

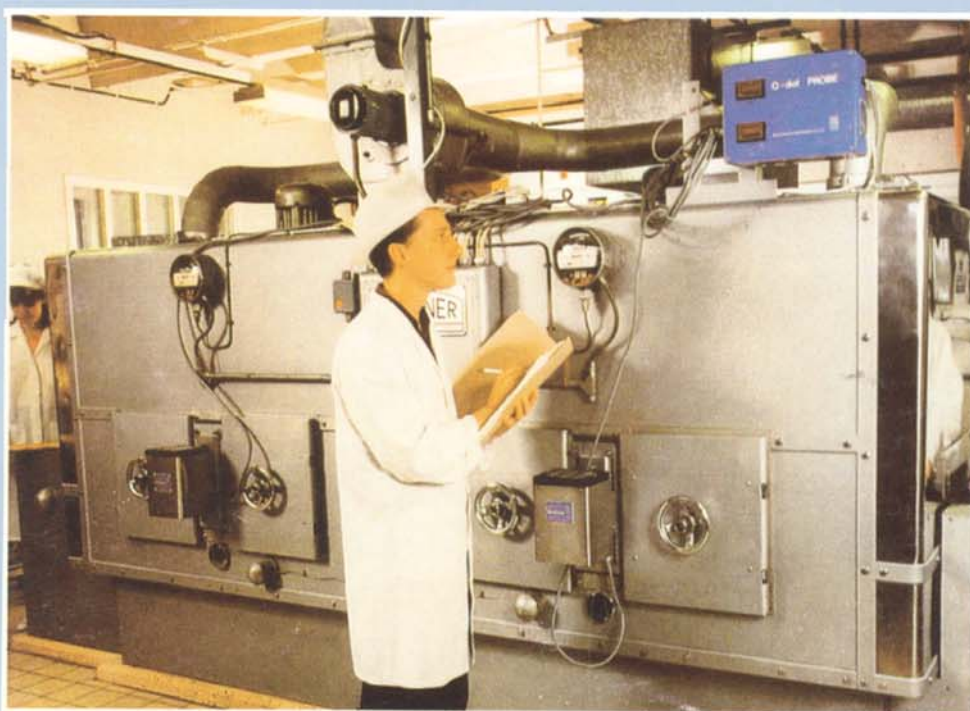


جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

امور انرژی

راهنماهای فنی مدیریت انرژی



مهمی انرژی برای صنعت



دفتر بهینه سازی مصرف انرژی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پیشگفتار

در طی دهه آینده، هزینه انرژی الکتریکی چه برای گرمایش و سرمایش، چه برای روشنایی و چه بعنوان نیروی محرکه در فرآیند تولید صنعتی، ادارات، مدارس، منازل، ... رشد چشمگیری پیدا خواهد کرد که البته دلایل این رشد، خارج از بحث این نوشتار است.

در عرصه رقابت جهانی در راستای مصرف کمتر (مصرف بهینه) و تولید هرچه بیشتر، کشورها، جوامع و صنایعی موفقتر خواهند بود که در این رقابت که شاید از دیدگاهی بتوان آن را مبارزه برای تنوع بقا و ادامه فعالیت نامید، با تحقیقات و مطالعات موفق به یافتن و پس از آن بکار بردن راههای جلوگیری از اتلاف انرژی شوند.

انرژی بطور عام و انرژی الکتریکی بطور خاص که امروز در اختیار و خدمت هم میهنان عزیز، قرار می گیرد، با هزینه‌ای به مراتب گزافتر تهیه می شود ولیکن دولت جمهوری اسلامی ایران با تأمین بخشی از هزینه‌های تولید آن از محل درآمدهای عمومی خود و یا به قیمت عدم انجام بسیاری از پروژه‌های زیربنایی ملی، آنرا بدینگونه در اختیار وا می گذارد.

اتلاف این انرژی الکتریکی و اصولاً هر نوع انرژی تولید شده از منابع فسیلی، علاوه بر خسارات مالی جبرانناپذیری که دارد، زیانهای غیرقابل انکاری نیز بر محیط زیست ملی ما و جهان وارد خواهد آورد. اکنون سالیان متمادی از زمانی می گذرد که کشورهای پیشرفته که حتی برخی از آنها از حداکثر امکانات طبیعی و صنعتی برای تولید انرژی برخوردارند، در کنار تلاش در جهت استفاده از انرژی‌های نو (خورشید، باد، امواج، ...)، استفاده صحیح از انرژی را در رأس اهم اهداف خود قرار داده و صاحبان صنایع، صنعتگران، مدیران سازمانها، و حتی سازندگان ساختمانهای مسکونی و بالاخره استفاده‌کنندگان این بناها را مخاطب قرار داده و با وضع دستورالعملها و در مواردی ضوابط و قوانین بازدارنده، آنها را تشویق، راهنمایی و حتی راهبری در جهت جلوگیری از اتلاف انرژی می نمایند.

انجام پاره‌ای از این اقدامات، اگر در زمان مناسب نسبت به اعمال آنها اقدام گردد، حتی هیچگونه هزینه اضافی را نیز تحمیل نخواهد نمود و جهت همه گیر شدن جنبش جلوگیری از اتلاف انرژی، دائماً جلسات توجیهی و سمینارهایی برای تصمیم گیرندگان برگزار می گردد تا از پی آمدها و بهتر بگوئیم عواقب مختلف آن آگاه گردند. در کنار اقدامات فوق، تلاش متخصصین و دانشمندان در جهت اختراع، ابداع و تولید وسایل و تجهیزات کارآمد نیز جبهه دیگری است که برای مبارزه با اتلاف انرژی گشوده شده است که از جمله آنها می توان به تولید صنعتی تجهیزات و لامپهای پراثری، کم مصرف و بادوام اشاره کرد.

با توجه به روند افزایش جمعیت و تبعات آن و هرچه بیشتر مستهلک شدن منابع تولید انرژی، چندان دور نخواهد بود که نه تنها افراد، بلکه جوامع نیز در موقعیتی قرار نداشته باشند که بتوانند به میزان مورد علاقه خود انرژی مصرف نمایند بلکه با هرچه فشرده تر شدن جوامع، حتماً اهرمهای ملی و جهانی و خود

محدودکننده‌ای وارد عمل خواهند گردید که ابتکار عمل در زمینه تولید و مصرف انرژی را بعهدہ خواهند گرفت.

علیرغم اینکه کاربرد بعضی از اقدامات صرفه‌جویانه (یا بهتر است گفته شود استفاده صحیح و جلوگیری کننده از اتلاف بیهوده)، نیاز به مقداری سرمایه‌گذاری اولیه دارند که البته میزان آن بستگی به دامنه و وسعت اقدامات بعمل آمده دارد، ولی نکته‌ای که مبرهن و غیرقابل انکار می‌باشد آن است که این سرمایه‌گذاری اولیه در مدت کوتاهی خودبخود مستهلک می‌گردد.

علاوه بر نشست‌ها و سمینارهایی که به آنها اشاره گردید تشکیلات گوناگونی که در کشورهای مختلف جهان جهت سامان دادن به مشکل انرژی و آگاه کردن قشرهای مختلف جامعه ایجاد شده‌اند، اقدام به نشر جزوات، بروشورها و اطلاعیه‌هایی نموده و آنها را در دسترس کلیه افرادی که به نوعی با مصرف و صرفه‌جویی انرژی ارتباط دارند قرار می‌دهند.

در همین راستا، معاونت انرژی وزارت نیرو نیز اقدام به ترجمه و چاپ جزوه‌ای که ملاحظه می‌فرمائید نموده است که در کشور انگلستان و بتوسط "مرکز تحقیقات ساختمان" (Building Research Establishment) "واحد صرفه‌جویی انرژی مرکز تحقیقات ساختمان" (Building Research Energy Conservation Support Unit) "واحد پشتیبانی تکنولوژی انرژی" (Energy Technology Support Unit) "اداره کارائی انرژی" (Energy Efficiency Office) تهیه گردیده‌اند که این معاونت به لحاظ ضرورت تسریع در نشر و ارائه راهنماها و دستورالعملهای فنی، هیچگونه تغییری در ارقام، آمار، نمودارها، جداول و اشکال آن نداده است ولیکن امیدوار است که انشاء... چاپ‌های بعدی این جزوه و همچنین جزوات دیگری که در دست ترجمه و چاپ قرار دارند، براساس آمار و اطلاعات کشور ایران تهیه شده و در اختیار شما قرار داده شوند.

فهرست مطالب

۷	۱ - مقدمه
۷	۲ - طرح و برنامه انرژی شرکت
۸	۱ - ۲ - تعهد و سازماندهی
۸	۲ - ۲ - برنامه کاهش هزینه
۱۰	۳ - ۲ - کسب صرفه جویی: تخصصهای داخلی و مشا ورین
۱۰	۱ - ۳ - ۲ - پرداخت مستقیم
۱۰	۲ - ۳ - ۲ - پرداخت براساس عملکرد
۱۰	۳ - مصرف انرژی و هزینهها
۱۱	۱ - ۳ - مصارف و هزینهها
۱۱	۱ - ۱ - ۳ - صورتحسابها
۱۶	۲ - ۱ - ۳ - انرژی ورودی سالانه و شاخصهای عملکرد
۱۸	۳ - ۱ - ۳ - اندازه گیری و بررسی دقیقتر
۱۹	۲ - ۳ - خرید و تعرفه های سوخت
۱۹	۱ - ۲ - ۳ - گاز طبیعی
۱۹	۲ - ۲ - ۳ - برق
۲۰	۳ - ۲ - ۳ - فرآورده های نفتی
۲۰	۴ - ۲ - ۳ - زغال سنگ
۲۱	۵ - ۲ - ۳ - گازهای مایع
۲۱	۶ - ۲ - ۳ - آب
۲۱	۳ - ۳ - نظارت و هدف یابی (M & T)
۲۲	۱ - ۳ - ۳ - ارتباط با عوامل داخلی و خارجی
۲۲	۲ - ۳ - ۳ - روز - درجه
۲۳	۳ - ۳ - ۳ - انرژی و تولید
۲۴	۴ - ۳ - ۳ - تثبیت اهداف
۲۴	۵ - ۳ - ۳ - سیستم های کامپیوتری نظارت و هدف یابی
۲۵	۴ - سرویسهای کارخانه
۲۵	۱ - ۴ - موتورها و محرکه ها
۲۶	۱ - ۱ - ۴ - فهرست بررسی های لازم

۲۶	۲- ۴- هوای فشرده
۲۷	۱- ۲- ۴- فهرست بررسی‌های لازم
۲۷	۳- ۴- سیستم‌های تبرید
۲۸	۱- ۳- ۴- فهرست بررسی‌های لازم
۲۹	۴- ۴- آب سرد و خنک
۲۹	۱- ۴- ۴- فهرست بررسی‌های لازم
۳۰	۵- فرآیندهای صنعتی
۳۰	۱- ۵- مدیریت دیگ بخار و موتورخانه
۳۱	۱- ۱- ۵- فهرست بررسی‌های لازم
۳۲	۲- ۵- فرآیندهای صنعتی با دمای بالا
۳۳	۱- ۲- ۵- فهرست بررسی‌های لازم
۳۳	۳- ۵- فرآیندهای صنعتی با دمای پائین
۳۴	۱- ۳- ۵- فهرست بررسی‌های لازم
۳۴	۶- سرویسهای ساختمان
۳۵	۱- ۶- گرمایش فضا
۳۶	۱- ۱- ۶- فهرست بررسی‌های لازم
۳۷	۲- ۶- تهویه و تخلیه هوا
۳۷	۱- ۲- ۶- فهرست بررسی‌های لازم
۳۸	۳- ۶- آب گرم مصرفی و تأمین آب مورد نیاز
۳۸	۱- ۳- ۶- آب گرم مصرفی
۳۸	۲- ۳- ۶- تأمین آب
۳۸	۳- ۳- ۶- فهرست بررسی‌های لازم
۳۸	۴- ۶- روشنایی
۳۹	۱- ۴- ۶- فهرست بررسی‌های لازم
۴۰	۷- سرمایه‌گذارهای مورد نیاز
۴۰	۱- ۷- معیارهای مالی
۴۱	۲- ۷- تأمین بودجه
۴۲	۳- ۷- طرح همیاری مدیریت انرژی
۴۲	پیوست ۱:

۱ - مقدمه

در بریتانیا، سهم بخش صنعت در مصرف انرژی، به حدود ۲۵ درصد کل مصرف انرژی اولیه می‌رسد که با ارقام سال ۱۹۹۱ میلادی، هزینه تخمینی در حدود ۷ میلیارد پوند را شامل می‌شود. اگر مصرف انرژی را در حدود ۱۵۳۰۰ میلیون واحد حرارتی^۱ تخمین بزنیم^۲، تنها در بخش صنعت آهن و فولاد، ۲۹۰۰ میلیون واحد حرارتی مصرف می‌شود. یکی از مهمترین اقلام هزینه قابل کنترل در اغلب سازمانها، هزینه مربوطه به انرژی است که با کاهش مصرف آن، می‌توان هزینه‌ها را کاهش داد به گونه‌ای که علاوه بر تاثیر مستقیم بر سوادآموزی سازمان، کمک به بهبود مسائل زیست محیطی را باعث شود.

ممیزی انرژی از جمله فعالیت‌های اساسی هر سازمانی است که مایل به کنترل انرژی و هزینه‌های مربوطه است. این کتابچه، چهار زمینه اساسی در خصوص مدیریت انرژی را شرح می‌دهد:

- بخش دوم در خصوص نیاز به طرح و برنامه انرژی در یک شرکت بحث نموده و اساس یک برنامه کاهش هزینه را شرح می‌دهد.

- بخش سوم مربوط به کنترل هزینه و خرید و نیز ممیزی مصرف انرژی اولیه مورد نیاز است.

- بخش‌های چهارم، پنجم و ششم صرفه‌جویی حاصل در انرژی مصرفی را که از طریق اعمال روشهای بهبودسازی بازده تأسیسات و فرآیندهای صنعتی بدست می‌آید، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند.

- بخش هفتم درخصوص ارزیابی مالی حاصل از استفاده مطلوب از انرژی سخن به میان می‌آورد.

هدف این کتابچه، به عنوان یک دستورالعمل آن است که مهندسین و مدیران کارخانجات را با روشهایی به منظور صرفه‌جویی و کاهش هزینه انرژی مصرفی آشنا سازد. در نتیجه، بخشهای چهارم، پنجم و ششم خود به دو زیر بخش تقسیم می‌شوند:

- ممیزی و مصرف انرژی در واحدها و فرآیندهای نمونه‌ای در صنعت

- فهرستی از روشهای بالقوه جهت کاهش هزینه‌ها

بنابراین، برحسب نیاز می‌توان بخش مربوطه را مورد مطالعه عمیق‌تر قرار داد.

۲ - طرح و برنامه انرژی شرکت

طرح و برنامه انرژی شرکت اساس کاهش هزینه خرید و استفاده از انرژی و منابع مربوطه نظیر آب، ارتباطات راه دور و حمل و نقل را مشخص می‌نماید. زمینه‌های اصلی در اینجا اشاره خواهند شد و شرح بیشتر اصول فنی و کاربردی در سایر کتابچه خواهد آمد.

^۱ Therm

^۲ توضیح اینکه Therm (واحد حرارتی) به عنوان مقیاسی جهت سنجش به کار رفته است.

۱ - ۲ - تعهد و سازماندهی

لازمه مدیریت مؤثر انرژی، تعهد مدیریت ارشد است. بدین صورت اختیار لازم جهت اقدام، بکارگیری مهارت‌های افراد، تامین بودجه و منابع دیگر و مهمتر از همه، ایجاد انگیزه بوجود می‌آید. بدنبال آن، سازماندهی لازم جهت طرح مدیریت انرژی را می‌توان مشخص کرد. این سازماندهی می‌تواند از تشکیل یک کمیته تا تعیین مسئولیتهای جدید بعضی از کارکنان تغییر نماید. برنامه مربوط به انرژی یک شرکت به عوامل چندی از قبیل بزرگی شرکت، اهمیت نسبی هزینه‌های مرتبط به انرژی، تخصص و مهارت‌های فنی و روش مدیریت بستگی دارد. نکته مهم اینجاست که انرژی مسئله جامعی است که شبیه منابع دیگر شرکت باید مدیریت و اداره شود.

۲ - ۲ - برنامه کاهش هزینه

در شکل ۱، اصول برنامه کاهش هزینه‌های مربوط به انرژی بصورت نمودار نشان داده شده است و در هر مرحله، به بخش مربوطه در این کتابچه نیز اشاره شده است.

• مصرف انرژی و هزینه‌ها

ممیزی و نظارت به عنوان اجزاء مرتبط با خط‌مشی مدیریت مؤثر انرژی در بخش سوم مورد بحث قرار خواهند گرفت. در حقیقت این رسیدگی اولیه مشخص خواهد کرد که موارد اصلی هزینه‌ها کجاست به گونه‌ای که بتوان با تمهیدات لازم هزینه‌های جاری خرید انرژی را کاهش داد. نظارت بر انجام این کار، این امکان را فراهم می‌آورد که مدیریت، بر هزینه‌ها، بهمان صورتی که نیروی کار و هزینه مواد خام را کنترل می‌نماید، نظارت لازم را اعمال نماید.

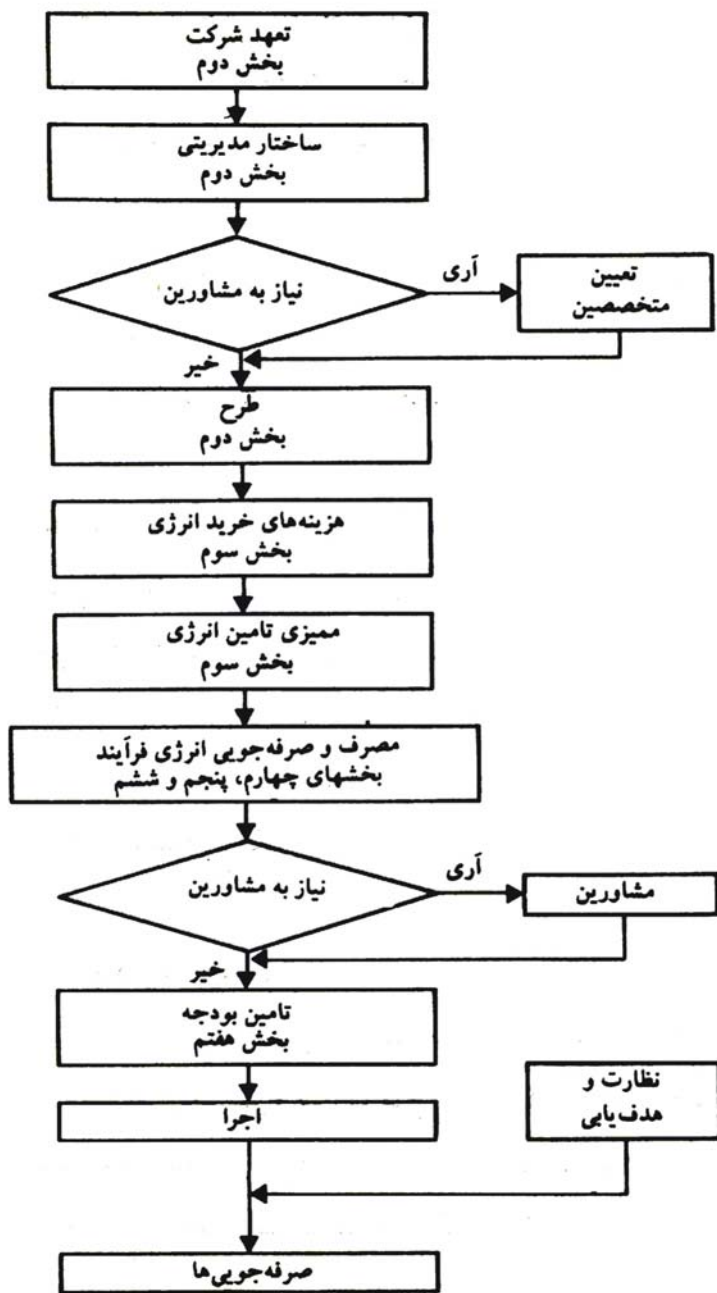
• سرویسهای کارخانه و فرآیندهای صنعتی

به کمک یک نمودار جریان انرژی، به عنوان بخشی از ممیزی و بررسی روشها و الگوهای مصرف، می‌توان به چگونگی مصرف انرژی در فرآیندهای صنعتی پی برد. بدین صورت می‌توان روشهای بهبود بهره‌برداری از سیستم و در نتیجه امکانات بالقوه در صرفه‌جویی مصرف انرژی را شناسائی کرد.

امکانات و روشهای کاهش هزینه‌های مربوط به فرآیندهای صنعتی و سرویسهای کارخانه در بخشهای چهارم، پنجم و ششم اشاره شده است.

• سرمایه‌گذاری و اجرای پروژه

پیشنهاداتی که لازمه آن سرمایه‌گذاری قابل توجهی باشد، بابتی از نقطه نظر مالی مورد تائید شرکت واقع شود. مروری بر ارزیابی هزینه و منفعت حاصله از انجام پروژه در بخش هفتم آمده است. در این بخش از روشهای جایگزین در تامین بودجه پروژه‌ها، از قبیل اجاره و مدیریت قراردادی انرژی صحبت به میان خواهد آمد.



شکل ۱: نمودار جریان‌ی برنامه مدیریت انرژی

۳-۲ - کسب صرفه‌جویی: تخصص‌های داخلی و مشاورین

با مهارت‌ها و کارکنان موجود داخلی، بایستی حداکثر صرفه‌جویی بدست آید. اگر نیروی کار داخلی وجود نداشته باشد در این صورت می‌توان از مشاورین بیرونی استفاده نمود. به منظور کاهش هزینه، می‌توان از دو روش برای پرداخت به اینگونه مشاورین استفاده نمود:

- براساس پرداخت مستقیم

- براساس عملکرد و مطابق با صرفه‌جویی حاصل از اعمال مدیریت انرژی

بهرحال باید بررسی‌های ساده‌ای انجام پذیرد تا از بازدهی مالی روش انتخاب شده اطمینان حاصل شود. این موضوع باید شامل نکات زیر باشد:

- درخواست و مشاهده کارهای انجام شده مشاور

- ملاقات با مهندسین مربوطه یا حداقل درخواست سابقه آنها

- گرفتن پیشنهاد از بیش از یک مشاور

- استفاده از عضوی از یک مؤسسه شناخته شده

۱-۳-۲ - پرداخت مستقیم

این گونه قرارداد، روش سنتی در عقد قرارداد با مشاورین انرژی است که معمولاً براساس یک نرخ ثابت کل و یا گاهی براساس روزانه اجرا می‌گردد. محدوده این نرخها از رقمی در حدود ۱۵۰ پوند (در هر روز) جهت یک مشاور شخصی مستقل تا ۲۰۰ الی ۵۰۰ پوند جهت یک مشاور با صلاحیت از یک شرکت بزرگ (ارقام ۱۹۹۲ میلادی) می‌تواند تغییر نماید. نکته قابل توجه حصول اطمینان از سابقه کار است. علاوه بر تعیین دقیق نرخ روزانه قرارداد، زمان اجرا و کار انجام شده باید دقیقاً کنترل شود. هرچند که افراد ماهر و توانا ممکن است دستمزدی حتی تا دو برابر افرادی با مهارت‌های پایین‌تر داشته باشند، اما می‌توانند کار را در زمانی بسیار کوتاه‌تر انجام دهند.

۲-۳-۲ - پرداخت براساس عملکرد

امروزه بعضی مشاورین دریافت‌های مالی خود را براساس صرفه‌جویی‌های بدست آمده تنظیم نموده و عقد قرارداد می‌نمایند، اینگونه دریافت‌ها معمولاً براساس درصدی از صرفه‌جویی بدست آمده، به عنوان مثال ۵۰ درصد برای یک مدت زمان مورد توافق طرفین، به طور نمونه یک تا پنج سال است. اینگونه قراردادها نیز مطابق با قراردادهای پرداخت مستقیم باید دقیقاً کنترل شوند.

شرکت‌های مدیریت قراردادی انرژی^۱ عموماً بودجه لازم را جهت انجام کارهای عمده و نیز مدیریت سرویسهای خدماتی موجود تامین می‌نمایند. قرارداد با این شرکت‌ها، معمولاً بلند مدت و از پنج تا ده سال است.

۳- مصرف انرژی و هزینه‌ها

مدیریت سازمان و انرژی، سه موضوع اساسی زیر را باید مورد توجه خاص قرار دهند:

- خرید

- مدیریت

- مهندسی

در این بخش، دو موضوع اول مورد بحث واقع می‌شوند. موضوع مهندسی و صرفه‌جویی‌های عملیات، در بخشهای چهارم تا ششم بررسی خواهند شد.

اولین گام در شناسائی زمینه‌هایی که امکان صرفه‌جویی در آنها وجود دارد به مشخص نمودن مقدار و هزینه انرژی و خدماتی است که در محل استفاده می‌شود. این موضوع، نه تنها شامل سوخت اعم از نفت، زغال سنگ، گاز یا انرژی الکتریکی بلکه دربرگیرنده آب و در بعضی مواقع، سوخت مصرفی وسایل نقلیه نیز می‌باشد. پس از تکمیل این بررسی، باید رقابتی بودن نرخ خریداری خدمات مورد ارزیابی قرارگیرد. زیرا بدون شک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مهندسی به صلاح نیست مگر اینکه بتوان انرژی و خدمات را با قیمت مناسبی خریداری نمود.

در هر برنامه کاهش هزینه، کنترل مدیریت یک رکن اساسی است. جدا از اینکه باید صرفه‌جویی‌های حاصل از بهبود وضعیت خریدها و پروژه‌های مهندسی را حفظ و نظارت نمود، می‌توان با استفاده از تکنیکهای استاندارد نظارت و هدف‌یابی، منابع موجود را به گونه مؤثرتری مدیریت نموده و صرفه‌جویی‌ها را افزایش داد.

۱ - ۳ - مصارف و هزینه‌ها

ضروریست تصویری دقیق از مصرف جاری انرژی را بدست آورد. اینکه چه مقدار انرژی به صورت گوناگون استفاده می‌شود، هزینه‌های واحد هر یک و نیز مورد استفاده آن مشخص گردد و این که کدام مورد استفاده، اساسی و کدام غیراساسی است. این اطلاعات را می‌توان از منابع زیر بدست آورد:

- صورتحساب‌های سوخت، برق و آب برای حداقل یک سال

- اطلاعات ضبط شده و یا اندازه‌گیری شده از مصرف انرژی

- اطلاعات مربوط به تولید

¹ Contract Energy Management Companies

۱-۱-۳- صورت حسابها

به منظور اطمینان از وجود اطلاعات کامل باید صورت حسابها را دقیقاً کنترل کرد. ارقام مورد نیاز، واحدهای انرژی مصرفی به همراه تعرفه‌های مربوط هستند. باید به ارقام تخمینی نیز توجه کرد. در صورتی که در طول مدت ممیزی، بیش از یک یا دو رقم تخمین وجود داشته باشد، باید از صورت حسابهای اضافی قبلی به منظور مقایسه استفاده کرد. متعاقب این موضوع بایستی خلاصه‌ای از مصرف و هزینه برای هر نوع سوخت، برق و آب، شبیه جداول ۱ و ۲ و ۳ تهیه نمود. بنابراین نحوه تغییرات مصرفی ماهانه را مطابق با شکل ۲ می‌توان رسم کرد. بدین ترتیب تغییرات سالانه و در نتیجه هرگونه الگوی نامساعد مصرف قابل بررسی است.

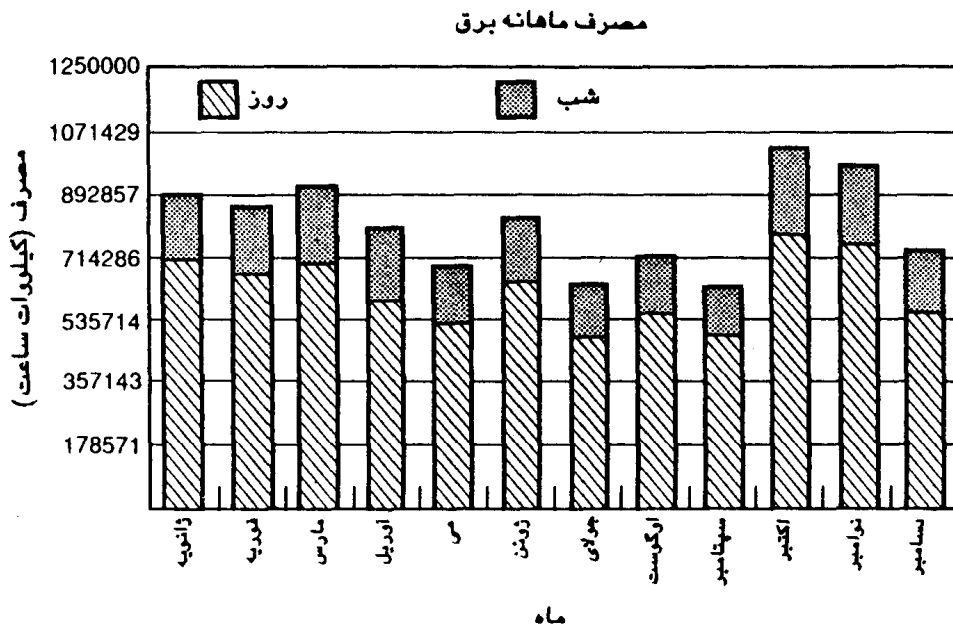
جدول ۱ خلاصه‌ای از مصرف برق*								
ماه	جدا کثر تقاضا کیلووات	کیلوولت آمپر**	شب کیلووات ساعت	روز کیلووات ساعت	کل کیلووات ساعت	بابت	هزینه (پوند)	
ژانویه	۲۶۳۶	۲۷۶۸	۱۹۸۳۹۴	۷۰۴۵۱۲	۹۰۲۹۰۶	شارژ ثابت	۶۲۷۲	
فوریه	۲۵۶۸	۲۶۷۰	۲۰۲۳۱۵	۶۶۵۶۳۱	۸۶۷۹۴۶			
مارس	۲۵۵۰	۲۶۷۸	۲۳۰۳۶۸	۶۹۹۰۵۶	۹۲۹۴۲۴	ظرفیت	۴۰۳۲۰	
آوریل	۲۵۹۶	۲۷۲۴	۲۱۸۵۹۳	۵۸۹۰۱۹	۸۰۷۶۱۲			
می	۲۴۵۸	۲۵۹۵	۱۶۹۱۵۴	۵۲۶۵۵۱	۶۹۵۷۰۵	شارژ سه گانه	۲۰۲۳۰	
ژوئن	۲۴۷۲	۲۶۴۶	۱۹۳۳۷۰	۶۳۹۸۳۳	۸۳۳۲۰۳			
جولای	۲۳۸۶	۲۵۴۰	۱۵۸۴۰۲	۴۸۴۶۷۱	۶۴۳۰۷۳	کیلووات ساعت	۲۵۸۴۸۴	
اوت	۲۴۶۴	۲۵۹۷	۱۷۲۱۵۱	۵۵۳۱۹۸	۷۲۵۳۴۹			
سپتامبر	۲۳۶۶	۲۵۰۹	۱۴۷۳۵۱	۴۹۳۳۶۵	۶۴۰۷۱۶	مالیات سوخت فسیلی	۳۵۷۸۴	
اکتبر	۲۷۲۰	۲۸۷۶	۲۵۶۶۲۰	۷۸۳۰۸۱	۱۰۳۹۷۰۱			
نوامبر	۲۶۵۰	۲۷۹۴	۲۳۲۲۵۱	۷۵۷۷۲۵	۹۸۹۹۷۶			
دسامبر	۲۶۸۸	۲۸۱۹	۱۸۸۰۳۲	۵۶۲۲۶۱	۷۵۰۲۹۳	کل	۳۶۱۰۹۰	
کل قله	۲۷۲۰	۲۸۷۶	۲۳۶۷۰۰۱	۷۴۵۸۹۰۳	۹۸۲۵۹۰۴	متوسط پنس به ازاء هر کیلووات ساعت	۳/۶۷	
							واحد شبانه	۰/۲۴/۱
							ضریب بار	۰/۳۹/۰

* اطلاعات بیشتر در خصوص بررسی هزینه‌های برق را می‌توان از کتابچه‌ای تحت عنوان «استفاده اقتصادی از الکتریسیته در صنعت» بدست آورد.
 ** ظرفیت ورودی (کیلوولت آمپر قله در ۱۲ ماه گذشته)

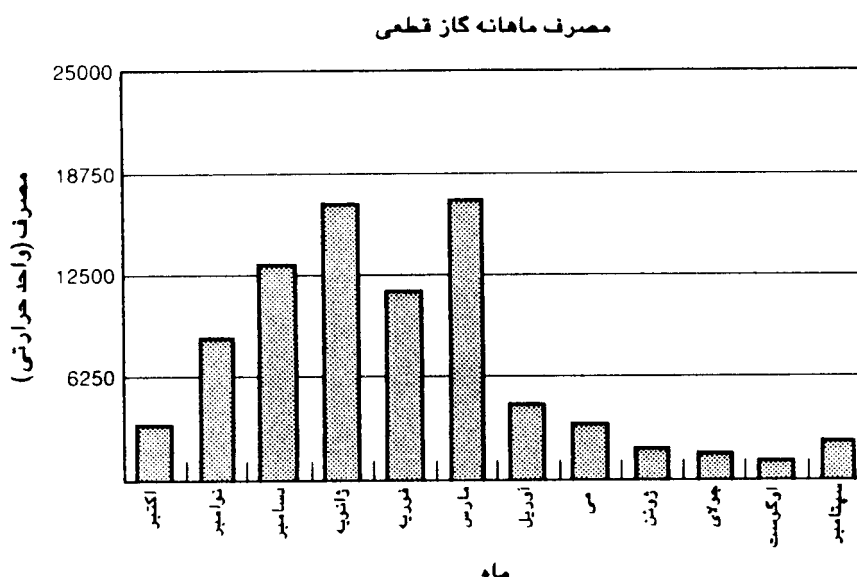
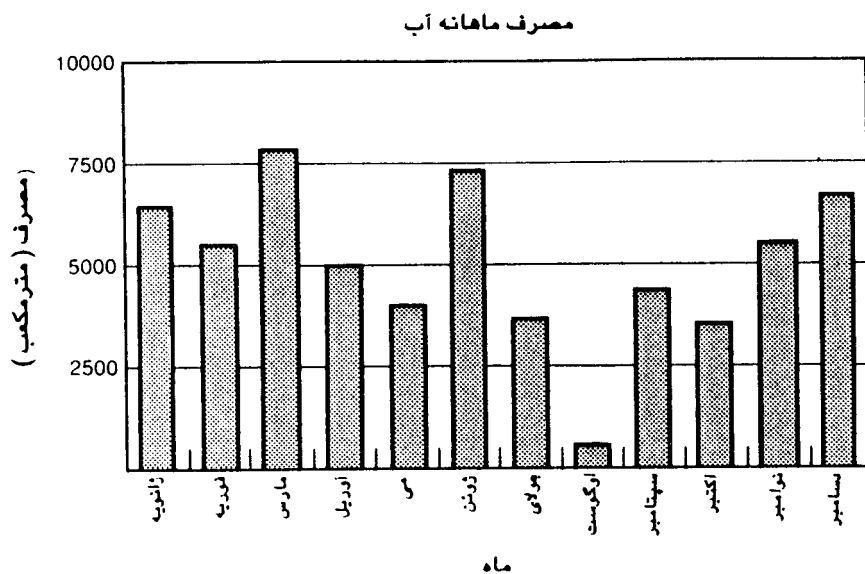
جدول ۲. خلاصه‌ای از مصرف گاز							
ورودی گاز قابل انقطاع		ورودی گاز قطعی				روز - درجه	ماه
هزینه (پوند)	گاز قابل انقطاع (واحد حرارتی)	هزینه (پوند)	کل واحد حرارتی	اندازه‌گیر ۲	اندازه‌گیر ۱		
۱۰۸۸۹	۴۸۵۳۷	۵۳۷۷	۱۷۰۱۷	۱۰۷۴۸	۶۲۶۹	۵۳۹	ژانویه
۶۸۸۹	۲۹۳۰۷	۳۶۹۴	۱۱۶۸۹	۸۳۹۲	۳۲۹۸	۴۲۹	فوریه
۸۶۸۲	۳۷۹۲۵	۵۳۷۸	۱۷۳۳۴	۱۲۳۵۹	۴۹۷۶	۴۰۸	مارس
۶۵۹۸	۲۷۹۰۶	۱۴۹۳	۴۷۲۳	۲۵۸۴	۲۱۳۹	۲۸۲	آوریل
۶۱۱۶	۲۵۵۹۱	۱۱۰۹	۳۵۰۹	۲۱۲۵	۱۳۸۵	۲۳۸	می
۶۵۸۱	۲۷۸۲۴	۶۱۵	۱۹۳۵	۱۲۰	۱۸۲۵	۹۵	ژوئن
۵۸۵۰	۲۴۳۱۲	۵۶۶	۱۷۹۱	۷۹	۱۷۱۲	۵۹	جولای
۵۵۲۸	۲۲۷۶۴	۳۷۱	۱۱۷۵	۶۲	۱۱۱۳	۴۱	اگوست
۵۳۳۷	۴۱۸۴۳	۷۷۵	۲۴۵۱	۴۵۰	۲۰۰۱	۱۲۳	سپتامبر
۹۰۵۲	۳۹۷۰۲	۱۱۱۶	۳۵۳۲	۱۳۴۶	۲۱۸۶	۱۹۹	اکتبر
۹۰۴۳	۳۹۶۵۹	۲۷۸۸	۸۸۲۲	۵۵۳۳	۳۲۸۹	۲۷۶	نوامبر
۶۸۳۵	۲۹۰۴۵	۴۲۱۵	۱۳۳۳۸	۷۳۳۰	۶۰۰۸	۳۹۵	دسامبر
۸۷۴۰۰	۳۷۴۴۱۵	۲۷۵۹۷	۸۷۳۲۶	۵۱۱۲۷	۳۶۲۰۰		کل

جدول ۳. خلاصه‌ای از مصرف آب							
مصرف			ذخیره				
جاری	فاضلاب	کل	کل ۶ ماه	کل	اندازه‌گیر ۲ ۱۶ میلی‌متر	اندازه‌گیر ۱ ۵۴ میلی‌متر	ماه
				۶۴۶۷		۶۴۶۷	ژانویه
				۵۷۸۱	۲۴۵	۵۵۳۶	فوریه
				۷۹۰۴		۷۹۰۴	مارس
				۵۰۰۵		۵۰۰۵	آوریل
				۴۱۶۸	۱۹۸	۳۹۷۰	می
۳۵۱۱۵	۱۵۴۱	۳۶۶۵۶	۳۶۶۵۶	۷۳۳۱		۷۳۳۱	ژوئن
				۳۶۳۲		۳۶۳۲	جولای
				۷۸۲	۲۰۳	۵۷۹	اگوست
				۴۳۵۶		۴۳۵۶	سپتامبر
				۳۵۶۳		۳۵۶۳	اکتبر
				۵۷۷۱		۵۷۷۱	نوامبر
۲۳۲۴۸	۱۶۷۸	۲۴۹۲۶	۲۴۹۲۶	۶۸۲۲	۱۷۸	۶۶۴۴	دسامبر
۵۸۳۶۳	۳۲۱۹	۶۱۵۸۲	۶۱۵۸۲	۶۱۵۸۲	۸۲۴	۶۰۷۵۸	کل
هزینه سالانه - پوند		هزینه بر واحد			بابت		
۳۱۴۰۷		۵۱/۰۰ پنس بر مترمکعب			هزینه ذخیره		
۱۱۶۵		۳۶/۲۰ پنس بر مترمکعب			فاضلاب		
۱۶۴۴۱		۲۸/۱۷ پنس بر مترمکعب			جاری		
۸۲۰۰		۲۵ پنس بر RV*			اندازه‌گیری نشده		
۲۱۰		اندازه‌گیر ۱ ۵۲/۵ پوند بر کوآرتر**			شارژ ثابت		
۴۹		اندازه‌گیر ۲ ۱۲/۲۵ پوند بر کوآرتر					
۵۷۴۷۲					کل		

* - پنس به ازاء هر پوند ارزش مواد قابل ارزش‌گذاری (مواد فوق ۳۲۸۰۰ پوند فرض شده است).
 ** - هر کوآرتر یک چهارم مترمکعب می‌باشد.



شکل ۲: مصارف آب، گاز و برق



شکل ۲: مصارف آب، گاز و برق (ادامه)

- یک الگوی دوره‌ای یا فصلی می‌تواند نشانگر بارهای عمده فصلی نظیر بار مورد نیاز برای گرمایش فضا باشد.
- اگر الگو بطور کلی افزایشی یا کاهشی باشد، نشانگر تغییرات در مصرف یا بازده است. اینگونه الگوها می‌تواند نمایشگر تغییرات در روش بهره‌برداری نیز باشد.
- عدم وجود یک الگوی واضح و مشخص ممکن است عدم وجود کنترل را نشان دهد.

- جایی که دیگ بخار^۱ تأسیسات، ترکیبی از بارها را تغذیه می‌کند، یک بار دائمی پایه را می‌توان مشخص نمود که معمولاً به علت آب گرم مورد نیاز، تلفات ثابت و هرگونه بار دائمی مرتبط به فرآیند می‌باشد.

۲- ۱- ۳- انرژی ورودی سالانه و شاخص‌های عملکرد

از مجموع انرژی مصرفی سالانه می‌توان معیار عملکرد را محاسبه، عملکرد انرژی را ارزیابی و مشخص نمود که آیا امکانی جهت بهبود وضعیت وجود دارد یا خیر. این معیار می‌تواند راهنمای خوبی جهت تعیین اولویتها باشد اما بهرحال تعیین قطعی اولویتها به فرآیند و خط تولید بستگی دارد. مصرف سالانه هر نوع انرژی را باید به یک واحد استاندارد (مثلاً گیگاژول GJ) تبدیل نمود. با استفاده از ضرایب تبدیل پیوست یک پس از محاسبه درصد مصرف و هزینه هر نوع انرژی، می‌توان جدولی مشابه با جدول ۴ تهیه کرد.

درصد هزینه کل	هزینه جاری				ارزش حرارتی (درصد)	ارزش حرارتی معادل (واحد حرارتی)	سالانه گیگاژول	مصرف سالانه	
	پوند بر سال	پنس بر واحد حرارتی	پوند بر گیگاژول	پنس به ازاء هر واحد					
۶۸	۳۶۱۰۹۰	۱۰۷/۵۰	۱۰/۱۹	۳/۶۷	۲۲	۳۳۵۲۸۹	۳۵۳۷۳	۹۸۲۵۹۰۲	برق (کیلووات ساعت)
۱۶	۸۷۴۰۰	۲۳/۳۳	۲/۲۱	۲۳/۳۳	۲۷	۳۷۴۴۱۵	۳۹۵۰۱	۳۷۴۴۱۵	گاز قابل احتراق (واحد حرارتی)
۵	۳۷۵۹۷	۳۱/۶۰	۳/۰۰	۳۱/۶۰	۱۱	۸۷۳۲۶	۹۲۱۳	۸۷۳۲۶	گاز فسیل (واحد حرارتی)
۱۱	۵۷۴۷۲			۹۳/۳۳				۶۱۵۸۲	آب (مترمکعب)
۱۰۰	۵۳۳۵۵۹				۱۰۰	۷۹۷۰۳۰	۸۴۰۸۷		کل

توجه: امروزه مصرف گاز برحسب کیلووات ساعت بیان می‌شود هرچند که هنوز برحسب واحد حرارتی بسیار معمول است.

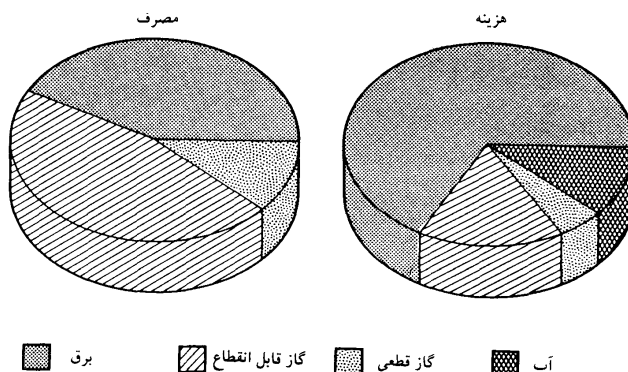
نمودارهایی شبیه شکل ۲ را نیز می‌توان برای نشان دادن مقدار مصرف و هزینه رسم کرد. مقایسه‌ای با سالهای گذشته نیز می‌تواند انجام شود تا جهش‌های قابل توجه مورد مطالعه واقع شوند.

گام بعدی در ممیزی انرژی، کسب اطلاعاتی است که مشخص نماید هر یک از فعالیتهای گوناگون سازمان از نظر مصرف و هزینه انرژی چه باری را تحمیل می‌نماید. در این صورت، مصارف عمده تعیین شده و امکانات

^۱ Boiler

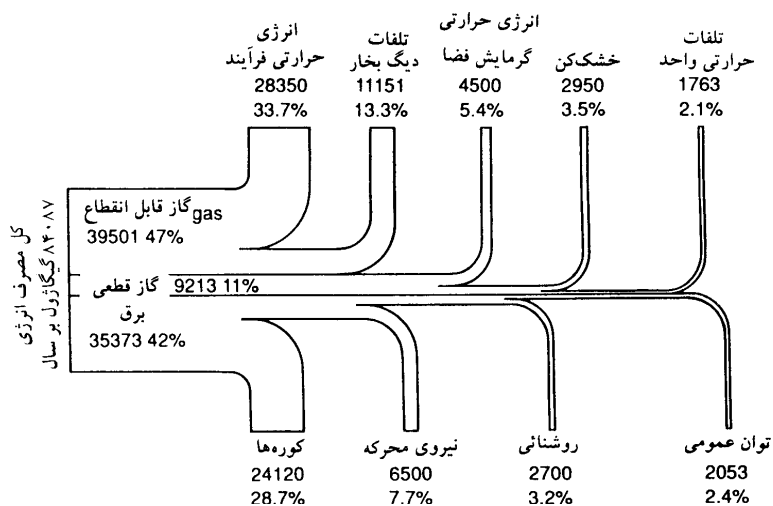
صرفه‌جویی می‌تواند به طور کاملتری مورد بررسی قرار گیرد (بخشهای چهارم، پنجم و ششم). در ابتدا باید فهرستی از خدمات و مصارف را تهیه نمود. به عنوان مثال سعی کنید که مصارف را به صورت زیر طبقه‌بندی نمائید:

- سرویسهای کارخانه (نیروی محرکه، کمپرسور هوا، مبردها و غیره)
- فرآیندهای حرارتی (دیگ بخار، کوره و غیره)
- سرویسهای ساختمان (گرمایش فضا، آب گرم، روشنایی و غیره)



شکل ۳: نمودار مصرف و هزینه سالانه انرژی

در ابتدا مصرف و بنابراین هزینه را می‌توان براساس بار نصب شده، ساعات کارکرد و ضریب بهره‌برداری^۱ تخمین زد. در این صورت می‌توان نمودار Sankey را مطابق با شکل ۴ جهت مصارف جداول ۱ و ۲ رسم کرد. حسن این نمودار این است که می‌تواند تصویری گویا و سریع از مصرف انرژی را نشان دهد و زمینه‌های با اولویت و امکان انجام مطالعات بعدی را مشخص نماید.



شکل ۴: نمودار ساده‌ای از وضعیت مصرف انرژی در یک کارخانه کوچک

¹ Utilization Factor

۳-۱-۳- اندازه‌گیری و بررسی دقیقتر

اطلاعات جزئی‌تر از مصرف را می‌توان به چند روش بدست آورد:

- ثبت نمودار مصرف

- اندازه‌گیری موارد منتخب در تأسیسات و یا کارخانه

معمولاً از نمای مصرف انرژی می‌توان مطالب بسیاری را آموخت. درخصوص روش دوم، می‌توان ابتدا اندازه‌گیرها را به طور دستی خواند اما استفاده از ابزار دقیق، جمع‌آوری اطلاعات را آسانتر می‌سازد. تقاضای مصرف الکتریکی و می‌توان با استفاده از اندازه‌گیرها، تعیین کرد که این به خوبی می‌تواند حد صرفه‌جویی را از طریق کنترل حداکثر تقاضا روشن نماید. نتایج اندازه‌گیرهای دبی آب و گازی که بدون خروجی‌های پالس‌دار هستند را می‌توان بطور اتوماتیک و با استفاده از واسطه‌های نوری^۱ خواند. همچنین انتقال اطلاعات به یک کامپیوتر شخصی و استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص، مطالعات و بررسی‌ها را تسهیل می‌بخشد.

جهت ثبت مقدار مصرف، می‌توان اندازه‌گیرها را در نواحی مورد نیاز نصب کرد. با مقایسه تولید و مصرف انرژی، می‌توان بازده تأسیسات را ارزیابی کرد. هزینه اندازه‌گیری معمولاً در محل‌های عمده مصرف، بخصوص در نقاطی که اطلاعات کمی از مصرف انرژی در دسترس است، از نظر اقتصادی توجیه پذیر است. زمانی که این اندازه‌گیرها نصب شدند، آنها را باید به طور منظم قرائت کرد تا بتوان تغییرات را ارزیابی نمود. در این صورت تاثیر روشهای صرفه‌جویی انرژی، یا تغییرات فرآیند را می‌توان به سهولت تعیین کرد.

۲-۳- خرید و تعرفه‌های سوخت

خصوصی‌سازی شرکت‌های آب و انرژی این امکان را جهت خریدار فراهم آورده است که بهترین را از میان عرضه‌کنندگان برگزینند. کسب بهترین قیمت انرژی، بستگی به آگاهی از وضعیت بازار و مهارت در مذاکره با عرضه‌کنندگان دارد. اگر تخصصهای داخلی کافی وجود نداشته باشد، می‌توان از مشاورین کمک طلبید.

۱-۲-۳- گاز طبیعی

گاز را می‌توان از شرکت گاز بریتانیا^۲ (GB) یا از طریق مذاکره با عرضه‌کنندگان مستقل خرید. شرکت گاز (GB) گاز را با نرخ ثابتی می‌فروشد. تعرفه‌های گوناگون دیگر را باید مورد ارزیابی دقیق قرار داد تا از حصول بهترین قیمت جهت گاز قطعی و گاز قابل انقطاع، اطمینان حاصل شود. عرضه‌کنندگان مستقل عموماً قیمت‌گذاری را برای هر مشتری و براساس الگوی مصرف و مصرف سالانه تعیین می‌نمایند.

¹ Optical Coupler

² British Gas

دیگ‌های بزرگ بخار معمولاً دو سوختی هستند. در این حالت باید مطمئن شد که مقرون به صرفه‌ترین سوخت، گاز قابل انقطاع یا سوخت نفتی، مورد استفاده واقع شود.

۲-۲-۳- برق

بازار مربوط به انرژی الکتریکی با توجه به امکان انتخاب محدوده‌ای از تعرفه‌های ثابتی که جهت مصرف‌کنندگان زیر یک مگاوات وجود دارد، پیچیده‌تر شده است. مصرف‌کنندگان قراردادی (بزرگتر از یک مگاوات) قادرند شرایط را با شرکت برق منطقه‌ای یا عرضه‌کنندگان دیگر مورد مذاکره قرار دهند. قراردادهای می‌تواند براساس نرخ ثابت به ازاء هرکیلووات ساعت باشد یا بر این اساس باشد که نرخ در طول روز و برحسب عرضه و تقاضا تغییر نماید. در چنین شرایطی، مهارت در مذاکره و هوشمندی دو رکن اساسی است و شرکت‌ها باید پیوسته مراقب وضعیت باشند.

نیاز به مناسبترین تعرفه و کاهش مصرف به منظور محدود کردن هزینه‌های حداکثر تقاضا^۱، هزینه ضریب توان^۲ و جریمه‌های دیگری که ممکن است با توجه به تعرفه تغییر کند شرایط را پیچیده‌تر می‌کند.

لازم به ذکر است که حد امتیاز تامین انرژی الکتریکی در آوریل سال ۱۹۹۴ میلادی به ۱۰۰ کیلووات کاهش پیدا کرده است. به این صورت، کارخانجات با اندازه متوسط که حداکثر تقاضای آنها بین ۱۰۰ کیلووات و یک مگاوات است قادر شده‌اند که درخصوص تامین انرژی الکتریکی موردنیاز خود، علاوه بر شرکتهای منطقه‌ای برق با عرضه‌کنندگان دیگر وارد مذاکره شوند. در آوریل سال ۱۹۹۸ میلادی، حد امتیاز بکلی برچیده می‌شود که در این صورت مصرف‌کنندگان برق حق انتخاب مناسبترین تعرفه را از میان عرضه‌کنندگان خواهند داشت.

• ارزیابی تعرفه برق

جهت حصول اطمینان از کمینه بودن هزینه‌ها، بایستی ظرفیت تولید، حداکثر تقاضا و در صورت نیاز ضریب توان را مورد بررسی قرار داد. باید با توجه به الگوی بهره‌برداری، مناسبترین ساختار تعرفه برگزیده شود. این انتخاب می‌تواند براساس نرخ ثابت و نرخهای شب یا روز یا براساس روش تعرفه فصل - وقت روز^۳ (STOD) باشد، که در این صورت جریمه‌ای به حداکثر تقاضا تعلق نمی‌گیرد اما هزینه بر واحد (مثلاً کیلووات ساعت) به طور فصلی و براساس وقت روز تغییر می‌نماید. به عنوان مثال روش تعرفه با نرخ متفاوت روز و شب می‌تواند برای کارخانه‌ای که ۲۴ ساعت کار می‌کند، مناسبترین باشد، حال آنکه روش STOD جهت محلهائی که تنها یک شیفت کاری دارد و می‌توان در ساعات هزینه بالای زمستان (ساعت ۱۶ الی ۱۹ بعدازظهر) کار را محدود کرد، بهترین انتخاب است. باید الگوی مصرف را بررسی کرد و روش‌های گوناگون تعرفه را مورد ارزیابی قرارداد تا انتخاب بهینه، ممکن شود. اطلاعات اضافی درخصوص ارزیابی تعرفه برق را می‌توان در کتابچه‌ای تحت عنوان «استفاده اقتصادی در صنعت» یافت.

¹ Maximum Demand

² Power Factor

³ Seasonal Time of Day

۳-۲-۳- فرآورده‌های نفتی

سوخت‌های مایع را معمولاً می‌توان از عرضه‌کنندگان گوناگونی تهیه نمود و بنابراین می‌توان از طریق مذاکره، بهترین قرارداد را بست. قیمت‌ها، عمدتاً به وضعیت بازار بستگی دارد اما به‌رحال عرضه‌کننده، فصل و مقدار خریداری شده نیز تاثیرگذار هستند. به عنوان مثال اگر امکان ذخیره کافی وجود داشته باشد می‌توان فرآورده‌های نفتی را با قیمت پایین‌تری در ماه‌های تابستان خرید و جهت استفاده در فصل زمستان ذخیره نمود. اطلاعات اضافی درخصوص خرید و ذخیره را می‌توان در کتابچه‌ای تحت عنوان «استفاده اقتصادی از دیگ‌های بخار با سوخت نفت یافت».

۴-۲-۳- زغال سنگ

این نکته مهم است که در مقایسه پیشنهادات قیمت زغال سنگ، اساسی را مقدار انرژی تامین شده و نه وزن قرار داد. خریدهای عمده می‌تواند باعث صرفه‌جویی بیشتر شود. اطلاعات درخصوص خرید و ذخیره زغال سنگ را می‌توان در کتابچه‌ای تحت عنوان «استفاده اقتصادی از دیگ‌های بخار با سوخت زغال سنگ» یافت.

۵-۲-۳- گازهای مایع

گازهای مایع از قبیل بوتان یا پروپان را می‌توان از عرضه‌کنندگان گوناگون براساس نرخ ثابت یا متغیر خرید. در اینجا نیز شرایط بازار در فرآیند خرید بسیار تاثیر دارد.

۶-۲-۳- آب

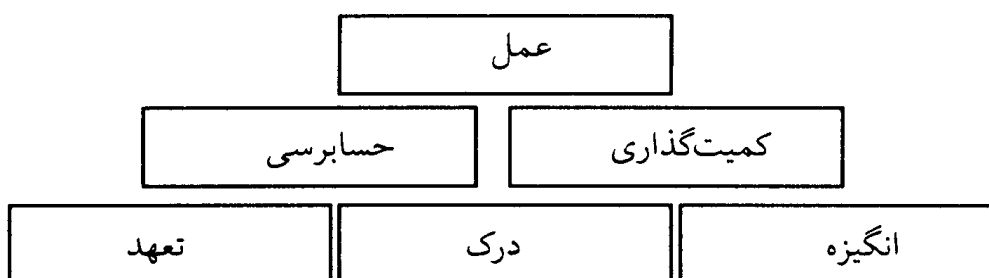
بسیاری از مردم هنوز توجه ندارند که آب و فاضلاب چه مقدار هزینه را تحمیل می‌نمایند. هزینه کلی ممکن است به حدود یک پوند بر مترمکعب برسد که نمایشگر حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل هزینه‌های خدمات است. آب براساس مقدار ذخیره، فاضلاب و جاری، و نیز جاری در مخزن، قیمت‌گذاری می‌شود. در محلهائی که مصرف آب بالاست، باید حجم مورد نیاز آب مصرفی و ذخیره را درست ارزیابی نموده و از صحیح بودن هزینه‌ها اطمینان حاصل کرد. همچنین باید کاهش مصرف، خصوصاً در ایام تعطیلات و زمانی که تولید وجود ندارد، بررسی گردد. معمولاً در صورتی که از نشتها و ضایعات بتوان جلوگیری کرد، صرفه‌جویی قابل توجهی را می‌توان کسب کرد. در ابتدا نظارت بر نحوه استفاده از آب را بایستی از طریق قرائت ساعتی کنتورها عملی کرد.

تأمین آب از طریق چاه عمیق عموماً ارزانه‌ترین شیوه می‌باشد. بعلاوه نصب واحدهای تصفیه آب جاری می‌تواند در کاهش هزینه‌ها مؤثر باشد.

۳-۳ - نظارت و هدف‌یابی^۱ (M & T)

ممیزی اولیه انرژی، اطلاعات لازم را درخصوص مصرف و هزینه انرژی و نیز حوزه‌هایی که باید در مورد آنها صرفه‌جویی صورت پذیرد، ارائه می‌دهد.

نظارت و هدف‌یابی (M & T) یک روش منظم مدیریت انرژی است که ما را از استفاده بهینه از منابع انرژی مطمئن می‌کند و بر صرفه‌جویی‌های حاصله از اعمال روش‌های بهبود یافته خرید و سرمایه‌گذاری‌هایی که جهت کسب صرفه‌جویی انجام شده است، نظارت می‌نماید. در ساده‌ترین صورت ممکنه، نظارت شامل اندازه‌گیری و ثبت پیوسته و منظم مصرف انرژی در کل سازمان است. اصول (M & T) در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: نظارت و هدف‌یابی (M & T)

این اطلاعات را می‌توان به صورت مختلف بدست آورد. به عنوان مثال از صورتحساب‌های این سوخت، که ممکن است به تعدیلهایی با توجه به متفاوت بودن تاریخهای قرائت نیاز داشته باشد، و یا از اندازه‌گیری می‌توان استفاده کرد.

باید به این نکته مهم توجه کرد که فرآیند نظارت بر مصرف انرژی با سایر فرآیندهای نظارتی شرکت از قبیل عملکرد مالی یا تولید مرتبط بوده و باید بتوان آن را با سایر عملکردها به طور معقولی ارتباط داد.

۱-۳-۳ - ارتباط با عوامل داخلی و خارجی

زمانی که مصرف انرژی در یک ماه با ماه دیگری مقایسه می‌شود بایستی تاثیر فصل را به حساب آورد. به عنوان مثال در زمستان، گرمایش فضا سهم عمده‌ای از مصرف را شامل می‌گردد حال آنکه در فصل تابستان، تعطیلی باعث کاهش مصرف انرژی خط تولید می‌گردد. به منظور ارزیابی صحیح، این عوامل خارجی را باید در نظر گرفت.

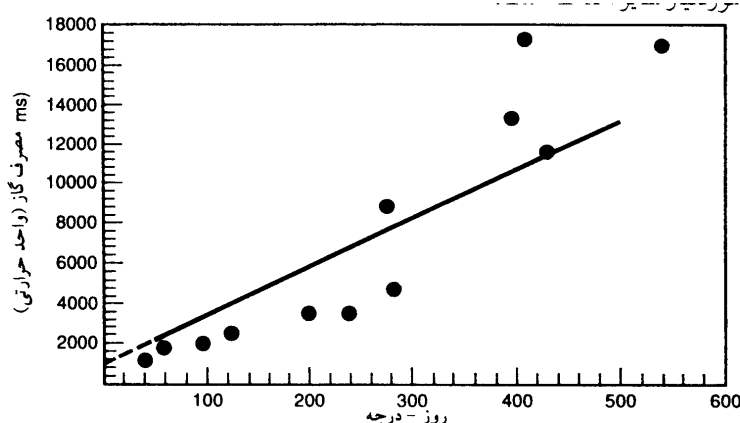
۲-۳-۳ - روز - درجه^۲

روز - درجه معیاری است که جهت مقایسه انرژی مصرفی با دمای بیرون استفاده می‌شود. روز - درجه عبارت از مقدار درجه‌ای است که دمای متوسط بیرونی در طول ۲۴ ساعت هر روز، از دمای پایه ۱۵/۵ درجه

^۱ Monitoring and Targeting

^۲ Degree Days

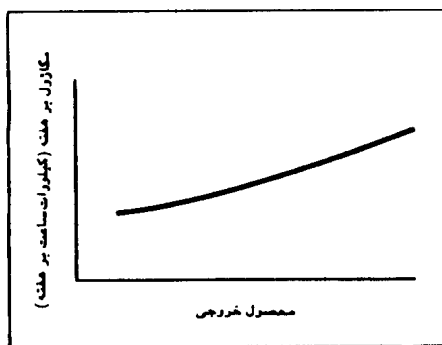
سانتیگراد کمتر است. به دنبال در هر ماه، نموداری از انرژی مصرفی برحسب روز - درجه رسم می‌شود که نشان‌دهنده ارتباط انرژی مصرفی با دمای بیرون است و عموماً نزدیک به یک خط مستقیم است. با استفاده از روش‌های استاندارد آماری و یا تقریبی، با بهترین برازش ممکن، خط مستقیمی از نقاط موجود گذرانده می‌شود. مصرف ساختمان یکه کارخانه در شکل ۶ نشان داده شده است. نقطه تقاطع خط با محور عمودی نشان دهنده انرژی مصرفی مورد نیاز جهت تلفات یا اهداف گرمایشی غیرمربوط به فضا است. پراکندگی نقاط نسبت به خط مستقیم نشان‌دهنده وضعیت کنترل ساختمان است. پراکندگی زیاد نشان دهنده کنترل ضعیف یا انرژی مصرفی بسیار متغییر مورد نیاز سایر اهداف است.



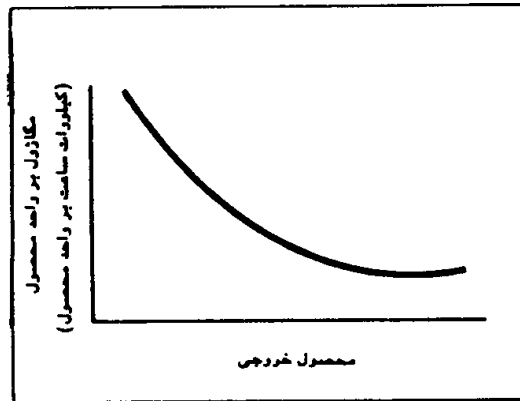
شکل ۶: مصرف سوخت براساس روز - درجه (نمونه‌ای از کنترل ضعیف)

۳-۳-۳- انرژی و تولید

در کارخانه‌ای که انرژی در فرآیند تولید به کار می‌رود ارتباط بین انرژی و ورودی و محصول خروجی باید بررسی گردد. نمونه‌ای از این ارتباط در شکل ۷ نشان داده شده است. این چنین رابطه‌ای را می‌توان برای هر فرآیند اصلی در مقابل مصرف بخار، هوای فشرده، مصرف الکتریکی و غیره بیان کرد. جزئیات بیشتری را هم می‌توان مطرح کرد بدین صورت که حوزه‌های خاصی را مورد توجه قرارداد و معیارهای عملکرد از قبیل مگاژول به ازاء هر واحد. محصول، مشابه آنچه که در شکل ۸ نمایش داده شده است را به کار برد.



شکل ۷: سوخت مصرفی و محصول خروجی



شکل ۸: سوخت مشخص مصرفی

۴ - ۳ - ۳ - تثبیت اهداف

زمانی که یک سیستم نظارت قابل اعتماد بوجود آمد، کلید اساسی آن است که اهدافی تحقق‌پذیر جهت کاهش مصرف در طی زمان و دوره مشخصی انتخاب شوند. حد بهبود در مصرف را می‌توان با توجه به معیارهایی که در ممیزی انرژی سازمان وجود دارد و تبدیل آنها به کمیت، تعیین و هدف را مشخص نمود. راه دیگر آن است که به استانداردهای صنعتی که از طریق مؤسسه بهره‌وری انرژی نظیر راهنمای مصرف انرژی چاپ می‌شود، تمسک جست.

راه دیگر می‌تواند استفاده از نمودارهای انرژی مصرفی برحسب محصول خروجی باشد که با استفاده از آنها جهت محصولات آینده سعی در تعیین هدف به منظور کاهش درصدی از انرژی مصرفی می‌گردد. اجتناب از اهداف غیرممکن یا اهدافی که بسیار ساده بدست می‌آیند حائز اهمیت می‌باشد، زیرا می‌تواند نتایج غیرمطلوبی به همراه داشته باشد.

۵ - ۳ - ۳ - سیستم‌های کامپیوتری نظارت و هدف‌یابی

شرکت‌های بسیاری احساس می‌کنند که نیروی انسانی کافی و هزینه لازم برای راه‌اندازی یک سیستم مدیریت انرژی را نمی‌توانند مصروف دارند. با وجود این، تلاش در این راه نتایج مفیدی را به بار می‌آورد. این نتایج شامل مدیریت بهتر بعلاوه کنترل و نظارت بر تغییرات است. از نقطه نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ممکن است حدود ۵ درصد با کاهش هزینه مواجه شویم هرچند که صرفه‌جویی تا حدود ۲۵ درصد هم در بعضی شرایط کسب شده است. نظارت بر مصرف انرژی، کلید کاهش اینگونه هزینه‌هاست و در بسیاری از سازمانها، جزء اصلی هزینه‌های قابل کنترل است. صرفه‌جویی در این حوزه، تاثیر مستقیم بر سودآوری شرکت دارد.

مناسبترین نوع سیستم نظارتی بستگی به اندازه و پیچیدگی سازمان دارد. با توجه به وجود نرم‌افزارهای کامپیوتری که امروزه بسیار رایج است، پیشنهاد می‌شود که حتی ساده‌ترین اطلاعات نظارتی و اندازه‌گیری شده را وارد کامپیوتر کرد به نحوی که بتوان اطلاعات را سریعاً مورد بررسی قرار داده و نمودارهای خروجی را رسم کرد. این خروجیها می‌تواند براساس صورتحساب‌های ماهانه یا هر سه ماه باشد. ثبت مصرف و همچنین هزینه‌ها حائز اهمیت می‌باشد.

برای سازمانهایی که شعبات گوناگون و یا فرآیندهای مختلف تولید دارند، پیشنهاد می‌شود از یک نرم‌افزار تجاری M & T استفاده شود. امروزه این نرم‌افزارها به صورت مدل‌های استاندارد وجود دارند. در سازمانهایی که شعبات، ساختمانها و فرآیندهای متعددی دارند باید از نرم‌افزارهایی که صرفاً جهت آنها تهیه می‌شود، استفاده نمود.

زمانی که اطلاعات نظارتی تکمیل گردید، بایستی اهداف را جهت مصرف آینده انرژی تعیین نمود. اهداف، بستگی به الگوی مصرف انرژی و بهره‌برداری سازمان دارد. اگر مصرف انرژی بدون افزایش قابل مقایسه‌ای در محصول، افزایش یافته باشد، هدف سال اول برنامه‌ریزی می‌تواند محدود به صفر کردن افزایش مصرف انرژی باشد.

۴ - سرویسهای کارخانه

۴-۱ - موتورها و محرکه‌ها

معمولاً موتورها و محرکه‌ها قسمت عمده مصرف انرژی الکتریکی، به طور متوسط تا ۶۵ درصد کل را به خود اختصاص می‌دهند. عموماً تعداد زیادی موتور و محرکه کوچک در سرتاسر مجموعه وجود دارد. این موضوع باعث می‌شود که ارزیابی عملکرد و مصرف انرژی آنها، امری وقتگیر باشد. با وجود این، به علت امکان صرفه‌جویی بالقوه، انجام این کار منطقی است. در این زمینه، صرفه‌جویی به صورت زیر امکان‌پذیر است.

- آموزش و بکار بستن نحوه مناسب بهره‌برداری، نظیر خاموش کردن موتورها در صورت عدم نیاز.

- اطمینان از بازده موتور نظیر انتخاب یک موتور با اندازه صحیح. جهت ساعات طولانی بهره‌برداری، بایستی موتوری را با بازده بالا برگزید.

- استفاده از محرکه‌های دور متغیر^۱ در صورت نیاز. زمانی که بار فن یا پمپ تغییر نماید، اینکار می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل توجهی شود.

عوامل اصلی مؤثر بر بازده موتوری که به خوبی نگهداری شده باشد، بار آن و بازده طراحی آن است. زمانی که بار کاهش یابد، بازده موتور کم می‌شود. بهترین عملکرد موتور دربار بین ۷۵ درصد و بار کامل است.

^۱ Variable Speed Drivers (VSD)

به منظور ارزیابی مقدار بار یک موتور الکتریکی، لازم است که از توان مصرفی آن آگاهی داشت. معمولاً، مصرف توان دربار کامل یک موتور را می‌توان از روی صفحه مشخصه آن پیدا کرد. این مقدار، حداکثر ممکن را نشان می‌دهد. اغلب موتورهای درباری حدود ۶۵ درصد بار کامل کار می‌کنند. بازده موتور در بارهای مختلف را باید از اطلاعاتی که سازنده در اختیار قرار می‌دهد، استخراج نمود.

زمانی که بار یا سرعت تغییرات قابل توجی داشته باشند، لازم است که سیکل کار موتور مشخص شود. اینکار با نظارت پیوسته بر توان مصرفی آن امکان‌پذیر است. در صورت آگاهی از سیکل بهره‌برداری و با استفاده از اندازه‌گیرهای منفصل می‌توان این سیکل را مشخص کرد.

در صورتیکه اندازه‌گیری توان مصرفی موتورها توأم با اندازه‌گیری کیلووات ساعت مصرفی محل باشد می‌توان ممیزی انرژی برای سیستم‌های محرکه را اجرا نمود. زمانی که از یک موتور به عنوان نیروی محرکه یک فن یا پمپ جریان متغیر استفاده می‌شود، استفاده از محرکه دور متغیر (VSD) در مقایسه با کنترل‌کننده‌های مکانیکی جریان، موجب صرفه‌جویی در توان مصرفی تا ۸۰ درصد می‌گردد.

۱ - ۱ - ۴ - فهرست بررسی‌های لازم^۱

- از اعمال استاندارد بالا برای نگهداری کلیه محرکه‌ها اطمینان حاصل نمایید.
- اطمینان حاصل نمائید که موتورها در زمان طولانی در حالت بی‌باری کار نکنند، در این خصوص استفاده از سنسورهای^۲ اندازه‌گیری بار توصیه می‌شود.
- اطمینان از بزرگ نبودن بیش از حد و غیرضروری موتورها.
- استفاده از کنترل‌کننده‌های دامنه ولتاژ یا کارکرد موتور در حالت اتصال ستاره، زمانی که موتور برای مدت طولانی در کمتر از بار کامل کار می‌کند.
- کاربرد احتمالی موتورهای دور متغیر در خصوص سیستمهای بار متغیر، بخصوص جهت فن‌ها و پمپ‌ها.
- استفاده از موتورهای با بازده بالا زمانی که مقدار بار در طی دوره طولانی، زیاد باشد.

۲ - ۲ - ۴ - هوای فشرده

هوای فشرده کاربرد وسیعی در صنعت دارد، اما چنین سرویسی گران‌قیمت است و بکارگیری آن با بازده مناسب حائز اهمیت می‌باشد. اگر چه تنها در حدود ۵ درصد از انرژی مصرفی هوای فشرده شده به صورت کار موثر قابل استفاده است. اما رفته رفته این باور پیش آمده است که هوای فشرده ارزان است. بهترین شیوه اندازه‌گیری انرژی مصرفی کمپرسور استفاده از یک کیلووات ساعت سنج است اما می‌توان

^۱ Check List

^۲ Sensor

مقدار آن را با استفاده از ساعات کارکرد و آمپر متر نصب شده نیز بدست آورد. اغلب سیستم‌های کمپرسور براساس کنترل حجمی کار می‌کنند از این رو این نکته را باید در نظر داشت که ممکن است کمپرسور در کمتر از بار کامل برای دوره طولانی کار کند.

عملکرد یک سیستم هوای فشرده به طور عمده به حد نشت هوا بستگی دارد. این موضوع را می‌توان با اندازه‌گیری مصرف انرژی آن در دوره‌ای که تقاضایی برای هوای فشرده وجود ندارد، نظیر تعطیلات آخر هفته یا زمان تغییر شیفت کاری، ارزیابی کرد. نرخ مصرف انرژی در چنین دوره‌هایی، بار پایه سیستم است و تنها با محدود کردن نشت هوا یا استفاده از کمپرسورهایی با بازده بیشتر، می‌توان آن را کاهش داد. باقی انرژی مصرفی مربوط به استفاده از هوای فشرده است که بستگی به مقدار فعالیت و حد تولید دارد. معمولاً با سرمایه‌گذاری اندک، می‌توان هزینه انرژی مصرفی یک سیستم هوای فشرده را ۹۰ تا ۲۰ درصد کاهش داد.

۱ - ۲ - ۴ - فهرست بررسی‌های لازم

- بهبود سیستم یا حذف یا جدا کردن قسمتهای اضافی و کاهش افت فشار.
- اطمینان از نگهداری مناسب سیستم براساس دستورالعمل سازنده.
- حداقل کردن نرخ نشت هوا. بدین منظور یک برنامه مشخص نگهداری به منظور پوشش سیستم توزیع هوا، مفید است.
- اطمینان از سرد و تمیز بودن هوای ورودی، زمانی که امکان‌پذیر باشد، از هوای آزاد استفاده شود.
- تولید هوای فشرده در کمترین فشار ممکن که تامین‌کننده نیازها باشد.
- اطمینان از اینکه سیستم توزیع هوای فشرده به گونه‌ای طراحی شده است که افت فشار قابل توجهی را بین قسمت‌های تولید و مصرف کننده نداشته باشیم.
- بازیابی حرارت تولید شده در سیستم در صورت امکان.
- اطمینان از نصب سیستم‌های کنترلی که منجر به بهره‌وری مؤثر می‌شوند. امکان استفاده از سیستم ترتیبی چند واحدی بررسی شود.
- حداقل کردن حتی‌المقدور تصفیه‌های لازم بر روی هوا. اگر تنها یک مصرف‌کننده به هوایی با کیفیت بالا نیاز دارد، تصفیه لازم را در نقطه مصرف بر روی هوا اعمال نمائید.

۳ - ۴ - سیستم‌های تبرید

سیستم‌های تبرید کاربرد وسیعی در صنعت دارند. با وجود این برای یک غیرمتخصص تا حدی مشکل است که عملکرد آنها را ارزیابی نماید. از این رو عجیب نیست که مشاهده کنیم این چنین

سیستم‌هایی در کمتر از بازده بهینه کار کنند. جهت ارزیابی دقیق عملکرد یک سیستم تبرید، لازم است که تجهیزات نظارت مورد نیاز و کافی بر روی سیستم نصب شود.

بازده یک سیستم خنک‌کننده بر حسب ضریب عملکرد (COP)^۱ را به صورت زیر بیان می‌نماید:

$$\text{COP (ضریب عملکرد)} = \frac{\text{اثر سرمایشی (کیلووات)}}{\text{توان ورودی به کمپرسور (کیلووات)}}$$

در سیستم‌های حقیقی، توان ورودی شامل توان کمپرسور و تمام تجهیزات جانبی از قبیل پمپها، فن‌ها، روشنایی و غیره است.

زمانی که عملکرد سیستم مشخص شد، لازم است که سهم هر یک از اجزاء را در کل توان ورودی تعیین کرد. نصب اندازه‌گیرهای فرعی می‌تواند به انجام کار کمک نماید. معمولاً سهم اجزاء در حدود زیر است:

- کمپرسورها (حدود ۶۵ درصد)

- پمپهای کندانسور (حدود ۵ درصد)

- فن‌های کندانسور (حدود ۱۰ درصد)

- پمپهای اوپراتور (حدود ۱۵ درصد)

- روشنایی‌ها (حدود ۵ درصد)

گام بعدی این است که بار سرمایشی کل را بین فرآیندها تقسیم نمود. انجام این کار باعث می‌شود زمینه‌هایی را که تاثیر عمده بر هزینه انرژی مصرفی می‌گذارد، تعیین نمود.

۱ - ۳ - ۴ - فهرست بررسی‌های لازم

- اطمینان از نگهداری منظم و مناسب تمام تجهیزات

- اجتناب از بستن راه جریان هوا از بین و اطراف مبدل‌های حرارتی (نظیر اوپراتور و کندانسورها).

- اطمینان از اینکه گرفتگی مدارهای اولیه و ثانویه در سیستم تبرید در حداقل ممکن است.

- حفظ استانداردهای عایق‌بندی در صورت نیاز

- کم کردن حتی‌المقدور ساعات بهره‌وری

- اطمینان از کاهش حتی‌المقدور بار سرمایشی

- اجتناب از بهره‌برداری از سیستم در شرایط بار جزئی

- بررسی امکان بهبود سیستم‌های کنترل

- استفاده از تلفات حرارتی در صورت امکان

- تجهیز سیستم با اجزاء با بازده بالاتر، در صورت نیاز و امکان

^۱ Coefficient of Performance

- بازنگری بهره‌وری انرژی به هنگام جایگزینی CFCها و استفاده از عناصر بی‌خطر جهت حفاظت از محیط زیست.

سردخانه‌ها

- حداقل کردن سیکل یخ‌زدایی^۱ در سیستم
- استفاده از اینرسی‌های حرارتی به منظور کاهش هزینه انرژی مصرفی. بدین صورت در طول شب و ایام تعطیل، می‌توان در باری نزدیک به بار کامل کار کرد.
- بررسی تنظیم ترموستات
- نصب وسایل مخصوص بستن اتوماتیک دربها و حداقل کردن زمان باز بودن دربها
- بهبود وضعیت عایق‌های حرارتی

۴ - ۴ - آب سرد و خنک

سرویسهای مرکزی آب سردکن در واحد خنک‌کنندگی، خود انرژی قابل توجهی را مصرف می‌نمایند که در بخش ۳-۴ کتابچه به آن پرداخته شد. سیستم توزیع این آب سرد خود دارای پمپهای تغذیه است که انرژی الکتریکی مصرف می‌نمایند. مقدار این انرژی را می‌توان از قرائت آمپمترها و ارتباط با اطلاعاتی که در زمان کاری مجموعه بدست می‌آید، ارزیابی نمود.

انرژی مصرفی کل باید مستقیماً با مصرف سرمایشی مرتبط باشد. از آنجا که سیستم‌های سرمایشی در حالت بی‌باری هم انرژی قابل توجهی را مصرف می‌نمایند، باید اطمینان حاصل کرد که در صورت عدم وجود مصرف، سیستم خاموش شود. زمانی که بار مصرفی متغیر باشد، استفاده از محرکه‌های دور متغیر را باید مورد توجه قرار داد.

۱ - ۴ - ۴ - فهرست بررسی‌های لازم

آب خنک

- اطمینان از عدم وجود نشت در سیستم
- اطمینان از بهینه بودن دمای آب خنک، یعنی اینکه بسیار پائین نباشد
- جدا کردن تجهیزات در صورت عدم استفاده
- کنترل موثر بهره‌برداری از پمپ‌ها، پرهیز از تنظیم شیرها با استفاده از محرکه‌های دور متغیر
- اطمینان از عدم استفاده بی‌مورد از سیستم

¹ Defrost

- استفاده از عایقکاری با استاندارد بالا رد سیستم توزیع

آب سرد

- اطمینان از عدم وجود نشت آب
- استفاده همیشگی از سیستم مدار بسته
- استفاده از ترموستات به منظور کنترل فن‌های برج خنک‌کننده
- اطمینان از بزرگ نبودن بی‌مورد سیستم
- کنترل موثر بهره‌برداری از پمپ، پرهیز از تنظیم شیرها با استفاده از محرکه‌های دور متغییر
- اطمینان از عدم استفاده بی‌مورد از سیستم

۵- فرآیندهای صنعتی

۱ - ۵ - مدیریت دیگ بخار و موتورخانه

اغلب اوقات، موتورخانه بزرگترین مصرف‌کننده انرژی در یک کارخانه است و از این رو بایستی عملکرد آن، پیوسته تحت مراقبت باشد. باید یک برنامه جامع ثبت اطلاعات مربوط به موتورخانه وجود داشته باشد که بر پارامترهای زیر نظارت نماید:

- مصرف سوخت
- خروجی حرارت
- شرایط گازهای خروجی
- مصرف آب مورد نیاز
- مصارف فرعی انرژی الکتریکی

تواتر این بررسی‌ها، بستگی به نیروی انسانی موجود دارد، اما بررسی‌های هفتگی یا ترجیحاً روزانه باید انجام پذیرد. معیار مهمی که جهت بررسی عملکرد دیگ بخار استفاده می‌شود، بازده مخصوص دیگ بخار^۱ است. این بازده، نسبت حرارت تولید شده مفید به انرژی مصرف شده است. یعنی:

$$\text{بازده} = \frac{\text{گرمایش انتقال یافته به سیال عامل (معمولاً بخار آب)}}{\text{سوخت مصرفی}} \times 100$$

از آنجائی که حرارت منتقل شده به سیال عامل را نمی‌توان مستقیماً تعیین نمود، لذا از اندازه‌گیری‌های غیرمستقیم مثل درجه حرارت سیال، فشار و دبی می‌توان استفاده نمود. با استفاده از تجهیزات الکترونیکی

¹ Specific Boiler Efficiency

آنالیزور^۱ احتراق می‌توان به ویژه قبل و بعد از سرویس و تعمیرات، بازده را ارزیابی نمود و تغییرات را نظارت کرد.

به علاوه ممیزی دقیق موتورخانه همیشه با ارزش است تا تلفات حرارتی و مصارف فرعی انرژی به حساب آورده شوند. قسمت عمده این بررسی، ارزیابی انرژی سوخته‌های اولیه تلف شده در موتورخانه است. تلفات گرمایشی عمده در یک نمونه موتورخانه، به ترتیب اهمیت به صورت زیر است:

- تلفات مربوط به گازهای خروجی از دودکش‌ها

- تلفات گرمایشی سیستم توزیع موتورخانه

- تلفات گرمایشی ناشی از تخلیه آب دیگ بخار

- تلفات گرمایشی پوسته دیگ بخار

- تلفات خاکستر (تأسیسات با سوخت نفت)

روشهایی را که با تمسک به آنها می‌توان این تلفات را ارزیابی کرد در کتابچه‌هایی که استفاده اقتصادی از دیگ‌های بخار با سوخت نفت، با سوخت گاز و با سوخت زغال سنگ را مطرح می‌نمایند، بیان شده است.

قسمت قابل توجهی از انرژی الکتریکی مصرفی در یک نمونه موتورخانه جهت پمپهای تغذیه، فن‌های احتراق و غیره مصرف می‌شود. در صورتی که کیلووات ساعت متر مخصوصی در موتورخانه نصب شده باشد، باید آن را به طور منظم قرائت نمود، اگرچه می‌توان در صورت نیاز با استفاده از ظرفیت موتورها و ساعات بهره‌برداری، تخمینی از انرژی الکتریکی مصرفی به دست آورد.

آب مصرفی مورد نیاز را نیز بایستی تحت نظارت پیوسته قرار داد تا از وجود هرگونه نشت احتمالی سریعاً آگاه شد. در سیستم‌های بخار باید آب گرم با بخار سرد شده خروجی را در صورتی که آلوده باشند، حتی‌المقدور احیا نمود تا در مصرف انرژی، آب و مواد شیمیایی صرفه‌جویی گردد.

در صورتی که در طول سال گرمایش زیادی مورد نیاز باشد (معمولاً بیش از ۵۰۰۰ ساعت در سال) امکان استفاده از واحدهای ترکیبی تولید گرمایش و توان^۲ باید مورد مطالعه قرار گیرد.

۱ - ۱ - ۵ - فهرست بررسی‌های لازم

- احتراق کامل رعایت گردد

- تصفیه آب در وضعیت مطلوبی باشد

- تعمیر نشت‌های آب و بخار

- بازیافت حرارت از گازهای خروجی و در صورت امکان از آب تخلیه شده از دیگ بخار

¹ Analyzer

² Combined Heat and Power

- اطمینان کنترل مناسب در حالت بهره‌برداری و در نظر گرفتن کنترل ترتیبی در تأسیسات چند واحدی
- سعی در تطبیق دیگ بخار با مصرف مورد نیاز. بستن دیگهای بخار غیرفعال به منظور کاهش تلفات
تثعشعی.

- استفاده از دریچه‌های مناسب به منظور حداقل کردن تلفات گازهای خروجی از دودکشها زمانی که دیگ
بخار روشن نباشد.

- اطمینان از عایقکاری مناسب دیگ بخار و سیستم توزیع

- تخلیه آب دیگهای بخار تنها در صورت نیاز

- اطمینان از حداکثر بازیافت ممکن از سیستم بخار

- عایقکاری مخازن سوخت و حداقل نمودن نیاز به بخار یا گرم‌کننده برقی

۲ - ۵ - فرآیندهای صنعتی با دمای بالا

در صنایع گوناگون، فرآیندهایی با دمای بالا، نظیر کوره‌ها استفاده شده‌اند. طیف وسیعی از تأسیسات به کار
رفته‌اند که طبیعت عملکرد آنها بصورت پیوسته و یا بسته‌ای^۱ می‌باشد. لیکن اساس ممیزی انرژی در فرآیندهای
صنعتی دمای بالا بسیار مشابه می‌باشند.

مشابه دیگ بخار می‌توان بازده مخصوصی برای فرآیند محاسبه نمود. اما معمول است که از مصرف ویژه
انرژی^۲ استفاده نمود.

$$\text{مصرف انرژی ویژه} = \frac{\text{مصرف انرژی}}{\text{محصول خروجی}}$$

این مشخصه بیانگر مناسبی از عملکرد تأسیسات است و تنها نیازمند به ثبت اطلاعات مربوط به تولید و مصرف
انرژی، می‌باشد. به علاوه می‌توان از این اطلاعات به منظور مقایسه انرژی مصرفی در نرخهای متفاوت تولید
بهره جست (مشابه اشکال ۷ و ۸ در بخش ۳-۳ در خصوص نظارت و هدف‌یابی).

در یک واحد که به نحو مناسبی کنترل شده است بایستی ارتباط معقولی بین انرژی مصرفی و نرخ تولید وجود
داشته باشد. هرچه پراکندگی در منحنی خروجی بیشتر باشد، نشان دهنده کنترل ضعیف‌تر است. مصرف انرژی
به ازاء تولید صفر، نشان دهنده تلفات ثابت است.

این تلفات می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- تلفات گازهای خروجی از دودکشها (بجز در فرآیندهایی که با برق کار می‌کنند).

- تلفات گرمایشی ساختمانها.

¹ Batch

² Specific Energy Consumption

- تلفات گرمایشی تشعشعی از روزنه‌ها.
 - تلفات گازهای کوره در روزنه‌ها.
 - تلفات گرمایشی در نقاله‌ها، غلطک‌ها و غیره.
 - تلفات گرمایشی در تجهیزات و ابزار شارژ.
 - گرمایش خارج شده توسط سیستم‌های خنک‌کننده.
- بهتر است این تلفات را محاسبه و یا اندازه‌گیری نمود تا از زمینه‌هایی که امکان صرفه‌جویی در آنها وجود دارد، باخبر شد.

۱- ۲- ۵- فهرست بررسی‌های لازم

- حداقل کردن تلفات گرمایشی خروجی از روزنه‌ها نظیر دربها در واحدهای آب‌بندی شده.
 - استفاده از مواد عایقی با بازده و کیفیت بالا به منظور کاهش تلفات تأسیسات.
 - سعی در حداکثر بازیافت ممکن گرمایش از گازهای خروجی.
- می‌توان از چنین گرمایشی جهت پیش گرم کردن هوای مورد نیاز احتراق یا مصارف دیگر از قبیل گرمایش فضا، استفاده نمود.
- کاهش زمان حفظ و نگهداری مواد.
 - اطمینان از احتراق کامل سوختها.
 - اجتناب از فشار بیش از حد در واحدهایی که فشار آنها کنترل شده است.
 - بررسی استفاده از کوره‌های مخصوص در صورت نیاز به حفظ مواد با درجه حرارت بالا به مدت طولانی دو انبارها.
 - اطمینان از عدم خنک شدن بیش از حد تجهیزات مربوط به کوره.
 - اطمینان از حداقل استفاده از تجهیزات مورد نیاز، جهت نگهداری مواد.
 - اطمینان از وجود کنترل موثر بر اجزاء کوره - در واحدهای بزرگتر استفاده از کنترل کامپیوتری توصیه می‌شود.

۳- ۵- فرآیندهای صنعتی با دمای پائین

فرآیندهای صنعتی با دمای پائین واحدهایی شامل کاربرد حرارت در دماهایی کمتر ۵۰۰ - ۴۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشند. این اغلب شامل عکس‌العمل شیمیایی یا بکارگیری مواد و ترکیبات در آب یا حلالهایی آلی است. استفاده از بخار به عنوان واسطه انتقال گرمایش، رایج است و اغلب در اثر فرآیند، حرارت متصاعد می‌شود که در نتیجه، گرمایش تلف شده‌ای با کیفیت پائین ایجاد می‌شود. بهبود عملکرد کل فرآیند و بازیافت گرمایش

می‌تواند به بهره‌وری انرژی کمک نماید. بسیاری از صنایع در طول سال به گرمایش قابل توجهی نیاز دارند و بنابراین استفاده از واحدهای ترکیبی گرمایش و توان می‌تواند کاملاً اقتصادی باشد. فرآیندهای با دمای پائین بسیاری در صنعت وجود دارند. روشهای ارزیابی عملکرد و انرژی مصرفی و اینگونه فرآیندها، شبیه فرآیندهای با دمای بالاست.

۱ - ۳ - ۵ - فهرست بررسی‌های لازم

- حداقل کردن تلفات گرمایشی از سطح مایعات موجود در مخازن تحت حرارت.
- اطمینان از عایقکاری کافی واحد و تجهیزات مربوطه.
- سعی در بازیافت حتی‌المقدور گرمایش از گازهای خروجی دودکش‌ها، مواد زائد از فرآیندها و آبهای خنک‌کننده. پیش گرمایش هوای مورد نیاز احتراق یا گرمایش هوا، از مواردی است که می‌تواند مورد توجه قرارگیرد.
- مرور بر برنامه‌ریزی فرآیندهای مختلف به منظور بررسی این موضوع که آیا امکان بهره‌برداری متمرکز وجود دارد یا خیر.
- اطمینان از احتراق موثر مواد سوختی.
- بررسی امکان استفاده از شعله^۱ مستقیم در موارد مناسب.
- حفظ کنترل مناسب فرآیند شامل کنترل رطوبت خشک‌کننده‌ها.
- خارج کردن حداکثر ممکن مایع توسط روشهای مکانیکی قبل از خشک کردن توسط حرارت.
- پیش از حد خشک نکردن مواد.
- کنترل استفاده از آب، بخصوص جهت شستشو.
- ارزیابی امکان بهبود عملکرد فرآیند و استفاده از واحدهای ترکیبی گرمایش و توان.

۶ - سرویسهای ساختمان

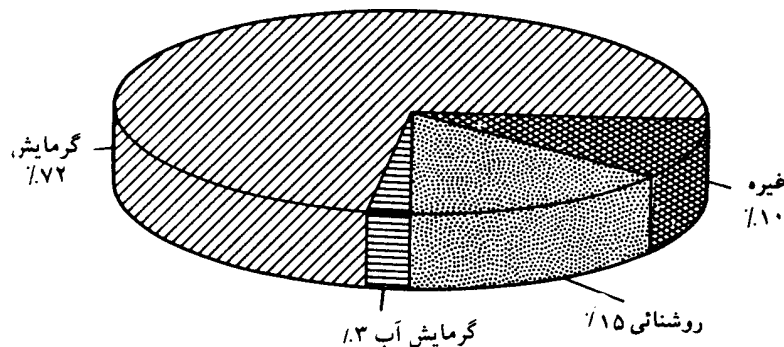
در بسیاری مؤسسات، مصرف انرژی به خاطر گرمایش فضا، آب گرم و روشنایی سهم عمده‌ای را در کل مصرف انرژی شامل می‌شود. در بریتانیا، در بخش صنعت این سهم به حد و ۲۰ درصد از مصرف کل انرژی اولیه می‌رسد که براساس قیمت‌های سال ۱۹۹۱ میلادی، حدود ۱۵۰۰ میلیون پوند در سال می‌شود.

نمونه‌ای از مصرف انرژی در بخش سرویسهای ساختمان در یک کارخانه در شکل ۹ نشان داده شده است.

^۱ Firing

۱-۶- گرمایش فضا

مصرف انرژی جهت گرمایش فضا را می‌توان به طریق مختلفی مورد ارزیابی قرار داد. در بسیاری از حالات، می‌توان اطلاعات موجود در خصوص مصرف سوخت جهت گرمایش را طی ۱۲ ماه گذشته مورد بررسی قرار داده و نمودارهایی از مصرف ماهانه را مطابق با شکل ۱۰ رسم کرد. مصرف در ایام تابستان که معمولاً گرمایش فضا وجود ندارد، نشان دهنده مصرف پایه است که به شرایط آب و هوا بستگی ندارد. بدین صورت مصرف پایه، نمایشگر مصرف انرژی جهت آب گرم مورد نیاز، اعم از خدمات یا در فرآیند است حال آنکه باقیمانده، نشان دهنده بار گرمایشی فضا است.



شکل ۹: سهم مصرف انرژی سرویسهای یک کارخانه

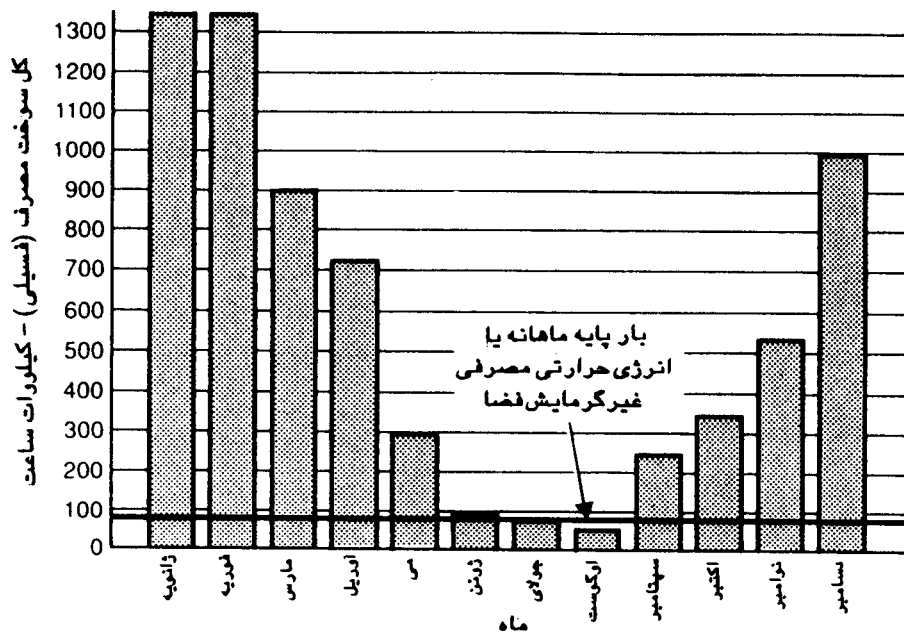
در خصوص مدیریت مصرف انرژی مربوط به گرمایش فضا، چهار نکته زیر را باید در نظر داشت:

- بهره‌برداری از واحد در بازه بهینه
- اجتناب از گرمایش بیش از حد
- حداقل سازی تلفات و یا بهره‌ حرارتی بافت ساختمان از طریق عایقکاری
- حداقل سازی تلفات گرمایشی با جلوگیری از ورود هوای سرد بخصوص در مبادی بارگیری و دربهای بزرگ.

حداقل کنترل مورد نیاز، استفاده از کلیدهای زمانی و دماسنج است، هر چند که در واحدهای بزرگ، استفاده از سیستم مدیریت انرژی ساختمان^۱ (BEMS) پیشنهاد می‌شود. سیستم انتخابی بایستی در مقابل نیازهای جاری ارزیابی گردد و در عین حال با استانداردهای ساختمان سازی مطابقت داشته باشد. فرآیند و یا نحوه سکونت در ساختمان ممکن است تغییر کرده باشد و استفاده از مواردی از قبیل تغییر دادن نوع سوخت و یا محل استفاده از تجهیزات گرمایش فضا، ممکن است باعث صرفه‌جویی قابل توجهی شود.

به منظور شناسایی دماهای نادرست، مدت زمان بهره‌برداری و کنترل‌های ضعیف، می‌توان از نمودارهای دما که با استفاده از ابزار و وسایل اندازه‌گیری و ثبت‌های اطلاعات بدست می‌آیند، بهره جست.

^۱ Building Energy Management System



شکل ۱۰: نمودار مصرف ماهانه

تعیین بخشهایی از بافت ساختمان که موجب بیشترین تلفات حرارتی می‌شود و نیز محل‌هایی که عایق‌کاری می‌تواند در صرفه‌جویی هزینه‌ها موثر باشد، حائز اهمیت است. پشت بامها، اغلب به صورت نامناسبی عایق‌کاری می‌شوند. به منظور کاهش هزینه، بهتر است عایق‌کاری زمانی انجام شود که کار بر روی ساختمان در حال انجام است. مثال: تعمیر یا تعویض سقفها، نوسازی ساختمان و غیره.

۱-۱-۶- فهرست بررسی‌های لازم

- حداقل سازی تلفات ثابت واحد.
- اطمینان از تعمیر و نگهداری منظم و پیوسته دیگ مرکزی بخار.
- اطمینان از تنظیم صحیح ترموستاتها.
- استفاده از کنترل‌کننده‌های زمانی به منظور اجتناب از گرمایش غیر ضروری.
- استفاده از کنترل‌کننده بهینه راه‌اندازی به منظور کاهش زمانهای پیش گرمایش.
- استفاده از کنترل‌کننده‌های ناحیه‌ای جهت بخش‌هایی که نیازهای گرمایشی آنها در زمان‌ها و دماهای مختلف است.
- استفاده از کنترل‌کننده‌های جبران ساز هوا.
- بررسی امکان استفاده از سیستم مدیریت انرژی ساختمان.
- استفاده از فن‌های دیواری در ساختمان‌های بلند به منظور کاهش تغییرات دما.

- استفاده از سیستم‌های سریع یا اتوماتیک باز و بسته کردن جهت دربهای ورود و خروج کالاها و وسایل نقلیه.
- بررسی امکانات بازیافت گرمایش.

۲-۶- تهویه و تخلیه هوا

در ساختمانهایی که تجهیزات پیشرفته قرار دارد و گرمای حاصل از نور خورشید و نیز گرماهای داخلی حاصل از تجهیزات گوناگون و وسایل الکتریکی بالاست، استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع رایج شده است. همین موضوع در خصوص گرمایش فضا نیز صادق است با این تفاوت که گرمایش به بدنه ساختمان نفوذ می‌کند و در مقابل سرمایش از آن خارج می‌شود.

کنترلها عموماً بسیار پیچیده بوده و بررسی عملکرد دقیق سیستم حائز اهمیت می‌باشد. ضروریست این اطمینان حاصل شود که خنک‌سازی ساختمان فقط در زمانی صورت می‌پذیرد که نیاز باشد و نیز از خنک‌سازی طبیعی^۱ در صورتی که دمای محیط کمتر از دمای ساختمان باشد استفاده می‌شود. این عمل را می‌توان با ثبت دما و یا تنظیم نقاط کاری، با استفاده از یک سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMS) اجرا نمود.

۱-۲-۶- فهرست بررسی‌های لازم

- کاهش حتی‌المقدور حجم هوای مورد استفاده.
- تنظیم ترموستات دمای محیط به ۲۲ درجه سانتیگراد یا بیشتر.
- تأمین و اعمال کنترل‌های لازم به منظور اجتناب از استفاده همزمان از مدارهای گرمایش و سرمایش در سیستم‌های تهویه.
- اطمینان از استفاده از سرمایش طبیعی هوای بیرون در صورت امکان.
- تنظیم کنترل‌کننده‌ها به طور منظم و بهره‌بردار را با توجه به نیاز ساکنین.

۳-۶- آب گرم مصرفی و تأمین آب مورد نیاز

۱-۳-۶- آب گرم مصرفی

مهمترین نکته در مورد آب گرم سرویسها در نظر گرفتن حجم آب مورد نیاز و بازده تولید آن است. با اجتناب از نشت از لوله‌ها و شیرها و نیز با استفاده از محدودکننده‌ها و یا شیرهای قطع اتوماتیک، می‌توان حجم آب مصرفی را کاهش داد. اگر تلفات بالا باشد، به عنوان مثال در یک سیستم توزیع بزرگ با مصرف کم آب گرم، ممکن است نصب آبگرمکن در محل مصرف، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

^۱ Free cooling

۲-۳-۶- تأمین آب

سهم عمده در مصرف آب مربوط به سیفون‌های دستشوئی‌هاست که معمولاً با جریان کمی از آب پر شده و سپس تخلیه می‌شوند. با استفاده از وسائل اتوماتیک که براساس افت فشار و یا نیاز به استفاده، کار می‌کنند، می‌توان صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب را باعث شد.

وسائل دیگری نیز جهت صرفه‌جویی در مصرف آب وجود دارد که درخصوص اقتصادی بودن موضوع، بسته به کاربرد مورد نیاز، باید مطالعه گردد (شبییه محدودکننده نصب شده روی شیر آب یا کنترل کننده‌های دوش آب). جلوگیری از نشت آب، عامل مهمی در صرفه‌جویی است و وجود نشت را می‌توان با قرائت کنتور آب زمانی که هیچ مصرفی وجود ندارد، بررسی نمود.

۳-۳-۶- فهرست بررسی‌های لازم

- عایقکاری مخازن و لوله‌های آب گرم.
- اطمینان از تنظیم ترموستاتها به منظور جلوگیری از ایجاد رسوب درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌شود.
- استفاده، از آبگرمکن‌های موضعی در تابستان و یا سیستم غیرمتمرکز از دیگ بخار اصلی در صورت بالا بوده تلفات ثابت.
- نصب شیرهای دوشی شکل و محدودکننده‌های جریان آب.

۴-۶- روشنایی

شاید مهمترین منبع تلفات انرژی، روشنایی باشد و در حقیقت امکان صرفه‌جویی قابل توجهی در مورد آن وجود دارد که اینکار می‌تواند از نوع ساده کلیدهای دستی تا استفاده از وسائل روشنایی کم مصرف و با بازده بالا را شامل شود. همچنین امروزه سیستم‌های تمام اتوماتیک کنترل روشنایی وجود دارد. کارمندان، خود می‌توانند نقش قابل توجهی در کنترل روشنایی داشته باشند و اینکار باید به اشکال مختلف از طرف سازمان تشویق شود.

لامپ‌ها، انواع گوناگونی دارند که از نقطه نظر بازده روشنایی (یعنی روشنایی خروجی برحسب هر واحد مصرف انرژی)، تفاوت قابل توجهی بین آنها وجود دارد. بطورکلی باید لامپی را برگزید که بازده آن بالاترین باشد، در عین اینکه کیفیت روشنایی تامین شده (مهمتر از همه، رنگ روشنایی) نیز باید مد نظر قرار گیرد. جدول ۵ مثالهایی را از انواع و اندازه‌های لامپ‌های رایج نشان می‌دهد.

کیلووات ساعت مصرفی روشنایی را می‌توان با حاصلضرب ظرفیت بار برحسب کیلووات در ساعات استفاده، محاسبه نمود. بار را می‌توان با تخمین تعداد لامپها و شناسایی ظرفیت آنها بدست آورد. زمانی که لامپ جهت روشنایی سطح زمین استفاده می‌شود، معیار روشنایی لامپهای فلوروسنت، بین ۱۰ تا ۲۰ وات بر مترمربع است.

این نکته مهم است که باید سطح روشنایی و نوع لامپ مورد استفاده را با نیازهای هر محل تطبیق داد.

جدول ۵ خروجی و مصرف نمونه در انواع لامپها				
نوع لامپ	اندازه	مصرف (وات)	خروجی (لومن)	راندمان (لومن/بروات)
تنگستن GLS	وات ۱۰۰	۱۰۰	۱۲۰۰	۱۲
لامپ فلورسنت کامل	وات ۱۶	۲۰	۷۰۰	۳۵
بخار جیوه	وات ۸۰	۹۳	۳۸۰۰	۴۱
لامپ فلورسنت ۳۸ میلیمتری	میلیمتر ۱۵۰۰	۷۸	۴۹۰۰	۶۳
لامپ فلورسنت ۲۶ میلیمتری	میلیمتر ۱۵۰۰	۷۱	۴۹۰۰	۶۹
سدیم فشار بالا SON	وات ۷۰	۸۱	۵۵۰۰	۶۸
سدیم فشار ضعیف SOX	وات ۵۵	۶۸	۷۳۰۰	۱۰۷

۱- ۴- ۶- فهرست بررسی های لازم

- خاموش کردن لامپهای غیر ضروری.
- نصب کنترل کننده های اتوماتیک روشنایی اتوماتیک روشنایی - زمانی، نور روز یا عمل براساس تشخیص حضور.
- استفاده از لامپهای فلورسنت باریک کم مصرف.
- جایگزینی لامپهای فلورسنت دوگانه با نوع یک لامپی رفلکتوردار.
- جایگزینی لامپها با لامپهای با بازده بالاتر نظیر لامپهای فلورسنت و یا گازی.

۷- سرمایه گذاریهای مورد نیاز

- در طی انجام ممیزی انرژی، هزینه های مورد نیاز پروژه های صرفه جویی انرژی باید ارزیابی و مشخص گردد، این نکته مبهم است که باید تجربه و تحلیل دقیقی از عملی بودن طرحها از نقطه نظر مالی به عمل آید به گونه ای که:
- منابع واقعی پروژه را بتوان تشخیص داد. این موضوع تصمیم گیری ها در مورد شروع و زمان انجام پروژه را امکان پذیر می نماید.
 - نسبت به تخصیص بودجه پروژه بتوان اقدام کرد زیرا همیشه نیازهای متمدن مالی دیگری در سازمان وجود دارد.

۱-۷- معیارهای مالی

درخصوص عملی بودن پروژه‌های عمده، سازمانها معیارهای مختلفی را از نقطه نظر مالی اعمال می‌نمایند. نکته مهم این است که انجام هر نوع سرمایه‌گذاری با سیستم‌های موجود در مؤسسه مربوطه، مطابقت داشته باشد.

روشهای اساسی مشترک مورد استفاده، دو قسمتهای بعد توضیح داده می‌شود.

• بازگشت سرمایه^۱

بازگشت سرمایه ساده‌ترین و رایج‌ترین روش و معیار مورد استفاده است و می‌تواند جهت ارزیابی اولیه استفاده گردد. این معیار عبارت از زمانی است که طی آن مجموع صرفه‌جوئی‌های حاصل، سرمایه‌گذاری اولیه انجام شده را جبران نماید. در ساده‌ترین شکل، بازگشت سرمایه عبارتست از هزینه اولیه تقسیم بر صرفه‌جوئی خالص سالانه، منهای هزینه تعمیر و نگهداری سالانه، یعنی:

$$\text{بازگشت سرمایه} = \frac{\text{کل هزینه پروژه}}{\text{صرفه جوئی خالص سالانه}}$$

• نتزایل پول^۲

در این روش، نرخ صرفه‌جوئی حاصل از پروژه در هر سال و به صورت سالانه و در طول عمر تجهیزات با نرخ تنزایل نسبت به زمان حاضر محاسبه می‌گردد. این روش اطلاعات بیشتری را به خصوص از نقطه نظر مقدار و زمانبندی سرمایه‌گذاری، نسبت به روش بازگشت سرمایه ارائه می‌دهد. مشاورین مالی شرکت شما می‌توانند درخصوص نحوه تجزیه و تحلیل این روش مشورت لازم را ارائه دهند.

• برگشت خالص دارایی

برگشت خالص دارایی، سود بالقوه یک پروژه را قبل از اعمال مالیات، برحسب سرمایه مستهلک شده اولیه نشان می‌دهد. بقیه هزینه‌های اولیه و جاری نیز معمولاً در نظر گرفته می‌شود.

۲-۷- تأمین بودجه

به چند روش می‌توان بودجه لازم جهت پرها را تأمین نمود:

• به صورت داخلی

در این روش سرمایه‌گذاری مورد نیاز از طریق بودجه معمولی شرکت تأمین می‌گردد. از آنجا که سرمایه‌گذارهای مورد نیاز درخصوص صرفه‌جوئی در مصرف انرژی را معمولاً به‌عنوان فعالیت‌های تجاری در نظر نمی‌گیرند، توجیه اقتصادی پروژه‌ها باید به گونه‌ای باشد تا در تأمین بودجه آنها در مقابل نیازهای متعدد

¹ Payback

² Discounted Cash Flow (DCF)

مالی دیگران اشکانی ایجاد نگردد. بعضی از سازسانها، بودجه سالانه بخصوصی را جهت پروژه‌های مرتبط به بهره‌وری انرژی تخصیص می‌دهند.

حق تقدم در این گونه موارد با توجه به اعتبار تخصیص یافته و صرفه‌جوئی قابل حصول، ارزیابی و تعیین می‌گردد.

- به صورت خارجی

در این روش، سرمایه‌گذاری مورد نیاز به صورت وام مستقیم و یا به صورت‌های پیچیده‌تر که در آن وام از طریق صرفه‌جوئی حاصل بازپرداخت می‌شود، تأمین می‌گردد. بعضی شرکتها اکنون قراردادهائی را پیشنهاد می‌نمایند که در آن پروژه به صورت کامل توسط یک مشاور خارج از شرکت مدیریت شده و ضمناً سهمی از صرفه‌جوئی را دریافت می‌نماید. عموماً در این نوع قراردادها، سود خالصی برای شرکت اصلی باقی می‌ماند.

- مدیریت قراردادی انرژی^۱

در این روش، یک شرکت خارجی تأمین نیازهای مؤسسه را بعهده می‌گیرد. به عنوان مثال چنین شرکتی ممکن است پروژه‌ای را به عهده بگیرد که در محل، دیگ بخار جدید و یا یک واحد ترکیبی تولید گرمایش و توان را نصب و راه‌اندازی نماید. این شرکت بودجه لازم را جهت خرید تجهیزات تأمین نموده و به صورت کامل راه‌اندازی و بهره‌برداری از آنها را به عهده می‌گیرد. در پی این امر، شرکت مزبور صورتحسابی را جهت استفاده و نیز هزینه سوخت به مؤسسه اصلی ارسال می‌نماید. منافع حاصل جهت مؤسسه اصلی این است که بدون نیاز به تأمین بودجه سنگین لازم و نیز بهره‌برداری از موتورخانه و دیگ بخار، هزینه انرژی کمتری را پرداخت می‌نماید.

۳-۷- طرح همیاری مدیریت انرژی^۲

جهت شرکتی که در سرتاسر جهان، کمتر از ۵۰۰ نفر کارمند دارند طرح همیاری مدیریت انرژی، مشاوره لازم را ارائه می‌دهد.

پیوست ۱:

ضرایب تبدیل انرژی

۱ - ۱ - واحدهای SI

واحد انرژی در SI، ژول است. مقادیر بزرگ را با ضرایب زیر نشان می‌دهند.

¹ Contract Energy Management (CEM)

² Energy Management Assistance Scheme (EMAS)

ضریب	نام	سمبل
10^3	Kilo	K
10^6	Mega	M
10^9	Giga	G
10^{12}	Tera	T
10^{15}	Peta	P
10^{18}	Exa	E

۱-۲- ضرایب تبدیل

از	به	بی تی یو	ژول	کیلووات ساعت	واحد حرارتی
بی تی یو	۱	$1/0.55 \times 10^3$	$0/2931 \times 10^{-3}$	10×10^{-6}	
ژول	$0/948 \times 10^{-3}$	۱		$0/2778 \times 10^{-6}$	$9/48 \times 10^{-9}$
کیلووات ساعت	$3/412 \times 10^3$	$3/6 \times 10^6$	۱		$34/12 \times 10^{-3}$
واحد حرارتی	100×10^3	$105/5 \times 10^6$	$29/31$	۱	

۱-۳- ارزش انرژی حرارتی مواد سوختی^۱

سوخت نفت: ۱۵۸ مگاژول بر گالن

۴۰/۸ مگاژول بر لیتر

۴۳/۳ مگاژول بر کیلوگرم

۴۳/۳ مگاژول بر تن

۳/۶ مگاژول بر کیلووات ساعت

۳۸/۶ مگاژول بر مترمکعب

۱۷۷ مگا ژول بر گالن

۱۸۹ مگاژول بر گالن

برق

گاز طبیعی

Derv

سوخت های دیگر

^۲ ارزش انرژی حرارتی مواد سوختی عبارت از انرژی سوخت است که در نقطه مصرف قابل دستیابی است.