ارزیابی و تجزیه کارایی فنی شرکتهای برق منطقه ای ایران با رویکرد سه مرحله ای تحلیل پوششی داده ها

مهرداد سلیمی[1] ، دانشجوی کارشناسی ارشد ، محمد علی کرامتی [2]، استادیار

۱- دانشکده فنی مهندسی- دانشگاه آزاد اسلامی- اراک- ایران
Salimimehrdad@yahoo.com
۲- دانشکده فنی مهندسی- دانشگاه آزاد اسلامی- اراک- ایران
mohammadalikeramati@yahoo.com

چکیده: **به منظور بالابردن کیفیت، افزایش عمر اقتصادی و بهبود بخشیدن به قابلیت اطمینان درنیل به تأمین برق مورد نیاز، ارزیابی کارایی بخش های تحت نظارت (تولید ، انتقال و فوق توزیع) هر شرکت برق منطقه ای در ایران به عنوان یک چالش احساس می شود . این مقاله با استفاده از رویکرد سه مرحله ای DEA داده های جمع آوری شده از ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی دوره ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ مورد ارزیابی و آنالیز قرار می دهد .یکی از جنبه های نوآورانه این پژوهش ، تجزیه و تحلیل صنعت برق با رویکرد سه مرحله ای DEA می باشد . این پژوهش بوسیله روش سه مرحله ای DEA کارایی نسبی شرکت های برق منطقه ای را با سه مدل مختلف اندازه گیری می کند، سپس برای سنجش اعتبار سه مدل، از لحاظ تاثیر تمامی متغیر های مستقل (ورودیها و خروجیهای مدل) بر متغیر وابسته (نمرات کارایی حاصل شده از هر مدل) از رگرسیون چند گانه استفاده شده است . نتایج تحلیل نمرات کارایی، از بهترین مدل در سه مرحله تولید ، انتقال و فوق توزیع نشان می دهد ، میانگین کارایی ۱۶ شرکت برق منطقه ای ایران از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۰ روند کاهشی و از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است . شرکتهای برق منطقه ای تهران، گیلان و خراسان دارای بالاترین رتبه کارایی و شرکت های برق منطقه ای سیستان و بلوچستان و مازندران دارای پایین ترین رتبه کارایی در سال ۱۳۹۲ می باشند و همچنین نتایج تجزیه کارایی نشان می دهد مراحل انتقال و فوق توزیع بیشترین تاثیر را در کارایی کل شرکت های برق منطقه ای ایران دارند .**

واژه های کلیدی: **شرکت های برق منطقه ای ، سه مرحله ای تحلیل پوششی داده ها ، تجزیه کارایی ، رگرسیون چند گانه**

تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۳/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله : ۱۳۹۴/۹/۲۵

نام نویسنده‌ی مسئول : مهرداد سلیمی

نشانی نویسنده‌ی مسئول : دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد اراک ، گروه مهندسی صنایع ، اراک ، ایران

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

۱- مقدمه

روند صنعتی شدن کشورهای توسعه یافته نشان می دهد که برنامه ریزی مناسب و استفاده بهینه از منابع و امکانات به عنوان هدف اصلی در فرآیند توسعه در این کشورها مورد نظر بوده است [۱] . صنعت برق به خاطرنقش زیر بنایی و ارتباط زیادی که با کلیه عوامل موثر بر رشد اقتصادی دارد ، صنعتی پویا و تاثیر گذار است. با توجه به فراگیری گسترده انرژی برق ، می توان آن را به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل بستر ساز توسعه اقتصادی کشور محسوب کرد [۲] . بهره برداری بهینه و کارآمد در صنعت برق همواره مورد توجه بوده است. افزایش قیمت مواد سوختی ، رشد سریع جمعیت و افزایش شدت مصرف انرژی به اهمیت بهینه سازی در صنعت برق افزوده است. نقش ارزیابی عملکرد به عنوان یکی از وظایف مدیریت امری بدیهی و غیر قابل انکار است. کارایی یکی ازشاخص های کلیدی ارزیابی عملکرد است.یکی از مهمترین موضوعات که باید در مدیریت هر سازمانی مورد توجه جدی قرار گیرد و با شناخت مولفه های آن تحت کنترل و هدایت درآید ، کارایی است. کارایی یعنی میزان ستاده هایی که در قبال داده هایی مشخص بدست می آید. سیستم های ارزیابی کارایی یک سازمان می-توانند نماینده یک مکانیزم مهم کنترل خدمت و تولید در راستای خط مشی ها و سیاست های کلی سازمان باشد که اطلاعات مهم و حیاتی در خصوص عملکرد برنامه پیش بینی شده را در اختیار مدیران میگذارد[۳] . شرکت های سهامی برق منطقه ای مسئولیت مدیریت تولید و تامین انرژی الکتریکی مطمئن و پایدار در منطقه تحت پوشش جغرافیایی خود را عهده دار بوده و در جهت انجام ماموریت های محوله و به منظور تحقق اهداف راهبردی و عملیاتی در زمینه‌های برق رسانی و ایجاد شفافیت در کلیه سطوح ارتباطی و درچارچوب سیاستهای وزارت نیرو، متعهد به ارائه خدمات فراگیر، مطمئن و اقتصادی برق به مشترکین خود می باشند[۵]. لذا به منظور بالابردن کیفیت، افزایش عمراقتصادی وبهبود بخشیدن به قابلیت اطمینان درنیل به تأمین برق مورد نیاز، ارزیابی کارایی فنی بخش های تحت نظارت (تولید ، انتقال و فوق توزیع) هر شرکت برق منطقه ای در ایران به عنوان یک چالش احساس می شود . تحلیل پوششی داده ها (DEA) [1] روش موثری برای اندازه گیری کارایی نسبی مجموعه ای از واحد های تصمیم گیری (DMU) [2] که از ورودی های متعدد برای تولید خروجی های متعدد استفاده می شود . معمولا برای سیستم هایی که از چند فرایند تشکیل شده اند، تنها ورودی های عرضه شده به سیستم و خروجی های تولید شده از سیستم در نظر گرفته می شود و فرآیندهای داخلی عملیات نادیده گرفته می شود. در نتیجه ، برخی از فرآیندهای ناکارآمد سیستم، به عنوان فرایند کارآمد ارزیابی می شوند. به منظور جلوگیری از بروز چنین خطایی باید فرآیندهای داخلی سیستم در نظر گرفت [۲۵] . پژوهش های بسیاری با رویکرد تحلیل پوششی داده ها در ضمینه صنعت برق انجام شده است .

سلن [۷] با روش DEA کارایی نسبی ۲۱ شرکت توزیع برق ترکیه را در طول دوره ۲۰۰۹- ۲۰۰۲ را تجزیه و تحلیل کرد و نتایج نشان داد بهترین استراتژی برای بهبود بهره وری در بازار برق ترکیه خصوصی سازی تمام شرکت های توزیع برق دولتی است. یاداو و همکارانش[۸] عملکرد نسبی توزیع برق هند را برای دوره ۲۰۰۸- ۲۰۰۵ را با روش DEA ارزیابی کردند و نتایج نشان داد تدوین و فرموله کردن سیاست های مؤثر در مقررات ، تعیین و تجزیه کارایی اقدامات مناسبی برای بهبود رقابت درصنعت برق می باشد. چن و همکارانش [۹] با استفاده از تجزیه و تحلیل شبکه پوششی داده ها کارایی کارخانه سوزاندن زباله در تایوان را برای داده های نمونه از سال ۲۰۰۶به منظور افزایش کارایی و کاهش آلودگی ارزیابی کردند و نتایج نشان دادکه بهبود کارایی فعالیت بازیافت از فعالیت های تولید برق با اهمیت تر است . لائو [۱۰] با استفاده از تحلیل پوششی داده ها (DEA) کارایی شبکه توزیع برق استرالیا را اندازه گیری کرد و نتایج نشان داد DEA به عنوان یک ابزار تحلیلی کارامد و انعطاف پذیر ، ابزار مناسبی برای تجزیه و تحلیل شبکه توزیع برق می باشد. آتاناساپولوس و همکارانش [۱۱] از تحلیل پوششی داده ها برای اهداف ایستگاه های برق استفاده کردند و نتایج نشان داد که تجزیه و تحلیل پوششی داده ها مدیران را قادر میسازد به توسعه سیاستگذاری و همچنین شناسایی اولویتهای واحدهای تولیدی مانند نیروگاه ها به اولویت های مختلف از جمله ، خدمات مورد تقاضا ، هزینه ها و آلودگی پاسخگو می سازد . پیرز و همکارش [۱۲] کارایی و تغییرات بهره وری پس از اصلاحات را برای ۱۴ شرکت توزیع برق پرو طی دوره ۲۰۰۶ - ۱۹۹۶ اندازه گیری کردند نتایج نشان داد که بهبود بهره وری درکارایی توزیع برق پرو رخ داده است. راموس و همکارانش [۱۳] تغییرات بهره وری در بخش توزیع برق برزیل را با استفاده از تحلیل پوششی داده ها (DEA) از ۱۸ شرکت طی دوره ۲۰۰۵ - ۱۹۹۸ انجام دادند و نتایج تحقیق نشان داد تغییرات فنی رشد متوسط ۲.۱ درصد در سال، در حالی که کارایی فنی رشد منفی در سال داشته است . آبوت [۱۴] بهره وری صنعت برق استرالیا را طی ۳۰ سال گذشته ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که عملکرد صنعت برق استرلیا بهبود یافته است.

وانگ و همکارانش [۱۵] یک مدل تجزیه و تحلیل کارایی DEA برای اثرات قیمت بر عملکرد صنعت آب و برق هنگ کنگ ارائه دادند . یاداو و همکارانش [۱۶] با استفاده از روش غیر پارامتری تجزیه و تحلیل مرزکارایی به ارزیابی عملکرد نسبی ۲۹ شرکت توزیع برق هند پرداختند که نتایج ، ناکارآمدی بسیاری از تاسیسات را به دلیل عدم کارایی مقیاس در عدم کارایی فنی نشان داد . یاداو و همکارش [۱۷] با استفاده از تحلیل پوششی داده ها ورودی گرا عملکرد ۲۹ شرکت توزیع برق هند را ارزیابی کردند و بخش های کارامد و ناکارامد این حوزه را برای بهبود در آینده تعیین نمودند. تن و همکارش [۱۸] با استفاده از یک فرمول جدید تجزیه بهره وری هزینه ، به مقایسه شرکت های تولید نیروی برق ژاپن و ایالات متحده پرداختند که نتایج

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

نشان داد تفاوت های نا چیزی در راندمان فنی وجود دارد . ژینیس و هکارانش [۱۹] به تجزیه کامل عامل تغییرات بهره وری با مشتقات جزئی برای مجموعه داده های تولید برق بخار ایالات متحده پرداختند و نتایج نشان داد علت نا کارامدی قدیمی بودن تکنولوژی زیر بنایی می باشد . پومبو و همکارش [۲۰] بهره وری ۱۲شرکت توزیع آب و برق کلمبیا را قبل و بعد از سال ۱۹۹۴بررسی کردند . نتایج نمرات کارایی حاصل از DEA اثر مثبت سیاست اصلاحات را نشان می دهد. لینز و هکارانش [۲۱] به منظور یکپارچه سازی چشم انداز شرکت های توزیع برق برزیل از ابزار تجزیه و تحلیل DEA دو مرحله ای برای اندازه گیری کارایی استفاده کردند. لی و همکارانش [۲۲] . کارایی اقتصادی ۲۴ شرکت عرضه نیروی برق چین را با تحلیل پوششی داده ها اندازه گیری کردند و نتایج نشان داد که شرکت های برق قدرت هبی، چینگهای، نینگزا، پکن و شانگهای در بالاترین سطح کارایی واحد در طول دوره (۲۰۱۰- ۲۰۰۳) هستند .

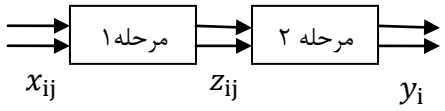
۲- مفاهیم اولیه شبکه تحلیل پوششی داده ها [3]

تحلیل پوششی داده ها (DEA) ابتدا توسط فارل ، سپس توسط چارنز ، کوپر و رودز توسعه داده شد [۲۴] روش موثری برای اندازه گیری کارایی[4] نسبی مجموعه ای ازواحد های تصمیم گیری (DMU) می باشد ، معمولا برای سیستم هایی که از چند فرایند تشکیل شده اند ،استفاده از مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها به علت نادیده گرفتن فرآیندهای داخلی سیستم مناسب نمیباشد زیرا برخی از فرآیندهای ناکارآمد را به عنوان فرایند کارآمد ارزیابی می کند. به منظور تحلیل دقیقتر سیستم های چند مرحله ای باید فرآیندهای داخلی سیستم در نظر گرفته شود [۲۳].

پژوهش های بسیاری با استفاده از شبکه تحلیل پوششی داده ها انجام شده است . ژائو و همکارانش [۲۶] از شبکه تحلیل پوششی داده ها برای سیستم حمل و نقل استفاده کرده است. کائورو و همکارش [۲۷] به معرفی کاربرد شبکه تحلیل پوششی داده ها پرداخته است . وانگ و همکارانش [۲۸] با استفاده از مدل دو مرحله ای DEA بهره وری بانک های چین را ارزیابی کرده است. کائو [۲۳ ، ۲۹ ، ۳۰] تجزیه کارایی در DEA ی شبکه را با در نظر داشتن ساختارهای سری و موازی از واحدها ، مورد بررسی قرار داده است . کائو هان و همکارش [۳۱] مدل ترکیبی چند بعدی پوپا در DEA ی شبکه برای ارزیابی ارائه داده است . شبکه در DEA می تواند دارای ساختار موازی یا سری یا ترکیبی از این دو ساختار داشته باشد .زیرا واحدهای یک واحد با ساختار شبکه ای یا به طور موازی به هم مرتبط هستند یا به طور سری در ارتباط هستند[۴]. روند تولید خروجی نهایی درDEA ی شبکه ای پایه ای به این صورت است که خروجی مرحله اول به عنوان ورودی مرحله دوم در نظر گرفته می شود و خروجی مرحله دوم به عنوان ورودی مرحله سوم در نظر گرفته می شود و این روند تا تولید خروجی نهایی واحد تصمیم گیری ادامه می یابد . در DEA ی شبکه ای توسعه یافته ممکن است یک مرحله مقداری از ورودیش را از خروجی مرحله قبلی و مقداری دیگر را از مراحل دیگر به غیر از مرحله قبلی و یا از بیرون دریافت کند و یا ممکن است در ساختار توسعه یافته شبکه تمام خروجی یک مرحله ورودی مرحله بعدی نشود .خروجی یک مرحله که به عنوان ورودی مرحله بعدی در نظر گرفته می شود در DEA ی شبکه ای، محصول میانی نامیده می شود و در اکثر مواقع به این اصطلاح لینک یا پیوند بین مرحله ای نیز گفته می شود [۴] .

۳- مدل دو مرحله ای تحلیل پوششی داده ها

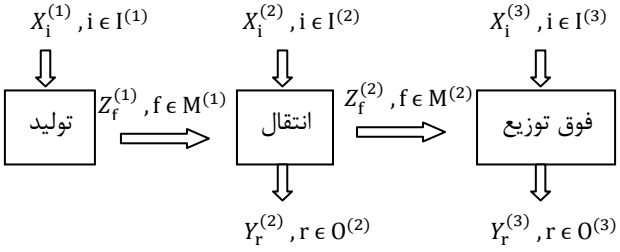
همانطور که در شکل ۱ مشخص است $x_{ij} = (i = 1, \dots, m)$ ورودی های مرحله اول هستند که ورودی های اولیه برای $DMU_j (j = 1, \dots, n)$ به حساب می آیند و $z_{ij} (d = 1, \dots, D)$ نیز خروجی های مرحله اول هستند که به عنوان ورودی های مرحله دوم مورد استفاده قرار می گیرند .z_{dj} محصول میانی یا لینک میان مرحله ای نامیده می شوند . $y_{ij} (r = 1, \dots, s)$ خروجیهای مرحله دوم هستند که خروجی های نهایی DMU_j به حساب می آیند .



شکل (۱) مدل دو مرحله ای تحلیل پوششی داده ها [5] [۲۵] .

۴- مدل سه مرحله ای DEA برای برق منطقه ای

در شکل (۲) ورودی های برونزا $X_i^{(1)}, i \in I^{(1)}$ که به مرحله ۱ (تولید) عرضه می شود محصول میانی $Z_f^{(1)}, f \in M^{(1)}$ را تولید می کند . در مرحله۲ (انتقال) ورودی های برونزا $X_i^{(2)}, i \in I^{(2)}$ و محصول میانی حاصل از مرحله۱ $Z_f^{(1)}, f \in M^{(1)}$ خروجی برونزا $Y_r^{(2)}, r \in O^{(2)}$ و محصول میانی $Z_f^{(2)}, f \in M^{(2)}$ را تولید می کند و در مرحله ۳ (فوق توزیع) ورودی های برونزا $X_i^{(3)}, i \in I^{(3)}$به همراه محصول میانی $Z_f^{(2)}, f \in M^{(2)}$خروجی برونزا $Y_r^{(3)}, r \in O^{(3)}$ را تولید می کند [۲۳] .



شکل (۲) مدل سه مرحله ای برای شرکتهای برق منطقه ای[۲۳]

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

معادله (۱) برای مدل سه مرحله ای شرکتهای برق منطقه ای [۲۳]

$$
\begin{aligned}
&E_k = \max \ . \ \sum_{r=1}^{s} u_r Y_{rk} \\
&\text{s.t} \quad \textstyle\sum_{i=1}^{m} v_i X_{ik} = 1 \\
&\sum_{r=1}^{s} u_i Y_{ij} - \sum_{i=1}^{m} v_i X_{ij} \le 0 \ . \ j = 1 \ldots . n \\
&\left(\sum_{r\in 0^{(1)}} u_r Y_{rj}^{(1)} + \sum_{f\in M^{(1)}} w_f Z_{fj}^{(1)} \right) - \sum_{i\in I^{(1)}} v_i X_{ij}^{(1)} \le 0 \ . \ j = 1 \ldots . n \\
&\left(\sum_{r\in 0^{(2)}} u_r Y_{rj}^{(2)} + \sum_{f\in M^{(2)}} w_f Z_{fj}^{(2)} \right) - \left(\sum_{i\in I^{(2)}} v_i X_{ij}^{(2)} + \sum_{f\in I^{(1)}} w_f Z_{fj}^{(1)} \right) \le 0 \ . \\
&\sum_{r\in 0^{(3)}} u_r Y_{rj}^{(3)} - \left(\sum_{i\in I^{(3)}} v_i X_{ij}^{(3)} + \sum_{f\in I^{(2)}} w_f Z_{fj}^{(2)} \right) \le 0 \ . \ j = 1 \ldots . n \\
&u_r , v_i , w_f \ge \varepsilon , r = 1, \ldots . s , i = 1 , \ldots . m , f = 1, \ldots . g
\end{aligned}
\qquad (۱)
$$

معادله (۱) ، بازده به مقیاس ثابت و ورودی گرا CCR [6] برای اندازه گیری کارایی K ،DMU و v_i وزن متغیر ورودی ، u_r وزن متغیر خروجی و w_f وزن محصول میانی می باشد.

فرمول (۲) برای محاسبه کارایی نسبی کل سیستم می باشد .

$$E_k = \frac{\sum_{r-1}^{s} u_r^* Y_{rk}}{\sum_{i-1}^{m} v_i^* X_{ik}} \qquad (۲)$$

فرمول (۳) برای محاسبه کارایی نسبی مرحله ۱ (تولید) می باشد .

$$E_k^{(1)} = \frac{\sum_{f\in M^{(1)}} w_f^* Z_{fk}^{(1)}}{\sum_{i\in I^{(1)}} v_i^* X_{ik}^{(1)}} \qquad (۳)$$

فرمول (۴) برای محاسبه کارایی نسبی مرحله ۲ (انتقال) می باشد .

$$E_k^{(2)} = \frac{\sum_{r\in 0^{(2)}} u_r^* Y_{rk}^{(2)} + \sum_{f\in M^{(2)}} w_f^* Z_{fk}^{(2)}}{\sum_{i\in I^{(2)}} v_i^* X_{ik}^{(2)} + \sum_{f\in I^{(1)}} w_f^* Z_{fk}^{(1)}} \qquad (۴)$$

فرمول (۵) برای محاسبه کارایی نسبی مرحله ۳ (فوق توزیع) می باشد.

$$E_k^{(3)} = \frac{\sum_{r\in 0^{(3)}} u_r^* Y_{rk}^{(3)}}{\sum_{i\in I^{(3)}} v_i^* X_{ik}^{(3)} + \sum_{f\in I^{(2)}} w_f^* Z_{fk}^{(2)}} \qquad (۵)$$

(u^*, v^*, w^*) مقدار بهینه محاسبه شده برای معادله (۱) می باشد.

۵- مطالعه موردی [7]

تحقیق حاضر از نظر هدف و نتایج حاصله یک تحقیق کاربردی است و یک مطالعه موردی برای ارزیابی و تجزیه کارایی فنی شرکت های برق منطقه ای ایران می باشد . هدف اصلی این پژوهش ارزیابی کارایی ۱۶ شرکت برق منطقه ای با تاثیر قرار دادن کارایی فنی بخش های زیر مجموعه (تولید ، انتقال و فوق توزیع) برای سال های۱۳۹۲- ۱۳۸۵ می باشد .

شرکت های برق منطقه ای ایران زیر مجموعه و تابعه شرکت مادر تخصصی توانیر می باشند و در محدوده جغرافیایی تحت مدیریت خود نقش کارفرمایی دارند و وظیفه مدیریت و هماهنگی واحد های زیر مجموعه و تامین تولید ، انتقال و فروش برق (در سطح واحد) را بر عهده دارند. نگهداری و بهره برداری از خطوط و پست های ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو ولت و خطوط و پست های فوق توزیع ۱۳۲ ، ۶۶ و ۶۳ کیلو ولت و همچنین توسعه خطوط و پست های انتقال و فوق توزیع منطقه زیر نظر معاونت برنامه ریزی و توسعه شبکه توانیر و با استفاده از خدمات مشاوران و پیمانکاران مناسب از مسئولیت های این شرکت ها می باشد . مالکیت تاسیسات تولید ، انتقال در منطقه نیز به شرکتهای برق منطقه ای تعلق دارد [۵] .

۶- داده ها

انتخاب متغیر های ورودی و خروجی در مطالعات اندازه گیری بسیار حائز اهمیت می باشد. انتخاب متغیر های این تحقیق بر اساس مطالعه مجموعه تحقیقات انجام شده در صنعت برق می باشد . که قسمتی از آن در بخش مقدمه این مقاله آمده است.جمع آوری مقدار عددی داده ها از سالنامه آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه مدیران [۶] که هر ساله توسط شرکت مادر تخصصی توانیر منتشر می شود صورت گرفته است.

نهاده ها [8] (Xi)

۱- مقدار سوخت مصرفی (میلیون لیتر)
۲- ظرفیت نامی نصب شده (مگاوات)
۳- طول خطوط انتقال (کیلومتر مدار)
۴- ظرفیت پست های انتقال (مگاوات آمپر)
۵- طول خطوط فوق توزیع (کیلومتر مدار)
۶- ظرفیت پست های فوق توزیع (مگاوات آمپر)

محصول میانی [9] (Zf)

۱- تولید ویژه شرکت برق منطقه ای (میلیون کیلووات ساعت)
۲- انرژی تحویلی به فوق توزیع (میلیون کیلووات ساعت)

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

ستاده ها (Yr)

۱- انرژی ارسال شده به شرکت های برق همجوار و برون مرزی در سطح ولتاژ انتقال (میلیون کیلووات ساعت)

۲- انرژی فروخته شده به شرکتهای توزیع برق و شرکت های صنعتی در سطح ولتاژ فوق توزیع(میلیون کیلووات ساعت)

۷- تحلیل داده ها

تحلیل داده های جمع آوری شده از ۱۶ شرکت برق منطقه ای بوسیله رویکرد سه مرحله ای تحلیل پوششی داده ها برای سه مدل تعریف شده در جدول ۱صورت گرفته است . برای اجرا و حل معادله از نرم افزار سطح بالای GAMS استفاده شده است که برای حل مسائل پیچیده بهینه سازی تحلیل پوششی داده ها و برنامه ریزی خطی بسیار قدرتمند می باشد .

جدول (۱) : سه مدل برای ارزیابی کارایی

	متغیر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
ورودی ها	X۱	✓	✓	✓
	X۲	✓	✓	✓
	X۳	✓	✓	✓
	X۴	✓	✓	✓
	X۵	✓	✓	---
	X۶	✓	---	✓
محصول میانی	Z۱	✓	✓	✓
	Z۲	✓	✓	✓
خروجی ها	Y۱	✓	✓	✓
	Y۲	✓	✓	✓

۷-۱- محاسبه نمرات کارایی

نمرات کارایی شرکت های برق منطقه ای برای هر یک از سه مدل تعریف شده در جدول ۱ با روش سه مرحله ای DEA محاسبه شد و نتایج آن در جدول ۸ بخش ضمایم آمده است .

۷-۲ - مدل ۱

مدل ۱ ، شامل شش متغیر ورودی و دو متغیر محصول میانی و دو متغیر خروجی می باشد که در جدول (۱) مشخص است .

۷-۳- مدل ۲

مدل ۲ ،شامل پنج متغیر ورودی و دو متغیر محصول میانی و دو متغیر خروجی می باشد تنها تفاوت مدل ۲ با مدل ۱ در حذف متغیر ورودی فوق توزیع ، ظرفیت پست های فوق توزیع (X۶) می باشد که درجدول(۱) آمده است .

۷-۴- مدل ۳

مدل ۳ ، شامل پنج متغیر ورودی و دو متغیر محصول میانی و دو متغیر خروجی می باشد تنها تفاوت مدل۳ با مدل ۱ در حذف متغیر ورودی فوق توزیع ، خطوط فوق توزیع (X۵)می باشد که در جدول (۱) آمده است .

۸- اعتبار سنجی مدل ها

به منظور سنجش اعتبار سه مدل تعریف شده در جدول۱ از لحاظ تاثیر متغیرهای مستقل (ورودی ها و خروجی ها) بر متغیر وابسته (نمرات کارایی کل) از رگرسیون چندگانه [۳۲] به کمک نرم افزار IBM SPSS Statistics 22 استفاده شده است . که در کدام یک از سه مدل تعریف شده رابطه معنادار قویتری بین متغیرهای ورودی و خروجی با نمرات کارایی حاصل شده از هر مدل که در جدول ۸ ضمایم آمده است وجود دارد. زیرا اگر متغیر مستقلی در نمره کارایی تاثیر نداشته باشد بهتر است برای بالا بردن دقت مدل DEA حذف شود .

۸-۱ - تحلیل نتایج رگرسیون چند گانه [10]

همان طورکه درجدول۲ آمده است، مقدار رگرسیون مدل۱، ۲و۳مربوط به احتمال فرضیه صفر آماری مبنی بر عدم وجود ارتباط بین متغیر مستقل و وابسته $(H_0: \rho = 0)$ برابر صفر بوده که از ۰/۰۵ کوچکتر است ، بنابراین با اطمینان ۹۵٪ این فرضیه آماری رد شده و در نتیجه ارتباط معنادار بین حداقل یک متغیر مستقل با متغیر وابسته در مدلهای ۱، ۲و ۳ مشاهده می شود . سطح معنادار در متغیرهای X۵ و X۶ در مدل ۱ به ترتیب ۰/۰۸۵ و ۰/۰۹۵ بوده که از ۰/۰۵ بیشتر می باشد بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می توان گفت ارتباط معنادار بین متغیرهای X۵ و X ۶ با نمرات کارایی بدست آمده در مدل ۱ وجود ندارد و سطح معنادار در متغییر های X۱ ، X۲ ، X۳، X۴، Y۱، و Y۲ مدل ۱ برابر صفر بوده و از ۰/۰۵ کوچکتر است بنابراین با اطمینان ۹۵٪ ارتباط معنادار بین این متغیر ها با نمرات کارایی در مدل ۱ وجود دارد .سطح معنادار متغیر های X۱ ، X۲ ، X۳، X۴، Y۱، و Y۲ مدل ۲ برابر صفر بوده و از ۰.۰۵ کمتر می باشد بنابراین با اطمینان ۹۵٪ ارتباط معنادار بین این متغیر ها و نمرات کارایی در مدل ۲ وجود دارد . سطح معنادار متغیر X۵ مدل ۲ ، برابر ۰/۰۲۷ بوده و از ۰/۰۵ کمتر می باشد بنابراین با اطمینان ۹۵٪ ارتباط معنادار

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

بین متغیر X۵ با نمرات کارایی در مدل ۲ وجود دارد . سطح معنادار تمامی متغیر های مدل ۳ برابر صفر بوده و از ۰/۰۵ کمتر می باشد بنابراین با اطمینان ۹۵٪ ارتباط معنادار بین تمامی متغیر های مدل ۳ با نمرات کارایی حاصل از مدل ۳ وجود دارد .

با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل رگرسیون چند گانه برای مدل های ۱، ۲ و ۳ در این بخش، مدل ۳ برای ارزیابی و تجزیه کارایی شرکت های برق منطقه ای انتخاب می شود .

جدول (۲) : نتایج رگرسیون چندگانه با اطمینان ۹۵٪

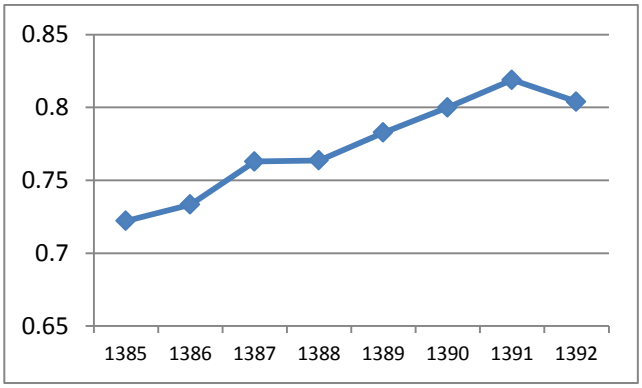
متغیر های مستقل	سطح معنادار		
	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
X۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
X۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
X۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
X۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
X۵	۰/۰۸۵	۰/۰۲۷	---
X۶	۰/۰۹۵	---	۰/۰۰۰
Y۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
Y۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
رگرسیون	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

۹- تجزیه کارایی شرکت های برق منطقه ای

یکی از محاسن استفاده از مدل مرحله ای تحلیل پوششی داده ها تجزیه کردن کارایی کل سیستم به کارایی مراحل تشکیل دهنده آن سیستم است . کارایی شرکت های برق منطقه ای در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در سه بخش ، کارایی مرحله تولید ، کارایی مرحله انتقال و کارایی مرحله فوق توزیع محاسبه شده است .

۹-۱- کارایی مرحله تولید

کارایی مرحله تولید حاصل دو متغیر ورودی ۱- مقدار سوخت مصرفی ۲- قدرت اسمی نصب شده و یک متغیر محصول میانی ، تولید ویژه- ی برق منطقه ای میباشد که در فرمول۳ به همراه مقادیر بهینه وزن های معادله ۱ محاسبه شده است . در جدول۳ مقادیر کارایی مرحله تولید ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی سالهای ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ آمده است. شکل ۳ نمودار روند میانگین نمرات کارایی مرحله تولید ۱۶ شرکت برق منطقه ای در طی سال های ۱۳۹۲- ۱۳۸۵را نشان می دهد .

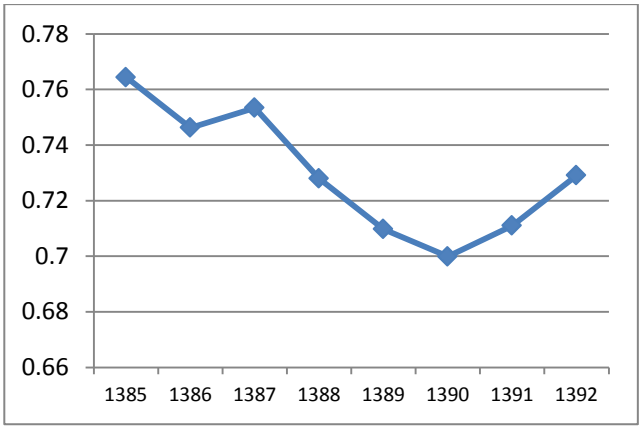


شکل (۳) : روند کارایی مرحله تولید ۱۶ شرکت برق طی هشت سال

۹-۲- کارایی مرحله انتقال

کارایی مرحله انتقال حاصل دو متغیر ورودی ۱- طول خطوط انتقال ۲- ظرفیت پست های انتقال و یک متغیر محصول میانی حاصل از مرحله تولید، تولید ویژه برق منطقه ای و یک متغیرخروجی، انرژی ارسال شده به شرکت های برق همجوار و برون مرزی و یک متغیر محصول میانی حاصل از مرحله انتقال انرژی تحویلی به فوق توزیع میباشد که در فرمول۴ به همراه مقادیر وزن های بهینه حاصل شده از معادله ۱ محاسبه شده و در جدول ۴ برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی سالهای ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ آمده است .

شکل۴ نمودار روند میانگین نمرات کارایی مرحله انتقال۱۶ شرکت برق منطقه ای در طی سال های ۱۳۹۲- ۱۳۸۵را نشان می دهد.



شکل (۴) : روند کارایی مرحله انتقال ۱۶ شرکت برق طی هشت سال

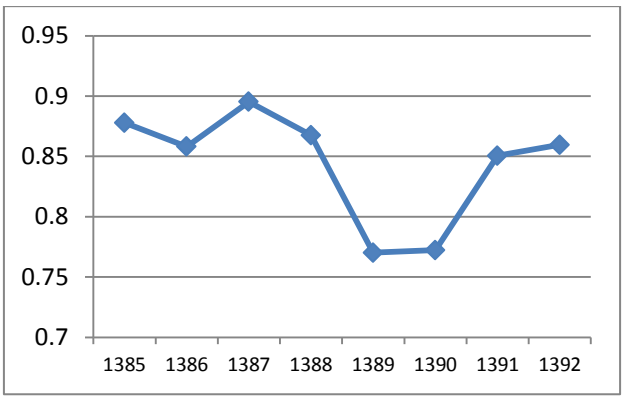
۹-۳- کارایی مرحله فوق توزیع

کارایی مرحله فوق توزیع حاصل یک متغیر ورودی ۱- ظرفیت پست های فوق توزیع و متغیر محصول میانی حاصل از مرحله انتقال و یک

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

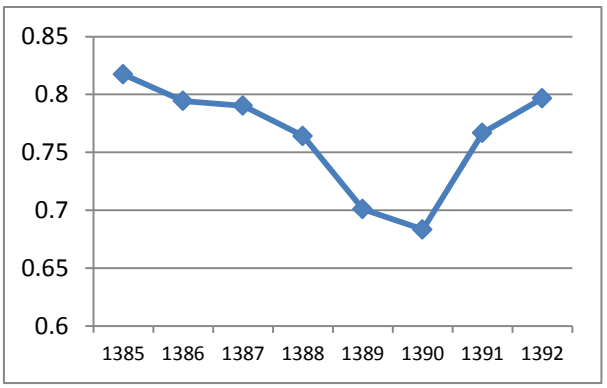
متغیر خروجی ، انرژی ارسال شده به شرکت های توزیع برق و شرکت های صنعتی در سطح ولتاژ فوق توزیع میباشد که در فرمول۵ به همراه مقادیر وزن های بهینه معادله ۱ محاسبه شده و در جدول ۵ برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی سالهای ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ آمده است. شکل ۵ نمودار روند میانگین نمرات کارایی مرحله فوق توزیع ۱۶شرکت برق منطقه ای در طی سال های ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ را نشان میدهد .



شکل (۵) : روند کارایی مرحله فوق توزیع ۱۶ شرکت برق منطقه ای

۹-۴ – کارایی کل

کارایی کل حاصل نمرات کارایی سه مرحله تولید، انتقال و فوق توزیع می باشدکه توسط مدل سه مرحله ای تحلیل پوششی داده ها محاسبه شده است به طوری که تمامی پنج متغیر ورودی در سه مرحله تولید ، انتقال و فوق توزیع و دو متغیر خروجی یکی در مرحله انتقال ودیگری در مرحله فوق توزیع که در فرمول۲ به همراه مقادیر وزن های بهینه معادله ۱ محاسبه شده و در جدول ۶ برای ۱۶شرکت برق منطقه ای طی سالهای ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ آمده است. شکل ۶ نمودار روند میانگین نمرات کارایی فنی کل برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی سال های ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ را نشان می دهد .



شکل (۶) : روند کارایی کل برای ۱۶ شرکت برق طی هشت سال

جدول (۳) : نمرات کارایی مرحله تولید طی دوره ۱۳۹۲ - ۱۳۸۵

	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
آذربایجان	۰/۸۱۷	۰/۷۲۱	۰/۷۷۵	۰/۷۶۸	۰/۷۱۳	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۸۶
اصفهان	۰/۹۶۶	۰/۹۶۲	۱	۰/۹۸۵	۰/۹۷۸	۰/۹۶	۰/۹۱۷	۰/۷۶۸
باختر	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۷۷
تهران	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸
خراسان	۰/۷۸۴	۰/۷۸۶	۰/۸۰۶	۰/۸	۰/۸۰۱	۰/۷۸۷	۰/۸۲۲	۰/۷۴۵
خوزستان	۰/۹۱۸	۰/۹۲۱	۰/۸۸۳	۰/۸۸۹	۰/۹۲	۰/۹۶۵	۰/۹۶۸	۰/۹۱۲
زنجان	۰	۰	۰	۰	۰/۴۹	۰/۵	۰/۵۴	۰/۶۴
سمنان	۰	۰	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۰۸	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۵۹
سیستان	۰/۶۶۵	۰/۶۲۳	۰/۵۳	۰/۵۶۹	۰/۶۲۸	۰/۵۹	۰/۶	۰/۵۱
غرب	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۸۳
فارس	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۹	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۸۸	۱
کرمان	۰/۷	۰/۷۳	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۵
گیلان	۱	۰/۹۶۵	۱	۰/۹۷۲	۰/۹۸۵	۰/۹۷۱	۰/۹۷۲	۰/۷۹۲
مازندران	۰/۹۳۶	۰/۹۷۲	۱	۰/۹۵۸	۰/۹۴	۰/۹۹۲	۰/۹۲۳	۰/۹۰۷
هرمزگان	۰/۸۲۶	۰/۸۷۲	۰/۸۶۵	۰/۸۲۱	۰/۸۱۴	۰/۸۰۷	۰/۸۳۱	۰/۸۱۲
یزد	۰/۷۱۷	۰/۸۰۹	۰/۸۱۱	۰/۷۵۶	۰/۷۴۵	۰/۸۶۱	۰/۹۴۷	۰/۹۷۷

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]
[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

جدول (۴) : نمرات کارایی مرحله انتقال طی هشت سال

	آذربایجان	اصفهان	باختر	تهران	خراسان	خوزستان	زنجان	سمنان	سیستان	غرب	فارس	کرمان	گیلان	مازندران	هرمزگان	یزد
۱۳۸۵	۰/۵۵۴	۰/۷۹۳	۰/۸۷۲	۰/۷۳۴	۱	۰/۹۳۳	۱	۰/۶۹	۰/۶۹۴	۰/۷۲۶	۰/۵	۰/۶۲	۱	۰/۷۲	۰/۶۵	۰/۷۴۸
۱۳۸۶	۰/۵۴۹	۰/۸۸۱	۰/۸۴۱	۰/۸۳۳	۱	۰/۸۵۸	۱	۰/۵۵	۰/۷۱۶	۰/۶۸۲	۰/۵۱۹	۰/۶۲	۰/۹۴۱	۰/۶۷۸	۰/۶۴۹	۰/۶۳۲
۱۳۸۷	۰/۶۰۶	۰/۹۳۳	۰/۸۴۴	۰/۸۸۳	۱	۰/۷۶۲	۰/۹۴	۰/۵۴	۰/۷۶۶	۰/۶۰۴	۰/۵۷۷	۰/۶۵	۰/۹۸۹	۰/۶۴۴	۰/۶۳۷	۰/۶۷۶
۱۳۸۸	۰/۵۸	۰/۸۴۹	۰/۸۱۹	۰/۸۷۵	۱	۰/۷۲۴	۰/۸۷	۰/۵۴	۰/۶۵۹	۰/۶۸۳	۰/۶۲۹	۰/۶۷	۰/۹۳۷	۰/۶۰۳	۰/۵۵۵	۰/۶۴۷
۱۳۸۹	۰/۵۸۴	۰/۸۵۶	۰/۷۲۸	۰/۹۷۴	۰/۸۸۵	۰/۷۹۷	۰/۸۹	۰/۵۴	۰/۵۱۷	۰/۶۶۹	۰/۵۱۲	۰/۶۱	۰/۸۶۵	۰/۶۲۵	۰/۵۹۶	۰/۷۱۱
۱۳۹۰	۰/۶۴۵	۰/۸۴۱	۰/۷۱۶	۰/۹۲۳	۰/۸۶۱	۰/۸۱۶	۰/۸۴	۰/۵۵	۰/۵	۰/۶۵۴	۰/۵۱۳	۰/۶۲	۰/۸۳۶	۰/۶۵۵	۰/۶۰۸	۰/۶۳
۱۳۹۱	۰/۵۱۶	۰/۸۱۲	۰/۷۱۱	۰/۹۶۳	۰/۹۵۱	۰/۸۲۹	۰/۸۷	۰/۴۹	۰/۵۴۲	۰/۶۹۳	۰/۶۰۱	۰/۶۳	۰/۸۸۵	۰/۶۴۶	۰/۵۹۱	۰/۶۴۲
۱۳۹۲	۰/۷۱۵	۰/۸۵۴	۰/۶۴۴	۱	۱	۰/۸۴۱	۰/۸۳	۰/۵۸	۰/۵۰۷	۰/۷۲۱	۰/۷۰۷	۰/۶	۱	۰/۶۵۲	۰/۴۹۷	۰/۵۵۸

جدول (۵) : نمرات کارایی مرحله فوق توزیع طی هشت سال

	آذربایجان	اصفهان	باختر	تهران	خراسان	خوزستان	زنجان	سمنان	سیستان	غرب	فارس	کرمان	گیلان	مازندران	هرمزگان	یزد
۱۳۸۵	۰/۸۱۴	۰/۹۸۷	۰/۹۸۶	۰/۸۰۳	۰/۹۸۵	۰/۹۸۳	۰/۹۱	۰/۷۷۵	۰/۹۵۷	۰/۹۶۵	۰/۶۳	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۹۶۳	۰/۷۳۴	۰/۹۷۹
۱۳۸۶	۰/۸۱۳	۰/۹۲۶	۰/۹۷۹	۰/۹۶۴	۰/۹۹۴	۱	۰/۹۹	۰/۶۸	۰/۹۴۳	۰/۹۶۸	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۹۴۸	۰/۷۳۸	۰/۶۷۵	۰/۷۲۹
۱۳۸۷	۰/۷۸	۰/۹۹۳	۰/۹۷۷	۰/۹۷۳	۰/۹۹۳	۰/۹۶۷	۰/۹۹	۰/۶۸۹	۰/۹۶۸	۰/۹۲۵	۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۹۶۶	۰/۹۳۹	۰/۷۰۱	۰/۷۷۵
۱۳۸۸	۰/۷۵۹	۰/۹۸۷	۰/۹۷۷	۰/۹۹۲	۰/۹۹۸	۰/۸۵۹	۰/۹۹	۰/۶۹۸	۰/۶۶۷	۰/۹۶۷	۰/۹۹	۰/۶۹	۰/۹۶۷	۰/۹۵۴	۰/۷۱۸	۰/۷۴۲
۱۳۸۹	۰/۶۸	۰/۸۹۶	۰/۸۹۲	۰/۹۱۷	۰/۹۳۴	۰/۸۲۳	۰/۸۸	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۸۷۹	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۸۶۷	۰/۸۲۴	۰/۵۵۲	۰/۶۹
۱۳۹۰	۰/۶۶۱	۰/۹۲۸	۰/۹۱۹	۰/۹۵۸	۰/۹۴۷	۰/۷۹۲	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۵۲۷	۰/۹۰۵	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۹۱۸	۰/۸۸۱	۰/۵۵۵	۰/۶۲
۱۳۹۱	۰/۷۱۴	۰/۸۵۵	۰/۷۳۲	۰/۹۹۳	۰/۹۹۵	۰/۸۹۱	۰/۹۹	۰/۶۶۷	۰/۵۹۵	۰/۹۶۷	۰/۹۶	۰/۷۷	۰/۹۶۵	۰/۹۶۵	۰/۷۰۵	۰/۸۵۱
۱۳۹۲	۰/۷۴۴	۰/۸۹۷	۰/۷۱۷	۰/۹۹۶	۰/۹۹۷	۰/۸۹۲	۰/۹۹	۰/۷۰۵	۰/۶۱۱	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۸۱	۰/۸۴۶	۰/۹۶۸	۰/۷۲۳	۰/۹۳۹

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

جدول (۶) : نمرات کارایی کل برای شرکتهای برق منطقه ای

	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲
آذربایجان	۰/۸۱۳	۰/۸۱۲	۰/۷۷۸	۰/۷۵۸	۰/۶۷۸	۰/۶۵۹	۰/۷۱۲	۰/۷۴۳
اصفهان	۰/۹۸۶	۰/۹۲۵	۰/۹۳۲	۰/۸۴۸	۰/۷۹۵	۰/۸۰۲	۰/۸۵۳	۰/۸۵۸
باختر	۰/۸۵۲	۰/۸۲۷	۰/۸۲۷	۰/۸۰۹	۰/۶۹۴	۰/۶۸۹	۰/۷۳۱	۰/۷۱۵
تهران	۰/۷۹۹	۰/۸۱۸	۰/۸۶۸	۰/۸۷۲	۰/۹۱۶	۰/۸۹۴	۰/۹۵۷	۰/۹۹۷
خراسان	۰/۹۸۶	۰/۹۹۳	۰/۹۹۴	۰/۹۹۸	۰/۸۴۱	۰/۸۲۵	۰/۹۴۸	۰/۹۷۸
خوزستان	۰/۹۸۲	۰/۹۹۹	۰/۹۶۵	۰/۸۵۷	۰/۸۲۱	۰/۷۹	۰/۸۸۹	۰/۸۵۹
زنجان	۱	۰/۹۹	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۷۸
سمنان	۰/۷۷۵	۰/۶۸	۰/۶۸۹	۰/۶۹۷	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۶۶۷	۰/۷۰۴
سیستان	۰/۶۳۶	۰/۶۳۷	۰/۶۷۳	۰/۵۸۹	۰/۵۴۹	۰/۵۲۶	۰/۵۹۴	۰/۶۱۱
غرب	۰/۶۸۷	۰/۶۵۵	۰/۵۷۹	۰/۶۶۹	۰/۶۲	۰/۶۱۵	۰/۶۷۶	۰/۷۰۳
فارس	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۵۷	۰/۶	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۷
کرمان	۰/۷۶	۰/۷۳۲	۰/۷۵۱	۰/۶۸۴	۰/۷۳۱	۰/۶۴۹	۰/۷۷۲	۰/۸۰۸
گیلان	۱	۰/۹۱۸	۰/۹۷۷	۰/۹۲۵	۰/۸۲۸	۰/۸۰۷	۰/۸۷۲	۰/۹۸۸
مازندران	۰/۷۱۱	۰/۶۷۳	۰/۶۳۹	۰/۵۹۴	۰/۵۶۴	۰/۶۱۵	۰/۶۳۷	۰/۶۴۲
هرمزگان	۰/۷۳۲	۰/۶۷۳	۰/۶۹۹	۰/۷۱۶	۰/۵۵۱	۰/۵۵۴	۰/۷۰۳	۰/۷۲۱
یزد	۰/۷۲۹	۰/۷۲۹	۰/۷۷۴	۰/۷۴۲	۰/۶۸۹	۰/۶۲	۰/۸۵	۰/۹۳۸

۱۰- تحلیل کارایی فنی شرکتهای برق منطقه ای

شکل ۳ نشان میدهد کارایی مرحله ی تولید ۱۶شرکت برق منطقه ای از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۱ روند افزایشی را طی کرده است. شکل ۴ نشان می دهد کارایی مرحله انتقال شرکتهای برق از سال ۱۳۸۵ تا سال۱۳۹۰ روند کاهشی و از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است . شکل ۵ نشان می دهد کارایی مرحله فوق توزیع شرکتهای برق منطقه ای از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۸۹ روند کاهشی و از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است . در مجموع کارایی کل ۱۶ شرکت برق منطقه ای از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۰ روند کاهشی و از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است که در شکل ۶ قابل ملاحظه است .

جدول ۷ رتبه بندی ۱۶ شرکت برق منطقه ای در سال ۱۳۹۲ را نشان می دهد .

جدول (۷) : رتبه بندی شرکتهای برق منطقه ای در سال۱۳۹۲

	تولید	انتقال	فوق توزیع	کل	رتبه
آذربایجان	۰/۸۶	۰/۷۱۵	۰/۷۴۴	۰/۷۴۳	۹
اصفهان	۰/۷۶۸	۰/۸۵۴	۰/۸۹۷	۰/۸۵۸	۶
باختر	۰/۷۷۱	۰/۶۴۴	۰/۷۱۷	۰/۷۱۵	۱۱
تهران	۰/۷۹۵	۱	۰/۹۹۶	۰/۹۹۷	۱
خراسان	۰/۷۴۵	۱	۰/۹۹۷	۰/۹۷۸	۳
خوزستان	۰/۹۱۲	۰/۸۴۱	۰/۸۶۲	۰/۸۵۹	۵
زنجان	۰/۶۴۱	۰/۸۲۵	۰/۹۸۹	۰/۷۸۲	۸
سمنان	۰/۵۹۲	۰/۵۷۹	۰/۷۰۵	۰/۷۰۴	۱۲
سیستان	۰/۵۱۳	۰/۵۰۷	۰/۶۱۱	۰/۶۱۱	۱۶
غرب	۰/۸۲۵	۰/۷۲۱	۰/۹۷	۰/۷۰۳	۱۳
فارس	۱	۰/۷۰۷	۰/۹۸	۰/۷۰۱	۱۴
کرمان	۰/۹۵۳	۰/۵۶۵	۰/۸۰۹	۰/۸۰۸	۷
گیلان	۰/۷۹۲	۱	۰/۸۴۶	۰/۹۸۸	۲
مازندران	۰/۹۰۷	۰/۶۵۲	۰/۹۶۸	۰/۶۴۲	۱۵
هرمزگان	۰/۸۱۲	۰/۴۹۷	۰/۷۲۳	۰/۷۲۱	۱۰
یزد	۰/۹۷۷	۰/۵۵۸	۰/۹۳۹	۰/۹۳۸	۴

۱۱- نتیجه

در این مقاله ، داده های ۱۶ شرکت برق منطقه ای با استفاده از روش سه مرحله ای تحلیل پوششی داده ها طی دوره ۱۳۹۲ - ۱۳۸۵ مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت ، ساختار هر شرکت برق منطقه ای به سه مرحله (تولید ، انتقال ، فوق توزیع) تقسیم شده است . نمرات کارایی برای سه مدل مختلف محاسبه شد سپس مدلی که تمامی متغیرهای مستقل آن بر متغیر وابسته (نمرات کارایی) بیشترین تاثیر را داشت انتخاب گردید .زیرا اگر متغیر مستقلی در نمرات کارایی تاثیر نداشته باشد بهتر است این متغیر مستقل از مدل طراحی شده خارج گردد زیرا باعث پایین آوردن دقت نمرات کارایی می شود .بعد از انتخاب بهترین مدل برای ارزیابی شرکت های برق منطقه ای نتایج تحلیل

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

نمرات کارایی در سه مرحله تولید ، انتقال و فوق توزیع نشان داد کارایی شرکت های برق منطقه ای ایران از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۰ روند کاهشی و از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است و همچنین شرکتهای برق منطقه ای تهران،گیلان و خراسان دارای بالاترین رتبه کارایی و شرکتهای برق منطقه ای سیستان و بلوچستان و مازندران دارای پایین ترین رتبه کارایی در سال ۱۳۹۲ می باشند . نتایج تجزیه کارایی شرکتهای برق منطقه ای ایران نشان می دهد کارایی مراحل انتقال و فوق توزیع بیشترین تاثیر را در کارایی کل برای شرکتهای برق منطقه ای ایران دارند البته این تاثیر برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای یکسان نمی باشد ، بستگی به حجم داده ها برای هر مرحله دارد . جدول ۷ نشان می دهد ، شرکت برق منطقه ای سیستان و بلوچستان به منظور کارآمدتر شدن باید کارایی را در سه مرحله تولید ، انتقال و فوق توزیع افزایش دهد، و همچنین شرکت برق منطقه ای مازندران برای کارآمد تر شدن باید کارایی مرحله انتقال را افزایش دهد زیرا در مرحله تولید و فوق توزیع نسبت به سایر شرکت های برق منطقه ای کارآمدتر می باشد .

استفاده از روش شبکه تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی کارایی سازمانهایی که از چند مرحله ی به هم وابسته تشکیل شده اند بسیار مفید می باشد زیرا مدیران متوجه می شوند ، ناکارامدی در کدام یک از بخشهای سازمان باعث ناکارامدی در کل سازمان شده است .

ضمایم

جدول(۸): نمرات کارایی مدلهای ۱،۲،۳ برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای طی دوره ۱۳۹۲ - ۱۳۸۵

	مدل	آذربایجان	اصفهان	باختر	تهران	خراسان	خوزستان	زنجان	سمنان	سیستان	غرب	فارس	کرمان	گیلان	مازندران	هرمزگان	یزد
۱۳۸۵	۱	۰/۸۱۲	۰/۹۸۶	۰/۸۵۲	۰/۹۵۵	۰/۹۸۶	۰/۹۸۲	۱	۰/۷۷۵	۰/۶۳۶	۰/۶۸۷	۰/۶۲۹	۰/۷۶	۱	۰/۷۱۲	۰/۷۳۲	۰/۷۲۹
	۲	۰/۶۰۲	۰/۸۶	۰/۸۵۱	۰/۹۲۱	۰/۹۸۶	۰/۹۰۷	۱	۰/۷۱۶	۰/۶۳	۰/۶۸۷	۰/۴۹۷	۰/۵۹۷	۱	۰/۷۰۸	۰/۶۴۳	۰/۷۲۶
	۳	۰/۸۱۳	۰/۹۸۶	۰/۸۵۲	۰/۷۹۹	۰/۹۸۶	۰/۹۸۲	۱	۰/۷۷۵	۰/۶۳۶	۰/۶۸۷	۰/۶۳	۰/۷۶	۱	۰/۷۱۱	۰/۷۳۲	۰/۷۲۹
۱۳۸۶	۱	۰/۸۱۱	۰/۹۲۵	۰/۸۲۷	۰/۹۶۸	۰/۹۹۳	۰/۹۹۹	۰/۹۹۲	۰/۶۸	۰/۶۳۷	۰/۶۵۴	۰/۶۴۷	۰/۷۳۲	۰/۹۱۹	۰/۶۷۴	۰/۶۷۳	۰/۷۲۹
	۲	۰/۵۶۴	۰/۸۶۸	۰/۸۲۶	۰/۹۳۹	۰/۹۹۳	۰/۹	۰/۹۹۲	۰/۶	۰/۶۳۲	۰/۶۵۴	۰/۴۹۴	۰/۵۹۷	۰/۹۱۹	۰/۶۶۷	۰/۶۲۴	۰/۶۳۸
	۳	۰/۸۱۲	۰/۹۲۵	۰/۸۲۷	۰/۸۱۸	۰/۹۹۳	۰/۹۹۹	۰/۹۹۱	۰/۶۸	۰/۶۳۷	۰/۶۵۵	۰/۶۴۸	۰/۷۳۲	۰/۹۱۸	۰/۶۷۳	۰/۶۷۳	۰/۷۲۹
۱۳۸۷	۱	۰/۷۷۸	۰/۹۳۵	۰/۸۲۷	۰/۹۴۳	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۰/۹۳۳	۰/۶۸۹	۰/۶۷۳	۰/۵۷۹	۰/۵۶۹	۰/۷۵۱	۰/۹۷۸	۰/۶۴	۰/۶۹۹	۰/۷۷۴
	۲	۰/۶۷۵	۰/۹۲۹	۰/۸۲۶	۰/۹۲۷	۰/۹۹۴	۰/۸۳۵	۰/۹۳۳	۰/۶۲۷	۰/۶۶۹	۰/۵۷۹	۰/۵۶۶	۰/۶۸۵	۰/۹۷۸	۰/۶۳۸	۰/۶۲۱	۰/۶۶۴
	۳	۰/۷۷۸	۰/۹۳۲	۰/۸۲۷	۰/۸۶۸	۰/۹۹۴	۰/۹۶۵	۰/۹۳۲	۰/۶۸۹	۰/۶۷۳	۰/۵۷۹	۰/۵۶۸	۰/۷۵۱	۰/۹۷۷	۰/۶۳۹	۰/۶۹۹	۰/۷۷۴
۱۳۸۸	۱	۰/۷۵۸	۰/۸۵۲	۰/۸۰۹	۰/۹۶	۰/۹۹۸	۰/۹۱۳	۰/۸۶۵	۰/۶۹۷	۰/۵۸۹	۰/۶۶۹	۰/۶۰۳	۰/۶۸۴	۰/۹۲۶	۰/۵۹۵	۰/۷۱۶	۰/۷۴۲
	۲	۰/۶۲۶	۰/۸۴۳	۰/۸۰۷	۰/۹۴۴	۰/۹۹۸	۰/۷۹۴	۰/۸۶۵	۰/۶۵۶	۰/۵۶۶	۰/۶۶۹	۰/۶۰۲	۰/۶۶۳	۰/۹۲۶	۰/۵۹۴	۰/۵۷۹	۰/۶۳۶
	۳	۰/۷۵۸	۰/۸۴۸	۰/۸۰۹	۰/۸۷۲	۰/۹۹۸	۰/۸۵۷	۰/۸۶۴	۰/۶۹۷	۰/۵۸۹	۰/۶۶۹	۰/۶۰۳	۰/۶۸۴	۰/۹۲۵	۰/۵۹۴	۰/۷۱۶	۰/۷۴۲
۱۳۸۹	۱	۰/۶۷۸	۰/۷۹۸	۰/۶۹۴	۰/۹۱۸	۰/۸۴۱	۰.۸۹	۰/۸۰۹	۰/۶۴	۰/۵۴۹	۰/۶۲	۰/۴۸۹	۰/۷۳۱	۰/۸۲۸	۰/۵۶۴	۰/۵۵	۰/۶۸۹
	۲	۰/۵۸۷	۰/۷۹۱	۰/۶۹۲	۰/۹۱۸	۰/۸۴۱	۰/۷۸۵	۰/۸۰۹	۰/۶۲۴	۰/۴۸۵	۰/۶۲	۰/۴۷۹	۰/۶	۰/۸۲۸	۰/۵۶۳	۰/۵۲۳	۰/۶۵۳
	۳	۰/۶۷۸	۰/۷۹۵	۰/۶۹۴	۰/۹۱۶	۰/۸۴۱	۰/۸۲۱	۰/۸۰۸	۰/۶۴	۰/۵۴۹	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۷۳۱	۰/۸۲۸	۰/۵۶۴	۰/۵۵۱	۰/۶۸۹
۱۳۹۰	۱	۰/۶۵۹	۰/۸۰۵	۰/۶۸۹	۰/۹۰۵	۰/۸۲۵	۰/۸۶۲	۰/۷۴۹	۰/۶۶	۰/۵۲۶	۰/۶۱۵	۰/۴۸۲	۰/۶۴۹	۰/۸۰۷	۰/۶۱۵	۰/۵۵۴	۰/۶۲
	۲	۰/۶۱۱	۰/۷۹۸	۰/۶۸۶	۰/۹۰۲	۰/۸۲۴	۰/۷۶۶	۰/۷۴۹	۰/۵۱۵	۰/۴۶۹	۰/۶۱۵	۰/۴۷۳	۰/۵۹۲	۰/۸۰۷	۰/۶۱۵	۰/۵۱۲	۰/۵۸۷
	۳	۰/۶۵۹	۰/۸۰۲	۰/۶۸۹	۰/۸۹۴	۰/۸۲۵	۰/۷۹	۰/۷۴۹	۰/۶۶	۰/۵۲۶	۰/۶۱۵	۰/۴۸۲	۰/۶۴۹	۰/۸۰۷	۰/۶۱۵	۰/۵۵۴	۰/۶۲
۱۳۹۱	۱	۰/۷۱۲	۰/۸۵۳	۰/۷۳۱	۰/۹۷۳	۰/۹۴۸	۰/۹۷۱	۰/۸۲۱	۰/۶۶۷	۰/۵۹۴	۰/۶۷۶	۰/۵۸۹	۰/۷۷۱	۰/۸۷۳	۰/۶۳۸	۰/۷۰۳	۰/۸۵
	۲	۰/۵۳۹	۰/۸۰۵	۰/۶۹۹	۰/۹۷	۰/۹۴۸	۰/۸۶۲	۰/۸۲۱	۰/۴۷۹	۰/۵۴۳	۰/۶۷۶	۰/۵۸۸	۰/۶۶۱	۰/۸۷۳	۰/۶۳۷	۰/۵۹	۰/۶۷۲
	۳	۰/۷۱۲	۰/۸۵۳	۰/۷۳۱	۰/۹۵۷	۰/۹۴۸	۰/۸۸۹	۰/۸۲	۰/۶۶۷	۰/۵۹۴	۰/۶۷۶	۰/۵۸۹	۰/۷۷۲	۰/۸۷۲	۰/۶۳۷	۰/۷۰۳	۰/۸۵
۱۳۹۲	۱	۰/۷۴۳	۰/۸۶	۰/۷۱۵	۱	۰/۹۷۹	۰/۹۱	۰/۷۸۲	۰/۷۰۴	۰/۶۱۱	۰/۷۰۳	۰/۷۰۱	۰/۸۰۷	۰/۹۸۸	۰/۶۴۳	۰/۷۲۱	۰/۹۳۸
	۲	۰/۷۱۸	۰/۸۴۳	۰/۶۰۹	۱	۰/۹۷۹	۰/۸۲۷	۰/۷۸۲	۰/۵۶۶	۰/۵۴۹	۰/۷۰۳	۰/۷۰۱	۰/۵۹۱	۰/۹۸۸	۰/۶۵۱	۰/۵۴۷	۰/۶۴۲
	۳	۰/۷۴۳	۰/۸۵۸	۰/۷۱۵	۰/۹۹۷	۰/۹۷۸	۰/۸۵۹	۰/۷۸۲	۰/۷۰۴	۰/۶۱۱	۰/۷۰۳	۰/۷۰۱	۰/۸۰۸	۰/۹۸۸	۰/۶۴۲	۰/۷۲۱	۰/۹۳۸

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

مراجع

[۱] محمدی یزدی ، حمید ، اندازه گیری و تجزیه و تحلیل رشد بهره وری کل عوامل تولید در صنعت برق ایران (۱۳۸۷- ۱۳۷۳) ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه اصفهان ، اصفهان ،۱ ، ۱۳۸۹

[۲] فلاحی محمد ، ارزیابی کارایی شرکت های توزیع برق در ایران ، مجله تحقیقات اقتصادی ، ۷۱ ، ۲۷۹-۳۲۰

[۳] باغبان ، عادله ، ارزیابی و رتبه بندی پیمانکاران و ارتقاء پیمانکاران ناکارا با رویکرد تحلیل پوششی داده های خاکستری – مورد مطالعه پیمانکاران گروه مپنا ؛ پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه علامه طباطبائی ، تهران ،۱، ۱۳۹۰

[۴] قانع مقدم ، زیبا ، اندازه گیری کارآیی واحدهای تصمیم گیری با ساختار شبکه ای دو مرحله ای با استفاده از تحلیل پوششی داده ها ، پایانامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان ،تبریز ،۹۰-۷ ۱۳۹۲،

[۵] سالنامه آماری صنعت برق ایران سال ۱۳۹۱ ، شرکت مادر تخصصی توانیر ، ۱۳۹۲

[۶] آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه مدیران ۱۳۹۲- ۱۳۸۵ ، شرکت مادر تخصصی توانیر

[7] Celen , A ., "Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis" , Energy Policy, Vol. 63 , pp. 300-310 , 2013 .

[8] Yadav , VK ., Chauhan , YK ., Padhy , NP., Gupta HO., "A novel power sector restructuring model based on Data Envelopment Analysis (DEA)", Electrical Power and Energy Systems , Vol.44 , pp. 629-637 , 2013 .

[9] Chen , P-C., Chang , C-C., Yu , M-M ., Hsu , S-H., "Performance measurement for incineration plants using multi-activity network data envelopment analysis: The case of Taiwan" , Journal of Environmental Management , Vol.93 ,pp.95-103 ,2012 .

[10] Lau , KH., "Measuring distribution efficiency of a retail network through data envelopment analysis", International Journal of Production Economics, Vol.146 pp.598-611 , 2013 .

[11] Athanassopoulos , AD ., Lambroukos , N., Seiford , L., "Data envelopment scenario analysis for setting targets to electricity generating plants", European Journal of Operational Research , Vol.115 , pp.413-428 ,1999 .

[12] Pérez-Reyes , R ., Tovar , B., "Measuring efficiency and productivity change (PTF) in the Peruvian electricity distribution companies after reforms" , Energy Policy, Vol. 37 , pp. 2249-2261 , 2009 .

[13] Ramos-Real , FJ., Tovar , B., Iootty , M., "Almeida EFd, Jr HQP. The evolution and main determinants of productivity in Brazilian electricity distribution 1998–2005: An empirical analysis", Energy Economics, Vol.31 ,pp.298-305 , 2009 .

[14] Abbott , M., "The productivity and efficiency of the Australian electricity supply industry" Energy Economics, Vol.28 , pp.444-454 , 2006 .

[15] Wang , JH ., Ngan , HW ., Engriwan , W., Lo, KL., "Performance based regulation of the electricity supply industry in Hong Kong: An empirical efficiency analysis approach" , Energy Policy , Vol. 35, pp. 609-615, 2007 .

[16] Yadav , VK ., Padhy , NP ., Gupta , HO., "A micro level study of an Indian electric utility for efficiency enhancement" , Energy Vol. 35, pp. 4053-4063 ,2010.

[17] Yadav , VK., Padhy , NP., Gupta , HO., "Performance evaluation and improvement directions for an Indian electric utility" , Energy Policy,Vol.39 ,pp.7112-7120, 2011 .

[18] Tone , K ., Tsutsui , M., "Decomposition of cost efficiency and its application to Japanese-US electric utility comparisons", Socio-Economic Planning Sciences,Vol. 41 , pp. 91-106 , 2007 .

[19] Genius , M., Stefanou , SE ., Tzouvelekas ,V., "Measuring productivity growth under factor non-substitution: An application to US steam-electric power generation utilities" European Journal of Operational Research , Vol.220 , pp. 844-852 ,2012 .

[20] Pombo, C., Taborda , R., "Performance and efficiency in Colombia's power distribution system: Effects of the 1994 reform", Energy Economics,Vol.28 , pp.339-369 ,2006 .

[21] Lins, MPE., Sollero, MKV., Calôba, GM., Silva, ACMd., "Integrating the regulatory and utility firm perspectives, when measuring the efficiency of electricity distribution", European Journal of Operational Research, Vol.181, pp.1413-1424, 2007.

[22] Li, J., Li, J., Zheng, F., "Unified Efficiency Measurement of Electric Power Supply Companies in China", sustainability,Vol.6, pp. 779-793, 2014.

[23] Kao, C., "Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis", European Journal of Operational Research,Vol. 232, pp.117-124, 2014

[24] Charnes, A., Cooper, WW., Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", *European journal of operational research*, Vol. 2, No. 4, pp. 429 – 444, 1978.

[25] Kao , C ., Hwang , SN ., "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan" , European Journal of Operational Research , Vol. 185, pp. 418-429 , 2008 .

[26] Zhao , Y., Triantis , K ., Murray-Tuite , P ., Edara , P ., "Performance measurement of a transportation network with a downtown space reservation system: A network-DEA approach" , Transportation Research Part E ,Vol.47 , pp.1140-1159 , 2011.

[27] Tone , k ., Tsutsui , M ., "Network DEA: A slacks-based measure approach" , European Journal of Operational Research ,Vol.197 , pp. 243-252 ,2009.

[28] Wang , K ., Huang , W ., Wu , J ., Liu , YN ., "Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stageDEA" , Omega , Vol.44 , pp. 5-20 , 2014.

[29] Kao,C., "Efficiency measurement for hierarchical network systems" ,Omega, Vol.15 , pp.121-127 ,2015 .

[30] Kao,C., "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis with slacks-based measures" ,Omega , Vol.45 , pp.1-6 ,2014 .

[31] Kao , HY ., Chen , BS ., "Efficiency classification by hybrid Bayesian networks—The dynamic multidimensional models" , Applied Soft Computing ,Vol. 24 , pp.842-850 ,2014 .

[32] Park , J ., Kim , JW ., Chang , JH ., Jin , YG ., Kim , NS ., "Estimation of speech absence uncertainty based on

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]

multiple linear regression analysis for speech enhancement" ,Vol.87 , pp. 205-211 , 2015 .

زیرنویس‌ها

[1] Data Envelopment Analysis (DEA)
[2] Decision Making Units (DMU)
[3] Network DEA
[4] Efficiency
[5] Two stages DEA
[6] Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)
[7] Case study
[8] Inputs
[9] Intermediate product
[10] Multiple regression

[Downloaded from ieijqp.ir on 2026-07-12]

[DOR: 20.1001.1.23222344.1394.4.2.3.8]