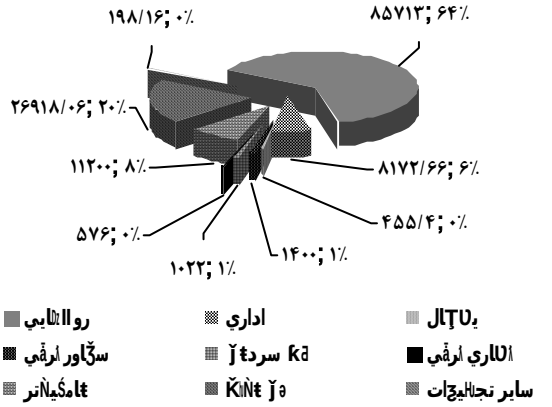
با توجه به این که مصرف عمده انرژی در بخش روشنایی و پس از آن بار حاصل از تجهیزات و ملزومات اداری خلاصه شده است، بنابراین آن چه ضروری به نظر می‌رسد ذکر این مطلب است که با توجه به رشد روزافزون مصرف حامل‌های انرژی باید سعی در کاهش سهم بخش روشنایی کرد. بخش روشنایی از بخش‌هایی است که به راحتی قابل کنترل بوده و در بسیاری از تجارب عملی تا ۴۰ ٪ صرفه‌جویی را نشان داده است. بدین منظور رعایت اصول روشنایی و آگاهی دادن به مدیران از اهمیت به سزایی برخوردار است. با توجه به روند رو به افزایش بهای حامل‌های انرژی و روند افزایشی مصرف در ساختمان مورد مطالعه، تجهیزات و واحدهای پر مصرف شناسایی و قسمت‌هایی که بیشترین زمینه صرفه‌جویی را داشت برای ممیزی انرژی جامع انتخاب گردید. بدین منظور کلیه مصارف طبقات مختلف محاسبه شد. برای درک بهتر و سریعتر خلاصه آن‌ها در شکل های ۱ تا ۸ نشان داده شده است (۲).

www.SID.ir

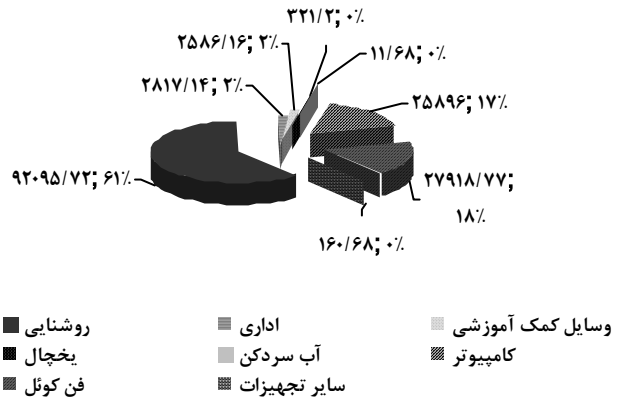
Archive of SID



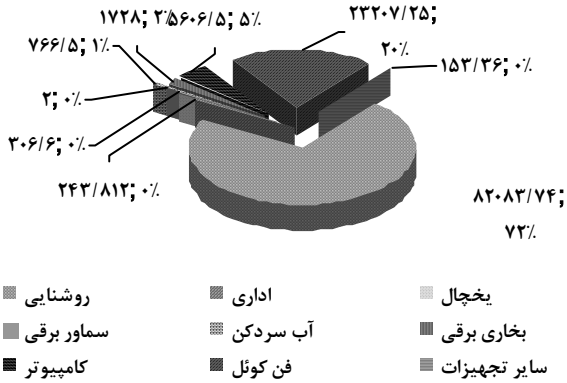
شکل ۱- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه زیرزمین



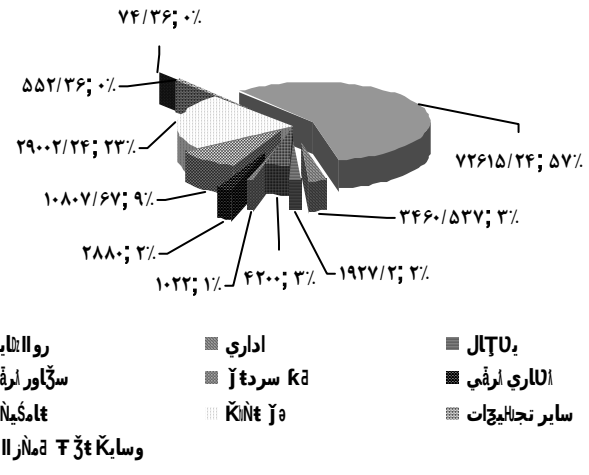
شکل ۲- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه همکف



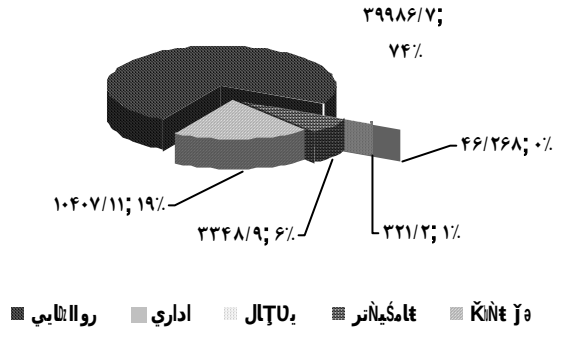
شکل ۳- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه اول



شکل ۴- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه دوم



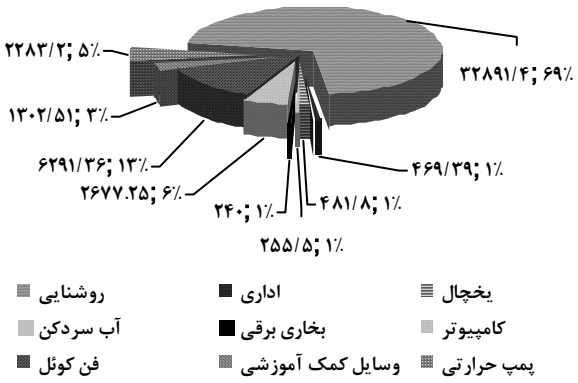
شکل ۵- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه سوم



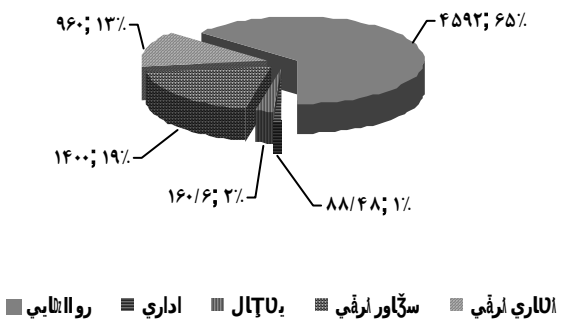
شکل ۶- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه چهارم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه پنجم و آمفی تأتر



شکل ۸- میزان انرژی مصرفی تجهیزات مصرف کننده انرژی در طبقه ششم

همان گونه که در شکل ها نشان داده شده است در طبقه زیرزمین (شکل ۱) بیشترین میزان مصرف انرژی متعلق به بخش روشنایی است. این بخش با مصرفی در حدود۵۴۴۱۲ کیلو وات ساعت، ۵۱ ٪ از سهم مصارف انرژی طبقه مذکور را به خود اختصاص داده است. در طبقه همکف (شکل ۲) بیشترین میزان مصرف انرژی متعلق به بخش روشنایی است. که با مصرفی در حدود ۸۵۷۱۳ کیلو وات ساعت، ۶۴٪ از سهم مصارف انرژی را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد. در طبقه اول (شکل ۳) بیشترین مقدار مصرف انرژی متعلق به بخش روشنایی است که به علت ساعات استفاده بالا با مصرفی در حدود ۹۲۰۰۰ کیلو وات ساعت، ۶۱٪ از سهم مصارف انرژی طبقه را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد. در طبقه دوم (شکل ۴) با مصرفی در حدود ۸۲۰۰۰ کیلو وات ساعت، ۷۲ ٪ از سهم مصارف انرژی و در واقع بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد. در طبقه سوم (شکل ۵) بیشترین میزان مصرف انرژی متعلق به بخش روشنایی است. که به علت ساعات استفاده بالا با مصرفی در حدود ۷۲۰۰۰ کیلو وات ساعت، ۵۷ ٪ از سهم مصارف انرژی طبقه را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد. در طبقه چهارم (شکل ۶) به بخش روشنایی است. به علت ساعات استفاده بالا با مصرفی در حدود ۴۰۰۰۰ کیلو وات ساعت، ۷۴ ٪ از سهم مصارف انرژی و به طور کلی بیشترین میزان انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد. در طبقه پنجم (شکل ۷) بیشترین میزان انرژی مصرفی متعلق به بخش روشنایی است که با مصرفی در حدود ۳۲۰۰۰ کیلو وات ساعت، ۶۹ ٪ از سهم مصارف انرژی در طبقه مذکور را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی فن‌کوئل‌ها در جایگاه دوم قرار دارد و در طبقه ششم (شکل ۸). بخش روشنایی با مصرفی در حدود ۴۵۰۰ کیلووات ساعت، ۶۵٪ از سهم مصارف این طبقه و در واقع بیشترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است و انرژی مصرفی سماورهای برقی در جایگاه دوم قرار دارد و در واقع بیشترین سهم در ظرفیت وسایل در طبقه مذکور در حدود ۲۱ ٪ بوده و در جایگاه سوم اهمیت قرار دارد(۲).

بررسی راهکارهای اجرایی کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان مورد مطالعه

با توجه به این که عمده مصارف انرژی الکتریکی در بخش روشنایی و موتورهای الکتریکی فن‌کوئل‌ها قرار دارد، در این مطالعه بیشتر به ارایه راهکارهای اجرایی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در این دو بخش پرداخته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی روش‌های کاهش مصرف انرژی الکتریکی در بخش روشنایی با جایگزینی لامپ‌های کم مصرف و استفاده از فوتو سل‌ها

در کشور ما سیستم روشنایی تقریباً مصرف کننده ۲۰٪ کل انرژی الکتریکی است. در بخش خانگی نیز به طور متوسط ۲۵٪ مصرف سالانه برق به روشنایی اختصاص می یابد. از آنجا که تأمین انرژی مورد نیاز روشنایی مستلزم سرمایه گذاری کلان است، به جاست سیستم روشنایی بیش از پیش از دید بهره وری مورد بررسی قرار گیرد. به طور کلی با بهینه سازی سیستم روشنایی و به کارگیری سیستم‌های کنترل و تجهیزات پر بازده می توان به بیش از ۷۵٪ صرفه جویی دست یافت. از سوی دیگر باید توجه داشت که بهینه سازی سیستم روشنایی می تواند بر عملکرد بهینه سایر تأسیسات جانبی از جمله سیستم سرمایش (به دلیل نقشی که در افزایش بار حرارتی داخلی ساختمان دارد) نیز تأثیر گذارد. در مرحله طراحی و انتخاب تأسیسات روشنایی عوامل بسیاری تأثیر دارد که از آن جمله می توان به مواردی چون نوع و شدت روشنایی مورد نیاز، میزان ساعات استفاده از روشنایی، رنگ محیط، درجه حرارت و رطوبت هوا، میزان کثیفی لامپ، امکان استفاده از نور طبیعی، ملاحظات مربوط به سلامتی و راحتی کاربران و تنظیم درخشندگی و انعکاس نور اشاره کرد. همچنین ملاحظات مالی، فن آوری های موجود و در دسترس و از همه مهم تر بهره‌وری انرژی نیز از عواملی است که در انتخاب تأسیسات روشنایی باید مد نظر قرار بگیرد. صرف نظر از انتخاب سیستم روشنایی که در بهره نوری دریافتی مؤثر می باشد، نحوه بهره برداری نیز بر بازدهی و مطلوبیت روشنایی تأثیر دارد. نور خروجی لامپ با گذشت زمان و نیز بر اثر به تعداد دفعات خاموش و روشن کردن و میزان کثیفی لامپ و تجهیزات روشنایی کاهش می یابد. به همین دلیل معمولاً در طراحی، میزان روشنایی ۲۵ ٪ بیش از مقدار مورد نیاز انجام می گیرد که این امر خود مستلزم سرمایه گذاری اولیه بیشتر و پرداخت هزینه انرژی اضافی به طور دائمی خواهد بود. برای احتراز از این گونه هزینه ها و انجام طراحی بهینه (نه بیش از حد مورد نیاز)، تعویض و سرویس به موقع لامپ‌ها و سیستم روشنایی توصیه شده است. همچنین با توجه به پیشرفت‌های فن آوری، تعویض تأسیسات قدیمی که از نصب آن ها بیش از ۲۰ سال می گذرد یک سرمایه گذاری ارزشمند محسوب می شود. استفاده از لامپ‌های کم مصرف با احتساب هزینه خرید و نصب، هزینه‌های انرژی را به حدود ۱/۵ کاهش می‌دهد. به این منظور کلیه لامپ‌های رشته‌ای در بخش‌های مختلف ساختمان شناسایی و اندازه‌گیری شد (جدول ۴). (۵)

از آن جای که قسمت قابل توجهی از انرژی در بخش سالن‌ها، راهروها و سرویس‌های بهداشتی به هدر می‌رود، با به کارگیری تجهیزاتی چون فوتوسل‌ها می‌توان از این هدررفت جلوگیری کرد. این تجهیزات بسیار ارزان قیمت بوده و با استفاده از حس گر های حساس به حرکت مدار، لامپ را قطع یا وصل می‌کند. این حس گرها در زمانی که هیچ شخصی در درون محل‌های مذکور قرار ندارد، سبب قطع مدار روشنایی شده و در صورت وجود شخص سیستم روشنایی را برقرار می‌کند. با استفاده از ممیزی دقیق این قسمت تعداد لامپ‌های روشن در این بخش بررسی گردید. استفاده از حس گر روشنایی در راهروها و هال ها، در ۹ ماه تحصیلی عملا غیر ممکن می باشد زیرا با توجه به آموزشی بودن ساختمان مورد مطالعه اکثر اوقات این فضاها توسط افراد و دانشجویان اشغال شده است(۵) .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- میزان انرژی صرفه جویی شده از طریق جایگزینی لامپ‌های کم مصرف در طبقات مختلف ساختمان مورد مطالعه (۵)

طبقات	تعداد لامپ های رشته ای	مصرف انرژی (kWh)	انرژی صرفه جویی شده (kWh)
زیرزمین	۲۹	۸۲۰۰	۶۱۵۰
همکف	۸۸	۱۸۷۳۵	۱۴۰۵۱
اول	۹۷	۲۱۴۷۸	۱۶۱۰۸
دوم	۹۶	۱۹۶۰۸	۱۴۷۰۶
سوم	۸۵	۲۱۷۲۷	۱۶۲۹۵
چهارم	۴۴	۱۲۲۶۳	۹۱۹۷
پنجم	۱۱۱	۸۹۱۴	۶۶۸۵
ششم	۲۱	۴۹۷۹	۳۷۳۴
جمع	۵۷۱	۱۱۵۹۰۴	۸۶۹۲۸

جدول ۵- زمان روشن بودن و انرژی مصرفی سیستم روشنایی در تابستان (۵)

طبقه	فضا	زمان روشن بودن در تابستان (h)	انرژی در تابستان (kW)	انرژی مصرفی در تابستان (kWh)	زمان روشن بودن غیر ضروری در تابستان (h)	صرفه‌جویی حاصل به دلیل استفاده از فوتوسل (kWh)
زیرزمین	هال	۱۲/۵	۱/۳۶	۱۳۲۶	۷/۵	۷۹۵/۶
	راهرو	۱۲/۵	۱/۸	۱۷۵۵	۷	۹۸۲/۸
همکف	هال	۱۲/۵	۲/۲۸	۲۲۲۳	-	-
	راهرو	۱۲/۵	۲/۷۶	۴۱۷۳	-	-
اول	هال	۱۲/۵	۱/۸۸	۱۸۳۳	۶/۰۵	۸۸۷/۱۷
	راهرو	۱۲/۵	۴/۴۸	۴۳۶۸	-	-
دوم	هال	۱۲/۵	۱/۸۸	۱۸۳۳	۶/۴۲	۹۴۲/۱۶
	راهرو	۱۲/۵	۴/۷۲	۴۶۰۲	۶/۵۱	۲۳۹۶
سوم	هال	۱۲/۵	۲/۱۶	۲۱۰۶	۶/۴۲	۱۰۸۲
	راهرو	۱۲/۵	۴/۱۶	۴۰۵۶	۵/۷	۱۸۴۹
چهارم	راهرو	۱۲/۵	۴/۰۴	۳۹۳۹	۷	۲۲۰۵
پنجم	راهرو	۱۲/۵	۳/۴	۳۳۱۵	۷/۵	۱۹۸۹
جمع						۱۳۱۲۸/۷۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- زمان روشن بودن و انرژی مصرفی سیستم روشنایی در سرویس های بهداشتی در کل سال(۵)

طبقه	زمان روشن بودن در کل سال (h)	انرژی در کل سال (kW)	انرژی مصرفی در کل سال (kWh)	زمان روشن بودن غیر ضروری در کل سال (h)	صرفه‌جویی حاصل به دلیل استفاده از فوتوسل(kWh)
زیرزمین	۱۳	۰/۱۲۸	۲۶۲۰/۸	۷/۸	۱۵۷۲/۴۸
همکف	۱۳	۶	۲۱۸۴	۹	۱۵۱۲۰
اول	۱۳	۶	۲۱۸۴۰	۶/۳۹	۱۰۷۳۵/۲
دوم	۱۳	۶	۲۱۸۴۰	۶	۱۰۰۸۰
سوم	۱۳	۳/۴۸	۲۱۸۴۰	۶/۳۹	۱۰۷۳۵/۲
چهارم	۱۳	۳	۱۰۹۲۰	۶	۵۰۴۰
پنجم	۱۳	۲/۲۴	۸۱۵۳/۶	۷	۴۳۹۰
جمع					۵۸۰۱۵

با توجه به مشاهدات صورت گرفته در طبقات مختلف ساختمان و بررسی تعداد لامپ ها و نحوه قرارگیری آن ها در طبقات، تعداد زون ها و تعداد فتوسل های مورد نیاز در هر زون بررسی گردید و هزینه استفاده از این تجهیزات در راهروها، هال ها و سرویس های بهداشتی مورد محاسبه قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- محاسبه هزینه استفاده از فتوسل در راهرو ها و هال ها و سرویس های بهداشتی

طبقه	فضا	مساحت m^2	تعداد زون	تعداد فتوسل	هزینه کل (ریال)
زیرزمین	هال	۲۷۴/۵۱	۱۵	۱۷	۴۲۵۰۰۰
	راهروها	۱۲۳/۳	۱۰	۱۱	۲۷۵۰۰۰
	دستشویی ها	۱۰/۵	۳	۳	۱۵۰۰۰۰
همکف	هال	۵۶۶/۸۶	۲۰	۲۷	۶۷۵۰۰۰
	راهروها	۳۲۹/۷۲	۱۲	۲۶	۶۵۰۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۸۰۰۰۰۰
اول	هال	۳۱۴/۹	۱۶	۱۸	۴۵۰۰۰۰
	راهروها	۳۲۹/۷۲	۱۲	۲۶	۶۵۰۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۸۰۰۰۰۰
		۵/۸۳	۲	۲	۱۰۰۰۰۰
دوم	هال	۲۷۸/۹	۱۶	۱۸	۴۵۰۰۰۰
	راهروها	۳۲۶/۶	۱۲	۲۶	۶۵۰۰۰۰
		۴۱۵/۴۵	۱۵	۲۸	۴۷۵۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۸۰۰۰۰۰
		۵/۸۳	۲	۲	۱۰۰۰۰۰

ادامه جدول ۷- محاسبه هزینه استفاده از فتوسل در راهرو ها و هال ها و سرویس های بهداشتی

سوم	هال	۳۶۷/۸۸	۱۸	۱۹	۷۰۰۰۰۰
	راهروها	۱۹۶/۷	۱۰	۲۰	۵۰۰۰۰۰
		۴۱۶/۹	۱۵	۲۶	۶۵۰۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۸۰۰۰۰۰
		۵/۸۳	۲	۲	۱۰۰۰۰۰
		۱۰/۵	۳	۳	۷۵۰۰۰
چهارم	راهرو	۴۴۸/۴۶	۱۵	۲۸	۷۰۰۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۴۰۰۰۰۰
پنجم	راهرو	۴۴۸/۴۶	۱۵	۲۸	۷۰۰۰۰۰
	دستشویی ها	۴۲/۹۷	۸	۸	۴۰۰۰۰۰
جمع (هال ها و راهروها)					۷۵۲۵۰۰۰
جمع (سرویس های بهداشتی)					۴۵۲۵۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی روش‌های کاهش مصرف انرژی الکتریکی در بخش فن‌کوئل‌ها

کنترل صحیح درجه حرارت اتاق‌ها و یا استفاده از ترموستات‌های مدرن با کنترلرهای یکپارچه و یکنواخت در تمام سطح اتاق یا (MET) مصرف انرژی را در فن‌کوئل‌ها ۸ تا ۱۰٪کاهش می‌دهد. به این ترتیب میزان صرفه جویی‌ها در این بخش، معادل ۱۴۷۳۰ کیلووات ساعت می گردد (جدول ۸). البته با راحتی با تنظیم دقیق ترموستات‌های فعلی می‌توان به این مهم دست یافت و نیازی به هزینه خاصی نیز ندارد(۳).

جدول ۸- میزان انرژی قابل صرفه‌جویی شده از طریق کنترل صحیح درجه حرارت یا استفاده از کنترلرهای مدرن (۳)

انرژی / طبقات	زیرزمین	همکف	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
مصرف انرژی kWh	۲۳۵۵۷	۲۶۹۱۸	۲۷۹۱۸	۲۳۲۰۷	۲۹۰۰۲	۱۰۴۰۷	۶۲۹۱	۰
انرژی قابل صرفه جویی شده kWh	۲۳۵۵/۷	۲۶۹۱/۸	۲۷۹۱/۸	۲۳۲۰/۷	۲۹۰۰/۲	۱۰۴۰/۷	۶۲۹/۱	۰

بررسی روش کاهش مصرف انرژی الکتریکی با استفاده از موتورهای پربازده و یا مغناطیسی

استفاده از موتورهای پربازده و انتخاب نوع و سرمایه‌گذاری باید با دقت زیادی صورت گیرد چون در برخی موارد نتایج عکس می‌دهد.

در جایگزینی موتورهای با بازدهی بالا به جای موتورهای استاندارد بخش تاسیسات ساختمان مورد مطالعه باید با احتیاط عمل شود، زیرا با جایگزینی موتور پر بازده ممکن است سرعت فن یا پمپ افزایش یابد و با افزایش سرعت فن یا پمپ اگرچه میزان دبی بیشتر می‌شود، اما توان خروجی موتور متناسب با مکعب سرعت افزایش می‌یابد، به طوری که ممکن است افزایش توان خروجی ناشی از افزایش دبی از کاهش توان ناشی از افزایش بازدهی بیشتر شود و به جای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، افزایش مصرف انرژی حاصل گردد. بنابراین به کار گیری این موتورها در ساختمان مذکور به دلیل مشکلات ذکر شده و فقدان یک قیمت پایدار در ایران به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد.

بررسی راهکارهای مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان مورد مطالعه

پس از بررسی کلیه راهکارهای اجرایی برای بهبود سیستم‌های فعلی در ساختمان مورد مطالعه، در نهایت مشخص شد که نیاز به تدوین سیستمی برای شناخت مسایل و معضلات انرژی می‌باشد که براساس سازمانی تعیین شده فعالیت نماید. برای نیل به اهداف صرفه‌جویی انرژی باید عواملی را در نظر داشت تا به کمک برنامه‌ریزی و اجرای آن‌ها به کارگیری بهینهٔ انرژی تحقق پذیرد. این عوامل عبارتند از: ۱– شناساندن اهمیت موضوع به مدیریت سیستم و جلب نظر و پشتیبانی آن ها. ۲ – گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز. ۳– انجام ممیزی انرژی. ۴– شناسایی، ارزیابی و استفاده از فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی و به کارگیری بهینهٔ انرژی. ۵– نظارت همیشگی، ارزیابی و پیگیری پیامدهای ناشی از اقدامات صرفه‌جویی انرژی. بنابراین برای نیل به اهداف صرفه‌جویی انرژی در ساختمان مربوطه مسئولان انرژی باید سیستم آماری مناسبی را پدید آورند(۴ و ۵). از آن جا که برای ارایه این سیستم ها یک تفکر سازمانی لازم است تا از آن طریق بتوان کلیه تصمیم‌گیری‌های مربوط به انرژی را در جایگاه خود به کار

www.SID.ir

Archive of SID

بست، در ابتدا باید نکاتی مد نظر قرار گیرد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- رفتار و مسئولیت مشارکتی در یک ارگان برای اجرای یک برنامه موفق. ۲- بهبود در طراحی و سیستم مدیریت در ساختمان مربوطه. ۳- بهبود ارتباطات فی ما بین برای اتحاد نظر در خصوص انرژی. ۴- نشان دادن اهمیت این مقوله به هریک از مسئولین و کارکنان. ۵- قابلیت انعطاف سیستم در برابر نظرات اصلاحی و پیشگیرانه و مطرح کردن آن در کمیته انرژی. ۶- فرهنگ‌سازی و تغییر عادات در جهت بهینه‌سازی انرژی و در نهایت استفاده از فن آوری های مرسوم و کارا با در نظر گرفتن بهره اقتصادی مربوطه. توجه به این نکات ما را در تعریف دستورالعمل‌های مختلف یاری می‌دهد که سعی شده است با ارایه مستندات مختلف متناسب با موارد مذکور کلیه موانع پیرامون مبحث انرژی مرتفع گردد. در این راستا کلیه نیازمندی‌های اجرای چنین سیستمی شناسایی شده اما از آن جا که تشریح آن در چارچوب یک مقاله امکان پذیر نیست، رئوس مطالب آورده شده است. با استناد به چهار اصل اساسی، فرآیند جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل و اجرای سیستماتیک اطلاعات انرژی تدوین و مستندات مربوطه ارایه گردیده است. اصل اول: مشخص کردن اهمیت مقوله انرژی و حدود و وظایف پرداختن به مبحث انرژی در ساختمان مورد مطالعه. اصل دوم: تعیین وظایف افراد جهت پرداختن به این مسئولیت و تعیین افراد تیم جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن ها. اصل سوم: مشخص کردن نحوه پرداختن به مقوله انرژی، نحوه جمع‌آوری اطلاعات، نحوه بایگانی، تشکیل جلسات، چگونگی بازنگری مستندات و تجزیه و تحلیل اطلاعات و تصمیم‌گیری برای هر تغییر و بهبود و در نهایت اصل چهارم: تعیین زمان‌های جمع‌آوری اطلاعات توسط افراد مسئول در امر انرژی که یکی از موارد بسیار اساسی در ارایه یک سیستم مدیریت انرژی می‌باشد. از آن جاکه سیستم مدیریت انرژی در ساختمان مربوطه در رده صفر قرار دارد، با ارایه سیستم جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل و اجرای سیستماتیک اطلاعات انرژی و همچنین سیستم جمع‌آوری اطلاعات عمده و اساسی تجهیزات انرژی‌بر توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌توان تا حدی مصرف انرژی را در ساختمان مربوطه کاهش داد. در سیستم جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل و اجرای سیستماتیک اطلاعات انرژی ابتدا باید هدف و دامنه کاربرد مشخص گردد، بدین معنی که طرح‌های صرفه‌جویی انرژی تعریف گردد و روش اجرای جمع‌آوری اطلاعات انرژی و مستندات مربوطه توسط مدیر انرژی یا اعضای واحد تاسیسات تهیه و تدوین گردد. در مرحله دوم فرایند مذکور پس از تعیین روش انجام کار، مسئولیت ها باید مشخص گردد. این مرحله از فرایند شامل موارد زیر است: ۱- تشکیل پرونده های مدارک و سوابق اطلاعات انرژی. ۲- تعیین دوره های برنامه های جمع‌آوری اطلاعات انرژی توسط مدیر انرژی. ۳- تعیین برنامه و تقویم ممیزی توسط مدیر انرژی. ۴- تعیین مطالب و نحوه کار گروهی افراد جهت جمع آوری اطلاعات. ۵- قرار دادن فرم نظرخواهی پیرامون انجام طرح ممیزی در اختیار افراد گروه مدیریت انرژی و تکمیل فرم توسط گروه مذکور. ۶- تهیه نقشه‌ها، مطالب واستانداردها برای طرح جمع آوری اطلاعات انرژی. ۷- تعیین اجناس مورد نیاز جهت اجرای طرح توسط مدیر انرژی و تصویب آن ها توسط کمیته با استفاده از رویه درخواست کالا یا رویه خرید. ۸- تهیه اطلاعات تجهیزات و دستگاه‌های انرژی‌بر با استفاده از مدارک و نقشه های تهیه شده و چک‌لیست‌های ممیزی انرژی. ۹- ارزیابی مطالب و مستندات (گزارش ممیزی انرژی) در صورتجلسات کمیته انرژی. ۱۰- ارجاع گزارش خلاصه مدیریتی به مدیرعامل. ۱۱- و در نهایت مستندسازی مدارک ذیربط. در سیستم جمع‌آوری اطلاعات عمده و اساسی تجهیزات انرژی‌بر توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری نیز استفاده از تجهیزاتی اجتناب ناپذیر است: ۱- نصب آنالیزورهای توان، ولتاژ برای ثبت کلیه پارامترهای موثر الکتریکی، این ادوات با اتصال به ترانس‌های جریان و با ولتاژ هر خط کلیه پارامترها از جمله مصرف را تجزیه و تحلیل می‌کند.۲- استفاده از شیرهای ترموستاتیک، از طریق این شیرها به راحتی می‌توان با سنجش انتقال حرارت در فن‌کوئل و مقایسه با نرخ استاندارد، جریان آب گرم را در فن‌کوئل قطع یا وصل نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

در این تحقیق با جمع‌آوری کلیه داده‌های مورد نیاز در ساختمان مورد مطالعه، نظیر میزان مصرف انرژی الکتریکی طی یک دوره یک ساله و همچنین تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی و تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده، روند کلی مصرف انرژی در ساختمان مربوطه مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی روند انجام این طرح به صورت زیر بوده است: ۱- شناسایی و طبقه‌بندی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی (بر حسب نوع کاربری). ۲- طبقه‌بندی تجهیزات انرژی‌بر و شناسایی پارامترهای مهم و اساسی برای اندازه‌گیری. ۳- اولویت‌بندی برای اندازه‌گیری برحسب تجهیزات عمده انرژی‌بر. ۴- تهیه فرم‌های جمع‌آوری اطلاعات برای جمع‌آوری صحیح و سریع اطلاعات موثر و مهم برای محاسبات و به دنبال آن جمع‌آوری اطلاعات و استخراج زمان‌های فعالیت تجهیزات مختلف برای محاسبات صرفه‌جویی. ۵- محاسبات مربوطه و تجزیه و تحلیل اطلاعات اندازه‌گیری شده. ۶- ارایه مدارک و مستندات سیستم مدیریت انرژی با توجه به نیازمندی‌های موجود در ساختمان. ۷- تدوین روش‌های جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل و در نهایت ارایه رویه‌ها و دستورالعمل‌های مدیریت انرژی. در این تحقیق با توجه به این که بیشترین مصرف انرژی الکتریکی در بخش روشنایی و موتورهای الکتریکی فن‌کوئل‌ها تشخیص داده شد، ارایه راهکارهایی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در این بخش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. در جدول ۹ میزان انرژی قابل صرفه جویی شده در بخش ها و وسایل مصرف کننده و روش های کاهش مصرف انرژی در آن ها نشان داده شده است.

جدول ۹- روش ها و میزان کاهش مصرف انرژی در بخش ها و وسایل مصرف کننده انرژی

بخش یا وسایل مصرف‌کننده	میزان انرژی صرفه جویی	روش کاهش مصرف انرژی
فن‌کوئل‌ها	۱۴۷۳۰کیلووات ساعت	نصب شیرهای ترموستاتیک
بخش روشنایی	۸۶۹۲۸ کیلووات ساعت	استفاده از لامپ‌های کم مصرف
	۷۱۱۴۳ کیلووات ساعت	استفاده از فتوسل‌ها

به طور کلی با ارایه راهکارهای اجرایی از قبیل: ۱- نصب سیستم‌های اندازه‌گیری بسیار ساده جهت اندازه‌گیری برخی پارامترهای اساسی نظیر میزان برق مصرفی و ... ۲- نصب شیرهای ترموستاتیک (هزینه پایین و صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف آب گرم از خواص این شیرهاست). ۳- فرهنگ‌سازی سازمانی (نصب پوستر، اعلامیه و کنفرانس‌های داخلی با کمترین هزینه) ۴- استفاده از سیستم کنترل دور در آسانسورها (با کمترین هزینه تا حدود ۲۰ ٪ مصرف انرژی را کاهش می‌دهد). ۵- نصب و تنظیم دقیق ترموسوئیچ‌های فن‌کوئل‌ها (در حال حاضر به درستی کار نمی‌کنند). ۶- استفاده از سیستم فوتوسل در مکان هایی که رفت و آمد کمی دارند. همچنین با ارایه راهکارهای مدیریتی از قبیل استقرار سیستم جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و اجرای سیستماتیک اطلاعات انرژی و سیستم جمع‌آوری اطلاعات عمده و اساسی تجهیزات انرژی‌بر توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌توان تا حدی بازدهی مصرف انرژی الکتریکی را در ساختمان مربوطه بهینه کرد.

منابع

1. Applications Manual (AM) 10, Natural ventilation in non-domestic buildings, Chartered Institution of Building Services engineers, CIBSE, London,12-18, (1997).

www.SID.ir

Archive of SID

2. Bertoldi, P., (et al), Energy efficiency in household Appliances and lighting , Library of congress cataloging-in-publication Data Die Deutsch Bibliothek-CIP-Einheitsaufnahme, 50-62, (2001).

3. Building Research Establishment, Energy efficiency in offices. A new high quality air conditioned office with low energy costs, Good Practice Case Study 21, BRE, Garston, (BRECSU), BRE Publication, Garston, Watford, WD2 7JR, 7-15, (1994).

4. Building Research Establishment, Energy use in offices. Energy Consumption Guide 19, BRE, Garston, (BRECSU), BRE Publication, Garston, Watford, WD2 7JR. 6-24, (1994).

5. Electric Power Research Institute, Energy Management System, (Technical Brief TB. EMU. 121.4.87), CA. available at: www.epri.com, (2000).

www.SID.ir