شماره ۷۴، پاییز و زمستان ۱۳۸۹

فرایند مدیریت و توسعه

Management & Development Process

# لزوم توجه به اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بخش‌های عمومی کشور در برنامه پنجم توسعه بر اساس ارزیابی کارایی فنی صنعت توزیع برق ایران با تکنیک DEA

محمد خدابخشی
رضا نوروززاده

## چکیده

برنامه‌های توسعه، اسنادی راهبردی برای پیشرفت و توسعه هر کشور محسوب می‌شوند. با توجه به نقش، هدف و جایگاه برنامه‌های توسعه، ارزیابی عملکرد بخش‌های مختلف از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. هدف مقاله حاضر، اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران است. سی و هشت شرکت توزیع برق ایران، جامعه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند که به صورت تمام‌شماری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. برای اندازه‌گیری کارایی و ارزیابی عملکرد شرکت‌های توزیع برق، از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک و تصادفی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از کل منابع تخصیص داده شده به شرکت‌های مذکور، به‌طور متوسط با در نظر گرفتن داده‌های قطعی (تصادفی) حداکثر ۷۷ (۷۴) درصد از منابع برای مأموریت‌های واحدهای توزیع برق ایران کفایت می‌کند تا آنها از نظر فنی کارا شوند. به عبارت دیگر، از حدود ۲۳ (۲۶) درصد از کل منابع شرکت‌های مذکور، در طول دوره ارزیابی استفاده مطلوب نشده است و این منابع هدر رفته است. از آنجایی که می‌توان نتیجه گرفت سایر بخش‌ها نیز تقریباً وضعیت مشابهی دارند، پیشنهاد می‌شود "اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بخش‌های عمومی در هر سال برنامه پنجم توسعه الزامی شود". بی شک، پیامد حاصل از اجرای این سیاست، علاوه بر ایجاد انگیزه برای تحرک بیشتر بخش‌های مختلف جامعه، به منظور بهبود کارایی و بهره‌وری، موجب استفاده بهینه از منابع و جلوگیری از اتلاف بیت‌المال نیز می‌شود.

واژگان کلیدی: بهره‌وری، برنامه پنجم توسعه، کارایی فنی، واحدهای توزیع برق ایران، بخش‌های عمومی

# لزوم توجه به اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بخش‌های عمومی کشور در برنامه پنجم توسعه بر اساس ارزیابی کارایی فنی صنعت توزیع برق ایران با تکنیک DEA

**محمد خدابخشی**[۱]
**رضا نوروززاده**[۲]

**مقدمه**

برنامه‌ریزی توسعه در هر کشور، به عواملی مانند سطح توسعه‌یافتگی، نوع نظام برنامه‌ریزی، اهداف تعیین شده برای برنامه و ملاحظاتی درباره مسائل فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی بستگی دارد (موسوی جهرمی، ۱۳۸۸: ۲۸۹، به نقل از حسینی). تونی کلیک برای برنامه‌های توسعه ملی، شش ویژگی اصلی بیان می‌کند که عبارت‌اند از:

۱- برنامه‌های توسعه که بیانگر اهداف خط‌مشی‌های دولت هستند، معمولاً بر توسعه اقتصادی بسیار تأکید می‌کنند؛

۲- برای دستیابی به این اهداف، یک راهبرد مشخص می‌شود. این راهبرد که بر اساس موضوع مورد توجه، متغیر است، می‌تواند بسیار مشخص یا بسیار کلی باشد؛

۳- برنامه توسعه برای اجرای بهینه‌ای که تصمیم‌گیری‌های روزمره را هدایت کند، درصدد تدوین یک مجموعه اصولی پایدار و داخلی است؛

۴- برنامه توسعه درصدد درک کل اقتصاد و تأثیرگذاری بر آن است؛

۵- برنامه توسعه‌ای برای پیش‌بینی عملکرد مورد انتظار، از مدل اقتصاد کلان

۱. دانشیارگروه ریاضی دانشگاه لرستان
mkhbakhshi@yahoo.com
۲. استادیار مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی
rezanorouzzadeh@yahoo.com

استفاده می‌کند؛

۶- با اینکه برنامه توسعه، یک سند میان‌مدت (معمولاً پنج‌ساله) است، ولی همواره با برنامه‌های سالانه تکمیلی همراه است و دیدگاهی بلندمدت از توسعه ملی نیز ارائه می‌کند (حسینی، ۱۳۷۱: ۱۸۸ به نقل از ترز و هیوم). از این رو، با توجه به اینکه در سال‌های پایانی برنامه چهارم توسعه قرار داریم و در حال تدوین برنامه پنجم توسعه اقتصادی هستیم، بی‌شک ارزیابی بخش‌های مختلف نظام اجتماعی کشور، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. زیرا ارزیابی عملکرد، فرایندی دائمی است که در آن میزان تحقق اهداف اندازه‌گیری می‌شود. در این اندازه‌گیری، کارایی و اثربخشی منابع مورد استفاده، فرایندهای انجام کار، کیفیت محصولات (خروجی فرایندها) و اجرای برنامه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند (غلامی و نورعلیزاده، ۱۳۸۴). ارزیابی عملکرد، برآورد انتقادی و کاوشگرانه از فعالیت‌های مختلف یک سازمان است. ارزیابی عملکرد، پیشگیری‌کننده و تشخیص‌دهنده است. در صورتی که شرایط دشواری پدید آید، جاهایی که نیاز به اصلاح و بهینه‌سازی دارد، مشخص می‌شود و در صورت دستیابی به نتایج خوب، راه‌ها و ابزارهای لازم برای بهبود عملکرد به کار گرفته می‌شود (ذاکرصالحی، ۱۳۸۱).

بهبود مستمر عملکرد سازمان‌ها، نیروی عظیم هم‌افزایی ایجاد می‌کند که این نیروها می‌توانند پشتیبان برنامه رشد و توسعه و ایجاد فرصت‌های تعالی سازمانی شوند. برای ارزیابی عملکرد، دلایل مختلفی بیان شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- ارزیابی عملکرد مشخص می‌کند که در چه حوزه‌هایی مشکل وجود دارد و کدام حوزه‌ها به بهبود نیاز دارند.

- ارزیابی عملکرد به سازمان کمک می‌کند تا فرایندهایش را به خوبی بشناسد و متوجه شود که چه چیزی را می‌داند و چه چیزی را نمی‌داند؛

- ارزیابی عملکرد این اطمینان را حاصل می‌کند که تصمیمات مبتنی بر واقعیت هستند، نه مفروضات و حدسیات (رحیمی، ۱۳۸۶: ۳).

با توجه به آنچه گفته شد، هدف این مطالعه، اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران با استفاده از تکنیک DEA می‌باشد، به عبارت دیگر، مقاله حاضر به دنبال پاسخگویی به این سؤال اساسی است که کارایی شرکت‌های توزیع برق کشور چگونه است؟

## پیشینه تحقیق

درباره اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری واحدهای توزیع برق، مطالعات مختلفی انجام شده است. به عنوان مثال، گوتو و تسوتسویی[1] (۱۹۹۸) از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای اندازه‌گیری کارایی هزینه و کارایی‌های فنی تأسیسات برق ژاپن و ایالات‌متحده استفاده کرده‌اند. آنها نشان داده‌اند که تأسیسات برق ژاپنی نسبت به ایالات‌متحده از نظر فنی، تخصیص و مقیاس کارآمدتر هستند. رسنده[2] (۲۰۰۲) از مدل غیرپارامتری DEA برای ارزیابی شرکت‌های توزیع برق برزیل استفاده کرد. جاماسب و پولیت[3] (۲۰۰۳)، شصت و سه واحد توزیع برق منطقه‌ای برای شش کشور اروپایی را با یکدیگر مقایسه کردند. برای محاسبه کارایی و مورد توجه قرار دادن آثار انتخاب متغیرها و روش‌ها، آنها ده مدل DEA، حداقل مربعات عادی اصلاح شده (COLS)، و تجزیه و تحلیل مرز تصادفی (SFA) را مورد استفاده قرار دادند. استاچه[4] و همکاران (۲۰۰۴)، روش‌های DEA و اقتصادسنجی را برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی واحدهای توزیع برق در جنوب آمریکا اجرا کردند. گیاناکیس[5] و همکاران (۲۰۰۵) نیز از مدل DEA برای مطالعه کیفیت خدمات واحدهای توزیع برق انگلستان استفاده کردند. علاوه‌براین، آزاده و همکارانش (۲۰۰۷) یک الگوریتم تطبیقی شبکه‌های عصبی برای ارزیابی عملکرد واحدهای تولید برق به کاربردند. آنها روش پیشنهادی‌شان را در مجموعه‌ای از داده‌های واقعی مربوط به ۱۹ واحد تولید برق در ایران برای اندازه‌گیری کارایی اجرا کردند. همچنین آزاده و همکاران (۲۰۰۸)، DEA و اصول تجزیه و تحلیل مؤلفه (PCA) را برای ارزیابی عملکرد و بهینه‌سازی واحدهای توزیع برق در ایران مورد استفاده قرار دادند. علاوه‌براین، سجادی و عمرانی (۲۰۰۸) تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های نامعین را برای داده‌های شرکت‌های توزیع برق ایران پیاده کردند. آنها روشDEA ر با در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای خروجی ارائه نمودند. همان‌طور که برخی از نویسندگان (به عنوان مثال، سوئلی[6]، ۱۹۹۵) استدلال می‌کنند در بسیاری از مطالعات پژوهشگران، به دلیل الزام DMUs به انجام سفارشات خاص، به عنوان نمونه توزیع برق، مدل‌های با ماهیت ورودی را انتخاب می‌کنند و از این رو، مقادیر ورودی اولین متغیرهای تصمیم محسوب می‌شوند. در مقاله حاضر، با توجه به اینکه تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های تصادفی، برای

1. Goto and Tsutsui
2. Resende
3. Jamasb and Pollit
4. Estache
5. Giannakis
6. Coelli

اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های توزیع برق به ندرت مورد استفاده قرار گرفته است، مدل با ماهیت ورودی در تحلیل پوشش داده‌های تصادفی برای ارزیابی واحدهای توزیع برق در ایران به کار گرفته شده است. علاوه‌براین، در حالت بازده متغیر به مقیاس، مدل ابرکارایی[1] در تحلیل پوشش داده‌های تصادفی، برای رتبه‌بندی واحد تصادفی کارا توسعه داده می‌شود.

## روش تحقیق

در تحقیق حاضر، سی و هشت واحد توزیع برق در سراسر کشور مورد مطالعه قرار گرفته است. برای مطالعه کارایی شرکت‌های مذکور از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به عنوان یک روش برنامه‌ریزی ریاضی، یکی از روش‌های مهم برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) است. در این روش، مرز کارایی توسط کاراترین DMUsدر نمونه مورد بررسی تعریف می‌شود. از دیدگاه ریاضی، DEA یک ابزار تجزیه و تحلیل با قابلیت اطمینان بالاست و به‌طور گسترده‌ای در مطالعات انجام شده درحوزه برقی و الکتریکی و سایر حوزه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

در این بخش، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها که استفاده شده‌اند، به‌طور مختصر تشریح می‌شود.

### - مدل BCC با ماهیت ورودی در تحلیل پوششی داده‌ها

فرض می‌کنیم n واحد تصمیم‌گیری DMUj ( j=1,...,n ) موجود باشد که هر کدام مقادیر مختلفی از m ورودی را برای تولید مقادیر مختلفی از s خروجی به کار می‌برند. بردار ورودی DMUj با Xj = (x1j ,.. . xmj) و بردار خروجی آن با Yj = (y1j ,..., ysj) نشان داده شده است و فرض می‌شود xij و yrj برای هر $i=1,...m$ و $r=1,...s$ ) منفی نباشند. برای تعیین کارایی DMUo ، مدل BCC– $\varepsilon$ دار در ماهیت ورودی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Min} \quad \theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right)$$

1. Superifficiency

$$S.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{io} \qquad ; i = 1,...,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \qquad ; r = 1,...,s \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0 \ , j = 1,...,n \ , \ i = 1,...,m \quad , r = 1,...,s$$

**تعریف ۱** . (کارایی). $DMU_o$ نسبت به مدل (۱) کارا است، اگر دو شرط زیر برقرار باشد:

$(i \quad \theta^* = 1$

$ii)$ همه متغیرهای کمکی در بهینگی صفر باشند.

**- مدل ابرکارایی اندرسن ـ پیترسن در ماهیت ورودی (BCC)**

با حذف بردار ستونی متناظر با $DMU_o$ از ماتریس ضرایب LP در مدل (۱) می‌توان مدل ابرکارایی را به صورت زیر نوشت:

$$\text{Min} \quad \theta_o^s$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o^s x_{io} \quad ; \quad i = 1,...,m \quad (۲)$$

$$\sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad ; \quad r = 1,...,s$$

$$\sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1,...,n, j \neq o$$

**تعریف ۲** . اگر $\theta_o^{s*} \rangle 1$. است، $DMU_o$ ابرکارا می‌باشد، همچنین اگر $\theta_o^{s*} \langle 1$ باشد، $DMU_o$ نا کارا است.

**- مدل تصادفی**

در این قسمت، مدل BCC تصادفی در حالت ورودی شرح داده می‌شود. فرض می‌کنیم که DMU, $n$ متجانس داریم و $DMU_j$ با بردار تصادفی ورودی $\tilde{X}_j$ که بردار میانگین و واریانس مشخص دارد، قادر به تولید خروجی تصادفی $\tilde{Y}_j$ با بردار میانگین و واریانس مشخص است.

$$\tilde{X}_j^T = (\tilde{x}_{1j}\ , \dots , \tilde{x}_{mj})$$
$$\tilde{Y}_j^T = (\tilde{y}_{1j}\ , \dots , \tilde{y}_{sj})$$

مدل تصادفی به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta \\ S.t. \quad & P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\ \tilde{x}_{ij} \le \theta\ \tilde{x}_{io}\} \ge 1-\alpha \\ & P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\ \tilde{y}_{rj} \ge \tilde{y}_{ro}\} \ge 1-\alpha \\ & \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \ge 0 \quad ; \quad j=1\ , \dots\ , n \end{aligned} \qquad (۳)$$

در مدل (۳)، $\alpha$ یک مقدار بین صفر و یک است که سطح اطمینان را تعیین می‌کند. چون یک جواب با $\lambda_o = 1$، $\lambda_j = 0$، $j=1,\dots,n$ , $(j \ne o)$، $\theta=1$ همیشه وجود دارد. از این رو، همواره مقدار بهینه تابع هدف، کوچک‌تر یا مساوی یک است، $(\theta^* \le 1)$، بنابراین مدل (۳) کارایی تصادفی را به‌صورت زیر تعریف می‌کند.

**تعریف ۳** . اگر شرایط زیر برقرار باشد، $DMU_o$ به‌طور تصادفی کارا است.

$(i$ $\theta^* = 1$

$ii)$ تمام متغیرهای کمکی در بهینگی صفر باشند.

اگر شرایط تعریف (۳) برقرار نباشد، $DMU_o$ به‌طور تصادفی غیرکارا است. به عبارت دیگر، اگر برای یک جواب بهینه، $\theta^* < 1$ یا بعضی از متغیرهای کمکی ناصفر باشند، $DMU_o$ به‌طور تصادفی غیرکارا است. در حقیقت، اگر $\theta^* < 1$ باشد، آنگاه ورودی‌های $DMU_o$ مورد ارزیابی، با استفاده از یک ترکیب از سایر DMUs با سطح اطمینان $1-\alpha$ می‌توانند به $\theta^* X_o$ کاهش یابند.

با استفاده از خواص تابع توزیع تجمعی به آسانی اثبات می‌شود که مدل زیر،

معادل مدل (۳) است.

$$\text{Min} \quad \theta$$

$$S.t. \quad P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \ \tilde{x}_{ij} + s_i^- \le \theta \ \tilde{x}_{io}\} = (1-\alpha) \ ; \ \ i=1,...,m$$

$$P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \ \tilde{y}_{rj} - s_r^+ \ge \tilde{y}_{ro}\} = (1-\alpha) \ \ ; \ \ r=1,...,s \qquad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \ge 0, \ s_i^- \ge 0, \ s_r^+ \ge 0 \ , \ j=1, \ldots, n \ , \ i=1,...,m, r=1,...,s$$

مدل $\varepsilon - BCC$ دار تصادفی در حالت ورودی به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{Min} \quad \theta + \varepsilon(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+)$$

$$S.t. \quad P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \ \tilde{x}_{ij} + s_i^- \le \theta \ \tilde{x}_{io}\} = (1-\alpha) \ ; \ \ i=1,...,m$$

$$P\{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \ \tilde{y}_{rj} - s_r^+ \ge \tilde{y}_{ro}\} = (1-\alpha) \ \ ; \ \ r=1,...,s \qquad (۵)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \ge 0, \ s_i^- \ge 0, \ s_r^+ \ge 0 \ , \ j=1, \ldots, n \ , \ i=1,...,m, r=1,...,s$$

در مدل (۵)، $\varepsilon$ یک عنصر ناارشمیدسی است و تعریف زیر را از کارایی تصادفی بازگو می‌کند.

**تعریف ۴** . اگر شرایط زیر برقرار باشد، $DMU_o$ به‌طور تصادفی با سطح اطمینان $1-\alpha$ کارا است.

$$\theta^* = 1 \quad (i$$

$$\forall_i \ \& \ \forall_r \quad ; \quad s_i^- = s_r^+ = 0 \quad (ii$$

**- تبدیل مدل‌های تصادفی به معادل قطعی**

به اعتقاد کوپر و همکاران (۲۰۰۲) و نیز خدابخشی و همکاران (۲۰۰۹a, b)، برای سادگی محاسبات فرض می‌کنیم که مؤلفه‌های بردار ورودی و خروجی متغیرهای تصادفی، تابع توزیع نرمال دارند. در اینجا مدل BCC تصادفی با ماهیت ورودی را به معادل قطعی تبدیل می‌کنیم. متغیر Z یک متغیر تصادفی با تابع توزیع نرمال استاندارد فرض می‌شود، همچنین مقادیر تصادفی ورودی و خروجی را به ترتیب با $\tilde{x}_{ij}$ و $\tilde{y}_{rj}$ نشان داده می‌شود و فرض می‌گردد.

$$(\sigma_r^o(\lambda))^2 = Var\left(\sum_{j=1}^{n} \tilde{y}_{rj}\,\lambda_j - \tilde{y}_{ro}\right),\ E(\tilde{y}_{rj}) = y_{rj},\ E(\tilde{x}_{ij}) = x_{ij}$$

و

$(\sigma_i^I(\theta,\lambda))^2 = Var\left(\sum_{j=1}^{n} \tilde{x}_{ij}\,\lambda_j - \theta\,\tilde{x}_{io}\right)$، در این صورت، معادل قطعی مدل (۵) به صورت زیر است.

$$\text{Min} \quad \theta + \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right)$$

$$S.t. \quad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j - \theta\, x_{io} - \Phi^{-1}(\alpha)\,\sigma_i^I(\theta,\lambda) + s_i^- = 0 \quad ;\ i = 1, \ldots, m \qquad (۶)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - y_{ro} + \Phi^{-1}(\alpha)\,\sigma_r^o(\lambda) - s_r^+ = 0 \quad ;\ r = 1, \ldots, s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0,\ s_i^- \geq 0,\ s_r^+ \geq 0,\ j = 1,\ldots,n,\ i = 1,\ldots,m,\ r = 1,\ldots,s$$

$\Phi$ تابع توزیع تجمعی[1] (cdf) و $\Phi^{-1}$ معکوس آن می‌باشد. بدیهی است که $\sigma_r^o(\lambda)$ و $\sigma_i^I(\theta,\lambda)$ در مدل بالا غیرخطی هستند. بنا بر کوپر و همکاران (۲۰۰۲)، این برنامه‌ریزی غیرخطی را می‌توان به یک برنامه‌ریزی درجه دوم تبدیل کرد. برای این کار، فرض می‌شود $w_r^o$ و $w_i^I$ متغیرهای نامنفی هستند.

قرار می‌دهیم: $(w_r^o)^2 = (\sigma_r^o(\lambda))^2$ و $(w_i^I)^2 = (\sigma_i^I(\theta,\lambda))^2$ بنابراین، مدل زیر به عنوان معادل قطعی مدل (۶) به دست می‌آید.

1. Cumulative Distribution Function

$$\text{Min} \quad \theta + \varepsilon(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+)$$

$$S.t. \quad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j - \theta\, x_{io} - \Phi^{-1}(\alpha)\, w_i^I + s_i^- = 0 \quad ; i = 1, ..., m \qquad (۷)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - y_{ro} + \Phi^{-1}(\alpha)\, w_r^o - s_r^+ = 0 \quad ; r = 1, ..., s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$(w_i^I)^2 = \sum_{j=1, j\neq o}^{n} \sum_{k=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \lambda_k \operatorname{cov}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{ik}) + 2(\lambda_o - \theta) \sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \operatorname{cov}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{io}) + (\lambda_o - \theta)^2 Var(\tilde{x}_{io})$$

$$(w_r^o)^2 = \sum_{j=1, j\neq o}^{n} \sum_{k=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \lambda_k \operatorname{cov}(\tilde{y}_{rj}, \tilde{y}_{rk}) + 2(\lambda_o - 1) \sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \operatorname{cov}(\tilde{y}_{rj}, \tilde{y}_{ro}) + (\lambda_o - 1)^2 Var(\tilde{y}_{ro})$$

$$\lambda_j \geq 0 \ , \ s_i^- \geq 0 \ , \ s_r^+ \geq 0 \ , \ w_i^I \geq 0, w_r^o \geq 0 \ , \ j = 1,...,n \ , \ i = 1,...,m \ , \ r = 1,...,s$$

این مدل یک مسئله برنامه‌ریزی درجه دوم است و می‌توان مقادیر بهینه $\theta^*$، $s_i^{-*}$ و $s_r^{+*}$ را با حل آن به دست آورد. اگر $\alpha = 0.5$ باشد، آنگاه $\Phi^{-1}(\alpha) = 0$ است که در این صورت، مقادیر بهینه $\theta^*$، $s_i^{-*}$ و $s_r^{+*}$ در شکل تصادفی را می‌توان با حل مدل (۱) به دست آورد.

**- مدل تصادفی اندرسن ـ پیترسن برای مدل BCC با ماهیت ورودی**

مدل ابرکارایی تصادفی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$\text{Min} \quad \theta_o^S$$

$$S.t. \quad P\{\sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \tilde{x}_{ij} \leq \theta_o^S \tilde{x}_{io}\} \geq 1 - \alpha \ ; \ i = 1, \ldots, m$$

$$P\{\sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j \tilde{y}_{rj} \geq \tilde{y}_{ro}\} \geq 1 - \alpha \ ; \ r = 1, \ldots, s \qquad (۸)$$

$$\sum_{j=1, j\neq o}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0\ ,\ j=1,...,n\ ,\ j\neq o$$

**تعریف ۵** . اگر مقدار بهینه تابع هدف، بزرگتر از یک باشد، یعنی $\theta_o^{s^*}>1$، $DMU_o$ به‌طور تصادفی با سطح اطمینان $1-\alpha$ ابرکارا است.

**- تبدیل مدل ابرکارایی تصادفی به معادل قطعی**

به‌طور مشابه، بر اساس فرضیات پیشین، معادل قطعی مدل ابرکارایی را می‌توان به صورت مدل زیر بیان کرد:

$$\begin{aligned}
&\text{Min} \quad \theta_o^S \\
&S.t. \quad \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n} \lambda_j x_{ij} - \theta_o^s x_{io} - \Phi^{-1}(\alpha)\ \sigma_i^I\ (\theta_o^s, \lambda) + s_i^- = 0 \quad ; \quad i=1,...,m \\
&\qquad \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n} \lambda_j y_{rj} - y_{ro} + \Phi^{-1}(\alpha)\sigma_r^o(\lambda) - s_r^+ = 0 \quad ; \quad r=1,...,s \\
&\qquad \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (۹) \\
&\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, j=1,...n, j\neq o,\ i,...,m, r=1,...,s
\end{aligned}$$

با استفاده از خصوصیات توزیع نرمال، می‌توان این برنامه‌ریزی غیرخطی را به یک برنامه‌ریزی درجه دوم تبدیل کرد. برای این کار فرض می‌شود $w_i^I$ و $w_r^o$ متغیرهای نامنفی هستند. قرار می‌دهیم:

$$(w_i^I)^2 = (\sigma_i^I(\theta_o^s, \lambda))^2$$
$$(w_r^o)^2 = (\sigma_r^o(\lambda))^2$$

بنابراین، مدل معادل قطعی مدل ابرکارایی تصادفی به صورت زیر است:

$$\begin{aligned}
&\text{Min} \quad \theta_o^S \\
&S.t. \quad \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n} \lambda_j x_{ij} - \theta_o^s x_{io} - \Phi^{-1}(\alpha)\, w_i^I + s_i^- = 0 \quad ; \quad i=1,...,m
\end{aligned}$$

$$\sum_{j=1,\, j\neq o}^{n}\lambda_j y_{rj} - y_{ro} + \Phi^{-1}(\alpha)\, w_r^o - s_r^+ = 0 \quad ; \quad r = 1,\ldots,s$$

$$\sum_{j=1,\, j\neq o}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (۱۰)$$

$$(w_i^I)^2 = \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n}\sum_{k=1,\, j\neq o}^{n}\lambda_j\lambda_k \operatorname{cov}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{ik}) - 2\theta_o^s \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n}\lambda_j \operatorname{cov}(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{io}) + (\theta_o^s)^2 Var(\tilde{x}_{io})$$

$$(w_r^o)^2 = \sum_{j=1,\, j\neq o}^{n}\sum_{k=1,\, j\neq o}^{n}\lambda_j\lambda_k \operatorname{cov}(\tilde{y}_{rj}, \tilde{y}_{rk}) - 2\sum_{j=1,\, j\neq o}^{n}\lambda_j \operatorname{cov}(\tilde{y}_{rj}, \tilde{y}_{ro}) + Var(\tilde{y}_{ro})$$

$$\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, w_i^I \geq 0, w_r^o \geq 0,\ j = 1,\ldots n,\ j \neq o,\ i = 1,\ldots,m, r = 1,\ldots,s$$

این مدل یک مسئله برنامه‌ریزی درجه دوم است و می‌توان مقادیر بهینه $\theta_o^{s*}$ ، $s_i^{-*}$ و $s_r^{+*}$ را با حل آن بدست آورد.

Show romanization

## داده‌ها و نتایج

در این مطالعه، داده‌های ۳۸ شرکت توزیع برق در ایران، در طول سال‌های ۲۰۰۱- ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. واحدهای توزیع برق در ایران، عمومی و تحت نظارت شرکت توانیر (شرکت مدیریت تولید، توزیع و انتقال برق ایران) هستند. با توجه به بررسی‌های گسترده در جاماسب و پولیت (۲۰۰۱) ، ورودی‌های مورد استفاده اغلب هزینه، تعداد کارکنان، ظرفیت ترانسفورماتورها و طول شبکه را شامل می‌شوند. خروجی‌های مفید به‌طور گسترده، واحد انرژی تحویلی، تعداد مشتریان و اندازه منطقه تحت سرویس‌دهی انتخاب شده است. توجه داشته باشید که طول شبکه و ظرفیت ترانسفورماتورها، متغیرهای سرمایه‌ای برای واحدهای توزیع برق هستند. اطلاعات هزینه معمولاً در دسترس نیست. واحد اندازه‌گیری طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتورها و کل فروش برق کیلومتر، مگاولت آمپر و MWh است. این مطالعه طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتورها، و نیروی کار را به عنوان متغیرهای ورودی و کل فروش برق و تعداد مشتریان رابه عنوان متغیرها خروجی در نظر گرفته است. جدول (۱)، داده‌ها و اطلاعات آماری را برای مطالعه موردی نشان می‌دهد، برای مطالعه بیشتر به بررسی سجادی و عمرانی (۲۰۰۸) مراجعه شود.

**جدول (۱): میانگین ورودی و خروجی چهار سال شرکت‌های توزیع برق ایران (۲۰۰۴-۲۰۰۱)**

| | Labor | Net. Length | Cap. Transformers | Sales | No. Customers |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 534 | 8353.5 | 1033.75 | 1867.47 | 473.42 |
| 2 | 815 | 16555.5 | 962.5 | 1411.72 | 469.2 |
| 3 | 634 | 19490.25 | 1271.5 | 2111.96 | 619.37 |
| 4 | 393.75 | 9916.25 | 496.75 | 754 | 276.02 |
| 5 | 597.75 | 8259.31 | 1266.1 | 2882.5 | 585.19 |
| 6 | 1095.5 | 24952.32 | 2644.27 | 4759.5 | 729.93 |
| 7 | 283 | 8245.22 | 533.56 | 739.92 | 176.87 |
| 8 | 592 | 14963.66 | 1457.02 | 2349.88 | 384.41 |
| 9 | 587.25 | 12395.47 | 1100.68 | 1775.16 | 402.55 |
| 10 | 586.75 | 11917.81 | 974.78 | 1261.86 | 311.56 |
| 11 | 729.25 | 10919.8 | 2059.86 | 3915.75 | 771.44 |
| 12 | 551.25 | 5639.96 | 1747.2 | 3640.16 | 622.52 |
| 13 | 594.5 | 8107 | 1881.09 | 3038.88 | 637.74 |
| 14 | 591.75 | 4699.35 | 1650.6 | 3474.28 | 677.12 |
| 15 | 654 | 6738.73 | 1717.77 | 3419.78 | 734.38 |
| 16 | 805.25 | 10826.66 | 2180.09 | 3789.11 | 735.64 |
| 17 | 325.25 | 5665.85 | 766.39 | 1437.64 | 260.24 |
| 18 | 855.75 | 11552 | 1724.25 | 3541.89 | 754.46 |
| 19 | 1385.25 | 43471.25 | 2275.5 | 5317.33 | 980.29 |
| 20 | 549 | 5001.75 | 2185.42 | 4870.32 | 242.19 |
| 21 | 1459.25 | 18295.5 | 3813.64 | 5541.55 | 479.92 |
| 22 | 365 | 5025.75 | 527.68 | 516.35 | 98.29 |
| 23 | 345.25 | 10272.06 | 770.4 | 1170.43 | 222.17 |
| 24 | 294.75 | 8661.87 | 926.4 | 2046.36 | 286.62 |
| 25 | 370.75 | 7846.73 | 719.24 | 1243.75 | 182.97 |
| 26 | 534.75 | 13380.6 | 1108.69 | 1411.47 | 399.08 |
| 27 | 416 | 11684.8 | 719.18 | 984.24 | 308.08 |
| 28 | 259.25 | 4834.76 | 479.23 | 472.37 | 107.91 |
| 29 | 732.25 | 12687.75 | 1857.5 | 2547.06 | 492.34 |
| 30 | 887.75 | 23861.25 | 112.25 | 2870.68 | 489.18 |
| 31 | 387.25 | 7082.5 | 1033.25 | 1748.24 | 183.2 |
| 32 | 1121.5 | 28639.5 | 1860.5 | 4053.51 | 564.62 |
| 33 | 890.75 | 20962.73 | 1510.63 | 2371.67 | 726.62 |
| 34 | 831.5 | 17435.18 | 1629.29 | 2308.21 | 625.7 |
| 35 | 279.75 | 6124.9 | 573.47 | 772.68 | 246.63 |
| 36 | 401.5 | 9858.57 | 899.27 | 1189.26 | 332.98 |
| 37 | 927.75 | 15801.84 | 1733.26 | 2751.48 | 279.18 |
| 38 | 570.75 | 1100.77 | 921.68 | 2054.3 | 329.44 |
| s.d | 292.94 | 7851.94 | 729.76 | 1378.66 | 220.57 |
| mean | 637.79 | 12661.49 | 1345.39 | 2431.91 | 452.62 |

با توجه به نتایج محاسباتی ذکر شده در جدول شماره (۲)، نمرات کارایی شرکت‌های توزیع برق با شماره‌های ۳، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۸،۲۰، ۲۴، ۲۸ و ۳۵ برابر واحد است. از این رو، این واحدها کارا هستند. به این نکته نیز باید توجه کرد که مقادیر متغیرهای کمکی برای این شرکت‌ها، برابر با صفر است که از ذکر آنها در ستون جداگانه، خودداری شده است. بنابراین، همه آنها بیانگر کارایی قوی هستند، یعنی در هر دو شرط اول و دوم تعریف ۱ صدق می‌کنند. در خصوص استفاده از منابع، این شرکت‌ها از لحاظ فنی کارآمد هستند. به عبارت دیگر، آنها هیچ منابع اضافی یا مواد زائدی در ورودی‌های‌شان ندارند. بقیه شرکت‌ها ناکارآمد هستند. نمرات کارایی شرکت‌های ناکارا، از حداقل ۰.۰۴۲۲ ، برای ۲۱ DMU، تا ۰.۹۸۸۸، برای ۵ DMU متغیر است که موجب ناکارایی آنها می‌شود. برای مثال، نمره کارایی شرکت شماره ۱۰ ، ۰.۶۴۵۵ است. این بدان معنی است که شرکت مذکور (۰.۶۴۵۵–۱) = ۰.۳۲۲۵ درصد از منابع موجودش را هدر می‌دهد. به عبارت دیگر، فقط ۰.۶۴۵۵ درصد از منابع این شرکت کافی است تا آن را از نظر فنی کارآمد کند. واحدهای تصمیم‌گیری ناکارا با استفاده از نمرات کارایی خود که کمتر از یک هستند، قابل مقایسه‌اند. با این حال، واحدهای تصمیم‌گیری کارا که نمره کارایی‌شان واحد است، میان خودشان قابل مقایسه نیستند. بنابراین، مدل ابرکارایی برای رتبه‌بندی آنها استفاده می‌شود.

نتایج محاسباتی مدل ابرکارایی و رتبه واحدهای تصمیم‌گیری، به ترتیب در ستون‌های ۳ و ۴ بیان شده است. بر اساس نتایج حاصل از مدل ابرکارایی، شرکت شماره ۳۰ ، با نمره ابرکارایی ۱۱.۲۲۸۴ رتبه اول را دارد. این بدان معنی است که حتی اگر این شرکت 11.2284 برابر ورودی‌های فعلی‌اش از منابع استفاده کند، هنوز در مقایسه با سایر شرکت‌ها، کارا باقی خواهد ماند. نکته قابل توجه این است که هر چه نمره ابرکارایی بالاتر باشد، واحدهای تصمیم‌گیری بهترخواهند بود. پس از این شرکت با نمره ابرکارایی 11.2284، سه شرکت بعدی عبارت‌اند از: 38 DMU، 4.2691، 20 DMU، 2.7646 و11 DMU، 1.3326. از پایین، بدترین شرکت DMU 21 با نمره کارایی یا ابرکارایی ۰.۰۴۲۲ است. در واقع، 21 DMU با 4.22 درصد از ورودی‌های فعلی‌اش کارآمد خواهد بود، درحالی‌که ۹۵.۷۸ درصد از ورودی‌های فعلی خود را تلف می‌کند. البته باید به این نکته توجه کرد که برای واحدهای

تصمیم‌گیری ناکارا، نمره ابرکارایی همان نمره کارایی است. پس از21 DMU، سه DMUبعدی عبارت‌اند از: DMU 19 ،0.2882، DMU 36، 0.5762 و DMU 29، .0.6448 که از نظر عملکردی ضعیف هستند. در کل، میانگین نمره کارایی فنی واحدهای توزیع برق برابر با ۰.۷۷۱۷ است. به عبارت دیگر، به‌طور متوسط، ۲۲.۸۳ درصد از منابع (ورودی) برای صنعت توزیع برق ایران هدر می‌رود.

**جدول (۲): نتایج محاسباتی مدل‌های کلاسیک**

| DMU No. | Efficiency score | Super efficiency score | Rank |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰.۹۵۶۰ | --- | ۱۸ |
| ۲ | ۰.۷۵۰۵ | --- | ۳۲ |
| ۳ | ۱ | ۱.۰۰۳۵ | ۱۲ |
| ۴ | ۰.۹۷۴۹ | --- | ۱۶ |
| ۵ | ۰.۹۸۸۸ | --- | ۱۵ |
| ۶ | ۰.۹۱۷۲ | --- | ۲۱ |
| ۷ | ۱.۰۰۰۰ | ۱.۰۰۱۰ | ۱۴ |
| ۸ | ۰.۶۸۴۴ | --- | ۳۳ |
| ۹ | ۰.۷۵۶۹ | --- | ۳۱ |
| ۱۰ | ۰.۶۴۵۵ | --- | ۳۴ |
| ۱۱ | ۱ | ۱.۳۳۲۶ | ۴ |
| ۱۲ | ۱ | ۱.۰۶۲۱ | ۱۰ |
| ۱۳ | ۰.۹۴۵۰ | --- | ۱۹ |
| ۱۴ | ۱ | ۱.۳۰۴۸ | ۵ |
| ۱۵ | ۱ | ۱.۲۵۷۸ | ۷ |
| ۱۶ | ۰.۸۷۱۱ | --- | ۲۴ |
| ۱۷ | ۱ | ۱.۰۲۸۵ | ۱۱ |
| ۱۸ | ۱ | ۱.۰۰۱۹ | ۱۳ |
| ۱۹ | ۰.۲۸۸۲ | --- | ۳۷ |
| ۲۰ | ۱ | ۲.۷۶۴۶ | ۳ |

**ادامه جدول (۲)**

| DMU No. | Efficiency score | Super efficiency score | Rank |
|---|---|---|---|
| ۲۱ | ۰.۰۴۲۲ | --- | ۳۸ |
| ۲۲ | ۰.۹۳۶۷ | | ۲۰ |
| ۲۳ | ۰.۸۴۹۲ | | ۲۶ |
| ۲۴ | ۱ | ۱.۲۶۰۲ | ۶ |
| ۲۵ | ۰.۸۸۶۳ | --- | ۲۲ |
| ۲۶ | ۰.۷۸۵۷ | --- | ۲۷ |
| ۲۷ | ۰.۸۷۳۰ | --- | ۲۳ |
| ۲۸ | ۱ | ۱.۱۸۶۹ | ۸ |
| ۲۹ | ۰.۶۴۴۸ | --- | ۳۵ |
| ۳۰ | ۱.۰۰۰۰ | ۱۱.۲۲۸۴ | ۱ |
| ۳۱ | ۰.۷۷۱۴ | --- | ۲۹ |
| ۳۲ | ۰.۷۶۰۳ | --- | ۳۰ |
| ۳۳ | ۰.۹۶۲۳ | --- | ۱۷ |
| ۳۴ | ۰.۷۷۹۴ | --- | ۲۸ |
| ۳۵ | ۱ | ۱.۱۷۲۱ | ۹ |
| ۳۶ | ۰.۸۶۲۳ | --- | ۲۵ |
| ۳۷ | ۰.۵۷۶۲ | --- | ۳۶ |
| ۳۸ | ۱ | ۴.۲۶۹۱ | ۲ |

همچنین داده‌های مشاهده شده ۳۸ شرکت توزیع برق ایران، برای محاسبه کارایی و ابرکارایی تصادفی هر شرکت در سال ۲۰۰۴ استفاده شده است. برای محاسبه نتایج داده‌های تصادفی، $\alpha =$ ۰.۴۵ انتخاب شده است که برای آن $\Phi^{-1}(\alpha) =$ ۰.۱۲- است. این مقدار نسبتاً زیاد برای نشان دادن تفاوت بین نتایج کلاسیک و تصادفی به عمد انتخاب شده است. فرض می‌شود که برای همه واحدهای تصمیم‌گیری، واریانس یکسان است، اما آنها می‌توانند میانگین مختلف داشته باشند. از مقادیر مشاهده شده ورودی و خروجی به عنوان برآوردی برای

مقادیر مورد انتظار ورودی‌ها و خروجی‌های تصادفی هر DMU استفاده می‌کنیم که واریانس خروجی‌ها و ورودی‌ها می‌تواند به کمک آنها تخمین زده شود. همچنین می‌توان فرض کرد که خروجی و ورودی‌های مختلف برای واحدهای تصمیم‌گیری مستقل هستند. آنگاه این فرض استقلال موجب می‌شود که کوواریانس‌های ورودی‌ها و کوواریانس‌های خروجی‌ها صفر شود.

نتایج تصادفی به دست آمده از نرم‌افزار GAMS و نتایج محاسباتی مدل‌های کارایی و ابرکارایی تصادفی در جدول (۳) بیان شده است. ستون‌های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب بیانگر نمرات کارایی، نمرات ابرکارایی و رتبه واحدهای تصمیم‌گیری هستند. طبق نتایج کارایی ستون ۲، نمرات کارایی برای واحدهای تصمیم‌گیری ۲، ۳، ۸–۱۰، ۲۶، ۳۲، ۲۹، ۳۲، ۲۹، ۳۴، ۳۷ کمتر از یک هستند. از این رو، این واحدهای تصمیم‌گیری، ناکارآمد هستند. نمرات کارایی به دست آمده برای شرکت‌های ناکارآمد، از حداقل ۰.۶۶۹۹ برای DMU 37 ، تا ۰.۹۶۶۷ برای DMU 29 هستند که آنها را ناکارا کرده‌اند. بقیه واحدهای تصمیم‌گیری که نمره کارایی واحد دارند، کارا هستند. مقدار بهینه متغیرهای کمکی برای شرکت‌های کارآمد نیز، در مدل تصادفی صفر است. برای رتبه‌بندی واحدهای کارا، از نتایج حاصل از مدل ابرکارایی استفاده می‌شود که در ستون ۳ در جدول ۳ بیان شده است. طبق نتایج مدل ابرکارایی تصادفی، دوباره DMU 30 با نمره ۱۲.۶۸۸۱ رتبه اول را دارد. چهار واحد تصمیم‌گیری برتر در این ارزیابی، DMU 30 ، 12.6881، DMU 20، 2.2722، DMU 14، 1.9620 و DMU 15، 1.8744هستند. باید به این نکته توجه کرد که این DMU با مدل‌های کلاسیک و تصادفی بهترین‌ها هستند. بدترین DMU، دوباره DMU 29 با نمره ۰.۶۸۶۱ است. این DMU بدترین DMU با مدل قطعی نیز بود. در پایین، بعد از DMU 29 ، در این ارزیابی DMU 37، 0.7476، DMU 30، 0.7673، DMU 10، 0.7883 بعدی هستند. میانگین نمره کلی بازده فنی واحدهای توزیع برق ۰.۷۴۵۸ است. به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن داده‌های تصادفی، به‌طور متوسط، ۷۴.۵۸ درصد از منابع (ورودی) برای شرکت‌های توزیع برق ایران کافی است تا آنها از نظر فنی کارا شوند.

**جدول (۳): نتایج محاسباتی مدل‌های تصادفی**

| DMU No. | Efficiency score | Super efficiency score | Rank |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ | ۱.۱۲۳۷ | ۱۹ |
| ۲ | ۰.۸۶۶۰ | --- | ۳۲ |
| ۳ | ۰.۹۶۶۷ | --- | ۲۹ |
| ۴ | ۱ | ۱.۱۰۵۵ | ۲۰ |
| ۵ | ۱ | ۱.۱۳۲۸ | ۱۸ |
| ۶ | ۱ | ۱.۰۹۹۱ | ۲۱ |
| ۷ | ۱ | ۱.۲۵۴۷ | ۱۵ |
| ۸ | ۰.۷۹۵۰ | --- | ۳۵ |
| ۹ | ۰.۸۸۰۱ | --- | ۳۱ |
| ۱۰ | ۰/۷۸۴۹ | --- | ۳۶ |
| ۱۱ | ۱ | ۱.۶۴۷۳ | ۵ |
| ۱۲ | ۱ | ۱.۵۴۲۷ | ۷ |
| ۱۳ | ۱ | ۱.۰۶۳۶ | ۲۵ |
| ۱۴ | ۱ | ۱.۹۶۲۰ | ۳ |
| ۱۵ | ۱ | ۱.۸۷۴۴ | ۴ |
| ۱۶ | ۱ | ۱.۲۸۴۸ | ۱۳ |
| ۱۷ | ۱ | ۱.۲۶۶۲ | ۱۴ |
| ۱۸ | ۱ | ۱.۳۰۴۹ | ۱۰ |
| ۱۹ | ۱ | ۱.۵۴۳۲ | ۶ |
| ۲۰ | ۱ | ۲.۲۷۲۲ | ۲ |
| ۲۱ | ۱ | ۱.۱۷۶۷ | ۱۷ |
| ۲۲ | ۱ | ۱.۲۸۹۹ | ۱۲ |
| ۲۳ | ۱ | ۱.۰۲۰۱ | ۲۸ |
| ۲۴ | ۱ | ۱.۲۹۵۴ | ۱۱ |
| ۲۵ | ۱ | ۱.۰۸۸۵ | ۲۳ |
| ۲۶ | ۰.۹۱۸۷ | --- | ۳۰ |

**ادامه جدول (۳)**

| DMU No. | Efficiency score | Super efficiency score | Rank |
|---|---|---|---|
| ۲۷ | ۱ | ۱.۰۸۱۴ | ۲۴ |
| ۲۸ | ۱ | ۱.۳۹۰۹ | ۸ |
| ۲۹ | ۰.۷۲۴۳ | --- | ۳۷ |
| ۳۰ | ۱ | ۱۲.۶۸۸۱ | ۱ |
| ۳۱ | ۱ | ۱.۰۲۶۰ | ۲۷ |
| ۳۲ | ۰.۸۵۴۳ | --- | ۳۴ |
| ۳۳ | ۱ | ۱.۰۹۴۶ | ۲۲ |
| ۳۴ | ۰.۸۶۴۲ | --- | ۳۳ |
| ۳۵ | ۱ | ۱.۳۴۰۹ | ۹ |
| ۳۶ | ۱ | ۱.۰۵۴۴ | ۲۶ |
| ۳۷ | ۰.۶۶۹۹ | --- | ۳۸ |
| ۳۸ | ۱ | ۱.۲۱۸۵ | ۱۶ |

## برنامه پنجم، بهره‌وری و برق

### بهره‌وری

ماده ۷۳: در راستای تحقق اهداف سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی، رقابتی کردن اقتصاد و دستیابی به افزایش سهم ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد اقتصادی و برای برنامه‌ریزی، سیاستگذاری، راهبری، نظارت و ارزیابی بهره‌وری کلیه عوامل تولید (نیروی کار، سرمایه، انرژی و آب و خاک) سازمان ملی بهره‌وری ایران به صورت مؤسسه دولتی وابسته به معاونت، به تدوین برنامه جامع بهره‌وری کشور شامل شاخص های استانـدارد بهره‌وری و نظام اجـرایی ارتقای بهره‌وری شامل توزیع نقش‌ها و مسئولیت‌ها در کلیه بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اعم از بخش دولتی و غیردولتی لازم‌الاجرا برای کلیه دستگاه‌های اجرایی اقدام می‌کند و به تصویب هیأت وزیران می‌رساند.

حداکثر ۳ درصد از هر مرحله تخصیص اعتبارات هزینه‌ای دستگاه در خزانه

نگهداری می‌شود و پرداخت آن به دستگاه، منوط به ارائه تأیید معاونت مبنی بر رعایت مصوبات موضوع این ماده و سایر تکالیف قانونی مربوط به بهره‌وری خواهد بود.

آیین‌نامه اجرایی این ماده، شامل زمان‌بندی و تعیین میزان تخصیص در سقف ذکر شده در تبصره فوق و نحوه نظارت بر شاخص‌ها و گزارش دستگاه‌ها، توسط هیأت وزیران تصویب می‌شود.

به دولت اجازه داده می‌شود به منظور استقرار و توسعه استاندارد برای کلیه کالاها، فعالیت‌ها و خدمات در حوزه‌های مختلف، به اصلاح ساختار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اقدام کند و سازمان استاندارد ملی ایران را بر اساس اساسنامه مصوب دولت، به صورت مؤسسه دولتی وابسته به معاونت با حوزه صلاحیت عام استانداردسازی، مقررات گذاری در مورد کالاها و خدمات، قراردادها و سایر موارد مشابه آنها که توسط بخش‌های دولتی و غیردولتی اعم از خصوصی، تعاونی و عمومی غیردولتی ارائه می‌شود، ایجاد کند. به‌طوری که امور تصدی‌گری مؤسسه استاندارد به بخش غیردولتی واگذار گردد.

**بـرق**

ماده ۱۲۵: به منظور تنوع در عرضه انرژی کشور، بهینه‌سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید همزمان برق و حرارت، وزارت نیرو موظف است:

الف- از محل فروش نیروگاه‌های موجود یا در حال ساخت، یارانه خرید برق از تولیدکنندگان برق پراکنده با مقیاس کوچک و ظرفیت‌های تولید برق مشترکین از طریق عقد قراردادهای بلندمدت و نیز تبدیل تا ۱۲۰۰۰ مگاوات نیروگاه گازی به سیکل ترکیبی پرداخت کند.

تبصره- در صورت تمایل بخش غیردولتی به تبدیل نیروگاه‌های گازی موجود خود به سیکل ترکیبی، وزارت نیرو مجاز است از محل منابع موضوع بند «الف» به آنها یارانه پرداخت کند.

ب – قراردادهای خرید تضمینی برق تولیدی از منابع انرژی‌های نو و انرژهای پاک منعقد کند. در تعیین قیمت خرید برق این نیروگاه‌ها، علاوه بر هزینه‌های

تبدیل انرژی (در بازار رقابتی شبکه سراسری- بازار برق)، متوسط سالانه ارزش وارداتی یا صادراتی سوخت مصرف نشده نیز بر اساس ترکیب سوخت مصرفی نیروگاه‌های حرارتی و توجه به راندمان مورد تأیید دولت، از محل اعتبارات یارانه انرژی منظور در بودجه‌های سالانه به تولیدکنندگان این‌گونه انرژی‌ها قابل پرداخت است. همچنین به منظور تشویق و ترغیب بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌هایی که از انرژی تجدیدپذیر یا بازیافت حرارت استفاده می‌کنند، برای عدم انتشار آلاینده‌ها و حفاظت از محیط زیست، به میزانی که سازمان حفاظت محیط زیست تعیین و اعلام می‌کند، به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی از محل اعتباری که هر ساله در بودجه سالانه به همین منظور پیش‌بینی می‌گردد، مبالغی پرداخت خواهد شد.

تبصره- تسهیلات لازم را برای این نیروگاه‌ها به منظور استفاده در شبکه سراسری برق فراهم کند.

ج – سیاست‌های تشویقی برای توسعه نیروگاه‌های با مقیاس کوچک تولید توسط بخش غیردولتی را تنظیم و اعلام کند.

ماده ۱۲۶: به منظور صرفه‌جویی، تشویق و حمایت از مصرف‌کنندگان در راستای منطقی کردن و اصلاح الگوی مصرف انرژی و برق، حفظ ذخایر انرژی کشور و حفاظت از محیط‌زیست:

الف- وزارت صنایع و معادن و سایر مراجع صدور مجوز موظف هستند معیارهای مصرفی انرژی مطابق با استانداردهای مصوب را هنگام صدور مجوز تأسیس و پروانه بهره‌برداری به واحدها و شهرک‌های صنعتی، رعایت و نظارت کنند.

ب - به وزارتخانه‌های نیرو و نفت اجازه داده می‌شود با تصویب شورای اقتصاد، مشوق‌های مالی به منظور رعایت الگوی مصرف و بهینه‌سازی مصرف انرژی، تولید محصولات کم‌مصرف و با استاندارد بالا ارائه کنند یا جرایم مالی برای مصارف توأم با اسراف تعیین نمایند.

## نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

برنامه‌های توسعه در تحقق اهداف بیست‌ساله کشور در افق ۱۴۰۴، نقش کلیدی دارند، زیرا برنامه توسعه، سندی است که به عنوان رهنمودی برای ویژگی‌های کلی، رشد و توسعه بخش‌ها از جمله بخش نیرو نقش دارد. در حال حاضر، اکثر کشورها به‌ویژه نواحی درحال‌توسعه برای رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی خود، برنامه‌های میان‌مدت و بلندمدت توسعه تدوین می‌کنند. در حال حاضر، در سراسر جهان بیشتر به برنامه‌های راهبردی و مشارکت گرایش وجود دارد. احکام برنامه‌های راهبردی هر چند به‌طور کامل مشخص هستند، اما ضرورتاً این احکام کمّی نیستند. در برنامه‌های مشارکتی نیز تلاش می‌شود به جای اجبار یا حتی ارشاد، ارادهٔ جمعی برای اجرای برنامه‌ها فراهم گردد. با ترسیم چشم‌انداز بیست‌ساله کشور در بخش‌های مختلف، که خود مبتنی بر اهداف توسعه هزاره جهانی است، ضرورت توجه به تدوین و اجرای برنامه‌های پنج‌ساله در راستای آن بیشتر شده است. بر همین اساس، با توجه به اینکه برنامه چهارم توسعه، سال‌های پایانی خود را سپری می‌کند و تدوین برنامه پنجم بخش نیرو در پیش روست، فراهم کردن تمهیدات و پیش‌نیازهای لازم، امری ضروری و حیاتی است.

یکی از بخش‌های اساسی برنامه‌های توسعه، بخش نیرو است که از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بر این اساس، توجه بنیادی به منابع بخش نیرو می‌تواند در صرفه‌جویی منابع ملی نقش مفیدی داشته باشد. در همین راستا، در این مقاله، عملکرد شرکت‌های توزیع برق ایران با استفاده از تکنیک تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که به‌طور متوسط، با در نظر گرفتن داده‌های قطعی (تصادفی) حداکثر ۷۷ (۷۴) درصد از منابع برای واحدهای توزیع برق ایران لازم است تا آنها از نظر فنی کارا شوند. به عبارت دیگر، ۲۳ (۲۶) درصد از منابع در طول دوره مورد ارزیابی در این حوزه هدر می‌رود.

پیشنهادات: با توجه به اینکه تدوین برنامه پنجم توسعه کشور در دست تدوین است، محورهای زیر در برنامه مذکور توصیه می‌شود.

۱- ارزیابی عملکرد شرکت‌های توزیع برق، نیروگاه‌ها و غیره به عنوان امری مستمر در تدوین احکام بخش نیرو در برنامه پنجم مورد توجه جدی قرار گیرد.

۲- برای بسترسازی مناسب، افزایش بهره‌وری و کارایی شرکت‌های توزیع برق، مکانیسم تشویقی در احکام برنامه پنجم پیش‌بینی شود.

۳- با توجه به جایگاه نظام ارزیابی عملکرد و نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهاد می‌شود ارزیابی عملکرد در حوزه‌های مختلف بخش نیرو و نیز سایر بخش‌های عمومی کشور مورد توجه جدی قرار گیرد.

## منابع

### الف) فارسی

ترنر، مارک و هیوم، دیوید (۱۳۷۹) حکومت‌داری، مدیریت توسعه، ترجمه عباس منوریان، تهران: مرکز آموزش مدیریت دولتی.

حسینی لرگانی، سیده مریم و ساجدی، حدیث (۱۳۸۹) بررسی عملکرد وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در راستای اهداف و مواد قانون برنامهٔ چهارم توسعه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی کشور در طی سال‌های ۸۷-۸۴، تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.

ذاکرصالحی، غلامرضا (۱۳۸۱) ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، رویکردها و روش‌ها، تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

رحمتی، مریم (۱۳۸۶) ارزیابی عملکرد شرکت قطارهای مسافربری رجاء، با استفاده از مدل تعالی سازمانی EFQM، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد با راهنمایی حسنعلی آقاجانی، دانشکدهٔ علوم اقتصادی و دارایی دانشگاه مازندران.

غلامحسین و نورعلیزاده، حمیدرضا (۱۳۸۷) مقایسه روش‌های ارزیابی عملکرد، اولین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد، تهران: دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه تهران.

موسی‌جهرمی، یگانه (۱۳۸۸) توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

### ب) انگلیسی

Andersen P. & N. C. Petersen (1993) A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Management Science, Vol. 39, No. 10, pp: 1261-1264.

Azadeh A.; S. F. Ghaderi; M. Anvari & M. Saberi (2007) Performance assessment of electric power generations using an adaptive neural network algorithm. Energy Policy, 35, pp: 3155-3166.

Azadeh A.; S. F. Ghaderi & H. Omrani (2008) A deterministic approach for performance assessment and optimization of power distribution units in Iran.

Energy Policy, doi:10.1016/j.enpol.2008.08.027.

Asgharian M.; M. Khodabakhshi & L. Nerali\'c (2010) Congestion in stochastic data envelopment analysis: An input relaxation approach. International Journal of Statistics and Management System, Vol. 5, No. 1-2, pp: 84-106.

Banker R. D.; A. Charnes, W.W. Cooper (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science 30, pp: 1078-1092.

Charnes A., W.W. Cooper and E. Rhodes, 1978. Measuring the Efficiencies of DMUs, European Journal of Operational Research, 2(6) pp: 429-444.

Coelli,T. J. (1995) Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement. Australian journal of Agricultural Economics, 39(3) pp:219-245.

Cooper W. W.; H. Deng; Z. Huang & Susan X. Li (2002) Chance constrained programming approaches to technical efficiencies and inefficiencies in stochastic data envelopment analysis. Journal of the Operational Research Society 53, pp: 1347-1356.

Estache A.; M. A. Rossi & C. A. Ruzzier (2004) The case for interntional coordination of electricity regulation: evidence from the measurement of efficiency in south America. Journal of Regulatory Economics 25(3), pp: 271-295.

Giannakis D.; T. Jamasb; M. Pollitt (2005) Benchmarking and incentive regulation of quality of service: an application to the UK electricity distribution networks. Energy Policy 33, pp: 2256-2271.

Goto, M.; M. Tsutsui (1998) Comparision of productive and cost efficiences among Japanese and US electric utilities. Omega, International Journal of Management Science 26, pp: 177-194.

Jahanshahloo G. R. and M. Khodabakhshi (2003) Using input–-output orientation model for determining most productive scale size in DEA. Applied Mathematics and Computation 146 No. 2-3, pp: 849-855.

Jahanshahloo G. R. & M. Khodabakhshi (2004) Suitable combination of inputs for Improving outputs in DEA with determining input congestion --Considering textile industry of China--. Applied Mathematics and Computation 151, pp: 263-273.

Jamasb T. & M. Pollitt (2001) Benchmarking and regulation: International electricity experience. Utilities Policy 9 (3), pp: 107-130.

Jamasb T. & M. Pollitt (2003) International benchmarking and regulation: an

application to European electricity distribution utilities. Energy Policy 31, pp: 121-130.

Khodabakhshi M. (2007) A super-efficiency model based on improved outputs in data envelopment analysis. Applied Mathematics and Computation 184 (2), pp: 695-703.

Khodabakhshi M. & M. Asgharia (2009) An input relaxation measure of efficiency in stochastic data envelopment analysis. Applied Mathematical Modelling 33, pp: 2010-2023.

Khodabakhshi M. (2009a) A one-model approach based on relaxed combinations of inputs for evaluating input congestion in DEA. Journal of Computational and Applied Mathematics, doi:10.1016/j.cam.2008.12.028.

Khodabakhshi M. (2009b) Chance constrained additive input relaxation model in stochastic data envelopment analysis. International Journal of Information and Systems Sciences, in press.

Khodabakhshi M. (2009c) Estimating most productive scale size with stochastic data in data envelopment analysis, Economic Modelling, 10.1016/j.econmod.03.002.

Khodabakhshi M.; M. Asgharian and G. N. Gregoriou, (2009a) An input-oriented super efficiency measure in stochastic data envelopment analysis: Evaluating chief executive officers of US public banks and thrifts. Expert Systems with Applications: doi:10.1016/j.eswa.

Khodabakhshi M.; Y. Gholami, and H. Kheirollahi (2009b) An additive model approach for estimating returns to scale in imprecise data envelopment analysis. Applied Mathematical Modeling, in press.

Li Shanling, G.R. Jahanshahloo & M. Khodabakhshi (2007) A super-efficiency model for ranking efficient units in data envelopment analysis. Applied Mathematics and Computation 184(2), pp: 638-648.

Resendeh M. (2002) Relative efficiency measurement and prospects for yadrstick competition in Brazilian electricity distribution. Energy Policy 30, pp: 637-647.

Sadjadi S. J. & H. Omrani (2008) Data envelopment analysis with uncertaindata: An application for Iranian electricity distribution companies. Energy Policy 38, pp: 4247-4254.