دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال هفتم، شماره سی و سوم، آذر و دی ۱۴۰۰
شماره شاپا: ۵۸۸-۲۵۸۸X

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پژوهش‌های نوین در ریاضی

ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با مدل کلاسیک و برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها و ارتباط‌سنجی خروجی‌ها با روش‌های آماری در بانک قوامین

غلامرضا پناهنده خوجین[۱]، عباس طلوعی اشلقی[۲*]، محمدعلی افشار کاظمی[۳]

(۱و۲) گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصادومدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران،ایران.
(۳) گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱

چکیده

هدف: هدف این مطالعه تعیین و ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با مدل کلاسیک و برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها و ارتباط سنجی خروجی‌ها با روش‌های آماری در بانک قوامین می‌باشد. روش: در این مقاله برای تعیین کارایی مدیریت شعب استان‌ها در بانک قوامین مدل تحلیل پوششی داده‌ها برمبنای BCC خروجی محور مورد استفاده قرارگرفت. همچنین برای بالابردن قدرت تفکیک‌پذیری واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا از ناکارا ابتدا مدل‌های پیش فرض مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته، سپس خروجی مدل‌های پیش فرض بعنوان بخشی از ورودی مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و در انتها برای سنجش همبستگی مدل کلاسیک با مدل برنامه‌ریزی آرمانی در خروجی‌ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس مقادیر خروجی مدل BCC خروجی محور تمامی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا بوده و مقدار کارایی آنها برابر یک شد، سپس برای تفکیک‌پذیری بیشتر از مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد، نتایج آن نشان داد که از بین ۳۲ واحد تصمیم‌گیرنده ۲۱ واحد کارا و بقیه ناکارا می‌باشند. همچنین نتایج نشان داد که بین مدل کلاسیک با مدل برنامه‌ریزی آرمانی همبستگی معنی‌داری وجود دارد. نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها در تفکیک واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا از ناکارا، دارای قدرت تفکیک‌پذیری بالاتری نسبت به مدل BCC خروجی محور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: "کارایی"، "تحلیل پوششی داده‌ها"، "مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها"،"تفکیک‌پذیری".

* .عهده‌دار مکاتبات: Email:toloie@gmail.com

۱- مقدمه

هر سازمان به منظور آگاهی از میزان مطلوبیت فعالیت‌های خود به ویژه در محیط‌های پیچیده و پویا، نیاز مبرم به سیستم ارزیابی کارایی دارد. فقدان سیستم ارزیابی کارایی در یک سازمان به معنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون سازمان تلقی می‌شود که پیامد آن کهولت و در نهایت مرگ سازمان است.[۳]

بانک‌ها نیز از این امر مستثنی نبوده و نقش مهمی را در سیستم‌های مالی و اقتصادی ایفا می‌کنند، بنابراین اندازه گیری کارایی بانک‌ها همیشه یک موضوع مهم برای سیاست گذاران، سرمایه گذاران و مشتریان بوده است.کارایی معیاری برای سنجش عملکردها بوده و رابطه بین ورودی‌ها با خروجی‌ها، تولید یا ستاده را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. [۹]

کارایی می‌تواند بوسیله تکنیک‌های ناپارامتریک از قبیل تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. هدف این تکنیک، دستیابی به کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه، با چندین ورودی و خروجی می‌باشد. هرچند روز به روز بر تعداد مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها افزوده شده و هر یک جنبه تخصصی پیدا می‌کند، ولی مبنای همه آنها تعدادی مدل اصلی است که بنیان گذاران این روش‌ها طراحی کرده‌اند.[۵]

به منظور بررسی کارایی، لازم است کارایی یک واحد سازمانی در مقایسه با واحد سازمانی دیگر تعیین گردد. این کار مستلزم تعیین یک مرز کارا است تا کارایی سایر واحدها با آن مقایسه شود. فنون زیادی در نیم قرن اخیر برای تخمین مرز کارا مطرح شده است که شامل روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک می‌باشد. فارل در سال ۱۹۵۷ برای اولین بار جهت تخمین کارایی، روش‌های ناپارامتریک را مطرح نمود. او بجای تخمین تابع تولید، مقدار ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها را مشاهده و مرزی برای این واحدها در نظر گرفت و این مرز که مرز کارا نام دارد، ملاک ارزیابی کارایی قرار گرفت. [۱۶]

تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک روش ناپارامتریک برای اندازه گیری و تجزیه و تحلیل تعدادی از مفاهیم کارایی از قبیل کارایی هزینه و کارایی درآمد استفاده شده است.[۱۴]

تحلیل پوششی داده‌ها که اغلب برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و به ویژه بانک‌ها و موسسات مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد، کارایی را به صورت نسبت مجموع وزن‌دار شده‌ی خروجی‌ها به مجموع وزن دار شده‌ی ورودی‌ها برآورد می‌کند.[۱۱]

آذر و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به بررسی کارایی ۱۸ شعبه یکی از بانک‌های استان گیلان با استفاده از روش دو مرحله‌ای DEA[1] پرداختند که در آن هزینه‌های پرسنل و هزینه‌های عمومی و اداری به عنوان ورودی و درآمد کل و حجم کل سپرده‌ها به عنوان خروجی استفاده کردند، نتایج تحقیق حاکی از رابطه همبستگی مثبت بین ورودی‌ها و خروجی‌ها بود. [۱]

سبحانی و کارجو (۱۳۹۱) از روش لایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها با نگرش واسطه‌ای به بررسی کارایی فنی شعب منتخب بانک صادرات استان تهران پرداختند؛ در محاسبه کارایی تعداد پرسنل، ارزش سپرده‌ها و دارایی‌ها به عنوان نهاده و تسهیلات غیرتکلیفی به بخش خصوصی، ارزش ضمانت‌نامه‌ها و مطالبات معوق به عنوان ستاده استفاده گردید. [۲]

طحاری مهرجردی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به منظور افزایش دقت در ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری و شناسایی دقیق واحدهای کارا و ناکارا، از یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه ریزی آرمانی استفاده کردند و عملکرد واحدها از منظر این مدل سنجیده شد؛ نتایج حاصل از آن توانایی بالاتر مدل ترکیبی را در تفکیک واحدهای بانکی نسبت به مدل‌های پایه‌ای نشان داد.[۴]

[1] Data Envelopment Analysis

عالم تبریزی و همکاران در سال (۱۳۸۹) در پژوهشی کارایی دانشکده‌ها دانشگاه شهید بهشتی را با مدل تلفیقی برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه پژوهش توانایی بالای مدل آرمانی در مقایسه با مدل‌های کلاسیک در تفکیک واحدها را نشان داد. [۷]

۲- ابزار و روش‌ها

با توجه به اینکه برای حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها ابتدا باید ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تعیین گردد و با در نظر گرفتن اینکه ورودی‌های صنعت مورد مطالعه محدود بوده و مدیریت‌ها نقش چندانی در افزایش ورودی‌ها ندارند ولی در مقابل خروجی مدل به فعالیت‌های مدیران بستگی دارد؛ از این رو برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده مدلBCC[۲] خروجی محور تحلیل پوششی داده‌ها به کار گرفته شد.

$$Min\ z = \sum_{i=1}^{m} v_i X_{i0} + W$$
$$\text{st: } \sum_{r=1}^{s} u_r Y_{r0} = 1$$
$$\sum_{i=1}^{m} v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r Y_{rj} + W \geq 0$$
$$U_r V_i \geq \varepsilon \quad (j = 1,2, \dots\dots, n)$$

مدل (۱) مضربی BCC خروجی محور [۸] که در آن متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شود:

x_{ij} میزان ورودی i برای واحد j–ام, $i = 1, \dots, m$

y_{rj} میزان خروجی r برای واحد j–ام, $r = 1, \dots, s$

v_i وزن داده شده به ورودی i–ام

u_r وزن داده شده به خروجی r–ام

میزان کارایی واحد تحت بررسی از رابطه $1 - d_j$ بدست می‌آید.

اگر چه مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها روشی متداول برای ارزیابی کارایی واحدها می‌باشد اما پایین بودن قدرت تفکیک‌پذیری واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا از ناکارا یک اشکال برای مدل‌های کلاسیک محسوب می‌شود. بنابراین روش‌های کارایی متقاطع و ابر کارایی برای رفع مشکل قدرت تفکیک پذیری برای مدل‌های $DEA - CCR$ و $DEA - BCC$ معرفی شدند. [۱۲]

تحقیقات انجام شده برای بررسی قدرت تفکیک‌پذیری روش‌های ابر کارایی و کارایی متقاطع نشان داد که روش‌های یاد شده نیز دارای قدرت کافی برای تفکیک واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا از ناکارا نیستند.[۱۸]

در ادامه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی معرفی شدند. مدل تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس مدل برنامه‌ریزی آرمانی نسبت به مدل‌های کلاسیک از توانایی بالاتری در قدرت تفکیک‌پذیری و ارائه وزن‌های واقعی دارد.[۸]

لذا برای حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها ابتدا مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها براساس مدل برنامه‌ریزی آرمانی محاسبه می‌گردد.

۲-۱- مدل تحلیل پوششی داده‌ها با هدف حداقل کردن متغیر انحرافی

$$\min d_0$$
$$\text{st: } \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$
$$u_r, v_i, d_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

مدل (۲) DEA با هدف حداقل کردن متغیر انحرافی. [۴] در مدل بالا متغیر d_0 به عنوان متغیر انحرافی برای واحد تصمیم‌گیری 0–ام و d_j متغیر انحرافی برای واحد تصمیم‌گیری j – ام است. در این مدل مقدار d_0 در دامنه بین صفر و یک قرار می‌گیرد. واحد تحت بررسی، وقتی کارا است که $d_0 = 0$ گردد. اگر واحد مورد ارزیابی ناکارا باشد امتیاز کارایی آن برابر با $z_0 = 1 - d_0$ می‌گردد، لذا این مدل کلاسیک به دنبال حداقل کردن ناکارایی واحد تحت بررسی است.

[2] Banker, Charnes,Cooper

۲-۲- مدل تحلیل پوششی داده‌ها با هدف حداقل کردن مجموع متغیرهای انحرافی

یکی دیگر از شیوه‌های سنجش اندازه ناکارایی مدلی است که مجموع متغیرهای انحرافی را حداقل می‌کند و فرم کلی مدل به صورت زیر است:

$$\min z = \sum_{j=1}^{n} d_j$$
$$\text{st: } \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$
$$u_r, v_i, d_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

مدل (۳) DEA با هدف حداقل کردن مجموع متغیرهای انحرافی [۸] میزان کارایی واحد تحت بررسی $j-$ ام از رابطه $1 - d_j$ به دست می‌آید.

۲-۳- مدل تحلیل پوششی داده‌ها با حداقل کردن حداکثر میزان انحراف

اگرحداکثر میزان انحراف با M نشان داده شود مدل ریاضی مربوط به آن را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$d_j \leq M \quad (j = 1,2, \dots, n)$$

حال اگر M کوچک و کوچکتر شود به مفهوم آن است که مقدار متغیرهای انحراف از آرمان کمتر می‌گردد و بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$\min Z = M$$
$$\text{st: } \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$
$$M - d_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$
$$v_i, u_r, d_j \geq 0$$

مدل (۴) DEA با هدف حداقل کردن حداکثر میزان انحراف[۶] میزان کارایی واحد تحت بررسی $j-$ ام در این مدل نیز از رابطه $1 - d_j$ به دست می‌آید.

۲-۴- مدل برنامه ریزی خطی چند معیاره برای تحلیل پوششی داده‌ها

لی و ریوز[3] (۱۹۹۹) نخستین مؤلفانی بودند که برای بهبود قدرت تفکیک‌پذیری درتحلیل پوششی داده‌ها کلاسیک، مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره را ارائه کردند. مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره با سه هدف حداقل کردن ناکارایی، حداکثر انحرافات و مجموع انحرافات برای غلبه بر پراکندگی وزن و رفع مشکلات قدرت تفکیک‌پذیری ارائه گردید.[۱۲]

تابع هدف نخست (d_0) به همان شیوهٔ کلاسیک تعریف کارایی از یک واحد تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که دو تابع هدف دیگر، d_j و M به ترتیب کارایی‌های محدودکننده بیشتری را مهیا می‌کنند. در مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره پیشنهادی توسط لی و ریوز سه تابع هدف به صورت جداگانه، یک به یک و بدون در نظر گرفتن اولویت برای توابع تحلیل می‌شوند. از آنجا که توابع d_j و M در مقایسه با تابع هدف نخست تعداد واحدهای کارای کمتری را نشان می‌دهند، به این مطلب می توان اشاره کرد که با کاربرد این دو تابع در مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره، در مقایسه با مدل تحلیل پوششی داده‌ها کلاسیک، قدرت تفکیک‌پذیری بیشتری مهیا می‌شود. [۱۰]

مدل پیشنهادی تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره ارائه شده توسط لی و ریوز به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\min d_0$$
$$\min M$$
$$\min \sum_{j=1}^{n} d_j$$
$$\text{st: } \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij0} = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$
$$M - d_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$
$$u_r, v_i, d_j \geq 0,$$

مدل (۵) چند معیاره تحلیل پوششی داده‌ها [۱۹] مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی حل می‌گردد، خروجی آن

[3] Li, Reeres

همانند کارایی نسبی مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌هاست و همگن سازی وزن‌های ورودی و خروجی را بهبود می‌بخشد. [۱۷]

همچنین مدل فوق مشکل تفکیک‌پذیری مدل‌های کلاسیک را برطرف می‌نماید اما به دلیل پیچیدگی این مدل و نبود جواب بهینه برای بسیاری از مسایل، در این پژوهش مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها بکار گرفته شد.

بال، چلیبپوغلو و اورجو[4] (۲۰۱۰) برای حل همزمان سه تابع هدف بالا و به منظور ارتقای قدرت تفکیک پذیری و توزیع مناسب وزن‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه ریزی آرمانی ارائه دادندکه آن را مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی‌داده‌ها نام گذاری کردند. [۱۳]

در این مدل بال و همکاران مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه را تبدیل به یک هدفه نمودند. مدل‌های تبدیل شده راحت-تر از مدل‌های پیشین حل می‌شود. برنامه‌ریزی آرمانی بطور همزمان همه اهداف را در یک تابع هدف مرکب به حداقل می‌رساند و انحراف بین اهداف و سطح آرمان را در نظر می‌گیرد.

$$\min \alpha = \{d_1^- + d_1^+ + d_2^+ + \sum_j d_{3j}^- + \sum_j d_j\}$$
$$\text{st: } \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} + d_1^- - d_1^+ = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0} + d_2^- - d_2^+ = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0 \quad \forall j$$
$$M - d_j + d_{3j}^- - d_{3j}^+ = 0 \quad \forall j$$
$$u_r, v_i, d_j, d_{3j}^-, d_{3j}^+ \geq 0 \qquad \forall r, i, j$$
$$d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

مدل(۶) برنامه ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها [۱۵] در مدل بالابرای واحد تحت ارزیابی d_1^+ و d_1^- متغیرهای انحراف نامطلوب برای آرمان محسوب می‌شود که مجموع وزنی ورودی‌ها را برابر یک می‌کند. d_2^- متغیر انحراف مطلوب برای آرمان محسوب می‌شود که مجموع وزنی خروجی‌ها را کمتر یا برابر با یک می‌کند. d_2^+ به عنوان متغیر انحراف نامطلوب برای آرمان محسوب می‌شود که مجموع وزنی خروجی‌ها را کمتر یا برابر با یک می‌کند. همچنین d_{3j}^- به عنوان متغیرهای انحراف نامطلوب d_{3j}^+، متغیرهای انحراف مطلوب که هر دو آنها برای تبدیل محدودیت $M - d_j \geq 0$ به محدودیت آرمانی $M - d_j + d_{3j}^- - d_{3j}^+ = 0$ استفاده شده و به دلیل آنکه محدودیت اصلی به صورت بزرگتر یا مساوی است پس d_{3j}^+ انحراف مطلوب می‌باشد و در تابع هدف ظاهر نمی‌شود. d_jها به عنوان متغیرهای انحراف نامطلوب برای آرمان محسوب می‌شود، همچنین این متغیر به عنوان متغیر انحرافی بدون علامت برای واحد j در نظر گرفته شده که نقش متغیر کمکی در محدودیت‌ها برای تبدیل تمام محدودیت‌ها به حالت تساوی ایفا می‌کند و برای واحد تحت بررسی نشان دهنده میزان عدم کارایی است.همچنین محدودیت $M - d_j \geq 0$ یک محدودیت آرمانی برای حداقل کردن حداکثر میزان انحراف از آرمان می‌باشد و همان طورکه در تابع هدف مشخص است به تمام متغیرها وزن برابر داده می‌شود. با این هدف که مجموع متغیرهای نامطلوب را حداقل‌کنیم. مدل مذکور همواره دارای جواب است و شاخص کارایی آن برای هر واحد تصمیم‌گیرنده از رابطه $1 - d_j$ مربوط به آن واحد به دست می‌آید.

۳- یافته‌ها

واحدهای تصمیم‌گیرنده در این مقاله شامل ۳۲ واحد مدیریت به ازای هر استان یک مدیریت و تهران بزرگ دو مدیریت در نظر گرفته شد. محدوده زمانی در نظر گرفته شده برای مقاله حاضر، اطلاعات صورت‌های مالی حسابرسی شده سال ۱۳۹۶ می‌باشد. در این مقاله ابتدا از مدل BCC خروجی محور برای بررسی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده شد. هدف این مدل حداکثر کردن خروجی با ثابت در نظر

[4] Bal, Celedioglu, Orkcu

گرفتن ورودی‌ها می‌باشد. در این مدل اگر تعداد واحدها در مقایسه با مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها اختلاف چندانی نداشته باشد پس از حل مساله خواهیم دید که اکثر واحدها کارا خواهند بود؛ لذا برای تفکیک‌پذیری بیشتر واحدهای تصمیم گیرنده در این مقاله مدلی استفاده می‌شود که مشکل مذکور را حل نموده و قدرت تفکیک‌پذیری واحدهای کارا از ناکارا را بالا ببرد، بدین منظور محقق از مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمود. با توجه به اینکه به نحوه حل مدل (۶) در مقالات اشاره نشده است و پیش فرض آن حل مدل‌های(۲و۳و۴) است، محقق ابتدا مدل‌های یاد شده را حل نموده و خروجی آنها را به عنوان بخشی از ورودی برای مدل ۶ در نظر گرفت، سپس نسبت به ارزیابی کارایی واحدها و مقایسه خروجی مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها با مدل BCC خروجی محور اقدام گردید. با بررسی عوامل تشکیل دهنده عملکرد بانک و با نظر خواهی از خبرگان مالی و بانکی، شاخص‌های ورودی و خروجی مشخص و کارایی ۳۲ مدیریت که شامل ۳۰ استان و تهران بزرگ شامل ۲ مدیریت هر یک به عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده مستقل مشخص گردید. برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده از پنج شاخص، نیروی انسانی، تعداد شعب، هزینه عملیات، هزینه غیرعملیات و سهم نقدینگی هر استان به عنوان ورودی‌ها و پنج شاخص، درآمد مشاع، درآمد غیرمشاع، منابع (سپرده‌ها)، مصارف (اعتبارات) و مطالبات معوق به عنوان خروجی استفاده شده است. جدول (۱) در ادامه اطلاعات ورودی‌ها و خروجی‌های به دست آمده از صورت‌های مالی وکارگزینی، به روش نرمال سازی خطی، نرمال سازی گردید. نتایج نرمال-سازی ۱۰ واحد تصمیم‌گیرنده که بالاترین و پایین‌ترین کارایی را داشتند، در جدول (۲ و۳) به عنوان مقادیر نرمال سازی شده ورودی‌ها و خروجی‌ها ارائه شده است.

در این مقاله بعد از نرمال‌سازی داده‌ها، با در نظر گرفتن ۵ شاخص ورودی و ۵ شاخص خروجی و ۳۲ واحد تصمیم‌گیرنده، مدل برنامه‌ریزی خطی ساخته و کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از نرم افزار LINGO مورد ارزیابی قرارگرفت که نتایج به دست آمده در جدول (۴) نشان داده شده است.

نتایج به دست آمده از مدل BCC خروجی محور نشان داد که کلیه واحدهای تصمیم‌گیرنده، کارا بوده و نمره کارایی آنها برابر با یک می‌باشد. لذا برای تفکیک پذیری بیشتر واحدهای تصمیم‌گیرنده و استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها ابتدا مدل‌های (۲و۳و۴) حل و سپس مقادیر به دست آمده از مدل‌های یاد شده، در مدل (۶) جایگذاری گردید. جدول (۴) مقادیر به دست آمده از مدل‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول پنج واحد تصمیم‌گیرنده نخست بالاترین کارایی و پنج واحد تصمیم‌گیرنده بعدی کمترین مقدار کارایی را دارا می‌باشند و همچنین جدول بر مبنای مقادیر خروجی مدل برنامه ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها مرتب شده است.

جدول ۱. شاخص‌های ورودی و خروجی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده

عنوان	ورودی‌ها					خروجی‌ها				
متغیر	تعداد نیروی انسانی	تعداد شعب	هزینه عملیاتی	هزینه غیرعملیاتی	سهم نقدینگی	درآمد مشاع	درآمد غیرمشاع	منابع	مصارف	مطالبات معوق
وزن	V1	V2	V3	V4	V5	U1	U2	U3	U4	U5

جدول ۲. مقادیر نرمال سازی شده ورودی‌ها

ردیف	نام استان	پرسنل	شعب	هزینه عملیات	هزینه غیرعملیات	سهم نقدینگی
۱	تهران شرق	۰.۰۶۷	۰.۰۶۹	۰.۱۵۴	۰.۰۷۸	۰.۲۸
۲	آذربایجان شرقی	۰.۰۴۳	۰.۰۴۹	۰.۰۶۱	۰.۰۴۳	۰.۰۲۷
۳	خوزستان	۰.۰۴۳	۰.۰۴۲	۰.۰۵۸	۰.۰۴۷	۰.۰۳۳
۴	اصفهان	۰.۰۵۳	۰.۰۵۶	۰.۰۷۹	۰.۰۵۱	۰.۰۵۴
۵	کهکیلویه و بویر احمد	۰.۰۱۷	۰.۰۱۴	۰.۰۰۹	۰.۰۱۶	۰.۰۰۳
۶	سمنان	۰.۰۱۵	۰.۰۱۵	۰.۰۰۹	۰.۰۱۴	۰.۰۰۳
۷	قم	۰.۰۱۷	۰.۰۱۴	۰.۰۲۱	۰.۰۱۶	۰.۰۱۱
۸	خراسان جنوبی	۰.۰۱۹	۰.۰۱۸	۰.۰۰۶	۰.۰۱۷	۰.۰۰۴
۹	تهران غرب	۰.۰۶۳	۰.۰۶۴	۰.۱۳۷	۰.۰۷۷	۰.۲۸
۱۰	خراسان شمالی	۰.۰۱۵	۰.۰۱۵	۰.۰۰۶	۰.۰۱۴	۰.۰۰۳

جدول ۳. مقادیر نرمال سازی شده خروجی‌ها

ردیف	نام استان	درآمد مشاع	درآمد غیرمشاع	منابع	مصارف	مطالبات معوق
۱	تهران شرق	۰.۰۵۲	۰.۰۹۷	۰.۱۵۵	۰.۰۵۳	۰.۰۲۴
۲	آذربایجان شرقی	۰.۰۵۱	۰.۰۴۶	۰.۰۶	۰.۰۵۷	۰.۰۵۵
۳	خوزستان	۰.۰۴۷	۰.۰۴۴	۰.۰۵۸	۰.۰۴۸	۰.۰۵۱
۴	اصفهان	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۷۶	۰.۰۶۷	۰.۰۳۳
۵	کهکیلویه و بویر احمد	۰.۰۳۴	۰.۰۱۸	۰.۰۱	۰.۰۲۹	۰.۰۵۴
۶	سمنان	۰.۰۰۸	۰.۰۳۳	۰.۰۰۹	۰.۰۰۷	۰.۰۰۶
۷	قم	۰.۰۰۴	۰.۰۲۴	۰.۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۴
۸	خراسان جنوبی	۰.۰۰۹	۰.۰۰۹	۰.۰۰۶	۰.۰۱	۰.۰۵۴
۹	تهران غرب	۰.۰۶۳	۰.۰۷۸	۰.۱۳۰	۰.۰۷۸	۰.۰۴۶
۱۰	خراسان شمالی	۰.۰۱۴	۰.۰۱	۰.۰۰۶	۰.۰۱۳	۰.۰۵۵۱

جدول ۴. مقدار کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا و ناکارا

ردیف	نام استان	مدل BCC	مدل d_0	مدل d_j	مدل M	مدل GPDEA
۱	کهکیلویه و بویر احمد	۱	۱	۱	۱	۱
۲	سمنان	۱	۱	۰.۲۶	۰.۸۹	۱
۳	قم	۱	۱	۰.۳۳	۰.۱۴	۱
۴	خراسان جنوبی	۱	۱	۰.۷۹	۰.۸۸	۱
۵	خراسان شمالی	۱	۱	۰.۷۷	۰.۸۱	۱
۶	خوزستان	۱	۱	۰.۸۳	۰.۷۸	۰.۴۹۵۸۱۹۳
۷	آذربایجان شرقی	۱	۱	۰.۶۶	۰.۶۹	۰.۴۷۲۹۰۹۷
۸	اصفهان	۱	۱	۰.۵	۰.۴۸	۰.۳۶۵۸۷۹۰
۹	تهران غرب	۱	۱	۰.۷۴	۰.۶۹	۰.۲۱۳۶۷۳۱
۱۰	تهران شرق	۱	۱	۱	۱	۰.۱۹۴۵۱۱۳

جدول ۵. رتبه بندی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با مدل آندرسون - پیترسون

ردیف	نام استان	BCC	رتبه	d0	رتبه	dj	رتبه	M	رتبه	GPDEA	رتبه
۱	کهکیلویه و بویراحمد	۲.۴۰۸	۱	۳.۰۱۹	۱	۴	۱	۴.۱۹۲	۱	۲.۴۰۸	۱
۲	سمنان	۱.۳۳۷	۳	۱.۳۳۷	۴	۰.۲۶	۲۸	۰.۸۹	۴	۲.۰۲۲	۲
۳	قم	۱.۲۶۱	۴	۱.۲۸۳	۶	۰.۳۳	۲۷	۰.۱۴	۳۱	۱.۵۲۴	۳
۴	خراسان جنوبی	۱.۴۵۳	۲	۱.۴۵۳	۲	۰.۷۹	۱۱	۰.۷۷۸	۱۲	۱.۴۵۳	۴
۵	خراسان شمالی	۱.۰۰۰	۱۶	۱.۲۰۶	۷	۰.۷۷	۱۲	۰.۸۱	۱۰	۱.۲۰۶	۵
۶	خوزستان	۱.۰۵۷	۱۴	۱.۰۵۷	۱۶	۰.۸۳	۱۰	۰.۷۸	۱۱	۰.۴۹۵	۲۸
۷	آذربایجان‌شرقی	۱.۱۹۳	۶	۱.۱۹۳	۹	۰.۶۶	۱۵	۰.۶۸۹	۱۴	۰.۴۷۲	۲۹
۸	اصفهان	۱.۰۹۱	۱۲	۱.۰۹۸	۱۴	۰.۵	۲۳	۰.۴۸۴	۲۱	۰.۳۶۵	۳۰
۹	تهران غرب	۱.۱۴۹	۸	۱.۱۶۳	۱۰	۰.۷۴	۱۳	۰.۶۹	۱۳	۰.۲۱	۳۱
۱۰	تهران شرق	۱.۱۹۲	۷	۱.۳۷۸	۳	۱.۹۶	۲	۳.۹۳۲	۲	۰.۱۹	۳۲

پس از تعیین مقدار کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با روش BCC خروجی محور و برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی‌داده‌ها از روش آندرسون - پیترسون برای رتبه‌بندی واحدهای کارا استفاده شد. نتایج خروجی مدل آندرسون- پیترسون در جدول (۵) ارائه شده است. در این جدول واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا و ناکارا بر مبنای مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها مرتب شده، پنج واحد تصمیم‌گیرنده نخست بالاترین رتبه از نظر کارایی را بخود اختصاص داده و پنج واحد تصمیم‌گیرنده بعدی پایین‌ترین کارایی را دارا می‌باشند. برای بررسی اینکه مدل‌های مورد استفاده تا چه اندازه با همدیگر همبستگی دارند، از روش آماری ضریب همبستگی استفاده شد. با توجه به اینکه مقادیر خروجی مدل‌ها، کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده بوده و مدل تحلیل پوششی داده‌ها بصورت خطی می‌باشد و همچنین نتایج آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف توزیع نرمال داده‌ها را برابر جدول (۶) نشان داد، لذا برای تعیین ضریب همبستگی مدل‌ها از روش پیرسون استفاده شد و بدین منظور ابتدا فرضیه پژوهشی طرح و مورد آزمون قرار گرفت.

$H0: P \leq 0$
$H1: P > 0$

جدول ۶. نتایج آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف و ضریب همبستگی پیرسون

	GPDEA	BCC
Ks	۰.۹۹۸	۱.۳۵۴
Sig. (2-tailed)	۰.۲۷۲	۰.۰۵۱
GPDEA pearson correlation	۱	۰.۳۶۷*
Sig. (2-tailed)		۰.۰۳۹
N	۳۲	۳۲
BCC pearson correlation	۰.۳۶۷*	۱
Sig. (2-tailed)	۰.۰۳۹	
N	۳۲	

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول (۶) توزیع نرمال کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده، ضریب همبستگی پیرسون، Sig و تعداد داده‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول از آن جایی Sig کمتر از ۰/۰ ۵ است، فرض H_0 رد می‌شود و همبستگی بین این دو روش وجود دارد. همچنین مقدار ضریب همبستگی برای ۳۲ داده ۰/ ۳۶۷ است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

جهت ارزیابی کارایی مدیریت شعب استان‌ها از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای BCC خروجی محور استفاده شد با توجه به محدودیت‌های مدل‌های کلاسیک در تفکیک واحدهای کارا از ناکارا، واحدهای تصمیم‌گیرنده در این مقاله کارا تشخیص داده شد به جهت تعدیل این محدودیت از روش برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها و قبل از آن به حل مدل‌های پیش فرض اقدام شد. نتایج به دست آمده از مدل BCC خروجی محور نشان داد که از بین ۳۲ واحد تصمیم‌گیرنده، تمامی واحدها کارا بوده در حالی که در مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها، ۲۱ واحد تصمیم‌گیرنده کارا و۱۱ واحد تصمیم‌گیرنده که بر اساس مدل BCC خروجی محور کارا تشخیص داده شده بودند براساس مدل برنامه-ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها ناکارا شدند، این موضوع نشان دهنده افزایش دقت مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. دراین مقاله روش حل ریاضی مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها ارائه گردید که منجر به تسهیل استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها در مطالعات آتی خواهد شد که می‌تواند روش مناسبی برای تعیین کارایی واحد های تصمیم‌گیرنده باشد. همچنین جهت بررسی همبستگی نتایج دو مدل از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج آزمون، نشان داد که بین دو مدل همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد بنابراین جهت ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌توان از هر دو مدل استفاده نمود ولی با توجه به ضعف قدرت تفکیک‌پذیری مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد می‌شود از مدل برنامه‌ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را بدینوسیله از مدیر عامل بانک قوامین جناب آقای دکتر علی ابدالی ابراز می‌دارند.

فهرست منابع

[۱] آذر، عادل، زارعی محمودآبادی، محمد، مقبل باعرض، عباس، خدیور، آمنه، (۱۳۹۳)، سنجش بهره‌وری شعب بانک با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای یکی از بانک‌های استان گیلان. فصلنامه پژوهش‌های پولی- بانکی، سال هفتم، شماره ۲۰، تابستان ۱۳۹۳، صص ۳۰۵-۲۸۵.

[۲] سبحانی، حسن، کارجو، حلیمه، (۱۳۹۱)، بررسی و اندازه‌گیری کارایی فنی شعب منتخب بانک صادرات. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی سال بیستم، شماره ۶۲، تابستان ۱۳۹۱، صص ۲۱۲ - ۱۹۵.

[۳] صالحی، سیدمرتضی، نیکوکار، غلام‌حسین، محمدی، ابوالفضل، تقی نتاج، غلامحسن، (۱۳۹۰)، طراحی الگوی ارزیابی عملکرد شعب بانک‌ها و مؤسسات مالی واعتباری (مورد مطالعه: بانک قوامین). نشریه مدیریت بازرگانی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، دوره ۳ ،شماره ۷، بهار ۱۳۹۰، صص ۱۲۷ تا ۱۴۲.

[۴] طحاری مهرجردی، محمدحسین، فرید، داریوش، بابایی میبد، حمید، (۱۳۹۰)، ارائه یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه ریزی آرمانی برای بهبود سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری. فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۲۱، تابستان ۹۰ صص ۲۱ تا ۳۷.

[۵] طحاری مهرجردی، محمدحسین، مروتی شریف آبادی، علی، بابایی میبدی، حمید، زارعی محمود آبادی، محمد، (۱۳۹۱)، کاربرد متدولوژی ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و ماتریس درجه ترجیح در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری با رویکرد فازی. مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، صص۳۴-۲۱.

[۶] عالم تبریزی، اکبر، سعیدی، حسام، دیلمی معزی، صارم، (۱۳۹۰)، بکارگیری رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی. مجله پژوهش‌های مدیریت، شماره۸۹، تابستان ۱۳۹۰، صص ۲۵-۳۵.

[۷] عالم تبریزی، اکبر، فرجی، راضیه، سعیدی، حسام، (۱۳۸۹)، ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و مدل برنامه‌ریزی آرمانی. فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۱۹، زمستان ۱۳۸۹ صص ۱ تا ۲۲.

[۸] مهرگان، محمد رضا، (۱۳۸۷)، مدل‌های کمی برای ارزیابی کارایی سازمان‌ها.تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

[۹] مهرگان، محمد رضا، شفیعی، مرتضی، (۱۳۸۳)، ارزیابی کارایی آژانس‌های مسافرتی - هواپیمایی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های چند هدفه. فصلنامه دانش مدیریت، شماره۶۶، پاییز، ۱۳۸۳، صص ۱۷۶-۱۴۹.

[۱۰] مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، روش‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها). تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

[11] AhadzadehNamin, M., khamseh, E. Mohamadi, F. (2019). Evaluate the performance of bank branches using the control approach in analyzing the data cover weight. Journal of Financial Engineering and Portfolio Management,Volume 10, Issue 40, Summer 2019, Pages 1-28.

[12] Andrade, R. M., Lee, S., Lee, P. T., Kwon, o.k., Chung Port, H, (2019). Efficiency Incorporating Service Measurement Variables by the BiO-MCDEA: Brazilian Case, Sustainability, August 2019, Volume 11, 4340. Doi: 10.3390/su11164340.

[13] Bal, H., Örkcü, H.H., Çelebioğlu, S. (2010). Improving the Discrimination Power and Weights Dispersion in the Data Envelopment Analysis. Journal of Computers & Operations Research, Volume 37, Issue 1, January 2010, Pages 99-107.

[14] Biresh, K, S., Mehdiloozad, M., Tone, K. (2014). Cost, Revenue and Profit Efficiency Measurement in Dea: A Directional Distance Function Approach. European Journal of Operational Research. Volume237, Issue3, 921-931.

[15] Daneshvar, S., Shahi, N., Najafzadeh, F. (2015). Modified Goal Programming Approach for Improving the Discrimination Power and Weights Dispersion. Journal of New Researches in Mathematics, Volume.1, Nomber.3, Autumn 2015.

[16] Norman, M., Stoker, B. (1991). Data Envelopment Analysis. New York, USA, Wiley.

[17] Nouri, M., Mohammadi, E., Rahmanipour, M. (2019). A Novel Efficiency Ranking Approach Based on Goal Programming and Data Envelopment Analysis for the Evaluation of Iranian Banks. Int. J. Data Envelopment Analysis Volume l.7, Nomber.1, 2019, 57-80.

[18] Wang, Y. M., Chin, K. S. (2011). The use of OWA operator weights for cross-efficiency aggregation. Omega, Elsevier, October 2011, vol, 39(5), 493-503.

[19] Zhao, M, Y., Cheng, C, T., Chau, K, W., Li, G. (2006). Multiple Criteria Data Envelopment Analysis for Full Ranking Units Associated to Environment Impact Assessment. International Journal of Environment and Pollution, Volume 28, Issue 3/4, 448-464.