سومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش
۶آذرماه ۱۳۸۷

بررسی فرآیند بهینه‌سازی مصرف انرژی از منظر مهندسی‌ارزش در صنایع چوب و کاغذ مازندران

امیرعباس یزدانی[۱]، علی رضایی[۲]، حسینعلی نهاوندی[۳] و رضا توکلی مقدم[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد MBA، دانشگاه جامع پیام نور، ساری، E-mail: amirabbasyazdani@gmail.com
۲- دانش آموخته کارشناس‌ارشد برق، دانشگاه تبریز
۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، سازمان مدیریت صنعتی، نمایندگی شمال
۴- دانشیار گروه مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، E-mail: tavakoli@ut.ac.ir

واژه‌های کلیدی: فرآیند بهینه‌سازی، مصرف انرژی، مهندسی ارزش

چکیده

مشکلات موجود در سر راه افزایش ظرفیت تولید انرژی، خصوصاً انرژی الکتریکی و افزایش روز افزون تقاضا برای انرژی الکتریکی موجب می‌گردد که سازمان‌های مختلف در پی راهکارهایی مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت سمت تقاضا باشند. با استفاده از روش مهندسی ارزش، به عنوان ابزاری قدرتمند جهت بهبود بهره‌وری و بهینه‌سازی انرژی، می‌توان به این هدف دست یافت. در این مقاله، ضمن مروری مستند بر ادبیات موضوعی که در رابطه ارائه شده، نتایج حاصل از تحقیقات در رویکرد مورد نظر، طی مطالعه موردی انجام شده در شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران را تشریح و مورد بررسی قرار داده است تا تاثیر اقدامات انجام شده در راستای بهینه سازی مصرف انرژی را از جوانب مختلف در یک مورد عملی آشکار سازد. در پایان ، موارد مذکور جمع‌بندی شده، نتیجه‌گیری، بحث و مقایسه، کاربردهای مدیریتی، و پیشنهادهای مرتبط با آن جهت پیگیری تحقیقات مشابه در آینده ارائه گردید.

۱- مقدمه

انسان از دیر باز در اندیشه استفاده مفید و کارا از توانایی‌ها، امکانات و منابع در دسترس خود بوده است که از این مفهوم، واژه بهره‌وری شکل گرفت. با نوجه به مشکلات موجود در سر راه افزایش ظرفیت تولید انرژی، خصوصاً انرژی الکتریکی و افزایش روز افزون تقاضا برای انرژی الکتریکی، کشورهای مختلف دنیا در پی راهکارهایی مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت سمت تقاضا هستند. انتخاب ماشین‌آلات مناسب با راندمان و کیفیت مطلوب و مطابق استانداردهای بین المللی با مصرف انرژی بهینه، می‌تواند پیشگیری کننده مشکلات بعدی در صرفه‌جوئی و بهینه‌سازی انرژی باشد. بعد از مراحل راه‌اندازی نیز انجام ممیزی انرژی و شناخت دستگاه‌ها و تجهیزات و موادی که موجب هدر رفتن انرژی می‌شود، می‌تواند در مصرف بهینه انرژی مفید واقع گردند که با بکارگیری روش‌های مهندسی ارزش می‌توان به این مهم دست یافت. این ابزار برای کاهش هزینه، افزایش سود، بهبود کیفیت، افزایش سهم بازار، انجام کار در زمان کوتاه‌تر، استفاده کاراتر از منابع و غیره به کار می‌رود.

روند توسعه در طول دهه اخیر سرعت و شدت فوق العاده‌ای گرفت بطوریکه هر یک از کشورهای صنعتی جهان در تکاپوی رقابتی نزدیک و تنگاتنگ بودند تا بتوانند جوابگوی نیازهای روز افزون مردم خود بوده و نیز در بازارهای رقابت بین‌المللی مطرح باشند. وجود انرژی برای فعالیت‌های مختلف از ضروریات زندگی بشر است که یکی از مهمترین آنها، انرژی

Archive of SID
www.SID.ir

الکتریکی است که روند تقاضا برای آن در کشورهای مختلف و از جمله کشور ما با سرعت چشمگیری در حال افزایش است [۱]. بهبود بهره‌وری در سازمان، در نتیجه استفاده بهینه و موثر و کارآمد از منابع، تقلیل ضایعات، کاهش قیمت تمام شده، بهبود کیفیت و غیره می‌باشد و موجب رشد و توسعه سازمان خواهد شد [۲]. در این راستا، بهینه‌سازی مصرف انرژی، مهمترین تحولی است که در ساختار اقتصادی کشورهای صنعتی روی می‌دهد و دستاوردهایی از جمله رشد اقتصادی و افزایش تولید ناخالص ملی همراه با کاهش هزینه‌ها را در پی خواهد داشت [۳]. انرژی الکتریکی یکی از حامل‌های با ارزش انرژی بوده و از مزایای آن، پاکیزه بودن و انتقال آسان می‌باشد و یکی از اهداف استراتژیک بخش انرژی هر سازمان، مصرف انرژی به شکل بهینه و مناسب است [۴]. مهندسی ارزش یک روش منسجم برای رسیدن به بالاترین ارزش به ازای هر واحد پولی که هزینه شده است می‌باشد و از آنجا که تدوین روش‌های علمی بهینه سازی و صرفه جوئی انرژی با توجه به روند و الگوی مصرف انرژی جامعه ما امری ضروری است و باید در هر سازمان و صنعتی سرلوحه امور تولید و بهره برداری قرار گیرد، مهندسی ارزش می‌تواند بسیار موثر واقع شود.

۲- بیان مساله

یکی از الزامات یک سازمان موفق، توجه به مقوله انرژی مورد استفاده آن است، چرا که هزینه انرژی از فاکتورهای مهم در قیمت تمام شده محصول بوده و نیز چشم اندازهای آینده کشور و پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی مستلزم حذف یارانه‌های انرژی می باشد. از طرفی با پیگیری روند مصرف کنونی انرژی در زمانی نه چندان طولانی، تمام نفت کشور مصرف داخلی شده و صادرات به صفر خواهد رسید. آلاینده بودن انرژی‌های فسیلی و تخریب محیط زیست را نیز نباید از نظر دور داشت [۱]. در برابر رشد فزاینده مصرف برق دو راه حل عمده مطرح می‌باشد، راه اول افزایش بیش از پیش ظرفیت تولید برق در کشور است و راه حل دیگر تصحیح الگوی مصرف برق است که هم به سود مصرف کننده می‌باشد و در عین حال به توزیع عادلانه تر منابع کشور منتهی می گردد [۴]. در اینجا راه حل دوم مد نظر می‌باشد و جهت دستیابی به این خواسته، نیاز به بررسی دقیق وضعیت موجود و تشخیص کاستی‌های آن داریم تا با اتخاذ راهکاری مناسب، شرایط را به سمت مطلوب تغییر داده و با ایجاد تغییر در ساختار انرژی و الگوهای مصرف، موجبات توسعه بهره‌وری سازمان را فراهم نماییم که در واقع، بکارگیری مهندسی ارزش در افزایش بهره وری و کاهش هزینه های سازمان می‌باشد. در ادامه به تشریح اقداماتی که در این راستا، طی سالیان اخیر انجام شده و نتایج حاصل از این فعالیت‌ها پرداخته‌ایم که نقش و تاثیر بهینه‌سازی مصرف انرژی را در سازمان نشان می دهد.

۳- مهندسی ارزش

مهندسی ارزش یکی از ابزارهای لازم برای نشان دادن ارزش محصول در رابطه با کارکرد آن می‌باشد که توسط لارنس مایلز[1]، برای نخستین بار بکار گرفته شد. به گفته وی، مهندسی ارزش، دیدگاهی خلاق، کارکردگرا و سازمان‌یافته، با هدف شناسائی کارآمد هزینه‌های غیرضروری است، یعنی هزینه‌هایی که نه به کیفیت، نه به بهره‌برداری، نه به عمرمفید، نه به زیبائی ظاهری و نه به مشخصات درخواستی کارفرما مربوط می‌شود. در تعریف مدیریت ارزش آمده است که مهندسی ارزش، فنی برای تعیین فعالیت‌های تولید یک کالا ، ارزش گذاری برای آن فعالیت‌ها و سرانجام تعیین فعالیت‌هایی است که کمترین هزینه را در بر داشته باشد [۵].

Archive of SID
www.SID.ir

علیرغم اینکه بهترین زمان بکارگیری مهندسی ارزش در مراحل ابتدایی و فاز طراحی اولیه می‌باشد، اما یکی از مقاطعی که در آن می توان از قابلیت‌های مهندسی ارزش بهره برد، مرحله عملیاتی و نگهداری است. مطالعه مهندسی ارزش در این فاز به عنوان فرصتی برای ایجاد تغییر پیشنهاد می‌شود که در مراحل قبل مقدور نبودند (شاید ناشی از کمبود زمان و یا دیگر محدودیت‌ها باشد). نتایج مطالعه مهندسی ارزش در این فاز، صرفه جویی هزینه با توسعه طول عمر آن از طریق استفاده از مواد جدید، فرآیند و یا طراحی، کاهش هزینه تعمیرات، صرفه جویی در انرژی و دیگر هزینه‌های عملیاتی می‌باشد. اجرای مهندسی ارزش برای یافتن پاسخ به این سوال است که چه راه حل دیگری، کارکرد موردنظر، فرایند، محصول و یا اجرای آنرا با هزینه کمتری محقق می‌سازد. بنابراین هرچه از زمان عمر پروژه بگذرد، پتانسیل کاهش هزینه کم می‌شود. بکارگیری مهندسی ارزش شامل سه مرحله اصلی است که عبارتند از:

- فاز پیش مطالعه (Pre-Study Preparation) که در این مرحله اقداماتی نظیر شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات برای پروژه مورد مطالعه، انتخاب اعضای تیم مربوطه و برنامه‌ریزی مطالعه انجام می‌گیرد.
- فاز مطالعه (VE Study Workshop) که در این بخش، طراحی کار دنبال خواهد شد. طراحی کار، مطالعه و بررسی را روی بخش‌های با هزینه بالا و ارزش پائین هدایت خواهد کرد. این مرحله در برگیرنده شش فاز اصلی است که شامل فاز اطلاعات (Information)، فاز آنالیز (Function Analysis)، فاز ایجاد (Creativity)، فاز ارزیابی (Evaluation)، فاز توسعه (Development) و فاز ارایه گزارش (Presentation) می باشد.
- فاز فرا مطالعه (Post-Study) که به آن فاز اجرا نیز می گویند و شامل اجرای توصیه‌هایی است که به عنوان مهندسی ارزش مورد تائید قرار گرفته است و در زمانبندی طرح نهایی لحاظ می‌شود. در این فاز نظریه‌ها می‌توانند واقعی شوند.

۴- بهینه سازی مصرف انرژی (پیش مطالعه)

در فاز پیش مطالعه، اقدامات مطالعاتی در خصوص فرآیند بهینه سازی انرژی در صنایع انجام یافت، روش‌های موفق مورد استفاده در دیگر سازمانها بررسی گردید و کمیته تخصصی (تیم کاری) در این رابطه تشکیل گردید. ماحصل بررسی‌های انجام گرفته در این راستا، در بر گیرنده نکات و موضوعاتی است که می توان با بهره گیری آنها مصرف انرژی را در سازمان کاهش داد. بهینه سازی مصرف انرژی مستقل از قیمت انرژی مصرفی بوده و با بکارگیری روش‌های ابتکاری و بومی شده، در چهارچوب قوانین مقررات دولتی، سعی در اعمال تحولات در سازمان دارد [۶]. مقوله بهینه‌سازی مصرف و کاهش شدت انرژی که امروزه یکی از دل‌مشغولی‌های اصلی مدیران سطح کلان بوده و پیوسته در جستجوی راهکارهای اجرایی برای آن می‌باشند، تحت تاثیر عوامل متعددی می باشند که اصلی‌ترین آنها را می‌توان بصورت زیر تشریح نمود:

۴-۱- به ظرفیت رساندن واحدها

معمولا دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی، از طریق محرک‌های الکتریکی به حرکت در می‌آیند بطوریکه برای به حرکت آوردن موتورها و بارهای آن (گیربکس، فن، پمپ و غیره) انرژی الکتریکی صرف می‌شود. بار موتورها از یک طرف، بار مکانیکی است و از طرف دیگر بار فیزیکی است که توسط قسمت مکانیکی حمل و یا جابجا می‌شود و بر حسب مورد می‌تواند گاز ، آب، سیال، هوا و غیره باشد. وقتی موتور به گیربکس متصل است حدود ۶۰٪ - ۴۰٪ قدرت نامی موتورها صرف آن می‌شود و از طرفی با زیر بار رفتن فیزیکی گیربکس، بار کمی بر موتور اضافه می‌شود که مجموعاً بارن‌هائی موتور را تشکیل می‌دهند [۷]. بنابراین

Archive of SID
www.SID.ir

موقعی موتور کار مفید انجام می‌دهد که بار فیزیکی که آب، گاز و غیره را جابجا کند، زمانی که باری را جابجا نکند مصرف انرژی داریم و لیکن کار مفیدی انجام نداده‌ایم و از طرفی هرچه بار فیزیکی الکتروموتورها بیشتر باشد، به همان نسبت نیاز نداریم بلکه دقیقاً بر عکس است. بنابراین با نزدیک شدن به ظرفیت نامی به نسبت دورشدن از ظرفیت نامی، انرژی کمتری مصرف می‌کنیم. در نتیجه بار زیاد به نسبت انرژی کمتری مصرف می کند و چون در نسبت KWH/T [۲]، مقدار KWH مصرفی نسبت به Ton تولید، کاهش نشان می دهد، حاصل KWH/T کمتر شده و این به معنی مصرف انرژی کمتر به ازای تولید معین است. با تعمیم این تحلیل برای کلیه دستگاه‌های یک واحد، ملاحظه می‌کنیم که با کار کردن با ظرفیت نامی یک واحد به نسبت انرژی کمتری مصرف شده و در واقع بصورت بهینه و مطلوبی از انرژی استفاده نموده، در نتیجه با تولید بیشتری به نسبت مصرف انرژی کمتری داشته‌ایم. نتیجه اینکه موجب کاهش KWH/T یک واحد می‌شود و نهایتاً موجب صرفه جویی و مصرف بهینه انرژی خواهد شد [۸].

۴-۲- کاهش توقفات

دومین فاکتور مهم در کاهش KWH/T صنایع، تقلیل توقفات است که این توقفات به دو شکل برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده می‌باشد. از آنجائیکه هر توقف موردی و غیر موردی با قطع تولید همراه است و از طرفی اینگونه توقفات بویژه شکل غیر موردی آن معمولاً از چند دقیقه تا چندین ساعت به طول می انجامد که در طی این مدت، تمام دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی Stop نمی‌شوند و فقط محرک‌های اصلی از مدار خارج می شوند، بنابراین درصد بالائی از دستگاه‌های الکتریکی که Stop نشده‌اند، انرژی مصرف می‌کنند، بدون آنکه تولیدی داشته باشیم. نیز در توقفات موردی با توجه به توقف تقریبی دستگاه‌ها و تجهیزات اصلی یک واحد، باز هم تعدادی زیادی از دستگاه‌ها را بعلت ضرورت و نیاز پروسه تولید، نمی‌توان Stop داد (مانند COM، Air Water Mill و غیره). اما توقفات برنامه‌ریزی نشده دارای عوارض و مشکلات بیشتری نسبت به توقفات برنامه‌ریزی شده کوتاه مدت هستند که افزایش KWH/T یک عامل مستقیم و کم هزینه می‌باشد، زیرا خسارت غیرمستقیم[۳] توقفات این چنینی خیلی بیشتر از خسارات مستقیم[۴] آن است. استهلاک زودرس، امکان خرابی، بروز عیب در اجزا یک تجهیز به اشکال مختلف و آماده نبودن لوازم یدکی و تجهیزات و ابزار مورد نیاز جهت رفع عیب و غیره در نهایت موجب افزایش توقف و مصرف انرژی بیهوده می‌شوند، در حالیکه در توقفات برنامه‌ریزی شده، معمولا سعی می‌شود اکثر دستگاه‌های غیر ضروری Stop شوند تا مصرف انرژی کاهش یابد. بنابراین کاهش توقفات، بویژه توقفات برنامه‌ریزی نشده، می‌تواند درکاهش مصرف انرژی بیهوده موثر باشد و در نهایت موجب کاهش KWH/T شود.

۴-۳- اجرای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (PM)[۵]

سومین فاکتور حائز اهمیت در بحث بهینه‌سازی انرژی، اجرای صحیح و اصولی نگهداری و تعمیرات (نت) پیشگیرانه (PM) می‌باشد. با اجرای مطلوب و دقیق و استاندارد PM می‌توان از توقفات مورد و غیر موردی جلوگیری نمود. چنانچه نگاهی عمیق به چگونگی وضعیت نت پیشگیرانه واحدهای مختلف صنایع بپردازیم، ملاحظه می‌شود درصد بالائی از توقفات، ناخواسته و بدون برنامه‌ریزی بوده است و اگر توقفات را کمی با دقت تحلیل نمائیم مشاهده می‌شود PM بجا و اصولی می‌توانست درصد زیادی از این نوع توقفات را جلوگیری نماید. بنابراین کاهش توقفات به مقدار زیاد یعنی تولید با وضعیت مطلوب و ایده‌آل. لذا برای اجرای صحیح PM استفاده از داکیومنت‌ها و دستورالعمل‌های PM دستگاه‌ها، این امکان را به ما می دهد که نگهداری

Archive of SID
www.SID.ir

با روش صحیح و اصولی انجام گیرد و در هنگام تعمیرات با روش صحیح و مطابق استاندارد و نظر سازنده، نسبت به تعمیر و ترمیم و اصلاح یک دستگاه اقدام نمائیم.

۴-۴- بررسی توقفات

بررسی توقفات موردی و غیر موردی و تجزیه و تحلیل آنها می‌تواند در جلوگیری از تکرار آن و تشخیص صحیح و بموقع آنها مفید باشد. وقتی توقفات یک مجتمع بررسی دقیق گردد، مشاهده می‌شود درصد زیادی از توقفات بی مورد و تقریبا تکراری هستند. بطوریکه با شناخت قبلی و کامل و دقیق از علت ایجاد عیوب در یک دستگاه یا سیستم می‌توانستیم از تکرار آن جلوگیری نمائیم و حتی برخی از مواقع علت‌یابی و ریشه‌یابی ایجاد آن اشکال انجام نمی‌گیرد و یا بصورت صحیح علت‌یابی نمی‌شود و موجب توقف مجدد دستگاه و در نتیجه Stop آن واحد می‌شود که در نهایت موجب مصرف بیهوده انرژی و عوارض و مشکلات ناشی از آن خواهد شد. این موضوع افزایش مصرف انرژی و KWH/T آن واحد را در پی خواهد داشت.

لازم به توضیح است که در برخی از موارد، قوانین و دستوالعمل‌های دست و پا گیر برخی از وزارتخانه‌های ذیربط نیز امکان اجرای برخی از این اقدامات را، از صنایع و کارخانجات سلب می‌کند. ضمناً فاکتورهای دیگری هم وجود دارند که تاثیر آنها کمتر است و لیکن در جای خود مهم و اثر گذار هستند. با بررسی دقیقتر مشخص می‌شود که این عوامل نقش مهمی در امر بهینه‌سازی و صرفه‌جوئی دارند. نظیر نظافت و سرویس ظاهری دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی و مکانیکی و فرایند واحدها، زیرا عدم نظافت صحیح و به موقع ظاهری آنها موجب کاهش در راندمان آنها تا حدود ۴۰٪ می‌شود [۸].

۵- وضعیت مصرف انرژی در شرکت چوب و کاغذ مازندران (مطالعه)

در مرحله مطالعه و فازهای مختلف آن، وضعیت مصرف انرژی سازمان مورد نظر مورد تحلیل قرار گرفت. این مجتمع با دیماند[۶] الکتریکی MW [۷] ۳۵ و دیماند M^3 ۱۷۰۰۰ گاز طبیعی، بزرگترین مصرف کننده منطقه شمال کشور محسوب شده که با توجه با هزینه‌های سرسام‌آور انرژی و قرار گرفتن آن در رده اول هزینه‌های تولید مجتمع، لزوم بهینه‌سازی و صرفه‌جوئی مصرف انرژی در این مجتمع دو چندان می‌باشد. از مهمترین عوامل غیر فنی که می‌توان به آن اشاره داشت و امکان موفقیت در امر بهینه‌سازی انرژی را افزایش می‌دهد، حساسیت و آگاهی و اعتقاد مدیران ارشد شرکت بر ضرورت امر بهینه سازی انرژی و صرفه‌جوئی در انرژی می‌باشد بطوریکه بعد از مراحل راه اندازی کامل واحدها در سال‌های اولیه تولید، اقدام به تشکیل واحد انرژی و کمیته انرژی و نیز ارتباط نزدیک و تنگاتنگ با سازمانهائی که در امر بهینه‌سازی و صرفه‌جوئی انرژی در کشور فعال هستند نمود تا از تجربیات آنها در این امر مهم استفاده نماید. برای بررسی اولیه وضعیت انرژی باید ابتدا چگونگی مصرف و تولید را کاملاً مشخص نمود و سپس با مطالعه دقیق و اصولی نسبت به برنامه ریزی مدون بهینه‌سازی و صرفه‌جوئی اقدام کرد. بطوریکه با تحلیل عوامل و فاکتورهای موثر در کاهش KWH/T و با ارائه راه حلهای مناسب نسبت به تقلیل مصرف انرژی با عنایت به تولید با کیفیت مطلوب و استاندارد اقدام نمود [۷].

از طرفی وضعیت تولید و پروسسی و فرایندی برخی از صنایع نظیر این مجتمع به گونه ایست که نمی‌توان همانند خیلی از کارخانجات و صنایع دیگر نظیر سیمان، نساجی و گچ و غیره در پیک مصرف[۸]، برخی از واحدها را از مدار خارج نمود و یا مصرف و تولید آنها را به شیفت نیمه شب انتقال داد، زیرا سیستم فرایند خط تولید این تیپ از صنایع بصورت پیوسته [۹] بوده و این امکان تغییر ساعات تولید را از واحد انرژی و بهره‌برداری سلب می کند و در مقابل برخی از صنایع، فرایند و وضعیت تولیدشان بصورت دسته (یا بهر) [۱۰] می‌باشد که می‌توان با برنامه‌ریزی اصولی و صحیح و مدون در پیک شبکه، حتی تا مقدار

Archive of SID
www.SID.ir

۷۰٪ دیماند مصرفی را کاهش داد و در نهایت تا ۱۰٪ در هزینه‌های انرژی الکتریکی فقط با رعایت این عامل، صرفه جوئی کرد، و یا در مقوله پیک سایی[۱۱]، دستگاه‌ها و تجهیزاتی وجود دارند که می توان با رعایت و ترتیب، Start و Stop [۱۲] آنها و استارت غیر همزمان واحدها، قله‌های پیک مصرف را حذف نمود که در نهایت با تقاضای کاهش دیماند قراردادی، هزینه انرژی الکتریکی تقلیل می یابد (منظور، ۱۳۸۰). در صورتیکه در این مجتمع با بررسی همه جانبه فاکتورها و عوامل بهینه‌سازی و صرفه‌جوئی حداکثر تا مقدار ۵٪ دیماند مصرفی می‌توان در پیک شبکه تقلیل دیماند مصرفی داشته باشیم. بنابراین ملاحظه می‌شود که این مقدار در مقابل درصد کاهش دیماند تا مقدار ۷۰٪ برخی صنایع دیگر، بسیار ناچیز است. لازم به توضیح است که نمی‌توان با برنامه‌ریزی جامع و کاملی در کوتاه مدت در کاهش هزینه‌های انرژی اقدام جدی نمود، بلکه این مهم در دراز مدت امکان‌پذیر است و می توان با برنامه‌های کم هزینه و یا پر هزینه، در کاهش مصرف انرژی برنامه‌ریزی کرد.

در این مجتمع در مجموع، نزدیک به ۳۰۰۰ دستگاه انواع الکتروموتور با تنوع بالا استفاده شده است که برای استفاده در فن‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها، همزن‌ها، پالاینده‌ها، گیربکس‌ها، نقاله‌ها و غیره از سوی چند شرکت معتبر بین‌المللی که تشکیل یک کنسرسیوم را دادند، انتخاب و تعیین قدرت شده و سپس بکار گرفته شده‌اند. در این مجتمع از ۳۰۰۰ دستگاه الکتروموتوری که نصب شده است ۴۳ دستگاه موتور HV [۱۳]با ولتاژ KV ۶ جمعا بقدرت MW ۳۶ و ۳۲ دستگاه انواع موتورهای DC [۱۴]به قدرت MW ۶ و ۸۰ دستگاه موتور VFD [۱۵] با قدرتMW ۳ و حدود ۲۸۰۰ دستگاه موتور القائی معمولی، به قدرت MW ۴۱ نصب شده است. با توجه به اینکه مقدار PF [۱۶] مجتمع با نصب MVAR ۱۰/۴ خازن در دوران نصب و VAR ۹ بعد از ۴ سال از بهره‌برداری، در حال حاضر حدود ۰/۹۵ می‌باشد، بیش از۱۰میلیارد ریال فقط برای ضرر و زیان مصرف انرژی راکتیو طی ۴ سال پرداخت شد که عوارض بسیاری از نظر تلفات انرژی و غیره ایجاد کرد و اثر سوئی روی مصرف بهینه انرژی گذاشت.

۶- اقدامات انجام شده (فرا مطالعه)

در کشورهای در حال توسعه، عوامل جبری از جمله رشد سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح رفاهی و توسعه صنعتی موجب شده است که ضرورتا دامنه مصرف انرژی گسترش یابد. در چنین وضعیتی باید در جهت منطقی ساختن و صرفه‌جویی مصرف انرژی اقدام و چاره جویی به عمل آید. در این راستا می‌توان به کمک مصرف کنندگان صنعتی به دلیل متمرکز بودن، قابل کنترل بودن و کم بودن نسبت به پیک سایی برنامه‌ریزی نموده و با اعمال مدیریت بار، موجب کاهش هزینه‌ها در بخش مصرف کنندگان و تولید کنندگان شویم [۹]. پس از بررسی شرایط موجود، شناسایی مشکلات و موانع و تعیین استراتژی و اتخاذ راهکارهای اولویت دار، نوبت به اجرای آن می‌رسد و بر این اساس بایستی زمینه برای عملیاتی کردن راهکارها فراهم شود تا بتواند منجر به محقق سازی اهداف و ماموریت‌های کلان سازمان گردد [۱۰]. نظر به مشکلات موجود، سازمان در فاز فرا مطالعه طرح مورد نظر، راهکارهایی در راستای رفع مشکلات و بهبود فرآیند مصرف قبلی اتخاذ نموده و بکار گرفت. عمده فعالیت‌های فاز اجرا بطور خلاصه در زیر آمده‌اند.

۱- بررسی مصرف انرژی و دیماند و تقاضای کاهش دیماند قراردادی از MW ۴۵ به ۴۰ و سپس کاهش مجدد آن به ۳۵MW از اواسط سال ۷۸.

۲- توقف کامل واحد برش و آماده‌سازی خرده چوب، با مصرف MW ۱ از اواسط سال ۷۸ تا کنون، با توجه با کنتورهای سه تعرفه و تعرفه روزهای جمعه.

۳- توقف برخی از دستگاه‌ها و تجهیزات واحدهای مجتمع در پیک شبکه، جمعا به مقدار MW ۱ با اقدامات انجام شده از اوایل سال ۷۹.

Archive of SID
www.SID.ir

۴- بررسی وضعیت PF به همراه هارمونیک‌های شبکه داخلی واحدهای مختلف و نیاز به حدود MVAR ۹ خازن های KV ۶ و 0.4 علاوه بر خازن‌های موجود که در سال ۱۳۷۹ نصب گردید.
۵- برنامه‌ریزی جهت جلوگیری از توقف بی مورد دستگاه‌ها و تجهیزات واحدها.
۶- بررسی امکان پارالل (موازی) نمودن دو دستگاه ترانسفورمر اصلی مجتمع بقدرت MVA 90 × 2 .
۷- بررسی و امکان سنجی استفاده از نور طبیعی در کلیه واحدهای مجتمع و اقدام آزمایشی این امر در یکی از واحدهای مجتمع.
۸- انتخاب ضابطین انرژی در واحدهای مختلف.
۹- افزایش آگاهی و حساسیت مدیران، کارشناسان و دیگر همکاران مجتمع در جهت مصرف بهینه انرژی از طریق بخشنامه ، اطلاعیه، پوستر و برگزاری سمینار.
۱۰- ارتباط تنگاتنگ با سازمان‌های مرتبط نظیر سازمان سابا ، موسسه مطالعات بین‌المللی و دفتر مدیریت مصرف برق منطقه ای و اعزام همکاران کمیته انرژی به دوره‌های مدیریت انرژی.
۱۱- محاسبه و بررسی نسبت KWH/T مصرفی واحدها به تفکیک ماهانه، هفتگی و روزانه و تحلیل آنها و نیز بررسی KWH/T استاندارد واحدهای مختلف مجتمع با توجه به تناژ اسمی و مقایسه آن با شاخصهای جهانی .
۱۲- محاسبه و بررسی مقادیر R/T [۱۷] و R/KWH [۱۸] و PF و انرژی اکتیو [۱۹]، انرژی راکتیو [۲۰] مجتمع و مقایسه آن با سال‌های قبل و استانداردهای جهانی.
۱۳- بررسی امکان AUTO کردن [۲۱] خازنهای KV 20 موجود که به صورت MAN [۲۲] در مدارند.
۱۴- استفاده از لامپ‌های کم مصرف و پر بازده.
۱۵- نصب کلید و کنترل های بیشتر برای سیستم‌های روشنائی، گرمایشی، سرمایشی و مصارف غیر صنعتی و غیره.
۱۶- تشکیل شورای انرژی شرکت متشکل از مدیر عامل و معاونین و مدیر انرژی.
۱۷- کم نمودن یا از مدار خارج نمودن مقطعی درصدی از سیستم‌های روشنائی که غیر ضروری بودند.
۱۸- انجام تعمیرات اساسی تشکیلات و تاسیسات مربوط به انرژی مجتمع برای ماههای گرم و سرد سال.
۱۹- کاهش ارتفاع از سقف چراغ‌های روشنائی واحدهای صنعتی و بوجود آوردن شرایط نور مطلوب‌تر برای کارکنان در واحدهای مختلف .
۲۰- عضویت در شورای انرژی جهانی.
۲۱- اعمال مدیریت بار [۲۳] و پیک سائی.
۲۲- امکان سنجی نصب و راه اندازی توربو ژنراتور ۲۵ مگاواتی سیستمCHP [۲۴].
۲۳- اجرای آزمایشی و موفق استفاده از انرژی خورشیدی در شرکت.

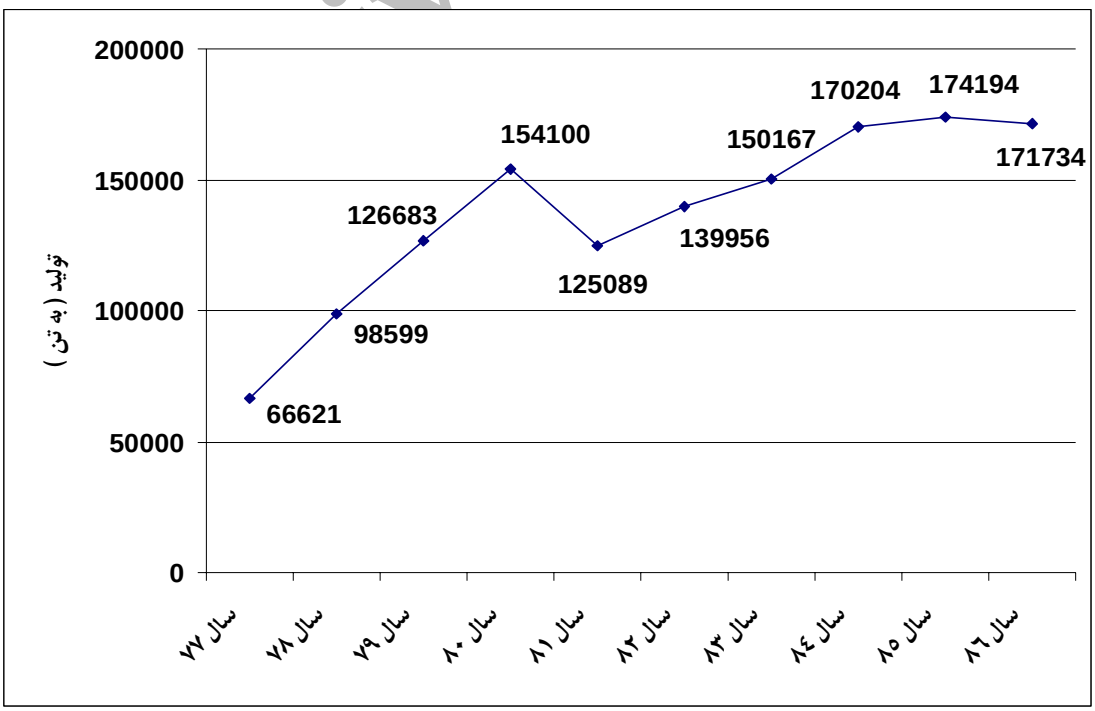
۷- نتایج و یافته‌ها

نظر به بررسی های دقیق بعمل آمده از واحدهای مختلف تولید و مصرف انرژی، مشاهده می‌شود KWH/T یا شدت انرژی مصرفی طراحی مجتمع در حدود ۱۳۰۰ می باشد و عدد استاندارد جهانی درحدود ۱۰۰۰ است. این موضوع با توجه به مشکلات راه اندازی و معضلات بعد از راه اندازی چندان قابل تامل نبوده است، ولیکن بعد از چند ماه از راه‌اندازی، در سال ۷۷ که وضعیت تولید کمی بهتر شد و با توجه به ظرفیت اسمی مجتمع که ۱۷۵۰۰۰ تن در سال می باشد، مقدار تولید در این سال به ۶۰۰۰۰ تن رسید و نسبت KWH/T در سال ۷۷ در حد ۱۶۰۰ بود. در سال ۷۸ با کمی بهبود در وضعیت تولید و نگهداری و تعمیرات و سایر عوامل موثر، مقدار KWH/T به عدد ۱۵۳۰ رسید. در سال ۷۹ با اقدامات مدون انجام شده از

Archive of SID
www.SID.ir

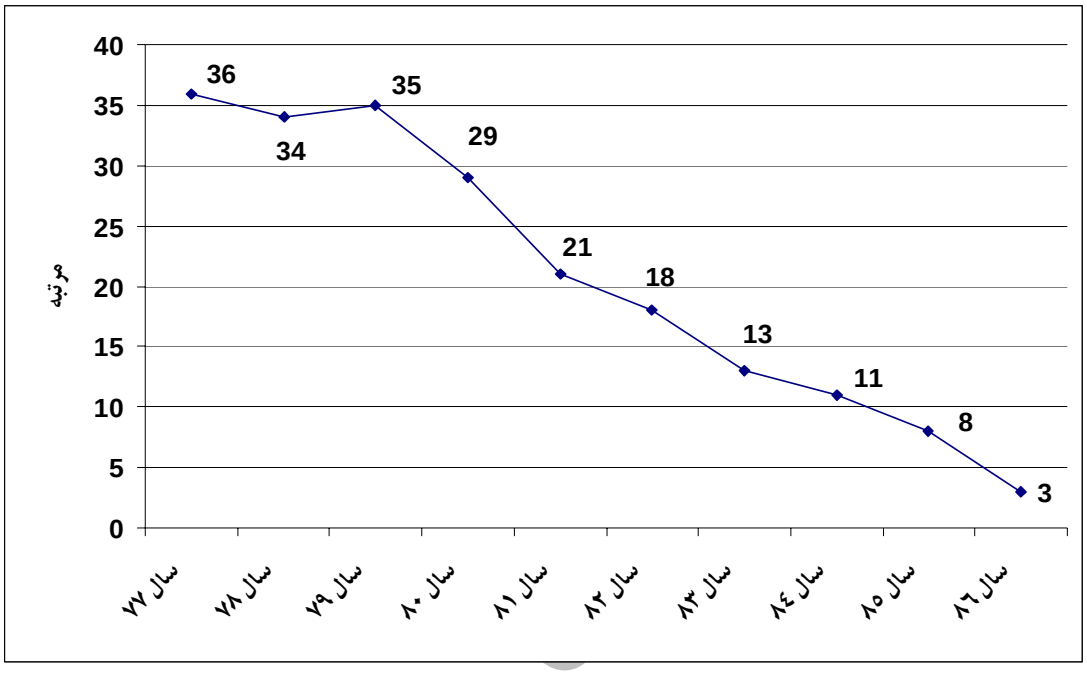
طرف واحد انرژی و اجرای آن از طرف واحدهای مرتبط، فرآیند بهبود عملی‌تر گردید، بطوریکه دراین سال KWH/T مجتمع به۱۴۶۰ و با انجام یکسری اقدامات موثر، طی چند سال پس از زمان بهره‌برداری درسال ۱۳۸۶ به عدد۱۲۳۰رسید که عددی نسبتا قابل قبول می‌باشد. طی چند سال اخیرکلیه مصارف و تولید و وضعیت واحدها تجزیه و تحلیل گردید و مشکلات و معضلات شناسائی شد و راهکارهای اساسی نیز مدنظر قرار گرفت. نتیجه اینکه، در سال ۸۶ حدود ۵۰٪ نسبت به سال ۱۳۷۶ انرژی کمتر مصرف شده و حدود ۵٪ نسبت به عدد طراحی مجتمع مصرف انرژی کمتری داشته‌ایم ولی در حدود ۲۰٪ نسبت به عدد استاندارد جهانی انرژی بیشتری مصرف نموده‌ایم.

همانگونه که در مقدمه اشاره شد، سعی بر آن داریم که نشان دهیم همراستا با افزایش ظرفیت تولید و نیاز بیشتر به انرژی جهت مصرف، فعالیت‌های بخش مدیریت انرژی با اتکا بر مهندسی ارزش، به نحوی تنظیم و اجرا شده که سازمان با اتخاذ سیاست‌های مکمل، در یک روند صعودی و در راستای بهبود بهره وری انرژی، موجبات بهینه‌سازی مصرف انرژی را فراهم نموده است. نتیجه بررسی‌های انجام شده بر اساس مستندات موجود در نمودارهای زیر به نمایش درآمده اند. در شکل اول روند صعودی تولید، در دهد اخیر فعالیت شرکت، طی سال‌های ۷۷ تا ۸۶ نمایش داده شده که به همین میزان و تناسب، افزایش نیاز به انرژی قابل استنتاج است. در شکل دوم، روند نزولی دفعات توقف خطوط تولید، ناشی از مشکلات تامین انرژی و قطعی‌های برق در همین دوره زمانی آورده شده که دارای شیب نزولی قابل تاملی می‌باشد. از بعد مالی، تلاش‌های مدیریت انرژی موجبات کاهش خسارات مستقیم و غیر مستقیم طی سنوات یاد شده، گردید و در واقع موجبات کاهش هزینه را مهیا نمود که در نمودار بعد، میزان خسارات مستقیم، غیر مستقیم و مجموع آنها، که یک روند نزولی معنی‌داری را می‌پیماید، به نمایش در آمده است. شدت انرژی استاندارد دنیا، شدت انرژی طراحی شده کارخانه و روندی که این مقدار در سال‌های مورد نظر طی کرده، موضوعی است در نمودار بعدی با یکدیگر مقایسه شده و نشان داده شده‌اند. در نموداری دیگر تاثیر مهندسی ارزش در سودآوری سازمان بوضوح قابل مشاهده است. همواره هزینه‌های انرژی، بخش زیادی از قیمت تمام شده محصول را در بر می‌گیرد که در این نمودار، روند کاهشی نسبت هزینه انرژی به کل هزینه‌های سازمان، طی سنوات مورد نظر نمایش داده شده است.



Archive of SID
www.SID.ir

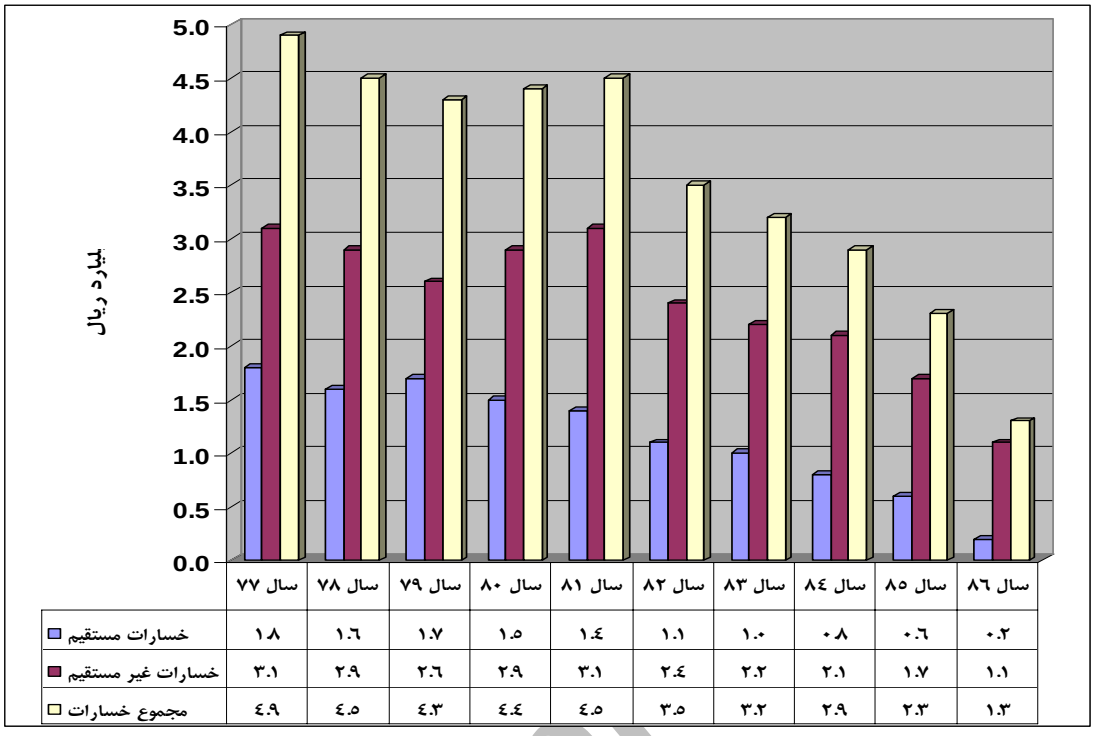
نمودار ۱- روند تولید کاغذ درصنایع چوب و کاغذ مازندران.



نمودار ۲- روند تعداد توقفات خط تولید ناشی از قطعی برق در صنایع چوب و کاغذ مازندران.

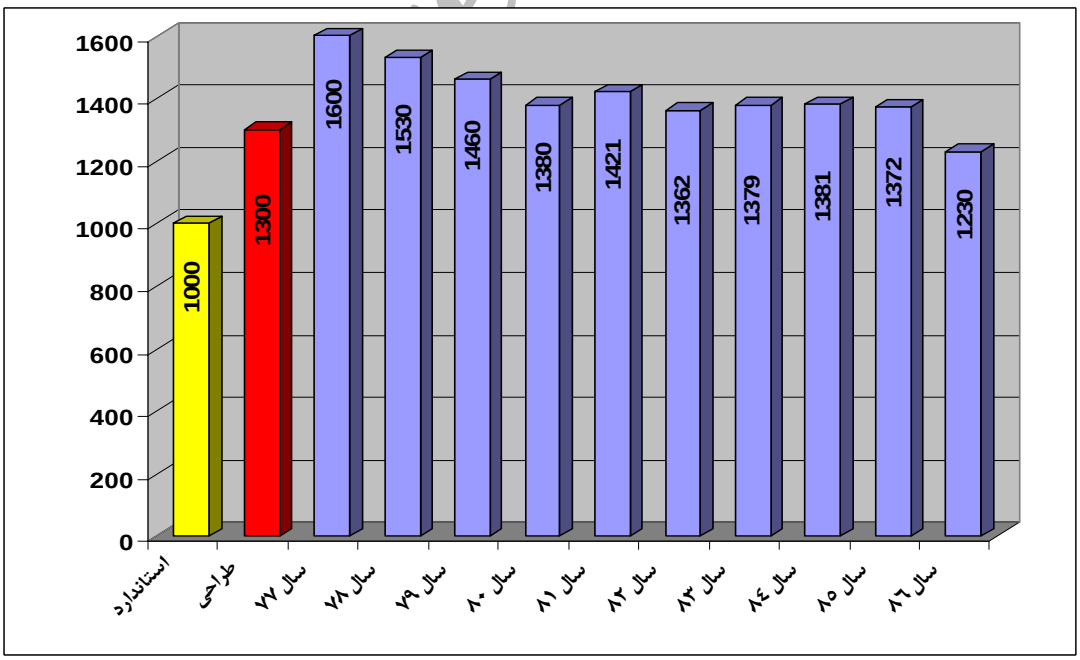
Archive

www.SID.ir



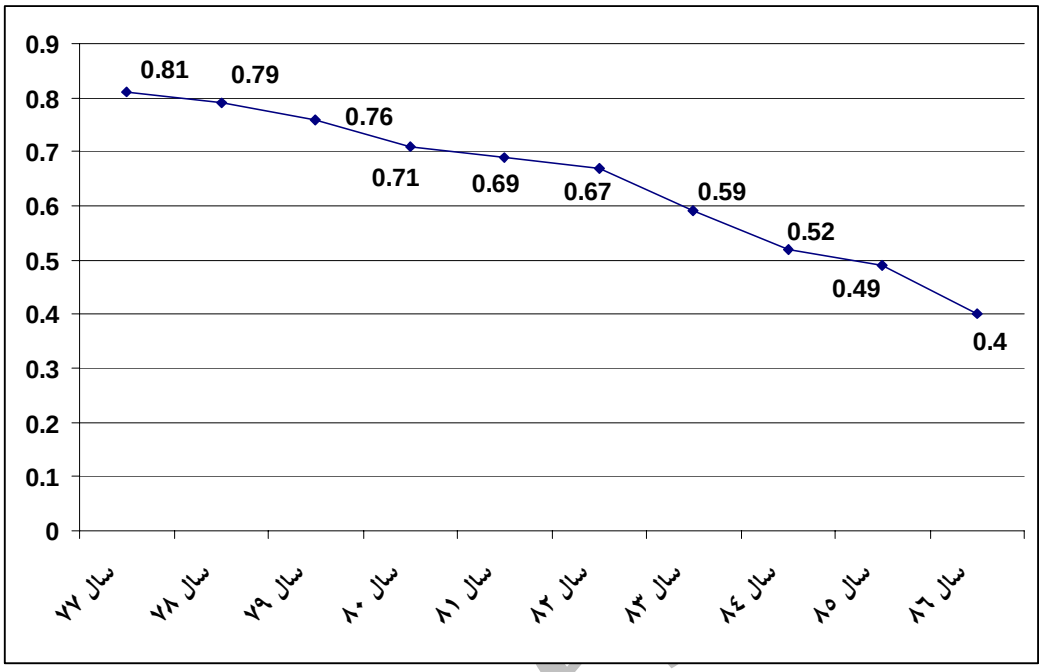
	سال ۷۷	سال ۷۸	سال ۷۹	سال ۸۰	سال ۸۱	سال ۸۲	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۶
خسارات مستقیم	۱.۸	۱.۶	۱.۷	۱.۵	۱.۴	۱.۱	۱.۰	۰.۸	۰.۶	۰.۲
خسارات غیر مستقیم	۳.۱	۲.۹	۲.۶	۲.۹	۳.۱	۲.۴	۲.۲	۲.۱	۱.۷	۱.۱
مجموع خسارات	۴.۹	۴.۵	۴.۳	۴.۴	۴.۵	۳.۵	۳.۲	۲.۹	۲.۳	۱.۳

نمودار ۳- روند خسارات ناشی از قطعی برق در صنایع چوب و کاغذ مازندران (بر حسب میلیارد ریال)



نمودار ۴- روند تغییرات شدت انرژی در شرکت و مقایسه آن با استاندارد جهانی و نیز طراحی مجتمع.

www.SID.ir



نمودار ۵- روند تغییرات در نسبت هزینه انرژی به کل هزینه‌های سازمان (بصورت درصد).

۸- بحث، نتیجه گیری و تحقیقات آتی

همانگونه که عنوان شد، با مطالعه دقیق و جامع یک طرح، می‌توان به اهداف اقتصادی یک پروژه دست یافت و با ممیزی انرژی[۲۵] می‌توان راهکارهای منطقی و علمی و عملی مؤثر درکاهش شدت انرژی را اجرا نموده و به اهداف تعیین شده صرفه‌جوئی انرژی و کاهش قیمت تمام شده محصول رسید. با کاهش شدت انرژی هزینه‌های پرداختی کاهش یافته و از لحاظ زیست محیطی و منافع ملی به نفع کشور و از راهکارهای مناسب کاهش گازهای گلخانه‌ای و غیره می‌باشد. علیرغم اینکه در برخی مواقع مسائلی رخ می دهد که غیرقابل تصور است، نظیر مشکلات تامین نیازمندی‌های خط تولید و یا ضوابط دست و پاگیر اداری و یا مشکل تحریم‌های بین‌المللی، ملاحظه می شود با اقدامات بدون هزینه و کم هزینه در شرکت مورد مطالعه، سالانه بترتیب حدود ۲۰ و ۶۰ میلیارد ریال از هزینه انرژی الکتریکی با محاسبات سال ۱۳۸۶ از منظر بنگاه اقتصادی و ملی صرفه‌جوئی شده است. می‌توان محاسبه نمود با توجه به ظرفیت اسمی و قیمت متوسط انرژی الکتریکی، چه مبلغ هنگفتی را می توان با رعایت فاکتورهای برشمرده صرفه جوئی نمود و با عنایت به اینکه متوسط مبلغ ماهانه هزینه انرژی الکتریکی در سال جاری بالغ بر ۴۰ میلیارد ریال می‌شود، ۵۰٪ صرفه‌جوئی آن، بیش از ۲۰ میلیارد ریال می‌باشد. بعبارت دیگر باید سالانه ۶۰ میلیارد هزینه انرژی الکتریکی پرداخت می‌شد، درصورتیکه ۴۰ میلیارد پرداخت می‌شود.

مستندات گویای این مطلب است که علیرغم اینکه سازمان ظرفیت تولید را افزایش داده و در مجموع نیاز به انرژی بیشتر شده است، اما توقفات خطوط تولید ناشی از فقدان انرژی و مشکلات مرتبط به آن، که می توان از آن بعنوان یکی از دلمشغولی های اصلی مدیرین سازمان نام برد، سیر نزولی داشته است. با توجه به سهم بالای بخش انرژی در هزینه های سازمان، مدیریت مناسب انرژی، در کاهش هزینه ها، خسارات ناشی از قطعی برق و قیمت تمام شده محصول و در نتیجه افزایش سودآوری شرکت نقش موثری داشته است. این روند تا بدانجا توسعه یافته که میزان شدت انرژی الکتریکی مصرفی شرکت از مقداری که طراحی کارخانه بر آن واقع شده کمتر شده و به استانداردهای جهانی در حال نزدیک شدن است. از منظر مهندسی ارزش،

Archive of SID
www.SID.ir

فعالیت‌های بخش انرژی، طی ده سال اخیر به گونه‌ای بوده که سهم هزینه‌های انرژی در قیمت تمام شده محصول، به کمتر از نصف تقلیل یافته و این همان انتظاری است که از قابلیت‌های مهندسی ارزش در کاهش هزینه‌های سازمان در مرحله عملیاتی و بعد از اجرای طرح می‌رود.

در انتها، راهکارهائی که می‌توانند مفید بوده و در آینده نزدیک نسبت به بهینه‌سازی و استفاده مطلوب‌تر از تجهیزات مد نظر قرار گیرند تا با کاهش شدت مصرف و هزینه‌های انرژی بصرفه باشند را بر می‌شمریم.

- بررسی ظرفیت و انتخاب قدرت الکتروموتورها متناسب با بار آنها در آینده.
- انتخاب الکتروموتورها با PF و راندمان بالا.
- استفاده ازسرعت بالای ماشین‌های تولید.
- نگهداری و تعمیرات صحیح و اصولی طبق دستورالعمل‌های سازنده.

در خاتمه، با توجه به مستندات ارائه شده در متن مقاله، موارد زیر بعنوان پیشنهاداتی به منظور انجام تحقیقات آتی در ارتباط با موضوع مقاله حاضر می‌تواند ارائه گردد:

- ارائه راهکارهایی برای افزایش بهره وری، با بهینه سازی مصارف انرژی غیر الکتریکی.
- بررسی عوامل ناکامی در اجرای سیاستهای کاهش مصارف غیر ضروری انرژی در صنعت.
- ارائه راهکارهایی برای بهبود فرآیند مدیریت انرژی.

منابع و ماخذ

[۱] مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، مرجع کاربردی مدیریت انرژی، گروه نفت و انرژی با همکاری شرکت توسعه بهره‌وری انرژی فناوران، ۱۳۸۵.

[۲] طاهری، شهنام، بهره وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها (مدیریت بهره وری فراگیر)، چاپ هشتم، نشر هستان، ۱۳۸۳.

[۳] حاج سقطی، اصغر و دیگران، آموزش مدیریت انرژی، انتشارات سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۷۷.

[۴] بهرامی، حسین و دیگران، صرفه جویی و مدیریت انرژی در سیستمهای الکتریکی، انتشارات سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، پاییز ۱۳۸۳ .

[۵] زاهدی، اشرف السادات و دیگران، فرهنگ جامع مدیریت، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، ۱۳۷۶.

[6] Newell, R.G., The induced innovation hypothesis and energy saving technological change, Quarterly Journal of Economics, pp. 941-975, 1998.

[۷] منظور، داود، بررسی وضعیت شدت انرژی صنایع کاغذ سازی، چاپ سوم، انتشارات شفق، ۱۳۸۴.

[۸] محاسب، علی، هزینه های انرژی درصنایع کاغذ سازی، چاپ دوم، انتشارات امیر کبیر، ۱۳۸۵.

[۹] محسنی شوشتری، علی اکبر، اعمال مدیریت بار در صنایع سنگین با هدف پیک سایی، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی، موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت، زمستان ۱۳۸۴.

[۱۰] علی احمدی، علیرضا و همکاران، نگرشی جامع بر مدیریت استراتژیک، چاپ پنجم، انتشارات تولید دانش، ۱۳۸۵.

[۱۱] سلطانی، مسعود، دستگاههای اندازه گیری الکتریکی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

[۱۲] مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در صنعت، تهران، شرکت ملی نفت ایران، انتشارات سازمان بهینه سازی سوخت کشور، ۱۳۸۳.

[۱۳] ویلدی، تئودور، ماشینهای الکتریکی، محرکه ها و سیستم های قدرت، ترجمه سعید لسان، انتشارات دانشگاه مازندران، ۱۳۸۴.

Archive of SID
www.SID.ir

[۱۴] سلطانی، مسعود، تولید و نیروگاه، چاپ نهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
[۱۵] اسمیت، کرگ. بی، اصول مدیریت انرژی، ترجمه شهناز صادقی و دیگران، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۸۳.

پانویس‌ها

۱- لاورنس دی مایلز (Lawerence D. Miles) ، یکی از مهندسین شرکت جنرال الکتریک آمریکا (GE) در دهه ۱۹۶۰ و ابداع کننده آنالیز ارزش.
۲- انرژی الکتریکی مصرفی بر واحد محصول.
۳- خساراتی که بصورت غیر مستقیم پس از قطعی برق بر سازمان تحمیل می شود مانند خرابی تجهیزات، سوختن کارتهای الکترونیکی، مشکلات Start/Stop در خطوط تولید و غیره.
۴- خساراتی که بصورت مستقیم پس از قطعی برق بر سازمان تحمیل می شود و درعدم سود دهی فرآیند تولید دخالت مستقیم دارد مانند توقف خط تولید و عدم امکان تولید محصول و غیره.
۵- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه - Preventive Maintenance (PM)
۶- Demand - مقدار تقاضای برق از سوی مشترک متقاضی، به نحوی که در هر زمان که اراده کرد بتواند از برق استفاده کند [۳].
۷- Mega Watt - واحد سنجش جهت اندازه گیری توان الکتریکی. هر وات معادل میزان توان الکتریکی تولید شده در صورت عبور جریان یک آمپر از باری که ولتاژ یک ولت دارد، می باشد [۱۱].
۸- زمانی که بیشترین مصرف انرژی در آن ساعات اتفاق می افتد و در شبانه روز معمولا ساعات اولیه شب و در سال، ماههای گرم سال خصوصا مرداد ماه رخ می دهد [۳].
۹- سیستم فرآیندی پیوسته تولید را سیستم Continuous گویند [۴].
۱۰- سیستم پروسسی که بصورت ناپیوسته باشد را سیستم Batch گویند [۴].
۱۱- مجموعه اقداماتی که موجب کاهش پیک و قله مصرف می شود را پیک سایی گویند. اقداماتی نظیر انتقال مصرف از ساعات اولیه به نیمه شب، توقف بعضی از واحدهای خطوط تولید صنایع از ساعات اولیه شب به نیمه شب، توقف دستگاههای پر مصرف در زمان اوج مصرف و ذخیره سازی انرژی برای ساعات پیک [۳].
۱۲- روشن و خاموش کردن سیستمهای الکتریکی است که غالبا برای الکترو موتورهای صنعتی بکار می رود. در صنایع مختلف، هر چه Start / Stop الکترو موتورها کمتر باشد، راندمان خطوط تولید مطلوبتر خواهد بود [۱۲].
۱۳- High Voltage - موتورهای صنعتی که دارای قدرت بالایی هستند و از طریق ولتاژ های بیش از مقدار ۳ KV تغذیه می شوند [۱۳].
۱۴- Direct Current - جریان مستقیم، موتورهایی که ولتاژ تغذیه آنها نسبت به زمان تغییر نمی کند و در جاییکه نیاز به کنترل دور و سرعت دقیق باشد از این نوع موتورها استفاده می شود.
۱۵- Variable Frequency Drive - موتورهای الکتریکی که در صنایع به منظور کنترل دور در پرسس های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند [۱۳].
۱۶- Power Factor - ضریب قدرت سیستمهای الکتریکی بطوریکه هر دستگاه الکتریکی صنعتی دارای PF نزدیک به واحد باشد، دارای انرژی اکتیو مصرفی کمتری بوده و انرژی غیر موثر کمتری از شبکه دریافت می کندو ژنراتورهای نیروگاهها در شرایط برابر، قادر به تحویل ظرفیت بیشتری به شبکه می باشند [۴].

Archive of SID
www.SID.ir

۱۷- هزینه ریالی هر تن محصول تولیدی [۳].
۱۸- هزینه ریالی هر کیلو وات ساعت انرژی الکتریکی [۳].
۱۹- Active - انرژی مصرفی موثر تجهیزات الکتریکی را انرژی اکتیو گویند که واحد سنجش آن KWH (کیلو وات ساعت) می باشد [۱۴].
۲۰- Reactive - انرژی مصرفی غیر موثر تجهیزات الکتریکی را انرژی راکتیو گویند که آنرا با KVAR (کیلو ولت آمپر راکتیو) نشان می دهند [۱۴].
۲۱- اتوماتیک نمودن تجهیزات الکتریکی را Auto گویند [۱۴].
۲۲- Manual- سیستم الکتریکی که بصورت غیر اتوماتیک و دستی در مدار قرار می گیرد [۱۴].
۲۳- مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در سطح کلان برای صنایع و کشور را مدیریت بار گویند [۱۵].
۲۴- Combined Heat & Power - سیستم بکارگیری ترکیبی و همزمان گرما و نیرو [۱۴].
۲۵- مجموعه اقداماتی است که جهت شناسایی چگونگی، مقادیر و موقعیتهای مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرآیند، انجام گرفته و در طی آن فرصتها و امکانات صرفه جویی انرژی مشخص شده و ارزیابی می گردد [۳].

Archive of SID

www.SID.ir