

اندازه‌گیری رشد بهره‌وری شرکت‌های برق منطقه‌ای با در نظر گرفتن شرایط تحریم و سیاستگذاری‌های مربوطه

محمد رضا علیرضائی^۱ و معصومه رجبی تنها^۲

۱- دانشکده ریاضی- دانشگاه علم و صنعت ایران- تهران- ایران mralirez@iust.ac.ir

۲- دانشکده ریاضی- دانشگاه علم و صنعت ایران- تهران- ایران m_rajabitanha@iust.ac.ir

چکیده: اندازه‌گیری رشد بهره‌وری در هر صنعتی برای مدیران دارای اهمیت بوده و می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها مؤثر باشد. از سوی دیگر گاهی اوقات با شرایطی روبرو هستیم که تأثیر آنها در صنعت، اجتناب‌ناپذیر است لذا بکارگیری یک مدل ریاضی دقیق برای این اندازه‌گیری به عنوان پیشنهاد ارائه راهکارهای بهبود، سیاستگذاری‌های صحیح و ارتقای بهره‌وری، امری ضروری می‌نماید. این مقاله ضمن بررسی کلان صنعت برق که نقش ویژه‌ای در بخش انرژی در کشور دارد، به اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل ۱۴ شرکت برق منطقه‌ای از سال پایانی برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۸) به سال شروع برنامه پنجم (۱۳۸۹) با در نظر گرفتن شرایط تحریم می‌پردازد. بدین منظور، ابتدا شاخص‌های این شرکت‌ها به صورت ورودی‌ها و خروجی‌هایی تدوین شده و از شاخص مالکونویست توسعه یافته با تجزیه چهار قسمتی، شامل مؤلفه‌های تغییرات کارایی خالص، تغییرات کارایی قیاسی، تغییرات عامل توازن و تغییرات تکنولوژی توسعه یافته استفاده شده است که نتایج حاصل، ابزارهای تحلیل مناسبی را جهت پشتیبانی تصمیم و ارائه راهکارهای بهبود متناسب با شرایط شرکت‌ها در هر یک از این بخش‌ها در اختیار مدیران قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل، تحلیل پوششی داده‌ها، کارت امتیازی متوازن، شاخص مالکونویست، عامل توازن.

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۱/۰۲/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/۱۱

نویسنده‌ی مسئول: محمد رضا علیرضائی

نشانی نویسنده مسئول: تهران، نارمک، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده ریاضی

۱- مقدمه

صنعت برق بی تردید یکی از با ارزش ترین منابع انرژی در هر کشوری می باشد. بطوریکه عملکرد آن می تواند تأثیر بسیار زیاد بر بخش های دیگر از جمله توسعه اقتصادی و مسائل زیست محیطی داشته باشد. لذا توسعه این بخش تأثیر بسزایی در تحقق چشم انداز ۲۰ ساله کشور خواهد داشت. بدیهی است که تحقق این چشم انداز در شرایطی که سایر کشورهای منطقه نیز اهداف توسعه مشابهی را پیگیری می نمایند، در گرو ارزیابی های دقیق و سازنده، با بکارگیری روش های نوین و متداول است که در نتیجه آن، امکان تدوین مسیر بهتر و همچنین تصحیح و بازنگری اقدامات صورت گرفته، میسر خواهد شد.

باید به این مساله توجه داشت که بدون اندازه گیری و یا انجام محاسبات نا دقیق بهره وری انرژی، امکان مدیریت آن وجود نداشته و منجر به نتایج غیر قابل جبرانی خواهد شد.

مدل پایه ای تحلیل پوششی داده ها^۱ (DEA) در سال ۱۹۷۸ توسط چارلز، کوپر و رودز^۲ با عنوان CCR معرفی گردید [1]. در سال ۱۹۸۴، بنکر^۳ و همکاران، مدل CCR را برای حالت بازده به مقیاس متغیر تعمیم داده و مدل BCC را مطرح نمودند [2]. لازم به ذکر است که مدل های بسیار دیگری تاکنون معرفی شده اند. از جمله می توان به مدل DEA-BSC اشاره نمود که عامل توازن^۴ با استفاده از آن، به صورت نسبت نمرات کارایی حاصل از مدل DEA-BSC و مدل CCR قابل تعریف بوده و نشان دهنده میزان همسویی واحدها با استراتژیها می باشد. در این مدل اهمیت کارت هایی که در روش کارت امتیازی متوازن^۵ (BSC) برای در نظر گرفتن این استراتژی ها تعریف می شود، به صورت محدودیت هایی وارد مدل می گردد [3]. متداول ترین کارت ها چهار منظر مالی، مشتری، فرایندهای داخلی و یادگیری و رشد و نو آوری است که می تواند در شرایط مختلف تغییر کند [4].

مفهومی به نام مالمکوئیست^۶ نیز از سال ۱۹۵۳ توسط مالمکوئیست به عنوان شاخصی برای تحلیل مصرف ورودی ها معرفی شده بود [5] که پس از آن در سال ۱۹۸۲ توسط کیوس^۷ و همکاران برای محاسبه تغییر بهره وری در دوره زمانی به کار گرفته شد [6]. در سال ۱۹۹۲ فار و همکاران، ایده محاسبه کارایی از فارل و هم چنین محاسبه بهره وری از کیوس را ترکیب کرده و شاخص بهره وری مالمکوئیست را با استفاده از DEA ساختند و آن را به دو عامل تغییر کارایی تکنیکی^۸ (EC) و تغییر تکنولوژی^۹ (TC) تجزیه نمودند [7]. در سال ۱۹۹۴ نیز، این شاخص به تکنولوژی با بازده به مقیاس متغیر تعمیم داده شده و تجزیه سه قسمتی آن ارائه گردید. با ارائه این تجزیه، تغییر در مقیاس، در دوره زمانی در نظر گرفته می شود به این ترتیب که مؤلفه تغییر کارایی تکنیکی به دو مؤلفه تغییر کارایی تکنیکی خالص^{۱۰} (PEC) و تغییر کارایی قیاسی^{۱۱} (SEC) تجزیه می

شود [8]. تا کنون تجزیه های گوناگون دیگری از این شاخص معرفی شده است که در شرایط متفاوت برای محاسبه رشد بهره وری کل عوامل^{۱۲} (TFP) به کار می روند. همچنین با توجه به اینکه شاخص مالمکوئیست بر اساس توابع فاصله تعریف می گردد می توان با استفاده از مدل های مختلف به جای مدل پایه ای CCR، تجزیه ای توسعه یافته از این شاخص ارائه نمود [9,10]. در این مقاله شاخص مالمکوئیست توسعه یافته را برای در نظر گرفتن عامل توازن بکار خواهیم گرفت که در بخش بعد به تشریح آن خواهیم پرداخت [10].

مطالعات بسیار زیادی در زمینه بکارگیری DEA در صنعت برق انجام شده است بطوریکه می توان گفت برق جزء اولین مسائلی بوده است که DEA برای محاسبه کارایی در بخش های مختلف این صنعت بکار گرفته شده است.

اولین مطالعه به دهه ۱۹۸۰ باز می گردد که DEA برای تخمین MPSS نیروگاه های تولید برق بکار گرفته شد [11]. به طور کلی می توان این مطالعات را در دو حوزه دسته بندی نمود:

بکارگیری DEA در تحلیل کارایی در بخش توزیع برق [12-18].
برای اندازه گیری و ارزیابی کارایی نیروگاه ها و عملکرد تولید برق [19-23].

از دیگر مواردی که می توان به آنها اشاره نمود، مقایسه کارایی تکنولوژیکی ذغال سنگ و انرژی هسته ای [24] و ارائه مدلی جدید برای بررسی عملکرد انتشار دی اکسید کربن و انرژی در تولید برق [25] همچنین بررسی کارایی انرژی کل عوامل می باشد [26].

مطالعاتی نیز در زمینه کارایی و بهره وری صنعت برق در ایران صورت گرفته است. از جمله ارزیابی کارایی ۳۰ نیروگاه برق حرارتی [27] و اندازه گیری کارایی و تغییرات بهره وری در شرکت های تولید برق [28] و ارزیابی تغییرات کارایی نیروگاه های برق حرارتی با استفاده از DEA و مالمکوئیست [29] که تمامی این مطالعات در حوزه یک، از دو حوزه فوق الذکر قرار می گیرند. بنابراین با توجه به اینکه صنعت برق شامل سه بخش اصلی تولید، انتقال، توزیع می باشد در بخش انتقال مطالعه منسجمی صورت نگرفته است. از طرفی تمرکز اکثر مطالعات فوق الذکر در زمینه تحلیل کارایی بوده است بطوریکه محاسبه بهره وری و تجزیه های آن کمتر در مطالعات مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به اینکه سیاستگذاری ها، در کشور در حال تغییر می باشد و از طرف دیگر کشور با تحریم های متعددی مواجه است بنابراین در انتخاب و به کار گیری مدل های ارزیابی باید به این نکات اساسی توجه نموده و مدل هایی را برای ارزیابی و تحلیل انتخاب نمود که قابلیت انطباق با شرایط روز کشور را دارا بوده و بتوان در صورت نیاز و همزمان با این تغییرات، مدل را بروز نموده و آنها را در مدل اعمال نمود. در غیر این صورت ابزار دقیق و تحلیل سازنده و مناسبی

گاهی ممکن است بخواهیم نظرات خبرگان را به مدل اعمال کنیم، لذا به این منظور از مدل های با محدودیت وزنی استفاده می گردد که انواع مختلفی دارد. در این مقاله از محدودیت هایی به فرم محدودیت های (۲) استفاده شده است که کران هایی برای نسبت ضرایب اعمال می گردد [30].

$$\alpha_i \leq \frac{V_i}{V_{i_0}} \leq \beta_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\delta_r \leq \frac{\mu_r}{\mu_{r_0}} \leq \gamma_r, \quad r = 1, \dots, s$$

به این نوع محدودیت ها، "ناحیه اطمینان" یا AR گفته می شود. در (۳) شاخص مالمکوئیست توسعه یافته به همراه مؤلفه های آن ارائه شده است.

$$EMI = EEC \times ETC = EC \times BFC \times ETC = PEC \times SEC \times BFC \times ETC;$$

$$EEC = \frac{D_{BD}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{BD}^t(x_p^t, y_p^t)}, \quad EC = \frac{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{CCR}^t(x_p^t, y_p^t)}$$

$$ETC = \left[\frac{D_{BD}^t(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{BD}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \frac{D_{BD}^t(x_p^t, y_p^t)}{D_{BD}^{t+1}(x_p^t, y_p^t)} \right]^{1/2}$$

$$BFC = \left[\frac{D_{CCR}^t(x_p^t, y_p^t)}{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \times \frac{D_{BD}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{BD}^t(x_p^t, y_p^t)} \right]$$

$$PEC = \frac{D_{VRS}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{VRS}^t(x_p^t, y_p^t)}, \quad SEC = \frac{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{CCR}^t(x_p^t, y_p^t)} \frac{D_{VRS}^t(x_p^t, y_p^t)}{D_{VRS}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \quad (3)$$

همانگونه که ملاحظه می شود، این شاخص با استفاده از مدل DEA-BSC به جای مدل CCR به دو مؤلفه تغییر کارایی توسعه یافته^{۱۴} (EEC) و تغییر تکنولوژی توسعه یافته^{۱۵} (ETC) تجزیه شده است. با بکارگیری هر دو مدل BSC-DEA و CCR، EEC به EC و تغییر عامل توازن (BFC) تجزیه شده و با استفاده از مدل BCC علاوه بر دو مدل قبلی تجزیه ای چهار قسمتی از این شاخص شامل PEC, SEC, ETC, BFC ارائه می گردد [10].

برای محاسبه توابع فاصله در این شاخص از مدل (۴) استفاده می شود:

برای تصمیم گیری های کلیدی نخواهیم داشت. همچنین گاهی نیاز به اعمال نظرات خبرگان برای غنی ساختن مدل داریم. این تحقیق با بکارگیری شاخص بهره وری مالمکوئیست با رویکرد تحلیل پوششی داده ها (DEA) و تجزیه آن به مؤلفه های رشد کارایی خالص، رشد تکنولوژی، رشد کارایی قیاسی و رشد عامل توازن، سعی در ارائه ابزارهای دقیق برای تحلیل ارزیابی شرکت های برق منطقه ایران از سال پایانی برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۸) به سال شروع برنامه پنجم (۱۳۸۹) دارد. با توجه به اینکه این ابزارها قادر به تحلیل می باشند، نتایج تحقیق می تواند در سیاستگذاری توسعه برق جهت ایجاد توسعه متوازن و متعادل در سطح شرکت های برق منطقه ای ایران که خود مستلزم ارائه چارچوبی دقیق از سطح تفاوت در اجزاء بهره وری آن ها است مورد توجه قرار گیرد و موجب تصمیم گیری های موثر در این بخش گردد.

بدین ترتیب در بخش ۲ به ارائه متدولوژی و مدل های ریاضی خواهیم پرداخت. در بخش ۳ شاخص های شرکت های برق منطقه ای معرفی شده سپس متدولوژی ارائه شده، برای محاسبه رشد بهره وری و اجزای آن بکار گرفته می شود و نتایج به عنوان ابزارهای تحلیل و همچنین توصیه های سیاستی برای شرکت ها ارائه می گردد. سرانجام بخش ۴ نیز به نتیجه گیری خواهد پرداخت.

۲- روش تحقیق و متدولوژی

در این بخش به ارائه مدل های اندازه گیری بهره وری کل عوامل خواهیم پرداخت. همانطور که ذکر شد از مدل تلفیقی BSC-DEA برای محاسبه شاخص بهره وری مالمکوئیست برای در نظر گرفتن عامل توازن که به صورت محدودیت هایی وارد مدل می شود استفاده می گردد (مدل (۱)). در این مدل، اهمیت های کارت های معرفی شده در روش BSC که در راستای استراتژی های سازمان تعریف می گردد، توسط قیودی وارد مدل می شود. فرض کنید n واحد تصمیم گیرنده وجود دارد و هر واحد از مقادیر مختلفی از m ورودی برای تولید مقادیر مختلفی از s خروجی استفاده می کند.

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} \\ & s.t. \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad \forall j$$

$$L_{C_k} \leq \sum_{r \in C_k} u_r y_{rp} / \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} \leq U_{C_k} \quad \forall k$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall i, r$$

x_{ij} مقادیر ورودی i ام و y_{rj} مقادیر خروجی r ام واحد j است.

لازم به ذکر است، مطالعات خاص و متدولوژی های مختلفی به منظور انتخاب شاخص های ورودی و خروجی وجود دارد [31]. ما در این مقاله بر مبنای داده های مربوط به شاخص های فوق (جدول ۱) به ارائه نتایج پرداخته ایم که با تغییر این داده ها ممکن است این نتایج نیز تغییر کند. هدف از پژوهش حاضر بررسی و ارائه ابزارهای تحلیل به منظور ابزارهای پشتیبانی تصمیم می باشد که به کارشناسان برای اتخاذ تصمیمات موثرتر کمک نماید.

حال به بررسی مدل های اندازه گیری بهره وری کل عوامل ۱۴ شرکت برق منطقه ای، از سال پایانی برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۸) به سال شروع برنامه پنجم (۱۳۸۹)، خواهیم پرداخت.

مدل (۵) را در نظر بگیرید. در این مدل نسبت اهمیتی شاخص خطوط به پست های انتقال و فوق توزیع مطابق نظر خبرگان بین ۱ و ۳ لحاظ گردیده است. همچنین با توجه به اینکه تحریم اعمال شده بر منظر مالی و شاخص سرمایه گذاری (در اینجا قدرت عملی) تأثیر می گذارد بنابراین سیاستهای متناظر با استراتژیهای اتخاذ شده در دوران تحریم با وارد نمودن محدودیت های جدید به مدل اعمال شده است. به این ترتیب که کرانه های ۰.۲ و ۰.۶ برای اهمیت کارت مالی که شامل شاخص قدرت عملی می باشد به عنوان یکی از سیاست های دوران تحریم در مدل در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه هدف این مقاله بررسی و اعمال این تحریم ها در مدل می باشد تنها برای منظر مالی که در شاخص سرمایه گذاری معنی پیدا می کند و در اینجا قدرت عملی می باشد کران گذاری می شود.

$$Max \quad u_1 NP_p + u_2 TDL_p + u_3 TDP_p$$

s.t

$$v_1 PP_p + v_2 HR_p = 1$$

$$u_1 NP_j + u_2 TDL_j + u_3 TDP_j - v_1 PP_j - v_2 HR_j \leq 0, \quad j=1, \dots, 14$$

$$0.2 \leq v_1 PP_p / (v_1 PP_p + v_2 HR_p) \leq 0.6$$

$$1 \leq u_2 / u_3 \leq 3$$

$$u_1, u_2, u_3 \geq \varepsilon$$

$$v_1, v_2 \geq \varepsilon$$

(۵)

در ادامه نتایج مربوط به بهره وری کل عوامل، شاخص مالکونیست و اجزای آن، برای ۱۴ شرکت برق منطقه ای (جدول ۲) از سال پایانی برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۸) به سال شروع برنامه پنجم (۱۳۸۹) ارائه خواهد شد که به تحلیل آنها خواهیم پرداخت.

جدول (۲): نتایج شاخص بهره وری مالکونیست توسعه یافته و اجزای آن

$$D_{BD}^{t+1}(X_p^t, Y_p^t) = Max \sum_{r=1}^s u_r^{t+1} y_{rp}^t$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i^{t+1} x_{ip}^t = 1 \quad (۴)$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i^{t+1} x_{ij}^{t+1} + \sum_{r=1}^s u_r^{t+1} y_{rj}^{t+1} \leq 0 \quad \forall j$$

$$L_{C_k} \leq \sum_{r \in C_k} u_r^{t+1} y_{rp}^t / \sum_{r=1}^s u_r^{t+1} y_{rp}^t \leq U_{C_k} \quad \forall k$$

$$u_r^{t+1}, v_i^{t+1} \geq \varepsilon \quad \forall i, r$$

۳- نتایج و بحث

ابتدا به معرفی ساختار داده ای، شاخص های ورودی و خروجی، و همچنین مدل های ریاضی آن پرداخته سپس نتایج حاصل از بکارگیری متدولوژی فوق، به عنوان ابزارهایی جهت تحلیل و تصمیم سازی، ارائه خواهد شد. شاخص های شرکت های برق منطقه ای شامل ورودیها و خروجی هایی به صورت شکل (۱) تدوین شده و اطلاعات مربوطه از سایت آمار شرکت توانیر استخراج شده است.

تولید ویژه (NP)	قدرت عملی	
طول خطوط انتقال و فوق توزیع (TDL)	نیروگاه ها (PP)	شرکت های برق منطقه ای
ظرفیت پست های انتقال و فوق توزیع (TDP)	نیروی انسانی (HP)	

شکل (۱): نماد تصویری شاخص های شرکت های برق منطقه ای

منظور از قدرت عملی، بیشترین توان قابل تولید مولد در محل نصب با در نظر گرفتن شرایط محیطی (ارتفاع از سطح دریا، دمای محیط و رطوبت نسبی) است.

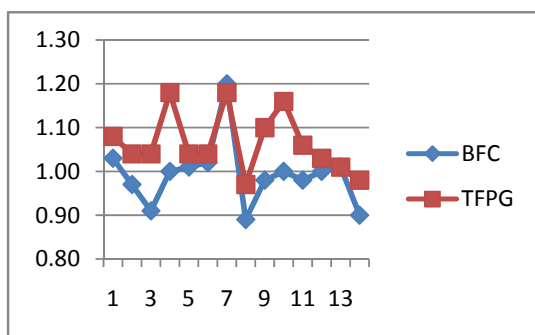
منظور از تولید ویژه، تولید ویژه نیروگاه یا تولید انرژی ویژه است که عبارت است از تولید انرژی برق ناویژه منهای مصرف داخلی نیروگاهها در یک دوره معین و برحسب کیلووات ساعت یا مگاوات ساعت.

منظور از ظرفیت پست، ظرفیت نامی یک ایستگاه برق بر اساس مجموع قدرت ظاهری ترانسفورماتورهای نصب شده در آن بر حسب مگاوات امپر و یا بر اساس ظرفیت حرارتی شینه بر حسب کیلوآمپر می باشد.

منظور از نیروی انسانی، تعداد نیروی انسانی شرکت برق منطقه ای مورد نظر است.

تغییرات کارایی قیاسی: این مؤلفه یکی از مهمترین مؤلفه ها می باشد که بازگو کننده تأثیر تغییرات اندازه و سایز شرکت در این رشد می باشد. اگر رشد مثبت این مؤلفه موجب رشد مثبت در بهره وری شده است می توان گفت تغییر سایز شرکت در دوره زمانی مورد بررسی تصمیم درستی بوده است و در غیر این صورت، عکس آن صحیح می باشد. به عنوان نمونه در شکل (۲) شرکت های ۱۱ و ۱۴ بیشترین تأثیر پذیری را از این مؤلفه داشته اند و در هر دو مورد باعث رشد در میزان بهره وری آنها شده است.

تغییرات تکنولوژی: این مؤلفه نیز نشان دهنده میزان استفاده شرکت از پیشرفت تکنولوژی در دوره مورد بررسی می باشد و در مورد شرکت ۱۰ مشاهده می گردد که این شرکت تمامی رشد خود را در بهره وری مدیون رشد در این مؤلفه است.



شکل (۲): تأثیر مؤلفه تغییرات عامل توازن در رشد بهره وری (شاخص مالمکوئیست)

۳-۱- توصیه های سیاستی به شرکت ها به منظور ارتقای شاخص بهره وری کل عوامل

با توجه به نتایج و مباحث فوق الذکر توصیه های زیر جهت سیاستگذاری به شرکت ها ارائه می گردد:

برای شرکت ۱ رشد مثبت در عامل توازن نشان دهنده همسو بودن این شرکت با استراتژی ها می باشد که تأثیر این رشد در شاخص بهره وری به وضوح دیده می شود. البته این شرکت می تواند با ارتقای هر یک از سه عامل دیگر شاخص بهره وری را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش دهد.

در مورد شرکت های ۲ و ۳ و ۹، عامل BFC رشد منفی داشته و رشد مثبت در عامل ETC و استفاده از تکنولوژی جدید منجر به رشد مثبت در شاخص بهره وری گردیده است. بنابر این با همسو شدن با استراتژی ها می توانند این رشد را افزایش دهند.

در مورد شرکت ۴ رشد مثبت شاخص بهره وری ناشی از رشد مثبت در عوامل ETC, SEC است و این شرکت می تواند با بهبود دو عامل دیگر یعنی همسو شدن با استراتژی ها و نزدیک شدن به اندازه بهینه، رشد قابل ملاحظه ای داشته باشد.

شرکتهای برق منطقه ای	BFC	PEC	SEC	ETC	ETFPG
DMU1	1.03	1.00	0.98	1.06	1.08
DMU2	0.97	1.00	1.00	1.06	1.04
DMU3	0.91	1.02	0.99	1.12	1.04
DMU4	1.00	1.00	1.13	1.04	1.18
DMU5	1.01	0.96	0.98	1.09	1.04
DMU6	1.02	0.95	0.95	1.13	1.04
DMU7	1.20	1.00	1.03	0.96	1.18
DMU8	0.89	0.99	1.00	1.11	0.97
DMU9	0.98	1.00	1.00	1.13	1.10
DMU10	1.00	1.00	1.00	1.16	1.16
DMU11	0.98	0.96	1.08	1.03	1.06
DMU12	1.00	1.00	0.98	1.05	1.03
DMU13	1.01	0.91	1.04	1.06	1.01
DMU14	0.90	1.00	1.00	1.09	0.98

جدول (۲) نشان دهنده میزان تأثیر گذاری هر یک از مؤلفه های شاخص بهره وری مالمکوئیست در میزان رشد آن می باشد. با توجه به اینکه این تأثیر مثبت یا منفی بوده است به ترتیب باید در جهت اصلاح برنامه ها و رفع نقایص مربوطه یا تقویت آن ها بود. برای این منظور باید مفهوم هر یک از این مؤلفه ها شرح داده شود که در ادامه به آن می پردازیم.

تغییرات عامل توازن: استراتژی ها و سیاست هایی برای این شرکتها به عنوان عوامل بیرونی وجود دارد که می تواند از سازمان بالاتر و یا عوامل غیر قابل کنترل محیطی باشد. در هر صورت این شرکت ها می بایست با تغییر در روند عملکردشان متوازن با این سیاست ها عمل نمایند و عامل توازن برای اندازه گیری آن می باشد. در اینجا رشد مثبت به معنی همراستا بودن با تغییرات سیاستگذاری ها در دوران تحریم می باشد که در نتیجه منجر به رشد مثبت در بهره وری خواهد شد. همانطور که در شکل (۲) ملاحظه می گردد شرکت ۷ بیشترین رشد عامل توازن را (۲۰٪+) دارد و به میزان قابل ملاحظه ای باعث افزایش رشد بهره وری شده است و از سوی دیگر شرکت ۸ بیشترین رشد منفی (۱۱٪-) را از نظر تغییرات این عامل داشته که موجب کاهش در رشد بهره وری و در نتیجه نابهره وری نمودن این شرکت شده است. بنابراین می توان دریافت متوازن حرکت نمودن شرکت ها با استراتژیهای حاکم می تواند یک شرکت را بهره وری یا نابهره وری معرفی نماید.

تغییرات کارایی تکنیکی خالص: این عامل استفاده بهینه از ورودیها جهت تولید شاخص های خروجی را اندازه گیری می کند و همانگونه که ملاحظه می شود می توان گفت در مورد تمامی شرکت ها تأثیر پذیری رشد بهره وری از این عامل ناچیز بوده است.

شده است و این شرکت می تواند با نزدیک شدن به سایز بهینه و ارتقای این عامل وضعیت خود را از لحاظ بهره وری بهبود بخشد. نتایج مربوط به شرکت ۱۴ نشان دهنده اهمیت توجه به استراتژی ها است که علیرغم وضعیت مطلوب در ۳ عامل دیگر این شرکت به عنوان یک شرکت نابهره ور اعلام شده است و باید عملکرد خود را در جهت همراستا شدن با استراتژی ها بازنگری نماید.

۴- نتیجه

در این مقاله ضمن بررسی ۱۴ شرکت برق منطقه ای از لحاظ قرار داشتن در شرایط دوران تحریم و در نظر گرفتن سیاست های مربوطه، به ساخت مدل و اندازه گیری بهره وری کل عوامل پرداخته و با بکار بردن شاخص مالمکوئیست توسعه یافته و تجزیه چهار مؤلفه ای توانستیم ابزار هایی ارائه نماییم که قادر می باشند شرکت ها را از لحاظ کارایی، بهره مندی از تکنولوژی های نوین، مقیاس و همچنین متوازن بودن با استراتژی های این دوره، اندازه گیری نموده و موجب تصمیم سازیها و سیاستگذاری ها و ارائه راهکار های بهبود دقیق تر گردند. این ابزارها نه تنها برای این شرکت ها قابل تولید و بکارگیری توسط مدیران هستند بلکه می توان همین روند را در بخش های مختلف صنعت برق، بخش های تولید، توزیع، انتقال و حتی مدیریت مصرف نیز به صورت جداگانه بکار گرفت که نیازمند شاخص سازی و مدل سازی های دقیق و علمی می باشد.

همسو بودن شرکت های ۵ و ۶ با استراتژی ها در بهره وری شدن آن ها نقش موثری داشته است اما می توانند با تمرکز بر عوامل PEC و SEC، وضعیت خود را به جایگاه بالاتری ارتقا دهند.

شرکت ۷ بیشترین همسویی را با استراتژی ها و شرایط موجود داشته که منجر به رشد بالایی در شاخص بهره وری این شرکت شده است.

شرکت ۸ دقیقاً در نقطه مقابل شرکت ۷ قرار دارد و رشد منفی بالای عامل BFC، علیرغم وضعیت مطلوب عوامل دیگر منجر به نابهره ور شدن این شرکت شده است و باید عملکرد آتی خود را منطبق با وضعیت موجود تغییر دهد.

شرکت ۱۰ رشد بالایی شاخص بهره وری را مدیون رشد در عامل ETC می باشد. بنابر این با تمرکز بر هر یک از عوامل دیگر و بهبود آنها می تواند جایگاه خود را به میزان قابل ملاحظه ای ارتقا دهد.

رشد منفی عامل BFC نشان دهنده ضعف شرکت ۱۱ در حرکت این شرکت در راستای استراتژی ها می باشد اما رشد مثبت در دو عامل SEC و ETC منجر به رشد مثبت در شاخص بهره وری شده است. توجه شرکت به استراتژی ها و همچنین نزدیک شدن به سایز بهینه می تواند کمک موثری در ارتقا و بهبود وضعیت شرکت از لحاظ شاخص بهره وری بنماید.

شرکت ۱۲ رشد مثبت در شاخص بهره وری را مدیون رشد در عامل ETC است و بهبود در هر یک از ۳ عامل دیگر می تواند رشد این شرکت را افزایش دهد.

عملکرد شرکت ۱۳ همراستا با استراتژی ها بوده است که اثر آن در شاخص بهره وری مشخص است. لازم به ذکر است که رشد منفی در عامل PEC توسط رشد مثبت در دو عامل SEC و ETC جبران

ضمایم

جدول (۱): داده های ۱۴ شرکت برق منطقه ای با دو ورودی و سه خروجی در دو دوره

پست های انتقال و فوق توزیع (O3)		طول خطوط انتقال و فوق توزیع (O2)		تولید ویژه (O1)		نیروی انسانی (I2)		قدرت عملی نیروگاه ها (I1)		شرکت های برق منطقه ای
۸۹	۸۸	۸۹	۸۸	۸۹	۸۸	۸۹	۸۸	۸۹	۸۸	
10344	9399	7716	7746	13904	13649	613	703	3392	2870	DMU1
15501	14971	8559	8541	16346	16605	699	750	2609	2608	DMU2
13938	12446	9770	9323	12885	13190	624	626	2323	2322	DMU3
36761	33919	8785	8943	41374	36615	1471	1561	8096	7959	DMU4
11283	10133	10747	10341	16319	16494	640	672	3627	3646	DMU5
20862	22637	7986	8108	20847	17779	1386	1288	10019	8942	DMU6
4238	3808	7279	6433	4087	3404	898	992	930	942	DMU7
8082	7722	7679	7196	6753	6949	374	378	1539	1160	DMU8
20385	18323	14183	13495	18364	18825	708	757	3191	3226	DMU9
8432	8017	7858	7501	9287	7694	314	342	1597	1608	DMU10
5364	4714	2546	2378	9391	9210	373	393	1684	1692	DMU11
11144	10776	5706	5576	12349	12884	426	462	2153	2158	DMU12
9921	9111	5175	4899	10838	11209	407	421	2221	2227	DMU13
3991	3901	3175	3175	3464	3018	285	300	896	760	DMU14

مراجع

- envelopment analysis*", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, No. 3, pp. 1220 – 1221, 2003.
- [19] Vinod Kumar Yadav, Chauhan, Yogesh K., Padhy, N.P., Gupta, H.O., "A novel power sector restructuring model based on Data Envelopment Analysis (DEA)", Electrical Power and Energy Systems, Vol. 44, No. 1, pp. 629–637, 2013.
- [20] Golany, B., Roll, Y., "Measuring efficiency of power plants in Israel by data envelopment analysis", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 41, No. 3, pp. 291-301, 1994.
- [21] Nemoto, J., Goto, M., "Measurement of dynamic efficiency in production: An application of data envelopment analysis to Japanese electric utilities", Journal of Productivity Analysis, Vol. 19, No. 2-3, pp. 191 – 210, 2003.
- [22] Sueyoshi, T., Goto, M., "Slack-adjusted DEA for time series analysis: Performance, measurement of Japanese electric power generation industry in, 1984-1993", European Journal of Operational Research, Vol. 133, No. 2, pp. 232 – 259, 2001.
- [23] Vaninsky, A., "Efficiency of Electric Power Generation in the United States: Analysis and Forecast Based on Data Envelopment Analysis", Energy Economics, Vol. 28, No. 3, pp. 326 – 338, 2006.
- [24] Li, Y., Wang, D., "Technology efficiency study on nuclear power and coal power in Guangdong province based on DEA", Proceedings of the International Conference on Nuclear Engineering, Proceedings, (ICONE) 2006; (2006).
- [25] Zhou, P., Ang, B.W., Wang, H., "Energy and CO2 emission performance in electricity generation: A non-radial directional distance function approach", European Journal of Operational Research, Vol. 221, No. 3, pp. 625–635, 2012.
- [26] Honma, S., Hu, J-L., "Total-factor energy efficiency of regions in Japan". Energy Policy, Vol. 36, pp. 821-833, 2008.
- [27] Meibodi, A.E., "Efficiency considerations in the Electricity Supply Industry: the case of Iran", Department of Economics, University of Surrey, July 1998.
- [28] Fallahi, A., Ebrahimi, R., Ghaderi, S.F., "Measuring efficiency and productivity change in power electric generation management companies by using data envelopment analysis: A case study", Energy, Vol. 36, pp. 6398-6405, 2011.
- [29] Hosseini, M.H., Hasanpour, J., "Evaluating the efficiency changes of the Thermal Power Plants in Iran and Examining its Relation with Reform using DEA Model & Malmquist Index", 3rd International Conference on Information and Financial Engineering. IPEDR vol.12 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore.
- [30] Thompson, R.G., Singleton, F.D., Thrall, R.M., Smith, B.A. Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas Russell. Interfaces 1986; 16(6): 35-49.
- [31] Edirisinghe, N.C.P., Zhang, X., "Input/output selection in DEA under expert information, with application to financial markets", European Journal of Operational Research, Vol. 207, pp. 1669-1678, 2010.
- [1] Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., "Measuring the efficiency of the decision making units", European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 429–444, 1978.
- [2] Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis", Management Science, Vol. 31, pp.1078-1092, 1984.
- [3] Eilat, H., Golany, B., Shtub, A., "Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology", European Journal of Operational Research, Vol. 172, pp. 1018-1039, 2006.
- [4] Kaplan and Norton., *The balanced scorecard: Translating strategy in to action*, Harvard Business School Press, Cambridge, 1996.
- [5] Malmquist, S., "Index numbers and indifferent surfaces", Trabajos de Estadística, Vol. 4, No. 1, pp. 209–242, 1953.
- [6] Caves, D.C., Christensen, L.R., Dievert, W.E., "The economic theory of index number and the measurement of input, output and productivity", Econometrica, Vol. 50, pp. 1393–1414, 1982.
- [7] Fare, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., and Roos, P., "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A non Parametric Malmquist Approach". Journal of Productivity Analysis, Vol. 3, pp. 85-101, 1992.
- [8] Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, A., "Productivity growth, technical progress, and efficiency changes in industrial country", American Economic Review, Vol. 84, pp. 66–83, 1994.
- [9] Alirezaee, M.R., Afsharian, M., "Improving the discrimination of data envelopment analysis models in multiple time periods", International Transportations in Operational Research, Vol. 17, pp. 667–679, 2010.
- [10] Alirezaee, M.R., Rajabi, M., "The Extended Malmquist Index: measuring the effect of the imposed strategies", Expert Systems with Applications, 2012; in press.
- [11] Banker, R., "Estimating most productive scale size using data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, Vol. 17, No. 1, pp. 35-44, 1984.
- [12] Amado, Carla A.F., Santos, Sergio P., Sequeira, Joao F.C., "Using Data Envelopment Analysis to support the design of process improvement interventions in electricity distribution", European Journal of Operational Research, Vol. 228, No. 1, pp.226–235, 2013.
- [13] Sadjadi, S.J., Omrani, H., "Data envelopment analysis with uncertain data: An application for Iranian electricity distribution companies", Energy Policy, Vol. 36, No. 11, pp. 4247–4254, 2008.
- [14] Chen, T., "An assessment of technical efficiency and cross-efficiency in Taiwan's electricity distribution sector", European Journal of Operational Research, Vol. 137, No. 2, pp. 421-433, 2002.
- [15] Miliotis, P A., "Data envelopment analysis applied to electricity distribution districts", Journal of the Operational Research Society, Vol. 43, pp. 549-555, 1992.
- [16] Pacudan, R., de Guzman, E., "Impact of energy efficiency policy to productive efficiency of electricity distribution industry in the Philippines", Energy Economics, Vol. 24, No. 1, pp. 41-54, 2002.
- [17] Pahwa, A., Xiaoming, F., Lubkemann, D., "Performance Evaluation of Electric Distribution Utilities Based on Data Envelopment Analysis", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, No. 1, pp. 400-405, 2003.
- [18] Sanhueza, R., Rudnick, H., "Discussion of Performance evaluation of electric distribution, utilities based on data

زیرنویس ها

- ¹ Data Envelopment Analysis (DEA)
- ² Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)
- ³ Banker
- ⁴ Balanced Factor
- ⁵ Balanced Scorecard
- ⁶ Malmquist
- ⁷ Caves
- ⁸ Efficiency Change
- ⁹ Technology Change
- ¹⁰ Pure Efficiency Change
- ¹¹ Scale Efficiency Change
- ¹² Total Factor Productivity (TFP)
- ¹³ Assurance Region
- ¹⁴ Extended Efficiency Change
- ¹⁵ Extended Technology Change

Archive of SID