

معرفی الگویی نوین در مدیریت مصرف صنایع بر اساس دیماند مصرفی با تحلیل اقتصادی آن پس از هدفمند سازی یارانه‌ها

حسن شاکری ، محمدمحمدي نیا

مریم برزوئی

شرکت توزیع برق نواحی استان تهران

دانشگاه تهران

چکیده:

با هدفمندسازی یارانه ها و افزایش سهم بهای انرژی الکتریکی در هزینه های دوره ای، انگیزه اقتصادی مشترکین در کاهش و بهینه سازی مصرف برق بالا رفته است. با اصلاح الگوی بار و تغییر در مدل مصرف انرژی و کاهش بار در پیک از هزینه های تحمیلی کاسته می شود. در میان مشترکین، بخش صنعتی بدلیل پتانسیل بالاتر در جهت اعمال روشهای بهینه سازی مصرف مورد توجه قرار گرفته اند. بسیاری از پروژه های مدیریت مصرف که تا کنون تحت عنوان ممیزی انرژی در صنعت طرح گردیده، اغلب منجر به ارائه روشهایی شده که عملیاتی شدن آنها با وجود کاهش مصرف انرژی بدلیل هزینه بر بودن و نیاز به انجام تغییر در تکنولوژی و تجهیزات با استقبال کمتری از سمت صنایع مواجه شده است. این مقاله راهکارهای کاربردی و کم هزینه ای جهت اصلاح الگوی مصرف در صنعت ارائه میدهد و به تحلیل اقتصادی انتخاب گزینه مناسب ، جابجایی بار پس از هدفمند سازی یارانه ها می پردازد. بدین منظور طرح عملیاتی و کاربردی در جهت بهینه سازی مصرف با تقسیم بندی بار نسبت به تعرفه های مختلف ارائه و میزان کاهش هزینه پس از اجرای طرح مورد بررسی قرار داده است.

واژه های کلیدی : اصلاح الگوی مصرف، هدفمند سازی یارانه ها، جابجایی بار، صنایع، منافع اقتصادی

تکنولوژی و تغییر تجهیزات در پروسه تولید در صنایع راندمان و بهره وری افزایش می یابد. در اغلب کشورها، راهکارهای اول و دوم تبدیل به فرهنگ شده و تلاش برای بهینه سازی در راهکارهای تکنولوژیک می باشد. [۵،۴] اما متأسفانه در ایران با تخصیص یارانه ی قابل توجه دولت به انرژی و ناچیز بودن سهم بهای برق در هزینه های صنایع، تاکنون راهکار سوم هیچ توجیه منطقی و اقتصادی برای صنعت، با توجه به هزینه ایجاد و دوره بازگشت سرمایه، نداشته و حتی دو راهکار پیشین نیز به سختی مقبول صاحبان صنایع می گردد. اما امید است از حالا به بعد با توجه به اجرای طرح هدفمندسازی یارانه ها، راهکارهای کاهش هزینه خصوصاً مواردی که با سرمایه گذاری کمتر محقق می گردد، مورد توجه قرار گرفته است. [۶]

در این مقاله سعی شده الگویی کاربردی، ساده و کم هزینه براساس ماکزیمم و مینیمم دیماند واقعی برای مدیران صنایع ارائه شود. منافع اقتصادی صنعت را تحلیل می کند. قطعاً با اجرای طرح هدفمندسازی یارانه ها استقبال صنایع برای به کارگیری این روش ها در جهت کاهش هزینه بیشتر می شود. از آنجاییکه هدف این مقاله بررسی منافع اقتصادی حاصل از اجرای راهکارهای مدیریت مصرف است در ابتدا به هزینه برق مصرفی می پردازیم.

۲- نحوه محاسبه هزینه انرژی مصرفی صنایع با تعرفه های جدید

با توجه به تعرفه های برق، هزینه مصرف انرژی برای واحدهای مختلف صنعتی از رابطه ۱ محاسبه می شود.

$$C = (E_l \times C_l + E_n \times C_n + E_h \times C_h) + D_r C_d + P \quad (1)$$

C: هزینه انرژی الکتریکی مصرفی، (Rls)

El: میزان انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه کم بار (kwh)

Cl: هزینه واحد انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه کم بار (Rls/kwh)

En: میزان انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه میان بار (kwh)

Cn: هزینه واحد انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه میان بار (Rls/kwh)

Eh: میزان انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه اوج بار (kwh)

مشکلات ناشی از صرفه هزینه زیاد و زمان طولانی جهت افزایش ظرفیت تولید برق، سبب شده بهینه سازی مصرف انرژی در بخشهای مختلف از جمله صنعت به منظور کاهش تقاضای انرژی الکتریکی مورد توجه قرار می گیرد. مدیریت مصرف برق یعنی اجرای یک برنامه هدفمند و نظارت بر تمامی فعالیتهایی که در مصرف برق موثر است و باعث تغییر شکل مطلوب در الگوی بار می گردد. [۱] با اتخاذ این سیاستها میزان تولید صنایع و رفاه اجتماعی نه تنها کاهش پیدا نمی کند بلکه با همان سطح تولید انرژی کمتری مصرف می شود.

محدودیت منابع فسیلی و آلاینده های آنها موجب شده، مدیریت انرژی بسیار مورد توجه قرار گیرد [۲] در میان بخش های مختلف مصرف کننده انرژی الکتریکی، صنعت با توجه به محدودیت تعداد و سهم بالای مصرف، پتانسیل قابل توجهی در کاهش و بهینه سازی انرژی برق دارد. باید توجه داشت که نتیجه مدیریت مصرف، کاهش مصرف انرژی است و معنای آن کاهش تولید و پایین آوردن کیفیت محصول تولیدی نیست بلکه اعمال روش های مناسب برای بهینه سازی مصرف انرژی و مدیریت سمت تقاضای مصرف برق می باشد. از طرف دیگر با نگاه به صنعت به عنوان یک بنگاه اقتصادی، کاهش هزینه ها باعث افزایش سود بنگاه و کاهش قیمت تمام شده محصول می گردد که این عمل منافع بنگاه و جامعه را به دنبال دارد. [۳]

با توجه به تعرفه های برق، برای هر صنعت این سؤال مطرح می شود که انرژی برق را چگونه و در چه زمانی باید مصرف نمود؟ پاسخ کارشناسی و مدبرانه به این سؤال، هم منافع صنعت و هم جامعه را تأمین می نماید. به طور کلی راهکارهای بهینه سازی مصرف را می توان در سه بخش راهکارهای بدون هزینه، کم هزینه و پر هزینه تقسیم بندی نمود. راهکارهای بدون هزینه و کم هزینه عمدتاً شامل روشهای مدیریتی است. برای مثال کاهش مصارف غیر ضروری و کاهش همزمانی استفاده از دستگاهها و بازنگری در چیدمان خط تولید و شیفت های کاری از این نوع راهکارها می باشد.

اما راهکارهای هزینه بر غالباً مبتنی بر تکنولوژی و سخت افزاری می باشد. با پیشرفت های عملی، روز به روز شاهد افزایش کارایی و بهبود راندمان تجهیزات می باشیم. با بروز شدن

Ch: هزینه واحد انرژی الکتریکی مصرفی در ناحیه اوج بار (Rls/kwh)
 Dr: میزان دیماند قرائت شده (kw)
 Cd: هزینه واحد دیماند قرائت شده (Rls/kw)
 P: هزینه های دیگر مانند جریمه در نظر گرفته شده برای مصرف توان راکتیو (Rls)

از آنجایی که در محاسبه بهای برق، در صورتی که دیماند قرائت شده از ۰.۹ مقدار دیماند قراردادی کمتر باشد، مبنای محاسبه قبض برق ۰.۹ میزان دیماند قراردادی خواهد بود، پایین آوردن توان قراردادی تا حداکثر توان مصرفی (حداکثر توانی که در دوره گسترده ای از زمان اتفاق می افتد) اقتصادی و مقرون به صرفه خواهد بود.

۲-۲- انتخاب گزینه مناسب برای محاسبه بهای انرژی بهای برق

هزینه واحد انرژی در تعرفه های مختلف بستگی به کد تعرفه واحد صنعتی دارد. برای هر کد دو نمونه ضریب ارائه میشود که با عنوان گزینه ۱ و ۲ شناخته شده است در گزینه ۱ بهای دیماند بیشتر و نرخ کیلو وات ساعت مصرفی هر سه تعرفه کمتر خواهد بود. گزینه ۲ عکس این حالت می باشد. از آنجایی که انتخاب گزینه به عهده مشترک صنعتی می باشد، انتخاب صحیح گزینه در کاهش هزینه تأثیر بسزایی خواهد داشت. چرا که انتخاب گزینه نامناسب، بدون بالارفتن مصرف انرژی، هزینه برق را افزایش خواهد داد .

همانطور که فرمول محاسبه بهای انرژی نشان می دهد اگر ضرایب ۱ مربوط به انتخاب گزینه ۱ و ضرایب ۲ مربوط به انتخاب گزینه ۲ باشد، با برقراری رابطه ۴، انتخاب گزینه ۱ مقرون به صرفه و اقتصادی تر خواهد بود. در غیر این صورت گزینه مناسب گزینه ۲ خواهد بود .

$$(C_{12} - C_{11})E_1 + (C_{h2} - C_{h1})E_h + (C_{n2} - C_{n1})E_n > (D_{r1} - D_{r2})C_d \quad (4)$$

در بخش نمونه مطالعاتی ، میزان درصد صرفه جویی با انتخاب صحیح گزینه برای محاسبه بهای انرژی برای یک واحد صنعتی آمده است.

۲-۳- جابه جایی بهینه بار با حفظ سطح تولید در دو سناریو مختلف

از آنجایی که هزینه مصرف انرژی به ویژه در ساعات پیک بالاست، انتقال بار از ساعات اوج مصرف به ساعات کم باری،

جریمه توان راکتیو به صورت زیر محاسبه می شود.

$$P = (\text{ضریب زیان}) \times (E_1 \times C_1 + E_n \times C_n + E_h \times C_h + D_r C_d) \quad (2)$$

$$(3) \quad 1 - (\text{ضریب توان} / 0.9) = \text{ضریب زیان}$$

با توجه به محاسبات فوق سه راهکار برای کاهش هزینه های برق مصرفی به شرح ذیل وجود دارد.
 - کاهش دیماند مورد تقاضا با در نظر سطح تولید
 - انتخاب گزینه مناسب
 - جابه جایی بهینه بار با حفظ سطح تولید

تاکید این مقاله بر ارائه الگویی کاربردی برای جابجایی بهینه بار براساس حداقل و حداکثر دیماند واقعی می باشد. لکن به دلیل آنکه بتوان در بررسی اقتصادی همه عوامل هزینه را در نظر گرفت؛ توضیح مختصری نیز در مورد سایر راهکارها بیان می شود و در نهایت به بررسی دقیق عامل سوم خواهیم پرداخت.

۲-۱- کاهش دیماند مورد تقاضا با در نظر گرفتن سطح تولید

با بررسی آماری در صنایع مختلف و مقایسه نمودارهای دیماند حداکثر مصرفی، قراردادی و دیماند ثبت شده در دوره های قبوض برق نشان می دهد در اکثر زمانها، کارخانه با توانی کمتر از حداکثر توان مصرفی در حال کار می باشد. به عبارت دیگر با آنکه پتانسیل رسیدن به تولید و توان مصرفی تا سقف حداکثر وجود دارد، اما بسیاری از زمانها به ویژه کم باری و پرباری تولید و توان مصرفی به این سطح نزدیک نشده است تفاوت زیاد بین متوسط دیماند ثبتی یا مصرفی با دیماند قراردادی بیانگر عدم انتخاب درست دیماند قراردادی می باشد.

ظرفیت ساعت های کم باری، سپس میان باری و در نهایت پرباری تدوین کرد .

در این طرح از روی دیماندهای کم باری هر دوره حداکثر دیمانده کم باری سالیانه به دست می آید. وجود این حداکثر دیمانده گویای پتانسیل مصرف کم باری با این دیمانده می باشد و نشان می دهد اگر صنعت مورد نظر در طول یک دوره توانسته با این حداکثر دیمانده در ساعات کم باری کار کند پس امکان بسط این حالت بین تمام دوره ها دور از ذهن و غیر ممکن نمی باشد. به همین ترتیب حداکثر دیمانده میان باری از روی اطلاعات یکساله مصرف برق حاصل می شود. سپس مصرف هر دوره با نسبتی بین سه تعرفه تقسیم می شود که ابتدا حداکثر دیمانده کم باری در هر دوره اتفاق افتد.

$$E_{l, new} = D_{l, max} \times \lambda \times T = E_{l, max} \quad (6)$$

سپس باقی مانده مصرف هر دوره در تعرفه های مربوط به میان باری و کم باری به گونه ای توزیع می شود که حداکثر دیمانده میان باری رخ دهد.

$$E_{n, new} = D_{n, max} \times \lambda_2 \times T \quad (7)$$

در صورتی که مصرف میان باری با حداکثر دیمانده از کل مصرف باقی مانده دوره بیشتر باشد، برای مصرف میان باری به دیماندهی کمتر از دیمانده حداکثر نیاز است.

$$E_{n, new} > E_T - E_{L, new} \quad \text{اگر}$$

$$(8) \Rightarrow D_{n, new} = \frac{E_T - E_{n, new}}{12 \times T} < D_{n, max}$$

که E_T (kwh) ، انرژی مصرفی کل دوره می باشد.

به این ترتیب حجم بالایی از مصرف در دوره های کم باری و میان باری تقسیم می شود. در صورتی که با حداکثر دیمانده کم باری و میان باری باز مقداری از مصرف دوره باقی ماند این مقدار بار در تعرفه پیک گنجانده می شود تا مصرف هر دوره که تابع عواملی نظیر وضع بازار و سفارشات صنعت است، تغییر نکند. به این شکل می توان از حداکثر پتانسیل کار در ساعات کم باری و میان باری برای کاهش هزینه بهره برد.

صرفه جویی قابل توجهی را در هزینه برق پرداختی به دنبال دارد. هر میزان بار از پرباری به کم باری و سپس به میان باری جابه جا شود، کاهش هزینه محسوس تر خواهد بود. در حالت ایده آل حداقل هزینه زمانی اتفاق می افتد که تمام بار به ساعات کم باری منتقل شود و اگر با کار در حداکثر توان مصرفی، تولید مورد نظر حاصل نشود، مناسب ترین شکل توزیع، پرکردن ساعات میان باری خواهد بود.

با توجه به اینکه جریمه توان راکتیو ، ضریبی از بهای مصرف انرژی به اضافه هزینه دیمانده خواهد بود(این ضریب همان ضریب زیان می باشد)؛ با اعمال روش های این مقاله، جریمه توان راکتیو نیز به همان میزان کاهش می یابد. این موضوع با نمونه مطالعاتی آمده در این مقاله محقق شده است.

توان مصرفی هر کارخانه در یک دوره یکساله، یک مقدار حداکثر و حداقل در هر تعرفه دارد. با توجه به این نکته برای جابجایی بار به ساعات کم بار، یعنی کاستن از پیک و پر کردن دره ها ۲ سناریو مختلف ارائه میشود:

- سناریو اول : کار با حداکثر دیمانده کم باری

- سناریو دوم : کار با حداقل دیمانده پرباری(اوج بار)

ابتدا در هر روش لازم است اطلاعات دوره یکساله بهای برق همراه با میزان مصرف در ساعات مختلف مورد تحلیل قرار گیرد. به این منظور ابتدا در هر دوره دیمانده کم باری، میان باری و پرباری از روابط ۵ حاصل می شود.

$$D_l = \frac{E_l}{8 \times T}, \quad D_n = \frac{E_n}{12 \times T}, \quad D_h = \frac{E_h}{4 \times T} \quad (5)$$

که D_l ، D_n و D_h به ترتیب دیمانده کم باری، میان باری و پرباری میباشد. T نیز تعداد روزهای هر دوره است.

۳-۱-۳-۲- سناریو اول (تولید با حداکثر دیمانده

کم باری)

در این سناریو به این نکته پرداخته می شود که تا کنون اولویت بندی ساعات کاری کارخانه صحیح نبوده و با توجه به پتانسیل های موجود و با حفظ سطح تولید، می توان از ساعات کم باری و تخفیف مصرف انرژی در این ساعات بهره برد. با بیان ساده تر می توان گفت، برنامه تولید را ابتدا با هدف پرکردن

۳- پیاده سازی روشها در صنعت مورد مطالعه

در این مقاله، یک نمونه عملی برای تحلیل طرحهای ارائه شده آمده است. این نمونه، یک واحد صنعتی گروه صنایع ذوب فلزات میباشد. اطلاعات مصرف این مشترک در طول سال ۸۸ مورد مطالعه قرار گرفته است. جدول ۱ این اطلاعات را برای اعمال دو راهکار پیشنهادی نشان میدهد. (از آنجائیکه طبق تعرفه جدید پس از هدفمند کردن یارانه ها، هزینه مصرف در اوج بار روز جمعه (تعرفه جمعه)، همانند میان بار آورده شده، مصرف پیک جمعه به مصرف میان باری اضافه شده است.)

دوره	مصرف میان باری (kwh)	مصرف اوج بار (kwh)	مصرف کم باری (kwh)	مصرف میان باری (kwh)	کل مصرف دوره (kwh)
۱	۱,۱۴۰,۰۰۰	۳۱۸,۰۰۰	۷۳۲,۰۰۰	۱,۱۸۸,۰۰۰	۲,۲۳۸,۰۰۰
۲	۷۵۶,۰۰۰	۲۱۶,۰۰۰	۴۸۶,۰۰۰	۷۹۲,۰۰۰	۱,۴۹۴,۰۰۰
۳	۹۹۶,۰۰۰	۲۵۸,۰۰۰	۶۱۲,۰۰۰	۱,۰۴۴,۰۰۰	۱,۹۱۴,۰۰۰
۴	۱,۶۲۶,۰۰۰	۴۳۸,۰۰۰	۱,۰۲۶,۰۰۰	۱,۶۶۲,۰۰۰	۳,۱۲۶,۰۰۰
۵	۷۶۸,۰۰۰	۲۰۴,۰۰۰	۴۶۲,۰۰۰	۷۶۸,۰۰۰	۱,۴۳۴,۰۰۰
۶	۱,۰۶۲,۰۰۰	۲۷۶,۰۰۰	۶۵۴,۰۰۰	۱,۰۶۲,۰۰۰	۱,۹۹۲,۰۰۰
۷	۱,۰۲۶,۰۰۰	۲۸۲,۰۰۰	۶۳۶,۰۰۰	۱,۱۷۶,۰۰۰	۲,۰۹۴,۰۰۰
۸	۹۰۶,۰۰۰	۲۵۸,۰۰۰	۵۷۰,۰۰۰	۹۴۸,۰۰۰	۱,۷۷۶,۰۰۰
۹	۹۳۰,۰۰۰	۲۵۸,۰۰۰	۵۷۶,۰۰۰	۹۸۴,۰۰۰	۱,۸۱۸,۰۰۰
۱۰	۸۳۴,۰۰۰	۲۲۸,۰۰۰	۵۱۶,۰۰۰	۸۵۸,۰۰۰	۱,۶۰۲,۰۰۰
۱۱	۸۶۴,۰۰۰	۲۵۲,۰۰۰	۵۴۰,۰۰۰	۹۰۰,۰۰۰	۱,۶۹۲,۰۰۰
۱۲	۷۷۴,۰۰۰	۲۱۰,۰۰۰	۴۶۲,۰۰۰	۸۰۴,۰۰۰	۱,۴۷۶,۰۰۰

جدول ۱: اطلاعات مصرف صنعت مورد مطالعه

جدول ۲ روش محاسبه بهای انرژی این واحد صنعتی را طبق تعرفه جدید (پس از طرح هدفمندسازی یارانه ها) نشان می دهد. [۷]

$$E_{h, new} = E_T - (E_{L, new} + E_{n, new}) \quad (9)$$

۲-۳-۲- سناریو دوم (تولید با حداقل دیماند پرباری)

از آنجائیکه ممکن است مشترک مورد نظر حداقل مصرفی را در زمان پرباری لازم داشته باشد به واقعیت نزدیکتر است که ابتدا این میزان انرژی در ساعات پیک لحاظ شود. لذا این بار برخلاف روش قبل از روی دوره های صورتحساب برق یکسال، حداقل مصرف پرباری و به دنبال آن حداقل دیماند ساعات پرباری به دست می آید. سپس بقیه مصرف بین تعرفه های میان باری و کم باری توزیع می شود. نحوه توزیع نیز به این شرح است با فرض حداقل کار میان باری در دوره های مختلف، دیماند حداقل میان باری به دست می آید و در این دوره ها مصرف انرژی میان باری با حداقل دیماند این ساعات صورت می گیرد.

$$\begin{aligned} D_{h, new} &= D_{h, min} \\ E_{h, new} &= D_{h, min} \times \epsilon \times T \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} D_{n, new} &= D_{n, min} \\ E_{n, new} &= D_{n, new} \times 12 \times T \end{aligned} \quad (11)$$

باقی انرژی هر دوره به تعرفه کم باری منتقل می شود.

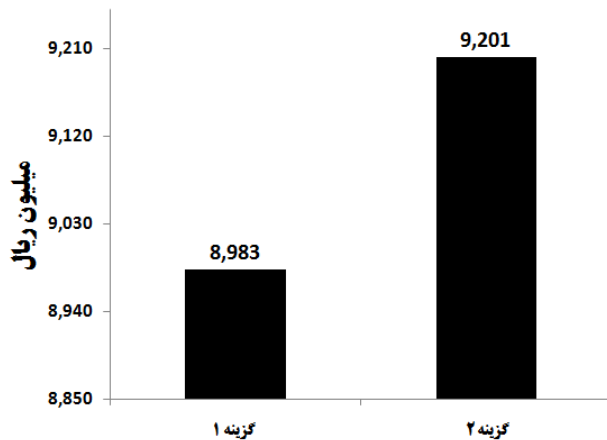
$$E_{L, new} = E_T - (E_{h, new} + E_{n, new}) \quad (12)$$

اگر ساعات کم باری پاسخگوی مصرف باقیمانده نبود یعنی در شرایط کار با حداکثر دیماند، باز هم انرژی مورد تقاضا در کم باری حاصل نمی شد اختلاف این انرژی به مصرف میان باری اضافه می شود. اگر

$$E_T - (E_{h, new} + E_{L, new}) > E_{L, max}$$

$$(13) \Rightarrow \begin{cases} E_{l, new} = E_{l, max} \\ E_{n, new} = E_{h, new} + E_{l, new} \end{cases}$$

بدین ترتیب تنها حداقل مصرف ضروری در زمان پیک اتفاق می افتد و باقی مصرف مورد نیاز به شکل بهینه بین زمانهای کم باری و میان باری توزیع می شود و هزینه ناشی از تعرفه های بیشتر به شکل قابل توجهی کاهش می یابد.



نمودار ۲: مقایسه بهای انرژی سالانه با انتخاب گزینه ۱ و ۲

همانطور که مشاهده می شود، انتخاب گزینه مناسب، سالانه موجب صرفه جویی ۲۱۸،۱۰۰،۰۰۰ ریال معادل ۲.۵٪ در هزینه های صورتحساب برق این کارخانه می شود.

۳-۳- میزان صرفه جویی با جابجایی بهینه بار

برای جابجایی بهینه و اقتصادی بار دو سناریو مختلف ارائه شد که نتیجه آن برای اصلاح مصرف در زمان های کم باری، میان باری و اوج بار در جدول ۳ آورده شده است.

دوره	روش حداکثر دیماند کم باری (kwh)			روش حداقل دیماند پرباری (kwh)		
	مصرف میان باری	مصرف اوج بار	مصرف کم باری	مصرف میان باری	مصرف اوج بار	مصرف کم باری
۱	۱,۲۶۳,۳۳۳	۰	۹۷۴,۶۶۷	۱,۱۸۸,۰۰۰	۳۱۸,۰۰۰	۷۳۲,۰۰۰
۲	۸۵۹,۳۳۳	۰	۶۳۴,۶۶۷	۷۷۳,۵۸۱	۲۰۷,۰۷۰	۵۱۳,۳۴۹
۳	۱,۰۴۴,۰۰۰	۲۵۸,۰۰۰	۶۱۲,۰۰۰	۷۴۵,۹۵۳	۱۹۹,۶۷۴	۹۶۸,۳۷۲
۴	۱,۸۵۶,۰۰۰	۱۸۲,۰۰۰	۱,۰۸۸,۰۰۰	۱,۳۲۶,۱۴۰	۳۵۴,۹۷۷	۱,۴۴۴,۸۸۴
۵	۸۴۴,۶۶۷	۰	۵۸۹,۳۳۳	۷۱۸,۳۲۶	۱۹۲,۲۷۹	۵۲۳,۳۹۵
۶	۱,۲۳۷,۳۳۳	۲۹,۳۳۳	۷۲۵,۳۳۳	۸۸۴,۰۹۳	۲۳۶,۶۵۱	۸۷۱,۲۵۶
۷	۱,۲۷۶,۰۰۰	۷۰,۰۰۰	۷۴۸,۰۰۰	۹۱۱,۷۲۱	۲۴۴,۰۴۷	۹۳۸,۲۳۳
۸	۱,۰۷۳,۳۳۳	۰	۷۰۲,۶۶۷	۸۵۶,۴۶۵	۲۲۹,۲۵۶	۶۹۰,۲۷۹
۹	۱,۰۹۲,۶۶۷	۰	۷۲۵,۳۳۳	۸۸۴,۰۹۳	۲۳۶,۶۵۱	۶۹۷,۲۵۶
۱۰	۹۶۷,۳۳۳	۰	۶۳۴,۶۶۷	۷۷۳,۵۸۱	۲۰۷,۰۷۰	۶۲۱,۳۴۹
۱۱	۱,۰۵۷,۳۳۳	۰	۶۳۴,۶۶۷	۷۷۳,۵۸۱	۲۰۷,۰۷۰	۷۱۱,۳۴۹
۱۲	۹۲۸,۰۰۰	۴,۰۰۰	۵۴۴,۰۰۰	۶۶۳,۰۷۰	۱۷۷,۴۸۸	۶۳۵,۴۴۲

جدول ۳: نتیجه جابجایی بار در سه تعرفه با سناریوهای ۱ و ۲

کد تعرفه	بهای انرژی (ریال / KWH)			بهای قدرت (ریال / KW)	گزینه
	ساعات اوج	ساعات میان باری	ساعات کم باری		
	بار	بار	بار		
۴ الف	۶۸۰	۳۴۰	۱۷۰	۳۲۰۰۰	گزینه ۱
	۷۸۰	۳۹۰	۱۹۵	۱۲۰۰۰	گزینه ۲

جدول ۲: روش محاسبه بهای انرژی با تعرفه صنعت مورد مطالعه

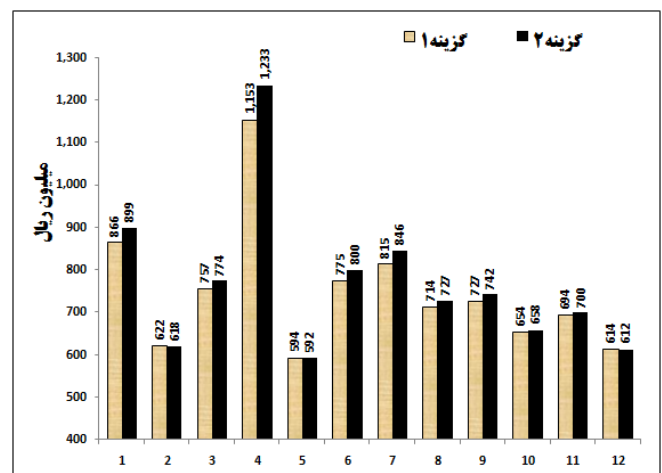
۳-۱- میزان صرفه جویی با کاهش دیماند

با توجه به اینکه این کارخانه در زمان میان باری در ۹۲٪ زمان ها و در پرباری و کم باری در ۱۰۰٪ زمان ها با توانی کمتر از حداکثر توان کارخانه (۲۸۸۰ کیلووات) در حال کار بوده است و مبنای محاسبه هزینه دیماند ۰.۹ مقدار دیماند قراردادی می باشد، می تواند دیماند قراردادی خود را تا این مقدار حداکثر کاهش دهد. از آنجایی که دیماند قراردادی کارخانه ۴۰۰۰ کیلووات می باشد، این تغییر دیماند قراردادی، موجب کاهش ۲۰٪ هزینه دیماند می شود. این مقدار کاهش در بهای دیماند سالانه صرفه جویی ۲۳۰۴۰۰۰ ریالی در پرداخت هزینه برق را برای صنعت به دنبال خواهد داشت.

۳-۲- میزان صرفه جویی با انتخاب گزینه مناسب

مناسب

از روی اطلاعات مصرف این کارخانه با توجه به تعرفه جدول ۲ بهای برق در یک دوره یکساله محاسبه و تأثیر انتخاب گزینه ۱ و ۲ در نمودارهای ۱ و ۲ آمده است.



نمودار ۱: مقایسه بهای انرژی با انتخاب گزینه ۱ و ۲ در طول ۱۲ دوره

نمودارهای ۳ و ۴ کاهش هزینه را با به کارگیری دو سناریو ۱ و ۲ در این واحد صنعتی نشان می دهد.

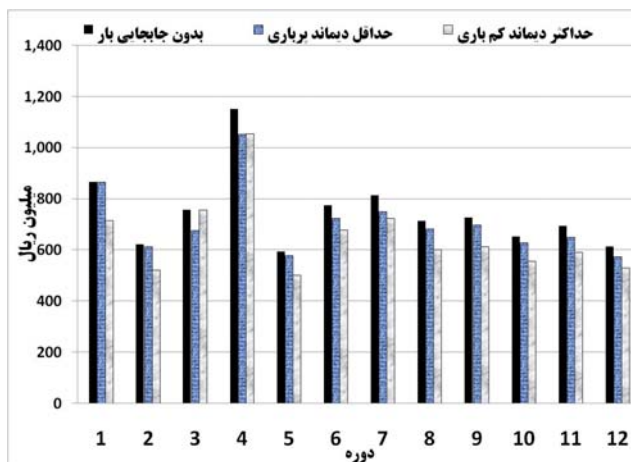
۴- نتیجه گیری

از آنجا که بهای برق پس از طرح هدفمند کردن یارانه ها افزایش یافته است حتی چند درصد کاهش هزینه ها، مبلغ قابل توجهی خواهد بود. اعمال روشهای ارائه شده در این مقاله برای واحد صنعتی مورد مطالعه به کاهش بهای دیماندا ثبتي تا ۲۰٪ هزینه دیماندا منجر می شود و با انتخاب گزینه مناسب سالانه تا مبلغ ۲۱۸,۱۰۰,۰۰۰ ریال معادل ۲.۵٪ در هزینه های صورتحساب برق صرفه جویی می گردد. همچنین صرفه جویی حاصل از جابجایی بار با دو سناریو حداکثر دیماندا کم باری و حداقل دیماندا پر باری به ترتیب ۱۳ و ۵ درصد هم در بهای انرژی مصرفی و هم در بهای توان راکتیو خواهد بود که نتیجه این اقدامات به اصلاح الگوی مصرف می انجامد. لذا تمامی مصرف کننده های بزرگ صنعتی با به کارگیری راهکارهای ارائه شده در این مقاله می توانند سهم به سزایی در کاهش هزینه های جاری خود داشته باشند و تا حد زیادی از تبعات اقتصادی بهای برق پس از طرح هدفمند سازی یارانه ها بکاهند. به عنوان مثال در نمونه مورد مطالعه با اجرای طرح هدفمندسازی یارانه ها به جای افزایش ۱۱۳٪ بهای برق با اعمال سناریو ۱ تنها ۸۶٪ افزایش هزینه خواهند داشت. یعنی نسبت به قبل از طرح هدفمند کردن یارانه ها ۲۷ درصد افزایش قیمت کمتری ایجاد می شود.

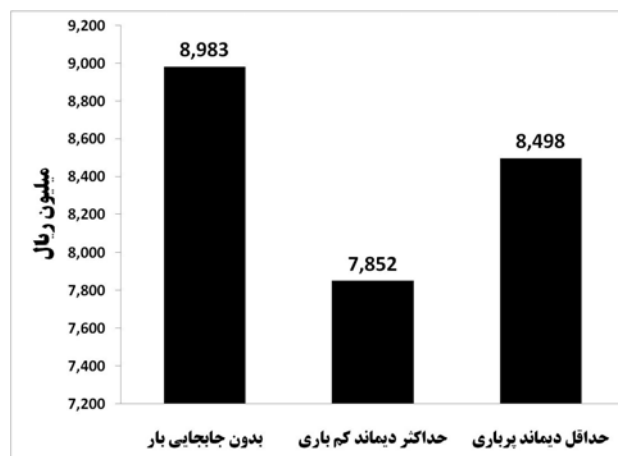
امید است در ادامه تحقیق، اعمال این روشها در چندین واحد صنعتی دیگر عملیاتی شده و تدابیر لازم برای اجرایی شدن سایر طرح های بهینه سازی مصرف برق در صنایع اندیشیده و در جهت رفع موانع موجود گام برداشته شود.

۵- مراجع

- [۱] Starbac, G, "Demand Side Management: Benefits and Ghallenges" Energy Policy Journal, Vol.۳۶, PP. ۴۴۱۹-۴۴۲۶, ۲۰۰۸
- [۲] Fundamental of Load Management, IEEE Totorial Course Text, ۱۹۸۸
- [۳] Energy Power Research Institute (EPRI), www.epri.gov
- [۴] Ashok, S, Banerjee, R. "Load – management applications for the industrial



نمودار ۳: مقایسه بهای انرژی با اعمال سناریو ۱ و ۲ در هر دوره



نمودار ۴: مقایسه بهای انرژی سالانه با اعمال سناریوهای ۱ و ۲

همانطور که جداول و نمودارها نشان می دهد با اعمال سناریو ۱ و ۲ به ترتیب کاهش ۱۳ و ۵ درصدی در بهای انرژی مصرفی و دیماندا مصرفی خواهیم داشت. باید توجه شود که ۱۳ درصد کاهش هزینه، معادل ۱,۱۳۰ میلیون ریال صرفه جویی سالانه برای این کارخانه خواهد بود.

با انجام این دو طرح به همین میزان هزینه توان راکتیو نیز کاهش می یابد. با توجه به اینکه هزینه توان راکتیو این کارخانه در سال ۱۶۷,۹۴۳,۹۱۶ ریال می باشد، می توان تا سقف ۱۹,۹۳۶,۱۰۰ ریال معادل ۱۳٪ صرفه جویی نمود.

Sector." Applied Energy, Vol .۶۶, PP.۱۰۵-۱۱۱, ۲۰۰۰.

[۵] Babu, PR; Divya, V.P.S; venkateshk. "Application of ANN and DSM techniques for Peak Load management acase study."IEEE Sustainabk Energy Techro logies, PP.۳۸۴-۳۸۸, ۲۰۰۸

"مرجع کاربردی مدیریت انرژی". تدوین مرکز مطالعات [۶] تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، گروه نفت و انرژی و همکاری شرکت توسعه بهره وران انرژی فناوران ، ۱۳۸۵

[۷] www.mee.org.ir آنها شرایط عمومی

Abstract

With oriented subsidy scheme and increasing the price of electrical energy in periodic cost, subscribers in the economic incentive to reduce and optimize power consumption has gone up. Times change and with the correct pattern in the load model and reduce energy consumption at Peak load does reduced the required fees. Among the subscribers, industrial sector due to higher potential for handling efficiency have been considered. Many demand side management's project as energy audit, often in ways that led to their tactical operations. Despite the cost due to reduced energy consumption and needs to be done on changes in equipment and technology less welcoming side of the industry is faced. This paper presents low cost and practical solutions to improve consumption patterns in industry and economic analysis offers the best option, based on shifting loads after targeted subsidies. Purpose and practical action plan to optimize the division time consuming than different tariff rates offered and the cost reduction plan has been reviewed.