



کویر تایر

اولین تولیدکننده تایر در ایران

روش های کاهش هزینه های تأمین برق صنایع بالای ۱ مگاوات

پیمان نجاری^{۱*}، حسین میرزائی^۲، مهدی شفيعی^۳، امير سلطانی^۴

۱-دانشجو مهندسی برق قدرت ۲-کارشناس ارشد مهندسی مکانیک ۳-کارشناس ارشد مهندسی برق قدرت ۴-کارشناس ارشد فیزیک

*peyman.bb.1997@gmail.com (۰۹۹۰۴۰۱۴۹۰۰)

چکیده:

هزینه برق بخش قابل توجهی از هزینه های عملیاتی صنایع بزرگ را تشکیل می دهد. به طور کلی هزینه های برق در چهار ردیف هزینه های ترانزیت، انرژی، برق سبز و دوجانبه دسته بندی می شوند. با توجه به متغیر بودن قیمت برق سبز در دوره های مختلف، تفاوت ساعات مدیریت شبکه در ماه های مختلف و وجود شیوه های مختلف در خرید برق دوجانبه نیاز است تا بین خرید یا عدم خرید برق سبز، تناسب خرید بین ساعات تنظیم شده بر روی کنتر و مدیریت شبکه و همچنین نحوه خریدن برق دوجانبه بررسی اقتصادی انجام شود. در این مقاله روش کاهش هزینه های تأمین برق صنایع بر اساس خرید و یا نخردن برق سبز (با توجه به قیمت تابلو برق سبز تالار بورس انرژی و نرخ جریمه آن بر اساس نرخ متوسط قیمت برق سبز ساتبا) و همچنین خرید برق دوجانبه (به صورت تفکیکی و غیر تفکیکی) در یک کارخانه از دیدگاه اقتصادی بررسی می شود. نتایج نشان می دهد که در ماه های گرم سال (خرداد تا شهریور) نخردن برق سبز از تالار بورس انرژی و متحمل شدن جریمه اقتصادی تر می باشد. همچنین خرید برق دوجانبه به صورت تفکیکی نسبت به خرید بار پایه در اکثر ماه های سال به صرفه تر است. این موضوع در ماه هایی که ساعات اوج بار کمتر و کم باری بیشتر است نمایان تر می شود.

واژه های کلیدی: بازار برق، برق دوجانبه، برق سبز

۱- مقدمه

هزینه برق بخش قابل توجهی از هزینه های عملیاتی صنایع بزرگ را تشکیل می دهد و مدیریت بهینه آن می تواند نقش تعیین کننده ای در رقابت پذیری و سودآوری این واحدها داشته باشد. به طور کلی هزینه های برق در چهار ردیف هزینه های ترانزیت، انرژی، برق سبز و دوجانبه دسته بندی می شوند [۱]. مطابق ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان دستورالعمل های وزارت نیرو و ساتبا، صنایع با دیماندا بالاتر از یک مگاوات موظفانند بخشی از برق خود (در سال ۱۴۰۴ به درصد) را از منابع تجدیدپذیر تأمین کنند و مابقی مصرف نیز از طریق قراردادهای دوجانبه یا بورس انرژی خریداری می شود [۲].

از سوی دیگر، برای ۹۷ درصد باقی مانده مصرف (در سال ۱۴۰۴) که عمدتاً از طریق قراردادهای دوجانبه تأمین می شود، دو رویکرد اصلی وجود دارد: خرید بر مبنای بار پایه (کل مصرف یا یک قرارداد ثابت) و خرید به صورت تفکیکی (تقسیم مصرف بین بازه های کم باری، میان باری و اوج باری و بستن قرارداد متناسب با هر بخش).

بر این اساس، هدف مقاله حاضر تحلیل اقتصادی خرید برق در چارچوب ماده ۱۶ و مقایسه دو روش خرید بر مبنای بار پایه و خرید تفکیکی در قراردادهای دوجانبه است، تا چارچوبی بهینه برای کاهش هزینه و ریسک تأمین برق صنایع بالای یک مگاوات ارائه شود.

۲- هزینه های تأمین برق

۲-۱- ترانزیت

هزینه ی ترانزیت بر اساس ارقام اعلامی توسط شرکت توانیر مربوط به دوره صورتحساب برای مشترکان با قدرت قراردادی بیشتر از ۱ مگاوات صرف نظر از میزان مصرف به ازای هر کیلو وات قراردادی و به نسبت تعداد روزهای دوره محاسبه و تحت عنوان "هزینه ترانزیت" در صورتحساب درج می شود. در صورت تجاوز از قدرت قراردادی، هزینه ترانزیت می بایست بر اساس قدرت مصرفی محاسبه شود. بر اساس موارد ذکر شده هزینه ترانزیت به صورت زیر محاسبه می شود [۳]:

$$(۱) \quad 10 \text{ درصد مالیات بر ارزش افزوده} + (30 / \text{تعداد روزهای دوره} \times \text{مجموع نرخ ترانزیت فشار متوسط} \times \text{قدرت قراردادی}) = \text{بهای ترانزیت}$$

۲-۲- برق سبز

مطابق با آیین نامه اجرایی ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش بنیان ابلاغ شده در سال ۱۴۰۲ واحدهای صنعتی با قدرت مصرفی بیشتر از ۱ مگاوات ملزم هستند طی ۵ پنج سال ۵ درصد از انرژی برق مصرفی خود را از منابع انرژی تجدید پذیر تأمین نمایند [۲]. مطابق با این آیین نامه صنایع مشمول از طریق احداث نیروگاه تجدید پذیر، قراردادهای سه جانبه و تابلو برق سبز (بصورت مستقیم یا قرارداد با کارگزار) می توانند انرژی برق مصرفی خود را تأمین نمایند. هزینه تأمین برق سبز مطابق رابطه ذیل می باشد [۴]:

(۲) $10 \text{ درصد مالیات بر ارزش افزوده} + (\text{درصد شمول} \times \text{میزان مصرف} \times \text{قیمت تابلو سبز}) + \text{بهای سبز برق}$
چنانچه میزان خرید برق سبز کمتر از میزان شمول (۳ درصد در سال ۱۴۰۴) و یا خریداری نشود، مبلغی با عنوان "مابالتفاوت ماده ۱۶ جهش تولید" در قبض انرژی درج می گردد. هزینه مابالتفاوت ماده ۱۶ جهش تولید مطابق رابطه زیر محاسبه می گردد [۴]:

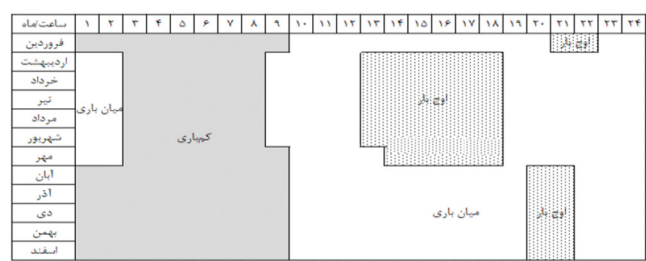
$$(۳) \quad \text{میانگین نرخ برق سبز (ساتبا)} \times (\text{انرژی خریداری شده تابلو برق سبز} - \text{انرژی مصرفی شمول ماده 16 جهش تولید}) = (\text{تعارف مشترکان تولید (صنعت و معدن)})$$

۲-۳- برق دوجانبه

طبق مصوبه هیأت وزیران کلیه مشترکان صنعتی برق با قدرت بالای یک مگاوات موظفند برق (انرژی الکتریکی) مورد نیاز خود را از طریق قرارداد دوجانبه برق و یا با سایر روش های متداول در بورس انرژی تأمین نمایند. از جمله مزایای تأمین برق با قرارداد دوجانبه می توان به امکان اعلام میزان مصرف هر دوره در پایان دوره مصرف، تعیین قیمت توافقی که از نظر اقتصادی نیز به صرفه تر بوده و منجر به کاهش چشمگیر هزینه ها می گردد و ثابت بودن قیمت در دوره قرارداد اشاره کرد [۵].

تفاوت تأمین برق از طریق بورس و قرارداد دوجانبه، خرید به میزان مصرف می باشد. در خرید از طریق تابلوهای بورس انرژی، اگرچه امکان تصحیح میزان خرید وجود دارد اما خرید باید برای ماه پیش رو و قبل از مصرف صورت گیرد. خرید برق در قرارداد دوجانبه در انتهای ماه (پس از دوره مصرف) صورت می گیرد. هزینه تأمین برق از طریق قرارداد دوجانبه به شرح ذیل می باشد [۴]:

$$(۴) \quad 10 \text{ درصد مالیات بر ارزش افزوده} + (\text{نرخ برق پایه} \times \text{تعداد روزهای دوره} \times 24 \times \text{قدرت مصرفی}) = \text{بهای برق قرارداد دوجانبه}$$



شکل ۱: جدول ساعات کم باری، میان باری و اوج باری سال ۱۴۰۴

$$(۵) \quad \begin{cases} \text{تعرفه میان باری} \times \text{تعداد روزهای دوره} \times \text{تعداد ساعات طبق مدیریت شبکه} \times \text{قدرت مصرفی در بازه} = \text{میان باری} \\ \text{تعرفه اوج بار} \times \text{تعداد روزهای دوره} \times \text{تعداد ساعات طبق مدیریت شبکه} \times \text{قدرت مصرفی در بازه} = \text{اوج بار} \\ \text{تعرفه کم باری} \times \text{تعداد روزهای دوره} \times \text{تعداد ساعات طبق مدیریت شبکه} \times \text{قدرت مصرفی در بازه} = \text{کم باری} \end{cases}$$

در صورت عدم تأمین یا کم خریدن برق از طریق قرارداد دوجانبه یا سایر روش ها، در قبض توزیع مبلغی به عنوان مصرف تأمین شده به نیابت در هر یک از بازه های میان باری، اوج بار و کم باری درج می گردد. هزینه مصرف تأمین شده به نیابت به صورت زیر محاسبه می شود [۴]:

(۶) $\text{خرید برق بورس و دوجانبه بازه} - \text{خرید برق سبز بازه} - \text{مصرف در هر بازه} \times 1.3 \times \text{حداکثر قیمت بازار برق در هر بازه} = \text{هزینه مصرف تأمین شده به نیابت}$
بستانکاری ناشی از مازاد انرژی خریداری شده از بورس انرژی، قراردادهای دوجانبه و تابلو برق سبز تحت عنوان بستانکاری خرید در قبض شرکت توزیع درج می شود و به شرح ذیل می باشد [۴]:

$$(۷) \quad \text{میانگین قیمت برق در تابلوی اول بورس انرژی در هر بازه} \times 0.75 \times \text{مازاد مجموع دوجانبه و برق سبز} = \text{بستانکاری خرید}$$

۲-۴- قبض شرکت توزیع

تا به اینجا تعدادی از عناوین درج شده روی قبض توزیع (مابالتفاوت ماده ۱۶ جهش تولید، بهای مصرف تأمین شده به نیابت بستانکاری خرید) توضیح داده شد. در ادامه سایر گزاره های این قبض بررسی می شود. هزینه ی مابالتفاوت اجرای مقررات برای مشترکانی که تعرفه آن ها بیشتر از نرخ متوسط بازار، اعلامی توسط شرکت مدیریت برق است به صورت ذیل می باشد [۴]:

$$(۸) \quad \begin{cases} \left(\text{میانگین نرخ بازار عمده فروشی برق} - \text{تعرفه مشترکان تولید (صنعت و معدن)} \right) \times \text{مصرف میان باری} \\ \left(\text{میانگین نرخ بازار عمده فروشی برق} - 2 \times \text{تعرفه مشترکان تولید (صنعت و معدن)} \right) \times \text{مصرف اوج بار} \\ \left(\text{میانگین نرخ بازار عمده فروشی برق} - \text{تعرفه مشترکان تولید (صنعت و معدن)} \right) \times \text{مصرف کم باری} \end{cases} = \text{هزینه مشمول مابالتفاوت اجرای مقررات}$$

آیونمان دوره با توجه به مبلغ آیونمان ماهانه و تعداد روزهای دوره محاسبه و تحت عنوان "آیونمان" در صورتحساب درج می شود. در صورت تجاوز از قدرت قراردادی مبلغی با عنوان تجاوز از قدرت به شرح ذیل به صورت حساب افزوده می شود [۴]:

$$(۹) \quad \text{حداکثر قیمت تابلو دوم بورس انرژی (تابلو سبز)} \times \text{در هر بازه} \times \text{مصرف برق در هر بازه} \times 1.3 = \text{تجاوز از قدرت}$$

هزینه سوخت نیروگاهی به صورت زیر حساب می شود [۴]:

(۱۰) $\text{هزینه سوخت مسافری تولید} \times \text{کل انرژی مصرف شده} = \text{هزینه سوخت نیروگاهی}$
برای صنایع با مصرف بالای یک مگاوات در صورتی که ضریب توان کمتر از ۹۱ درصد شود، مبلغی با عنوان بهای انرژی راکتیب به صورتحساب اضافه و مطابق رابطه زیر محاسبه می شود [۴]:

$$(۱۱) \quad \begin{cases} \text{حداکثر قیمت بازار برق در بازه} \times 1.3 \times \text{مصرف هر بازه} \times 0.97 \\ \text{میانگین نرخ برق سبز ساتبا} \times \text{کل انرژی مصرف شده} \times 0.03 \end{cases} = \text{بهای انرژی راکتیب}$$

برای مشترکان با مصرف بیشتر از یک مگاوات مبلغی تحت عنوان "عوارض برق" به شرح ذیل محاسبه می شود [۴]:

$$(۱۲) \quad \begin{cases} \left(\text{حداکثر قیمت بازار برق در بازه} \times 1.3 \times \text{مصرف هر بازه} \right) \times 0.97 \\ \text{میانگین نرخ برق سبز ساتبا} \times \text{کل انرژی مصرف شده} \times 0.03 \end{cases} \times 0.1 = \text{عوارض برق}$$

(هزینه ترانزیت و بهای انرژی راکتیب + تجاوز از قدرت + مشمول مابالتفاوت اجرای مقررات) $\times 0.97$

مالیات بر ارزش افزوده صورتحساب به شرح ذیل می باشد [۴]:

$$(۱۳) \quad \text{تجاوز از قدرت} + \text{آیونمان} + \text{مابالتفاوت اجرای مقررات} + \text{مجموع بهای انرژی تأمین شده} + \text{مابالتفاوت ماده 16 جهش تولید} \times 0.1 = \text{مالیات بر ارزش افزوده (بستانکاری خرید - هزینه سوخت نیروگاهی + بهای انرژی راکتیب + عوارض برق + هزینه سوخت نیروگاهی)}$$

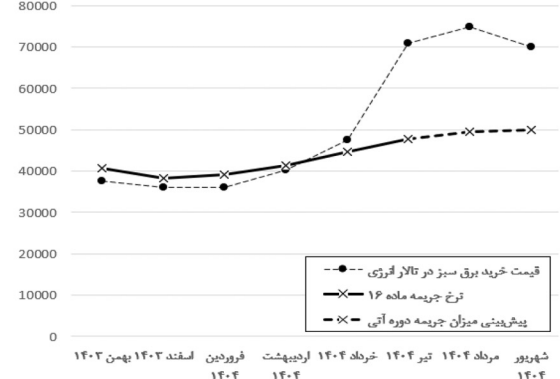
در نهایت مبلغ نهایی صورتحساب به شرح ذیل می باشد [۴]:

$$(۱۴) \quad \text{بهای انرژی راکتیب} + \text{تجاوز از قدرت} + \text{آیونمان} + \text{مابالتفاوت اجرای مقررات} + \text{مجموع بهای انرژی تأمین شده} + \text{مابالتفاوت ماده 16 جهش تولید} = \text{مالیات بر ارزش افزوده (بستانکاری خرید - مالیات بر ارزش افزوده + عوارض برق + هزینه سوخت نیروگاهی + بهای انرژی راکتیب)}$$

۳- بررسی اقتصادی خرید برق سبز و نوع خرید برق با قرارداد دوجانبه

۳-۱- برق سبز

هزینه های ناشی از خریدن یا نخردن برق سبز مطابق با روابط ۲ و ۳ محاسبه می شود. با توجه به متغیر بودن قیمت تابلو سبز و همچنین بالا بودن قیمت آن در فصل گرم نیاز است تا بررسی اقتصادی جهت خریدن و نخردن آن انجام شود. در جدول ۱ و شکل ۲ قیمت خرید برق سبز در تالار بورس انرژی و نرخ جریمه بر اساس متوسط نرخ برق سبز ساتبا (ماده ۱۶) نشان داده شده است.



شکل ۱: مقایسه قیمت برق سبز تالار انرژی و نرخ متوسط برق سبز ساتبا

با توجه به شکل ۲ قیمت برق سبز تالار انرژی در ماه های سرد سال و دو ماه ابتدایی فصل بهار از نرخ جریمه بر اساس متوسط نرخ برق سبز ساتبا کمتر و در نتیجه خریدن برق سبز از تالار بورس به صرفه می باشد. در خرداد ماه و تیرماه قیمت برق سبز تالار انرژی به ترتیب ۶/۲۷ و ۴۸/۳۷ درصد بیشتر از نرخ جریمه و در نتیجه خریدن برق از تالار بورس به صرفه نمی باشد.

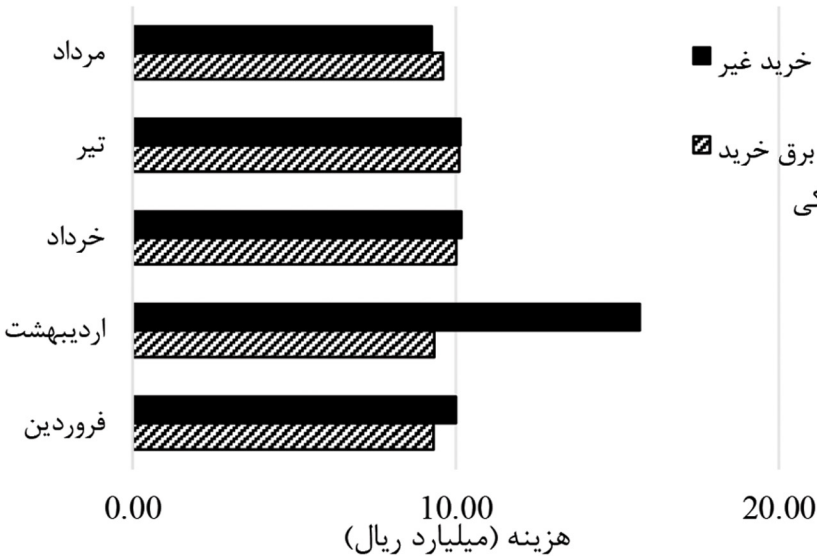
۳-۲- برق دوجانبه

17th Conference And 9th Exhibition Rubber And Related Industries

Iranmall
January 6-7
2026

ایران مال
۱۸ تا ۲۱ دی ماه
۱۴۰۴

در قراردادهای دوجانبه مبلغ خرید به صورت بار پایه و به صورت تفکیکی (میان باری، اوج بار و کم باری) تفاوت دارد. در زمان خرید به صورت بار پایه مبنای خرید حداکثر دیماندا می باشد. اما در هنگام خرید تفکیکی در هر بازه دیماندا به صورت مجزا خریداری می گردد. بنابراین نیاز است تا جهت خرید مقایسه اقتصادی بین دو حالت صورت گیرد. در ادامه مقایسه بین خرید به صورت تفکیکی و بار پایه برای ۵ ماه نخست سال ۱۴۰۴ در یک کارخانه انجام شده است. در جدول ۲ توان مورد نیاز و بهای تأمین برق برای دو حالت خرید تفکیکی و غیر تفکیکی نشان داده شده است. همچنین در شکل ۳ بهای تأمین برق در دو حالت تفکیکی و غیر تفکیکی نشان داده شده است.



شکل ۳: مقایسه بهای تأمین برق به دو روش خرید تفکیکی و غیر تفکیکی

با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل ۲ و همچنین ساعات مدیریت شبکه مطابق شکل ۱ خرید برق دوجانبه به صورت تفکیکی (البته بسته به نوع و مبالغ قرارداد با خرده فروش هم دارد) در بیشتر ماه ها به صرفه تر از خرید غیر تفکیکی می باشد. در ماه هایی که ساعت کم باری بیشتر و اوج بار کمتر دارند این صرفه اقتصادی نمایان تر می باشد.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق هزینه های خرید برق سبز، دوجانبه، ترانزیت و شرکت توزیع بررسی شد. در ادامه خرید برق سبز و نحوه خرید برق دوجانبه بررسی شد. اهم نتایج به شرح ذیل می باشد:

با توجه به متغیر بودن قیمت برق سبز در تالار بورس انرژی نیاز به بررسی اقتصادی بین خریدن آن و جریمه بر اساس نرخ متوسط برق سبز ساتبا می باشد.

با بررسی قیمت برق سبز تالار بورس انرژی و نرخ جریمه بر اساس نرخ متوسط برق سبز ساتبا در ماه های سرد و گرم مشخص شد نخردن در فصول گرم به صرفه تر می باشد.

با توجه به متغیر بودن بازه های مدیریت شبکه (میان باری، اوج بار و کم باری) در ماه های مختلف نیاز به بررسی اقتصادی بین خرید به صورت تفکیکی و غیر تفکیکی می باشد.

نتایج بررسی اقتصادی خرید برق به صورت تفکیکی و غیر تفکیکی در یک واحد صنعتی نشان می دهد در ماه های که ساعات کم باری بیشتر و اوج بار کمتر است خرید به صورت تفکیکی به صرفه تر است.

۵- منابع

- [1] F. Foroutan, "Wholesale Electricity Market," 25 8 2023. [Online]. Available: <https://clean-energy.ir>.
- [2] M. o. energy, *Executive Bylaw of article 16 of the knowledge-based production leap law*, Tehran, 2022.
- [3] T. m. o. energy, *Establishment of Regulations for Electric Energy Transit in the National Electricity Network*, Tehran, 2019.
- [4] T. a. D. M. C. (Iran Power Generation, *Instruction on the Sequence and Methodology for Calculating Electricity Bills for Consumers*, 2024.
- [5] f. Foroutan, "Procedures for Bilateral Power Purchase Agreements (PPAs)," 1 7 2024. [Online]. Available: <https://clean-energy.ir/>.