



نقش مدیریت بار برای کاهش پیک شبکه با استفاده از کنترل صنایع

جمال الدین آل محمد - فرامرز شادفر - محمد امین انصاری - عایشه قره توفه

سازمان آب و برق خوزستان

چکیده:

مدیریت بار صنایع اصولاً به منظور بهینه کردن بار مشترکین صنعتی و به تبع آن کاهش بار مورد نیاز صنایع در هنگام پیک شبکه، بهبود ضریب بار و بهینه کردن سرمایه گذاری در بخش برق رسانی انجام می گیرد. بطوری که نه تنها مشکلات کنونی را تا حد امکان کاهش داده بلکه زمینه ساز حل مسائل آتی صنعت برق نیز می باشد. تحقق این امر تنها در صورت تدوین برنامه ای منظم برای پروسه تولید امکان پذیر می باشد. از اینرو در این مقاله برای بهینه نمودن بار مصرفی صنایع و کنترل بار روزانه آنها بطوری که به تولید آنها لطمه ای وارد نگردد، روش جابجائی مراحل پروسه تولید به منظور کاهش بار پیک شبکه ارائه گردیده است و در انتها نتایج بدست آمده در این رابطه برای شبکه خوزستان آورده شده است.

شرح مقاله :

افزایش سریع مصرف برق و بار مورد نیاز از سوئی و تأمین آن تنها از طریق گسترش ظرفیت نیروگاه‌ها و شبکه برق‌رسانی از طرف دیگر سبب می‌شود منابع اقتصادی و انسانی بطور وسیع به بخش برق اختصاص یافته که به کمبود آنها در دیگر بخشهای اقتصادی منجر خواهد شد. از طرف دیگر عدم کافی بودن انرژی الکتریکی و زمان بر بودن اجرای پروژه‌های تولید و انتقال برق مانع از تأمین تقاضای فزاینده انرژی الکتریکی در کوتاه مدت و بلند مدت شده و در نتیجه کمبود برق توسعه اقتصادی و اجتماعی را مختل می‌سازد. لذا با توصیف اعم موارد ذیل صریحاً می‌توان گفت که خصوصیات ذاتی انرژی الکتریکی به گونه‌ای است که ناچاراً اعمال مدیریت بار یا به عبارت دیگر مدیریت مصرف را با بکارگیری از شیوه‌های خاص آن الزامی می‌باشد.

۱- سرمایه‌گذاری در صنعت برق بسیار سنگین بوده و نرخ برگشت آن کم می‌باشد، بطوری که اگر نخواهیم این نرخ کمتر از حد معمول آن گردد بایستی به پارامتر بهره‌برداری از این سرمایه‌ها اهمیت بیشتر بدهیم.

۲- فاصله زمانی میان شروع به مطالعه سرمایه‌گذاری تا شروع بهره‌برداری عادی از این سرمایه‌ها بسیار زیاد می‌باشد. یعنی بطور متوسط حدود ده سال از زمان مطالعه، طرح، نصب و راه‌اندازی تا شروع بهره‌برداری زمان لازم دارد و بطور متوسط ۲۵ سال برای برگشت سرمایه بایستی در نظر گرفت.

۳- انرژی الکتریکی قابل ذخیره کردن نمی‌باشد از اینرو تولید آن همواره می‌بایست متناسب با مقدار مصرف باشد. میزان مصرف مطابق با دوره‌های زمانی فصلی و دوره‌های هفتگی یا روزانه (بسته به چگونگی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی) در طول زمان متغیر می‌باشد. از اینرو لازم است برای برآورده ساختن این مصارف در تمامی اوقات با مدیریت بار و متناسب ساختن امکانات موجود به بهترین نتایج دست یافته و به منظور تسریع در امر توسعه و برق‌رسانی مطلوب به مشترکین می‌بایست بار و انرژی در بخشهای مختلف اقتصادی و اجتماعی بطور جدی مورد توجه قرار گیرد.

برای تدوین برنامه‌ای منسجم به منظور مدیریت بار شبکه لازم است رفتار بار طی ساعات مختلف روز و فصول سال مورد بررسی قرار گیرد و عوامل مؤثر در تغییر مصرف شناسائی شود. انجام این بررسی همه جانبه تنها طی مدت زمان نسبتاً طولانی و صرفاً از طریق بررسی مداوم بار مورد نیاز بخشهای مختلف امکان‌پذیر می‌باشد. اما برای بالا بردن پایداری و قابلیت

اطمینان شبکه و عدم کافی بودن ظرفیت تولید در کوتاه مدت، برنامه مدیریت بار روی مصرف‌کنندگان عمده و قابل کنترل می‌بایستی تمرکز یابد. از اینرو مدیریت بار در تابستان تنها با بهینه‌سازی بار مورد نیاز صنایع با مصرف بالا ممکن می‌گردد. که با بررسی اجمالی وضعیت مصرف، بالاخص بار مورد نیاز صناعی که دارای مصرف بالائی می‌باشند، راههای عملی اعمال مدیریت بار برای برقرسانی مطمئن به مشترکین در تابستان و کاهش نوسانات و خاموشیهای احتمالی ارائه گردیده است.

۱ - ضرورت مدیریت مصرف بر بخش صنایع :

خوزستان یکی از قطبهای صنعتی کشور بشمار می‌رود و دارای یک بار بالائی بیش از ۲۰۰۰ مگاوات می‌باشد و طبق آخرین بررسی‌ها بخش صنعت چیزی بیش از ۴۰٪ مصرف انرژی الکتریکی را به خود اختصاص داده است (نتایج در جدول شماره ۳ آورده شده‌اند) از اینرو با توجه به مصرف بالای بخش صنعت مدیریت تقاضای بار در این بخش می‌تواند بر روی بار شبکه تأثیر بسزائی داشته باشد و از آنجائی که بخش صنعت نسبت به دیگر بخشهای مصرف (خانگی - عمومی - کشاورزی) منسجم‌تر می‌باشد. اعمال مدیریت بار در این قسمت با سهولت بیشتری امکان‌پذیر بوده لذا مدیریت بار در مورد صنایع در اولویت قرار می‌گیرد. از آنجائی که صنایع از نظر مصرف برق و بار مورد نیاز همگون نمی‌باشند، بطوری که برخی دارای مصرف کم و برخی دیگر دارای مصرف متوسط و برخی دیگر دارای مصارف بسیار بالائی می‌باشند. از اینرو اعمال مدیریت بار بر روی صناعی که دارای مصارف بالا می‌باشند به مراتب وسیع‌تر و مؤثرتر می‌باشد. بنابراین برای نیل به این هدف و اقدام سریع جهت مدیریت بار، سعی شده است. صنایعی که دارای مصارف بالا می‌باشند در اسرع وقت مورد بررسی قرار گیرند، در این رابطه صنایع فولاد، نورد، لوله‌سازی، پالایشگاه، پتروشیمی، کارخانجات سیمان - واحدهای کشت و صنعت و صنایع جانبی و... که دارای مصارف بالای ده مگاوات می‌باشند مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند.

با توجه به توضیحات فوق دلایل عمده اعمال مدیریت بار بر بخش صنایع را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد که عبارتند از:

- ۱ - مصرف بالای صنایع
- ۲ - منسجم بودن صنایع
- ۳ - قابل کنترل بودن
- ۴ - داشتن مراحل مختلف پروسه تولید که قابلیت جابجائی را داشته بدون اینکه به تولید

لطمه‌ای وارد کنند.

۵- بالا بردن راندمان صنایع

۶- تأثیر بالای مدیریت بار صنایع بر روی بیک شبکه

۷- امکان جایگزینی دیگر حاملهای انرژی با انرژی الکتریکی

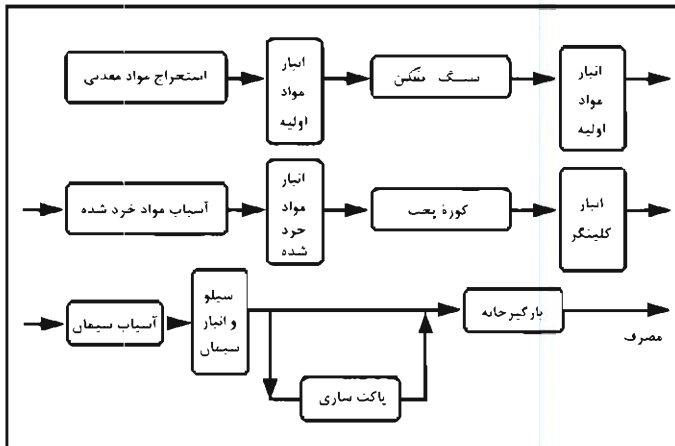
۸- آزاد کردن مقدار زیادی از سرمایه‌های ملی

۹- مدیریت بار در بخش صنایع کمترین هزینه را در بردارد

۲- چگونگی اعمال مدیریت بار بر بخش صنایع :

گر چه صنایع از گستردگی زیادی از نظر میزان مصرف، نوع و پروسه تولید برخوردار می‌باشند اما کلیه آنها دارای یک پروسه تولید می‌باشند که این پروسه از مراحل مختلفی تشکیل گردیده است. بطوری که بعضی از این مراحل حتماً باید قبل از مراحل دیگر و بعضی بطور همزمان و بعضی دیگر طی شرایط خاص قابلیت جابجا شدن را دارا می‌باشند بطوری که به میزان تولید هیچ لطمه‌ای وارد نگردد.

لازم به یادآوری است که استفاده از روشهای مدیریت بار فقط برای صنایعی امکان‌پذیر می‌باشد که مصرف آنها قابل تعدیل و تنظیم باشد، که خوشبختانه بیشتر صنایع دارای چنین خصوصیتی می‌باشند که برای نمونه می‌توان به کارخانجات سیمان، فولاد - لوله‌سازی و نورد با کوره‌های الکتریکی و ... اشاره کرد.



« نمودار ۱ - مهمترین فرآیندهای خط تولید در صنعت سیمان. »

تعدیل بار در یک صنعت اصولاً وابسته به امکان ذخیره سازی و جابجائی مراحل تولید در آن می باشند. با توجه به موارد فوق و برای به اجرا درآوردن مدیریت بار در بخش صنایع جلساتی را بطور جداگانه با کلیه مصرف کنندگان عمده تشکیل داده و آنها را ترغیب کردیم که با تغییر نوبت کار یا جابجا کردن بعضی از مراحل پروسه تولید می توانند ساعات پیک خود را به ساعات غیر پیک شبکه (ساعات ۱۲ تا ۱۷ در تابستان و ۱۸ تا ۲۲ در زمستان) انتقال داده تا بدین طریق نه تنها پایداری و قابلیت اطمینان شبکه را بالا برده بلکه از بروز خاموشیهای احتمالی نیز جلوگیری کرده و به هیچ عنوان از تولید خود کم نکرده و با استفاده از این روش راندمان کاری خود را بالا نیز ببرند. به عنوان مثال مجتمع فولاد اهواز با مصرفی حدود ۳۰۰ مگاوات با به اجرا درآوردن مدیریت بار توانسته است در ساعات پیک (ساعت ۱۲ تا ۱۷) مصرف خود را به کمتر از ۱۳۰ مگاوات برساند. بدون اینکه به تولید نهائی آن لطمه ای وارد گردد.

همچنین در مثالی دیگر از بارهای صنعتی جدید از جمله واحدهای هفت گانه کشت و توسعه نیشکر تقاضای دیماندی معادل ۳۰۰ مگاوات را به سازمان آب و برق خوزستان ارائه دادند و از آنجائی که تأمین چنین بار مستلزم ساخت ۱۷ ایستگاه ۱۳۲/۳۳ کیلوولت و احداث زیادی شبکه انتقال و توزیع را در برداشته، که بالطبع هزینه های ارزی و ریالی هنگفتی را این پروژه ها طلب می کردند. لذا بعد از برگزاری جلسات زیاد آنها را تشویق به استفاده از مدیریت بار و جابجائی بعضی از مراحل پروسه تولید صنایع خود کرده تا بدین طریق تا حد امکان میزان تقاضای فوق را کاهش داد. از اینرو بعد از اجرای مدیریت بار و بررسی دقیق کلیه مراحل تولید در دو مرحله ابتدا دیماند تقاضا شده را به ۲۶۵ مگاوات و در مرحله دوم به ۱۶۵ مگاوات کاهش داده که نتایج و مراحل این تحقیق در جدول شماره یک آورده شده است.

کاهش این دیماند باعث شده تا به جای ساخت ۱۷ ایستگاه خواسته شده در ابتدا به ساخت ۵ ایستگاه اکتفا شود که این امر موجب صرفه جوئی قابل ملاحظه ای در سرمایه گذاریهای لازم گردیده است. باید یادآور شد که این کاهش دیماند بیشتر از غیر همزمان بودن پیک قسمتهای مختلف شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی انجام گرفته است. بدین ترتیب که کارخانجات نیشکر فقط از حدود اول آبانماه شروع بکار نموده و حداکثر ۱۵۰ روز در سال فعال هستند یا کارخانجات خوراک دام در دو ماه از تابستان غیرفعال بوده و امور تعمیرات و سرویس را انجام می دهند. ولی بخشهای کشاورزی در تابستان از حداکثر مصرف برخوردار بوده و در ماههای پاییز و زمستان به نیروی برق بسیار کمتری احتیاج دارند. لذا پیک بار کلیه بخشها بطور همزمان جهت تعیین نیاز برق مصرفی صحیح به نظر نمی رسد و باید همزمان بودن یا نبودن

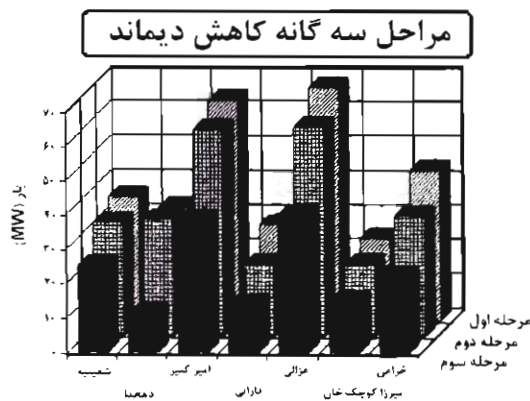
واحدهای کشت و صنعت نیشکر

مرحله سوم (MW)	مرحله دوم (MW)	مرحله اول (MW)	نام واحد
۲۵	۳۳	۳۶	شعبیه
۱۱	۳۴	۳۳	دهخدا
۳۵/۵	۶۰	۶۴	امیرکبیر
۱۲	۲۱	۲۸	فارابی
۲۷	۶۱	۶۸	غزالی
۱۱/۵	۲۱	۲۴	میرزا کوچک خان
۱۹	۳۵	۴۴	خرزاعی
۱۴	*	*	شهرک شیرین شهر
۱۶۵	۲۶۵	۲۹۷	جمع

* میزان مصرف آن در ۵ واحد بالا منظور شده است.

« جدول شماره (۱) »

پیک مصارف مورد توجه قرار گیرد. در مجموع پیک بار واحدهائی که کارخانجات کاغذسازی در آنها واقع است در ماههای پاییز و پیک بار واحدهائی که بخش صنعت محدودتری دارند در فصل تابستان خواهد بود. بنابراین با در نظر گرفتن همزمان نبودن پیک بار مصرف کننده های مختلف برق مورد نیاز مجتمع های هفتگانه حدود ۱۶۵ مگاوات در نظر گرفته شده است.



« نمودار شماره (۲) »

۳- مدیریت بار صنایع و تأثیر آن بر پیک شبکه :

عملکرد واحدهای صنعتی با راندمان اقتصادی بالا مستلزم آن است که در هر مرحله از پروسه تولید دستگاهها و تجهیزات با حداکثر ظرفیت مورد بهره‌برداری قرار گیرند. تا بدین طریق از استهلاك سریع تر سیستمهای فنی جلوگیری به عمل آید و برای کاهش هزینه عملیات از انبارها برای ذخیره محصولات میانی پروسه تولید استفاده شود. این امر به مفهوم آن است که سیستمهای فنی باید به اندازه ساعات کاری مورد نیاز فعالیت نمایند و از کارکرد آنها بیش از آن مدت ممانعت به عمل آورد. برای نیل به این هدف تهیه برنامه‌ای منظم برای فرآیند تولید ضروری می‌باشد. بطوری که اجرای این برنامه می‌تواند به افزایش کارایی اقتصادی و بهینه‌سازی تولیدات و کاهش مصرف انرژی الکتریکی صنایع منجر گردد.

برای اجرا و تنظیم برنامه مدیریت بار صنایع ابتدا ۲۹ مشترک عمده با دیماندهای بالای ۱۰ مگاوات و مجموع دیماندها ۱۰۱۲ مگاوات و با مصرف همزمانی معادل ۷۰۰ مگاوات انتخاب گردیده است.

ارقام : MW

سال	دیماند	پیک بار صنعتی	بار صنعتی در ساعات پیک *	میزان کاهش
۱۳۷۰	۱۰۱۲/۱	۵۴۳/۴	۵۱۰	۳۳/۴
۱۳۷۱	۱۰۱۲/۱	۵۵۱/۲	۴۴۰	۱۱۱/۲
۱۳۷۲	۱۰۱۲/۱	۵۷۰	۴۳۰	۱۴۰
۱۳۷۳	۱۰۱۲/۱	۶۹۴	۴۴۳	۲۵۱

* پیک شبکه خوزستان در ساعات ۱۲ الی ۱۷ تابستان می‌باشد.

« جدول شماره (۲) »

پس طی جلسات متعدد لزوم کاهش بار آنها در ساعات پیک شبکه تا حد امکان (بنابر دلایل ذکر شده در بالا) و روشهای اجرا آن که عمدتاً بر جابجائی مراحل پروسه تولید و یا نوبت‌کاری آنها استوار بود بطور کامل تشریح گردیده اولین قدمها برای انجام این برنامه از سال ۱۳۷۰ برداشته شد که در سال اول تأثیر آن بسیار اندک ولی باز امیدوارکننده بود. اما در سالهای بعد به سرعت کاهش بار فوق افزایش یافته بطوری که در سال ۱۳۷۳ چیزی در حدود ۳۰۰ مگاوات کاهش بار داشتیم. بطوری که این مقدار نسبت به سال ۱۳۷۰ حدوداً ۱۰ برابر شده است که این مقدار کاهش بار در پیک شبکه تأثیر به‌سزائی در پایداری و کاهش خاموشیها

و نوسانات قدرت و کنترل بار ترانسهای پر بار داشته است.

ارقام: MW

سال	بیک بار واقعی شبکه خوزستان	بار صنایع	درصد بار صنایع به بار کل	بیک بار با اعمال مدیریت مصرف	میزان کاهش
۱۳۷۰	۱۵۴۰	۵۶۸	۳۷٪	۱۵۰۸	۳۲
۱۳۷۱	۱۸۸۰	۷۵۲	۴۰٪	۱۷۸۵	۹۵
۱۳۷۲	۲۰۲۰	۸۵۰	۴۲٪	۱۹۱۵	۱۰۵
۱۳۷۳	۲۲۶۹	۱۰۳۶	۴۵٪	۱۹۷۷	۲۹۲

« جدول شماره (۳) »

نمودار زیر کاهش بیک شبکه را از سال ۱۳۷۰ الی ۱۳۷۳ در مقایسه با بیک واقعی آن که در اثر اعمال مدیریت مصرف بر روی صنایع بوجود آمده را نشان می دهد.

بیک بار خوزستان



نمودار شماره ۳

البته لازم به ذکر است که در راستای پیاده کردن برنامه منظم مدیریت بار با مشکلات زیادی مواجه می‌شدیم که عمده آنها را می‌توان به صورت زیر ذکر کرد.

اغلب صنایع کمبود قطعات یدکی و عدم کافی بودن ارز تخصیص یافته برای تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی را به عنوان مشکل اساسی خود معرفی می‌کردند. که این امر باعث می‌گردید برنامه تعمیر و نگهداری قطعات سیستمهای فنی مشکل گردد و به تبع آن برنامه ریزی عملیات خط تولید و تنظیم فعالیتها در راستای بهینه نمودن فرآیندهای تولید عملاً دشوار و در مواردی غیرممکن می‌باشد. و این در حالی است که بیشتر صنایع افزایش سطح تولید را به هر نحو ممکن در سر لوحه وظایف خود قرار داده‌اند بطوری که ارتقاء سطح کارآئی اقتصادی صنعت و بهبود کیفیت کار تحت شعاع کمیت قرار دارد.

ب- از طرف دیگر از آنجائی که هزینه برق برای صنایع نسبت به دیگر مخارج بسیار اندک می‌باشد لذا سرمایه‌گذاری در این راستا را احساس نمی‌کنند و مدیریت صنایع فقط دنبال بهینه کردن عوامل تولید می‌باشند. از اینرو تأکید می‌شود که اعمال مدیریت بار در واحدهای تولیدی مستلزم آن می‌باشد که هزینه برق به صورت هزینه‌های عرضه مطمئن حدی برق به مصرف‌کننده منعکس گردد. زیرا هزینه حدی عرضه برق در ساعتهای مختلف به سبب نوسانات تقاضای آن در طول شبانه‌روز متفاوت می‌باشد.

نتیجه :

صنایع از عمده مصرف‌کنندگان برق بشمار می‌روند و قدرت بکار گرفته شده در هر یک از مراحل پروسه تولید و ساعات کاری مورد نیاز هر یک از مراحل در شبانه‌روز متفاوت می‌باشد که در اغلب آنها می‌توان از انبارهای ذخیره فرآورده‌های میانی بین مراحل مختلف تولید استفاده کرده و به کمک این انبارها می‌توان در صورت خروج برخی از فرآیندها از خط تولید برای حفظ تداوم فعالیت مراحل دیگر بهره گرفت. این ویژگی خط تولید در بیشتر صنایع امکان مناسبی را برای جابجائی زمان کاراکتر مراحل فراهم می‌سازد که از طریق مدیریت بار روزانه صنایع می‌تواند عملی گردد که با استفاده از این جابجائی تا حد مطلوبی می‌توان از پیک شبکه کاسته شود و از این طریق نه تنها در سرمایه‌گذاریهای اضافی برای تولید انتقال و توزیع برق جلوگیری کرده بلکه باعث بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه و کاهش بار ترانسهای فول لود شده و بدین ترتیب از انرژی الکتریکی استفاده بهینه را برده و حتی هزینه تولید صنایع را تا حد قابل قبولی کاهش داد.

منابع :

- ۱- مدیریت بار در صنایع سیمان ایران - معاونت امور انرژی - وزارت نیرو - تیرماه ۱۳۷۰
- ۲- مدیریت مصرف - گروه مدیریت بار و بهینه‌سازی مصرف مرکز تحقیقات نیرو.
- ۳- گزارشات مدیریت بار و مصرف استان خوزستان سالهای ۷۱، ۷۲ و ۱۳۷۳.
- ۴- مجموعه مقالات کنفرانس مدیریت بار مرکز تحقیقات نیرو - تهران - ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ۱۳۷۳.
- ۵- گزارش بررسی وضعیت کلی تأمین برق و تعداد پستهای ۱۳۲ کیلوولت مجتمع‌های هفتگانه نیشکر - مهندسین مشاور موندکو ایران - ۱۳۷۳.

1 - LOAD MANAGEMENT - ELECTRICITE DE FRANCE
INTERNATIONAL JUNE 1990.