

مدیریت بهینه مصرف انرژی در صنایع و توسعه بهره‌وری

مطالعه موردی: صنایع چوب و کاغذ مازندران

نویسنده اصلی:

علی رضایی، دانش آموخته کارشناسی ارشد برق، صنایع چوب و کاغذ مازندران، 09111510212
arezaei22@yahoo.com

سایر نویسندگان:

امیرعباس یزدانی، دانشجوی کارشناسی ارشد MBA دانشگاه پیام نور ساری، 09113548201
amirabbasyazdani@Gmail.com

حسینعلی نهاوندی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع سازمان مدیریت صنعتی، 09113534681
h_nahavandy@yahoo.com

چکیده

مشکلات موجود در سر راه افزایش ظرفیت تولید انرژی، خصوصا انرژی الکتریکی و افزایش روز افزون تقاضا برای انرژی الکتریکی موجب می‌گردد که کشورهای مختلف دنیا در پی راهکارهایی مناسب برای بهینه سازی مصرف انرژی و مدیریت سمت تقاضا باشند. انتخاب ماشین آلات مناسب با راندمان و کیفیت مطلوب و مطابق استانداردهای بین المللی با مصرف انرژی بهینه، راهگشای مشکلات بعدی در صرفه جوئی و بهینه سازی انرژی می‌باشد. اما بعد از مراحل راه اندازی، 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 بکار بستن عوامل و شناخت فاکتورهای موثر به همراه توسعه منابع انسانی و ایجاد علاقه و انگیزه می‌توان بیش از پیش در جهت صرفه جوئی انرژی موفق بود.

مقاله حاضر، با هدف بررسی توسعه بهره‌وری در صنایع با سیاست گذاری مطلوب در مصرف انرژی، 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 بزرگترین مصرف کننده انرژی شمال کشور 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.

واژه‌های کلیدی

مدیریت - انرژی - صنایع - بهره‌وری

Management of Optimum Energy Consumption and the Productivity Development (Case Study: Mazandaran Wood & Paper Industries)

Abstract

The problems concerning increasing the capacity of energy production, especially electrical energy & increasing demand for it have made different countries of the world to search for suitable approaches for optimizing energy consumption & management of demand. Selecting suitable machineries with desirable efficiencies & qualities based on international standards solves the next problems regarding energy conservation & optimization. But after commissioning phases, energy auditing & familiarization with equipments & materials which waste energy, can be useful for optimized energy consumption & by using factors realizing effective factors together with developing human resources & creating interest & incentive, we can succeed in energy conservation more than before. The aim of the present article is to review operational development in different industries through suitable policies for energy consumption & it reviews and describes the related literatures and the research results, while analyzing a case study in the largest energy consumer in the north of Iran to show the effects of the actions taken in the direction of optimizing energy consumption from various aspects in one practical case.

Key words

Management, Energy, Industries, Productivity

1 - مقدمه

دهه اخیر، عصر توسعه اقتصادی و صنعتی جهان بود، 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 روزافزون مردم خود و نیز در بازارهای رقابت بین‌المللی مطرح باشند. وجود انرژی برای فعالیتهای مختلف از ضروریات زندگی بشر است که یکی از مهمترین آنها، انرژی الکتریکی است که روند تقاضا برای آن در کشورهای مختلف و از جمله کشور ما با سرعت چشمگیری در حال افزایش است [1]. بهبود بهره‌وری در سازمان، نتیجه استفاده بهینه و موثر و کارآمد از منابع، تقلیل ضایعات، کاهش قیمت تمام شده، بهبود کیفیت و ... که موجب رشد و توسعه سازمان خواهد شد [2]. 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 [3]. 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 [4]. با توجه به آمارهای موجود شدت انرژی کشورمان چندین برابر کشورهای صنعتی است که این امر موجب نگرانیهای فراوانی طی دهه اخیر شده است بگونه‌ای که با ادامه این روند، در 20 سال آینده مقدار تولید جوابگوی مصرف داخلی نبوده و یا باید بر میزان تولید داخلی اضافه گردد و یا ناچار به وارد کردن آن می‌شویم [3]. بنابراین تدوین روش‌های علمی بهینه‌سازی و صرفه‌جویی انرژی با توجه به روند و الگوی مصرف انرژی جامعه ما امری ضروری است که باید در هر سازمان و صنعتی سرلوحه امور تولید و بهره‌برداری قرار گیرد.

در مقاله حاضر، با هدف بررسی چگونگی توسعه بهره‌وری در صنعت با محوریت مدیریت مصرف انرژی، ضمن مروری مستند بر ادبیات موضوعی که در این 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 می‌دهیم تا تاثیر اقدامات انجام شده در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی را از جوانب مختلف در یک مورد عملی آشکار سازیم.

2 - بیان مساله

همانگونه که مطرح شد، از جمله 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 چشم اندازهای آینده کشور و پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی مستلزم حذف یارانه‌های انرژی می‌باشد. از سوی دیگر با پیگیری روند مصرف کنونی انرژی در زمانی نه چنداد 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 [1]. 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 مصرف‌کننده می‌باشد و در عین حال به توزیع عادلانه تر منابع کشور منتهی می‌گردد [4]. 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. 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 بهینه سازی مصرف انرژی را در سازمان نشان می‌دهد.

3 - بهینه‌سازی مصرف انرژی

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 [5]. مقوله بهینه سازی مصرف و کاهش شدت انرژی که امروزه یکی از دلمشغولی های اصلی مدیران سطح کلان بوده و پیوسته در جستجوی راهکارهای اجرایی برای آن می باشند، تحت تاثیر عوامل متعددی می‌باشند که اصلی ترین آنها عبارتند از:

به ظرفیت رساندن واحدها

معمولا دستگاهها و تجهیزات مکانیکی، از طریق محرکهای الکتریکی به حرکت در می آیند بطوریکه برای به حرکت آوردن موتورها و بارهای آن (گیربکس، فن، پمپ،...) 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... باشد. وقتی موتور به گیربکس متصل است حدود 40% - 60% قدرت نامی موتورها صرف آن می‌شود و از طرفی با زیر بار رفتن فیزیکی گیربکس، بار کمی بر موتور اضافه می‌شود که مجموعا بار نهائی موتور را تشکیل می‌دهند [6]. بنابراین موقعی موتور کار مفید انجام می‌دهد که بار فیزیکی که آب، گاز و... را جابجا کند، زمانی که باری را جابجا نکند مصرف انرژی داریم و لیکن کار مفیدی انجام نداده‌ایم. بنابراین با نزدیک شدن به ظرفیت نامی به نسبت دور شدن از ظرفیت نامی، انرژی کمتری مصرف می‌کنیم. در نتیجه بار زیاد به نسبت، انرژی کمتری مصرف می‌کند و چون در نسبت KWH/T ⁽¹⁾، مقدار KWH مصرفی نسبت به Ton تولید، کاهش نشان می‌دهد، 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 نهایتا موجب صرفه جویی و مصرف بهینه انرژی خواهد شد [7].

کاهش توقفات

دومین فاکتور مهم در کاهش KWH/T صنایع، تقلیل توقفات است که این توقفات به دوشکل برنامه ریزی شده و برنامه ریزی نشده می باشد. از آنجائیکه هر توقف موردی و غیرموردی با قطع تولید همراه است و از طرفی اینگونه توقفات بویژه شکل غیرموردی آن معمولا از چند دقیقه تا چندین ساعت به طول می انجامد که در طی این مدت، تمام دستگاهها و تجهیزات الکتریکی Stop نمی شوند و فقط محرکهای اصلی از مدار خارج می شوند، بنابراین درصد بالائی از دستگاههای الکتریکی که Stop نشده اند، انرژی مصرف می کنند، 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 تولید، نمی توان Stop داد (مانند COM، Mill Water Air و ...). اما توقفات برنامه ریزی نشده دارای عوارض و مشکلات بیشتری نسبت به توقفات برنامه ریزی شده کوتاه مدت هستند که افزایش KWH/T یک عامل مستقیم و کم هزینه می باشد زیرا خسارت غیرمستقیم⁽²⁾ توقفات این چنینی خیلی بیشتر از خسارات مستقیم⁽³⁾ آن است. استهلاك 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 ... در نهایت موجب افزایش توقف و مصرف انرژی بیهوده می شوند، در حالیکه در توقفات برنامه ریزی شده، معمولا سعی می شود اکثر دستگاههای غیر ضروری Stop شوند تا مصرف انرژی کاهش یابد. بنابراین کاهش توقفات، بویژه توقفات برنامه ریزی نشده، می تواند در کاهش مصرف انرژی بیهوده موثر باشد و در نهایت موجب کاهش در نسبت KWH/T شود.

اجرای PM⁽⁴⁾

سومین فاکتور حائز اهمیت در بحث بهینه سازی انرژی، اجرای صحیح و اصولی نگهداری و تعمیرات می باشد. با اجرای مطلوب و دقیق و استاندارد PM می توان از توقفات مورد و غیرموردی جلوگیری نمود. چنانچه نگاهی عمیق به چگونگی وضعیت نگهداری و تعمیرات واحدهای مختلف صنایع پردازیم، ملاحظه می شود درصد بالائی از توقفات، ناخواسته و بدون برنامه ریزی بوده است و اگر توقفات را کمی با دقت تحلیل نمائیم مشاهده می شود نگهداری و تعمیرات بجا و اصولی می توانست درصد زیادی از این نوع توقفات را جلوگیری نماید. بنابراین کاهش توقفات به مقدار زیاد یعنی تولید با وضعیت مطلوب و ایده آل. لذا برای اجرای صحیح PM استفاده از داکيومنتها و دستورالعملهای نگهداری و تعمیرات دستگاهها، این امکان را به ما می دهد که نگهداری با روش صحیح و اصولی انجام گیرد و در هنگام تعمیرات با روش صحیح و استاندارد و نظر سازنده، نسبت به تعمیر و ترمیم و اصلاح یک دستگاه اقدام نمائیم.

بررسی توقفات

بررسی توقفات موردی و غیرموردی و تحلیل و آنالیز آنها در جلوگیری از تکرار آن و تشخیص صحیح و بموقع آنها مفید است. وقتی توقفات یک مجتمع بررسی دقیق گردد، مشاهده می شود درصد زیادی از توقفات بی مورد

و تقریباً تکراری هستند. بطوریکه با شناخت قبلی و کامل و دقیق از علت ایجاد عیوب در یک دستگاه یا سیستم می توانستیم از تکرار آن جلوگیری نمائیم و حتی برخی از مواقع علت یابی و ریشه یابی ایجاد آن اشکال انجام نمی گیرد و یا بصورت صحیح علت یابی نمی شود و موجب توقف مجدد دستگاه و در نتیجه **Stop** آن واحد می شود 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 دستورالعملهای دست و پا گیر برخی از وزارتخانه های ذیربط نیز امکان اجرای برخی از این اقدامات را، از صنایع و کارخانجات سلب می کند. 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 می شود که این عوامل نقش مهمی در امر بهینه سازی و صرفه جوئی دارند. نظیر نظافت و سرویس ظاهری دستگاهها و تجهیزات الکتریکی و مکانیکی و پروسسی واحدها، زیرا عدم نظافت صحیح و به موقع ظاهری آنها موجب کاهش در راندمان آنها تا حدود 40٪ می شود [7].

4 - صنایع چوب و کاغذ مازندران (مطالعه موردی)

این مجتمع با دیماند⁽⁵⁾ الکتریکی **35 MW**⁽⁶⁾ و دیماند **17000 M³** گاز طبیعی، بزرگترین مصرف کننده منطقه شمال کشور محسوب شده که با توجه با هزینه های سرسام آور انرژی و قرار گرفتن آن در رده اول هزینه های تولید مجتمع، لزوم بهینه سازی و صرفه جوئی مصرف انرژی در این مجتمع دو چندان می باشد. از مهمترین عوامل غیر فنی که می توان به آن اشاره داشت و امکان موفقیت در امر بهینه سازی انرژی را افزایش می دهد، حساسیت و آگاهی و اعتقاد مدیران ارشد شرکت بر ضرورت امر بهینه سازی انرژی و صرفه جوئی در انرژی می باشد. 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 سازمانهایی که در امر بهینه سازی و صرفه جوئی 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 بهینه سازی و صرفه جوئی اقدام کرد. با تحلیل عوامل و فاکتورهای موثر در کاهش **KWH/T** و با ارائه راه حل های مناسب، نسبت به تقلیل مصرف انرژی با عنایت به تولید با کیفیت مطلوب و استاندارد اقدام نمود [6].

از طرفی وضعیت تولید و پروسسی و فرآیندی برخی از صنایع نظیر این مجتمع به گونه ایست که نمی توان همانند خیلی از کارخانجات و صنایع دیگر نظیر سیمان، نساجی و گچ و ... در پیک مصرف، برخی از واحدها را از مدار خارج نمود و یا مصرف و تولید آنها را به شیفت نیمه شب انتقال داد، زیرا سیستم پروسسی خط تولید این تیپ از صنایع بصورت **Continous**⁽⁷⁾ بوده و این امکان تغییر ساعات تولید را از واحد انرژی و بهره برداری سلب می کند و در مقابل برخی از صنایع، پروسس و وضعیت تولیدشان بصورت **Batch**⁽⁸⁾ می باشد که می توان با برنامه ریزی

اصولی و صحیح و مدون در پیک شبکه، حتی تا مقدار 70٪ دیماندر مصرفی را کاهش داد و در نهایت تا 10٪ در هزینه های انرژی الکتریکی فقط با رعایت این عامل، صرفه جوئی کرد. در مقوله پیک سای (9)، تجهیزاتی وجود دارند که می توان با رعایت و ترتیب، Start و Stop (10) آنها و استارت غیر همزمان واحدها، قله های پیک مصرف را حذف نمود که در نهایت با تقاضای کاهش دیماندر قراردادی، هزینه انرژی الکتریکی تقلیل می یابد [6].

اقدامات انجام شده

در کشورهای در حال توسعه عوامل جبری از جمله رشد سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح رفاهی و توسعه صنعتی موجب شده است که ضرورتاً دامن مصرف انرژی گسترش یابد. در چنین وضعیتی باید در جهت منطقی ساختن و صرفه جویی مصرف انرژی اقدام و چاره جویی به عمل آید. در این راستا می توان به کمک مصرف کنندگان صنعتی به دلیل متمرکز بودن، قابل کنترل بودن و کم بودن نسبت به پیک سای برنامه ریزی نموده و با اعمال مدیریت بار، موجب کاهش هزینه ها در بخش مصرف کنندگان و تولید کنندگان شویم [8].

پس از بررسی شرایط موجود، شناسایی مشکلات و موانع و تعیین استراتژی و اتخاذ راهکارهای اولویت دار، نوبت به اجرای آن می رسد و بر این اساس بایستی زمینه برای عملیاتی کردن راهکارها فراهم شود تا بتواند منجر به محقق سازی اهداف و ماموریت های کلان سازمان گردد [9]. نظر به مشکلات موجود، سازمان راهکارهایی در راستای رفع آنها اتخاذ نموده و بکار گرفت که بطور خلاصه در زیر آمده اند.

- 1- تشکیل کمیته انرژی از ابتدای سال 78 با حضور مدیران بهره برداری بصورت جلسات مستمر و ماهانه.
- 2- بررسی مصرف انرژی و دیماندر و تقاضای کاهش دیماندر قراردادی از 45 MW به 40 و سپس کاهش مجدد آن به 35 MW از اواسط سال 78.
- 3- توقف کامل واحد برش و آماده سازی خرده چوب، با مصرف 1 MW از اواسط سال 78 تا کنون، با توجه با کنتورهای سه تعرفه و تعرفه روزهای جمعه.
- 4- توقف برخی از دستگاهها و تجهیزات واحدهای مجتمع در پیک شبکه، جمعاً بمقدار 1 MW از سال 79.
- 5- بررسی وضعیت PF به همراه هارمونیکهای شبکه داخلی واحدهای مختلف و نیاز به حدود 9 MVAR خازن های 6 KV و 0.4 علاوه بر خازن های موجود که در سال 1379 نصب گردید.
- 6- بررسی جهت امکان ممیزی جامع انرژی (16) کلیه واحدهای مجتمع که در سال 1381-1383 انجام یافت.
- 7- برنامه ریزی جهت جلوگیری از توقف بی مورد دستگاهها و تجهیزات واحدها.
- 8- بررسی و اقدامات عملی جهت تولید بالاتر با کیفیت مطلوب به همراه مصرف انرژی بهینه با توجه به عوامل تاثیر گذار اصلی که بر شمردیم.
- 9- بررسی امکان پارالل (موازی) نمودن دو دستگاه ترانسفورمر اصلی مجتمع بقدرت $2 \times 90 \text{ MVA}$
- 10- بررسی امکان استفاده از نور طبیعی در کلیه واحدهای مجتمع و اقدام آزمایشی در یکی از واحدهای مجتمع.

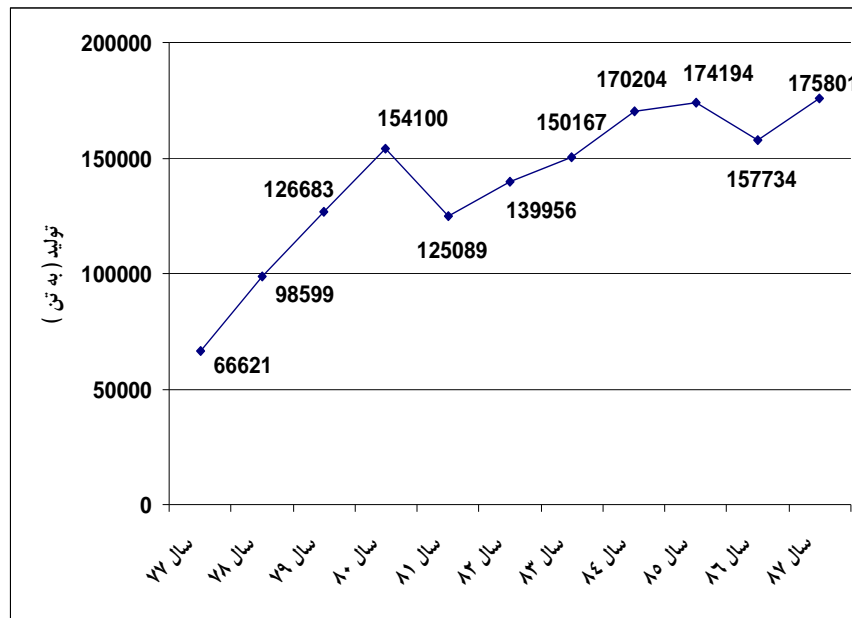
- 11- انتخاب ضابطین انرژی در واحدهای مختلف.
- 12- افزایش آگاهی و حساسیت مدیران، کارشناسان و دیگر همکاران مجتمع در جهت مصرف بهینه انرژی از طریق بخشنامه، اطلاعیه، پوستر و برگزاری سمینار.
- 13- ارتباط تنگاتنگ با سازمانهای مرتبط نظیر سازمان سابا، موسسه مطالعات بین المللی و دفتر مدیریت مصرف برق منطقه ای و اعزام همکاران کمیته انرژی به دوره های مدیریت انرژی.
- 14- 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.
- 15- محاسبه و بررسی مقادیر R/T ⁽¹⁷⁾ و R/KWH ⁽¹⁸⁾ و PF و انرژی اکتیو⁽¹⁹⁾، انرژی راکتیو⁽²⁰⁾ مجتمع و مقایسه آن با سالهای قبل و استاندارد های جهانی.
- 16- بررسی امکان $AUTO$ کردن⁽²¹⁾ خازنهای $20 KV$ موجود که به صورت MAN ⁽²²⁾ در مدارند.
- 17- استفاده از لامپهای کم مصرف و پر بازده.
- 18- نصب کلید و کنترلرهای بیشتر برای سیستمهای روشنایی، گرمایشی، سرمایشی و مصارف غیر صنعتی و ...
- 19- تشکیل شورای انرژی شرکت متشکل از مدیر عامل و معاونین و مدیر انرژی.
- 20- کم نمودن یا از مدار خارج نمودن مقطعی درصدی از سیستمهای روشنایی که غیر ضروری بودند.
- 21- انجام تعمیرات اساسی تشکیلات و تاسیسات مربوط به انرژی مجتمع برای ماههای گرم و سرد سال.
- 22- کاهش ارتفاع چراغهای روشنایی واحدهای صنعتی و شرایط نور مطلوب تر برای کارکنان واحدهای مختلف.
- 23- عضویت در شورای انرژی جهانی.
- 24- اعمال مدیریت بار⁽²³⁾ و پیک سائی.
- 25- امکان سنجی نصب و راه اندازی توربوژنراتور 25 مگاواتی سیستم CHP ⁽²⁴⁾.
- 26- اجرای آزمایشی و موفق استفاده از انرژی خورشیدی در شرکت.

نتایج و یافته‌ها

با نظر به بررسی های دقیق بعمل آمده از واحدهای مختلف تولید و مصرف انرژی، مشاهده می شود KWH/T یا شدت انرژی مصرفی طراحی مجتمع در حدود 1300 می باشد و عدد استاندارد جهانی در حدود 1000 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 راه اندازی، در سال 77 که وضعیت تولید کمی بهتر شد و با توجه به ظرفیت اسمی مجتمع که 175000 تن در سال می باشد، مقدار تولید در این سال به 60000 تن رسید و نسبت KWH/T در سال 77 در حد 1600 بود. در سال 78 با کمی بهبود در وضعیت تولید و نگهداری و تعمیرات و سایر عوامل موثر، مقدار KWH/T به عدد 1530 رسید. در سال 79 با اقدامات مدون انجام شده از طرف واحد انرژی و اجرای آن از طرف واحدهای

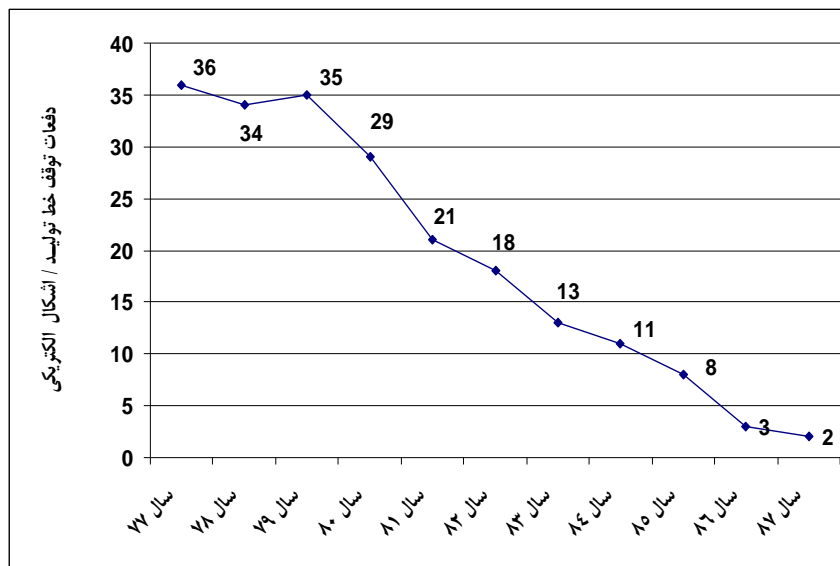
مرتبط، فرآیند بهبود عملی تر گردید، بطوریکه در این سال KWH/T مجتمع به 1460 و با انجام یکسری اقدامات موثر، طی چند سال پس از زمان بهره برداری در سال 1386 به عدد 1230 رسید که عددی نسبتاً قابل قبول می باشد. طی چند سال اخیر کلیه مصارف و تولید و وضعیت واحدها تجزیه و تحلیل گردید و مشکلات و معضلات شناسائی شد و راهکارهای اساسی نیز مدنظر قرار گرفت. نتیجه اینکه، در سال 86 حدود 50٪ نسبت به سال 1376 انرژی کمتر مصرف شده و حدود 5٪ نسبت به عدد طراحی مجتمع مصرف انرژی کمتری داشته ایم ولی در حدود 20٪ نسبت به عدد استاندارد جهانی انرژی بیشتری مصرف نموده ایم.

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 به نحوی تنظیم شده و انجام گرفته که سازمان با اتخاذ سیاستهای مکمل، در یک روند صعودی و در راستای بهبود بهره وری انرژی، تلاشهایی انجام داده و موجبات بهینه سازی 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 77 تا 86 نمایش داده شده که به همین میزان و تناسب، افزایش نیاز به انرژی قابل استنتاج است.



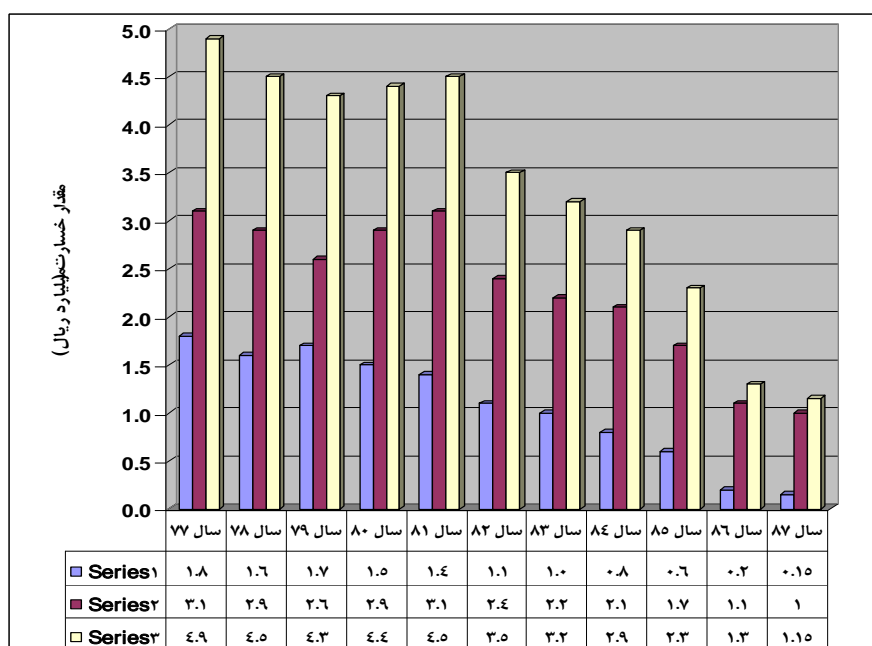
نمودار 1- روند تولید کاغذ در صنایع چوب و کاغذ مازندران

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 می باشد.



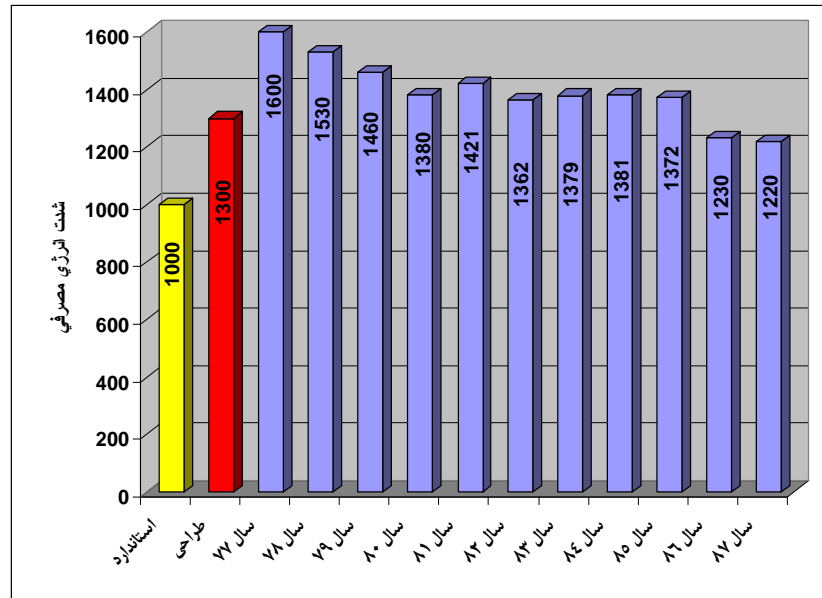
نمودار 2- روند تعداد توقفات خط تولید ناشی از قطعی برق

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 معنی داری را می‌پیماید، به نمایش درآمده است.



نمودار 3- روند خسارات ناشی از قطعی برق (میلیارد ریال)

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.

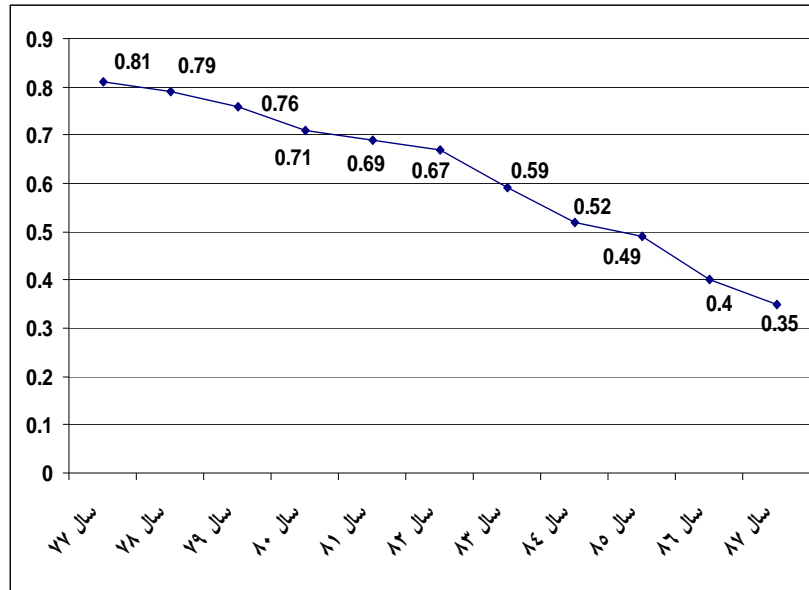


نمودار 4- روند تغییرات شدت انرژی در شرکت

5- نتیجه گیری

مستندات حاکی 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، 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. سازمان بخش زیادی از این توفیقات خود را مرهون توجه به مقوله انرژی و تلاش در راستای تعالی و بهینه سازی مصرف آن می‌داند.

نمودار زیر، روند کاهشی نسبت هزینه انرژی به کل هزینه های سازمان، طی سنوات اخیر را نمایش می‌دهد. بر مبنای این نمودار و توجه به روندی که می‌پیماید، می‌توان تلاش‌های صورت گرفته مدیریت انرژی و سیاست‌های اتخاذ شده را در توسعه بهره‌وری بسیار موثر دانست.



نمودار 5- روند تغییرات در نسبت هزینه انرژی به کل هزینه های سازمان بصورت درصد

پانویس ها

- 1- انرژی الکتریکی مصرفی بر واحد محصول [3].
- 2- خساراتی که بصورت غیر مستقیم پس از قطعی برق بر سازمان تحمیل می شود مانند خرابی تجهیزات، سوختن کارتهای الکترونیکی، مشکلات Start/Stop خطوط تولید.
- 3- خساراتی که بصورت مستقیم پس از قطعی برق بر سازمان تحمیل می شود و در عدم سود دهی فرآیند تولید دخالت مستقیم دارد مانند توقف خط تولید.
- 4- Preventive & Maintenance
- 5- Demand - مقدار تقاضای برق از سوی مشترک متقاضی، به نحوی که در هر زمان که اراده کرد بتواند از برق استفاده کند [3].
- 6- 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 [10].
- 7- سیستم فرآیندی پیوسته تولید را سیستم Continuous گویند [4].
- 8- سیستم پروسسی که بصورت ناپیوسته باشد را سیستم Batch گویند [4].
- 9- روشن و خاموش کردن سیستم های الکتریکی که غالباً برای الکتروموتورهای صنعتی بکار می رود. در صنایع، هر چه Start / Stop الکتروموتورها کمتر باشد، راندمان خطوط تولید مطلوبتر خواهد بود [11].

- 10 - اقداماتی که موجب کاهش پیک و قله مصرف می شود را پیک سایبی گویند. نظیر انتقال مصرف از ساعات اولیه به نیمه شب، توقف بعضی از واحدهای خطوط تولید از ساعات اولیه شب به نیمه شب، توقف دستگاههای پر مصرف در زمان اوج مصرف [3].
- 11 - زمانی که بیشترین مصرف انرژی در آن ساعات اتفاق می افتد که معمولاً ساعات اولیه شب و یا در ماههای گرم سال خصوصاً مرداد ماه رخ می دهد [3].
- 12 - High Voltage - موتورهای صنعتی که دارای قدرت بالایی هستند و از طریق ولتاژهای بیش از مقدار 3 کیلو ولت تغذیه می شوند [12].
- 13 - 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.
- 14 - Variable Frequency Drive - موتورهای الکتریکی که در صنایع به منظور کنترل دور در پرسس های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند [12].
- 15 - Power Factor - ضریب قدرت سیستم های 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 کند و ژنراتورهای نیروگاهها، در شرایط برابر، قادر به تحویل ظرفیت بیشتری به شبکه می باشند [4].
- 16 - 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 [3].
- 17 - هزینه ریالی هر تن محصول تولیدی [3].
- 18 - هزینه ریالی هر کیلو وات ساعت انرژی الکتریکی [3].
- 19 - Active - انرژی مصرفی موثر تجهیزات الکتریکی را انرژی اکتیو گویند که واحد سنجش آن KWH (کیلو وات ساعت) می باشد [13].
- 20 - Reactive - انرژی مصرفی غیر موثر تجهیزات الکتریکی را انرژی راکتیو گویند که آنرا با KVAR (کیلو ولت آمپر راکتیو) نشان می دهند [13].
- 21 - اتوماتیک نمودن تجهیزات الکتریکی را Auto گویند [14].
- 22 - Manual - سیستم الکتریکی که بصورت غیر اتوماتیک و دستی در مدار قرار می گیرد [10].
- 23 - مدیریت مصرف انرژی الکتریکی در سطح کلان برای صنایع و کشور را مدیریت بار گویند [15].
- 24 - Combined Heat & Power - سیستم بکارگیری ترکیبی و همزمان گرما و نیرو [14].

مراجع

- [1] مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف (1385). مرجع کاربردی مدیریت انرژی، چاپ اول، تهران، گروه نفت و انرژی با همکاری شرکت توسعه بهره‌وری انرژی فناوران.
- [2] طاهری، شهنام (1383). بهره‌وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها (مدیریت بهره‌وری فراگیر)، چاپ هشتم، نشر هستان.
- [3] حاج سقطی، اصغر و دیگران (1377). آموزش مدیریت انرژی، چاپ اول، انتشارات سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، پاییز 77.
- [4] بهرامی، حسین و دیگران (1383). صرفه‌جویی و مدیریت انرژی در سیستمهای الکتریکی، چاپ اول، انتشارات سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، پاییز 83.
- [5] Newell, Richard G & et al. (1998). **The Induced Innovation Hypothesis and Energy Saving Technological Change**, Published in Quarterly Journal of Economics. August: 941-975
- [6] منظور، داود (1384). بررسی وضعیت شدت انرژی صنایع کاغذ سازی، چاپ سوم، انتشارات شفق.
- [7] محاسب، علی (1385). هزینه‌های انرژی در صنایع کاغذ سازی، چاپ دوم، انتشارات امیر کبیر.
- [8] محسنی شوشتری، علی اکبر (1383). اعمال مدیریت بار در صنایع سنگین با هدف پیک سایه، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی، موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت.
- [9] علی احمدی، علیرضا و دیگران (1385). نگرشی جامع بر مدیریت استراتژیک، چاپ پنجم، انتشارات تولید دانش، زمستان 85.
- [10] سلطانی، مسعود (1383). دستگاههای اندازه‌گیری الکتریکی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [11] مجموعه مقالات اولین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در صنعت (1383). شرکت ملی نفت ایران، انتشارات سازمان بهینه‌سازی سوخت کشور.
- [12] ویلیدی، تئودور (1384). ماشینهای الکتریکی، محرکه‌ها و سیستم‌های قدرت، ترجمه سعید لسان، چاپ اول، انتشارات دانشگاه مازندران.
- [13] سلطانی، مسعود (1384). تجهیزات نیروگاه، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [14] سلطانی، مسعود (1385). تولید و نیروگاه، چاپ نهم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [15] اسمیت، کرگ. بی (1383). اصول مدیریت انرژی، ترجمه شهناز صادقی و دیگران، چاپ اول، نشر دانشگاه، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا).