



## مدیریت مصرف برق صنایع

صنعت برق از جمله صنایع زیر بنایی است که گردش چرخهای اقتصادی و نیز تامین رفاه اجتماعی به استمرار آن متکی است و هرگونه اختلال در تامین برق مطمئن و کافی، مشکلاتی را در عملکرد صنایع موجود و گسترش و توسعه آنها بوجود خواهد آورد.

هدف از مدیریت مصرف برق صنایع، تعدیل مصرف برق آنها است به گونه ای که بدون کاهش میزان تولید و یا کیفیت محصول بلکه همراه با افزایش و ارتقاء عوامل مزبور، مشترک صنعتی بابت برق مصرفی هزینه کمتری را پردازد، بنابراین مدیریت مصرف برق صنایع، اقدامی در جهت بهبود بهره وری در واحدهای صنعتی و ارتقاء سطح کارایی در اقتصاد ملی است.

مدیریت مصرف برق به دو صورت مدیریت بار و صرفه جویی در انرژی مصرفی قابل اعمال است نظر به اینکه در ساعات اولیه شب وسایل روشنائی و لوازم الکتریکی خانگی وارد مدار میشوند، در حالیکه اکثریت مصرف کنندگان دیگر نیز هنوز در مدار میباشند، لذا بار مصرفی به حداکثر مقدار خود میرسد(ساعات اوج مصرف) و مدیریت بار در جهت کاهش این قله بار و تعدیل آن میبایستی برخی از مصارف را به ساعات دیگر شبانه روز انتقال دهد همچنین در طول شبانه روز باید با اعمال روشهای مناسب و جلوگیری از اتلاف انرژی برق در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی گام برداشت.

باید توجه داشت که مدیریت مصرف برق با رهنمودهای فرهنگی و ایجاد تغییرات بسیار ساده در عادات و رفتار مصرف کنندگان (کوتاه مدت) و نیز با تهیه ، نصب و بهره برداری از وسایل و ماشین آلات با راندمان بهتر (میان مدت و بلند مدت) قابل اجرا میباشد ، نظر به افزایش سالانه قیمت انواع حاملهای انرژی از جمله برق ، انجام اقدامات کوتاه مدت ، میان مدت و بلند مدت و نیز هرگونه سرمایه گذاری در جهت کاهش مصرف زائد انرژی الکتریک ، دارای توجیه اقتصادی بوده و اجتناب ناپذیر است .

### ۱. آشنایی با منحنی بار

چنانچه قدرت مصرفی برق صنایع را که شامل تجهیزات اصلی (موتورها ، کمپرسورها ، پمپ ها و دیگر ماشین آلات) و وسائل جانبی (لامپها ، سیستمهای گرمایشی و سرمایشی ، یخچال و ...) میباشد را بر حسب زمان وقوع مصرف در یک شبانه روز رسم نمائیم ، مشاهده میشود که باید سعی کرد از قله ها کاست و به ساعات دیگر انتقال داد (بویژه از قله دوم که مصادف با ساعات اولیه شب و همزمان با ساعت اوج مصرف مشترکین خانگی است ) اصلاح قله دوم با جابجایی بار صنایع دو و سه نوبته امکان پذیر است.

### ۲. ضریب بار

ضریب بار (Load Factor) بصورت درصد بیان میشود و نشان دهنده درجه یکنواختی مصرف در طول یک دوره مشخص است که در واقع با کاهش از قله بار و انتقال به ساعات دیگر این ضریب افزایش خواهد یافت. که E و Pmax و T بترتیب مجموع انرژی مصرفی ، حداکثر دیماند مصرف و زمان مصرف می باشد .

$$LF\% = \frac{E * T}{P_{max}} * 100$$

### ۳. ضریب توان

ضریب توان (Power Factor) نشان دهنده خصوصیت تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده از نقطه نظر مصرف توان راکتیو است و هر چه به یک نزدیکتر باشد نشانه کارایی بهتر است ، بهای انرژی راکتیو، به مقدار ضریب توان تجهیزات مشترکین بستگی دارد بوسیله بهبود بهره برداری و نصب تجهیزات مناسب (از جمله خازن ) میتوان مقدار ضریب توان را تا حد ممکن به یک نزدیک کرد.

### ۴. هزینه های تامین برق مشترکین :

تامین حداکثر توان هر مشترک برق صرف نظر از انرژی مصرفی وی نیازمند سرمایه گذاری در تاسیسات و انجام هزینه های ثابت نگهداری است . سرمایه گذاری مزبور بدین لحاظ صورت میگیرد که مشترک در هر لحظه امکان استفاده از حداکثر تقاضای خود را که طی قرارداد با شرکت برق منطقه ای مشخص گردیده ، داشته باشد و لذا به ساعت کار و میزان انرژی مصرفی مشترک بستگی ندارد بخشی از این تاسیسات به یک یا تعداد محدودی از مشترکین مربوط میشوند ( مانند تاسیسات توزیع) هزینه این قبیل تاسیسات عموماً" از محل حق انشعاب تامین میگردد.

آن بخش از تاسیسات و هزینه ها که به مشترک یا گروه محدودی از مشترکین مربوط نمیشود (مانند هزینه های سرمایه گذاری ثابت در تاسیسات تولید و انتقال ) عموماً" بعنوان بهای دیماند از مشترکین دریافت میشود ، بدین ترتیب هزینه های ثابت که بخش عمده ای از هزینه های صنعت برق را تشکیل میدهد ، تحت عنوان بهای دیماند باید از مشترکین اخذ گردد، بدیهی است مشترکینی که ساعات بیشتری از انرژی الکتریکی استفاده می کنند سرشکن هزینه های دیماند روی انرژی مصرفی آنان کمتر خواهد بود بعبارت دیگر نرخ برق برای مشترکین دیماندی تشویقی است ، بر اساس تعرفه های فعلی مشترکین

دارای انشعاب بیش از ۲۵ آمپر سه فاز ، دیماندی محسوب شده و مشمول هزینه های دیماند میگردند.

### ۵. هزینه های تامین انرژی مورد نیاز مشترک:

هزینه های تامین انرژی مورد نیاز مشترک و یا هزینه های متغیر عبارت است از آندسته از هزینه ها که با کاهش یا افزایش انرژی مصرفی مشترک متناسباً تغییر میکند ، مانند هزینه های سوخت ، هزینه های متغیر تعمیر و نگهداری ، همچنین بخشی از هزینه های سرمایه گذاری ثابت که از محل درآمدهای حق انشعاب و بهای دیماند تامین نگردیده است و بایستی از محل فروش انرژی تامین گردد، هزینه انرژی تحویلی به مشترکین صنعتی با توجه به ولتاژ تحویلی (بعلت آثار ناشی از تلفات و سرمایه گذاری در سطوح مختلف ولتاژ متفاوت است .

با توجه به طیف وسیع مشترکین صنعتی و ساعات کارکرد متفاوت آنها ، در جهت رعایت وضعیت و طبیعت فعالیت آنها گزینه های متفاوتی بلحاظ منظور کردن بهای دیماند و انرژی مصرفی پیش بینی شده است ، که هر یک از مشترکین میتوانند ظرف مدت یکماه از تاریخ ابلاغ سالانه تعرفه ، با توجه به وضعیتشان یکی از گزینه ها را انتخاب و تا پایان سال بهای برق مصرفی را بر اساس آن پردازند.

از آنجا که در ماههای پیک سال و ساعات پیک روز هزینه تمام شده برق بیش از سایر ایام و اوقات است ، نرخ برق در ماههای پیک سال و در ساعات پیک روز بیش از نرخ سایر اوقات تعیین گردیده است در جهت پیشبرد اهداف مدیریت مصرف ، موارد جدیدی در تعرفه ها منظور شده است تا مشترکینی که در ساعات کم باری (نیمه شب) فعال هستند بتوانند از تخفیف ویژه در بهای انرژی برخوردار شوند ، بدین ترتیب بهای انرژی مصرفی مشترکین طی ساعات مختلف شبانه روز در ضرایب خاصی ضرب میگردد.

## ۶. هزینه های ناشی از مصرف انرژی راکتیو

دستگاههایی مانند موتورهای الکتریکی ، کوره های اندوکسیونی و ... علاوه بر مصرف انرژی اکتیو موجب مصرف انرژی راکتیو میگردند ، انرژی راکتیو علاوه بر آنکه بخشی از ظرفیت تاسیسات را اشغال میکند، موجب افزایش تلفات خواهد شد که هزینه های ناشی از این امر بعنوان ضریب بدی مصرف از مشترکین اخذ میگردد، بر اساس تعرفه های موجود ضریب توان مجاز ۹/۰. تعیین گردیده است و مشترکینی که ضریب توان کمتر از این میزان داشته باشند متناسباً " کل بهای برق آنان در ضریب بدی مصرف ضرب خواهد شد مشترکین صنعتی میتوانند با نصب خازن نسبت به اصلاح ضریب توان اقدام نموده و مشمول هزینه های مرتبط نگردند.

## ۷. چگونگی اعمال مدیریت مصرف

به منظور کنترل و مصرف بهینه برق در صنایع ، اقدامات زیر پیشنهاد میشود که برخی از آنها نیاز به بررسی بیشتر و اقدام در بلند مدت دارد:

### **۱-۷ توصیه های مدیریتی:**

مدیران و کارشناسان انرژی کارخانه ها با آگاهی از قیمت برق مصرفی می باید کلیه پرسنل را جهت جلوگیری از اتلاف انرژی برق تشویق کنند، بدین منظور لازم است در هر کارخانه ، فردی آشنا با موضوع و بعنوان مسئول مدیریت مصرف انرژی معرفی شود، که بررسی ، کنترل و نظارت بر حذف مصارف زاید انرژی و استفاده از تجهیزات پر بازده را بر عهده داشته باشد و به منظور حفظ کارایی وسایل و تجهیزات ، پیشنهادهای مناسبی را به مدیران ارائه کند جهت تشویق مدیریت انرژی صنایع، میتوانی سهمی از کاهش هزینه ها در اثر مدیریت انرژی را بعنوان کارانه به مسئولین ذیربط و افرادی که با طرح همکاری می نمایند پرداخت کرد .

\* کارخانه های دو و سه نوبتکاری ، باید بررسی کنند تا در صورت امکان بخشی از فعالیتهای بعد از ظهر و سر شب را به نوبتکاری سوم منتقل سازند در اینصورت علاوه بر کاهش بار شبکه در ساعات اوج مصرف ، از تخفیف ویژه بهای انرژی مصرفی نیز بهره مند خواهند شد.

\* در مورد صنایعی که جابجایی نوبتکاری برای آنها امکان پذیر نیست ، با بررسی دقیق ، استفاده از دستگاههای پر مصرف برقی را از ساعات اوج مصرف به ساعات دیگر تغییر دهند.

\* به منظور کاهش دیماندا که موجب کاهش هزینه مصرف برق و عملکرد بهتر شبکه نیز میشود تدابیر زیر میتواند صورت پذیرد در این صورت دیماندا اضافی با شرایط پیش بینی شده در تعرفه ها به صنعت برق قابل فروش خواهد بود.

الف) ساعت کار چنان تنظیم شود که در ساعات اوج مصرف سر شب، مصرف برق کارخانه حداقل باشد.

ب) خط تولید و طول زمان کار فرآیندها حتی الامکان بگونه ای تنظیم شود که دستگاهها و ماشین آلات مختلف بطور همزمان مشغول کار نباشند.

ج) مصارف غیر دائمی جنبی از قبیل پمپهای آب چاهها و دستگاههایی که عملکرد آنها در ساعاتی غیر از ساعات کار واحد صنعتی ، لطمه ای به خط تولید نمی زند ، به اوقات کم باری بویژه ساعت نیمه شب منتقل شود.

\* در خصوص استفاده از دستگاههای مناسب سنجش بار و کنتورها ، مطالعه و اقدام لازم صورت پذیرد.

\* حتی الامکان سعی شود تعطیلات سالانه و تعمیرات دوره ای کارخانه به فصل پیک (ماههای تیر، مرداد و شهریور) موکول گردد.

## ۷-۲ توصیه های عمومی:

- \* در زمان احداث کارخانه در صورت امکان از ولتاژ بالاتری برای برقرسانی استفاده شود.
- \* با نصب ترانسفورماتور مناسب ، از تلفات اضافی جلوگیری شود.
- \* با طراحی مناسب سیستم توزیع داخلی ، سعی شود تلفات شبکه توزیع به حداقل ممکن کاهش یابد.
- \* با نصب خازن مناسب ، نسبت به بهبود ضریب توان اقدام گردد.
- \* نگهداری و تعمیرات بموقع ، پاک کردن فیلترها و روغنکاری تجهیزات در تثبیت راندمان آنها موثر بوده و بازدید جلوگیری از بروز عیوب الکتریکی ضروری است .
- \* در مطالعه و اجرای طرحهای افزایش ظرفیت فرآیندهای تولید ، بهینه سازی مصرف برق مد نظر قرار گیرد.

## ۷-۳ موتورهای الکتریکی:

- \* امکان استفاده از موتورهای با دور قابل تنظیم مورد بررسی قرار گیرد.
- \* دقت شود که موتورهای الکتریکی با ولتاژ نامی کار کنند.
- \* از تنظیم کننده های ولتاژ تغذیه استفاده بعمل آید زیرا گاهی تغییر ۳٪ در ولتاژ تغذیه باعث افزایش تلفات انرژی به میزان ۲۵٪ خواهد شد.
- \* سعی شود بار موتورها به اندازه توان نامی آنها باشد و در صورتیکه به قدرت کمتری نیاز است از موتورهای با قدرت کمتر استفاده شود زیرا موتورهای بزرگ به راحتی موتورهای کوچک قابل مانور کردن نیستند و تلفات آنها در حالت کم باری زیادتر است .

- \* با توجه به اینکه موتورها در محیط خنگ بهتر کار میکنند ، باید محیط کار آنها طوری در نظر گرفته شود که گرمای ایجاد شده توسط موتورها به راحتی تهیه گردد، قابل ذکر است در صورتیکه گرمای محیط کار از ۲۷° به ۳۲° افزایش یابد به مقدار ۲٪ به تلفات انرژی موتور افزوده میگردد.
  - \* دقت شود که موتورها با بارنامی کار کنند و با برنامه ریزی مناسب چه از لحاظ توان و چه از لحاظ زمان، از خاموش و روشن کردن بیش از حد موتورها جلوگیری بعمل آید.
  - \* کاهش اصطکاک در سیستمهای مکانیکی که بوسیله موتورها به گردش درمی آیند مثل چرخنده ها ، غلطکها ، بلبرینگها ، زنجیرها و ..... مد نظر قرار گیرد.
  - \* در صورت امکان ، حمل و نقل مواد با تسمه نقاله برقی به ساعات کم باری شبکه منتقل شود.
  - \* سعی شود که از دستگاههای حمل و نقل الکتریکی بیش از ظرفیت مجاز استفاده نشود و در ساعاتی که استفاده نمیشوند ، برق آنها قطع گردد.
- ۴-۷ کوره های الکتریکی:**
- \* امکان استفاده از سیستمهای کنترل اتوماتیک و نصب تجهیزات مناسب کنترل مصرف برق در کوره ها مورد بررسی قرار گیرد.
  - \* در صورت امکان ، طرحهای جدید کوره های کم مصرف و پر بازدهکار گرفته شوند.
  - \* افزایش مواد روان ساز به شارژ کوره مصرف برق آنرا کاهش خواهد داد.
  - \* روشهای پیش گرمایش مواد بررسی و استفاده شوند.
  - \* باعایق بندی مناسب، تلفات تبادل حرارتی کوره با محیط کاهش داده شود.
  - \* با تنظیم جریان و ولتاژ مناسب در جهت افزایش راندمان الکتریکی کوره ها اقدام گردد.



## ۷-۵ سیستم سرمایشی و گرمایشی:

\*در زمان طراحی سیستمهای سرمایشی و گرمایشی با توجه به شرایط آب و هوایی، موقعیت جغرافیایی و جهت ساختمان از حداکثر نور و گرمای خورشید و تهویه طبیعی استفاده شود.

\*امکان استفاده از سیستمهای جذبی (Absorption) بجای سیستمهای سرمایشی تراکمی بررسی شده و در صورت کارایی از سیستم جذبی استفاده گردد.

\*امکان عایق کاری دیوارها، کف و سقف سالنها و ساختمانها بخصوص در زمان ساخت بناهای جدید به منظور جلوگیری از اتلاف انرژی مد نظر قرار گیرد.

\*امکان استفاده از آب کندانسور بعنوان آب گرم مصرفی کارخانه بررسی شده و از اتلاف آب گرم در محیط کار جدا" جلوگیری شود.

\*ظرفیت سیستم تهویه باید با نیاز واقعی منطبق باشد و سیستم هایی که تنها با درصدی از ظرفیت خود کار می کنند از مدار خارج شوند.

\*نسبت به تمیز کردن و سرویس به موقع سیستم اقدام شده ، از عایق کاری مناسب لوله ها و اتصالات استفاده شده از نشتی آنها جلوگیری بعمل آید.

\*در جهت تنظیم سرما و گرمای محیط از ترموستات استفاده کرده و با توجه به نیاز فصل ، درجه آن ثابت و غیر قابل تغییر گردد.

## ۷-۶ سیستم روشنایی:

\*حتی الامکان از نور طبیعی استفاده گردد و با نصب پنجره های مناسب و رنگ آمیزی روشن دیوارها، از نیاز به نور مصنوعی در روز کاسته شود.

\*میزان روشنائی محل کار حدود ۳۰۰ لوکس و در محیطهای غیر کاری ۱۰۰ لوکس کافی است ، لذا از نور مصنوعی در حد نیاز استفاده شده و در صورت امکان روشنائی موضعی برای فرآیند تولید بکار گرفته شود.

\*امکان استفاده از لامپهای فلورسنت (بویژه همراه بالاست الکترونیکی) و یا سایر انواع لامپهای صرفه جو مورد بررسی و اقدام قرار گیرد.

\*نسبت به تمیز کردن لامپها اقدام شود و لامپهایی که بهره نوری آنها افت کرده ، تعویض شوند.

\*استفاده از چشم الکترونیکی و تایمر برای روشنائی معابر و محلهایی که نیاز به نور دائم ندارند مورد بررسی و اقدام قرار گیرد.

\*تاثیر حرارت لامپهای پروات در تهویه مد نظر قرار گیرد.

\*در مکانهایی نظیر انبار ، پارکینگ ، راه پله، راهرو، محوطه بیرونی و دستشویی و ..... از روشنائی در حد ضرورت استفاده شود.

#### ۷-۷ متفرقه:

\*کارخانه های تولید کننده وسایل برقی موتور دار مانند یخچال ، کولر و ..... ضمن استفاده از موتورهای با مصرف برق کمتر ، با نصب خازن مناسب در محصولات خود ، جریان راکتیو اینگونه وسایل را خنثی کنند.

\*در فاصله های کم و حجم کم مواد ، جابجایی بوسیله لیفتراک صورت پذیرد، همچنین در مواقع پایین آوردن مواد با بهره گیری از نیروی جاذبه از ابزار برقی کمتر استفاده شود.