

ارزیابی کارایی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی و اعمال محدودیت فازی برای کنترل اوزان و یافتن اوزان عمومی

محمد رضا صادقی مقدم^۱، علی حسین غریب^۲

چکیده: در این مقاله تلاش می‌شود تا با ارائه مدلی، دو نقطه ضعف مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها در عدم کنترل اوزان عوامل و محاسبه مجموعه‌ای متفاوت برای وزن‌های انتخابی واحدهای مختلف، به‌طور همزمان برطرف شود. این پژوهش یک مطالعه موردی است که مدل معرفی شده را برای ارزیابی کارایی نواحی هجده‌گانه مدیریتی شرکت توزیع نیروی برق فارس، در سال ۱۳۸۴ به کار برده است. کارایی واحدهای مورد نظر، نخست به کمک مدل پایه CCR مضرری خروجی محور اصلاح شده، اندازه‌گیری شد و در مرحله بعد این کار با مدل ارائه شده، انجام گرفت. در مدل کلاسیک از هجده ناحیه توزیع، پنج ناحیه نواحی کارا شناخته شدند (حدود ۲۸ درصد) و میانگینی برابر ۰/۷۴ برای کارایی واحدها به دست آمد، اما با استفاده از مدل ارائه شده، تنها یک واحد توانست خود را واحدی کارا نشان دهد و میانگین به دست آمده برای کارایی واحدها تا ۰/۳۵ کاهش یافت. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که مدل مورد استفاده، علاوه بر اینکه نقاط ضعف DEA کلاسیک را در مورد عدم کنترل اوزان برطرف می‌کند، توانایی تفکیک‌کنندگی مدل را نیز افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پوششی داده‌های فازی، توزیع برق، کارایی، منطق فازی.

۱. استادیار، مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، ایران
۲. مربی مدیریت صنعتی، دانشگاه هرمزگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۷

نویسنده مسئول مقاله: علی حسین غریب

E-mail: Gharib_a_h@yahoo.com

مقدمه

همگان اذعان دارند که هر پدیده، تنها در صورتی قابل بهبود است که بتوان آن را اندازه‌گیری و ارزیابی کرد. این حقیقت، ضرورت اندازه‌گیری کارایی برای بهبود بهره‌وری را بیش از پیش روشن می‌کند. به همین دلیل، امروزه بررسی و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و اداره‌ها، یکی از داغ‌ترین مباحثی است که دنیای صنعتی را به خود مشغول کرده است. شرکت توزیع برق فارس نیز مانند هر سازمان دیگر، برای آگاهی از میزان مطلوبیت فعالیت‌های زیرمجموعه خود، به یک نظام ارزشیابی برای سنجش این مطلوبیت احتیاج دارد.

یکی از کاربردی‌ترین روش‌هایی که به‌تازگی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها استفاده می‌شود، تحلیل پوششی داده‌ها^۱ است. این روش مبتنی بر رویکرد برنامه‌ریزی خطی است که با استفاده از ابعاد ریاضی، معیاری برای سنجش عملکرد ارائه می‌کند. اما مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده‌ها، محدودیت‌ها و نقاط ضعفی نیز دارند. در این مقاله تلاش شده با ارائه یک مدل، برخی از این محدودیت‌ها و نقاط ضعف برطرف شود. در ادامه پس از بیان مسئله، شرح کوتاهی از مدل‌های مختلف محدود کردن اوزان عوامل داده شده است. پس از آن، مدل ارائه‌شده و ورودی‌ها و خروجی‌ها و نحوه جمع‌آوری داده‌ها توضیح داده شده است. سپس در یک مطالعه موردی، نتایج مدل ارائه‌شده با سایر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مقایسه می‌شوند و در آخر پیشنهادهایی نیز ارائه خواهد شد.

بیان مسئله

مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده‌ها دارای دو نقطه ضعف اساسی هستند. کنترل‌نداشتن روی وزن‌های عوامل، یکی از اصلی‌ترین اشکال‌هایی است که به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها گرفته می‌شود. در این روش، هر واحد وزن‌ها را به‌صورتی به عوامل تخصیص می‌دهد تا میزان کارایی خود را به حداکثر برساند. در این حالت ممکن است، واحد وزن‌های بسیار کمی را به عوامل مهم یا وزن‌های بالایی را به عوامل کم‌اهمیت بدهد که این امر صحت ارزیابی را تا حدود زیادی زیر سؤال خواهد برد. رل، کک و گلونی (۱۹۹۱) و ژیاو و ریوس (۱۹۹۷) بیان می‌کنند که بی‌توجهی به موضوع کنترل وزن، در عمل مجاز شمردن تسلط عوامل کم‌اهمیت در ارزیابی است؛ به‌طوری که واحدهای توانمند در عوامل بااهمیت بعد از واحدهای توانمند در عوامل کم‌اهمیت قرار گرفته و بنابراین نتایج ارزیابی مدل مزبور بی‌اعتبار خواهد شد. همچنین ممکن است، مدیریت وزن‌های خاصی را برای عوامل در نظر بگیرد که باید این نظریه‌ها اعمال شوند.

یکی دیگر از اشکال‌های این روش آن است که مجموعه وزن‌های انتخابی برای واحدهای مختلف، متفاوت است (ساعتی و معماریانی، ۲۰۰۵). با توجه به اینکه برای ارزیابی میزان کارایی هر واحد، باید یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای آن حل شود، واحدها ضرایب را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کنند که به حداکثر میزان کارایی برسند. این مسئله که عوامل مشابه برای واحدهای مختلف اوزان متفاوتی داشته باشند، می‌تواند مورد پذیرش قرار نگیرد. در این مقاله تلاش شده مدلی ارائه شود که با کنترل وزن‌ها و محدود کردن آنها و اعمال اوزان مورد نظر مدیریت، اشکال‌های مدل‌های سنتی DEA را برطرف کند. مثال کاربردی از مدل معرفی شده، برای ارزیابی کارایی نواحی هجده‌گانه مدیریتی شرکت توزیع نیروی برق فارس، در سال ۱۳۸۴ استفاده شده است.

مبانی نظری

محدود کردن اوزان در تحلیل پوششی داده‌ها

روش‌های مختلف محدود کردن اوزان را می‌توان به سه دسته کلی زیر تقسیم کرد:

۱. ایجاد محدودیت‌های مستقیم برای اوزان: این روش را نخستین بار دایسون و تاناسولیس (۱۹۸۸) معرفی کردند، بیسلی (۱۹۹۰) از آن استفاده کرد و رول، کوک و گولانی (۱۹۹۱) آن را توسعه دادند. در این روش محدودیت‌های زیر به مسئله اضافه می‌شوند:

$$\alpha_i \leq v_i \leq \beta_i \quad \text{For input } i$$

$$\alpha_r \leq u_r \leq \beta_r \quad \text{For output } r$$

همان‌گونه که مشخص است، محدودیت‌های اضافه‌شده، مقادیری عددی را حدود بالا و پایین اوزان در نظر می‌گیرند. هدف در این محدودیت‌ها آن است که این اطمینان حاصل شود هیچ‌یک از عوامل نه نادیده گرفته می‌شوند و نه اوزان بیش از حدی را به خود اختصاص می‌دهند. مقادیر این حدود بالا و پایین، به تشخیص افراد متخصص و اطلاعات آنها بستگی دارد. این حدود را پس از تجزیه و تحلیل نتایج اوزان حاصل از مدل‌های پایه DEA، می‌توان تعیین کرد؛ به این معنا که ابتدا مسئله بدون در نظر گرفتن این محدودیت‌ها حل می‌شود. نکته مهم این است که این مدل‌ها بر اساس ورودی محور یا خروجی محور بودن، مقادیر مختلفی را برای کارایی واحدها حاصل می‌کنند.

برای استفاده از این محدودیت‌ها، ابتدا باید یک مدل پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها حل شود تا ابعاد اوزان متغیرها مشخص شوند (زیرا این ابعاد به‌میزان بزرگی متغیرها وابسته است) و تنها پس از بررسی و تجزیه و تحلیل اوزان تمام متغیرها برای تمام واحدها، می‌توان محدودیت‌ها را ارائه

کرد. اگر نتایج مدل پذیرفته نشود، می‌توان بازه این محدودیت‌ها را تغییر داد تا مورد پذیرش قرار گیرد.

۲. مدل Cone-Ratio: این مدل را چارنز و دیگران (چارنز، کوپر، وی و هوانگ، ۱۹۸۹) معرفی کردند و کورن بلوث (۱۹۹۱) یکی از افرادی بود که از آن استفاده کرد. اگر اوزان انتخاب‌شده مدل‌های پایه با توابع هدف برخی واحدها نامتناقض نباشد، DEA می‌تواند مقدار کارایی واحد مورد نظر را بیش از مقدار واقعی تخمین بزند. مدل Cone-Ratio همانند یک مدل CCR است که واحدها را با استفاده از داده‌هایی که تبدیل شده‌اند (تغییر متغیر داده شده‌اند)، ارزیابی می‌کند. همچنین می‌توان یک DMU را به‌منزله استاندارد در نظر گرفت و از اوزان آن برای محدود کردن اوزان سایر واحدها استفاده کرد. هنگام استفاده از مدل Cone-Ratio، همواره و به‌حتم یک واحد دارای کارایی برابر با ۱ است. یکی از معایب این تغییر متغیر داده‌ها این است که برای تفسیر نتایج، باید آنها را بار دیگر تغییر متغیر داد تا به نتایج اصلی تبدیل شوند.

۳. مدل محدوده اطمینان: مفهوم منطقه اطمینان را تامپسون، سینگلتن، ترال و اسمیت (۱۹۸۶) توسعه داده‌اند. روش محدوده اطمینان از طریق اصلاح پیمایی محدوده اطمینان، به محدوده‌ای می‌رسد که در آن میزان کارایی واحدها به‌میزان مورد نظر تصمیم‌گیرندگان یا متخصصان می‌رسد. این محدودیت‌ها به‌صورت زیر هستند:

$$\alpha_i v_i \leq v_i \leq \beta_i v_i$$

$$\alpha_r u_r \leq u_r \leq \beta_r u_r$$

مقادیر α و β باید با نظر متخصصان تعیین شود. واضح است که همچون مدل قبلی، مرزهای این محدوده به سطح ورودی‌ها و خروجی‌ها بستگی دارد؛ یعنی این مرزها به مقیاس اندازه‌گیری حساس هستند. گفتنی است که مدل محدوده اطمینان یک نوع خاص از مدل Cone-Ratio است، بنابراین همیشه دست‌کم یکی از واحدها دارای میزان کارایی برابر با ۱ خواهد شد.

در سال‌های اخیر نیز، پژوهشگران مطالعات متعددی برای یافتن اوزان عمومی انجام داده‌اند. کائو و هانگ (۲۰۰۵) بر مبنای برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه و روش‌های حل سازشی، روشی را برای یافتن اوزان عمومی همه واحدها ارائه کردند تا بتوان به‌کمک آن، برداری از مقادیر کارایی به‌دست آورد که مقادیر آن به مقادیر کارایی ارائه‌شده مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده‌ها نزدیکتر باشد. جهان‌شاهلو و همکاران نیز بر مبنای یک برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه و حداکثرسازی حداقل مقادیر کارایی، مدلی را برای یافتن مقادیر عمومی اوزان پیشنهاد کردند

(جهانشاه‌لو، معماریانی، لطفی و رضایی، ۲۰۰۵). در این زمینه می‌توان به مطالعات انجام‌گرفته دویل و گرین (۱۹۹۴)، کارساک و آشیکا (۲۰۰۵) و رول و گولانی (۱۹۹۳) نیز اشاره کرد. این مدل‌ها در ارتباط با داده‌های قطعی و معین هستند. همچنین برای حل آنها نیاز به الگوریتم‌های غیرخطی وجود دارد؛ در حالی که بیشتر مسائل موجود در صنعت، اقتصاد و تجارت، اغلب با عدم اطمینان و عدم قطعیت همراه هستند. از مزایای دیگر مدل ارائه‌شده در این مقاله، علاوه بر کارایی بالا در رتبه‌بندی کامل واحدها و سهولت استفاده، خطی بودن آن است.

مدل ارائه‌شده

در این پژوهش، مدل CCR مضرری خروجی محور اصلاح‌شده، مدل پایه محسوب‌شده و به کار گرفته شده است.

مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، شامل دو مدل CCR و BCC می‌شوند. تفاوت این دو مدل در لحاظ کردن ساختار بازده به مقیاس است. مدل‌های CCR، از جمله مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس هستند، اما در مدل BCC بازده به مقیاس متغیر است.

با توجه به اینکه مدیریت‌های نواحی توزیع برق، تنها واحدهایی هستند که در منطقه تحت پوشش خود فعالیت می‌کنند و با توجه به مناطقی که تحت پوشش دارند، ظرفیت‌ها و مشترکان موجود ناچراند در یک مقیاس خاص فعالیت کنند و در نتیجه امکان تغییرات خاصی در آنها وجود ندارد و ساختار بازده به مقیاس متغیر برای ارزیابی کارایی این مدیریت‌ها، مفهوم واقعی خود را از دست خواهد داد. بنابراین در این پژوهش از مدل CCR برای ارزیابی کارایی نواحی توزیع برق فارس استفاده شده است.

در پژوهش پیش رو با توجه به نظرخواهی‌های از کارشناسان و ماهیت ورودی‌ها و خروجی‌ها و لزوم افزایش خروجی‌ها برای این شرکت‌ها، رویکرد خروجی محور انتخاب شده است.

از آنجاکه مدل ارائه‌شده، به دنبال کنترل وزن‌ها در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست، مدل مضرری انتخاب شده است تا بتوان این تغییرات را روی وزن‌های عوامل اعمال کرد.

مدل استفاده‌شده در این پژوهش بر پایه مدل ساعتی و معماریانی (۲۰۰۵) است که تغییراتی در آن اعمال شده است. مدل ساعتی و معماریانی توانایی محاسبه اوزان عمومی عوامل را دارند، اما امکان اعمال اوزان مورد نظر کارشناسان در مدل مذکور وجود ندارد؛ یعنی این مدل تنها یکی از نقاط ضعف اساسی مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها را برطرف می‌کند و مشکل دیگر همچنان پابرجاست. بنابراین محدودیت‌های A3، B3، C1 و C2 برای اعمال نظر کارشناسان در مورد اوزان به مدل ساعتی و معماریانی اضافه شده است. با افزودن این محدودیت‌ها، مدل

علاوه بر محاسبه اوزان عمومی عوامل، به طور همزمان توانایی اعمال نظر کارشناسان در مورد اوزان را نیز پیدا خواهد کرد. در این روش ابتدا با حل مدل های برنامه ریزی خطی زیر که بر اساس داده های فازی است، حد بالای ورودی ها و خروجی ها تعیین می شود.

$$\text{Max } v_i$$

St :

$$۱) \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} \leq \tilde{\gamma} \quad \forall j \quad \text{(A) حدود بالای اوزان ورودی}$$

$$۲) \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \tilde{x}_{ij} \leq 0$$

$$۳) V_i^u - (1-f)V_i^u \leq v_i \leq V_i^u + (1-f)V_i^u \quad \forall i$$

$$\text{Max } u_p$$

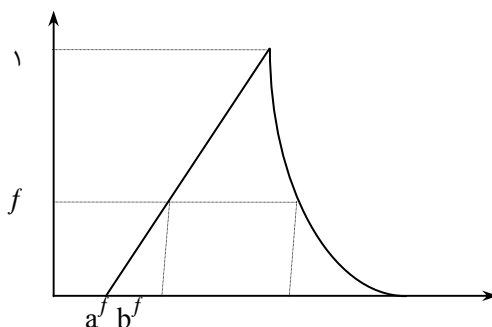
St :

$$۱) \sum_{i=1}^m u_r \tilde{y}_{rj} \leq \tilde{\gamma} \quad \forall j \quad \text{(B) حدود بالای اوزان خروجی}$$

$$۲) \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \tilde{x}_{ij} \leq 0 \quad \forall j$$

$$۳) U_r^u - (1-f)U_r^u \leq u_r \leq U_r^u + (1-f)U_r^u \quad \forall r$$

مقادیر U_r^u و V_i^u وزن های تخصیص داده شده کارشناسان هستند. از طریق حل کردن $m+s$ مدل برنامه ریزی خطی، حدود بالای اوزان فازی ورودی ها و خروجی ها تعیین می شود. محدودیت سوم هر کدام از مدل های فوق، محدودیت فازی است که با استفاده از برش f عدد فازی مثلثی، نظر کارشناسان را در مورد اوزان اعمال می کند. متغیر f یک متغیر فازی است، چنانچه مقدار این متغیر برابر با ۱ باشد، مدل قطعی است و نظر کارشناسان به صورت کامل اعمال شده است، اما اگر مدل با در نظر گرفتن مقدار ۱ برای متغیر f غیرموجه شود، باید مقدار f را کاهش داد. هرچه مقدار f بیشتر کاهش داده شود (به صفر نزدیک تر شود) مدل فازی تر خواهد شد.



شکل ۱. برش f از یک مجموعه فازی

برش f (شکل ۱) از یک مجموعه فازی، عبارتست از مجموعه قطعی (Af) برای میزان عضویت خاص α یعنی:

$$A^f = [a^f, b^f]$$

که در آن f همانند قبل عددی در بازه $[0, 1]$ است.

برای اعمال اوزان فوق در مدل باید به این نکته توجه داشت که ممکن است این کار سبب غیرموجه شدن مسئله شود، بنابراین بهتر است برای آنها یک بازه اطمینان در نظر گرفت. این بازه اطمینان به کمک متغیر فازی f کنترل خواهد شد.

در اینجا فرض می‌شود که مقدار حداقل وزن تخصیص داده شده به عامل مورد نظر برابر صفر و حداکثر آن نیز، دوبرابر وزن فازی تخصیص داده شده کارشناسان است. در این حالت برای هر کدام از عوامل خواهیم داشت (برای مثال خروجی اول):

$$0/318 - (1-f) \cdot 0/318 \leq u_1 \leq 0/318 + (1-f) \cdot 0/318$$

این محدودیت، برش f از عدد فازی مثلثی $[0, 0/318, 0/636]$ را نشان می‌دهد. یعنی وزن خروجی اول می‌تواند در بازه $[0, 0/636]$ تغییر کند. در این حالت اگر متغیر فازی f برابر با عدد ۱ شود، مدل قطعی بوده و نظر کارشناسان به صورت کامل اعمال شده است، اما چنانچه در این حالت مدل غیرموجه شود، باید مقدار متغیر فازی f را کاهش داد. هرچه مقدار f کاهش بیشتری داشته باشد (به صفر نزدیکتر باشد)، مدل فازی تر شده و نظر کارشناسان کمتر اعمال خواهد شد.

در مورد خروجی فوق، مدل در $f = 0$ موجه شده و وزنی برابر با 0.103 برای این خروجی به دست آمد.

با استفاده از نتایج مدل های A و B که حدود بالای اوزان را به دست می دهند و در نظر گرفتن مقدار صفر برای حدود پایین، مدل زیر را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \phi \\
 & \text{St :} \\
 & 1) \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \tilde{x}_{ij} \leq 0 \quad \forall j \\
 & 2) \phi U_r \leq u_r \leq U_r (1 - \phi) \quad \forall r \\
 & 3) \phi V_i \leq v_i \leq V_i (1 - \phi) \quad \forall i \\
 & 4) U_r^u - (1 - f) U_r^u \leq u_r \leq U_r^u + (1 - f) U_r^u \quad \forall r \\
 & 5) V_i^u - (1 - f) V_i^u \leq v_i \leq V_i^u + (1 - f) V_i^u \quad \forall i
 \end{aligned} \tag{C}$$

مقادیر U_r و V_i از حل مدل های A و B به دست می آیند و مقادیر و V_i^u وزن های تخصیص داده شده کارشناسان هستند.

محدودیت های ۲ و ۳ محدودیت هایی هستند که برای به دست آوردن اوزان مشترک عوامل در مدل قرار داده شده است و محدودیت های ۴ و ۵ محدودیت هایی هستند که نظر مدیریت را در مورد اوزان اعمال می کنند.

در نهایت با حل مدل C مقادیر اوزان مشترک (CSW) به دست می آید. در این حالت کارایی هر واحد برابر است با:

$$e_j^m = \frac{\sum_{r=1}^s u_{CSW} y_{rj}^m}{\sum_{i=1}^m v_{CSW} x_{ij}^m}$$

مقادیر u_{CSW} و v_{CSW} با حل مدل C به دست می آیند.

در این مدل ممکن است کارایی هیچ کدام از واحدها به ۱ نرسد. برای اینکه مقادیر کارایی بین صفر و ۱ قرار بگیرد می توان تغییر متغیر زیر را انجام داد:

$$M_r = \frac{u_r^*}{e}, \quad N_i = v_i^* \quad \forall i, r,$$

که:

$$e = \max_{1 \leq j \leq n} \{e_j^m\}$$

روش جمع آوری داده‌ها و ورودی‌ها و خروجی‌های پژوهش

وزارت نیرو شاخص‌های خاصی را برای ارزیابی سالانه شرکت‌های توزیع در نظر گرفته است که ورودی‌ها و خروجی‌های پژوهش با انتخاب کارشناسان از میان این شاخص‌ها انتخاب شده‌اند. برای شناخت متغیرهای ورودی و خروجی مدل، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. همچنین تعیین میزان اهمیت نسبی ورودی‌ها و خروجی‌ها، به کمک تنظیم جداول مقایسه‌های زوجی و مصاحبه با خبرگان شرکت توزیع برق فارس انجام گرفته است.

پرسش‌نامه‌ای در اختیار کارشناسان شرکت قرار گرفت تا با استفاده از جداول مقایسات زوجی، امتیازهایی را به شاخص‌های ارزیابی سالانه مذکور بدهند و در مرحله بعد، پس از تجزیه و تحلیل جداول مقایسات زوجی با روش AHP، شاخص‌هایی که در این روش بالاترین اوزان را کسب کرده‌اند، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل انتخاب شدند.

برای ترکیب داده‌های همجنس نیز پرسش‌نامه مشابهی در اختیار کارشناسان قرار گرفت و پس از محاسبه امتیازهایی که آنها به صورت فازی به طبقه‌های مختلف داده بودند، برای به دست آوردن مقادیر قطعی، این داده‌ها به صورت فازی با هم ترکیب شدند. پس از تجزیه و تحلیل نظرات کارشناسان، نیروی انسانی و قدرت ترانسفورماتورها ورودی‌های مدل و میزان فروش انرژی، میانگین زمان خاموشی و میزان تلفات انرژی، خروجی‌های مدل انتخاب شدند.

ورودی نیروی انسانی بر اساس میزان تحصیلات به پنج گروه کارشناسی ارشد و بالاتر، کارشناسی، کاردانی، دیپلم و زیر دیپلم تقسیم می‌شود. برای ترکیب داده‌های مربوط به نیروی انسانی، امتیازهای فازی تعیین شده کارشناسان برای هر مقطع تحصیلی در میزان سابقه کاری افراد ضرب شده تا به یک عدد قطعی تبدیل شود. ترانسفورماتورها نیز شامل دو گروه ترانسفورماتورهای زمینی و هوایی هستند. در قسمت فروش انرژی بخش‌های خانگی، عمومی، کشاورزی، صنعتی و تجاری وجود دارد. برای ترکیب داده‌های مربوط به ترانسفورماتورها و فروش نیز از روش مشابه استفاده شده است.

اطلاعات مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های نواحی مورد ارزیابی از مستندات شرکت و مدیریت‌های نواحی در سطح منطقه جمع‌آوری شده است. نکته‌ای که یادآوری آن مهم است اینکه میزان تلفات و میانگین زمان خاموشی‌ها، خروجی‌های نامطلوبی هستند. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های خروجی محور، به دنبال افزایش میزان خروجی‌ها هستند؛ در حالی که افزایش میزان این خروجی‌ها نامطلوب است و ما به دنبال کاهش آنها هستیم. به همین دلیل برای وارد کردن این متغیرها در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، ابتدا تغییراتی در آنها اعمال شده است تا مشکل به وجود آمده برطرف شود. برای این کار از روش معکوس ضریبی استفاده شده است که داده‌های مربوط به این خروجی‌ها را معکوس می‌کند (رول و گولانی، ۱۹۹۳؛ لاول، پاستور و ترنر، ۱۹۹۵). در این حالت برای اینکه میزان خروجی افزایش یابد، باید مخرج کسر کاهش یابد که این امر، هدف مورد نظر ما را در کاهش میزان تلفات و میانگین زمان رفع خاموشی‌ها محقق خواهد کرد. تغییر متغیرهای اعمال شده به صورت زیر است:

$$y'_p = \frac{1}{y_p} \times 10, \quad y'_p = \frac{1}{y_p} \times 10^8$$

روش پژوهش

با توجه به اینکه رویکرد اصلی این پژوهش، ارائه مدل ریاضی مناسب برای ارزیابی و رتبه‌بندی واحدها است، پژوهش جنبه کاربردی - توصیفی دارد. با توجه به اینکه پژوهش حاضر در پی توسعه دانش کاربردی و کاربرد عملی دانش است، می‌توان آن را از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی دانست. همچنین از نظر روش، پژوهشی توصیفی پیمایشی است. این نوع پژوهش‌ها به مطالعه ویژگی‌ها و صفات افراد جامعه می‌پردازد و وضعیت پراکندگی فعلی جامعه آماری را در قالب چند صفت یا متغیر مورد بررسی قرار می‌دهد. به بیان دیگر، پژوهشگر در این گونه مطالعات تلاش می‌کند تا «آنچه هست» را بدون هیچ‌گونه دخالت یا استنتاج ذهنی گزارش دهد و نتایجی عینی از موقعیت بگیرد.

جامعه آماری پژوهش، شرکت توزیع نیروی برق فارس است که تمام هجده مدیریت نواحی این شرکت در آن شرکت دارند.

یافته‌های پژوهش

نتایج به دست آمده از ارزیابی کارایی واحدها با استفاده از مدل‌های مختلف و رتبه واحدها، در چارچوب جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. میزان کارایی و رتبه واحدها با استفاده از مدل‌های مختلف

رتبه واحد با استفاده از مدل پایه‌ای DEA	میزان کارایی با استفاده از مدل پایه‌ای DEA	رتبه واحد با استفاده از مدل ساعتی و معماری	میزان کارایی با استفاده از مدل ساعتی و معماری	رتبه واحد با استفاده از مدل ارائه شده	میزان کارایی با استفاده از مدل ارائه شده	
۲	۱/۶۲	۵	۰/۵۳	۱	۱/۰۰	بوئات
۴	۱/۲	۴	۰/۵۹	۲	۰/۷۶	مهر
۶	۰/۹۳	۲	۰/۶۷	۳	۰/۷۳	فراشید
۱	۳/۷۷	۱	۱/۰۰	۴	۰/۵۳	خرمبید
۱۱	۰/۶۳	۶	۰/۴۴	۵	۰/۴۴	آباد
۵	۱/۱۶	۱۰	۰/۲۱	۶	۰/۳۳	زرین‌دشت
۹	۰/۷۸	۶	۰/۴۴	۶	۰/۳۳	استهبان
۳	۱/۵	۳	۰/۶۰	۷	۰/۳۲	داراب
۱۶	۰/۴۹	۱۰	۰/۲۱	۸	۰/۲۸	فیروزآباد
۸	۰/۸۴	۸	۰/۲۸	۹	۰/۳۶	قیر و کارزین
۱۵	۰/۵۱	۱۰	۰/۲۱	۱۰	۰/۳۳	لامرد
۱۴	۰/۵۲	۱۰	۰/۲۱	۱۱	۰/۲۱	نورآباد
۱۰	۰/۷۶	۷	۰/۳۱	۱۲	۰/۱۹	نی‌ریز
۱۲	۰/۵۷	۹	۰/۲۴	۱۳	۰/۱۷	کازرون
۷	۰/۸۵	۱۲	۰/۱۷	۱۴	۰/۱۶	فسا
۱۳	۰/۵۵	۱۱	۰/۱۸	۱۵	۰/۱۳	چهرم
۱۸	۰/۴۱	۱۴	۰/۱۲	۱۶	۰/۱۱	اقلید
۱۷	۰/۴۶	۱۳	۰/۱۵	۱۷	۰/۱۰	لار
	۰/۷۴		۰/۳۶		۰/۳۵	میانگین کارایی

توجه: واحدهایی که مقادیر کارایی بیشتر از ۱ دارند، واحدهای کارایی هستند که میزان کارایی آنها با روش AP محاسبه شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مدل کلاسیک از هجده ناحیه توزیع، ۲۸ درصد آنها؛ یعنی پنج ناحیه نواحی کارا شناخته شدند و میانگین کارایی برابر ۰/۷۴ برای واحدها به دست آمد، اما با استفاده از مدل ارائه شده تنها یک واحد (حدود ۰/۵۶ درصد واحدها) توانست خود را واحدی کارا نشان دهد و میانگین به دست آمده برای کارایی واحدها برابر با ۰/۳۵ بوده است.

پنج واحد خرمبید، بوانات، داراب، مهر و زرین دشت در مدل کلاسیک، واحدهای کارا شناخته شدند. از بین این واحدها سه واحد بوانات، مهر و خرمبید، جزء پنج واحد برتر در مدل ارائه شده نیز هستند و واحد بوانات که در مدل ارائه شده تنها واحد کارا شناخته شده، در مدل کلاسیک در رتبه دوم واحدهای کارا قرار دارد. دو واحد اقلید و لار در هر دو روش در رتبه‌های انتهایی قرار دارند و تنها رتبه آنها در دو روش جابه‌جا شده است.

از پنج واحدی که در مدل ارائه شده بالاترین رتبه را دارند، چهار واحد خرمبید، فراشبند، مهر و بوانات در مدل ساعتی و معماریانی (البته با رتبه‌های متفاوت) نیز جزء پنج واحد برتر هستند و تنها واحد داراب که در این مدل رتبه ۳ را به دست آورده، در مدل ارائه شده به رتبه ۷ نزول کرده است. واحد خرمبید که در مدل ساعتی و معماریانی بالاترین رتبه را کسب کرده بود، در مدل ارائه شده به رتبه چهارم نزول پیدا کرده است و واحد بوانات که در مدل ارائه شده برترین واحد را نام گرفته بود، در مدل ساعتی و معماریانی در رتبه پنجم جای گرفته است. چهار واحد فسا، جهرم، اقلید و لار نیز در هر دو مدل در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار گرفته‌اند و تنها رتبه این واحدها در دو مدل تفاوت کرده است که به‌طور مسلم، تمامی این تفاوت‌ها در رتبه واحدها و میزان کارایی آنها، به دلیل اوزان متفاوتی است که در مدل‌های مختلف به عوامل داده شده است.

نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که مدل ارائه شده در این پژوهش با کنترل وزن‌ها و محدود کردن آنها و توانایی اعمال اوزان مورد نظر مدیریت، علاوه بر حل اشکال مدل‌های سنتی DEA در عدم کنترل اوزان، توانایی تفکیک‌کنندگی واحدهای کارا و ناکارا را نیز افزایش داده است. البته باید یادآوری کرد، ایرادی که هم به مدل ارائه شده و هم به مدل ساعتی و معماریانی وارد است، عدم معرفی واحدهای مرجع و ارائه مقادیر هدف برای واحدهای ناکارا است.

پیشنهادهای اجرایی

با کمی تغییر در مدل پیشنهاد شده و حذف هر کدام از ورودی‌ها و خروجی‌ها، می‌توان کارایی و عملکرد هر واحد را در مورد هر کدام از ورودی‌ها و خروجی‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد. چنانچه با حذف یک ورودی اندازه کارایی واحد افزایش یافته باشد، نشان‌دهنده تراکم در استفاده از آن ورودی در واحد مورد نظر است و واحد باید مصرف ورودی خود را کاهش دهد، اما چنانچه با حذف این ورودی میزان کارایی کاهش یابد، نشانگر آن است که واحد در استفاده از این ورودی عملکرد مطلوبی داشته است. همچنین اگر با حذف یک خروجی میزان کارایی افزایش داشته باشد، نشانگر عملکرد ضعیف واحد در تولید این خروجی است.

می‌توان با تعیین واحدهای مرجع، مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌های واحد مجازی را محاسبه کرد و این مقادیر را اهداف عملیاتی هر واحد در سال آینده در نظر گرفت و واحدها را مکلف کرد تا ضمن دستیابی به این مقادیر در آینده، خود را به مرز کارایی برسانند.

پیشنهاد‌های پژوهشی

توصیه می‌شود که مدل ارائه‌شده را با سایر مدل‌های ارزیابی عملکرد (مثل ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون) مقایسه کرده و ضمن برشمردن معایب و مزایای هر کدام، نتایج آنها را با هم مورد مقایسه و بررسی قرار دهند.

در این مقاله برای رفع نقاط ضعف تحلیل پوششی داده‌ها و محدود کردن دامنه تغییرات اوزان، از روش‌های خاصی استفاده شده است. محققان می‌توانند ضمن استفاده از سایر روش‌ها برای حصول به این هدف، روش‌های مختلف را بررسی کرده و با یکدیگر مقایسه کنند.

منابع

آرمان، م. ح. (۱۳۸۳). ارزیابی عملکرد شعب بانک کشاورزی استان اصفهان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های فازی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (مدیریت صنعتی)، دانشگاه علامه طباطبائی.
آذر، ع. و فرجی، ح. (۱۳۸۱). علم مدیریت فازی. چاپ اول. تهران: مرکز مطالعات و مدیریت، مهرگان، م. ر. (۱۳۸۲). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

- Beasley, J. E. (1990). Comparing University Department. *Omega International Journal of Management Science*, 18: 171-183.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operation Research*, 2 (6): 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Wei, Q.L. & Huang, Z. M. (1989). Cone- Ratio Data Envelopment Analysis and multi- Objective Programming. *International Journal of Management Science*, 20 (7): 1099-1118.
- Doyle, J. R. & Green, R. H. (1994). Efficiency and Cross- Efficiency in DEA-Derivation, Meanings and Uses. *Journal of the Operation Research Society*, 45 (5): 567-578.
- Dyson, R.G. & Thanassoulis, E. (1998). Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operation Research Society*, 39(6): 563-576.

- Fare, R. & Lovell, C. A. K. (1978). Measuring Technical Efficiency of Production. *Journal of Economic Theory*, 1(19): 150-162.
- Jahanshahloo, G. R., Memariani, A., Lotfi, F. H. & Rezaei, H. Z. (2005). A Note on some of DEA Models and Finding Efficiency and Complete Ranking Using Common Set of Weights. *Applied Mathematics and Computation*, 166(2): 265-281.
- Golany, B. & Roll, Y. (1989). An Application Procedure for DEA. *Omega*, 1 (3): 237-250.
- Kao, C. & Hung, H. T. (2005). Data Envelopment Analysis with Common Weights: The Compromise Solution Approach. *Journal of the Operation Research Society*, 56(10): 1196-1203.
- Karsak, E. E. & Ashika, S. S. (2005). Practical Common Weight Multi- Criteria Decision- Making Approach with an Improved Discriminating Power for Technology Selection. *International Journal of Production Research*, 43 (8): 1537-1554.
- Kornbluth, J.S.M. (1991). Analysis Policy Effectiveness Using Cone Restricted Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operation Research Society*, 42(12): 1097-1104.
- Lovell, C. A. K., Pastor, J. T. & Turner, J. A. (1995). Measuring Macroeconomic Performance in the OECD: A Comparison of European and Non- European Countries. *European Journal of Operation Research*, 87(3): 507-518.
- Roll, Y., Cook, W. & Golany, B. (1991). Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis. *IIE Trans*, 23(1): 2-9
- Roll, Y. & Golany, B. (1993). Alternate Methods of Treating Factor weights in DEA. *Omega*, 21(1): 99-109.
- Saati, M. S. & Memariani A. (2005). Reducing Weight Flexibility in Fuzzy DEA. *Applied Mathematics and Computation*, 161(2): 611-622.
- Thompson, R. G., Langemeier, G. T., Lee, E. & Thrall, R. M. (1990). The Roll of Multiplier Bounds in Efficiency Analasys with Application to Kansas Forming. *Journal of Econometrics*, 46: 93-108.
- Thompson, R. G., Singleton, Jr. F. D., Thrall, R. M. & Smith, B. A. (1986). Comparative Site Evaluation for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas. *Interfaces*, 16(6): 35-49.
- Xiao- Bail & Reeves, G. R, (1997). Theory and Methodology: A Multiple Criteria Approach to Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operation Research*, 507-508.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3): 338-353.